

«Утверждаю»

Главный инженер ОАО «РМЗ»

Л.С. Казаченко

«__» _____ 2017г.

Приложение к технологическим инструкциям:

ТИ 25271.00008 Цинкование стальных труб в расплаве цинка

ТИ 25271.00009 Цинкование стальных конструкций в расплаве цинка

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ
К МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЯМ, ПОДВЕРГАЮЩИМСЯ
АНТИКОРРОЗИЙНОМУ ПОКРЫТИЮ МЕТОДОМ ГОРЯЧЕГО
ЦИНКОВАНИЯ**

Заказчик при заключении договора на горячее цинкование металлоизделий представляет Исполнителю чертежи, в которых указаны размеры и вес изделий, марка стали, требования по толщине цинкового покрытия; совместно с чертежами представляются сертификатные данные по химическому составу стали, из которой изготовлены изделия.

Форма конструкций и качество цинкуемых поверхностей должны соответствовать рекомендациям СТБ ISO 14713-2-2012 и настоящим техническим требованиям.

Габаритные размеры цинкуемых изделий

Для металлоконструкций: длина — до 12,5 м, ширина — до 1,5 м, высота — до 2,5 м. Масса одного изделия не должна превышать 8 тн.

Для труб: длина – от 4,0 до 8,2 м, диаметр – от 1/2” до 4”.

Требования к химическому составу стали

Некоторые элементы, в частности кремний (Si) и фосфор (P), на поверхности стали могут оказывать воздействие на горячее цинкование продолжением реакции между железом и расплавленным цинком. Поэтому в определенных сталях можно достигнуть более стойкого покрытия с соответствующим внешним видом, толщиной и текстурой. Процесс получения стали (например, горяче- или холоднокатаная) может также влиять на реакцию с расплавленным цинком. Если эстетически важен внешний вид покрытия, то предъявляются особые критерии к толщине или гладкости поверхности и рекомендуется обратиться к специалисту-гальванику до изготовления изделия или до процесса горячего цинкования.

В таблице 1 приведены упрощенные рекомендации в зависимости от химического состава стали, которые связаны с определенными типичными характеристиками покрытий. Цинкование проводится при температуре 445 °С – 460 °С.

Таблица 1 – Характеристики покрытия в зависимости от химического состава стали

Категория	Типичные уровни реактивности элементов	Дополнительная информация	Типичные характеристики покрытия
A	Si ≤ 0,04 P < 0,02	См. примечание 1 Толщина цинкового покрытия до 180 мкм, высокая прочность сцепления	Покрытие имеет блестящий внешний вид с мелкой текстурой. Структура покрытия включает внешний слой цинка
B	0,14 < Si < 0,25	Сплав «железо – цинк» может проникать через покрытую поверхность. Толщина покрытия увеличивается с увеличением содержания кремния на поверхности. Другие элементы также могут влиять на химическую активность стали. Например, содержание фосфора более 0,035 % будет вызывать повышенную	

		химическую активность Толщина цинкового покрытия до 250 мкм, высокая прочность сцепления	
C	$0,04 < Si \leq 0,14$	Могут быть образованы чрезмерно толстые покрытия Толщина цинкового покрытия более 300 мкм, низкая прочность сцепления	Покрытие имеет темный внешний вид с грубой текстурой. Сплав «железо – цинк» доминирует в структуре покрытия и часто распространяется на покрытые поверхности и снижает стойкость при обращении и эксплуатации
D	$Si \geq 0,25$	Толщина покрытия увеличивается с увеличением содержания кремния Толщина цинкового покрытия более 300 мкм, низкая прочность сцепления	

Примечание 1 – Стали, соответствующие формуле $Si + 2,5P \leq 0,09 \%$, должны обладать такими же характеристиками. Для холоднокатаных сталей эти характеристики будут наблюдаться, когда стали будут соответствовать формуле $Si + 2,5P \leq 0,04 \%$.

Примечание 2 – Наличие легирующих элементов (например, никеля) в цинковом расплаве может оказать существенное влияние на характеристики покрытия, указанные в настоящей таблице. Таблица не содержит соответствующих указаний для высокотемпературного цинкования (например, погружение в расплавленный цинк при $530 \text{ }^\circ\text{C} - 560 \text{ }^\circ\text{C}$).

Примечание 3 – Стали, указанные в настоящей таблице, будут изменяться под влиянием других факторов, и границы каждого диапазона будут соответственно меняться.

При использовании сталей категории B, C, и D рекомендуется пробное цинкование и согласование качества покрытия между Заказчиком и Исполнителем.

Конструктивные решения элементов изделий

При горячем цинковании деталей необходимо следить за тем, чтобы эти детали не имели закрытых пустых полостей. Так как нагрев изделия до температуры цинкового расплава вызывает в закрытых полостях повышение давления, что приводит к взрыву. Переданные на оцинковывание металлические изделия не должны иметь «карманов», закрытых полостей и допускать образования воздушных мешков, все полости должны быть доступны для беспрепятственного поступления и выхода из них жидкостей, газов и расплавленного цинка. Для уменьшения длины пути выхода расплава цинка, в изделиях следует предусматривать одно или несколько технологических отверстий диаметром 15-25 мм.

Все дополнительные работы по сверлению или вырезке технологических отверстий, а также по защите поверхностей, не требующих нанесения цинкового покрытия, оговариваются в договоре.

Сварка элементов изделий должна быть выполнена встык либо двухсторонними швами, либо односторонним швом с подваркой. Сварные швы должны быть равномерными, плотными и сплошными по всей длине.

На поверхности изделий не должно быть металлической стружки, краски, графитовой смазки, брызг электродного металла, расслоений, трещин, закатанной окалины, коррозионных повреждений, усадочных раковин; заусенцев на торцах труб и кромках элементов изделий и отверстий и других загрязнений (песка, глины и т.п.); сварные швы не должны иметь следов шлака, остатков флюса, пористости, свищей и других дефектов.

Изделия должны иметь технологические отверстия диаметром не менее 8 мм на расстоянии до 50 мм от торцов для навешивания их на траверсы.

Заусенцы, сварочные обрызги, остатки маркировочной краски и прочее следует зачистить пневматической или электрической шлифовальной машинкой или зубилом. После зачистки произвести обдувку поверхности изделий сжатым воздухом. Острые углы и кромки изделий, за исключением технически обоснованных случаев, должны быть скруглены радиусом не менее 0,3 мм.

Трубы и патрубки не должны иметь заглушек, затрудняющих их контроль и свободный вход и выход жидкостей и расплава из внутренних полостей при цинковании. Качество покрытия внутренних полостей на изделиях Исполнитель не гарантирует.

Изделия из марганцовистой стали должны поставляться Заказчиком на оцинковку после дробеструйной обработки поверхностей. Промежуток по времени между дробеструйкой и цинкованием не более 10 часов. После дробеструйной обработки поверхности необходимо произвести обдув изделий сжатым воздухом для удаления металлической пыли и остатков чугунной дроби.

При соблюдении требований к качеству подготовки цинкуемых поверхностей на изделиях Исполнитель гарантирует качество цинкового покрытия соответствующее требованиям конструкторской документации и ГОСТ 9.307-89. Оптимальная толщина цинкового покрытия 80-120 мкм, при возможности от 40 до 250 мкм.

В случае несоответствия качества подготовки цинкуемых изделий настоящим техническим требованиям, по результатам входного контроля Исполнителя, стоимость работ по горячему цинкованию может быть повышена по сравнению с предварительно согласованной стоимостью при заключении договора.

Изделия, не имеющие сопровождающей технической документации настоящих требований, не принимаются исполнителем на оцинковку.

Диаметры технологических отверстий не должны быть менее 10 мм. Реальные диаметры выбирают из практики, а именно, площадь технологического отверстия у конструкций из длинномерных полых профилей должна быть не менее $1/7-1/10$ площади сечения профиля, входящего в состав конструкции. Чем больше технологические отверстия, тем более гладко протекает процесс цинкования и тем более качественное покрытие наблюдается.

Резьбовые соединения после цинкования подлежат повторной калибровке, то есть остаются практически черными.

На поверхности металла не должно быть закатанной окалины, заусенцев, пор, включений, сварочных шлаков, остатков формовочной массы (для литьевых деталей), графита, консервационной смазки, металлической стружки, краски. Если при обработке изделий использовались СОЖ (СОТС), то последние не должны содержать силиконовых масел.

Не используйте для изготовления цинкуемых конструкций старый металл! На нем могут быть следы вдавленной краски!

Металлоконструкции обязательно поставлять пакетами по маркам и с бирками. На бирке обязательно указывать марку стали. Чертежи сложных конструкций (особенно сделанных из полых профилей) должны быть согласованы с техническим отделом.

В конструкциях не рекомендуется использовать стали различного химического состава, поскольку различия во внешнем виде покрытия различных частей изделия будут бросаться в глаза, и отсюда изделие будет иметь заметно неряшливый вид.

Крайне нежелательно использование в конструкциях металла сильно различающейся толщины. Если толщина металла составных частей конструкции различается более, чем в два раза, из-за различной скорости нагрева и охлаждения возможно изменение формы более тонких (и поэтому более слабых) частей конструкции.

Материал сварочных прутков должен максимально соответствовать по химическому составу материалу свариваемых частей.

При сварке угловых соединений недопустим какой-либо натяг одной из деталей; желательно перед сваркой закрепление детали методом приварки, лишь затем осуществляется сварка непрерывным швом. Все угловые соединения контактирующих поверхностей должны быть доступны для сварки.

При цинковании изделий, полученных с применением гибки, следует использовать как можно больший радиус. Рекомендуется при холодной деформации металла использовать радиус гибки не менее трех толщин материала. Если требуется меньший радиус, гибка должна быть горячей. Хотя цинкуемые стали и не стареют под напряжением, все же старайтесь избегать в конструкциях гнутый металл.

Холодная пробивка отверстий на деталях толщиной менее 6 мм не влияет на рабочие 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.

Желательно по возможности конструировать симметричные изделия. Несимметричные изделия в результате цинкования могут изменить форму. Расстояние между параллельными поверхностями не должно быть меньше 3-4 мм, в противном случае пространство между этими поверхностями может быть не оцинковано.

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.

Ограждения

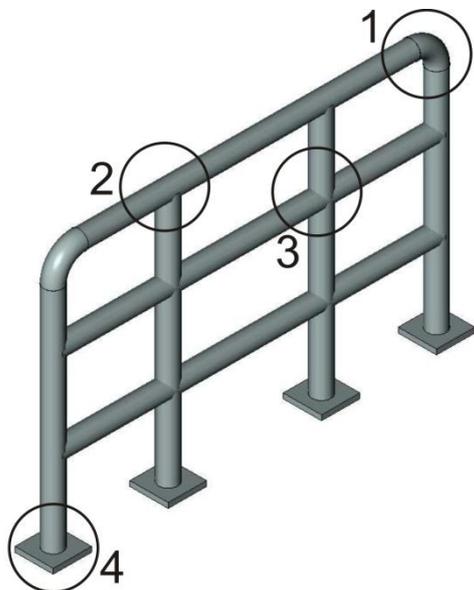
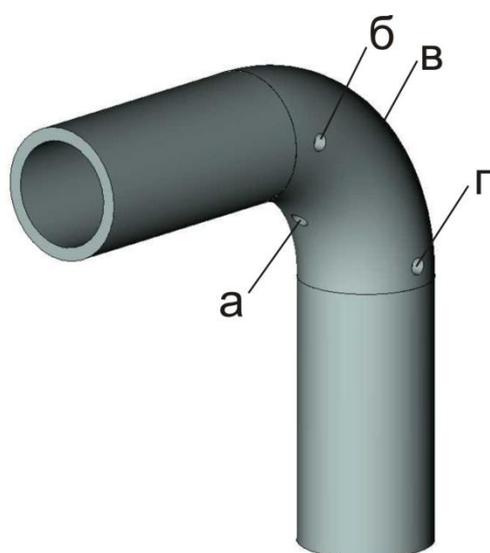


Рис.1. Типовое ограждение. Узлы, требующие внимания конструктора.

Критичным будет конструкторское решение в узлах, обведенных на рис. 2 кружками. Рассмотрим эти узлы подробнее.

УЗЕЛ 1 (рис. 2). Это место, как самая высокая точка изделия, предназначена для выхода газов флюсования. Очевидно, что точка *a* является идеальной с точки зрения удобства



выхода газов, но неприемлема сточки зрения возможности бытового травматизма. Точки *б* и *в* допускают слишком большой объем газового пузыря, остающегося в погруженном изделии, поэтому неприемлемы. Точка *г* 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 *a*.

Рис. 2. Расположение отверстий в узле 1 для выхода газов разложения флюса (пояснения в тексте)

УЗЕЛ 2 (рис. 3а, 3б). Очевидно, что места соединения горизонтальных труб с вертикальной являются препятствиями для свободного перелива цинка. Могут быть два конструктивных решения:

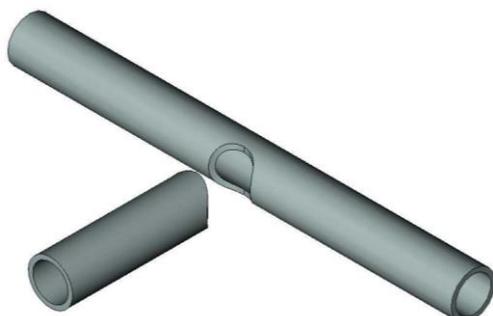
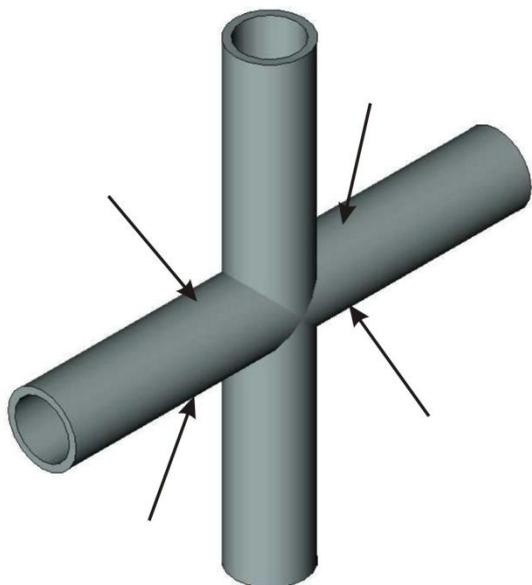


Рис. 3а. Расположение отверстий при конструировании узла 2. Оптимальное решение.

-в вертикальной трубе перед приваркой к ней горизонтальных труб должно быть создано отверстие, *равное* сечению горизонтальной трубы (рис. 3а). 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 рис. 3б. 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.

Рис. 3б. Расположение отверстий при конструировании узла 2. Допустимое решение (в горизонтальных трубах созданы отверстия, местоположение которых указано стрелками).

УЗЕЛ 3 Конструируется аналогично узлу 2, 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.

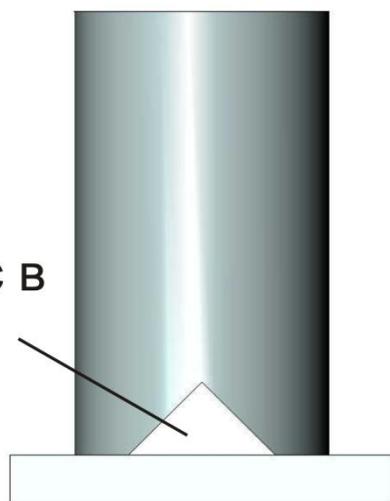
УЗЕЛ 4 Решения беспрепятственного удаления цинка могут быть различными.

Наиболее удобным может быть решение, показанное на рис. 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.

Рис. 4. Конструктивное решение узла 4.

Выкус в трубе



Из рассмотренного выше очевидно, что у представленного на рис. 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 рис. 3а. Количество технологических отверстий будет значительно больше, если применяются решения, показанные на рис. 3б.

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 (рис.5).

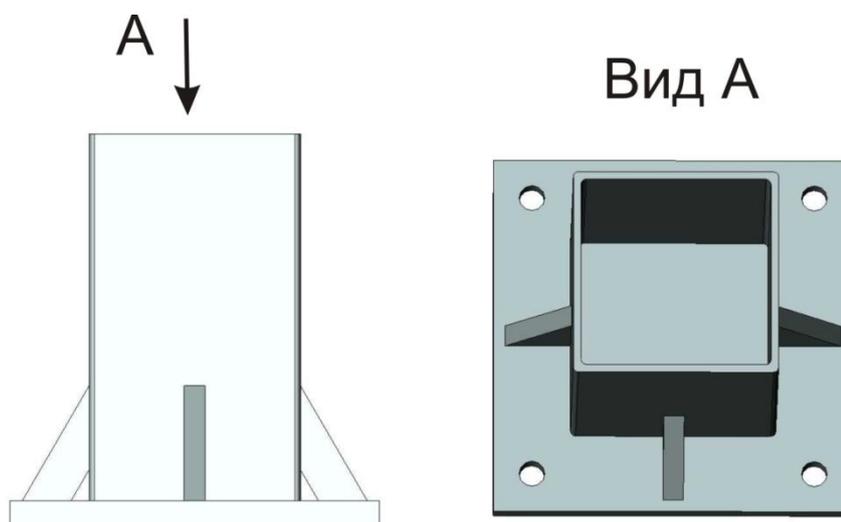
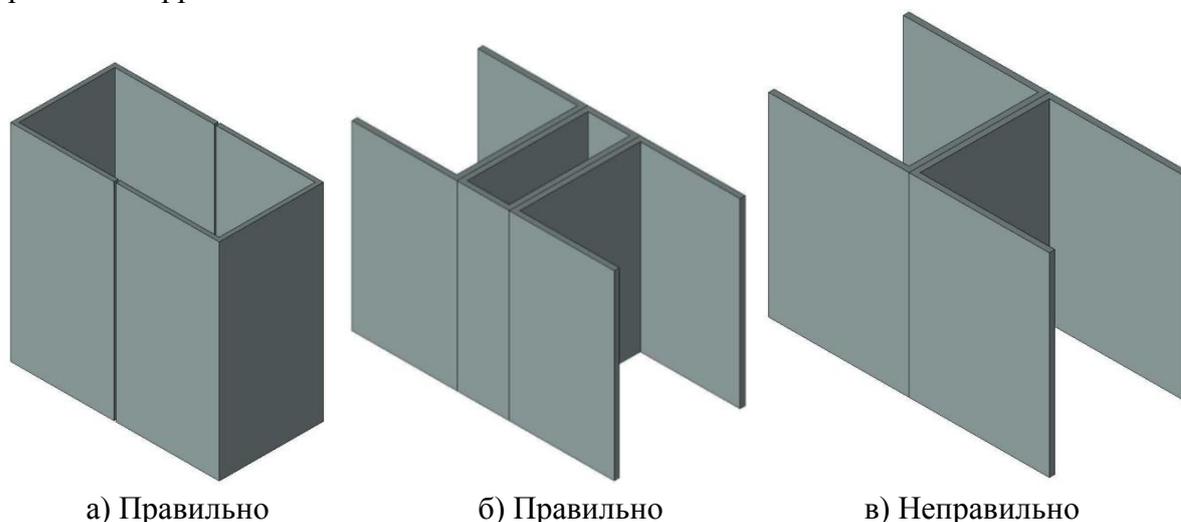


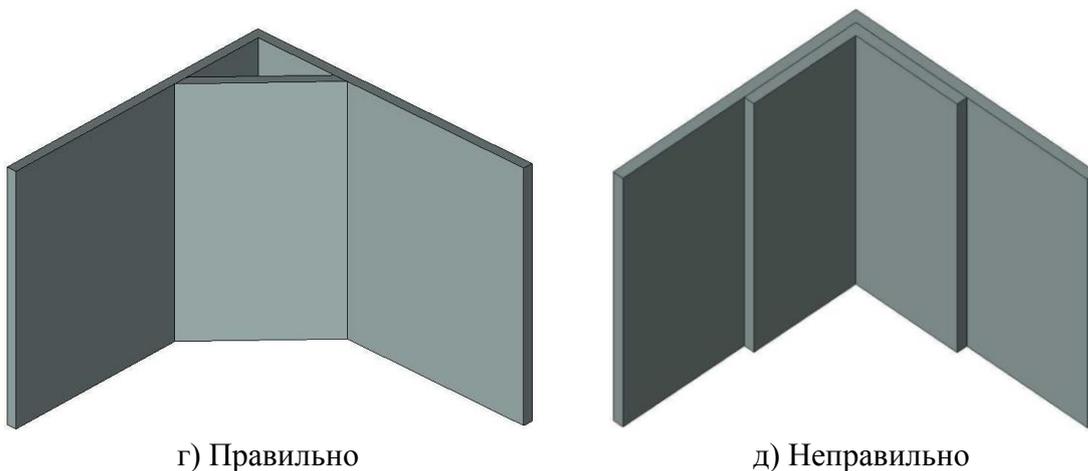
Рис. 5. Правила конструирования баз колонн:

- 1) обязательное удаление металла на прямом угле ребер;
- 2) отверстия для слива цинка в основании обязательно располагаются как можно ближе к стенке на линии, соединяющей отверстия для крепежных болтов.

Просим обратить внимание на то, что 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. Также необходимо создать отверстия для беспрепятственного слива цинка. Оптимальным решением в данном случае можно считать наличие в опорной плите, как минимум, двух отверстий, расположенных по диагонали между отверстиями для анкерных болтов, как можно ближе к стенке, привариваемой к основанию трубы. В этом случае оцинковщику не надо думать о том, как навешивать конструкцию, чтобы не допустить избыточного захвата цинка изделием.

При проектировании составных сечений стоек необходимо учитывать ряд особенностей. Эти особенности иллюстрируются рисунками 6 а-д. Вся сварка должна проводиться непрерывным швом. После сварки необходимы удаление сварочного флюса и зачистка швов. Практика показывает, что при использовании решений типа бв или бд в пространстве между сваренными плоскостями очень часто развиваются интенсивные процессы коррозии.





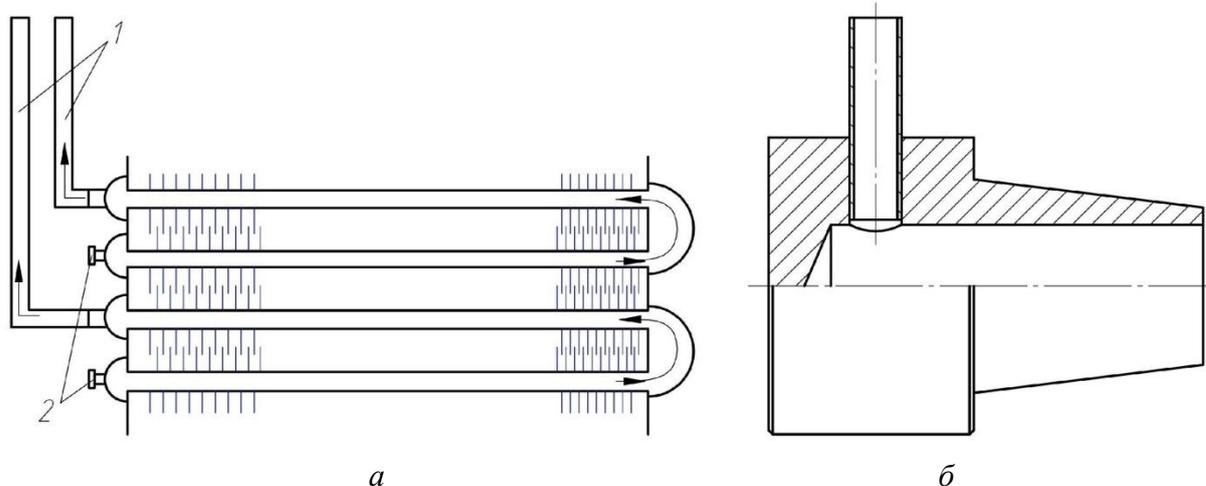
г) Правильно

д) Неправильно

Рис. 6. Правильные (а, б, г) и неправильные (в, д) способы усиления стоек.

Одностороннее цинкование сосудов

При травлении сосудов полости должны быть плотно закрыты во избежание попадания внутрь кислоты. Перед погружением изделия в цинковый расплав в зависимости от конструкции необходимо установить один или несколько воздушников (рис. 7 а) путем забивки их на конусах (рис. 7 б), ввинчивания или приварки для обеспечения полного удаления воздуха из всех пустот. Длину трубки воздушника выбирают из расчета исключения попадания цинка в эту трубку во время цинкования (высота трубок над зеркалом расплава должна составлять 300-500 мм).



а

б

Рис. 7. Воздушники:

а – на отопительной батарее: 1- воздушники; 2- заглушки;

б – забивной с конической пробкой

Соединение внахлестку

Перекрытие внахлестку путем точечной сварки и сварки с последовательным наложением шва, клепки и т.п. непригодно для горячего цинкования. Между элементами конструкции образуются зазоры, которые нельзя проконтролировать при травлении и цинковании. В местах перекрытия могут остаться кислота и флюс, задерживающие проникновение цинка и вызывающие ускоренную коррозию. Перекрытые стыки должны

быть проварены двусторонним швом (рис. 8 а). Накладки, усиливающие отверстия, приваривают круговым двусторонним швом, чтобы предотвратить задержание остатков кислоты и флюса (сравни рис. 8 б с рис. 8 в, г).

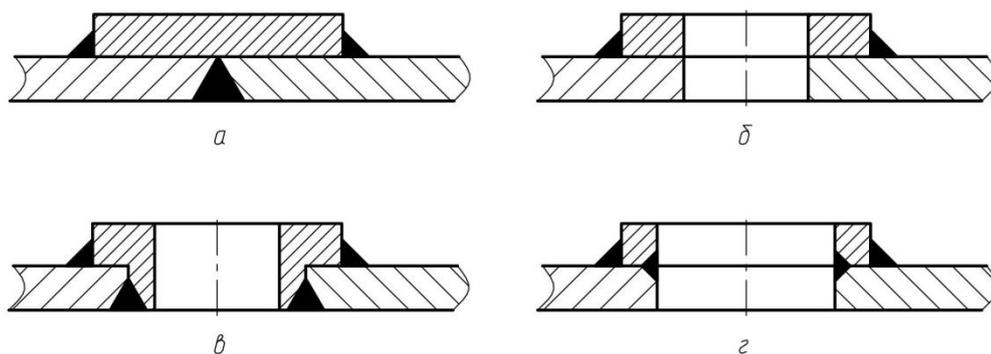


Рис. 8. Выполнение стыка внахлестку (а), и усиление отверстий: б- неправильно; в, г- правильно

В случае невозможности выполнения внутреннего шва из-за малого диаметра отверстия приваривают втулку с буртиком.

Если нельзя избежать соединений внахлестку, то между перекрытиями должен оставаться зазор ≥ 3 мм для беспрепятственного поступления и удаления растворов и расплавленного цинка, что обеспечит качество цинкового покрытия.

Листовые конструкции

Фальцевые соединения у листовых конструкций должны быть плотно обжаты. Изделие должно иметь форму, исключая коробление. Необходим также правильный выбор последовательности операций при сварке.

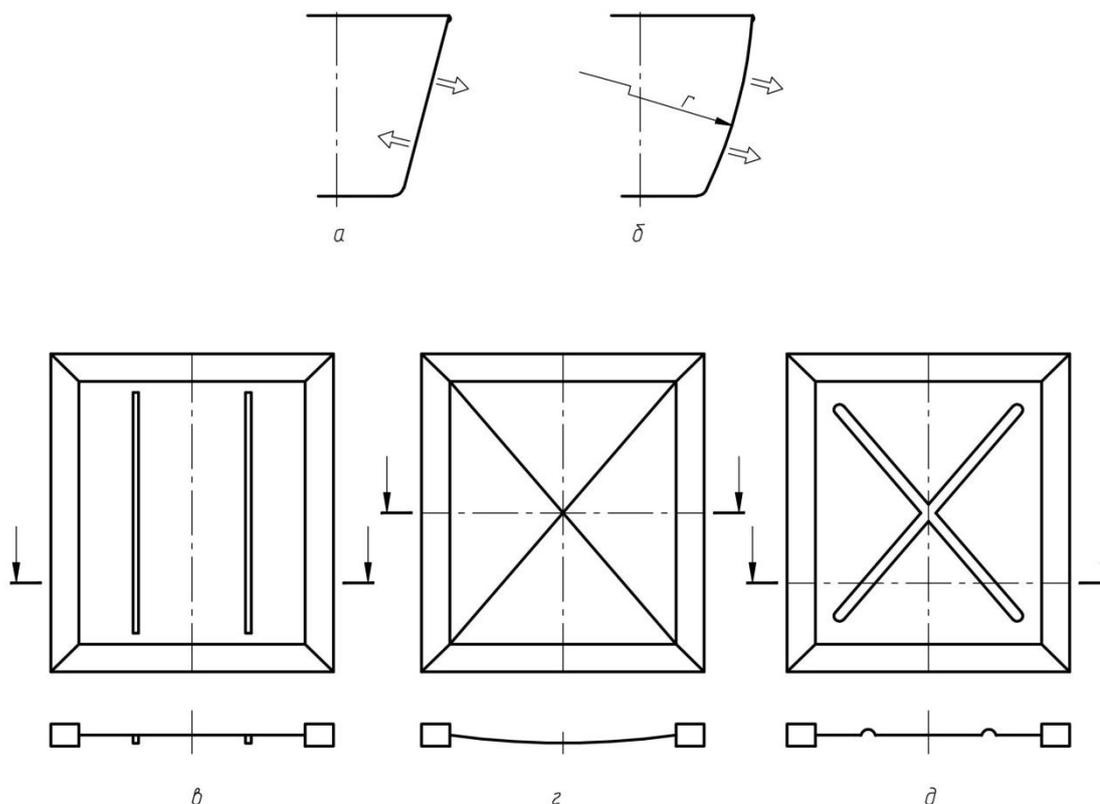


Рис. 9. Выполнение листовых конструкций, подлежащих горячему цинкованию:

- a*- плохое: возможна деформация при нагреве в расплаве цинка;
- б*- хорошее: при нагреве возможно равномерное расширение;
- в*- плохое;
- г* и *д*- хорошее

Листовые детали с большой поверхностью следует снабжать зигзагами или ребрами, придающими листу повышенную жесткость и снижающие опасность коробления; ребра жесткости необходимо располагать симметрично. Приварные ребра жесткости не рекомендуются для конструкций, подлежащих горячему цинкованию, так как лист и ребро жесткости в этом случае могут иметь различную степень прогрева, что не только препятствует короблению, но и напротив, усугубляет его.

Двустороннее цинкование

При цинковании наружной и внутренне поверхностей изделий все полости должны быть доступны для беспрепятственного поступления и выхода из них расплавленного цинка. Детали должны иметь форму, обеспечивающую быстрое проникновение расплава цинка внутрь полостей, а также быстрое и беспрепятственное удаление воздуха (рис. 10).

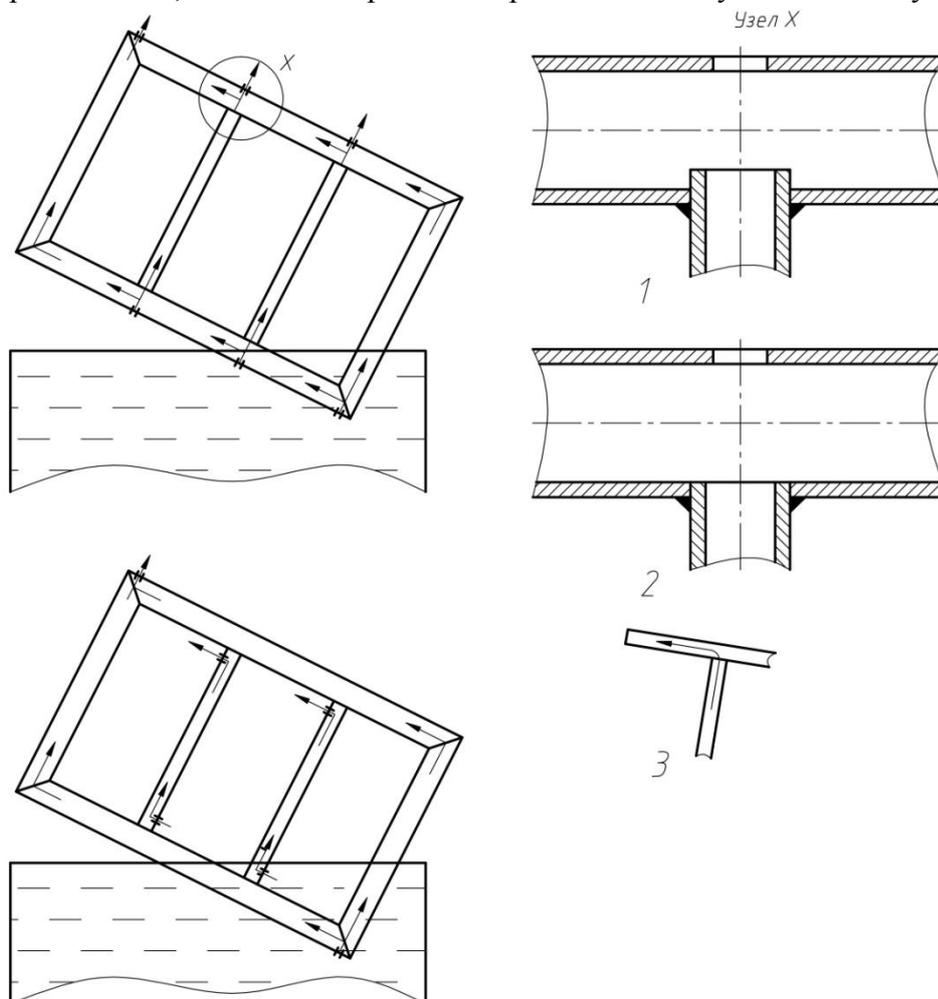


Рис. 10. Примеры выполнения трубчатых конструкций, предназначенных для горячего цинкования:

- 1- неправильное;
- 2- правильное;
- 3- обеспечено прохождение цинка, но нет возможности контроля покрытия внутри труб

При выгрузке деталей из расплава цинк должен вытекать из полостей быстро и без остатка благодаря свободному доступу воздуха, следовательно, технологические отверстия должны быть настолько велики, чтобы обеспечить быстрое поступление и удаление расплавленного цинка, а также безостаточное удаление флюса, золы и т.п. (рис. 11 *а* и *б*); малое время выдержки в расплаве уменьшает толщину покрытия, улучшает внешний вид, прочность сцепления и пластичность.

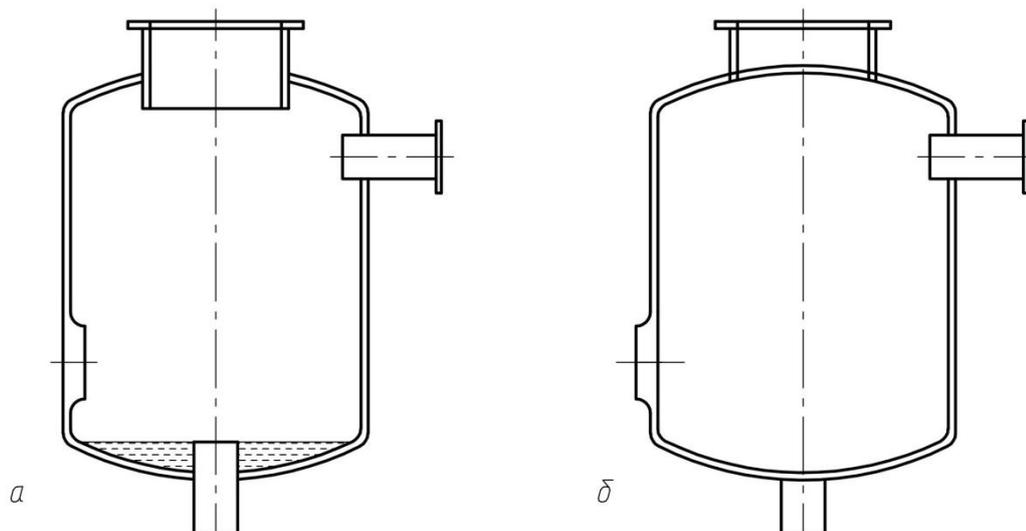


Рис. 11. Конструктивное выполнение емкости:

а- непригодное для горячего цинкования;

б- пригодное для горячего цинкования

Конструкция емкостей должна исключить образование внутренних воздушных мешков. Это достигается наличием патрубков, воздушников и других элементов. Бакби должны иметь большие отверстия внизу и вверху. Если имеется только одно отверстие, то необходимо предусмотреть соответственно второе, которое заглушают после цинкования.

Фермы

При изготовлении ферм из открытых профилей (уголки, швеллеры, двутавры) необходимо учитывать требования, показанные на рис. 12 - приваривать элементы решетки к поясам фермы необходимо с некоторым зазором, чтобы не было препятствий стеканию цинка по плоскости пояса.

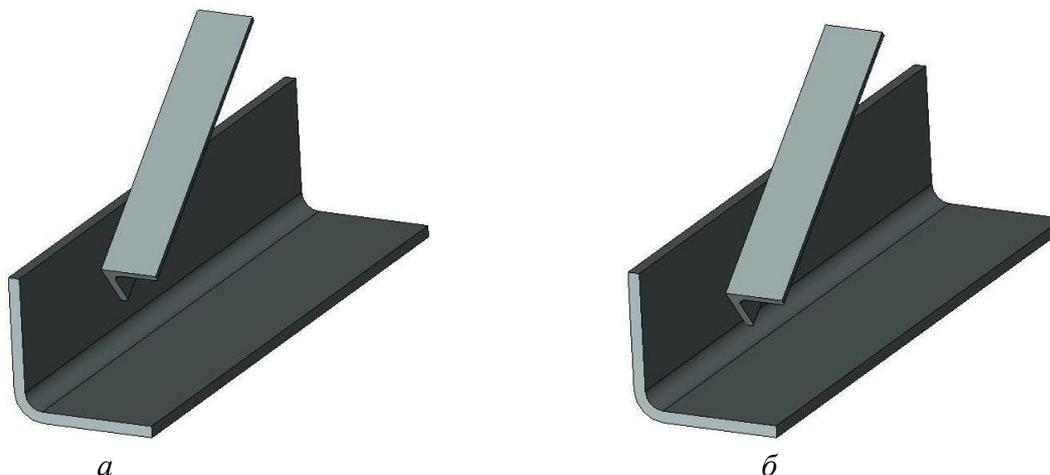


Рис. 12. Правильная (*а*) и неправильная (*б*) приварка элементов решетки

Часто в металлоконструкциях ставятся усиливающие ребра. Их конструкцию необходимо предусматривать такой, чтобы при извлечении изделия из ванны они не препятствовали стеканию цинка (рис. 13).

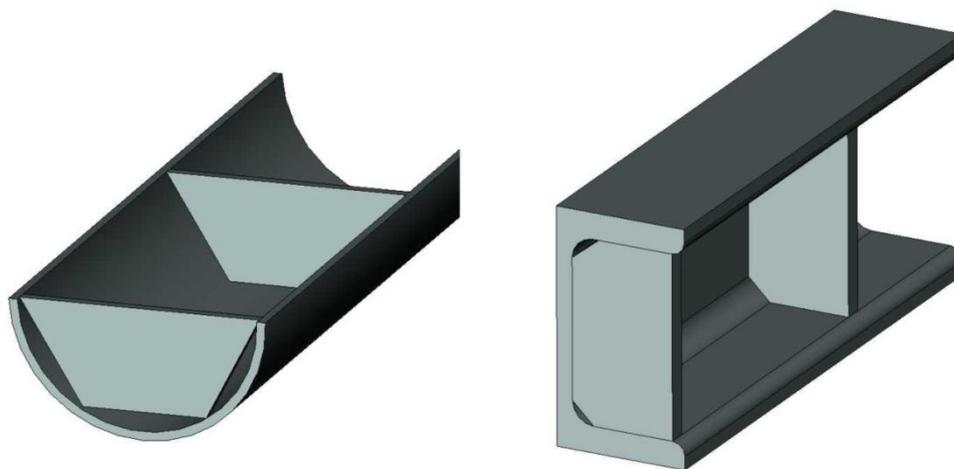


Рис. 13. Ребра жесткости в конструкциях

Осветительные опоры

Данная продукция изготавливается из труб различных диаметров (двух или более). Узел соединения труб изображен на рис. 14.

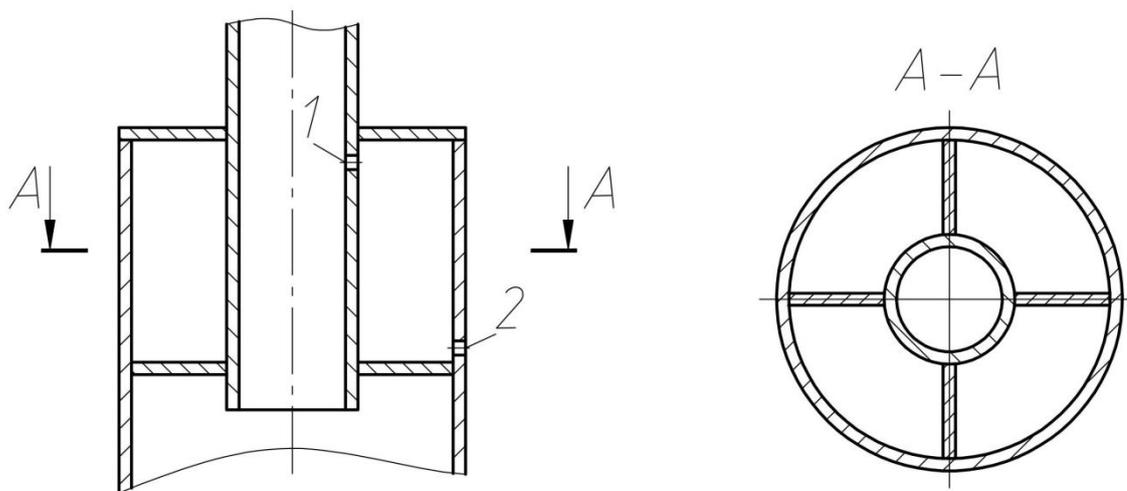


Рис. 14. Способ соединения труб различного диаметра в столбах электроосвещения

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 большей 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.

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

Резервуары

При цинковании резервуаров (рис. 15) необходимо, чтобы сливные штуцера находились на плоскости погружения и чтобы размеры резервуара при таком их расположении не превышали ширины ванны и при этом не образовывалось воздушного пузыря. Как правило, резервуары общепринятой конструкции этим требованиям не соответствуют (рис. 15а).

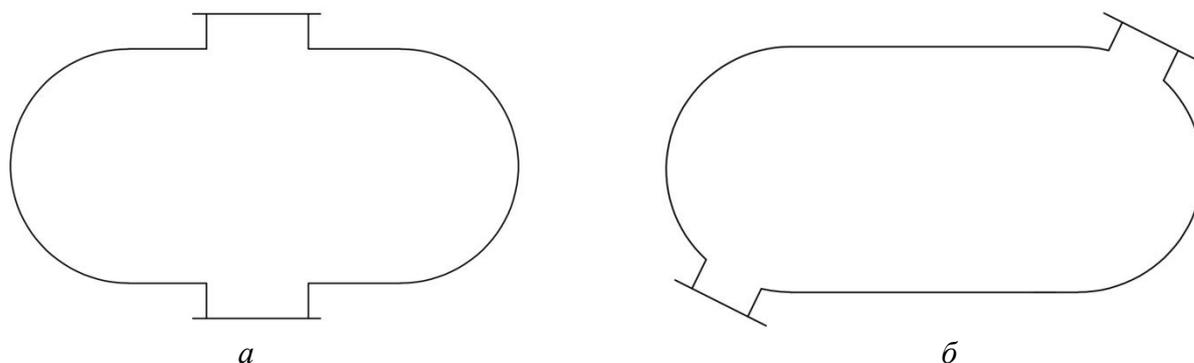


Рис. 15. Возможность цинкования резервуаров:

а- обычное расположение штуцеров: цинкование невозможно;

б- оптимальное расположение штуцеров: цинкование возможно.

К резервуарам можно отнести и изделия, аналогичные изображенным на рис. 13. 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.

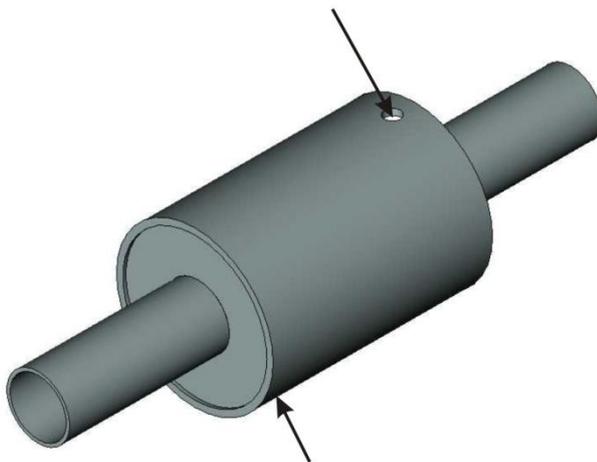


Рис. 16. Цинкование изделий типа «труба в трубе». Стрелками указаны места расположения технологических отверстий

Начальник технического отдела

А.Ф. Печерский

Начальник цеха горячего цинкования

Д.В.Вашков