

Заместитель генерального  
директора по общим вопросам

Антошкин В.И.

Генеральный директор \_\_\_\_\_

Утверждаю:

В.С. Жуков

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

**Техническое указание  
По разработке конструкций изделий, подвергаемых  
Горячему оцинкованию**

**ТУ-ОГТ-407**

**2019 г.**

Дубл.	Взам.	Подл.

**Лист согласования.**

Разработано:

Инженер технолог


  
 (подпись)

Н.С.Герасимова

 « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019г.  
 (дата)

Согласовано:

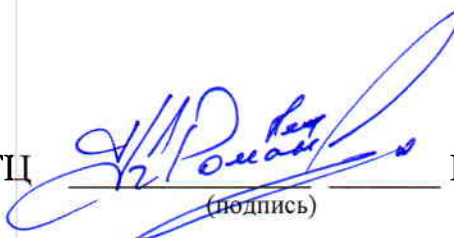
Начальник технического отдела:

  
 (подпись)

В.А.Пимонов

 « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019г.  
 (дата)

Директор по направлению ГЦ

  
 (подпись)

Р.Г. Капустников

 « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019г.  
 (дата)

Дубл.	Взам.	Подл.

**Содержание.**

№ п/п	Наименование раздела	Сквозная нумерация листов
1.	Цель документа	4
2.	Нормативные ссылки	4
3.	Термины, определения, обозначения и сокращения	4
4.	Ответственность	4
5.	Требования конструирования (разработки)	4
5.1	Обязательные требования	4
5.2	Требования к формированию технологических отверстий	6
5.3	Требования, предотвращающие появление деформаций конструкции, охрупчивания стали и разрушения сварных швов в процессе цинкования	7
6	Специальные требования к проектированию металлоконструкций, подвергаемых горячему цинкованию	9
6.1	Перильные ограждения (заборы)	9
6.2	Колонны (опоры, стойки)	15
6.3	Сопряженные поверхности	17
6.4	Фермы и другие секционные металлоконструкции	21
6.5	Изготовление металлоконструкций из уголка	25
6.6	Тяги	26
6.7	Осветительные опоры	26
6.8	Особенности конструкции больших полых изделий	27
6.9	Резервуары	29
6.10	Изготовление открытых коробкообразных изделий	30
6.11	Предупреждение риска деформация тонкостенных металлоизделий	32
7	Требования к цинковому покрытию	33
8	Методы контроля	34
9	Требования к хранению и транспортировке	35
10	Гарантийные обязательства	35
11	Приложение 1	36
12	Приложение 2	37
13	Лист регистрации изменений	38
14	Лист ознакомления	39

**Цель документа**

Дубл.	Взам.	Подл.
-------	-------	-------

ТУ

Настоящие технические условия (ТУ) распространяются на услуги по нанесению защитного покрытия методом горячего оцинкования (погружением в расплав), и устанавливают требования к качеству поступающего на оцинкование металла, цинкового покрытия, методам контроля покрытия, условиям хранения и транспортировки конструкций (изделий) с защитным покрытием.

Настоящий документ является практическим руководством для инженеров-конструкторов при разработке КМД и рабочих чертежей изделий, подвергающихся горячему оцинкованию

## 1. Нормативные ссылки

Настоящий документ составлен в соответствии с требованиями ГОСТ 9.307-89 «Покрытия цинковые горячие. Общие требования и методы контроля» и ГОСТ 9.302-88 «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы контроля».

## 3. Термины, определения, обозначения и сокращения

ГОСТ – Государственный стандарт РФ.

МК – Металлические конструкции

ТУ - ОГТ – Технологические указания отдела главного технолога.

## 4. Ответственность

Ответственность за разработку данного документа несёт Главный технолог.

Ответственными лицами за выполнение требований Технологических указаний являются:

инженеры-конструкторы - как непосредственные исполнители работ;

- Главный Конструктор, как организатор работ.

## 5. Требования конструирования (разработки)

### 5.1. Обязательные требования

Проектная документация должна предусматривать специальные конструктивные решения, учитывающие специфику горячего оцинкования, с целью получения качественного цинкового покрытия, предотвращения деформаций конструкции и разрушения сварных швов (п.19.11 СП 53-101-98 Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций. Свод правил по проектированию и строительству).

При разработке конструкции изделий, подвергаемых горячему цинкованию, необходимо соблюдение трех обязательных требований :

5.1.1. Изделие не должно превышать максимально допустимых размеров :

Масса – 6000 кг

Габариты :

12000 \*2700\*1400 мм (Д\*В\*Ш).

16000\*2700\*1400 мм (Д\*В\*Ш).

5.1.2. Горячему оцинкованию подвергаются изделия, изготовленные из низкоуглеродистой стали по ГОСТ 380, ГОСТ 1050, ГОСТ 27772 (таблица 1).

Дубл.	Взам.	Подл.

Таблица 1. Стали пригодные для защиты методом горячего оцинкования

ГОСТ 1050-88	ГОСТ380-94	ГОСТ27772-88
Ст05кп	Ст0	Ст235
Ст08кп	Ст1кп	Ст245
Ст08пс	Ст1пс	Ст255
Ст08	Ст1сп	Ст275
Ст10кп	Ст2кп	Ст285
Ст10пс	Ст2пс	Ст345Т
Ст10	Ст2сп	Ст345К
Ст11кп	Ст3кп	Ст375Т
Ст15кп	Ст3пс	
Ст15пс	Ст3сп	
Ст18кп	Ст3Гпс	
Ст20кп	Ст3Гсп	
Ст20пс	Ст4кп	
Ст20	Ст4пс	
Ст25		

Для нанесения горячего цинкового покрытия предпочтительна низкоуглеродистые стали, химический состав которых отвечает следующим требованиям :  
содержание углерода не более 0,25%, кремния до 0,37% (предпочтительно < 0,25% , так как при цинковании конструкций с содержанием кремния свыше 0,25% при полном сохранении защитных свойств, возможно ухудшение внешнего вида оцинкованной поверхности), фосфора не более 0,03%.

Оптимальным для сталей подвергаемых горячему цинкованию, считается химический состав с ограничением по кремнию и фосфору :

$$Si\% + 2,5P\% < A,$$

где  $A = 0,05\%$

Высокое содержание кремния и фосфора в сталях, предполагает образование серых, матовых, пятнистых покрытий с большой толщиной (>400мкм, согласно СП-53-101-98 «Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций»), с высокой вероятностью отслоения, а также пониженной стойкостью к повреждениям при погрузке / разгрузке - согласно Классификации видов стали по их реакционной способности в горячем цинковании Европейской Ассоциации горячего цинкования (EGGA).

Возможно оцинкование изделий из сталей, не входящих в указанный перечень. При этом должно проводиться пробное цинкование, а качество поверхности и толщина цинкового покрытия должны быть согласованы сторонами дополнительно.

Для получения качественного покрытия изделие должно быть изготовлено из стали одной марки или близкой по химическому составу. При использовании в конструкциях изделий металла с различным химическим составом возможны различия во внешнем виде покрытия частей изделия.

Цинкование конструкций из легированных сталей не допускается.

Изделия из чугуна должны подвергаться обязательному пробному цинкованию, а качество покрытия согласовываться сторонами дополнительно

Рекомендации по выбору марок стали и влияние химического состава на качество цинкового покрытия указаны в Приложении 1.

5.1.3. В конструкции изделия не должно быть закрытых (замкнутых) полостей, а также карманов, с целью обеспечения свободного прямоочного протекания расплавленного цинка в полость /из полости и при погружении и извлечении изделия из ванны.

Дубл.	Взам.	Подл.

Наличие замкнутых полостей недопустимо так же по требованию обязательного соблюдения безопасности персонала при цинковании, во избежание взрыва за счет испарения влаги при нагревании м/к в расплаве.

Прямоточность расплава вокруг и внутри изделий достигается за счет закладки в конструкции технологических отверстий.

Расположение и количество технологических отверстий определяется конструктивными особенностями изделия, его габаритами и схемой навески.

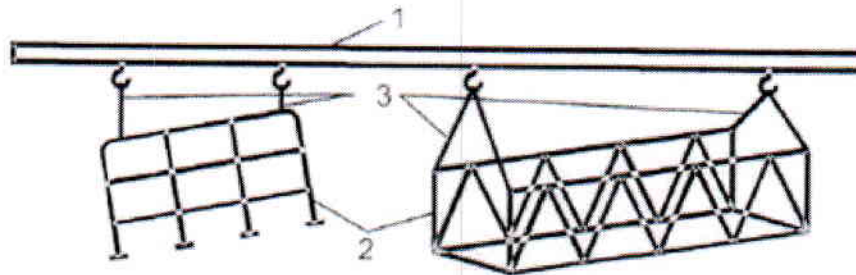


Рис. 1 Схема расположения цинкуемых изделий на траверсе

1 – траверса

2- цинкуемые изделия

3 - проволока

Технологические отверстия располагают : одно в самой верхней точке закрепленного на подвеске изделия (для выхода газов разложения флюса) и одно - в самой нижней точке (для выхода расплавленного цинка). Для уменьшения длины пути выхода цинка рекомендуется делать несколько технологических отверстий. Пути стекания цинка по внутренним полостям изделия не должны быть затруднены - отверстия в местах сочленения деталей между собой должны быть достаточными по размерам.

Примеры схем навески изделий различающихся по длине приведены на рис 1(а-в).

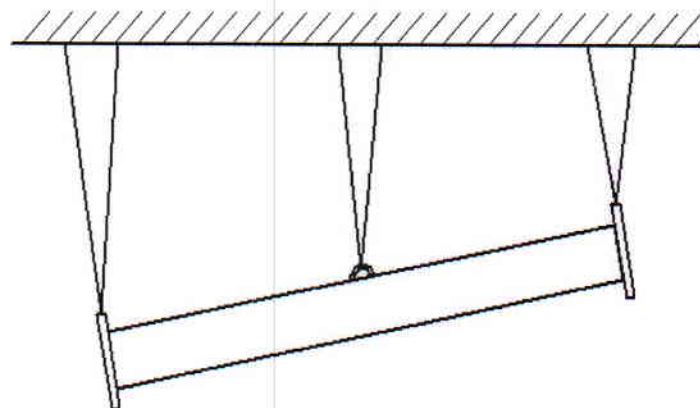


Рис. 1(а) Схема навески длинномерных (6-12м) заготовок с фланцами:

Крепление посередине производится за крепежную петлю или в "захлест" проволокой стальной термически обработанной низкоуглеродистой общего назначения по ГОСТ 3282-74.

Тонкостенные и сварные длинномерные изделия крепятся через каждые 1,5-2 метра по всей длине :

Металлоконструкции длиной до 8 м не ближе чем 1,5 м ( $\pm 5$  см) от края, длиной от 10 до 15 м - не ближе чем 2,5 м. ( $\pm 5$  см) от края (рис 1б).

Дубл.	Взам.	Подл.

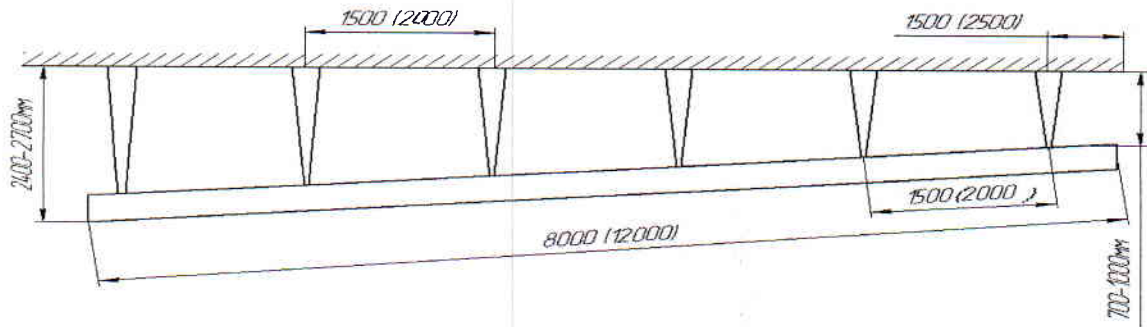


Рис. 1 (б) Схема навески длинномерных сварных и тонкостенных заготовок

Металлоконструкции длиной менее 2700 мм навешиваются вертикально (рис. 1в)

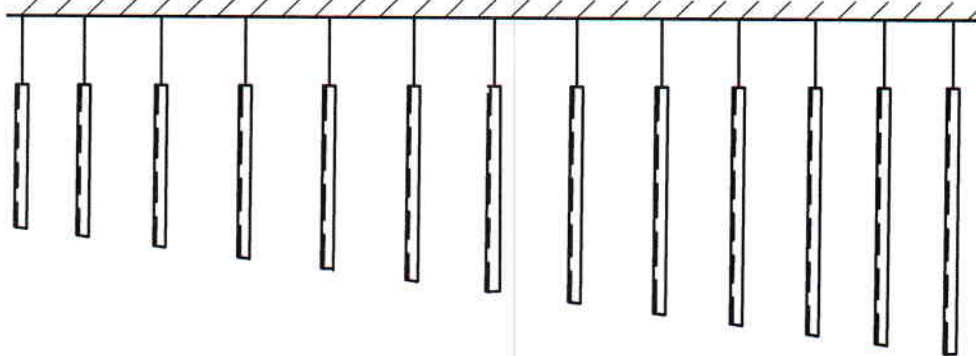


Рис.1 (в) Схема навески изделий до 2,7 метра

## 5.2. Требования к формированию технологических отверстий

5.2.1 Наличие технологических отверстий в цинкуемых изделиях, имеющих закрытые полости, воздушные мешки, а также потенциальные места удержания расплава цинка или золы при извлечении из ванны цинкования обязательно. Технологические отверстия должны обеспечивать беспрепятственное поступление и выход жидкостей, цинка и газа из цинкуемых изделий.

5.2.2 Диаметры технологических отверстий должны превышать толщину металла, в котором они сформированы.

Диаметры технологических отверстий для выхода газов и стекания цинка не должны быть меньше 10 мм. Реальные диаметры отверстий у конструкций из длинномерных полых профилей должны быть не менее 1/7 площади сечения профиля, входящего в состав конструкции. Чем больше технологическое отверстие, тем более гладко протекает процесс цинкования и тем более качественным формируется покрытие.

5.2.3 Диаметры отверстий под болты должны быть больше на 0,5-1 мм, чем в изделиях, не подвергаемых цинкованию, чтобы ввести поправку на толщину цинкового покрытия.

5.2.4. Примыкающие углы внутренних и внешних рёбер, перегородок, перемычек, вставок и пр. должны быть срезаны под углом  $45^\circ$  не менее чем на 20 мм, для обеспечения возможности проникновения расплавленного цинка и отвода газов.

5.2.5. Соотношение между размерами труб и размером и числом отверстий в заглушках на их концах приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Соотношение между размером труб и размером и числом отверстий в заглушках на их концах

Дубл.	Взам.	Подл.

Тип трубы			Число и размер отверстий		
0	□	□	1	2	4
15	15	20*10	8		
20	20	30*15	10		
30	30	40*20	12	10	
40	40	50*30	14	12	
50	50	60*40	16	12	10
60	60	80*40	20	12	10
80	80	100*60	20	16	12
100	100	120*80	25	20	12
120	120	160*80	30	25	20
160	160	200*120	40	25	20
200	200	260*140	50	30	25

5.2.6 Изделия должны иметь, кроме технологических отверстий для слива цинка, отверстия или проушины для навешивания ( по краям исключительно отверстия) .

- Тонкостенные и сварные длинномерные металлоконструкции должны иметь точки крепления через каждые 1,5-2 метра по всей длине.
- Крепежные отверстия должны быть расположены в точках, отстоящих от концов изделия на четверть его длины, во избежание деформации под собственным весом :
  - на изделиях длиной до 8 м – не ближе чем 1,5 м ( $\pm 5$  см) от края
  - на изделиях длиной от 10 до 15 м - не ближе чем 2,5 м. ( $\pm 5$  см) от края
- Точки крепления длинномерных сварных изделий располагать над местами сварки.
- Не допустимо использовать при навеске изделия на траверсу технологические отверстия для выхода воздуха и слива цинка .

5.3. Требования, предотвращающие появление деформаций конструкции, охрупчивания стали и разрушения сварных швов в процессе цинкования.

С целью предотвращения или уменьшения температурной деформации, охрупчивания стали и разрушения сварных швов при цинковании, необходимо соблюдение следующих правил проектирования и изготовления м/конструкций :

- Не рекомендуется использовать в конструкциях металл различной толщины (более чем в 2 раза), а также стали различного химического состава. Узлы, выполненные из деталей различной толщины, рекомендуется изготавливать разборными.
- По возможности изделия должны быть симметричными. Несимметричные изделия в большей степени подвержены деформациям во время горячего оцинкования.
- Не допускаются острые кромки и углы, заусенцы.  
Острые кромки торцов деталей, предназначенных для изготовления конструкций, подвергающихся горячему цинкованию, согласно СП 53-101-98, должны быть притуплены не менее чем на 1,0 мм. Закатанные борта изделия должны иметь большой радиус закругления для максимального снижения местных концентраций напряжений.
- Расстояние между параллельными поверхностями не должно быть меньше 3-4 мм, в противном случае пространство между этими поверхностями может быть не процинковано.

Дубл.	Взам.	Подл.



- Последовательность операций при сварке и расположение сварных швов должно предотвращать образование внутренних напряжений. Для снижения остаточных напряжений в сварных швах необходимо выбирать соответствующий способ сварки, тип шва, последовательность сварки;
  - Сварные швы должны быть равномерными, плотными и сплошными по всей длине (предпочтительна сварка в среде CO<sub>2</sub> или смеси Ar + CO<sub>2</sub>).
  - Сварку элементов конструкции следует производить встык либо двухсторонними швами, либо односторонним швом с проваркой.
  - Выбор X-образной формы разделки кромок предпочтителен по сравнению с V-образной, т.к. требует меньшее количество наплавленного металла при одинаковой толщине листа и соответственно меньшее тепловложение.
  - Разделку кромок свариваемых элементов принимать по ГОСТ 14771-76.
  - В процессе сварки необходимо поддерживать минимальную и равномерную ширину сварочного шва; не допускать пережога металла; обеспечивать минимальную высоту шва; соблюдать постоянство зазора между свариваемыми деталями.
  - Для уменьшения остаточных напряжений сварной шов должен иметь возможность беспрепятственной усадки. Это относится также к зонам термического влияния сварного шва как в продольном, так и в поперечном сечении.
  - Если одна из свариваемых деталей закреплена неподвижно, то другая деталь должна быть подвижной. После сварки следует производить отжиг для снятия внутренних напряжений.
  - При сварке угловых соединений недопустим какой-либо натяг одной из деталей. Необходимо предварительно закреплять деталь методом прихватки, лишь затем осуществлять сварку непрерывным швом.
  - При длинных швах сварку проводить от середины шва к его концам возвратно поступательным способом. Для окончательного выбора последовательности операций при сварке проводят пробное цинкование образцов.
  - Необходимо применять электроды с легко удаляемым шлаком. Для удаления остатков шлака возможно применение дробеструйной (пескоструйной) обработки.
  - Материал сварочной проволоки и электродов должен максимально соответствовать по химическому составу материалу свариваемых частей.
  - Перекрытие внахлестку путем точечной сварки и сварки с последовательным наложением шва (прерывистый сварной шов), клепки и т.п. неприемлемо для горячего цинкования. Между элементами конструкции образуются зазоры, которые нельзя проконтролировать при травлении и цинковании.
  - При цинковании изделий, полученных с применением гибки в угол, 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.
- Согласно СП 53-101-98, допускается производить гибку по радиусу в кондукторах с применением местного нагрева и проковки нагретых мест. Этот метод следует применять при подгибке и правке деталей из профильного проката.
- При выполнении данных видов операций необходимо соблюдать следующие правила:
- стали с нормативным пределом текучести до 350 МПа включительно следует нагревать до температуры 900 - 1000 °С;
  - стали, поставляемые в нормализованном состоянии, следует нагревать до температуры 900 - 950 °С;
  - при гибке и правке стали всех классов прочности с местным нагревом проковка должна заканчиваться при температуре не ниже 700 °С.
- Рекомендуется избегать в конструкциях гнутый металл для предупреждения старения стали под напряжением.
  - Холодная пробивка отверстий на деталях толщиной менее 6 мм не влияет на рабочие

Дубл.	Взам.	Подл.

характеристики изделия; у изделий большей толщины возможно после цинкования трещинообразование. Наличие отверстий, борозд (проточек), закруглений малого радиуса способствует концентрации напряжений.

- Применение при изготовлении тяжелых конструкций нескольких процессов, связанных с формообразованием (гибка, пробивка, сварка, прокатка) требует последующей нормализации сталей.
- Не рекомендуется рихтовать готовое изделие перед цинкованием.
- Заусенцы, сварочные брызги, остатки маркировочной краски и прочее следует зачистить пневматической или электрической шлифовальной машинкой или зубилом. После зачистки произвести обдувку поверхности изделий сжатым воздухом

## 6. Специальные требования к проектированию металлоконструкций, подвергаемых горячему цинкованию

### 6.1 Перильные ограждения (заборы)

Проектирование трубных конструкций должно предусматривать отсутствие в изделиях полостей, в которых могут скапливаться влага или жидкость и воздух.

В полых элементах металлоконструкций необходимо изготовление отверстий для выхода расплава цинка и отводов газов. Отверстия следует располагать по диагонали в верхней и нижней части элемента металлоконструкции максимально близко к сварочному шву.

Примеры расположения отверстий приведены на рис.2 и рис.3.

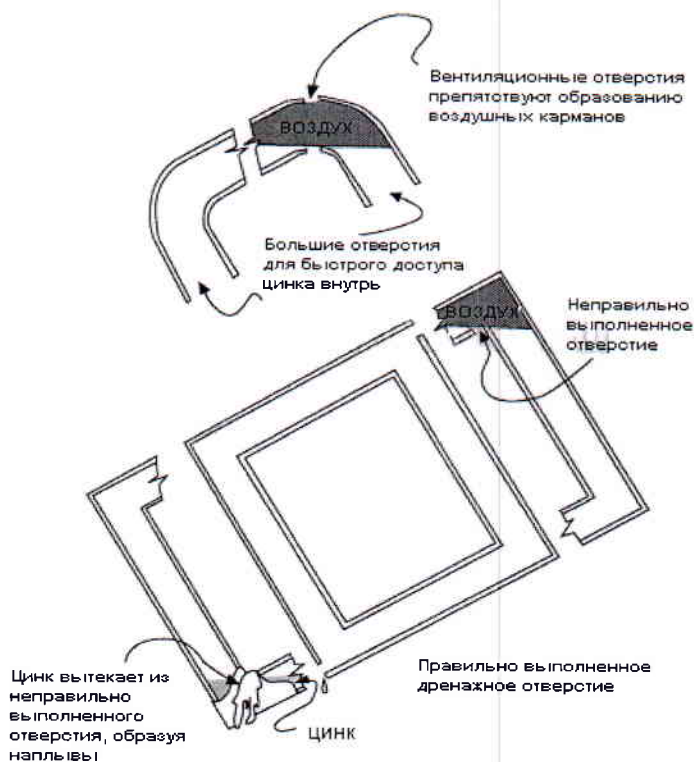


Рис. 2 Примеры выполнения технологических отверстий

Дубл.	Взам.	Подл.

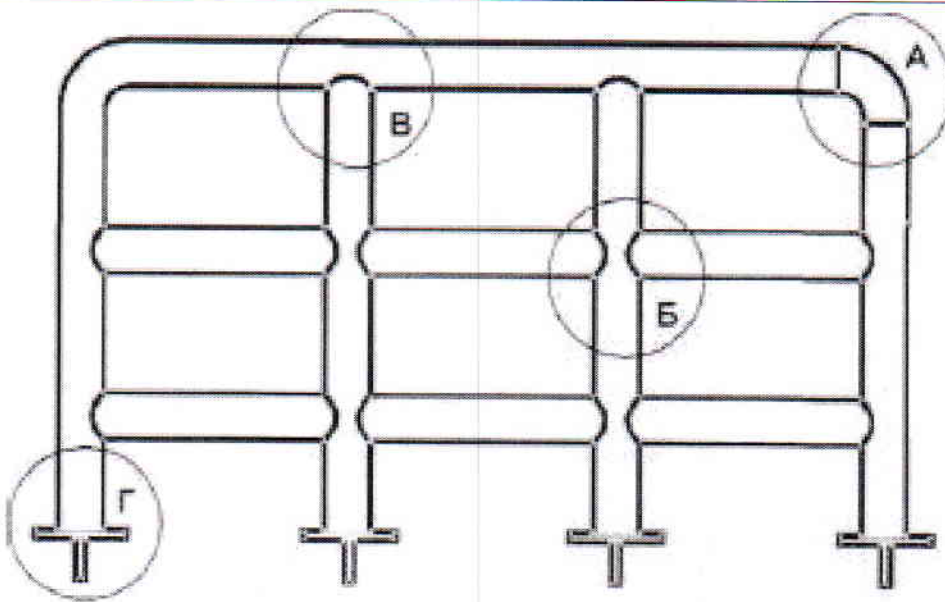


Рис. 3 – Типовое ограждение.  
Критичные узлы А,Б,В,Г обведены

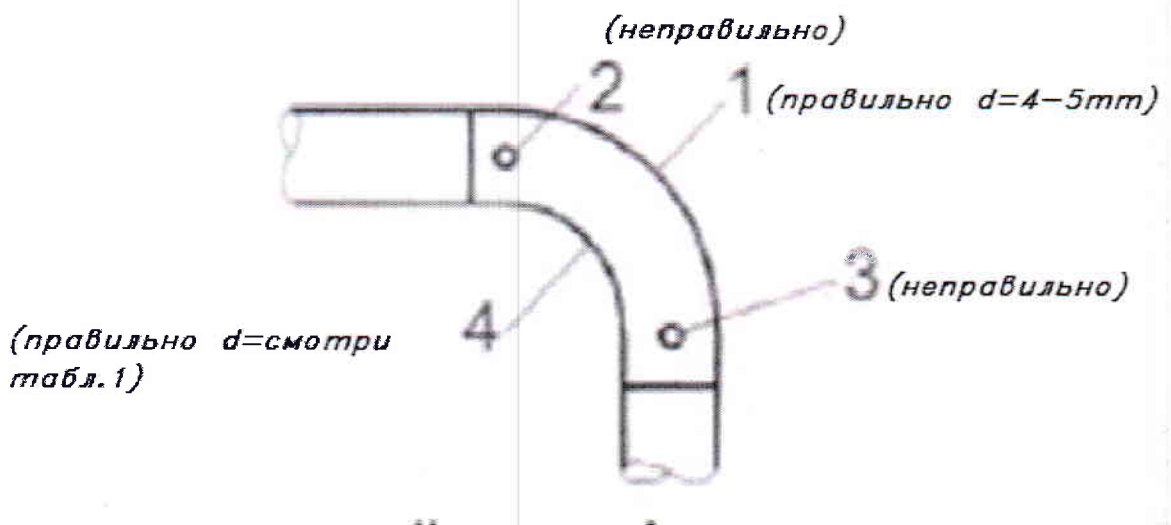


Рис. 3.1 Расположение отверстий в узле А для выхода газов разложения флюса

Точка 1 является идеальной с точки зрения 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.

Дубл.	
Взам.	
Подл.	

При проектировании узла Б существуют два конструктивных решения:

*Вариант исполнения "а"*

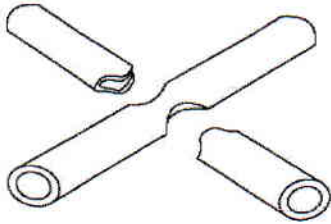


Рис. 3.2 (а) Расположение отверстий при конструировании узла Б.

В вертикальной трубе перед приваркой к ней горизонтальных труб должно быть создано отверстие, равное сечению горизонтальной трубы.

Если это отверстие меньше, то горизонтальная труба при извлечении изделия захватит значительное количество цинка, что недопустимо.

Достоинства	Недостатки
Отсутствие необходимости проведения допработ.	Необходимость наличия специального оборудования для формирования отверстий в деталях (в вертикальной трубе)

*Вариант исполнения "б"*

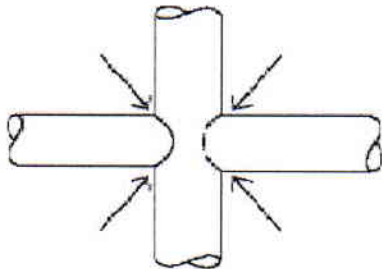


Рис. 3.2 (б) Расположение отверстий при конструировании узла Б.

При такой конструкции, в каждой горизонтальной трубе создаются отверстия в местах, указанных на рис. 3.2.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. Его применяют в случае необходимости оцинкования изделий, подготовленных к использованию в черном виде или к окрашиванию. Допустимо просверливание трубы насквозь, если это не ослабляет конструкцию.

Достоинства	Недостатки
Универсальность метода. Позволяет производить доработку изделий, не соответствующих требованиям технологии горячего цинкования.	Большая трудоемкость допработ перед цинкованием, за счет изготовления большого количества отверстий

Дубл.  
Взам.  
Подл.

УЗЕЛ В. Конструируется аналогично узлу Б

*Вариант исполнения "а"*

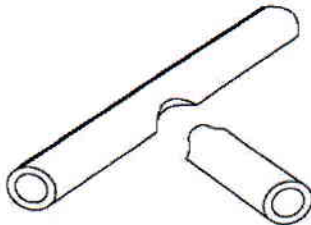


Рис.3.3(а) Расположение отверстий при конструировании узла В.

В горизонтальной трубе перед приваркой к ней вертикальных труб должно быть создано отверстие. 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.

Достоинства	Недостатки
Отсутствие необходимости проведения доработ.	Нет

*Вариант исполнения "б"*

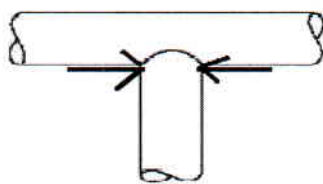


Рис.3.3 (б) Расположение отверстий при конструировании узла В.

В вертикальной трубе создаются отверстия в местах, указанных на рис. 3.3(б).

Достоинства	Недостатки
Универсальность метода. Позволяет проводить доработку изделий не соответствующих требованиям технологии горячего цинкования.	Большая трудоемкость доработ перед цинкованием, за счет изготовления большого количества отверстий

Дубл.  
Взам.  
Подл.

УЗЕЛ Г. Решения беспрепятственного удаления цинка могут быть различными. Наиболее удобным является решение, показанное на рис. 3.4.(а), допускается сверление отверстий в опорной пластине рис. 3.4(в)

*Вариант исполнения "а"*



Рис. 3.4 (а) Конструктивное решение узла Г.

Достоинства	Недостатки
Простота исполнения. В процессе эксплуатации внутренняя поверхность изделия будет всегда сухой	Нет

*Вариант исполнения "б"*

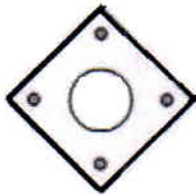


Рис. 3.4 (б) Конструктивное решение узла Г.  
Отверстие в опорной пластине равно диаметру трубы (оставить трубу не заглушенной)

Достоинства	Недостатки
Получение наиболее качественного покрытия за счет обеспечения свободного слива цинкового расплава.	В процессе эксплуатации вода, попадающая во внутреннюю полость изделия, будет способствовать коррозии.
	Необходимость наличия спецоснастки или оборудования для выполнения отверстий в пластине.

Дубл.  
Взам.  
Подл.

ТУ



Рис. 3.4 (в) Конструктивное решение узла Г.

Отверстия для выхода расплава цинка следует располагать в месте опорной пластины, выполняющей функцию заглушки трубы : в верхней и нижней части элемента , максимально близко к сварочному шву.

Достоинства	Недостатки
Универсальность метода. Позволяет проводить доработку изделий не соответствующих требованиям технологии горячего цинкования.	Сложность в изготовлении правильно расположенных отверстий (максимально близко к сварному шву без захвата тела шва или стенки изделия). В процессе эксплуатации вода, попадающая во внутреннюю полость изделия, будет способствовать коррозии.

Из рассмотренного выше очевидно, что у представленного на рис. 3 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 рис. 3.2.(а), 3.3(а).

Количество технологических отверстий будет значительно больше, если применяются решения, показанные на рис. 3.2.(б), 3.3(б).

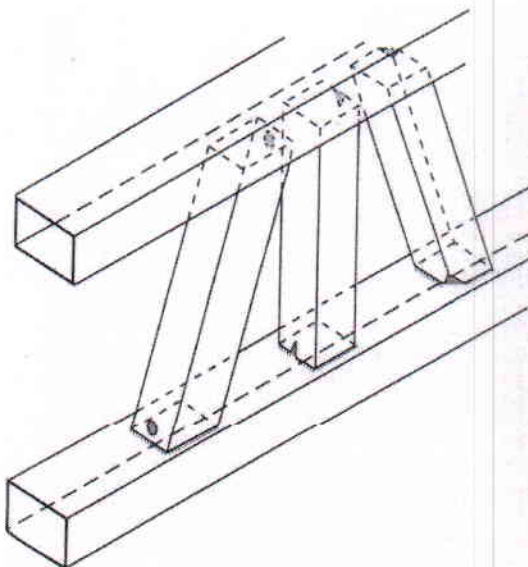


Рис 4. Пример расположения отверстий в полых конструкциях

Дубл.	Взам.	Подл.

## 6.2. Колонны (опоры, стойки)

Конструирование колонн и, в частности, баз колонн должно учитывать габариты и условия навески изделий. Как правило их цинкуют, располагая по длине ванны.

Торцевые и опорные пластины (пятки) должны быть изготовлены с учетом обеспечения свободного доступа горячего цинка ко всей поверхности изделия и выхода воздуха

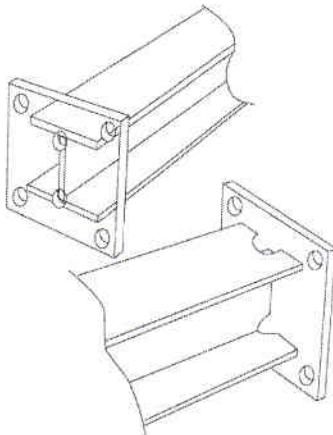


Рис. 5 – Базы изделий типа колонн

Существуют следующие правила конструирования баз колонн:

- 1) обязательное удаление прямых углов в опорных ребрах;  
В угловых полостях, образуемых тремя плоскостями необходимо располагать вырезы прямых углов опорных ребер для обеспечения качества цинкования и предотвращения появления нецинкованных участков

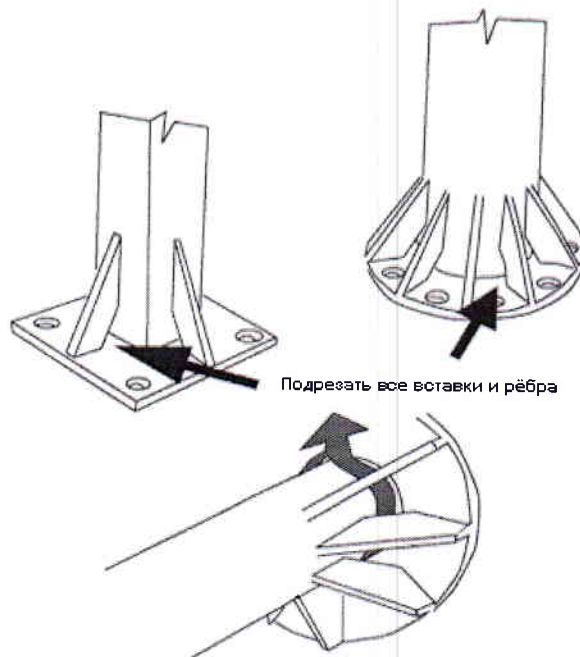


Рис.6 Изготовление технологических отверстий на ребрах

- 2) отверстия для слива цинка в основании обязательно располагаются как можно ближе к стенке на линии, соединяющей отверстия для крепежных болтов.

Дубл.	
Взам.	
Подл.	



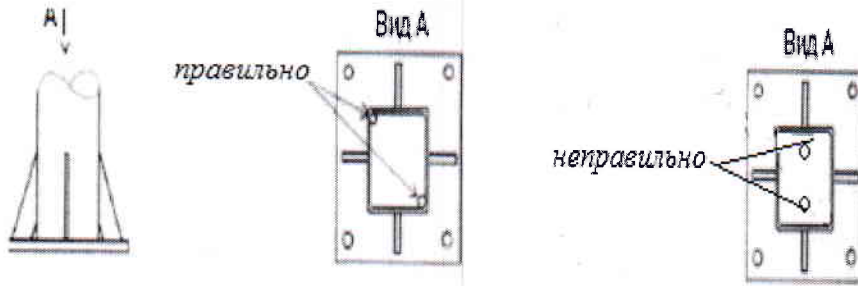


Рис. 7 Расположение отверстий для слива цинка в опорной плите полых колонн.

Оптимальным решением является наличие в опорной плите, как минимум, двух отверстий, расположенных по диагонали между отверстиями для анкерных болтов, как можно ближе к стенке, привариваемой к основанию стержня (труба, двутавр, сложный профиль).

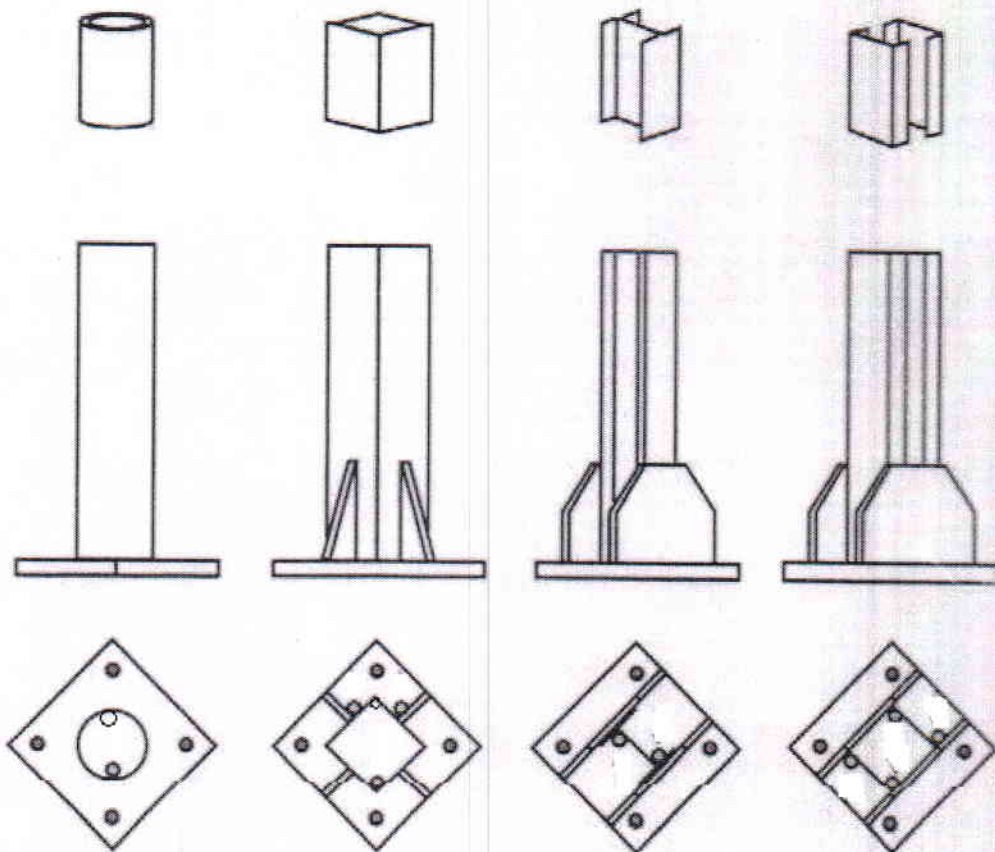


Рис. 8 Решения выполнения технологических отверстий для выхода цинка и газов в металлоконструкциях с наличием опорной плиты.

При проектировании составных сечений стоек необходимо учитывать ряд особенностей. Эти особенности иллюстрируются рисунками 9(а-д).

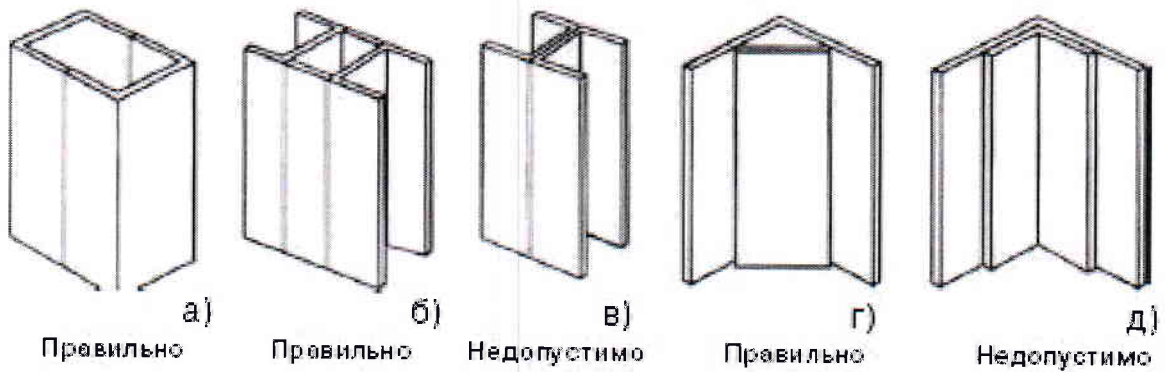


Рис. 9 – Правильные (а, б, г) и неправильные (в, д) способы усиления стоек

Вся сварка должна проводиться непрерывным швом. После сварки необходимы удаление сварочного флюса и зачистка швов.

Использовании решений типа 9(в) или 9(д) приводит к образованию интенсивной коррозии в пространстве между сваренными плоскостями

### 6.3 Сопряженные поверхности

При горячем цинковании следует избегать приварки друг к другу элементов с большой площадью сопрягаемых поверхностей.

При проектировании металлоконструкций необходимо минимизировать наличие нахлесточных элементов.

Болтовые соединения выполнять после процесса горячего цинкования.

Качественная горячая оцинковка возможна при соединении двух элементов посредством вставок между ними (Рис. 10)

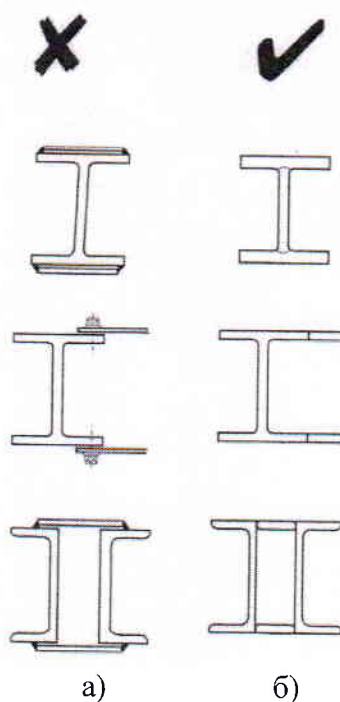


Рис. 10 Варианты исполнения сопрягаемых поверхностей  
(а) – недопустимое, (б) - допустимое исполнение

Дубл.	Взам.	Подл.

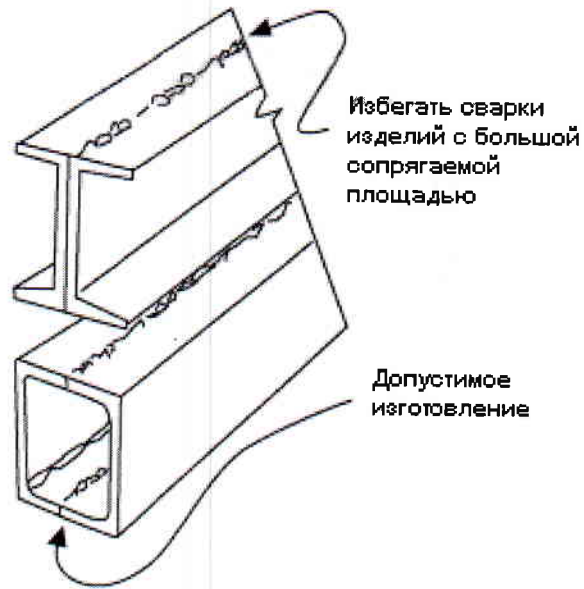
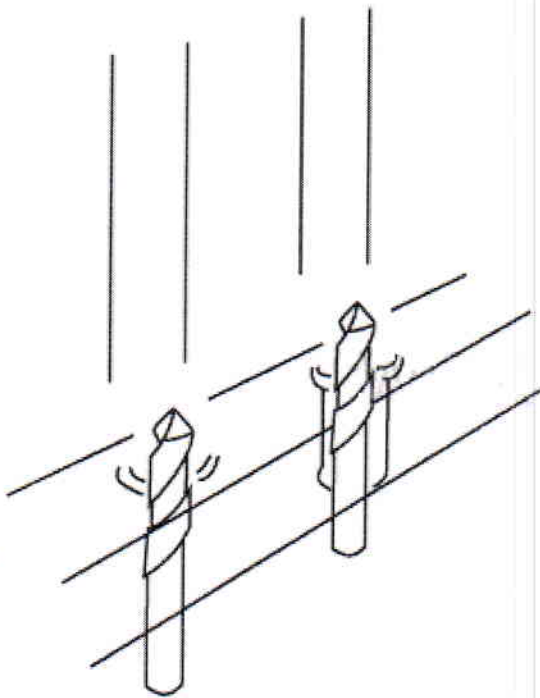


Рис. 11. Изготовление сопряженных профилей



Просверлить нижнюю горизонтальную стенку конструкции насквозь в сопрягаемые полости

Рис. 11 (а) Изготовление технологических отверстий для выхода воздуха в местах сопряжения

Дубл.		
Взам.		
Подп.		

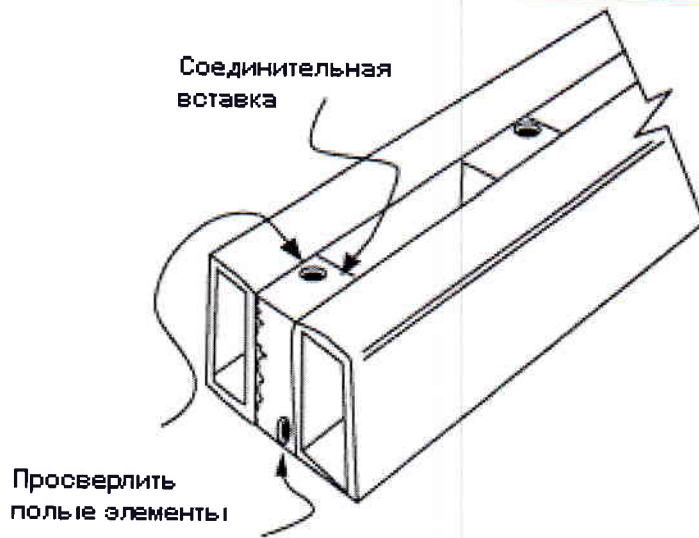


Рис. 11 (б) Изготовление технологических отверстий для выхода воздуха в местах сопряжения

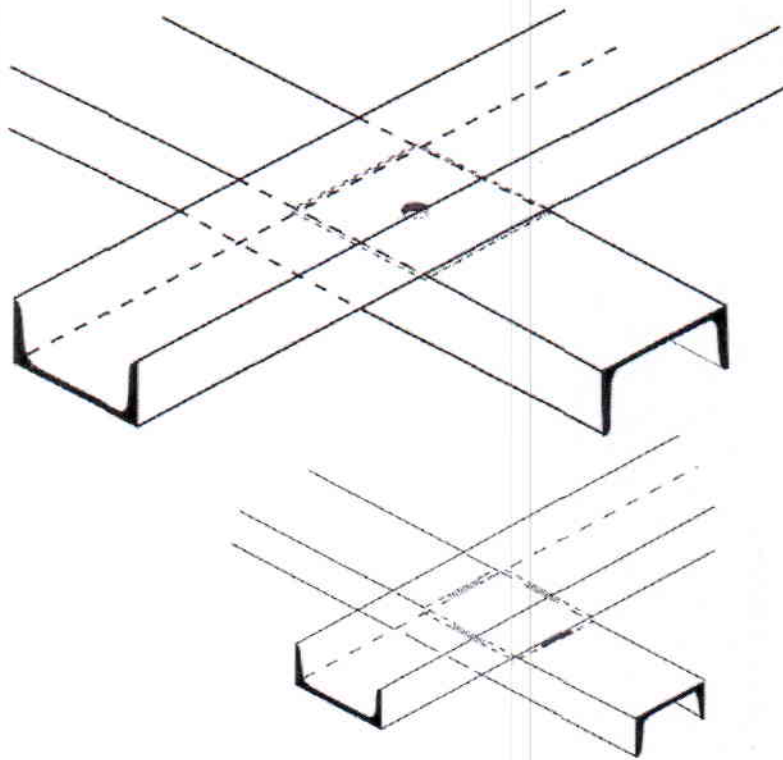


Рис.11 (в) Изготовление технологических отверстий для выхода воздуха в местах сопряжения

Для исключения возможности разрыва металлоконструкции с наличием нахлесточных элементов, сварку необходимо выполнять прерывистым швом или с формированием одного отверстия минимальным диаметром 10 мм. через обе поверхности. (Рис 11 а-в)

Дубл.	Взам.	Подл.

Обеспечить свободный доступ цинка и воздуха между внутренними стенками

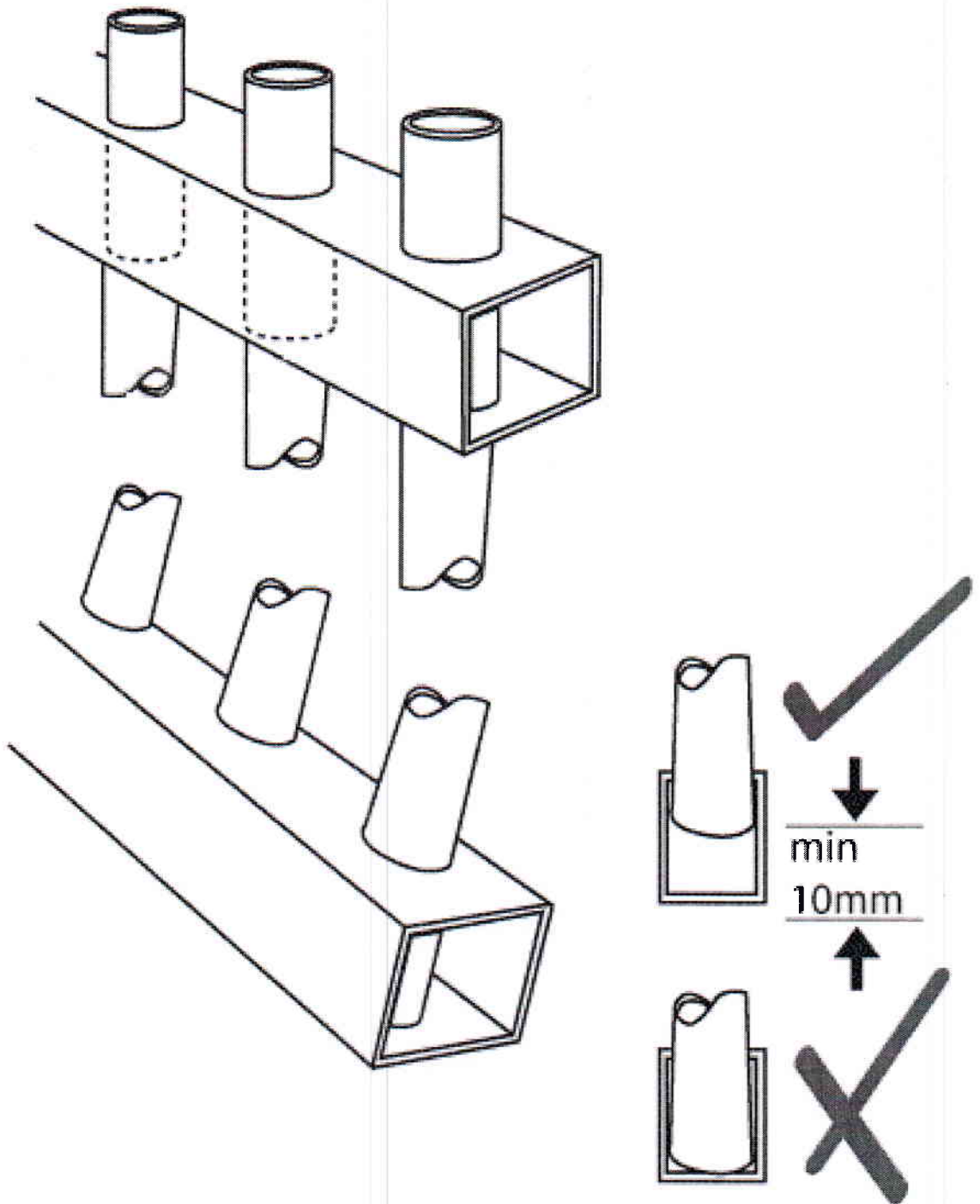


Рис. 12 Обеспечение свободного доступа цинка и воздуха между внутренними стенками

Дубл.	
Взам.	
Подл.	

ТУ

#### 6.4. Фермы и другие секционные металлоконструкции

При изготовлении ферм из открытых профилей (уголки, швеллеры, двутавры) необходимо учитывать требования, показанные на рис. 13 - приваривать элементы решетки к поясам фермы необходимо с некоторым зазором, чтобы не было препятствий стеканию цинка по плоскости пояса.

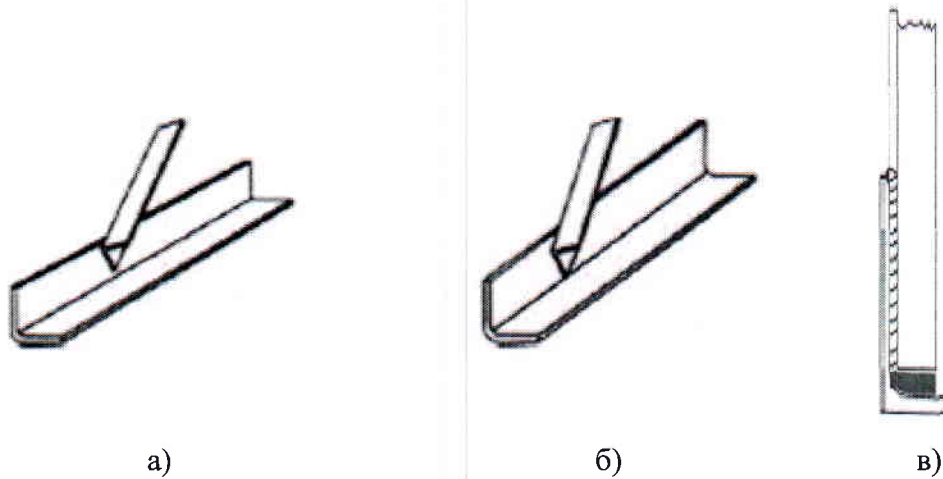


Рис. 13 – Правильная (а) и неправильная (б) приварка элементов решетки, (в) - зазор между элементами решетки и поясами фермы, обеспечивающий стекание цинка по полости пояса

Конструкция ребер жесткости при их установке в открытые профили ( J, I, L, U) должна предусматривать возможность свободного стекания цинка при извлечении изделия из расплава (рис. 14).

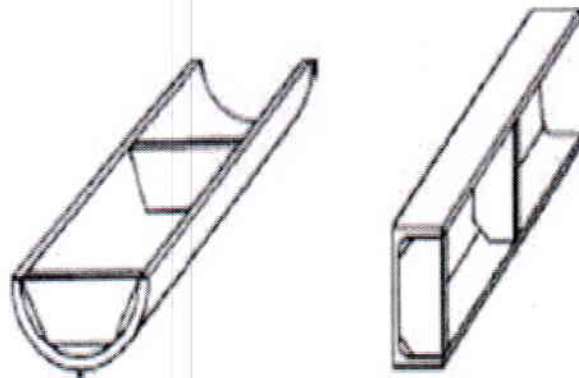
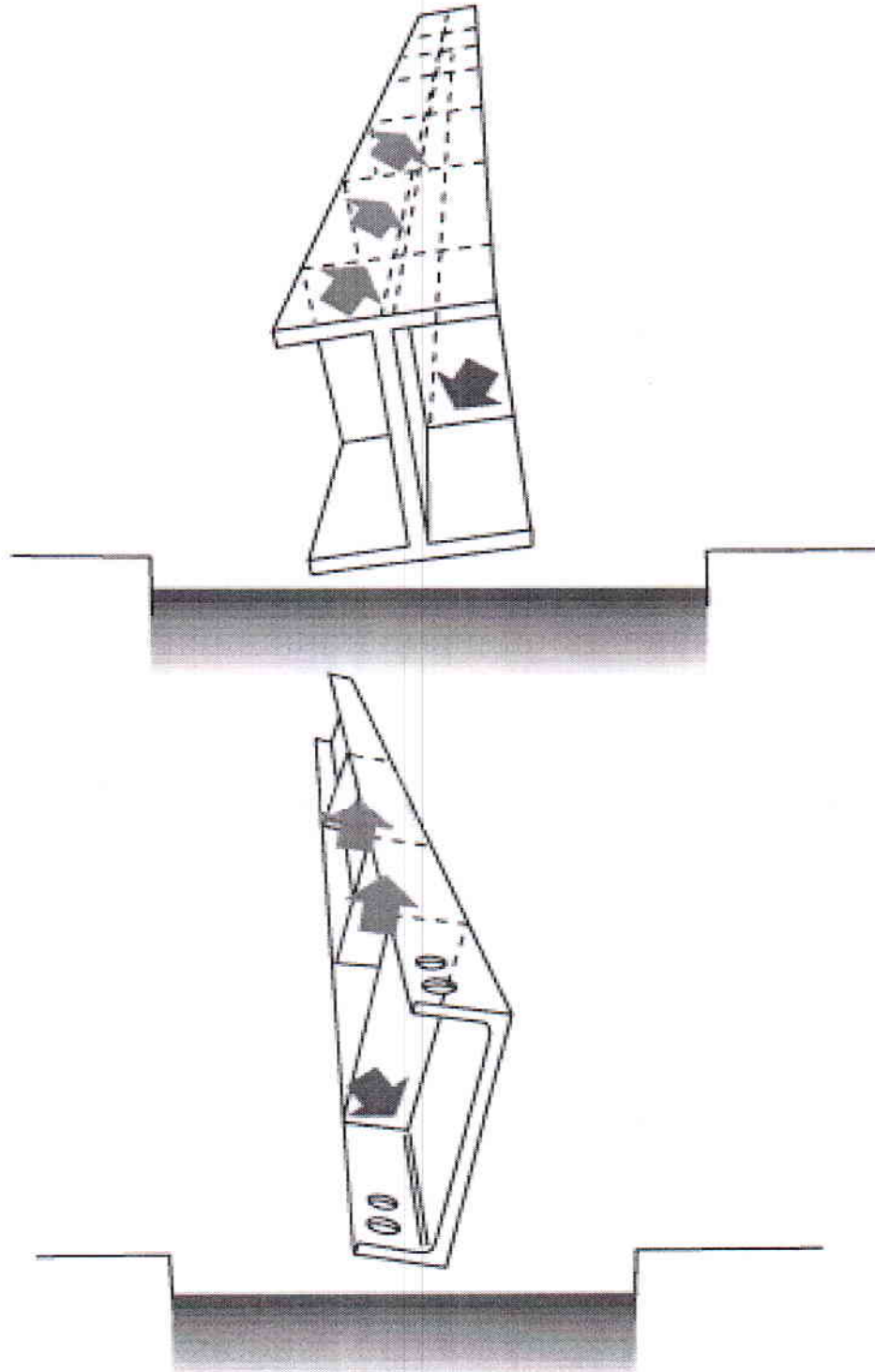


Рис.14 Пример правильно выполненных усиливающих ребер

Дубл.	Взам.	Подл.

Балки, колонны и другие конструкции, которые содержат вставки, пластины или рёбра жесткости, не будут оцинкованы качественно, если горячий цинк и воздух не получат свободный доступ ко всей поверхности секции. В этом случае требуются отверстия в углах пластин и рёбер жесткости. Рис. 15 ( а-в)

Углы внешних рёбер жёсткости, сварных элементов и перегородок на колоннах и балках, а также перегородок в швеллерах, должны быть срезаны или выполнены технологические отверстия



Дубл.		
Взам.		
Подл.		

Рис.15 (а) Изготовление технологических отверстий в секционных металлоконструкциях

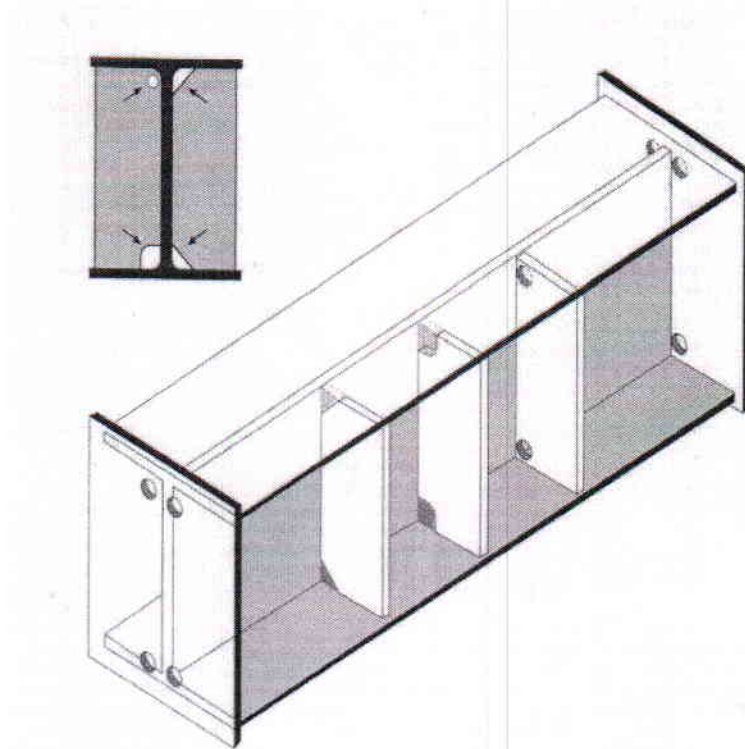


Рис.15 (б) Изготовление технологических отверстий в секционных металлоконструкциях

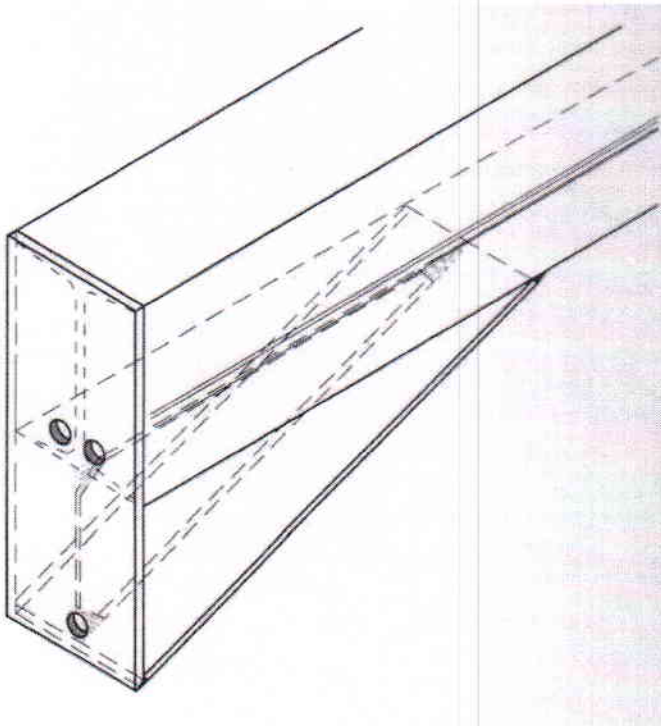


Рис.15 (в) Изготовление технологических отверстий в секционных металлоконструкциях

Дубл.		
Взам.		
Подл.		



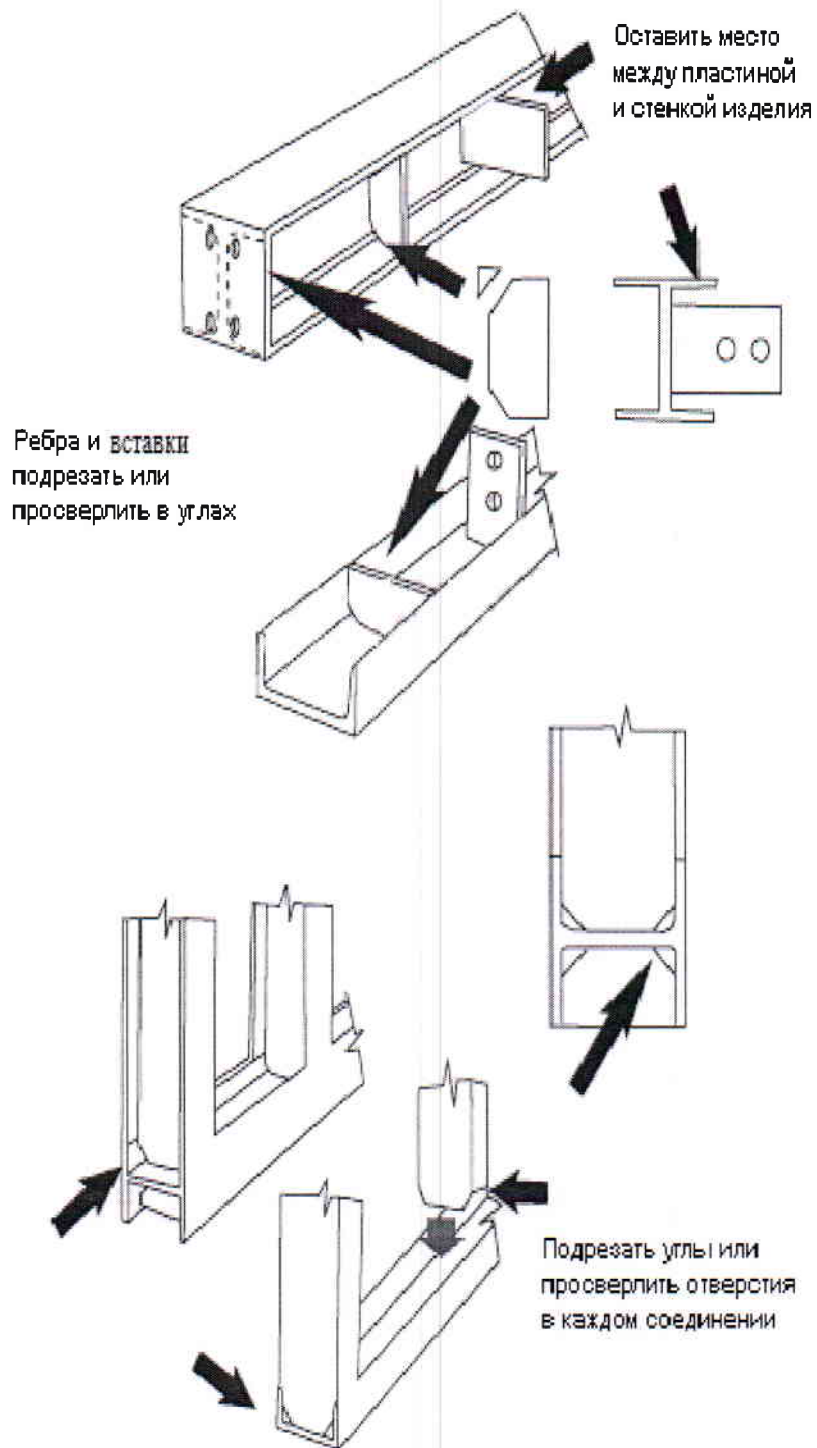


Рис. 16 Технологические отверстия в рамных металлоконструкциях

Дубл.		
Взам.		
Подл.		

### 6.5. Изготовление металлоконструкций из уголка

При использовании в конструкции углового металлопроката, необходимо выполнить дренажные и вентиляционные отверстия в заготовках перед тем, как собрать их в цельную конструкцию (Рис. 17)

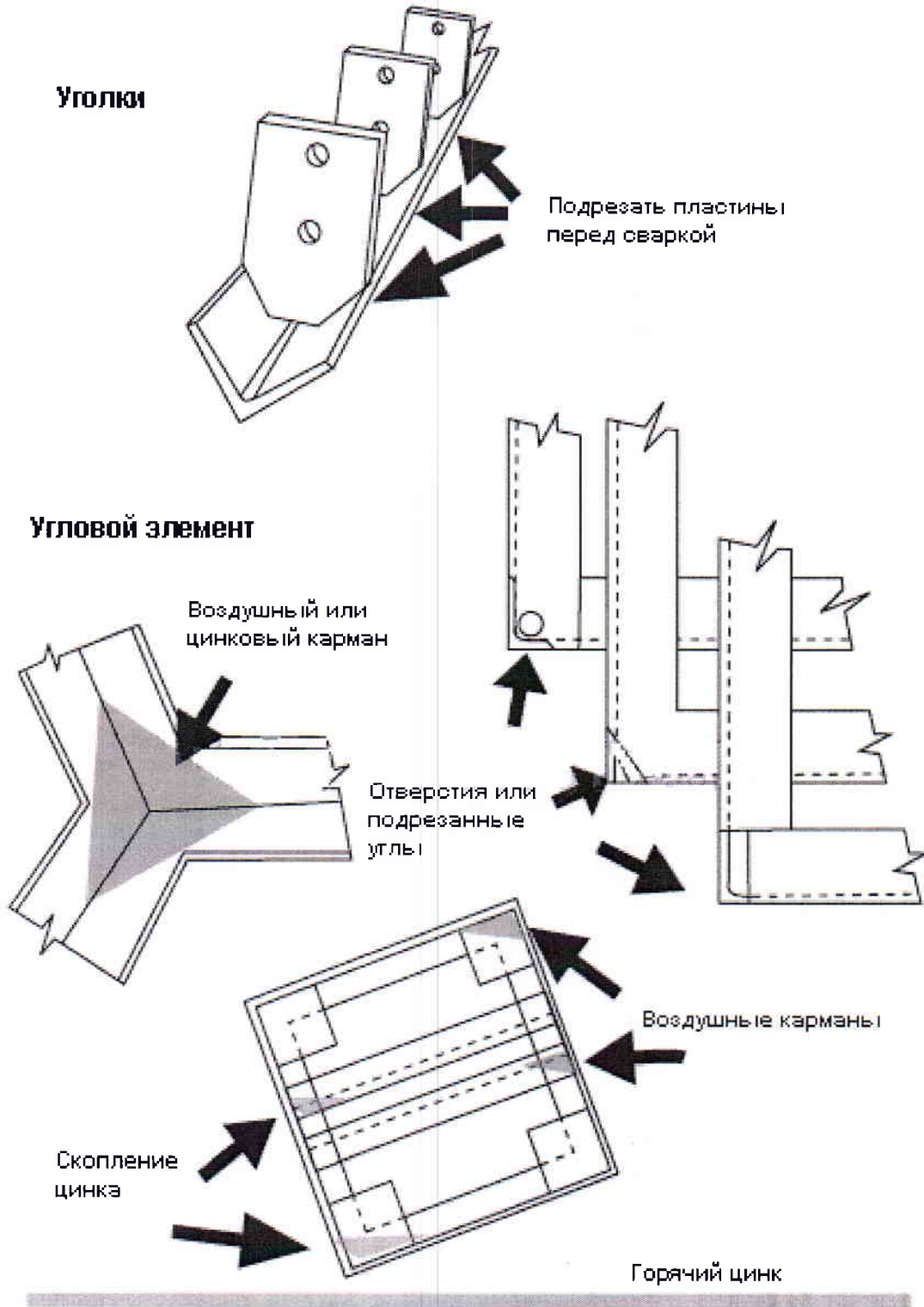


Рис. 17 Отверстия в изделиях из уголка

Дубл.		
Взам.		
Подл.		

## 6.6 Тяги

Тяги изготавливают путем расплющивания концов труб, вставки крепежной части и обварки. В тягах, подготовляемых для горячего цинкования, размер трубы в расплющенной части должен превышать ширину крепежной части, как минимум, на 1,5-2 см, для образования отверстий с каждой стороны тяги. (Рис. 18а)

Возможен вариант изготовления тяг с отверстиями в нижней и верхней точках (Рис. 18б). При использовании второго решения необходимо обязательно учитывать возможность ослабления конструкции и концентрации напряжений вблизи создаваемых отверстий.

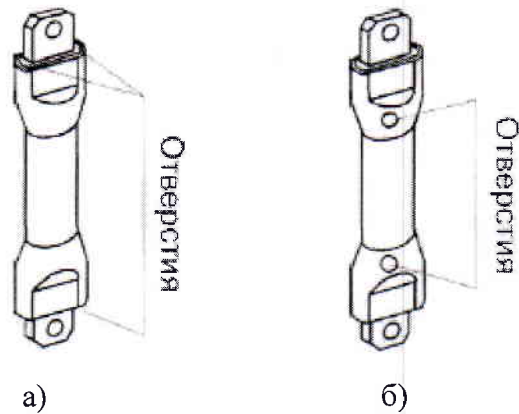


Рис. 18 - Способы создания технологических отверстий при цинковании тяг:  
а) оптимальное решение б) допустимое решение.

## 6.7 Осветительные опоры

Данная продукция изготавливается из труб различных диаметров (двух или более). Узел соединения труб изображен на рис. 19(а-б).

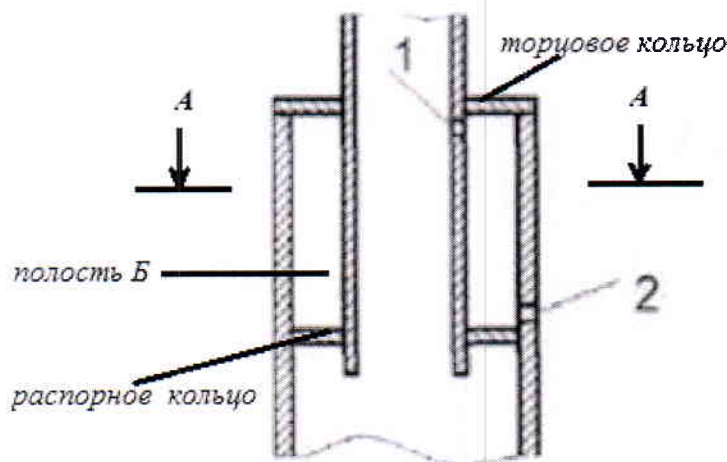


Рис. 19 (а) Способ соединения труб различного диаметра в столбах электроосвещения с распорным кольцом

Дубл.	Взам.	Подл.

После сборки и сварки между трубами образуется замкнутый (или закрытый с одного конца) объем – полость Б, который необходимо снабдить технологическими отверстиями в точках 1 и 2.

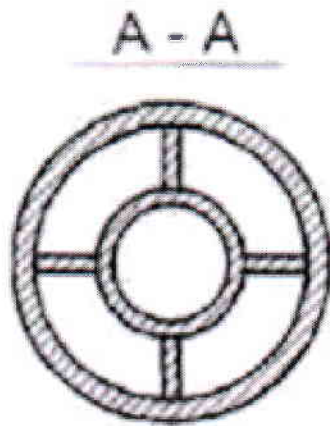


Рис. 19 (б). Способ соединения труб различного диаметра в столбах электроосвещения без распорного кольца

Вариант исполнения без распорного кольца с применением ребер (Рис. 19 б) позволяет использовать в конструкции одно технологическое отверстие в точке 1.

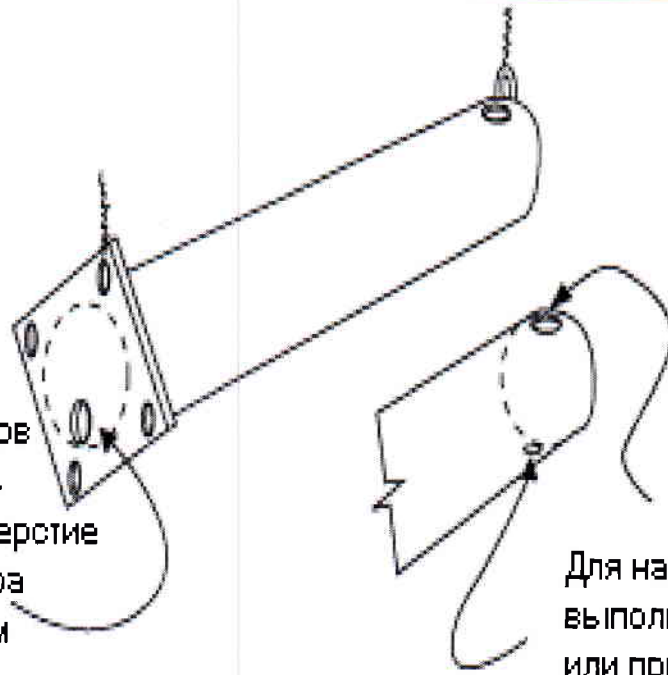
В изделиях, подготовленных для горячего цинкования с целью предотвращения температурной деформации, в точке соединения труб разного диаметра должна быть предусмотрена крепежная технологическая петля.

#### 6.8. Особенности конструкции больших полых изделий

Крупногабаритные полые конструкции имеют значительный внутренний объём, поэтому размеры и количество дренажных и вентиляционных отверстий в торцевых пластинах должны обеспечить свободный сток жидкостей и цинка. В процессе горячего цинкования расположение таких отверстий будет определять положение металлоконструкции.

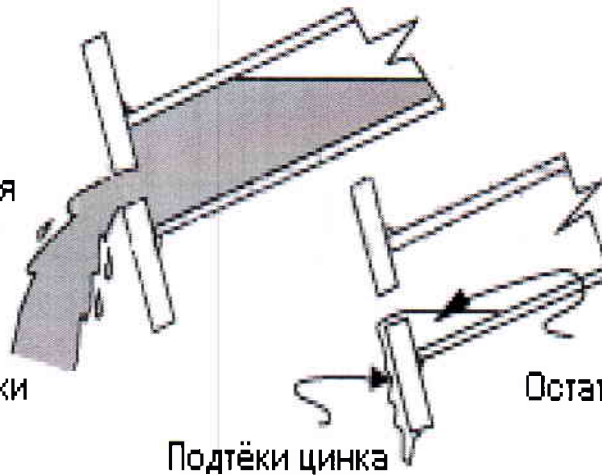
Дубл.		
Взам.		
Подл.		

Не глушить  
полость с торцов  
или выполнить  
дренажное отверстие  
нужного размера  
и в правильном  
месте



Для навески  
выполнить отверстия  
или приварить  
проушины

Не допускается  
выполнять  
дренажное  
отверстие в  
центре заглушки



Остаточный цинк

Подтёки цинка

Допустимое  
изготовление  
фланцевых  
полей профилей

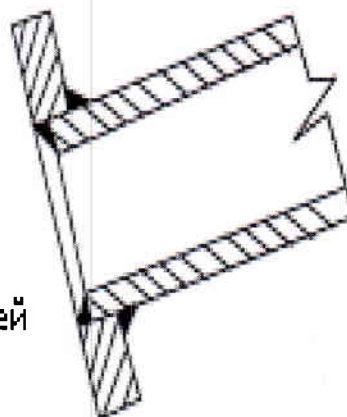


Рис. 20 Изготовление технологических отверстий в больших полых металлоконструкциях

Дубл.	Взам.	Подл.

ТУ

## 6.9 Резервуары

При цинковании резервуаров (рис. 21) необходимо, чтобы расположение сливных штуцеров предоставляло возможность свободного движения расплава внутри изделия при погружении (без образования воздушного пузыря), и полного стекания цинка при извлечении из ванны.



Рис.21 Конструкции резервуаров:

- а) обычное расположение штуцеров: цинкование невозможно;  
 б) оптимальное расположение штуцеров: цинкование возможно.

К резервуарам можно отнести и изделия, аналогичные изображенным на рис. 22.

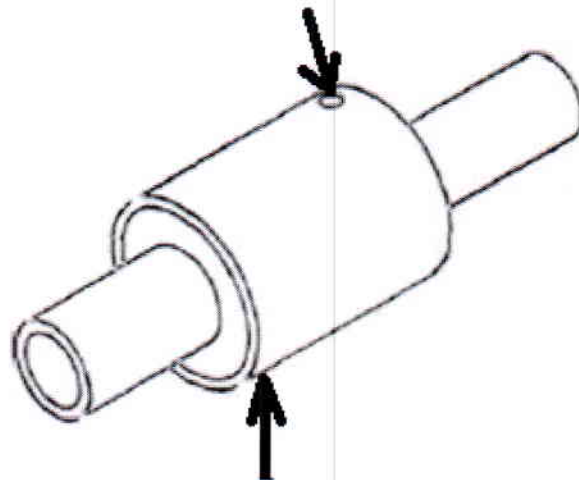


Рис. 22. Цинкование изделий типа "труба в трубе".

Стрелками указаны места расположения технологических отверстий.

Пространство между двумя трубами разного диаметра необходимо снабдить отверстиями для выхода цинка и газов разложения флюса.

Кроме того, необходимо учитывать, чтобы расстояние между стенками труб разного диаметра было не менее 5мм, для обеспечения качественного цинкования.

Дубл.	Взам.	Подл.

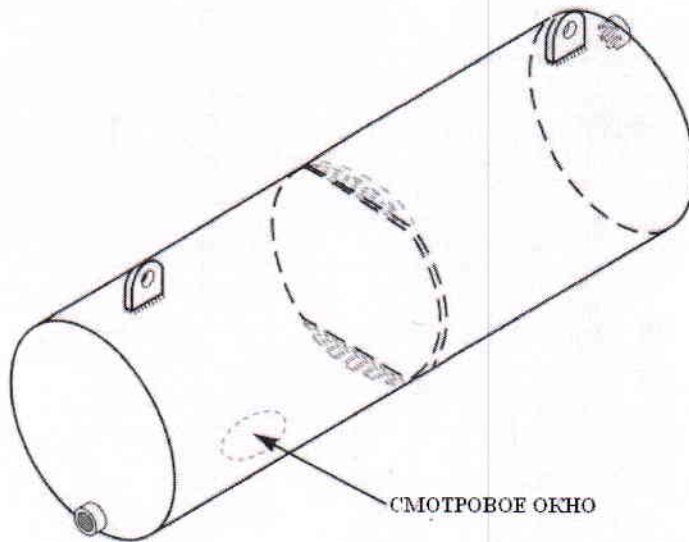


Рис.23. Резервуар с перегородкой

В металлоконструкциях с наличием внутренних перегородок по торцам, выполнять технологические отверстия расположенные диагонально относительно друг друга. Нижние кромки перегородок должны быть срезаны. Перегородки должны просматриваться через технологические отверстия или смотровое окно.

#### 6.10 Изготовление открытых коробкообразных изделий

Стенки больших открытых коробкообразных емкостей должны быть связаны между собой (предусмотрены растяжки внутри металлоконструкции). Если стенки имеют отбортовку вовнутрь, то в углах, образованных отбортовками и стенками, должны предусматриваться отверстия (или отсутствие отбортовки на углах). Толщины стенки связи (усилия) или сварных элементов должны соответствовать толщине стенки емкости. Тепловая деформация во время горячего цинкования таких элементов, различна.

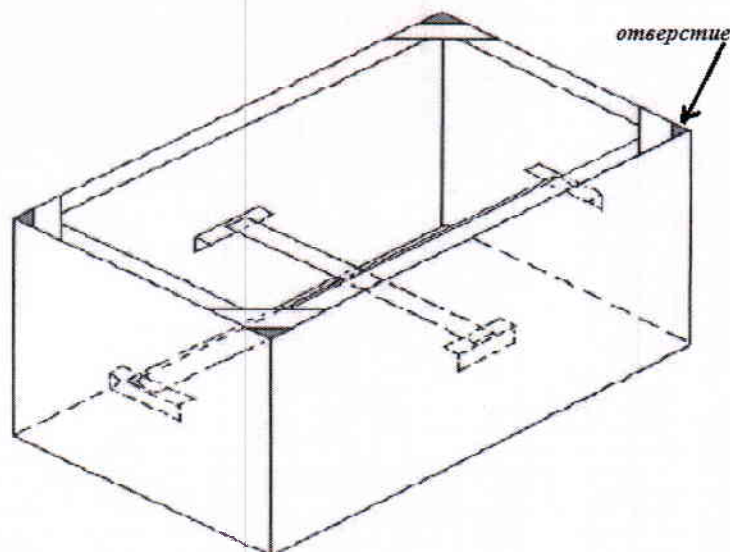


Рис. 24 Пример открытого резервуара (короб)

Дубл.		
Взам.		
Подл.		

### 6.11 Предупреждение риска деформация тонкостенных металлоизделий.

Листовые детали с большой поверхностью следует снабжать «зигзагами» или ребрами жесткости, придающими изделию повышенную жесткость и снижающими опасность коробления; ребра жесткости необходимо располагать симметрично и приваривать прерывистым швом.

В конструкцию тонколистовых изделий (толщиной 3 мм и менее) для предотвращения или уменьшения деформации, необходимо закладывать ребра жесткости в виде отбортовки, гофрирования, зиговки и пр. (рис. 25)

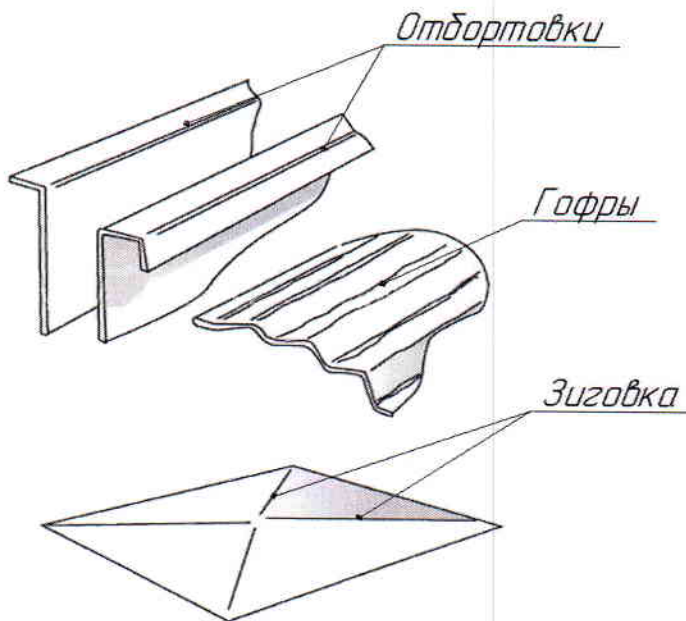


Рис.25 Способы упрочнения тонколистового металлопроката

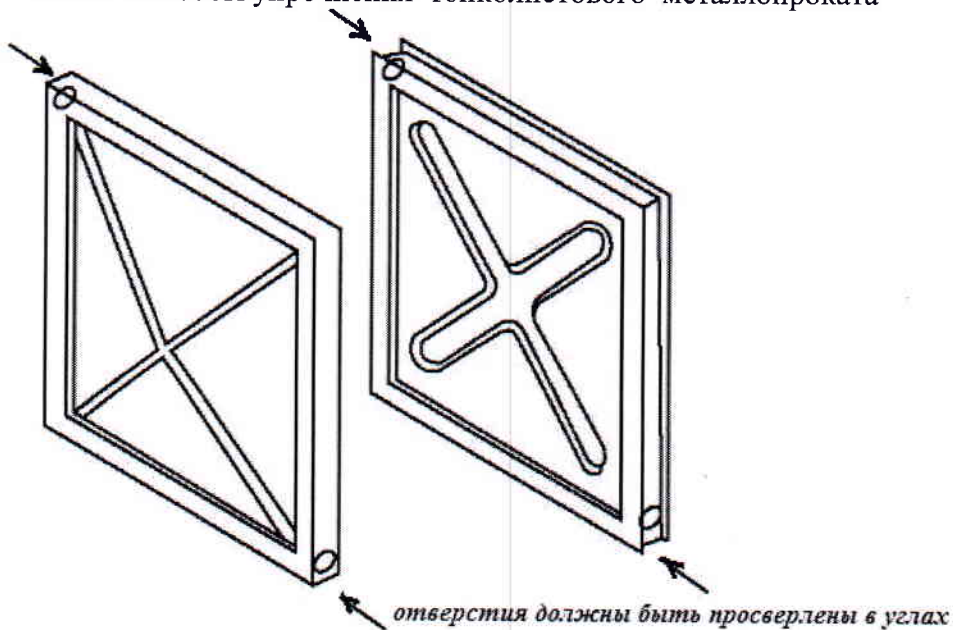


Рис.26 Изготовление крепежных отверстий

Дубл.	
Взам.	
Подп.	



## 7. Требования к цинковому покрытию

### 7.1. Толщина цинкового покрытия

7.1.1 Толщина покрытия на изделии, по согласованию с Заказчиком, в зависимости от марки стали, толщины и профиля материала составляет от 40 до 250 мкм. Толщина покрытия определяется условиями эксплуатации оцинкованных изделий и нормативно-технической документацией на конкретное изделие. Зависимость толщины покрытия от марок и способа производства стали, используемой в конструкции, приведены в приложении 1 (рекомендуемое).

7.1.2 На конструкциях, изготовленных из низколегированных сталей или из стали зоны Санделина толщина покрытия может достигать 450 мкм. и выше.

7.1.3 Если конструктивное решение и/или используемые марки стали не позволяют изменением параметров процесса оцинкования получить покрытие в заданном диапазоне толщин, то поверхности конструкций, должны быть подвергнуты дробеструйной обработке для увеличения толщины цинкового покрытия.

7.1.4 Толщина цинкового покрытия на узлах и элементах металлоконструкций из металла с различающейся толщиной, химическим составом и способом производства, может существенно различаться.

7.1.5 Толщина цинкового покрытия на длинномерных конструкциях может различаться.

7.1.6 Толщина цинкового покрытия зависит от толщины цинкуемого материала.

Таблица 3 Минимальные толщины покрытия в зависимости от толщины цинкуемого металла

Толщина цинкуемого металла	Толщина покрытия при локальном измерении, (минимальная), мкм	Среднее значение толщины покрытия, (минимальная), мкм
Сталь <1,5 мм	35	45
Сталь >1,5 –3 мм	45	55
Сталь >3-6	55	70
Сталь >6	70	85

На крупногабаритных, массивных изделиях, изготовленных из стального проката толщиной более 10мм, образуются толстые покрытия вследствие большего времени нахождения в ванне оцинкования.

7.1.8 Не рекомендуется цинковать методом погружения в расплав изделия с толщиной стенки менее 2 мм из-за возможных деформаций и из-за невозможности гарантировать толщину покрытия в указанных пределах.

### 7.2.2 Требования к внешнему виду цинкового покрытия

7.2.2.1 Поверхность цинкового покрытия может быть гладкой или шероховатой, покрытие должно быть сплошным.

7.2.2.2 На поверхности изделий не должно быть трещин, забоин, вздутий, отслоений, шелушений, не оцинкованных участков, остатков флюса, черных пятен.

7.2.2.3 Цвет покрытия от серебристо-блестящего до матового темно-серого. Равномерность цвета и блеска не регламентируется.

7.2.2.4 Допускаются:

7.2.2.4.1 Образование рисунка кристаллизации цинка в форме «цветов и блесток».

7.2.2.4.2 Разноотеночность, пятнистость – возникновение на поверхности изделия более темных (матовых) или светло-серых (блестящих) участков в виде пятен, ячеек, полос, разводов.

7.2.2.4.3 «Подгар» при оцинковании чугуна в виде грубого шероховатого покрытия с черными точками и неравномерностью цвета.

7.2.2.4.4 Пятна от влажного хранения - «белая коррозия» (пятна с мелкодисперсным порошком белого или светло-серого цвета) при условии сохранения толщины покрытия в заданном диапазоне.

7.2.2.4.5 Загрязнения покрытия посторонней (наносной) ржавчиной, в виде пятен красно-

Дубл.	Взам.	Подл.

коричневого цвета, появившиеся в результате попадания на оцинкованную поверхность ржавчины с не оцинкованных изделий, проволоки.

7.2.2.4.6 Окисные пятна и потеки, появившиеся на поверхности вследствие щелевой коррозии, вызванной конструктивными особенностями цинкуемого изделия (нахлесточные соединения, зазоры между плоскостями менее 4 мм, несплошность и пористость сварных швов) или невыполнением требований к основному металлу (поры, свищи, карманы, воздушные мешки и т.д.)

7.2.2.4.7 Наплывы и подтеки на поверхности изделий, представляющие собой места с утолщением цинкового покрытия, которые имеют форму полосок, пятен, капель (плоские и капельные наплывы), дренажные капли на краях изделий в виде наплывов и застывших капель. Наличие наплывов недопустимо, если они препятствуют сборке, или могут вызвать травму.

7.2.2.4.8 Полосчатое покрытие, представляющее собой полосы различной длины и ширины, расположенные в направлении прокатки или вытяжки цинкуемого изделия.

“Рыбий скелет”, появляющийся на трубных крупногабаритных и других изделиях в момент извлечения из расплава цинка и представляющий собой места с различной толщиной цинкового покрытия.

7.2.2.4.9 Крупинки и бугорки диаметром менее 2 мм на цинковом покрытии

7.2.2.4.10 Комки цинка, крупинки более 2 мм внутри трубных крупногабаритных изделий.

7.2.2.4.11 Риски, царапины, следы захвата грузоподъемными приспособлениями без разрушения покрытия до основного металла

7.2.2.5 Шероховатость покрытия не регламентируется, поскольку определяется шероховатостью поверхности цинкуемого изделия.

7.2.2.6 Качество покрытия внутренних поверхностей деталей замкнутого профиля не регламентируется.

7.2.2.7 Допустимо восстановление непрочинкованных участков слоем цинксодержащего лакокрасочного покрытия, если их площадь  $\leq 2\%$  общей площади поверхности изделия (минимальная толщина 90мкм, массовая доля цинка в сухой пленке 80-95%) п. 2.1.3. ГОСТ 9.307.

## 8. Методы контроля

### 8.1. Контроль внешнего вида

8.1.1 Внешний вид цинкового покрытия контролируют визуальным осмотром не вооруженным глазом (без применения увеличительных приборов) при освещенности не менее 300 лк на расстоянии 25 см от контролируемой поверхности.

8.1.2 Применение увеличительных приборов, а также использование изображений покрытия, полученных с применением увеличения, не могут являться основанием для отбраковки.

### 8.2. Контроль толщины покрытия

8.2.1 Измерения толщины покрытия не должны производиться на поверхностях резания или на участках, расположенных менее чем в 10 мм от края поверхности, обработанной газоплазменной резкой, или на углах.

8.2.2 Результатом измерения толщины покрытия магнитным методом является среднеарифметическое значение не менее пяти измерений, полученных на краях и в середине контролируемой поверхности одного изделия.

При проведении контроля толщины покрытия магнитным методом площадь, на которой производится каждое единичное измерение, очень мала, и поэтому отдельные величины могут быть ниже, чем значения местной или средней толщины покрытия. Поэтому результат единичного измерения не может являться причиной отбраковки.

8.2.4 В остальном контроль толщины должен проводиться в соответствии с ГОСТ 9.307.

### 8.3 Контроль прочности сцепления покрытия

Контроль прочности сцепления покрытия в соответствии с ГОСТ 9.307. методом крацевания по ГОСТ 9.302-88 «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы контроля».

Для крацевания применяют стальные и латунные (для мягких покрытий) щетки с диаметром проволоки 0,1—0,3 мм, частота вращения щеток 1500—2800 мин-1.

Время крацевания не менее 15 с.

Дубл.	Взам.	Подл.

После крацевания на контролируемой поверхности не должно быть вздутий или отслаивания покрытия.

8.4 При получении неудовлетворительных результатов контроля толщины и прочности сцепления проводят повторный контроль на удвоенном количестве деталей. При получении неудовлетворительных результатов повторного контроля всю партию оцинкованных изделий бракуют.

## 9. Требования к хранению и транспортировке

9.1 Транспортировка, погрузка и разгрузка

9.1.1 При перевозке изделия должны быть размещены и закреплены в транспортном средстве способом, предотвращающим их самопроизвольное перемещение в процессе движения.

9.1.2. В процессе транспортировки и хранения запрещается укладывать на изделия тяжелые грузы, способные вызывать деформацию и повреждение изделий и/или покрытия.

9.1.3. Для предотвращения нарушения поверхности покрытия категорически запрещаются:

9.1.3. 1. выгрузка изделий на мокрые и загрязненные участки территории;

9.1.3. 2 перемещение изделий волоком;

9.1.3. 3 удары по изделиям и их сбрасывание с высоты.

9.2 Хранение

9.2.1. Условия хранения изделий должны соответствовать следующим требованиям:

9.2.1.1 место хранения: закрытые помещения либо навесы, исключающие прямое попадание солнечных лучей и атмосферных осадков, а также образование конденсата внутри упаковки по причине колебаний температуры и влажности;

9.2.1.2 исключаются механические повреждения, воздействие агрессивных жидкостей и открытого пламени;

9.2.1.3 необходимо избегать контакта с черным металлом, медью и ее сплавами;

9.2.1.4 рекомендуется хранить оцинкованные изделия на деревянных подложках, исключающих контакт с мокрыми и загрязненными участками территории.

9.2.2. Не допускается проводить рядом с местом хранения оцинкованных изделий сварочные работы.

## 10. Гарантийные обязательства

10.1 На основании требований нормативной документации при входном контроле специалисты ООО «Венталл-Дон» производят только визуальный контроль поступивших конструкций на соответствие ГОСТ 9.307. Инструментальный контроль сварных швов и стали, из которых изготовлена конструкция, наличия внутренних напряжений, или отклонений от геометрических размеров конструкции не проводится. После оцинкования, металлоконструкция должна соответствовать ГОСТ 9.307, в соответствии с требованиями которого, контролируется только качество цинкового покрытия, поэтому ООО «Венталл-Дон» не несет ответственности за качество сварных швов, за наличие внутренних напряжений в металлоконструкциях, их склонности к деформациям, растрескиванию, надломам, за их несущую способность, а также за дефекты металлоконструкций, вызванные ошибками конструирования и изготовления.

10.2 Гарантийный срок на цинковое покрытие оговаривается сторонами в момент заключения договора на оказание услуг.

10.3 Гарантийные срок зависит от условий эксплуатации оцинкованной металлоконструкции и определяется в зависимости от условий эксплуатации. ООО «Венталл-Дон» гарантирует сохранность цинкового покрытия в период гарантийного срока при условии соответствия исходного металла требованиям ГОСТ 9.307 и настоящих ТУ а также при хранении и эксплуатации оцинкованного изделия в условиях, исключающих воздействие на него агрессивной среды (кислотные или сильно щелочные растворы, кислотная атмосфера).

10.4 Цинковое покрытие является защитным, а не декоративным покрытием, поэтому изменение цвета, потускнение, появление белесого налета в процессе хранения и эксплуатации горячеоцинкованных изделий гарантийным случаем не являются.

Дубл.	Взам.	Подл.

**Приложение 1****(рекомендуемое)****Влияние химического состава материала основы на качество цинкового покрытия**

Стали для горячего цинкования можно условно разделить на три класса по области содержания кремния:

*Класс 1* Для  $Si < 0,05\%$  ;  $P < 0,025\%$  - кипящая сталь.

Покрытия имеют блестящую поверхность и толщину покрытия **60-100** мкм.

К классу 1 относятся стали - *08кп, Ст1кп, Ст2кп, Ст3кп, Ст4кп, С235.*

*Класс 2* Для  $0,05 < Si < 0,15\%$  ,  $P < 0,025\%$  - полуспокойные стали.

Виды сталей, принадлежащих к данному классу, являются более реактивными по сравнению с предыдущим классом.

Для концентраций  $Si$  близкой к нижнему пределу ( $0,05-0,06\%$ ) , покрытие сохраняет характеристики, получаемые для сталей из I класса.

В интервале  $0,06\% < Si < 0,12\%$  (сталь Санделина) резко увеличивается толщина покрытия, ухудшается адгезия, покрытие может потерять регулярную структуру и приобрести структуру с дисперсными фазами с мелкими или крупными кристаллами.

Для случая, когда содержание  $Si$  близко к максимальному пределу ( $0,12-0,15\%$ ) образуется сравнительно гладкая поверхность характерная для класса 3.

Для данного класса толщина покрытия **100-150** мкм в благоприятных областях по содержанию кремния, **150-280** мкм в неблагоприятных областях, а в пике Санделина **450 мкм и более**, и внешний вид может меняться от блестящего до матового светло-серого. Кроме того, могут появиться некоторые поверхностные отклонения от нормы, а именно рифление и точечные скопления.

К классу 2 относятся стали – *С245, С275, С345Т, С375Т, Ст1пс, Ст2пс, Ст3пс, Ст4пс, Ст5пс.*

*Класс 3* Для  $0,15\% < Si < 0,3\%$   $P < 0,02\%$  - спокойные стали.

В этот класс входят стали со средне - повышенной реактивностью. Структура покрытия содержит дисперсные фазы с кристаллами  $\zeta$ -фазы с дендритной структурой, особенно при содержании  $P > 0,015$ .

На поверхности может появиться фазы  $\eta$  (чистый цинк), что зависит от времени нахождения в ванне оцинкования и температуры оцинкования. Для этого последнего класса толщина покрытия **120-220** мкм, а внешний вид варьируется от блестящего до матового темно-серого.

При большей толщине покрытия могут стать хрупкими.

К классу 3 относятся – *С255, Ст1сп, Ст2сп, Ст3сп, Ст4сп, Ст5сп.*

***Класс конструкционные низколегированные стали.***

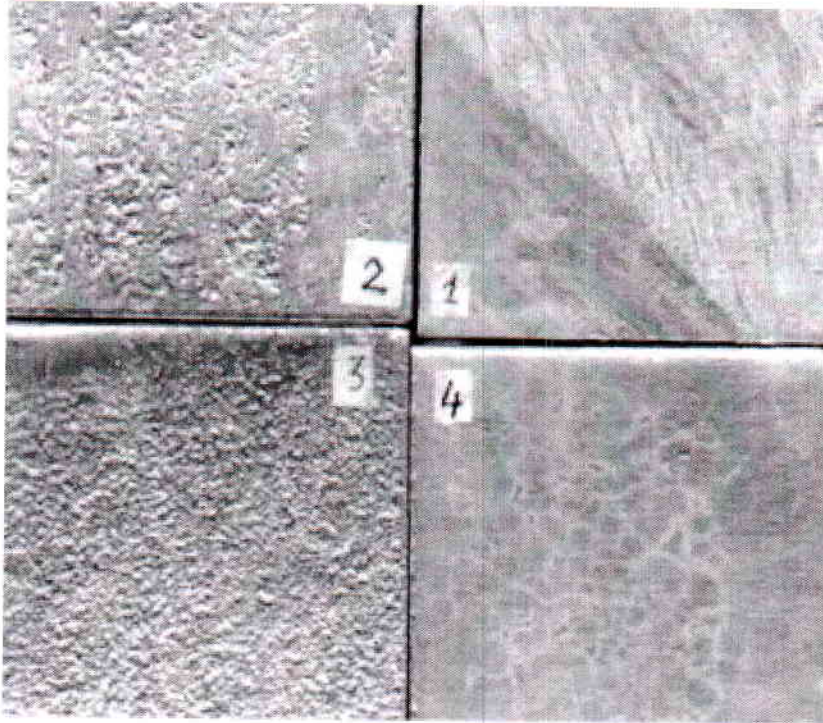
Хотя легированные стали относятся к разряду нецинкуемых, присутствие в малоуглеродистых сталях легирующих элементов в небольших количествах может серьезно не сказаться на качестве цинкования. В данном случае необходимо пробное цинкование и согласование с Заказчиком толщины и качества покрытия.

Содержание кремния  $Si > 0,3\%$  ( $0,5-0,8\%$ ) На этих сталях образуются толстые покрытия (**300-450** мкм и более), достаточно хрупкие, серые, состоящие преимущественно из  $\zeta$  – фазы.

К данному классу относятся - *09Г2С, 09Г2, 09Г2ДТ, 09Г2Т, 10Г2С.*

Дубл.	Взам.	Подл.

**Приложение 2**  
**Внешний вид образцов из стали с различным содержанием кремния при времени погружения в расплав 6 минут**



- 1)  $Si=0,02\%$ ; средняя толщина покрытия 87 мкм; сравнительно гладкая поверхность;
- 2)  $Si=0,08\%$ ; средняя толщина покрытия 250 мкм; мелкозернистая изъеденная поверхность;
- 3)  $Si=0,10\%$ ; средняя толщина покрытия 270 мкм; крупнозернистая изъеденная поверхность с продольными полосами от растворения менее плотного металла;
- 4)  $Si=0,19\%$ ; средняя толщина покрытия 154 мкм; сравнительно гладкая поверхность с рисунком, характерным для спокойных сталей.

Дубл.		
Взам.		
Подл.		

**Лист регистрации изменений**

№ изме- нения	№ заявки на изменение	№ страницы, на которой внесены изменения	Дата внесения изменения	Подпись ПРК


Дубл.  
Взам.  
Подл.

**Лист ознакомления**

Фамилия, инициалы	Должность	Срок ознакомления	Подпись	Дата ознакомле- ния

Дубл.		
Взам.		
Подл.		

Дубл.				
Взам.				
Подл.				

**ТУ**