

# ГОРЯЧЕЕ ЦИНКОВАНИЕ



ГРУППА КОМПАНИЙ  
**ДИПОС**  
ДЕЛО И ПОСТОЯНСТВО

## ГОРЯЧЕЕ ЦИНКОВАНИЕ

4	О КОМПАНИИ
6	ПРЕДИСЛОВИЕ
8	О КОРРОЗИИ
10	СТРУКТУРА ЦИНКОВОГО ПОКРЫТИЯ
11	СРОК СЛУЖБЫ ОЦИНКОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ
12	ПРЕИМУЩЕСТВА НАШЕГО ПРОИЗВОДСТВА
14	ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ЛИНИИ
18	ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИЗДЕЛИЯМ
24	РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ИЗДЕЛИЙ
24	ПЕРИЛЬНОЕ ОГРАЖДЕНИЕ
28	ПЕРИЛЬНОЕ ОГРАЖДЕНИЕ ТИПА «КРЕСТ»
31	КОЛОННЫ
34	ТЯГИ
35	ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ОПОРЫ
36	РЕЗЕРВУАРЫ
37	ИЗДЕЛИЯ ТИПА «ТРУБА В ТРУБЕ»
38	МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ ДРУГИХ ТИПОВ
42	СПОСОБЫ БОРЬБЫ С ДЕФОРМАЦИЕЙ ИЗДЕЛИЙ, ПОЛУЧЕННОЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ГОРЯЧЕГО ЦИНКОВАНИЯ
43	СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ РАЗМЕРАМИ ТРУБ, ЗНАЧЕНИЯМИ РАЗМЕРОВ И КОЛИЧЕСТВОМ ОТВЕРСТИЙ В ЗАГЛУШКАХ
44	ПОДВИЖНЫЕ ЧАСТИ В КОНСТРУКЦИИ ИЗДЕЛИЙ И РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ
45	СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ТОЛЩИНОЙ ЦИНКУЕМОГО МЕТАЛЛА И ТОЛЩИНОЙ ЦИНКОВОГО ПОКРЫТИЯ (ГОСТ 9.307-2021)
48	«БЕЛАЯ РЖАВЧИНА»
51	ГАБАРИТЫ ЗАГРУЖАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ОЦИНКОВАНИЯ
52	КОНТАКТЫ

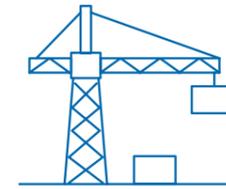
## О КОМПАНИИ

Группа компаний «ДиПОС» – это производственно-коммерческая организация с высоким уровнем сервиса и собственным производством по переработке арматурной стали, плоского проката и изготовлению решетчатых настилов и стеллажных конструкций.

Ежегодно на предприятии перерабатывается более 350 тысяч тонн металлопроката. Производственные комплексы «ДиПОС» оснащены оборудованием от ведущих мировых брендов, а контроль качества и сертификация произведенной продукции соответствуют современным стандартам.

Филиалы компании расположены в пяти округах Российской Федерации. Поставки металлопродукции на территории России и в страны СНГ осуществляются большегрузными автомобилями SCANIA, оснащенными системой спутниковой навигации, чтобы наши партнеры получали продукцию точно в срок. Также возможна доставка продукции железнодорожным транспортом и формирование сборных заказов.

С 2007 года наша компания регулярно удостоивается наград «Лучший СМЦ России» и «Лучшая металлобаза России».



**60 000**

ТОНН В МЕСЯЦ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ  
МОЩНОСТИ



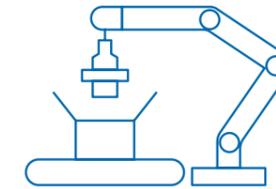
**120**

АВТОМОБИЛЕЙ SCANIA  
СОБСТВЕННЫЙ  
АВТОПАРК



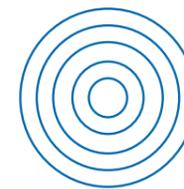
**> 2 000**

ПРОФЕССИОНАЛОВ  
УЧАСТВУЮТ  
В ПРОИЗВОДСТВЕ



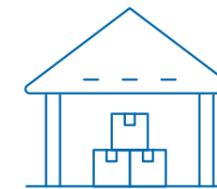
**> 80**

ЕДИНИЦ  
СОВРЕМЕННОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ



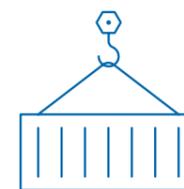
**> 2 000**

НАИМЕНОВАНИЙ  
ПРОДУКЦИИ  
В АССОРТИМЕНТЕ



**> 50**

ГА  
ПЛОЩАДЬ СКЛАДСКИХ  
ПОМЕЩЕНИЙ



**> 1 500**

ТОНН В ДЕНЬ  
ПЕРЕРАБОТКА  
СЫРЬЯ



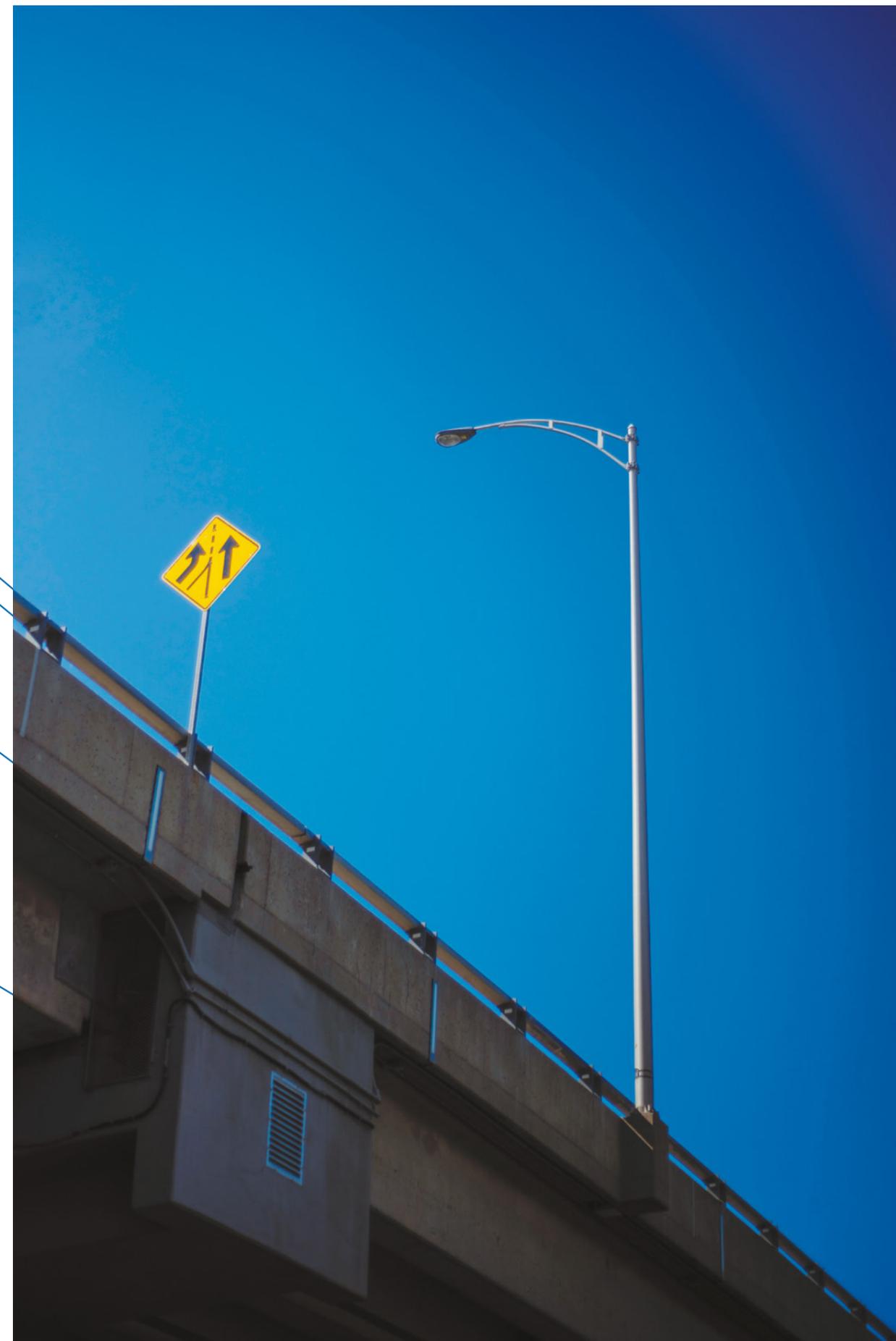
**5**

В  
ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГАХ  
ФИЛИАЛЫ ГРУППЫ  
КОМПАНИЙ



## ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время сталь является важнейшим конструкционным материалом. Сталь имеет множество преимуществ, но главным ее недостатком является подверженность коррозии. Чтобы обеспечить защиту стальной конструкции на долгие годы и при этом не тратить средства на техническое обслуживание применяют технологию горячего цинкования. В результате погружения стальной конструкции в расплавленный цинк на всей поверхности изделия формируется защитное покрытие. Приобретение же новой конструкции взамен проржавевшей обходится в разы дороже, чем нанесение цинкового покрытия горячим способом.



## О КОРРОЗИИ

Для извлечения металла из руды затрачивается энергия. Поэтому металл в привычном виде представляет собой более высокоэнергетическое состояние, чем руда. При коррозии металл пытается высвободить энергию и вернуться в свое естественное и стабильное состояние. По этой причине продукты коррозии часто напоминают соединения, из которых ранее был получен металл. Для того, чтобы началась коррозия изделия, сталь должна иметь доступ к кислороду и воде.

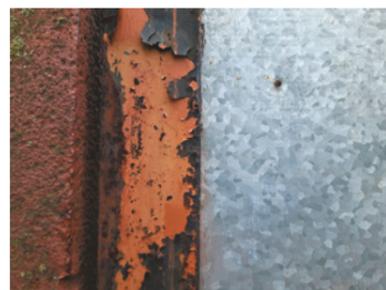
Цинковое покрытие представляет собой комбинацию двух методов защиты:

- ♦ активная защита по электрохимическому механизму;
- ♦ пассивная защита за счет создания непроницаемого барьера между сталью и окружающей средой.

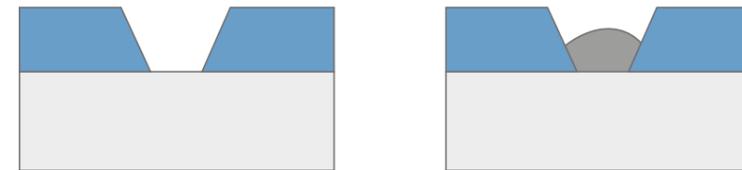
При этом и сам цинк защищает себя слоем, состоящим из основного карбоната цинка приближенной формулы  $ZnCO_3 \times 3Zn(OH)_2 \times nH_2O$ . Это покрытие является уникальным вследствие очень низкой проницаемости по отношению к парам воды и кислороду.

Окрашивание органическими материалами проигрывает цинкованию и с точки зрения затрат, и с точки зрения эффективности защиты от коррозии, что проиллюстрировано на фото 1 и рисунках 1, 2.

Фото 1. Сопоставление коррозионной стойкости лакокрасочного (слева) и цинкового покрытия, нанесенного горячим способом (справа).



### ЦИНКОВОЕ ПОКРЫТИЕ



В месте повреждения формируется гальванический элемент – продукты электрохимической реакции оседают на поверхности стали и защищают ее.

### ЛАКОКРАСОЧНОЕ ПОКРЫТИЕ



В месте повреждения сталь начинает ржаветь. Ржавчина проникает под пленку краски, приподнимает ее над стальной поверхностью. Коррозия продолжается до тех пор, пока повреждение не будет устранено.

Рисунок 1. Сравнение механизмов защиты изделия цинковым и лакокрасочным покрытиями.

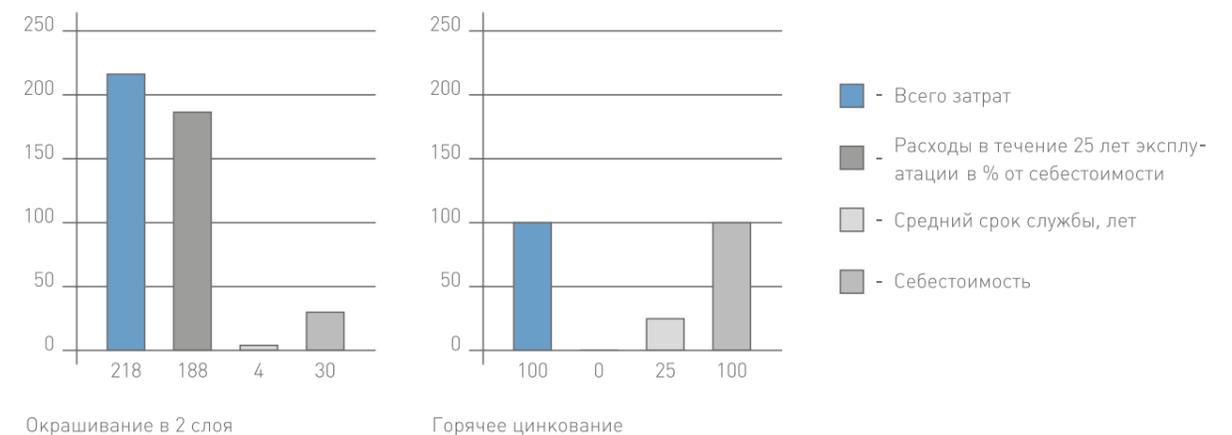


Рисунок 2. Сравнение стоимости нанесения и эксплуатации цинкового и лакокрасочного покрытий (себестоимость цинкового покрытия принята за 100%).

## СТРУКТУРА ЦИНКОВОГО ПОКРЫТИЯ

Цинковое покрытие, нанесенное горячим способом, представляет собой систему железо-цинковых сплавов с постепенно уменьшающимся содержанием железа по мере приближения к внешней стороне покрытия – рисунок 3.

Гамма-, дельта- и зета-фазы тверже, чем металлическая основа, что придает цинковому покрытию способность противостоять механическим повреждениям. Внешний слой (эта-фаза), состоящий из цинка более, чем на 99%, мягче металл-основы и благодаря этому придает ей ударпрочность.

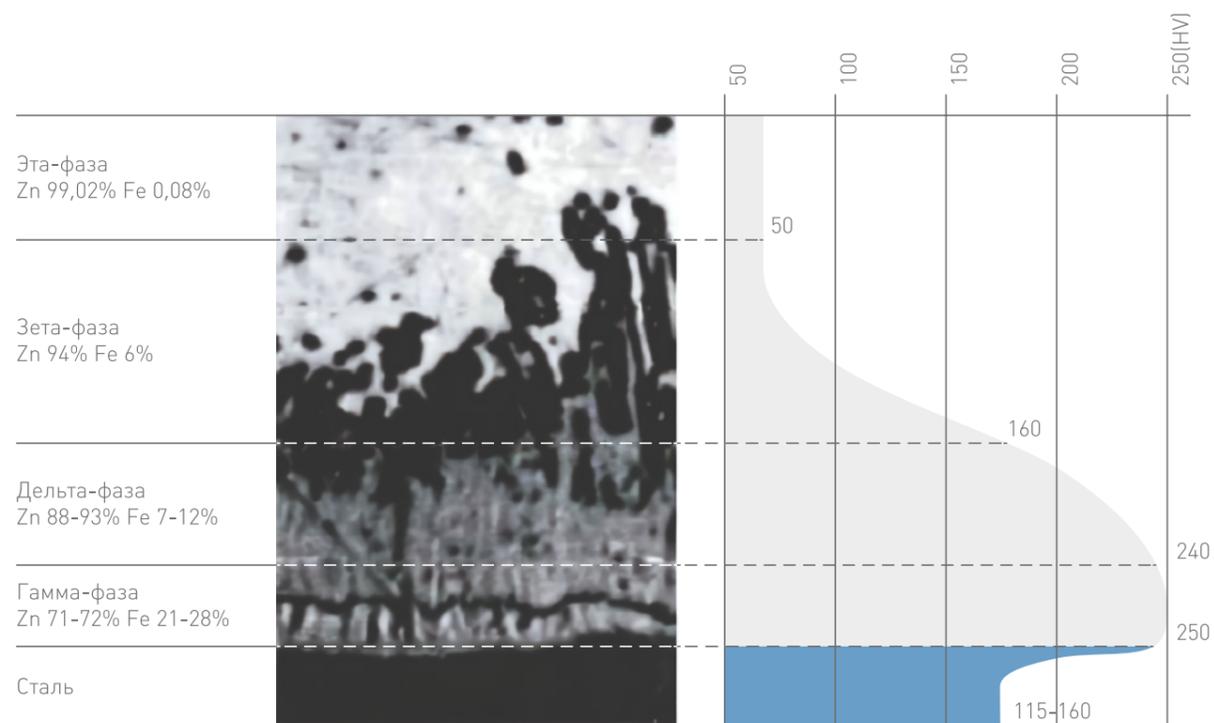


Рисунок 3. Микроструктура цинкового покрытия, нанесенного методом горячего цинкования.

## СРОК СЛУЖБЫ ОЦИНКОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ

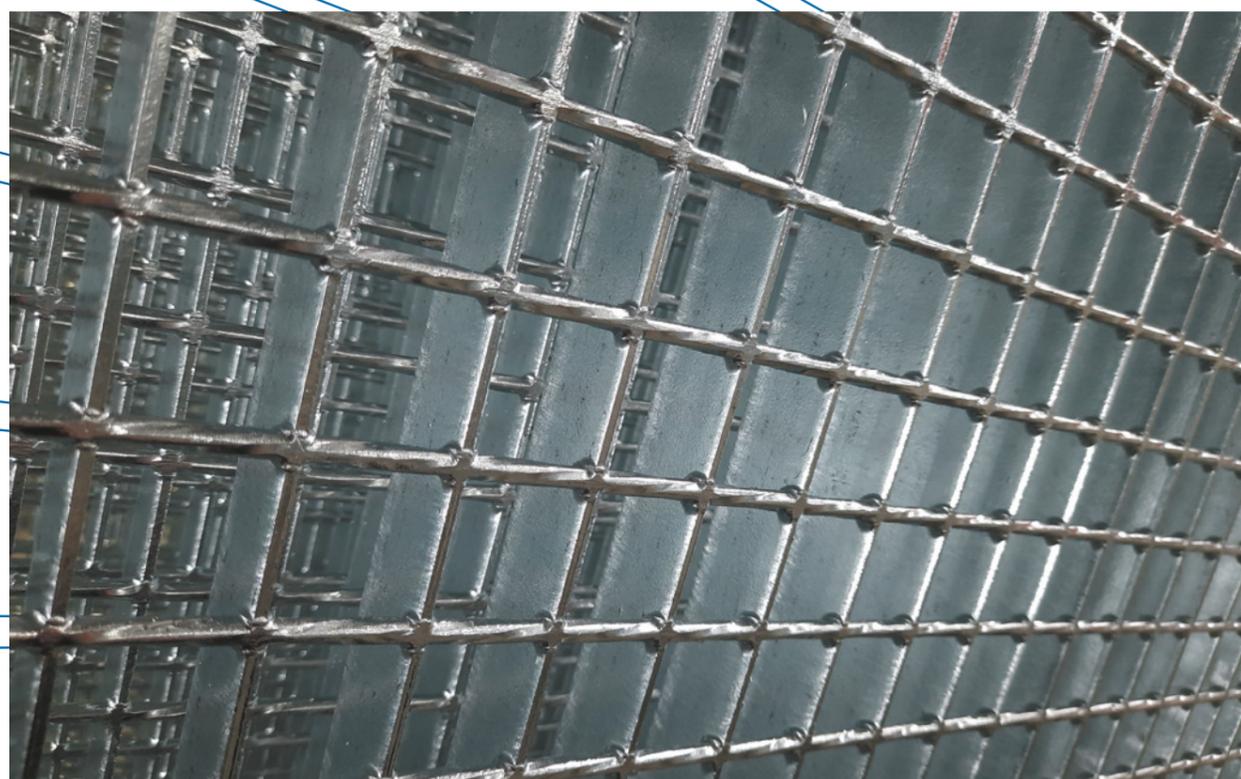
Выделяют 6 категорий агрессивности среды. В каждой из них опытным путем получены средние скорости коррозии неоцинкованной стали и стали с покрытием горячим цинком. Исходя из этой информации можно сделать вывод о сроке службы оцинкованного изделия (таблица 1).

Таблица 1. Категории агрессивности окружающей среды в соответствии с ISO 9223

КАТЕГОРИЯ КОРРОЗИЙНОЙ АГРЕССИВНОСТИ СРЕДЫ	ОПИСАНИЕ СРЕДЫ	СОПОСТАВЛЕНИЕ ПОТЕРЬ ОТ КОРРОЗИИ НЕ ЗАЩИЩЕННОЙ СТАЛИ И ЦИНКОВОГО ПОКРЫТИЯ В ТЕЧЕНИЕ 1 ГОДА	
		Сталь без покрытия	Цинковое покрытие
		Убыль толщины (мкм)	Убыль толщины (мкм)
C1 – очень низкая	Отапливаемые помещения с сухим воздухом и незначительным количеством загрязняющих веществ (офисы, магазины, школы, гостиницы).	≤1,3	≤0,1
C2 – низкая	Среды с низким уровнем загрязнения, нечастая конденсация влаги (неотапливаемые здания спортивных залов, складов).	>1,3-25	>0,1-0,7
C3 – умеренная	Атмосфера с умеренным уровнем загрязнения воздуха производственными процессами (пивоварни, молокозаводы, прачечные).	>25-50	>0,7-2,1
C4 – высокая	Атмосфера с умеренным содержанием солей или ошугим загрязнением воздуха (помещения зданий химической промышленности, плавательных бассейнов).	>50-80	>2,1-4,2
C5 – очень высокая	Промышленные районы с повышенной влажностью и агрессивной атмосферой и прибрежные районы с большим содержанием солей в воздухе.	>80-200	>4,2-8,4
CX – критическая	Промышленные зоны с повышенной влажностью и агрессивной тропической или субтропической атмосферой.	>200-700	>8,4-25

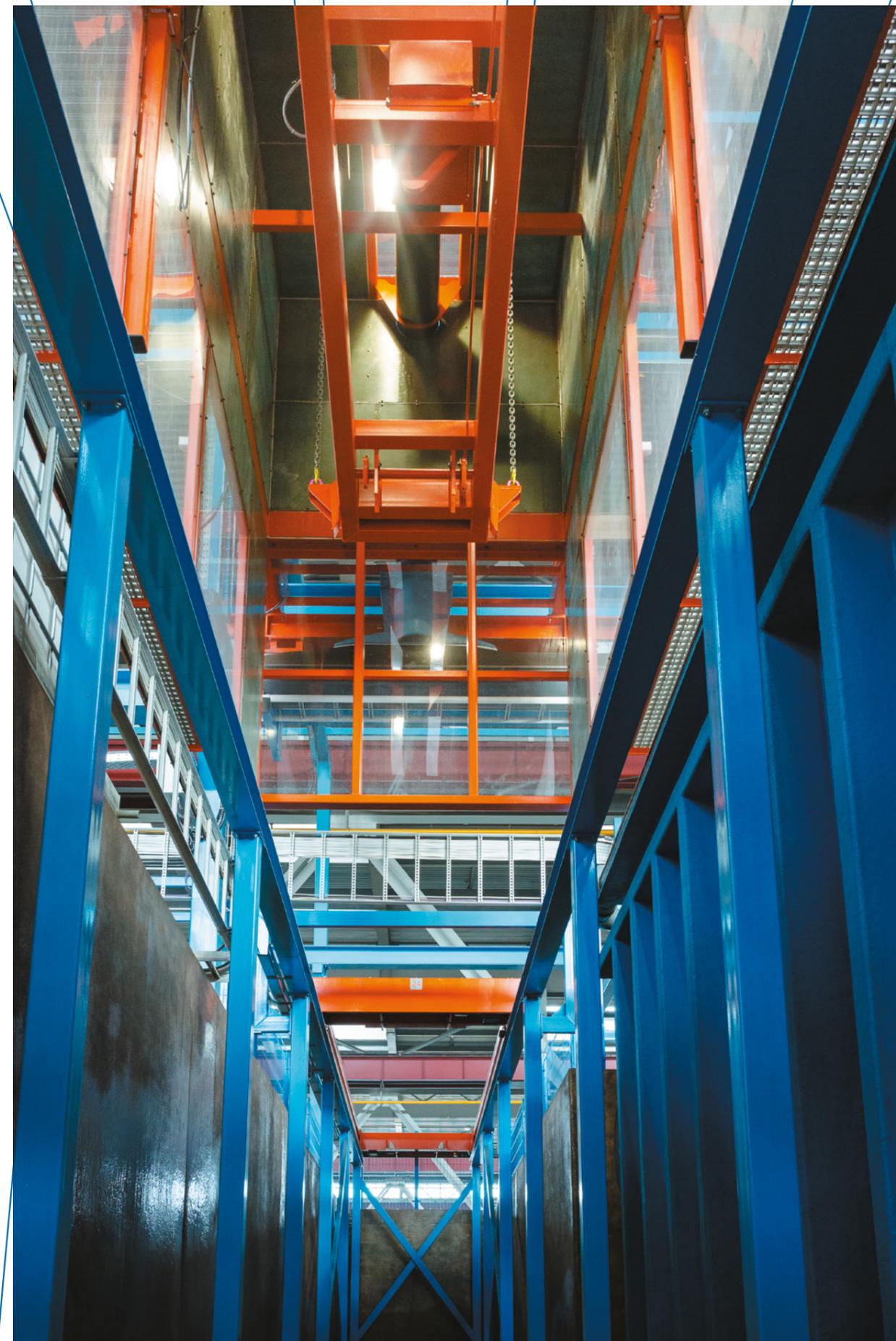
## ПРЕИМУЩЕСТВА НАШЕГО ПРОИЗВОДСТВА

- ♦ В компании «ДиПОС» функционирует современная автоматическая линия горячего цинкования шведского производства.
- ♦ Использование цинка высокой степени чистоты ЦВ0 (Special High Grade).
- ♦ В процессе предварительной подготовки изделий перед цинкованием применяется химическая продукция от ведущих производителей – это позволяет получать качественные цинковые покрытия с надежным сцеплением.
- ♦ Цинкование непосредственно на месте изготовления изделий позволяет снизить себестоимость конечного продукта, поскольку нет необходимости транспортировать их на расстояния порядка 300 и более км.



## ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ЛИНИИ

- ♦ Отсутствие необходимости оператору сопровождать изделия вдоль всех этапов технологического цикла – это делают АВТОоператоры, которые работают в соответствии с заложенной программой под каждый вид изделий.
- ♦ Исключение «кислотной сауны» за счёт использования уникальной системы вентиляции – можно находиться непосредственно рядом с обрабатываемыми изделиями и визуально контролировать качество операций.
- ♦ Удаление большей части избыточного цинка и возвращение его в расплав за счёт встроенной в автооператор системы наклона траверсы и вибротали. Это экономит сырьё и сокращает трудозатраты на финишную доработку изделий.





## ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИЗДЕЛИЯМ

### К МАТЕРИАЛУ ИЗДЕЛИЙ

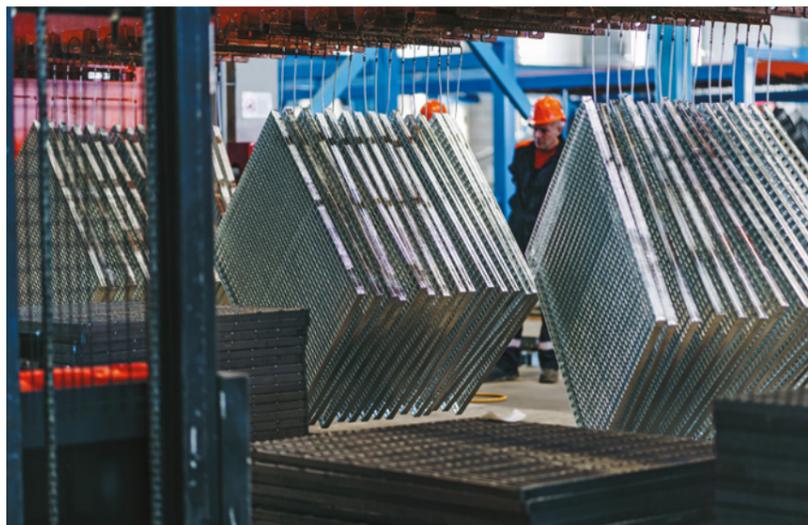
Для горячего цинкования применяются низкоуглеродистые стали по ГОСТ 380-2005, ГОСТ 1050-2013 с указанными ниже характеристиками:

- ♦ Углерод «С» < 0,25%.
- ♦ Для получения блестящих покрытий толщиной 60-100 мкм содержание примесей кремния («Si») и фосфора («P») должно удовлетворять следующим условиям:
  - › для горячекатаных сталей: «Si» < 0,05%; «P» < 0,025% ;
  - › для холоднокатаных сталей: «Si» < 0,03%; «P» < 0,01%.

Для получения покрытий с увеличенной толщиной 120-220 мкм содержание примесей кремния и фосфора (и для г/к, и для х/к) должно быть в диапазоне: 0,14% < «Si» < 0,30%; «P» < 0,025%.

Содержание кремния в промежуточном диапазоне 0,03% < «Si» < 0,14% чревато неконтролируемым ростом толщины покрытия вплоть до 450 мкм и низким сцеплением цинка со сталью.

- ♦ Легированные стали не применяются.
- ♦ Для получения качественного покрытия изделие должно быть изготовлено из сталей, близких по химическому составу.



### ЗАКАЗЧИКУ ВАЖНО ПОМНИТЬ:

- ♦ для горячего цинкования необходимо приобретать сталь с регламентированным значением кремния;
- ♦ каждая приобретаемая партия должна сопровождаться сертификатом химического состава стали;
- ♦ указание только марки стали без приложенного сертификата химического состава не позволяет дать верный прогноз качества цинкования – в этом случае необходимо провести **пробное оцинкование**.

## К КОНСТРУКЦИИ ИЗДЕЛИЙ

- ♦ В изделиях не должно быть закрытых полостей. Технологические растворы, расплавленный цинк и разогретый воздух должны иметь возможность беспрепятственного входа и выхода из внутреннего объема изделий. Технологические отверстия для обеспечения данного условия должны быть не менее 10 мм диаметром и при этом превышать толщину металла.
- ♦ Расстояние между параллельными плоскостями в изделии должно быть не менее 4 мм.
- ♦ Радиус гибки должен быть не менее трех толщин материала.
- ♦ Изделия с болтовыми соединениями цинкуются в разобранном виде и подлежат оцинкованию только после дополнительного согласования сторон.
- ♦ Во избежание коробления металлоконструкции, подлежащей горячему оцинкованию, нежелательно использование металла, различающегося по толщине более чем в 2 раза. По возможности изделия должны быть симметричными.
- ♦ В месте соединения трех плоскостей должно быть технологическое отверстие – рисунок 4.

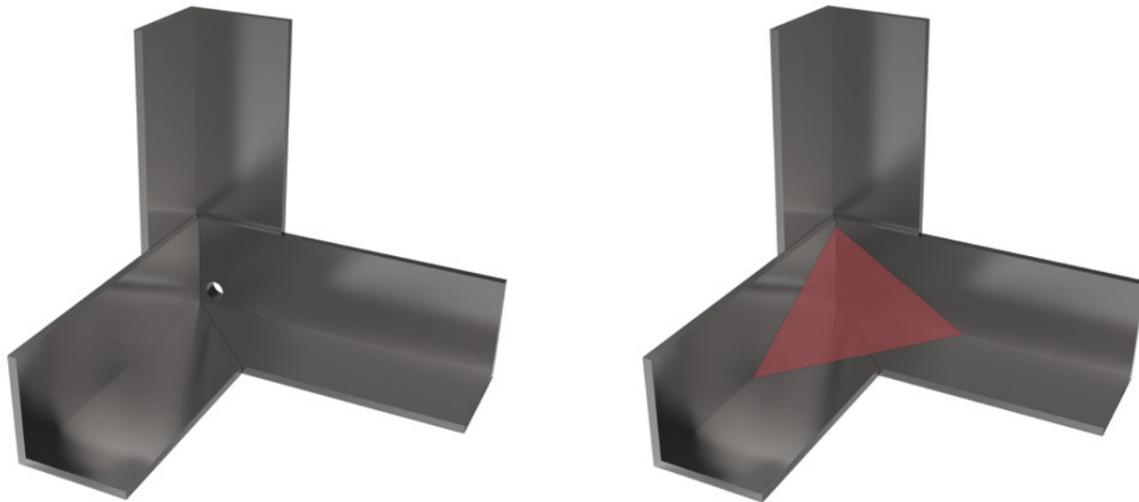


Рисунок 4. Исполнение соединений трех плоскостей (слева – приемлемое, справа – неприемлемое – в случае отсутствия отверстия в углу останутся излишки цинка).

## К КАЧЕСТВУ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

- ♦ Сварка элементов конструкций должна производиться «встык» двухсторонним швом или односторонним швом с «подваркой». Шов должен быть равномерным, плотным, сплошным, без наплывов.
- ♦ Если в изделии есть сварные соединения «внахлест», то они должны быть выполнены прерывистым швом либо иметь технологическое отверстие для выхода воздуха и технологических растворов.
- ♦ Материал используемой сварочной проволоки должен максимально соответствовать по химическому составу материалу свариваемых частей.
- ♦ Сварные швы должны быть очищены от шлака.



## К СОСТОЯНИЮ ПОВЕРХНОСТИ

- ♦ На поверхности основного металла не допускаются: трещины, вздутия, расслоения, закатанная окалина, поры, включения, сварочные шлаки, остатки формовочной массы, металлическая стружка, брызги металла, заусенцы, металлическая дробь.
- ♦ Поверхность изделия должна быть очищена от:
  - масляной краски;
  - битума;
  - графита;
  - средств временной противокоррозионной защиты;
  - следов от маркера;
  - клея;
  - остатков бумажных ярлыков;
  - смазочно-охлаждающих жидкостей с силиконовыми маслами;
  - следов спрея для защиты от сварочных брызг, причем спрей использовать исключительно на водной основе;
  - прочих органических соединений.
- ♦ Не рекомендуется использовать для изготовления цинкуемых конструкций лежалый (б/у) металл, поскольку в нем под слоем ржавчины могут быть следы вдавленной краски и солей жесткости, поры, раковины и прочие дефекты.
- ♦ В случае использования газоплазменной резки (например, для формирования технологических отверстий) поверхность должна быть очищена от брызг и наплывов. Не допускается попадание вырезанных фрагментов внутрь полых профилей.
- ♦ На поверхности литых изделий не должно быть пор, усадочных раковин, остатков формовочной смеси и т.п.
- ♦ Не допускается наличие заусенцев, наплывов и заворотов кромки.
- ♦ Острые углы и кромки изделий, за исключением технически обоснованных случаев, должны быть скруглены с минимальным радиусом до 0,3 мм.



# РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ИЗДЕЛИЙ

## ПЕРИЛЬНОЕ ОГРАЖДЕНИЕ

При проектировании и изготовлении перильного ограждения особое внимание следует обратить на выделенные участки.

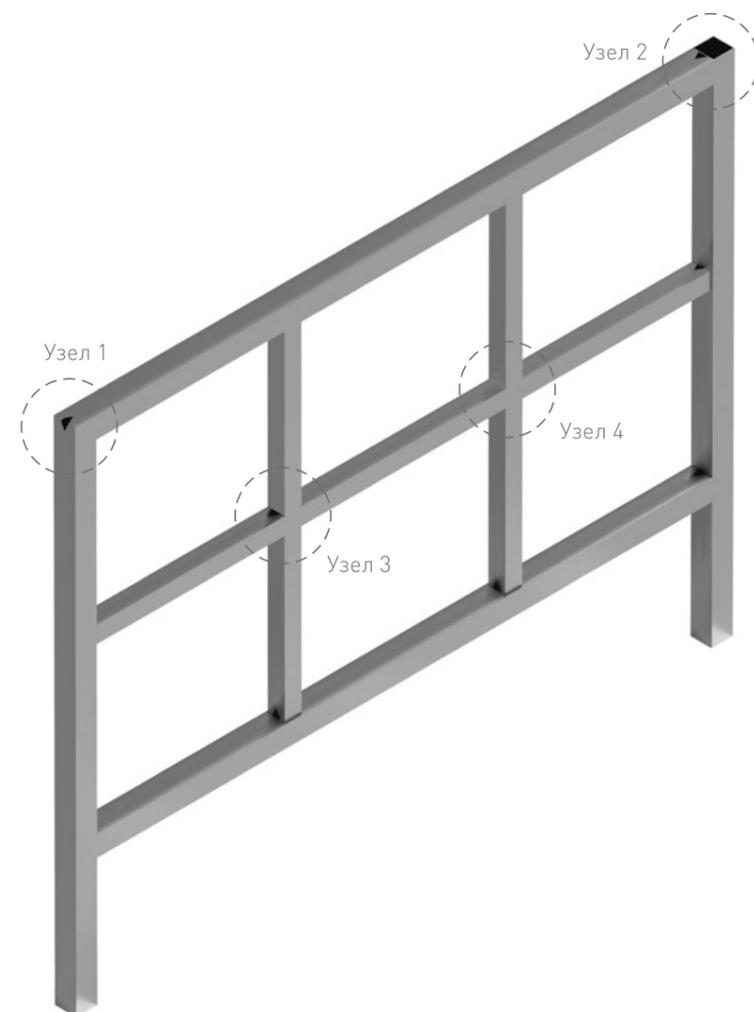


Рисунок 5а. Типовое перильное ограждение.

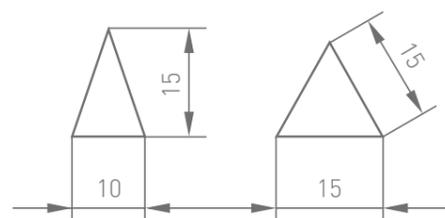
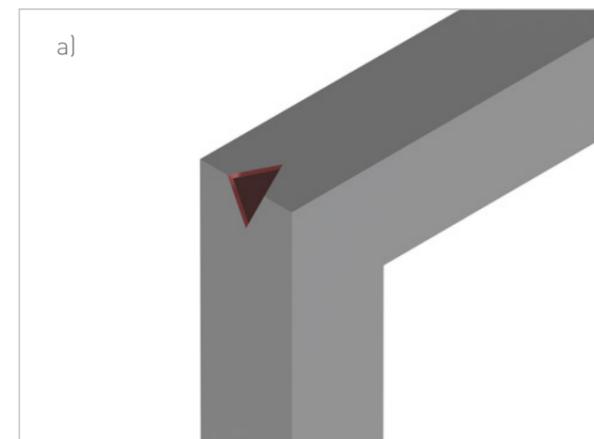
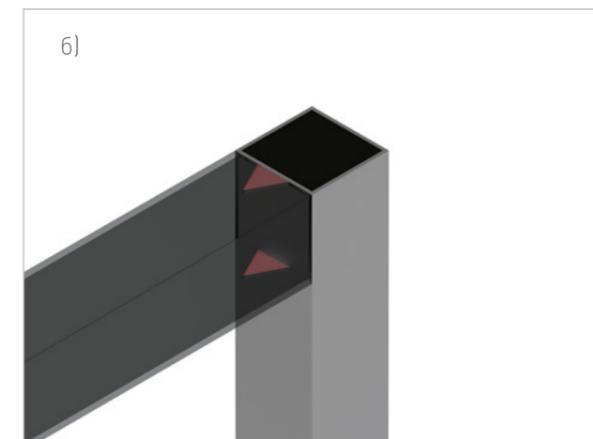


Рисунок 5б. Варианты треугольных вырезов.

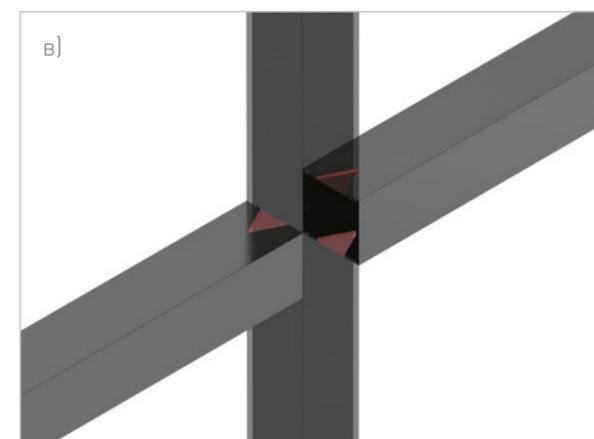
Для свободного проникновения расплава внутрь полостей при погружении в ванну, вытекания расплава при извлечении изделия из нее, а также беспрепятственного выхода газов разложения флюса необходимо предусмотреть в указанных участках технологические отверстия, например, в виде треугольных вырезов.



Узел 1



Узел 2



Узел 3



Если стойки заглушены

Рисунок 6а,б,в,г. Исполнение узлов 1, 2, 3 и стоек.

Узел 4, где в вертикальной трубе предусмотрены отверстия той же площади, что и открытые концы присоединяемых труб, является даже более предпочтительным по сравнению с узлом 3.

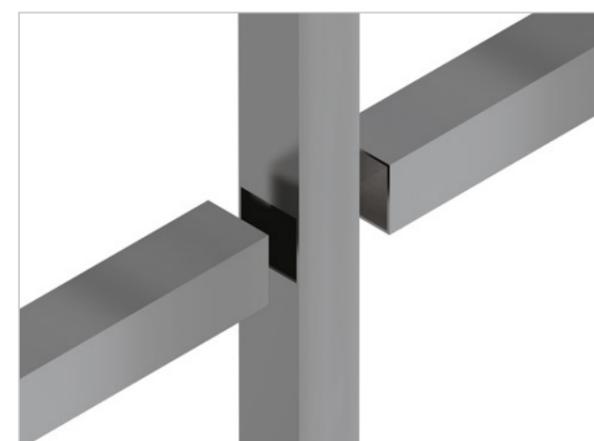


Рисунок 7. Изготовление узла 4 (все три соединяемые трубы являются сообщающимися полостями).

Предложенные варианты исполнения технологических отверстий/пазов подходят и для труб круглого сечения – рисунок 8 (отверстия можно выполнять треугольными или круглыми – в этом случае их диаметр должен быть не менее 10 мм).

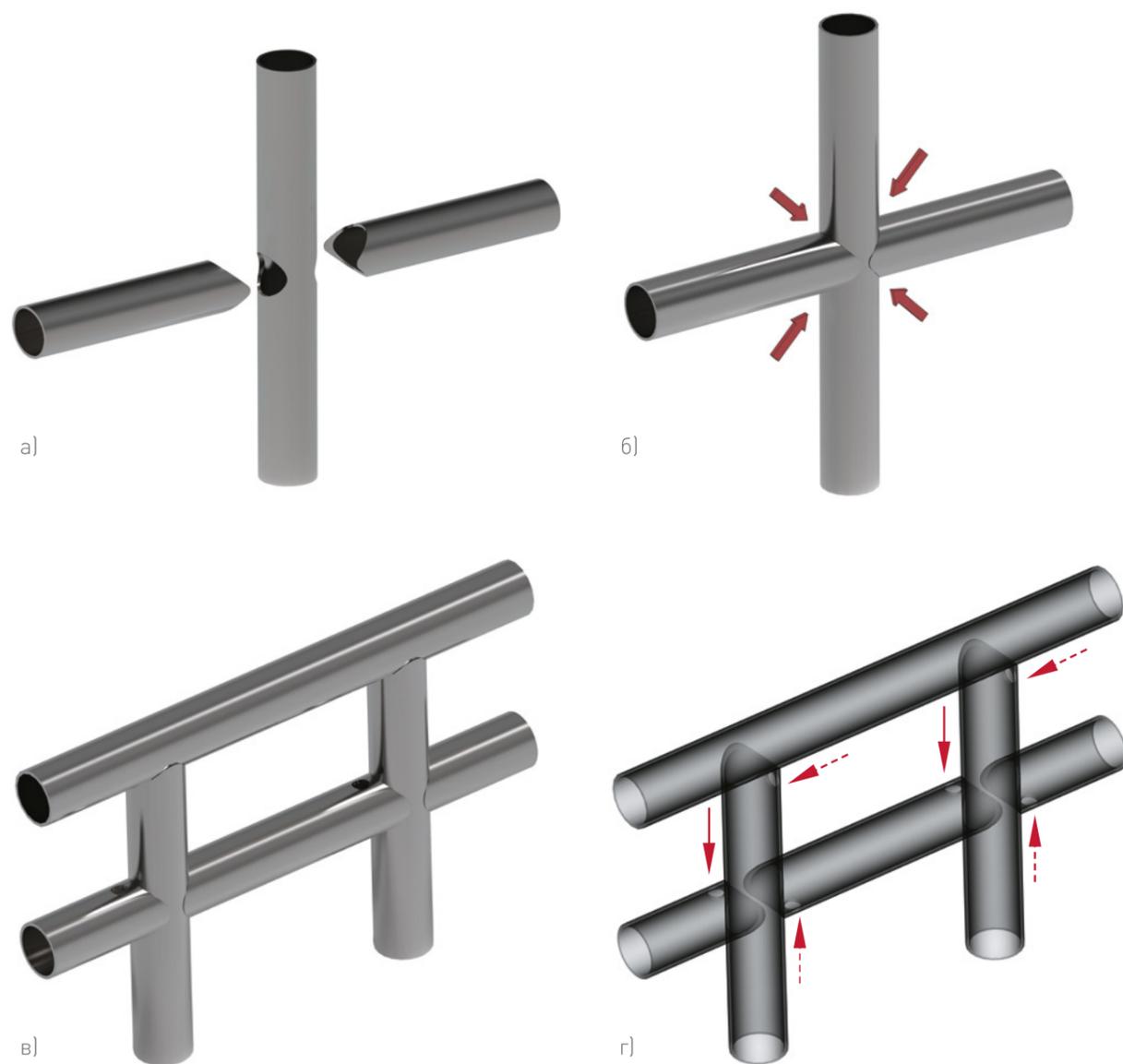


Рисунок 8. Технологические отверстия на трубах круглого сечения.



## ПЕРИЛЬНОЕ ОГРАЖДЕНИЕ ТИПА «КРЕСТ»

Вышеуказанные решения в отношении конкретного и довольно распространенного типа перильных ограждений «Крест» представлены на рисунке 9 (а, б, в, г, д «1», д «2»).

Узел «д» представлен в двух вариантах. На рисунке 9, д «1» зазор между трубами слишком мал, поэтому рекомендуется изготовить вырез/отверстие. На рисунке 9, д «2» расстояние достаточно для свободного входа/выхода расплава, поэтому нет необходимости в дополнительных отверстиях.

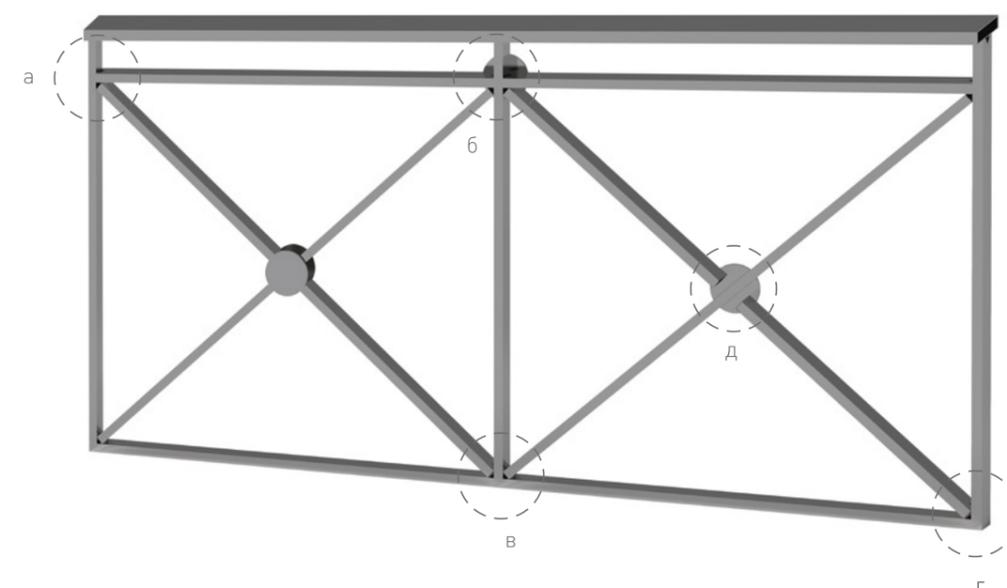
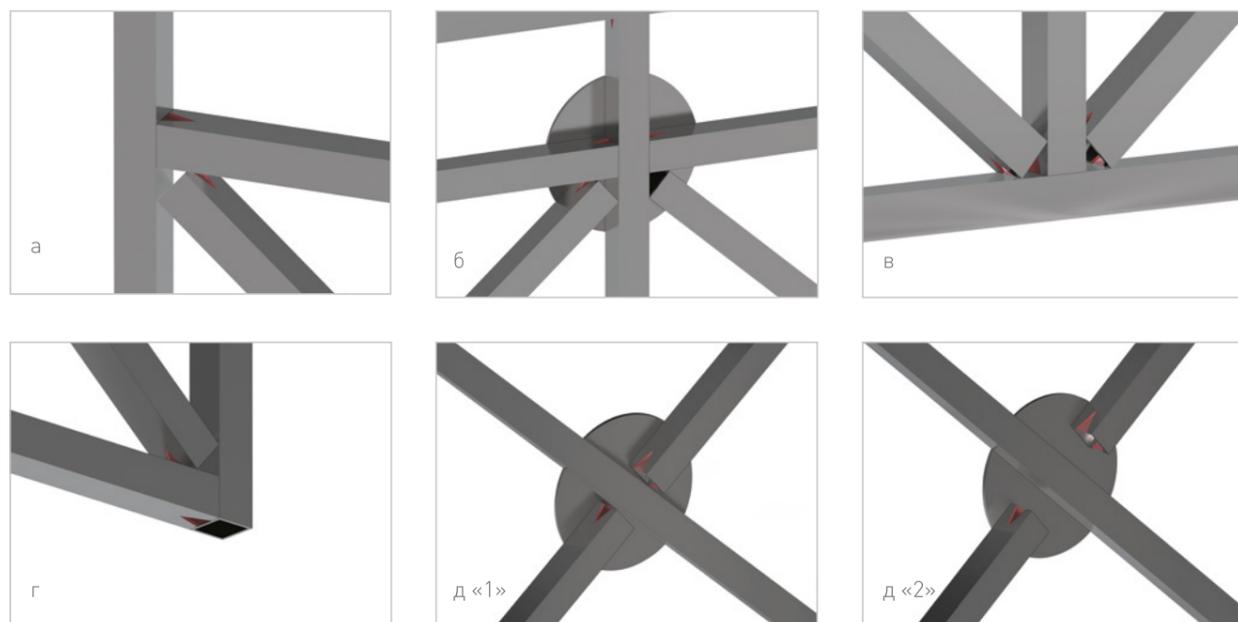
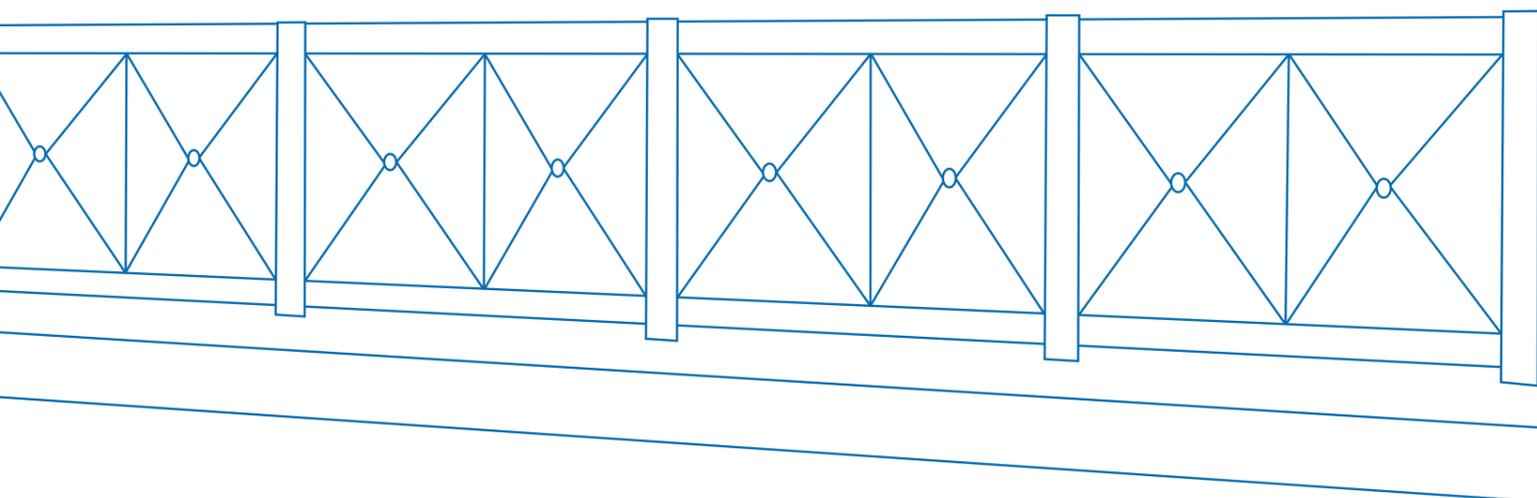
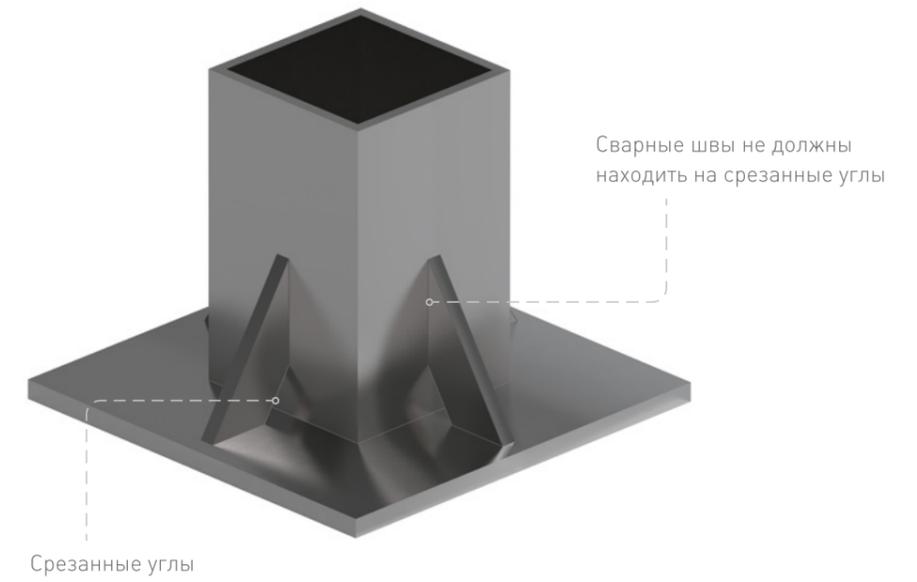


Рисунок 9. Рекомендации по исполнению соединений ограждения типа «Крест».



## КОЛОННЫ

Изделия подобного типа, подлежащие горячему цинкованию, рекомендуется проектировать и изготавливать с технологическими особенностями, проиллюстрированными на рисунках 10, 11.



Вид А

Отверстия  
для слива цинка

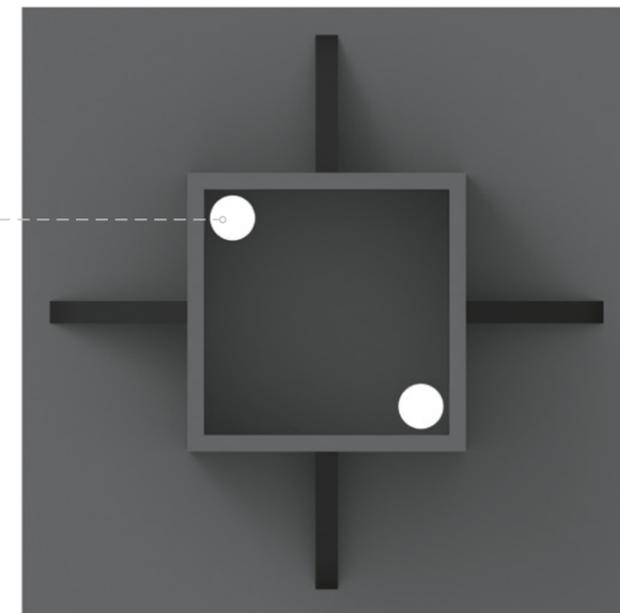


Рисунок 10. Технологические особенности исполнения оснований колонн.

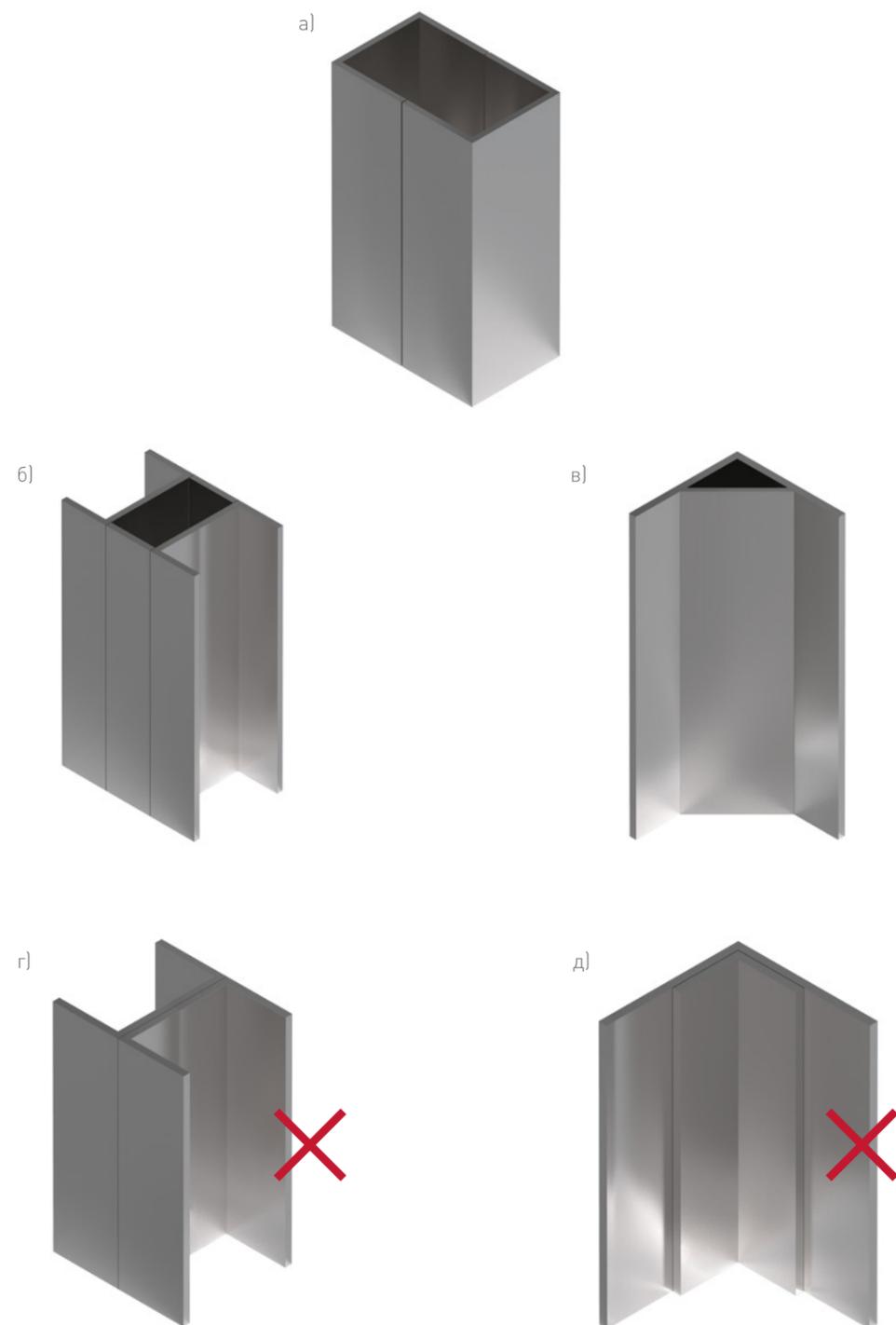


Рисунок 11. Исполнение соединений стоек (рис. 11 а, б, в – верное; рис. 11 г, д – неверное).

При верном исполнении соединений стоек элементы соединены непрерывным сварочным швом «встык». В случае не верного исполнения в промежутках соединений, выполненных внахлест, остаются следы технологических растворов, что впоследствии приведет к усилению коррозионных процессов.

При изготовлении соединений из уголков, швеллеров, двутавров также необходимо предусматривать технологические зазоры – рисунки 12, 13.

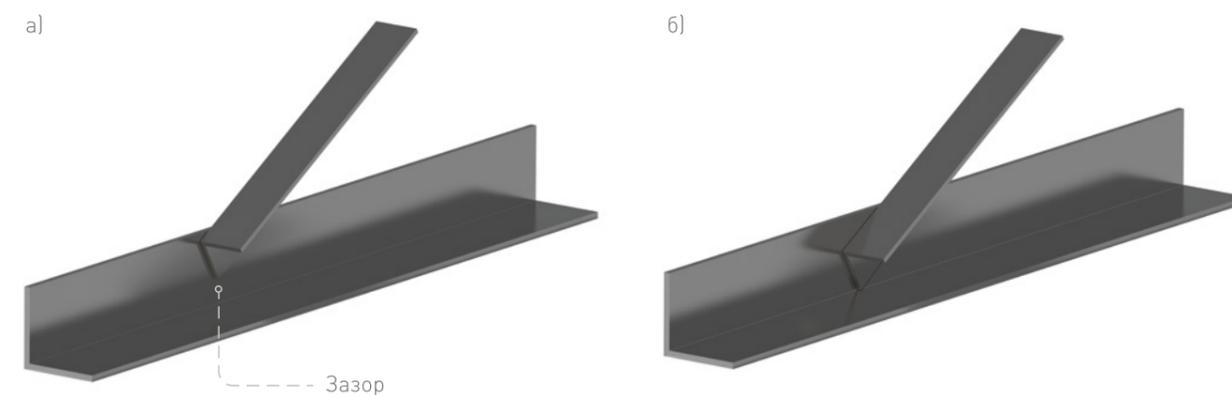


Рисунок 12. Исполнение соединений из уголков, швеллеров, двутавров (а – верное – с зазором, б – неверное).

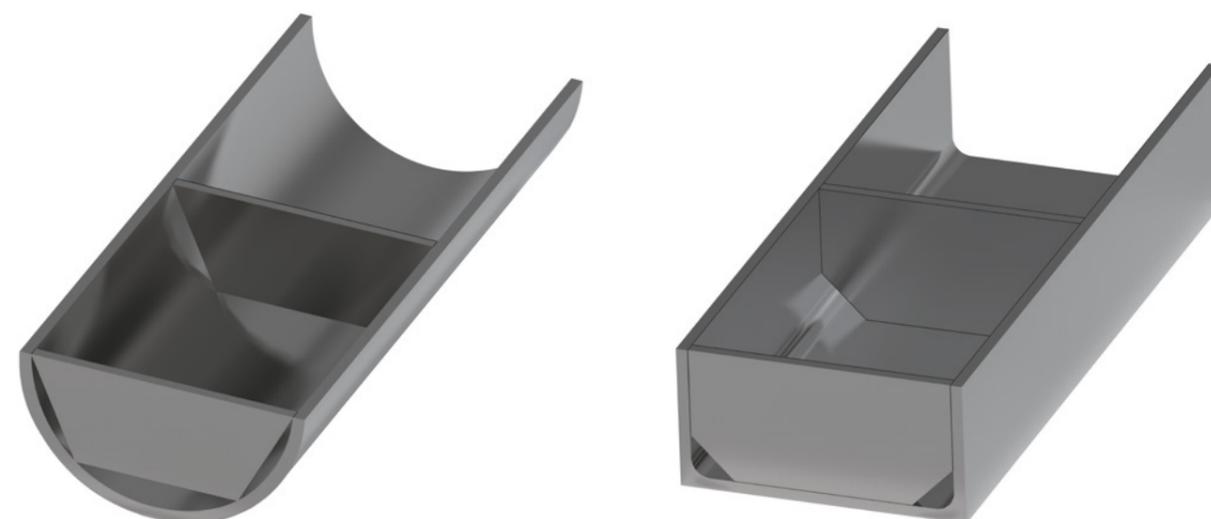


Рисунок 13. Технологические зазоры для стекания цинка в соединениях металлоконструкций с ребрами жесткости.

## ТЯГИ

Тяга – изделие, изготавливаемое путем вставки крепежной части в трубу, сплющиванием концов и обваркой.

На рисунке 14 представлены два варианта изготовления отверстий:

- а) предпочтительный – зазор 1,5-2 см;
- б) допустимый – отверстие диаметром не менее 10 мм.

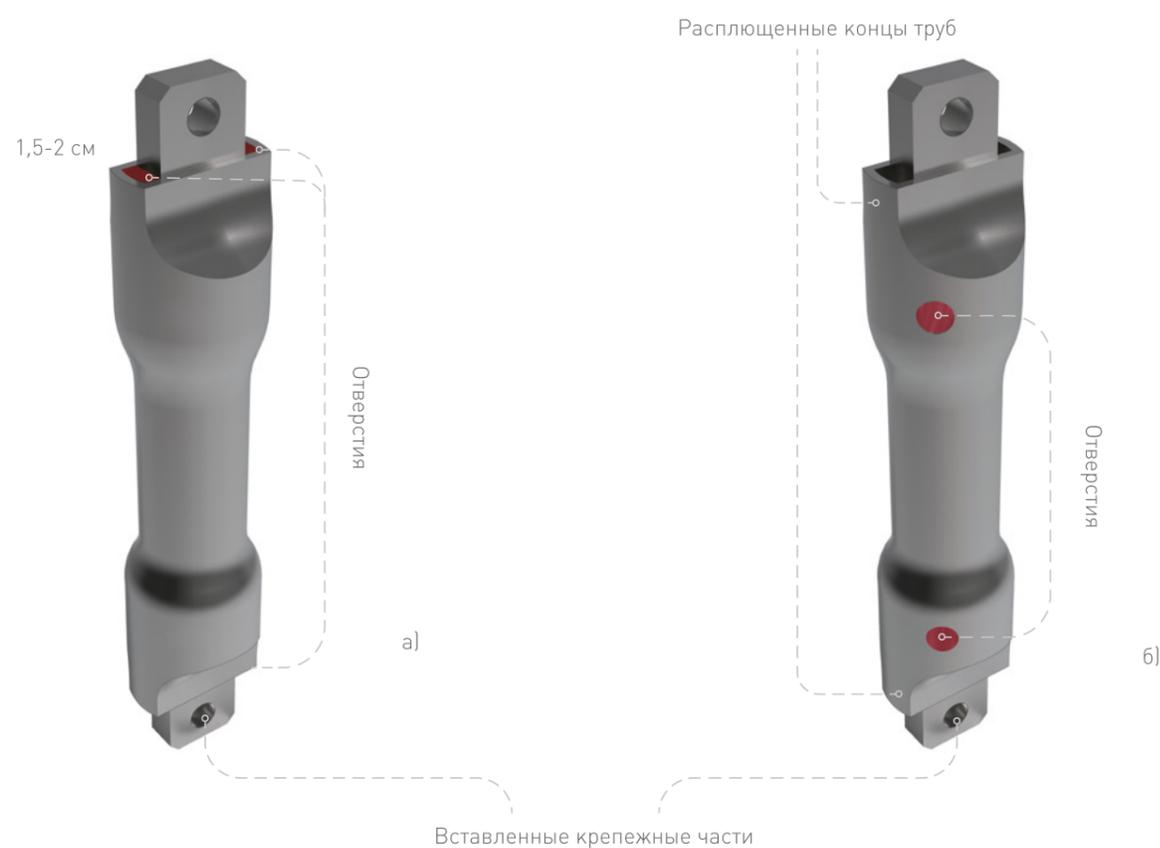


Рисунок 14. Варианты исполнения отверстий на тягах.

## ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ОПОРЫ

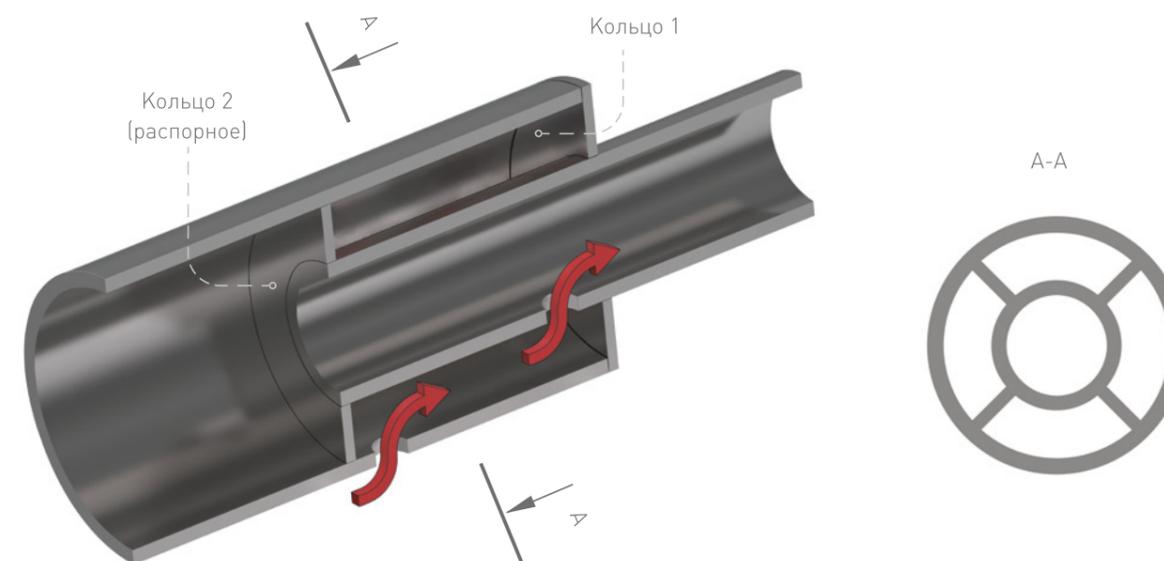


Рисунок 15. Технологические отверстия для цинкования осветительных опор.

При изготовлении осветительных опор для фиксации трубы меньшего диаметра в трубе большего часто используют два кольца (кольцо 1 и кольцо 2 на рисунке 15). В этом случае образуется замкнутая полость для свободного выхода газов и беспрепятственного затекания расплава. Также необходимы два отверстия диаметром не менее 10 мм (движение среды показано красными стрелками). Отверстия 2 можно избежать, если вместо распорного кольца 2 использовать четыре ребра, как на виде А-А.

## РЕЗЕРВУАРЫ

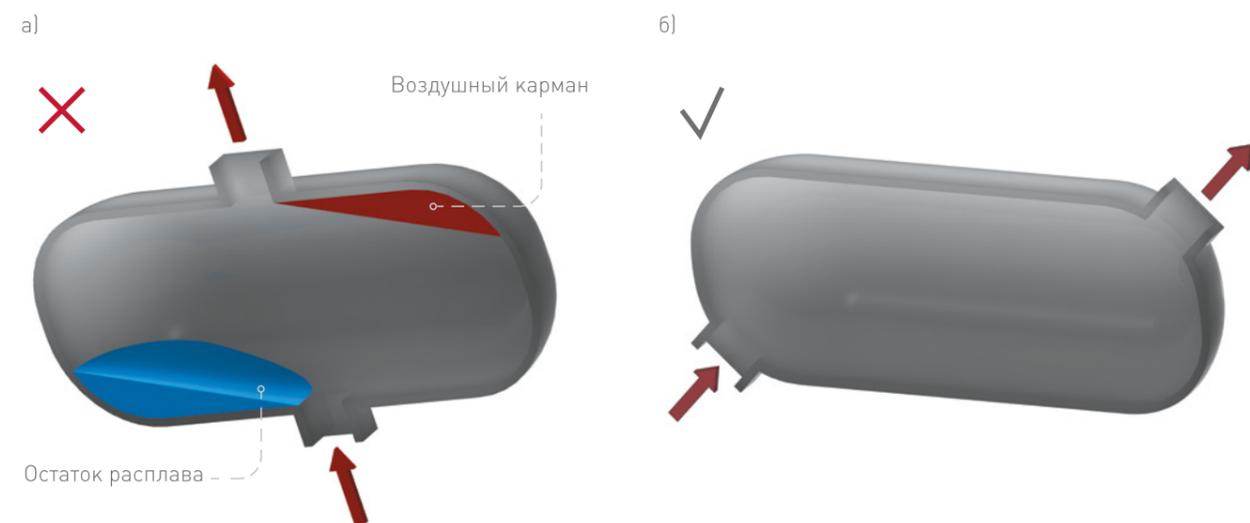


Рисунок 16 а, б. Расположение штуцеров резервуара (а – не приемлемое, б – оптимальное) - красными стрелками показано движение среды.

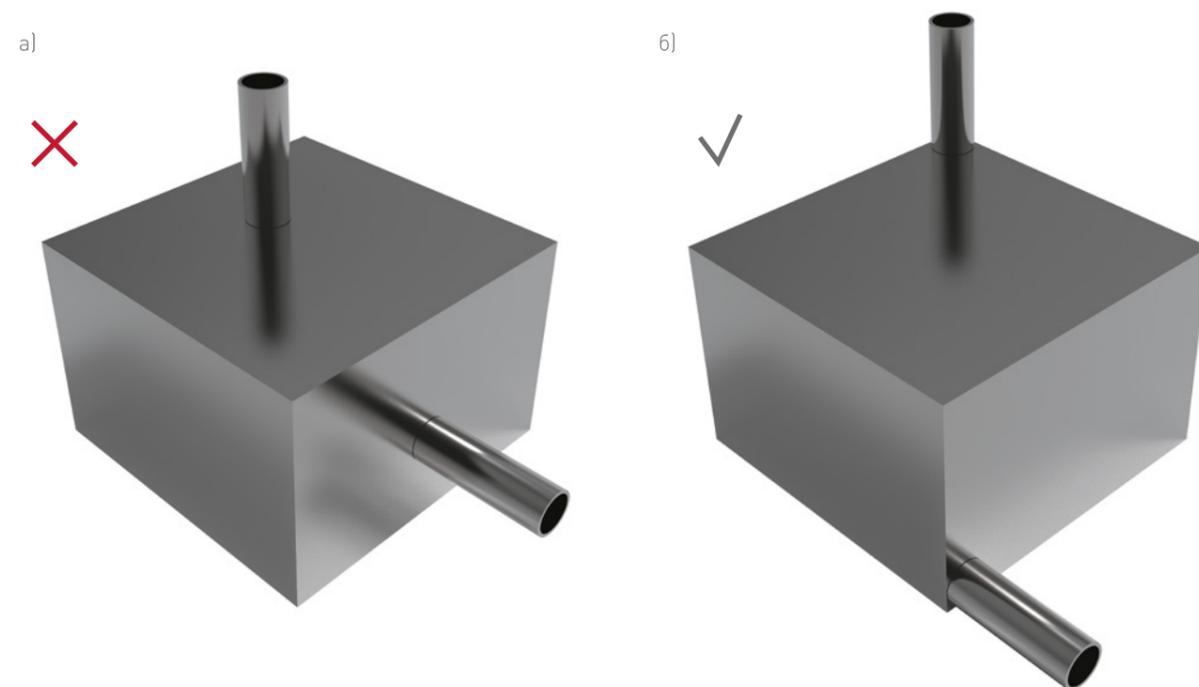


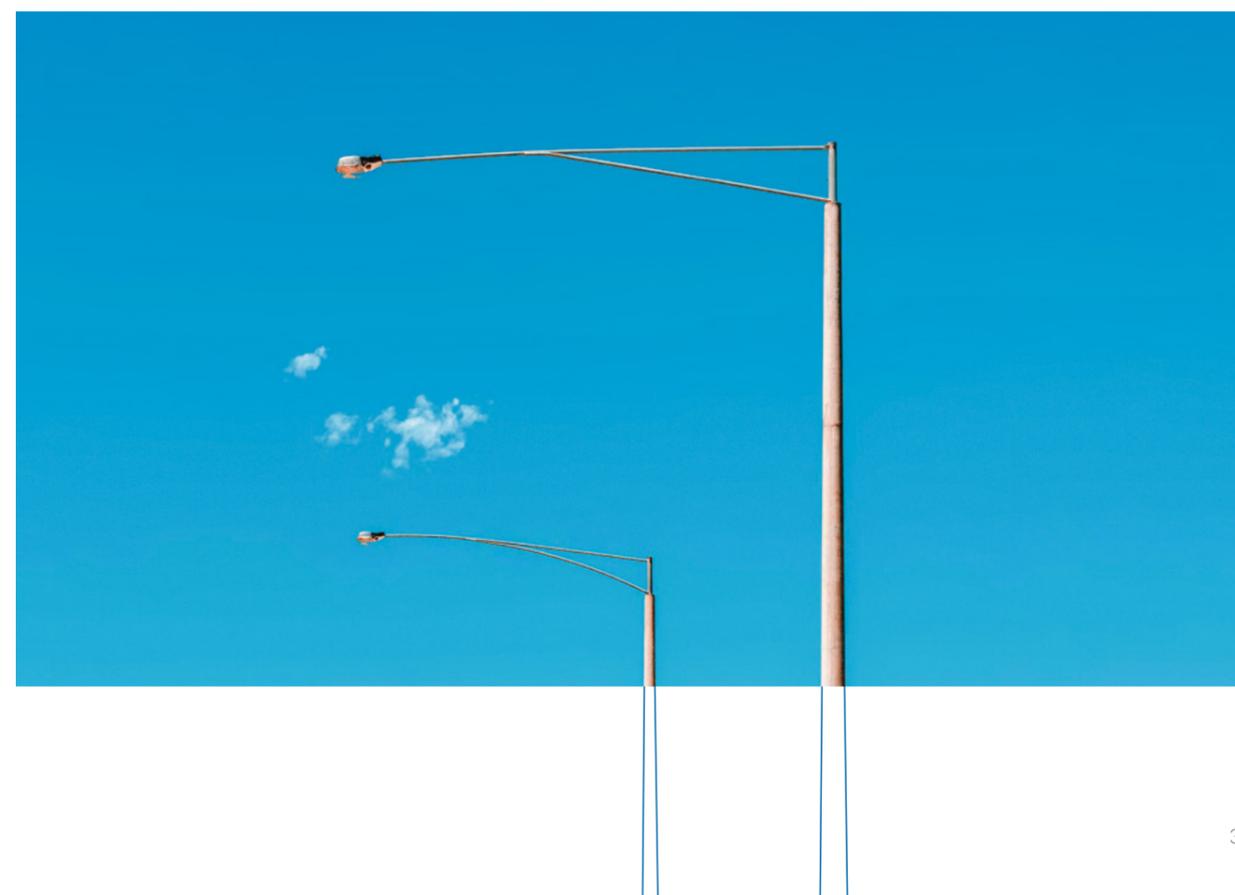
Рисунок 17 а, б. Схематичное изображение резервуара со штуцерами (а – неверное расположение штуцеров, б – верное).

## ИЗДЕЛИЯ ТИПА «ТРУБА В ТРУБЕ»



Рисунок 18. Технологические отверстия для цинкования изделия типа «труба в трубе».

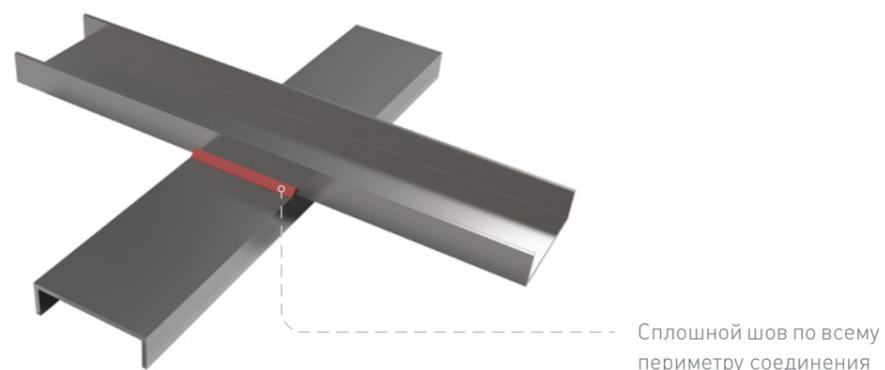
Во внешней трубе необходимо предусмотреть несколько отверстий строго напротив друг друга (как на рисунке 18) для свободного проникновения расплава в полость между трубами и выхода газов цинкования. При этом расстояние между стенками труб должно быть не менее 4-5 мм, иначе цинк будет растекаться по стенкам полости неравномерно.



## МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ ДРУГИХ ТИПОВ

В местах соприкосновения или перекрытия поверхностей необходимо предусматривать отверстия для дренажа и выхода газов цинкования, иначе может произойти взрыв, когда конструкция будет быстро погружаться в цинковый расплав.

Указания по размерам и расположению отверстий приведены на рисунках 19-22.



Круговой герметичный шов.  
Перекрывающиеся поверхности должны быть сухими, ровными и без зазоров.

Рисунок 19. Оптимальный вариант соединения деталей с площадью соприкосновения менее 100 см<sup>2</sup>.

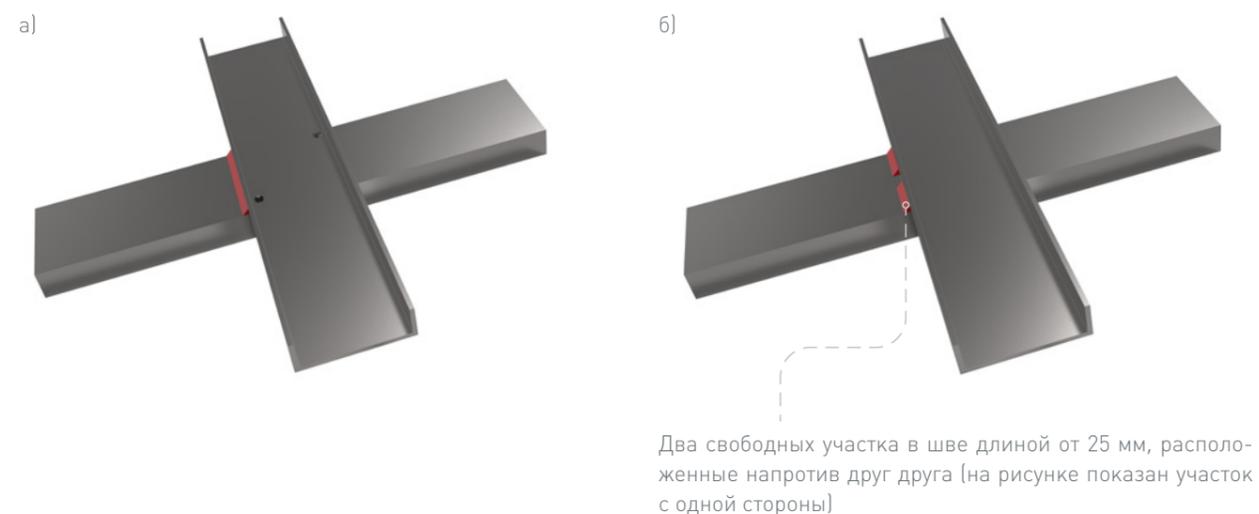


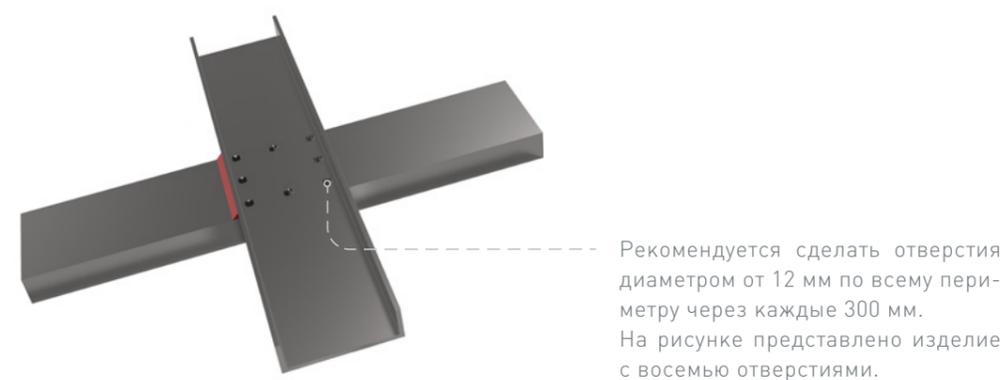
Рисунок 20 а, б. Оптимальный вариант соединения деталей с площадью соприкосновения от 100 до 1000 см<sup>2</sup>.

Рекомендуется сделать 2 отверстия диаметром от 12 мм, расположенные по диагонали (рисунок 20, а). В качестве альтернативы допускаются 2 участка длиной от 25 мм каждый, прерывающие сплошной шов и расположенные напротив друг друга (рисунок 20, б). Здесь и далее характерно попадание растворов через отверстия или промежутки в шве в пространство между соединяемыми поверхностями.



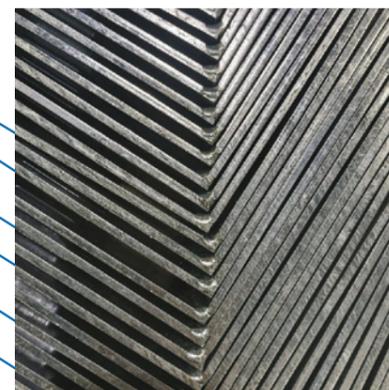
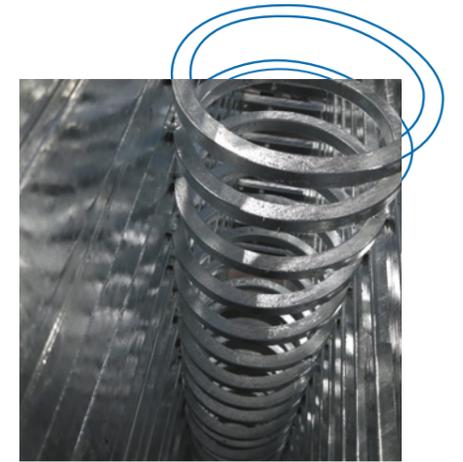
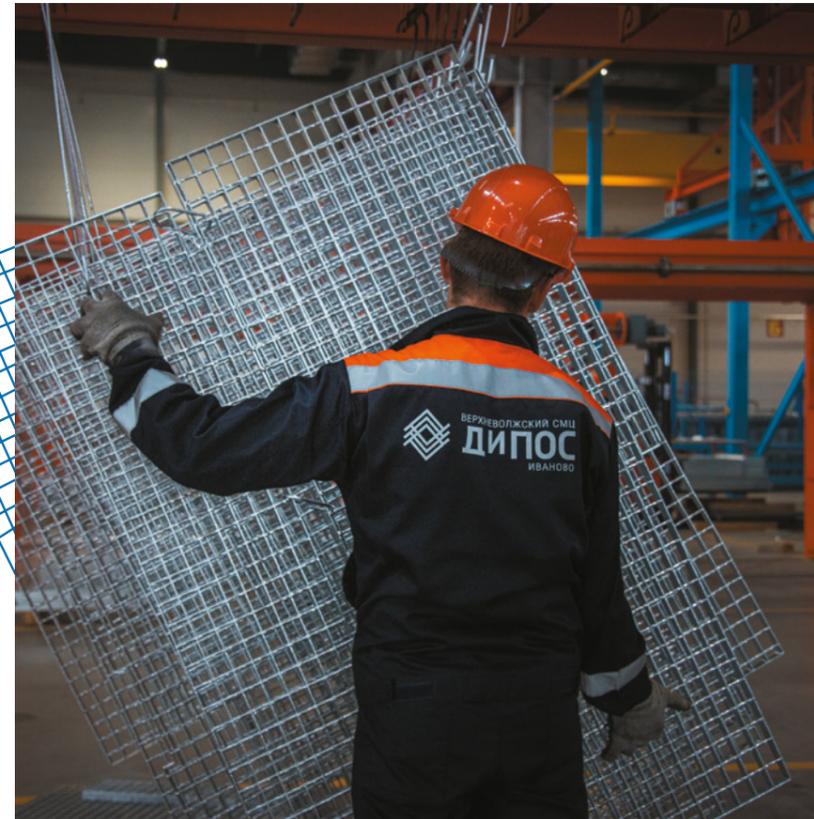
В качестве альтернативы допускаются 4 участка длиной от 25 мм каждый, прерывающие сплошной шов и расположенные напротив друг друга.

Рисунок 21. Площадь соприкосновения от 1000 до 2500 см<sup>2</sup>.



В качестве альтернативы рассматривается ряд участков, прерывающих сплошной шов, длиной от 25 мм каждый и через 300 мм друг от друга.

Рисунок 22. Оптимальный вариант соединения деталей с площадью соприкосновения свыше 2500 см<sup>2</sup>.



## СПОСОБЫ БОРЬБЫ С ДЕФОРМАЦИЕЙ ИЗДЕЛИЙ, ПОЛУЧЕННОЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ГОРЯЧЕГО ЦИНКОВАНИЯ

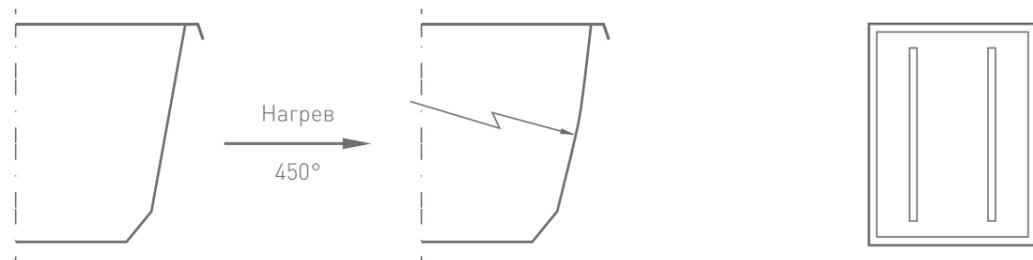


Рисунок 23, а. Деформация изделий из тонколистовой стали в результате нагрева в ванне цинкования.

Рисунок 23, б. Продольное расположение ребер жесткости.

В результате нагрева в ванне цинкования изделия из тонколистовой стали деформируются (рисунок 23, а). Продольное расположение ребер жесткости не является решением проблемы (рисунок 23, б). Степень и локализация деформаций будут зависеть от величины внутренних напряжений.



На плоских элементах тонколистовых изделий необходимо предусматривать ребра жесткости в виде креста или пирамиды.



Фото 3. Ребра жёсткости в виде пирамиды.

Фото 2. Ребра жёсткости в виде креста.

На фото 2 и 3 изображено изделие, которое под нагревом расширяется равномерно. Риск деформаций корпуса снижается. Во фланцах следует предусмотреть отверстия для предотвращения накопления цинка.

## СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ РАЗМЕРАМИ ТРУБ, ЗНАЧЕНИЯМИ РАЗМЕРОВ И КОЛИЧЕСТВОМ ОТВЕРСТИЙ В ЗАГЛУШКАХ

Таблица 2

Ø	8 мм	-	-	A = B = 15 мм	8 мм	-	-	A × B = 20×10	8 мм	-	-
Ø 15 мм	8 мм	-	-	A = B = 15 мм	8 мм	-	-	A × B = 20×10	8 мм	-	-
Ø 20 мм	10 мм	-	-	A = B = 20 мм	10 мм	-	-	A × B = 30×15	10 мм	-	-
Ø 30 мм	12 мм	10 мм	-	A = B = 30 мм	12 мм	10 мм	-	A × B = 40×20	12 мм	10 мм	-
Ø 40 мм	14 мм	12 мм	-	A = B = 40 мм	14 мм	12 мм	-	A × B = 50×30	14 мм	12 мм	-
Ø 50 мм	16 мм	12 мм	10 мм	A = B = 50 мм	16 мм	12 мм	10 мм	A × B = 60×40	16 мм	12 мм	10 мм
Ø 60 мм	20 мм	12 мм	10 мм	A = B = 60 мм	20 мм	12 мм	10 мм	A × B = 80×40	20 мм	12 мм	10 мм
Ø 80 мм	20 мм	16 мм	12 мм	A = B = 80 мм	20 мм	16 мм	12 мм	A × B = 100×60	20 мм	16 мм	12 мм
Ø 100 мм	25 мм	20 мм	12 мм	A = B = 100 мм	25 мм	20 мм	12 мм	A × B = 120×80	25 мм	20 мм	12 мм
Ø 120 мм	30 мм	25 мм	20 мм	A = B = 120 мм	30 мм	25 мм	20 мм	A × B = 160×80	30 мм	25 мм	20 мм
Ø 160 мм	40 мм	25 мм	20 мм	A = B = 160 мм	40 мм	25 мм	20 мм	A × B = 200×120	40 мм	25 мм	20 мм
Ø 200 мм	60 мм	30 мм	25 мм	A = B = 200 мм	60 мм	30 мм	25 мм	A × B = 200×140	60 мм	30 мм	25 мм

## ПОДВИЖНЫЕ ЧАСТИ В КОНСТРУКЦИИ ИЗДЕЛИЙ И РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Если в конструкции изделия присутствуют движущиеся части, например, откидные ручки, петли, скобы, валы и т.д., то:

- ♦ необходимо предусмотреть радиальный зазор, чтобы учесть толщину цинкового покрытия; рекомендуемые минимальные радиальные зазоры показаны в таблице 3.
- ♦ детали должны быть разобраны и оцинкованы отдельно.

Резьбовые соединения, которые не были защищены перед горячим цинкованием, подлежат калибровке. Калибровка (как и предварительная защита резьбы) не входит в технологический процесс, поэтому выполняется заказчиком.

### ВАЖНО ПОМНИТЬ:

- ♦ в процессе калибровки резьбы цинковое покрытие может существенно потерять в толщине.
- ♦ в зоне резьбы толщина покрытия не регламентируется.



Таблица 3. Величина минимального зазора в зависимости от диаметра вращающейся части изделия

ДИАМЕТР ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ЧАСТИ, ММ	МИНИМАЛЬНЫЙ РАДИАЛЬНЫЙ ЗАЗОР, ММ
$\varnothing < 10$	1,0
$10 \leq \varnothing \leq 30$	2,0
$\varnothing > 30$	2,5

Примечание: после цинкования может потребоваться доработка, чтобы обеспечить свободное перемещение деталей.

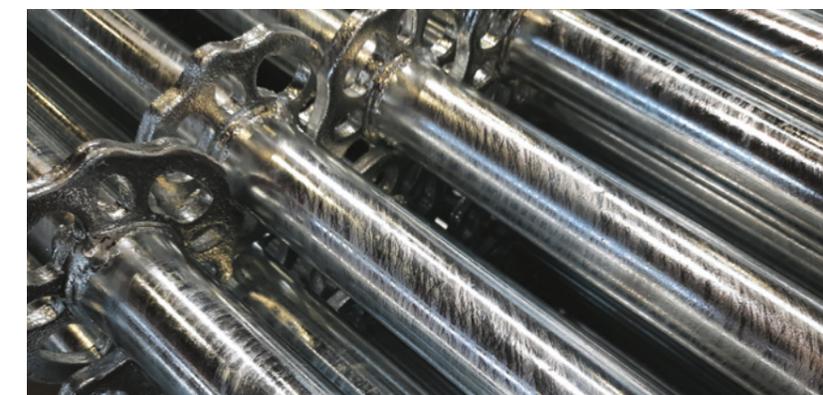


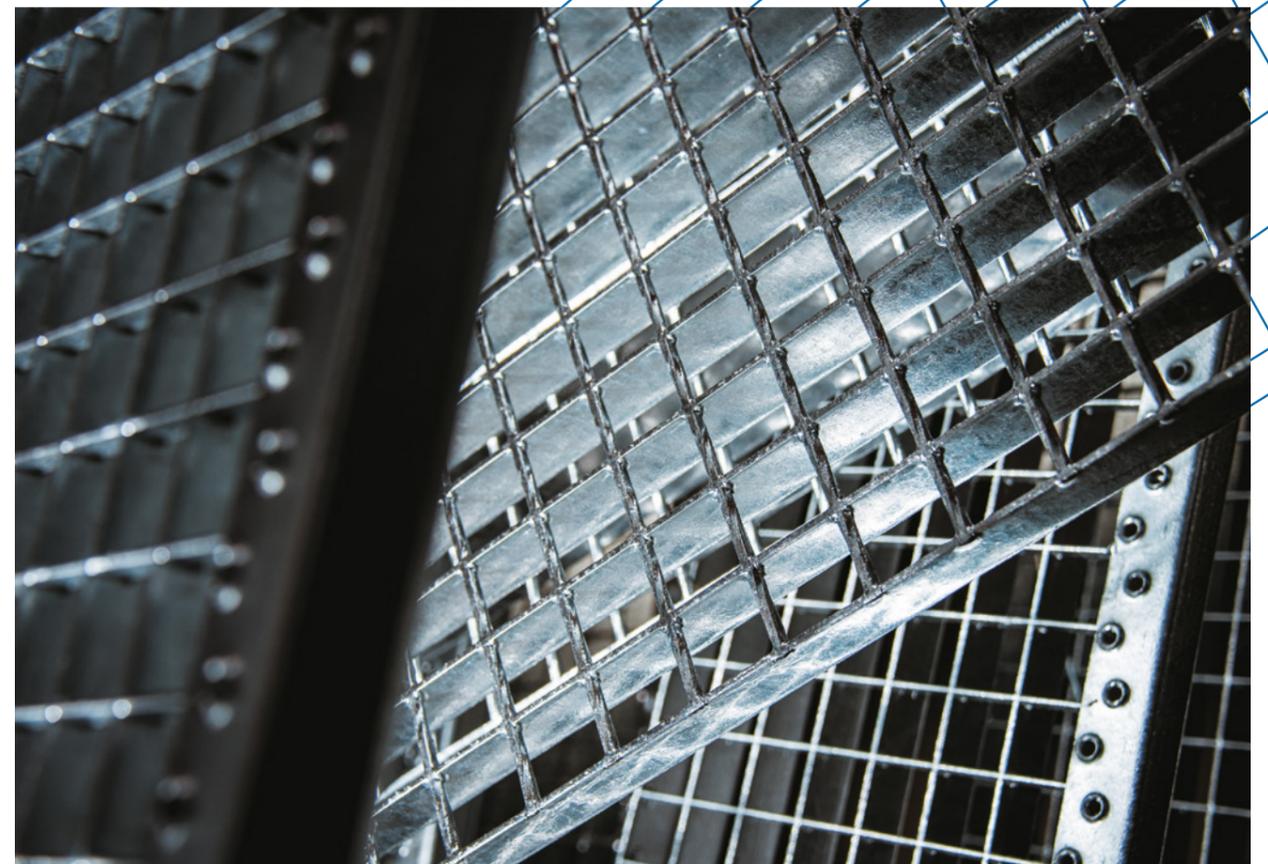
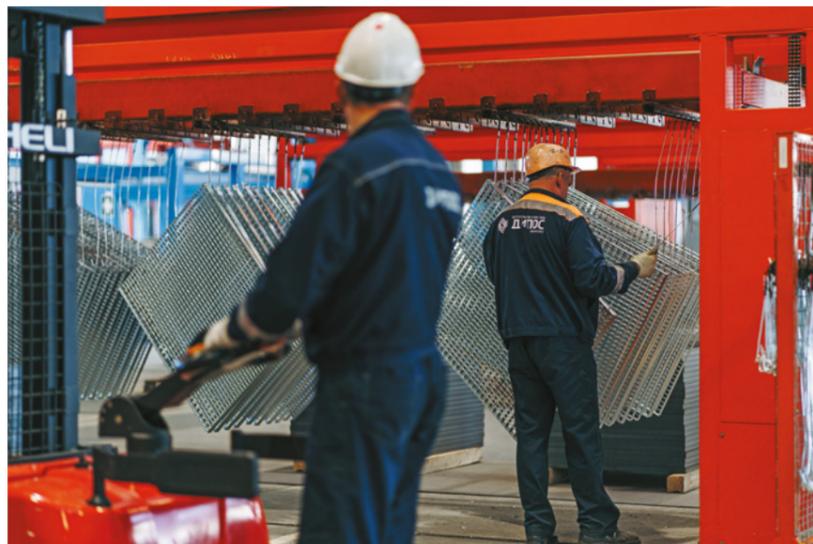
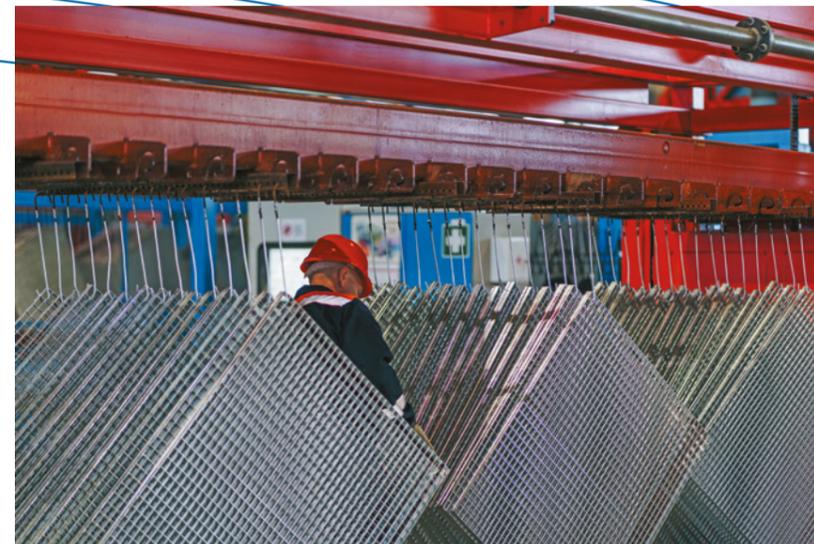
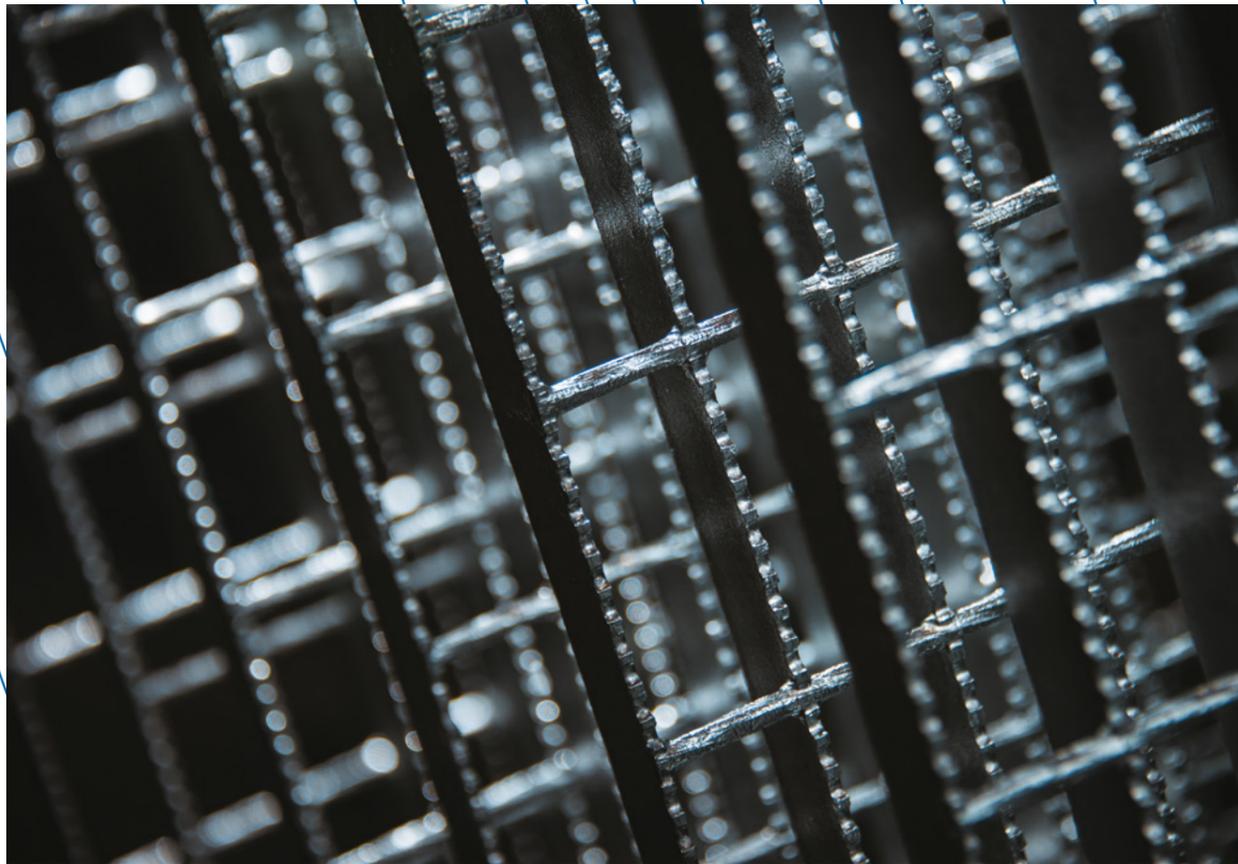
## СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ТОЛЩИНОЙ ЦИНКУЕМОГО МЕТАЛЛА И ТОЛЩИНОЙ ЦИНКОВОГО ПОКРЫТИЯ (ГОСТ 9.307-2021)

По мере увеличения толщины стали от 1 мм до 6 мм толщина покрытия увеличивается почти вдвое. Объясняется это особенностями нагрева образца и распределением температуры по металлу, скоростью образования сплава железо-цинковых сплавов.

Таблица 4

ТОЛЩИНА МЕТАЛЛА ЦИНКУЕМОГО ИЗДЕЛИЯ, ММ	МИНИМАЛЬНАЯ ТОЛЩИНА ПОКРЫТИЯ ПРИ ЛОКАЛЬНОМ ИЗМЕРЕНИИ, МКМ	СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЯ, МКМ
> 6	70	85
от 3 до 6	55	70
от 1,5 до 3	45	55
менее 1,5	35	45





## «БЕЛАЯ РЖАВЧИНА»

«Белая ржавчина» («белая коррозия», «сульфатация», коррозия влажного хранения) – это взаимодействие свежеоцинкованного покрытия с окружающей средой (влага, выхлопные газы, сернистый газ промышленных районов). При этом белый налет, присутствующий на недавно оцинкованных изделиях, – начальный этап формирования естественной защитной пленки цинка. Когда пленка окончательно сформируется, поверхность изделия будет темно-серой. Важным условием нормального формирования защитной пленки является достаточная вентиляция и отсутствие на поверхности длительных по времени скоплений влаги, иначе толщина покрытия уменьшится. Это происходит при многократном чередовании обильного намочения с последующим высыханием без достаточной вентиляции (плотно сложенные сырые изделия). Если же изделие эксплуатируется в сухой среде, например, в крытых отапливаемых помещениях, то цинк долго остается блестящим.

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ХРАНЕНИЮ ОЦИНКОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ ДО МОМЕНТА ЕЕ МОНТАЖА:

- ♦ по возможности хранить оцинкованные стальные конструкции внутри помещения;
- ♦ организовать хранение так, чтобы избежать попадания воды, наклонив изделия с целью беспрепятственного стекания влаги с их поверхности;
- ♦ не складировать свежеоцинкованные изделия плотно друг к другу, так как соприкасающиеся поверхности могут привести к впитыванию влаги из-за капиллярного действия и ее удержанию;
- ♦ при складировании использовать распорки, чтобы обеспечить свободный поток воздуха и просушивание в случае попадания влаги;
- ♦ не накрывать свежеоцинкованные изделия пластиковыми листами и не упаковывать в термоусадочную пленку, так как это может привести к выделению и удержанию влаги;
- ♦ размещать свежеоцинкованные изделия на деревянных брусах или поддонах так, чтобы они не касались влажной земли, высокой травы и луж;
- ♦ не допускать длительного контакта свежеоцинкованных изделий со снегом.

Эти рекомендации проиллюстрированы на рисунке 24 и фото 4.



Фото 4. Деревянные вставки для обеспечения необходимой вентиляции.

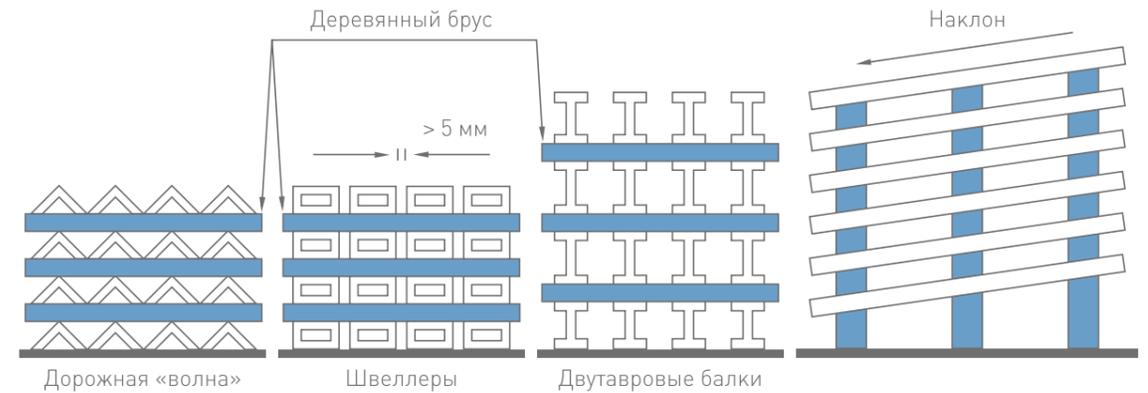
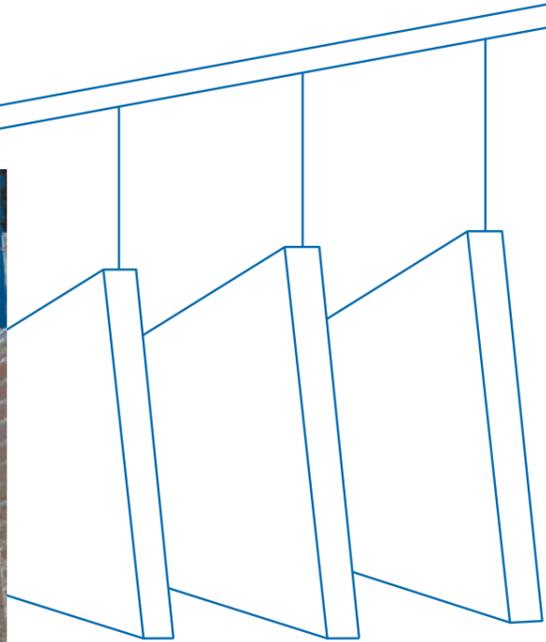
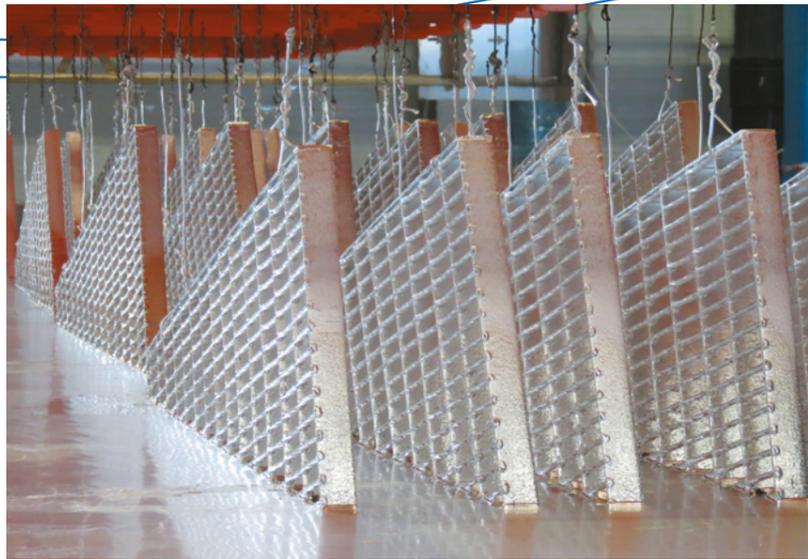


Рисунок 24. Рекомендуемый способ хранения свежеоцинкованной продукции для предупреждения развития сильных очагов «белой коррозии».





## ГАБАРИТЫ ЗАГРУЖАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ОЦИНКОВАНИЯ

Длина: 6500 мм

Ширина: 1100 мм

Высота: 2100 мм

Максимальный вес изделий на траверсе: 2500 кг

Высота изделий длиной ~ 6 метров не должна превышать 1 метр для соблюдения минимального угла навешивания на траверсу – рисунок 25.

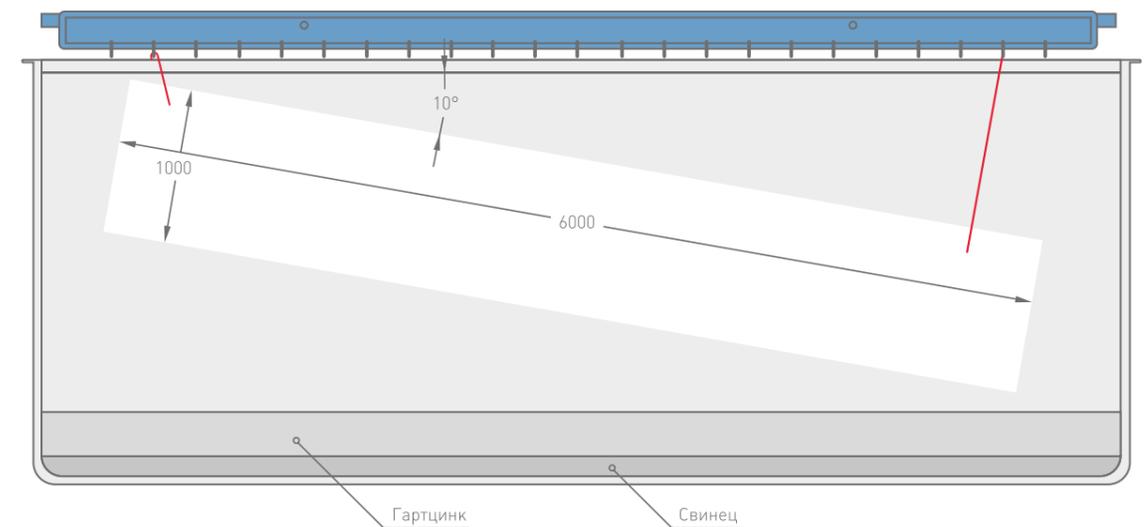


Рисунок 25. Способ завешивания изделий длиной 6 метров.

Указанные границы (6500 мм×1100 мм×2100 мм) характеризуют пространство, занимаемое изделиями внутри ванны цинкования и служат первоначальным ориентиром. Поскольку изделия навешиваются, как правило, под углом (рисунок 25) и могут быть различной конфигурации, то и их расположение внутри указанных выше границ может варьироваться. Поэтому вопрос о возможности цинкования конкретного изделия, подходящего под указанный габарит, решается на предприятии при оцинковании пробной партии.

Таким образом, перед заключением договора на выполнение работ по оцинкованию металлоконструкций заказчику **необходимо предоставить** предприятию:

- ♦ детальные чертежи для согласования и определения возможности нанесения на конструкции цинкового покрытия горячим способом;
- ♦ сертификат с химическим составом сталей, использованных для изготовления данного изделия.

## КОНТАКТЫ

---

группа компаний «ДиПОС»

*Телефон:* 8 (800) 2000-120

*E-mail:* [info@dipos.ru](mailto:info@dipos.ru)

*Сайт:* [www.dipos.ru](http://www.dipos.ru)

