

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

К КОНСТРУКЦИЯМ ИЗДЕЛИЙ, ПОДГОТОВЛЕННЫХ К ГОРЯЧЕМУ ЦИНКОВАНИЮ



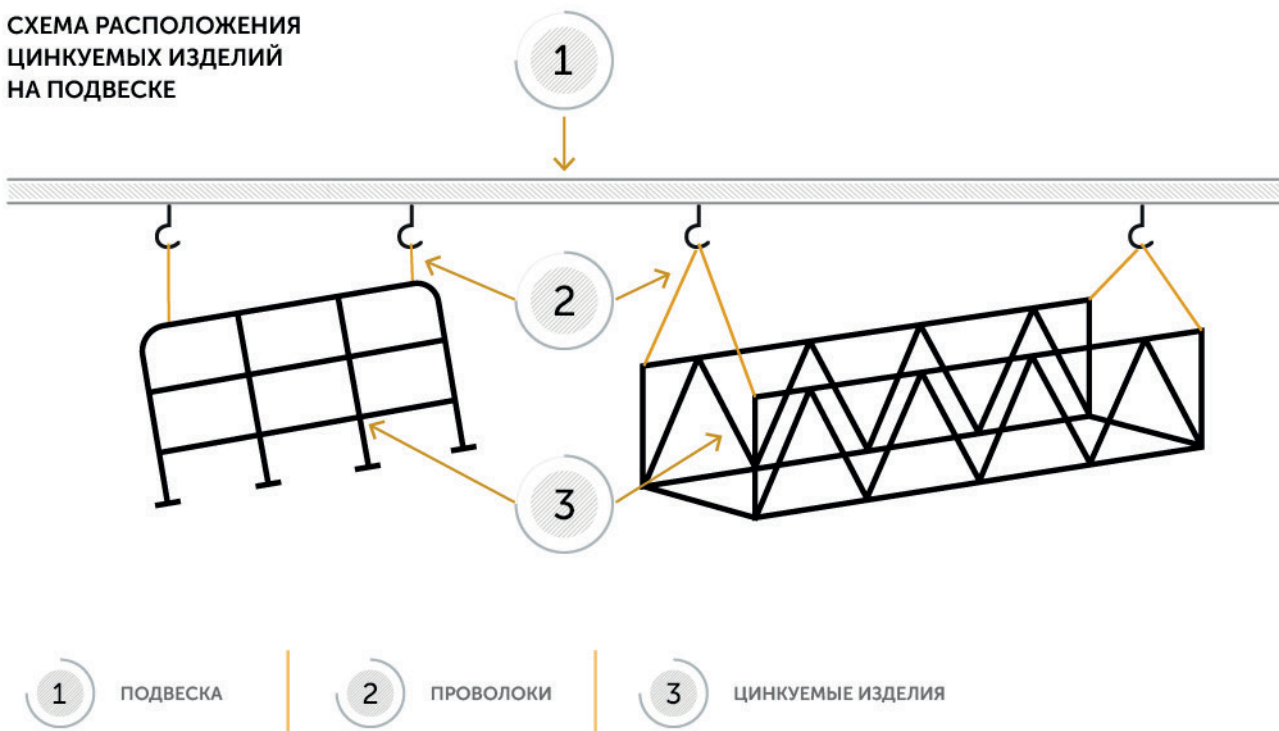
АГРИСОВГАЗ
ГРУППА КОМПАНИЙ

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

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

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

СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ЦИНКУЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ПОДВЕСКЕ



Более подробно данные положения будут рассмотрены на следующих примерах.

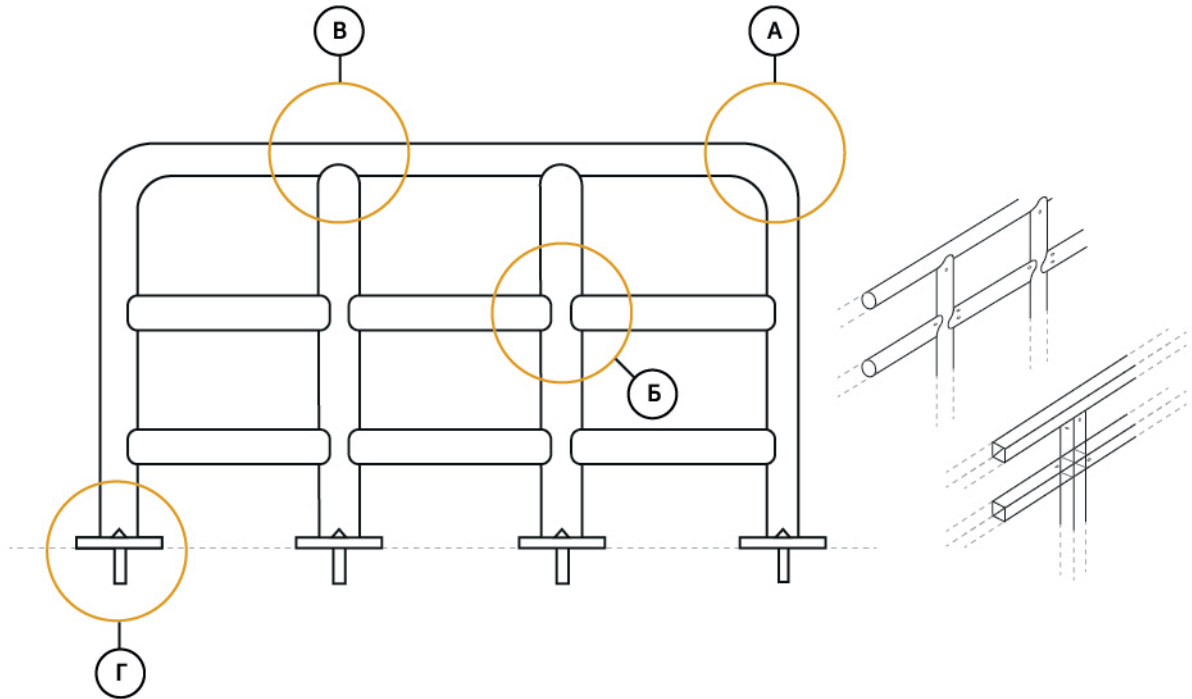


ПЕРИЛЬНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ (ЗАБОРЫ)

рисунок 1.

ТИПОВОЕ ОГРАЖДЕНИЕ.

Узлы, требующие внимания конструктора. Типичная секция перильного ограждения (забора).



Критичным будет конструкторское решение в узлах, обведенных кружками (рисунок 1).



УЗЕЛ **А**

рисунок 2.

РАСПОЛОЖЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ В УЗЛЕ «А».

Для выхода газов разложения флюса.

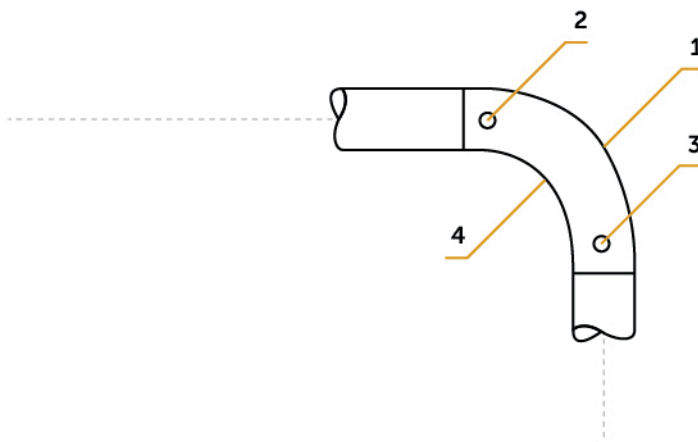


Рисунок 2. Это место, как самая высокая точка изделия, предназначено для выхода газов флюсования. Очевидно, что точка **1** является идеальной для удобства выхода газов, но неприемлема с точки зрения возможности бытового травматизма. Точки **2** и **3** допускают слишком большой объем газового пузыря,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

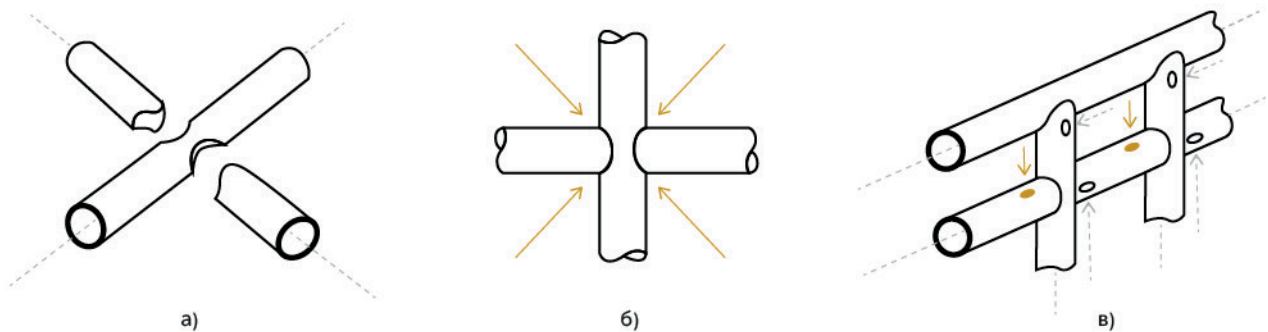
в погруженном изделии, поэтому неприемлемы. Точка **4** является наиболее оптимальной, но и в этом случае газовый пузырь будет еще достаточно большим, поэтому для уничтожения влияния газового пузыря следует иметь небольшое отверстие (диаметром 4-5 мм) в точке **1**.

ПЕРИЛЬНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ (ЗАБОРЫ)

УЗЛЫ **Б** и **В**

рисунок 3. РАСПОЛОЖЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ ПРИ КОНСТРУИРОВАНИИ УЗЛА **Б** и **В**.

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



УЗЕЛ **Б** **рисунок 3**

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

в вертикальной трубе перед приваркой к ней горизонтальных труб должно быть создано отверстие, равное сечению горизонтальной трубы (**рисунок 3 а**). Если это отверстие меньше, то горизонтальная труба при извлечении изделия захватит значительное количество цинка, что недопустимо;

на каждой горизонтальной трубе создаются отверстия в местах, указанных на **рисунке 3 б**.

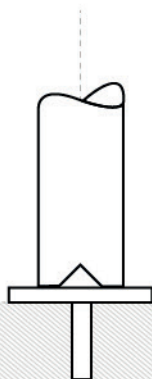
В этом случае каждая труба рассматривается как отдельное изделие, и к нему применяется общее положение о создании по одному отверстию в самой верхней и в самой нижней точке. Это очень неудобный метод, но он часто возникает, когда оказывается, что изделие, подготовленное к использованию в черном виде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

УЗЕЛ **В** **рисунок 3**

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

УЗЕЛ **Г**

рисунок 4. КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ УЗЛА **Г**



УЗЕЛ **Г** **рисунок 4**

Решения беспрепятственного удаления цинка могут быть различными. Наиболее удобным может быть решение, показанное на **рисунке 4**, хотя может быть просверлено отверстие в опорной пластине. Вид технического решения влияет на последующую судьбу изделия — в первом случае внутренняя поверхность изделия будет всегда сухой, что важно при эксплуатации изделия; во втором случае скапливающаяся в углублении вода будет способствовать коррозии.

Из рассмотренного выше очевидно, что у представленного на **рисунке 1** изделия должно быть четыре технологических отверстия для слива цинка и, как минимум, одно для выхода газов разложения флюса, если используются сочленения между трубами, как показано на **рисунке 3 а**. Количество технологических отверстий будет значительно больше, если применяются решения, показанные на **рисунке 3 б**.

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

рисунок 5. ОГРАЖДЕНИЯ ИЗ ПРОФИЛЬНОЙ ТРУБЫ

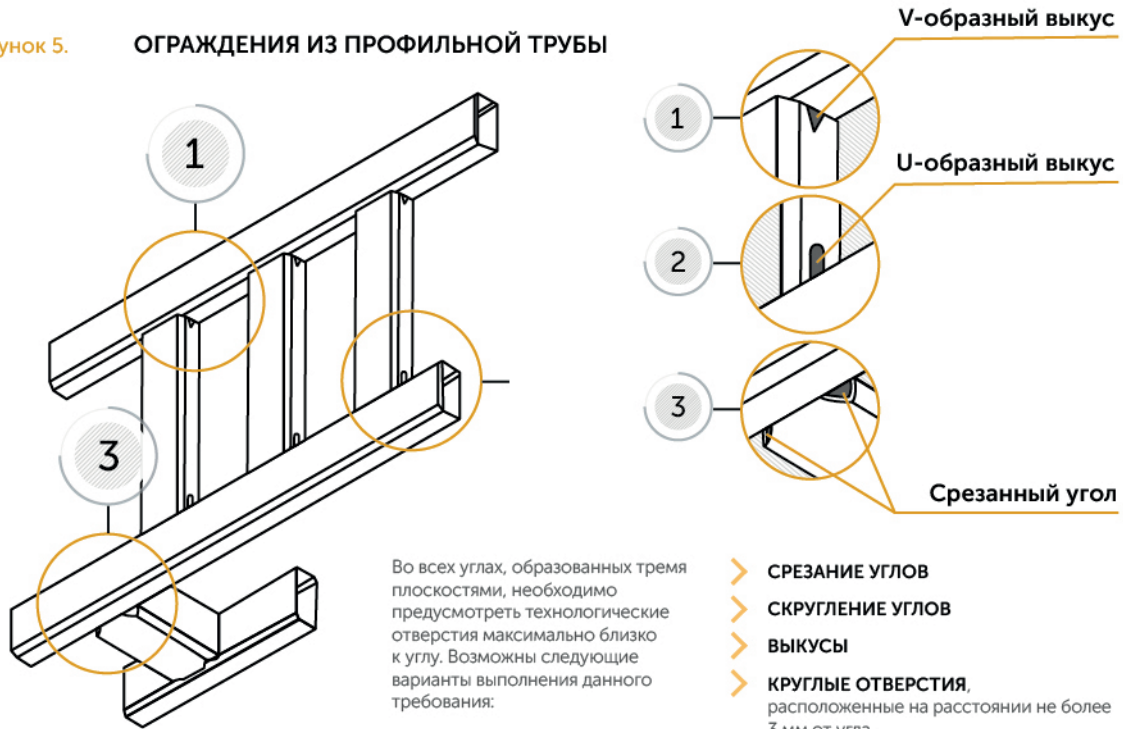
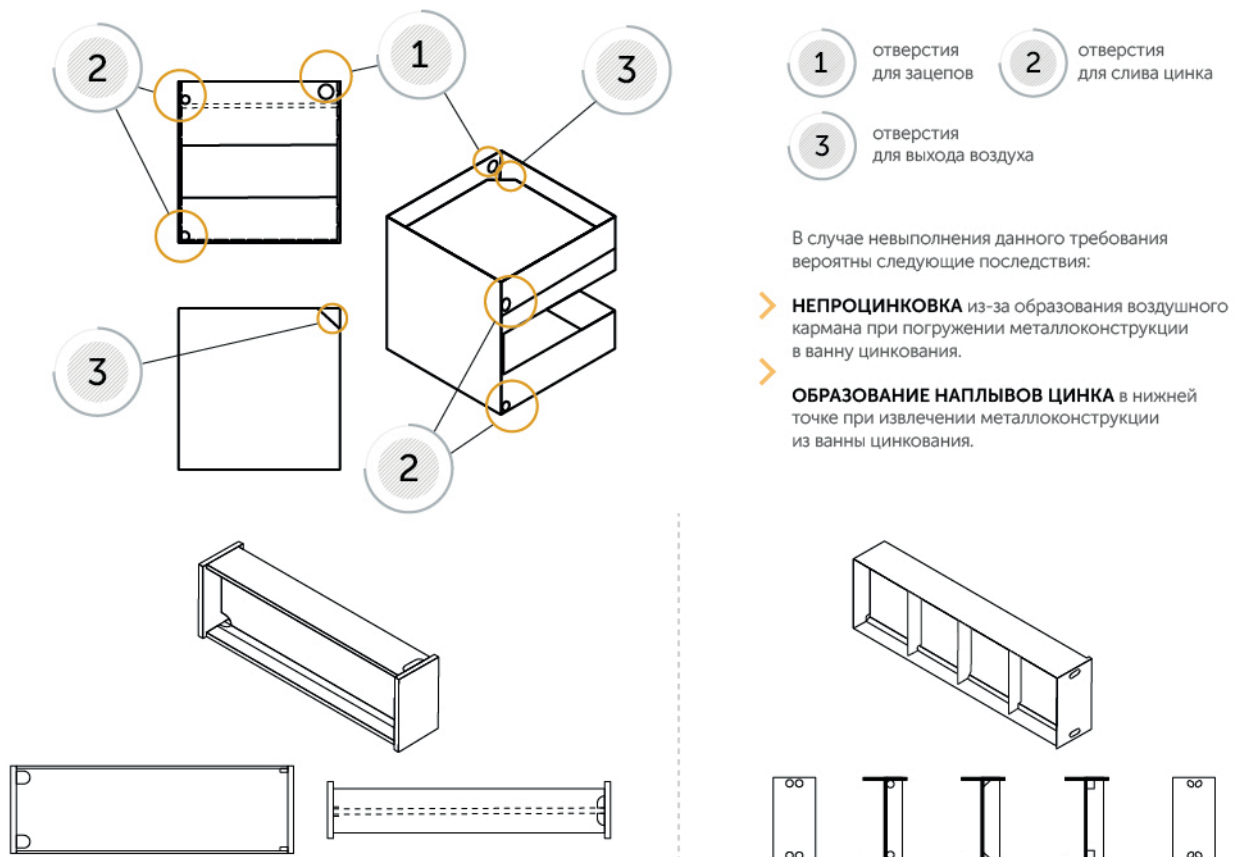


рисунок 6.



КОЛОННЫ

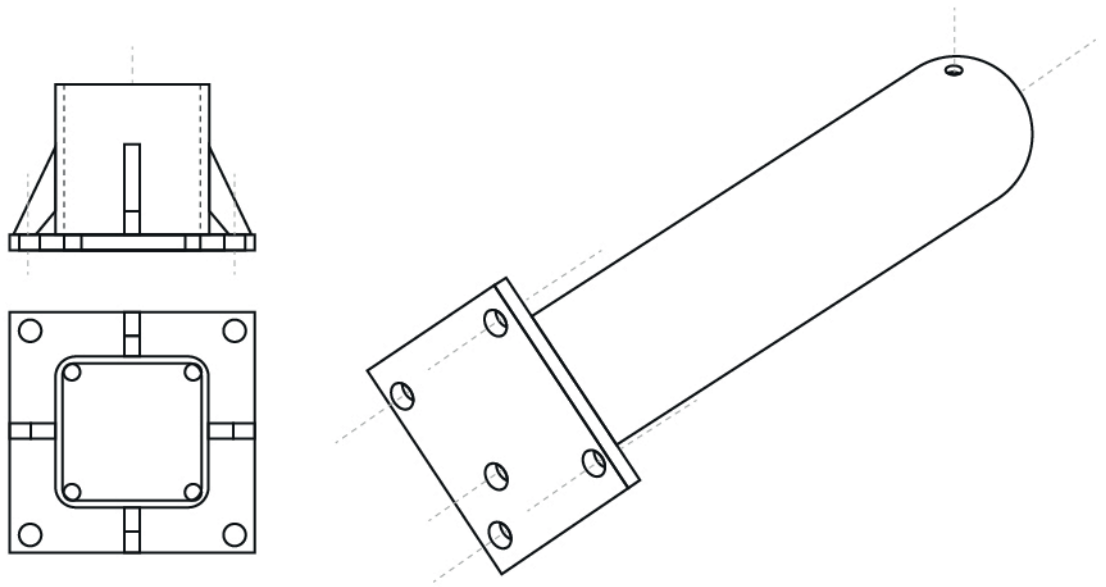
Рассмотрим теперь проблему конструирования изделий типа колонн. Как правило, эти изделия достаточно велики по размерам, и их цинкуют, располагая по длине ванны. Их базы обычно выглядят следующим образом. **Внимание: у ребер срезан прямой угол.**

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

ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ БАЗ КОЛОНН И ОПОР:

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

рисунок 7.

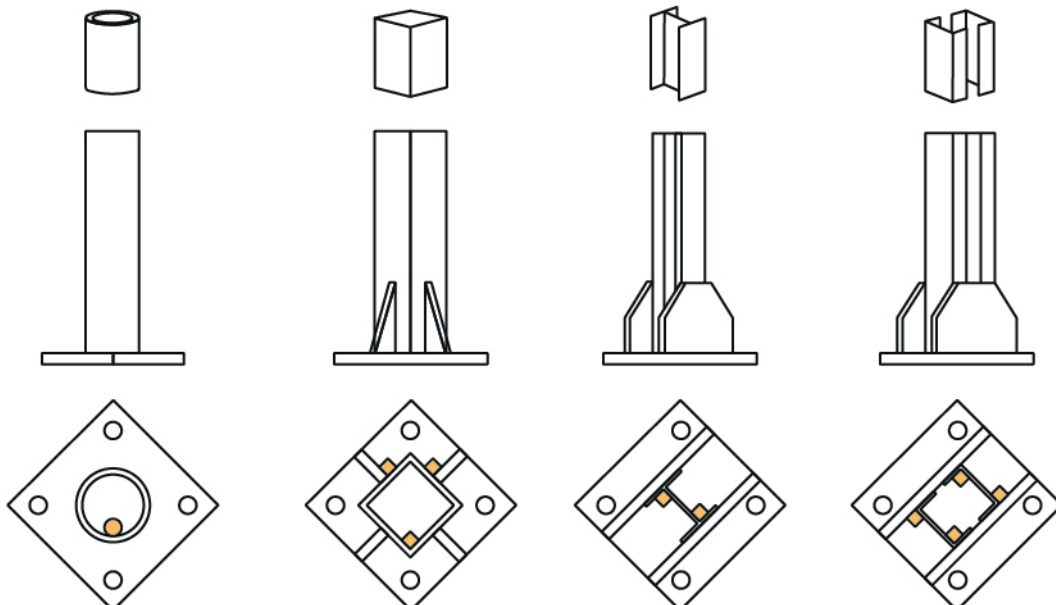


Не допускается выполнять отверстие в центре торцевой пластины, поскольку это приведет к застыванию остаточного цинка внутри конструкции и образованию подтеков цинка (рисунок 7 и 8).



рисунок 8.

● ■ - примеры выполнения технологических отверстий

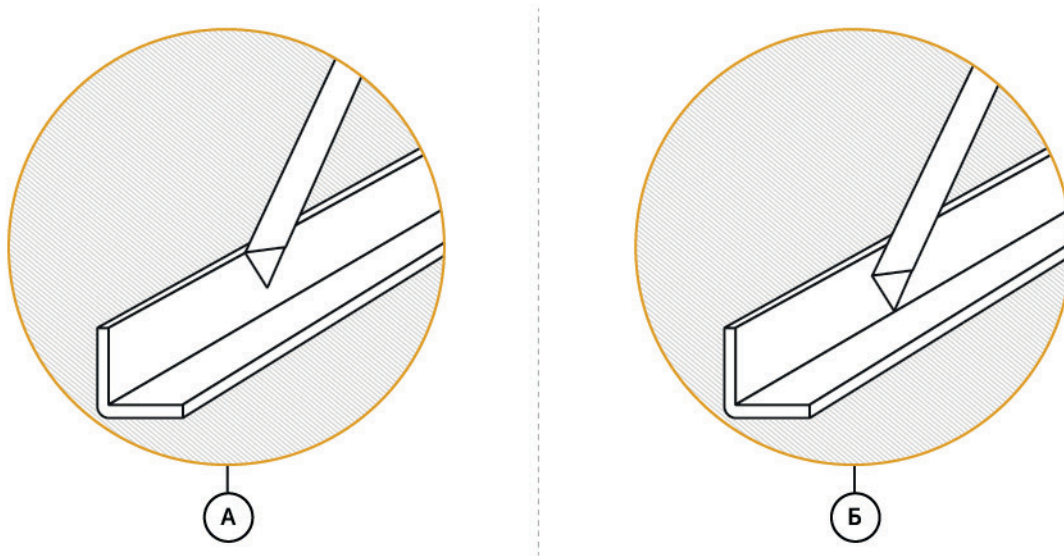


ФЕРМЫ

При изготовлении ферм из открытых профилей (уголки, швеллеры, двутавры) необходимо учитывать требования, показанные на [рисунке 9](#) – приваривать элементы решетки к поясам фермы

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

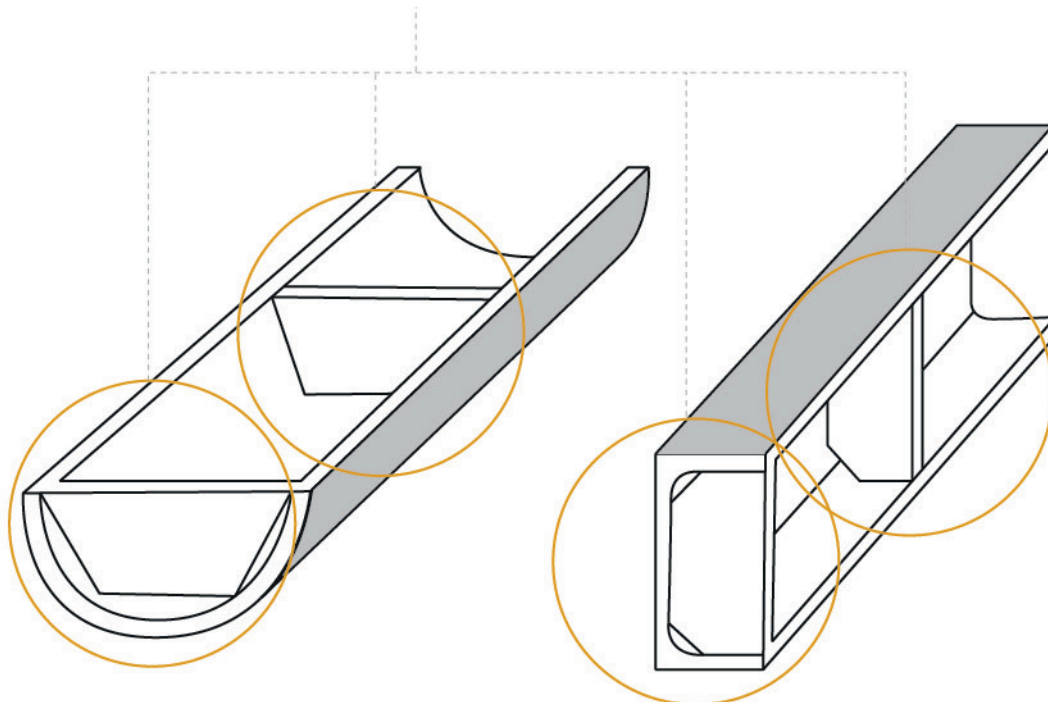
[рисунк 9.](#) ПРАВИЛЬНАЯ **А** И НЕПРАВИЛЬНАЯ **Б** ПРИВАРКА ЭЛЕМЕНТОВ РЕШЕТКИ



[рисунк 10.](#) РЕБРА ЖЕСТКОСТИ В КОНСТРУКЦИИ

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

при извлечении изделия из ванны они не препятствовали стеканию цинка ([рисунк 10](#)).

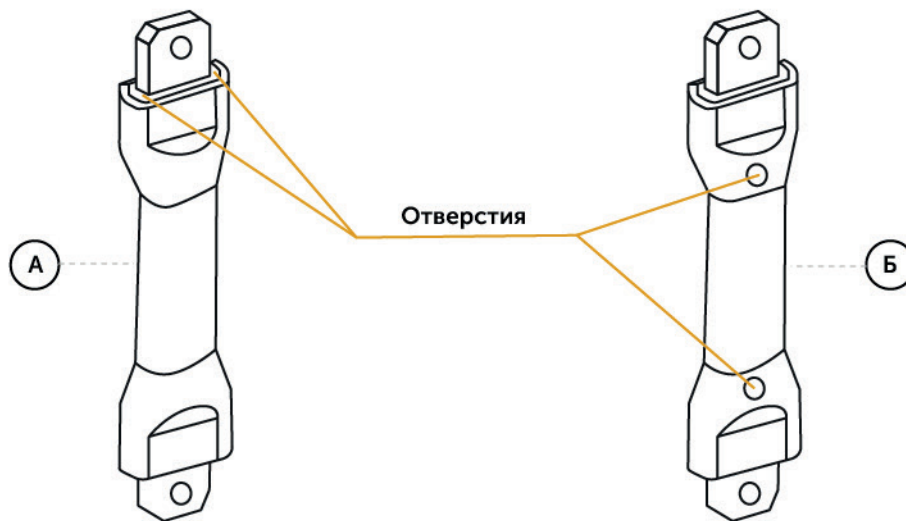


ТЯГИ

Их обычно изготавливают путем расплющивания концов труб, вставки крепежной части и обварки. В тягах, подготавливаемых для горячего цинкования, размер трубы в расплющенной части должен превышать ширину крепежной части, как минимум, на 1,5-2 см, чтобы после обварки с каждой стороны тяги были отверстия, что видно из [рисунка 11 а](#)). На [рисунке 11 б](#)) дано другое решение проблемы, а именно, в самой нижней и самой верхней точке тяги сверлится по отверстию.

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

рисунк 11. СПОСОБЫ СОЗДАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ ПРИ ЦИНКОВАНИИ ТЯГ:
а) оптимальное решение
б) допустимое решение



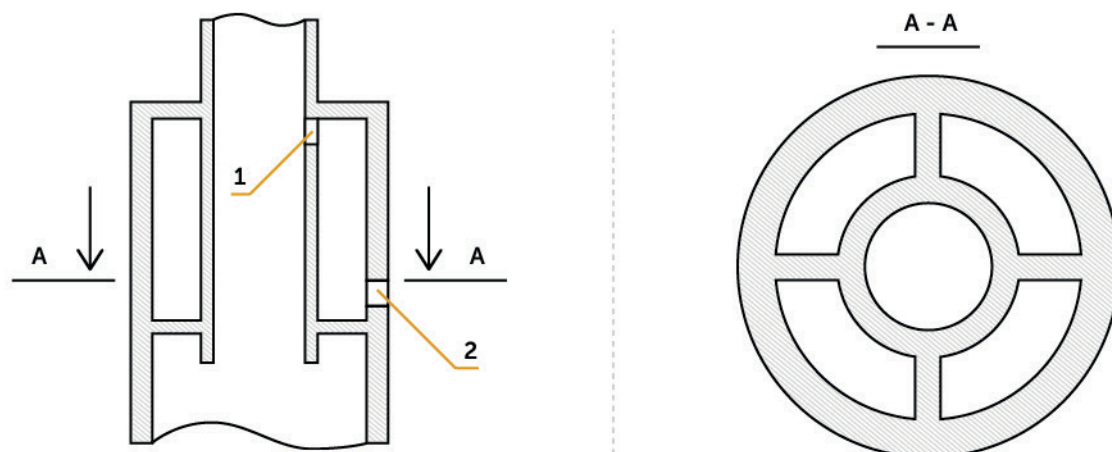
ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ОПОРЫ

Данная продукция изготавливается из труб различных диаметров (двух или более). Узел соединения труб изображен на [рисунке 12](#). Для соединения труб между собой часто используют два кольца - одно (распорное) с внешним диаметром, равным внутреннему диаметру большей трубы, другое - с внешним диаметром, равным внешнему диаметру трубы, а внутренние диаметры колец равны наружному диаметру меньшей трубы. После сборки и сварки между трубами образуется замкнутый (или закрытый с одного конца) объем, который

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

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

рисунк 12. СПОСОБ СОЕДИНЕНИЯ ТРУБ РАЗЛИЧНОГО ДИАМЕТРА В СТОЛБАХ ЭЛЕКТРООСВЕЩЕНИЯ

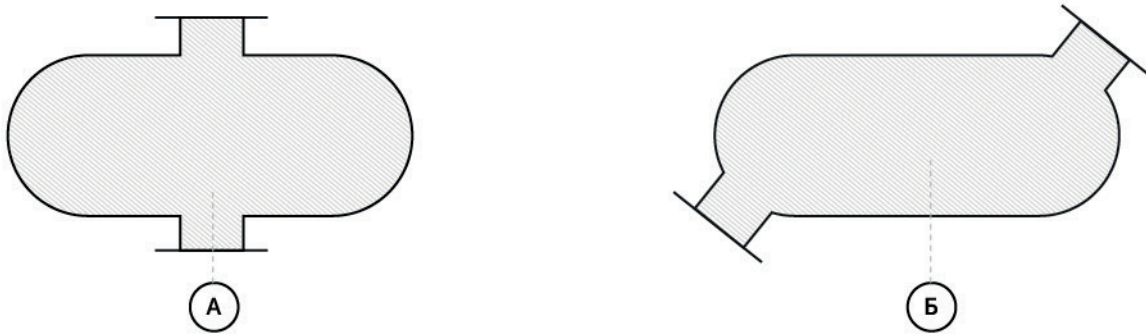


РЕЗЕРВУАРЫ

При цинковании резервуаров (рисунок 13) необходимо, чтобы сливные штуцера находились на плоскости погружения, и чтобы размеры резервуара при таком их расположении не превышали

ширины ванны, и при этом не образовывался воздушный пузырь. Как правило, резервуары общепринятой конструкции этим требованиям не соответствуют (рисунок 13 а).

рисунок 13. **ВОЗМОЖНОСТЬ ЦИНКОВАНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ:**
 а) обычное расположение штуцеров: цинкование невозможно;
 б) оптимальное расположение штуцеров: цинкование возможно.



НЕПРАВИЛЬНО



ПРАВИЛЬНО



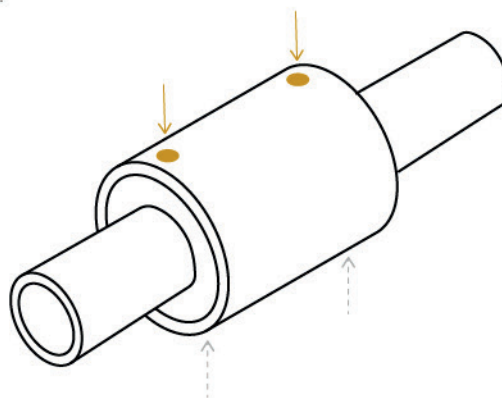
ТИП «ТРУБА В ТРУБЕ»

К резервуарам можно отнести и изделия, аналогичные изображенным на рисунке 14. Пространство между двумя трубами разного диаметра необходимо снабдить отверстиями для выхода цинка и газов разложения флюса в соответствии с вышеизложенным.

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

рисунок 14. **ЦИНКОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ ТИПА «ТРУБА В ТРУБЕ»**

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







СВАРКА И ЦИНКОВАНИЕ

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

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

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

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

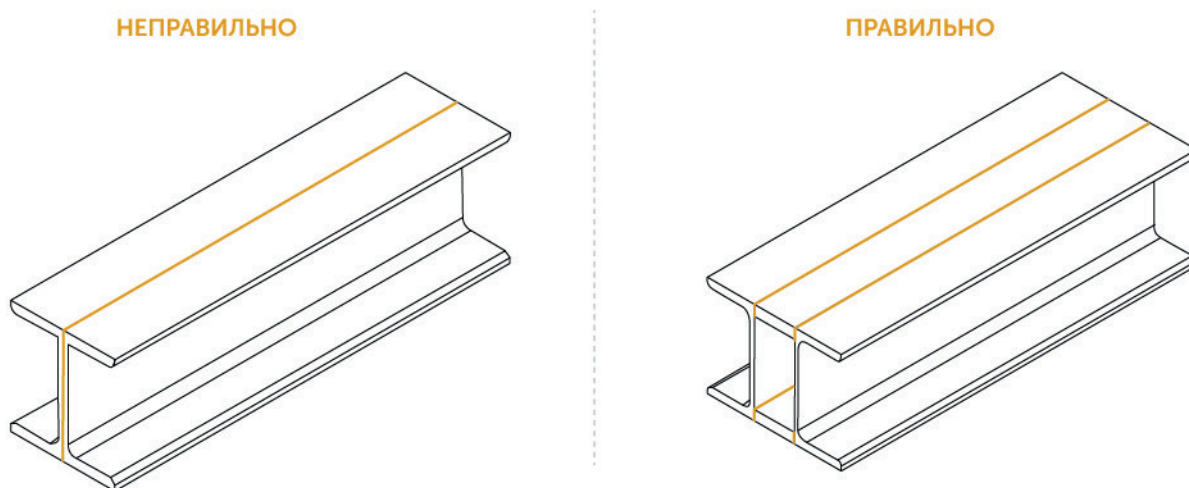
СВАРКУ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ следует производить встык либо двусторонними швами, либо односторонним швом с проваркой.

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

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

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

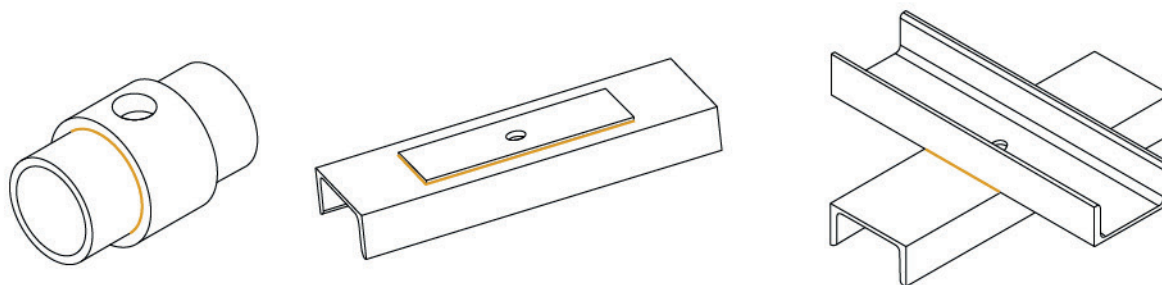
рисунок 15.



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

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

рисунок 16.



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

ПОВОДКА И РАЗРУШЕНИЕ МЕТАЛЛА ПРИ ГОРЯЧЕМ ЦИНКОВАНИИ

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

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

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

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

1

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

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

2

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

3

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

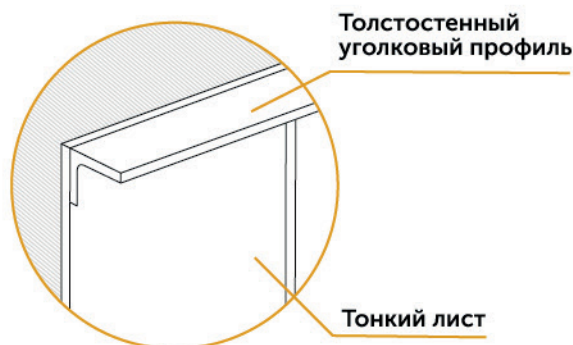


рисунок 17.

4

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

5

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

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

ПОВОДКА И РАЗРУШЕНИЕ МЕТАЛЛА ПРИ ГОРЯЧЕМ ЦИНКОВАНИИ

6

Изделия, по возможности, должны быть симметричными.

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

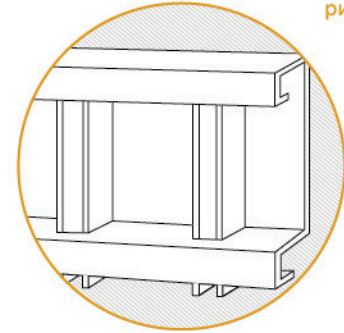


рисунок 18.

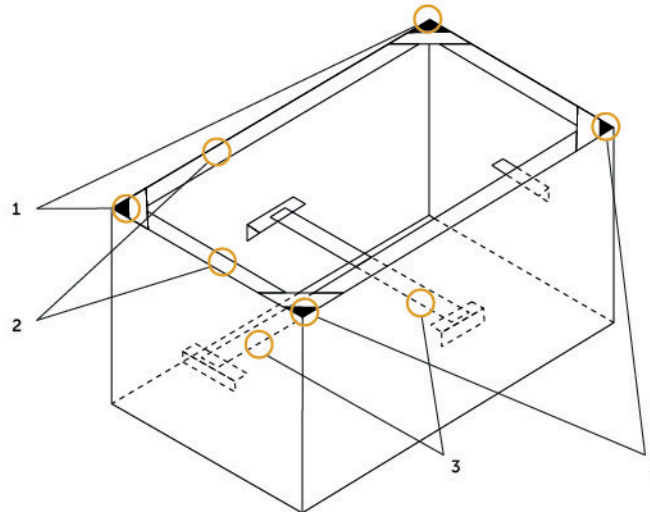
7

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

8

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

рисунок 19.



1. отверстия
2. элементы усиления
3. растяжки

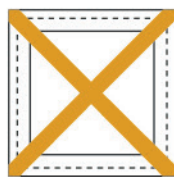
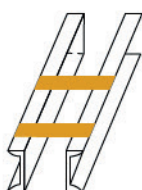
Для минимизации деформаций в открытых резервуарах (коробах) внутри изделия рекомендуется предусматривать растяжки, а при наличии усиления по кромкам изделия - отверстия в углах.

Растяжки рекомендуется выполнять толщиной, близкой к толщине стенки изделия.

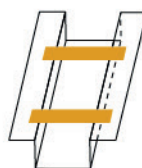
9

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

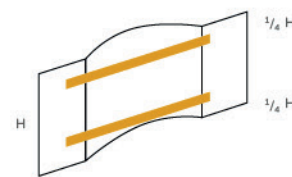
рисунок 20.



Рамка из уголковых профилей



Жёлоб



Цилиндрический профиль

— - Скобы

10

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

11

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

Требования к минимальным размерам технологических отверстий для выхода газов и стекания цинка представлены в [таблицах 1, 2](#)

таблица 1. СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ РАЗМЕРАМИ ТРУБ И МИНИМАЛЬНЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ РАЗМЕРОВ И КОЛИЧЕСТВОМ ОТВЕРСТИЙ В ЗАГЛУШКАХ на концах изделий длиной менее 6 м.

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

таблица 2. СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ РАЗМЕРАМИ ТРУБ И МИНИМАЛЬНЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ РАЗМЕРОВ И КОЛИЧЕСТВОМ ОТВЕРСТИЙ В ЗАГЛУШКАХ на концах изделий длиной более 6 м.

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

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