

# РЕКОМЕНДАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ УСЛУГИ ЦИНКОВАНИЯ

## 1. Горячее цинкование – наиболее экономичная защита от коррозии.

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

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

По подсчетам российских ученых, около 10% ежегодного выпуска стали и изготовленных из нее конструкций приходит в негодность в результате коррозии. Ориентировочные потери мировой экономики здесь оцениваются по самым скромным подсчетам в 35 миллиардов долларов в год, а потребности в рабочей силе для осуществления антикоррозионной защиты - в 1 миллион человек.

Приведенные примеры показывают, что защита от коррозии является первоочередной задачей мирового значения.

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

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

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

При выборе антикоррозионной защиты основное внимание уделяется скорости разрушения покрытия и необходимости его возобновления. Этот показатель для цинка составляет **1-6 мкм/год** в зависимости от условий эксплуатации. Как показывает опыт, **горячеоцинкованная сталь** может служить **до 50 лет** без видимых коррозионных повреждений и возобновления цинкового покрытия. Обычный срок службы таких изделий составляет 25-30 лет. Для сравнения отметим, что столь распространенная сегодня лакокрасочная защита требует возобновления как минимум раз в 3-7 лет и значительных затрат людских и материальных ресурсов.

Именно поэтому цинковые покрытия нашли широкое применение в областях, где требуется надежность и долговечность металлоконструкций (изменчивые климатические условия, труднодоступные районы, промышленная атмосфера, агрессивные среды). Горячее цинкование отлично зарекомендовало себя в строительстве и энергетике, транспортной инфраструктуре и химической промышленности, городском и сельском хозяйстве.

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

**Таблица 1. Сравнительные показатели стоимости и работоспособности горячеоцинкованной стали с другими способами защиты (себестоимость покрытия методом принята за 100%)**

<i>Способ защиты</i>	<i>Средний срок службы до покраски, годы</i>	<i>Себестоимость, %</i>	<i>Расходы после 25 лет эксплуатации, включая уход, %</i>
Горячее цинкование	25	100	уход не требуется
Дробеметная очистка, окраска в три слоя	12	75	150
Дробесруйная очистка вручную, окраска в три слоя	12	120	195
Травление и окраска в три слоя	10	85	200
Очистка металлической щеткой и окраска в три слоя	8	75	230
То же и окраска в два слоя	5	55	280

## **2. Основные требования к конструкциям изделий, подготовленным к горячему цинкованию**

Имеются всего **три требования к изделию**, подготовленному к горячему цинкованию:

- изделие не должно превышать размеров ванны с расплавом цинка;
- изделие должно быть изготовлено из стали, которая цинкуется;
- в изделии 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.

Первое требование при разработке конструкции изделия обычно учитывается, остальные - далеко не всегда.

Плотность расплавленного цинка равна **6,8 кг/дм<sup>3</sup>**, плотность стали **7,85 кг/дм<sup>3</sup>**. Видим, что различия не такие уж большие. Поэтому надо иметь в виду, что наличие даже незначительного газового пузыря в изделии не позволит ему утонуть в ванне и, следовательно, качественно оцинковаться.

**Наличие технологических отверстий в цинкуемых изделиях, изготовленных из труб, обязательно.**

Крупногабаритные изделия (конструкции) подвешиваются на проволоке и опускаются в ванну под углом для лучшего стекания цинка по поверхности (рис. 1).

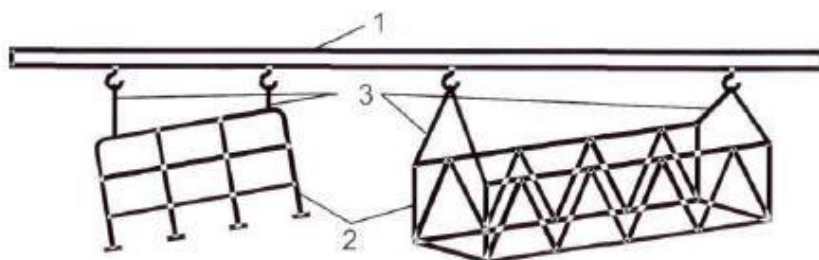


Рис. 1. Схема расположения цинкуемых изделий на подвеске: 1 - подвеска; 2 - цинкуемые изделия; 3 - проволоки.

Исходя из этого, обычно и конструируют технологические отверстия: одно в самой верхней точке закрепленного на подвеске изделия (для выхода газов разложения флюса) и одно - в самой нижней точке (для выхода расплавленного цинка). Пути стекания цинка по внутренним полостям изделия не должны быть затруднены - 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.

Более подробно данные положения лучше рассмотреть на нижеследующих примерах.

## 2.1 Перильные ограждения (заборы)

Типичная секция перильного ограждения (забора) изображена на рис. 2.

Критичным будет конструкторское решение в узлах, обведенных на рис. 2 кружками.

Рассмотрим эти узлы подробнее.

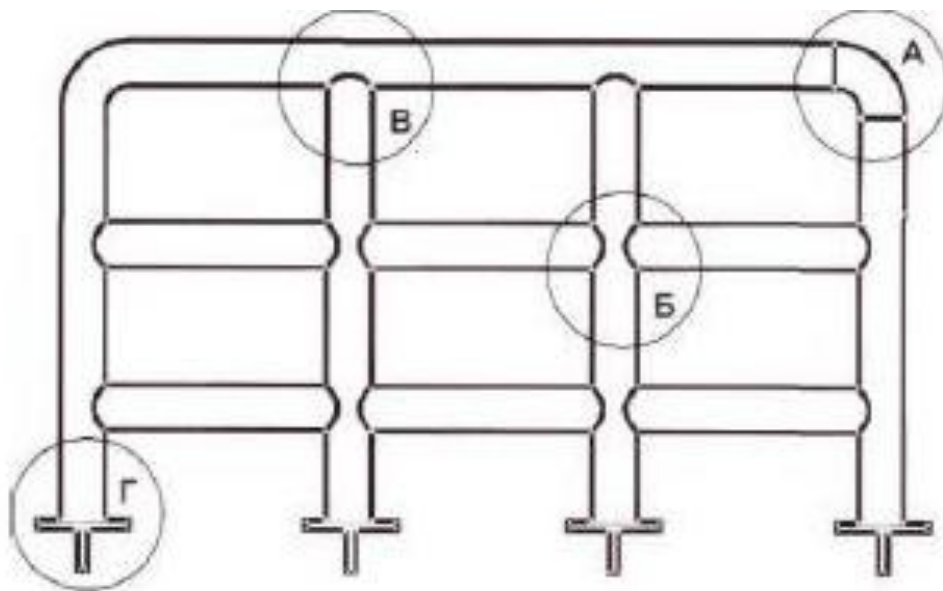


Рис. 2 – Типовое ограждение. Узлы, требующие внимания конструктора.

**УЗЕЛ А (рис. 3).** Это место, как самая высокая точка изделия, предназначено для выхода газов флюсования.

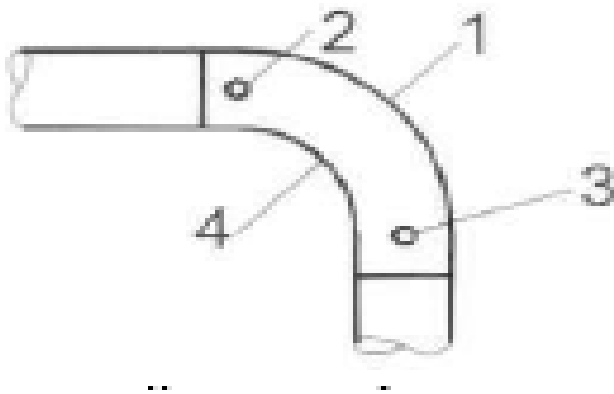


Рис. 3 – Расположение отверстий в узле А для выхода газов разложения флюса (пояснения в тексте).

Очевидно, что 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.

## УЗЕЛ Б (рис. 4).



**Рис. 4 - Расположение отверстий при конструировании узла Б.**

**а) оптимальное решение (диаметр отверстия равен диаметру трубы);**

**б) допустимое решение (в горизонтальных трубах созданы отверстия, местоположение которых указано стрелками).**

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 (рис. 4а).

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. 4б.

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. 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. Решения беспрепятственного удаления цинка могут быть различными. Наиболее удобным может быть решение, показанное на рис. 5, хотя может быть просверлено отверстие в опорной пластине.



**Рис. 5 – Конструктивное решение узла Г.**

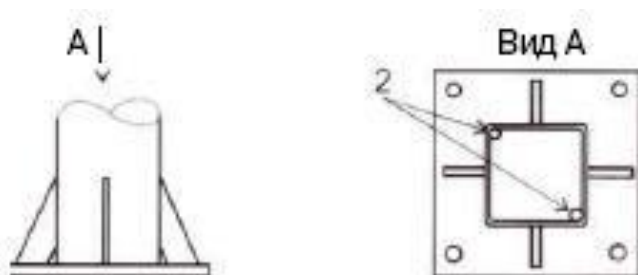
Вид технического решения влияет на последующую судьбу изделия - в первом случае внутренняя поверхность изделия будет всегда сухой, что важно при эксплуатации изделия; во втором случае скапливающаяся в углублении вода будет способствовать коррозии.

Из рассмотренного выше очевидно, что у представленного на рис. 2 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. 4а.

Количество технологических отверстий будет значительно больше, если применяются решения, показанные на рис. 4б.

## 2.2. 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.6).



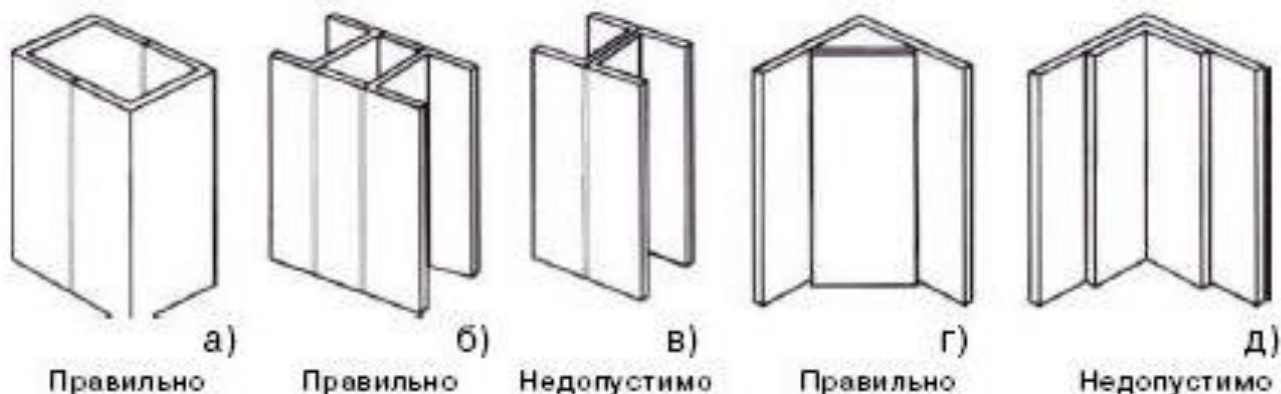
**Рис. 6 - Правила конструирования баз колонн:**

- 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.

Наконец, следует повторно напомнить о необходимости создания отверстий 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 7а-д.



**Рис. 7 – 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. Практика показывает, что при использовании решений типа 7в или 7д в пространстве между сваренными плоскостями очень часто развиваются интенсивные процессы коррозии.

### 2.3. Фермы

При изготовлении ферм из открытых профилей (уголки, швеллеры, двутавры) необходимо учитывать требования, показанные на рис. 8 - приваривать элементы решетки к поясам фермы необходимо с некоторым зазором, чтобы не было препятствий стеканию цинка по плоскости пояса.



Рис. 8. Правильная (а) и неправильная (б) приварка элементов решетки.

#### **Рис. 8 – 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. 9).

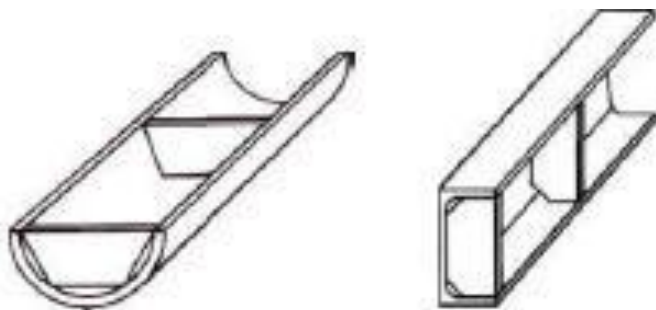
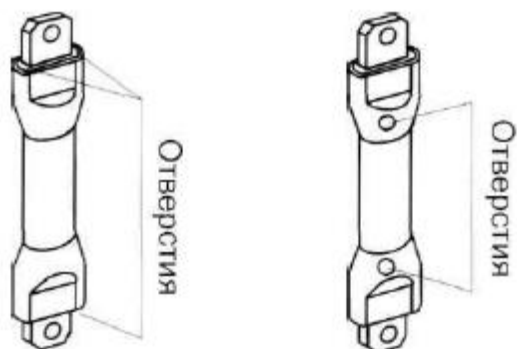


Рис. 9. Ребра жесткости в конструкциях.

### 2.4. 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 10а. Возможно другое решение проблемы, а именно, когда в самой нижней и самой верхней точке тяги сверлится по отверстию (рис. 10б).



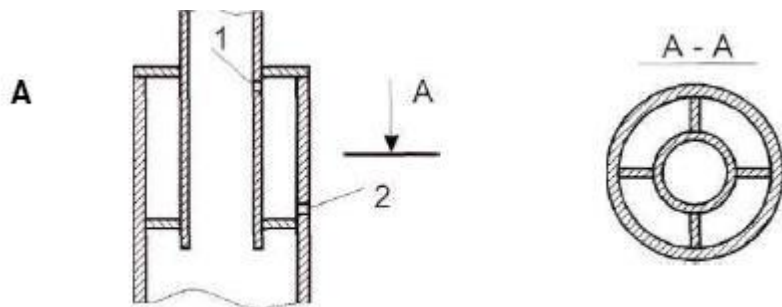
**Рис. 10 - Способы создания технологических отверстий при цинковании тяг:  
а) оптимальное решение б) допустимое решение.**

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



## 2.5. Осветительные опоры

Данная продукция изготавливается из труб различных диаметров (двух или более). Узел соединения труб изображен на рис. 11.



**Рис. 11. 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.

Отверстия 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.

## 2.6. Резервуары

При цинковании резервуаров (рис. 12) 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. 12а).

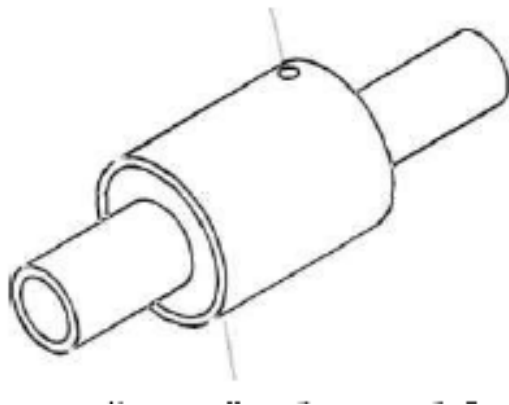


**Рис.12 - Возможность цинкования резервуаров:**

**а) обычное расположение штуцеров: цинкование невозможно;**

**б) оптимальное расположение штуцеров: цинкование возможно.**

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



**Рис. 13. 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 в соответствии с вышеизложенным. Кроме того, необходимо учитывать, чтобы расстояние между стенками труб разного диаметра было не менее 5мм, чтобы это пространство эффективно процинковалось.

## 2.7. Дополнительные требования к конструкциям

2.7.1. 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. Немецкие оцинковщики предлагают при проектировании изделий из полых профилей пользоваться величинами и количеством отверстий, приведенных в таблице 2

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

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



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

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

2.7.4. Не допускаются поры, свищи, трещины, шлаковые включения, наплавные сопряжения сварных швов (зачистка швов обязательна, желательна пескоструйная обработка поверхности).

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

2.7.6. Металлоконструкции обязательно поставлять пакетами по маркам и с бирками. На бирке обязательно указывать марку стали.

2.7.7. Чертежи сложных конструкций (особенно сделанных из полых профилей) должны быть согласованы. Целесообразно снабжать полые изделия, поступающие на горячее цинкование, специальным паспортом с указанием, что подлежащая цинкованию деталь не имеет закрытых полостей или каким образом обеспечена связь полости с атмосферой.

2.7.8. 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.

2.7.9. Крайне нежелательно использование в конструкциях металла сильно различающегося по толщине. 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.

2.7.10. **Сварку элементов конструкции следует производить встык либо двухсторонними швами, либо односторонним швом с проваркой. Сварные швы должны быть равномерными, плотными и сплошными по всей длине. Желательна сварка в среде углекислого газа.**

Уменьшение внутренних напряжений, вызывающих деформацию конструкции при цинковании, может быть достигнуто путем соблюдения соответствующей последовательности операций при сварке.

Имеет значение также выбор подходящей формы сварного шва; например, X-образный шов по сравнению с V-образным требует на половину меньшее количество наплавленного металла при одинаковой толщине листа и соответственно меньшее количество тепла; при этом, однако, требуется больше времени на подготовку кромок. Рекомендуется принимать угол разделки шва не более 60°. В процессе сварки необходимо поддерживать минимальную и равномерную ширину сварочного 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 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 длинных швах сварку надо вести от середины шва к его концам возвратно-поступательными движениями. Для окончательного выбора последовательности операций при сварке проводят пробное цинкование образцов. Перекрытие внахлестку путем точечной сварки и сварки с последовательным наложением шва (прерывистый сварной шов), клепки и т.п. непригодно для горячего цинкования. Между элементами конструкции образуются зазоры, которые нельзя проконтролировать при травлении и при цинковании. В местах перекрытия могут остаться кислота и флюс, задерживающие проникновение цинка и вызывающие ускоренную коррозию.

**Впоследствии из-под таких швов появляются потёки ржавчины.**

Необходимо по возможности применять электроды с легкоудаляемым шлаком. Для удаления остатков шлака возможно применение дробеструйной обработки.

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

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

2.7.13. 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.

2.7.14. 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.

2.7.15. Применение при изготовлении тяжелых конструкций нескольких процессов, связанных с формообразованием (гибка, пробивка, сварка, прокатка) требует последующей нормализации сталей.

2.7.16. Желательно по возможности конструировать симметричные изделия. Несимметричные изделия в результате цинкования могут изменить форму.

2.7.17. Расстояние между параллельными поверхностями не должно быть меньше 3-4 мм, в противном случае пространство между этими поверхностями может быть не процинковано.

2.7.18. 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.

2.7.19. При необходимости технологические отверстия в готовом изделии можно заглушить свинцовыми пробками.

2.7.20. Не допускаются острые кромки и углы, заусенцы. Закатанные борта изделия должны иметь большой радиус закругления для максимального снижения местных концентраций напряжений.

2.7.21. Не рекомендуется рихтовать готовое изделие перед цинкованием.

2.7.22. Не рекомендуется подвергать горячему цинкованию тонкостенные изделия, не имеющие ребер жесткости, так как велика вероятность деформации и изменения геометрических размеров при нагреве в цинковом расплаве.

2.7.23. Области в местах перекрытия или соприкосновения частей изделия друг с другом являются потенциально опасными, так как раствор от предварительной обработки может скапливаться между поверхностями перекрытия. В ванне цинкования из остаточного («захваченного») раствора может образоваться перегретый пар, что может привести к взрыву

Если не можете избежать соприкасающихся поверхностей, то надо быть уверенным, что края обеих поверхностей, которые соприкасаются друг с другом заварены сплошным контуром.

Для каждой области, где перекрываются две панели, просверлить отверстие через обе поверхности минимальным диаметром 10 мм. Таким способом будет предотвращён взрыв в ванне цинкования

2.7.24. Стенки больших открытых коробкообразных сосудов должны быть друг с другом связаны-усилены. Если стенки загнуты внутрь, углы должны быть открыты. Толщины стенки связи (усилия) или сварных элементов должны быть такими же, как толщина стенки сосуда. Тепловая деформация во время горячего цинкования таких элементов обычно, очень различается.

### 3. Выбор толщины покрытия

Минимальная толщина покрытия определяется следующей нормативной документацией:

- **ГОСТ 9.307-89 (40-200 мкм)**
- **СНиП 2.03.11 -85 (60-100 мкм)**

Кроме того, для дорожных мостовых ограждений выпущены отраслевые дорожные нормы ОДН 218.012-99, где толщина цинкового покрытия регламентируется в 80 мкм, не менее.

В этих документах не учитывается ни толщина металла в изделии, ни его размер (разное время погружения концов изделия).

Некоторые ошибочно относят к нормативной документации строительные правила СП 23-101-98, где приводятся рекомендуемые толщины покрытия от 110 до 280 мкм при времени цинкования 6 мин. Однако приведенные данные относятся к температуре расплава 480°C - температуре, при которой происходит интенсивный износ основного технологического оборудования. Общепринятая температура цинкования в настоящее время составляет 450°C с некоторыми отклонениями для реакционно-активных сталей в меньшую сторону.

Более реально отражают существующие возможности Европейский стандарт по горячему цинкованию (EN ISO 1461 "Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles.- Specification"). Он рекомендует руководствоваться следующими толщинами покрытия в зависимости от толщины цинкуемого металла и его вида:

Характеристики металла	Локальная толщина покрытия, мкм*	Средняя толщина покрытия, мкм**
сталь толщиной > 6 мм	70	85
сталь толщиной от 1,5 до 3 мм	55	70
сталь толщиной от 3 до 6 мм	45	55
сталь толщиной менее 1,5 мм	35	45
отливки со стенкой толщиной > 6 мм	70	80
отливки со стенкой толщиной < 6 мм	60	70

\* Под локальной толщиной понимается среднее из пяти измерений на каждой трети конструкции по конкретному виду стали.

\*\* Под средней толщиной понимается среднее из измерений для трех частей конструкции для каждого типа стали.

Близкие значения толщин покрытия в зависимости от толщины материала регламентирует также американский стандарт ASTM A 123 "Стандартная практика по цинковым покрытиям (методом горячего погружения) на железных и стальных изделиях".

Указанные в таблице значения подразумевают, что толщины покрытия на реальных изделиях не должны быть менее указанных величин.

Однако другой документ, непосредственно связанный со сроком использования оцинкованных покрытий - европейский стандарт ISO 14713 "Protection against corrosion of iron and steel in structures - Zinc and aluminium coatings - Guidelines", дающий указания по границам использования покрытий с той или иной толщиной, подтверждает, что для долгосрочного использования изделий с цинковым покрытием для большинства условий эксплуатации достаточно толщины 60 мкм. Последнее означает, что, не противореча СНиП 2.03.11-85, следует указывать толщину покрытия 60 мкм. Повышенная толщина покрытия только удорожает изделие. В случае требований более толстого покрытия (например, для использования в зонах с большой концентрацией химической промышленности или в районах морского климата) следует

использовать при изготовлении конструкций стали с содержанием кремния выше 0,12% (спокойные стали или стали полуспокойные, для которых данное содержание кремния подтверждено документально).

Необходимо знать, что толстое покрытие является значительно более хрупким. Поэтому следует при выборе толщины покрытия пользоваться правилом:

**Не завышать толщины покрытия по сравнению с научно обоснованной.**

**Для получения более толстых покрытий в документации указывать стали с высоким содержанием кремния.**

#### **4. Дефекты покрытий и способы их ремонта**

Поскольку как состав сталей, так и способы изготовления полуфабрикатов и изделий из них не являются идеальными, на поверхности оцинкованных изделий могут наблюдаться различные дефекты (непроцинковка отдельных участков, следы царапин на металле, связанные с предыдущей его обработкой, например, прокаткой). Если общая площадь непроцинкованных мест менее 2%, и они не более 2 см в длину по любому направлению, то это не считается браком. На заводе такие места подвергаются подкраске цинксодержащей краской на основе органического или неорганического связующего. По защитным и прочностным свойствам действие этой краски соизмеримо с действием цинкового слоя близкой толщины, полученного горячим способом.

#### **5. Вид покрытия**

- поверхность цинкового покрытия должна быть гладкой или шероховатой, покрытие должно быть сплошным, без трещин, забоин, вздутий
- крупинки гартцинка диаметром не более 2 мм, рябизна поверхности, светло-серые пятна и цвета побежалости, риски, царапины, следы захвата подъемными приспособлениями без разрушения покрытия до основного металла не являются дефектами
- появление светло- и тёмносерых зон, а также белая ржавчина на цинковом покрытии не является поводом для заявления претензии, если соблюдена минимальная требуемая толщина цинкового покрытия
- неровности покрытия и материала, например язвы, борозды, кратеры в швах, метки, расслоения, лущение, следы шлифовального круга с большим зерном и заусенцы, ещё больше видны после цинкования
- покрытие на швах, как правило, намного толще, чем на основном материале
- из соединений внахлестку могут появиться ржавые потёки (остатки флюса и кислоты в местах неплотной сварки) - так называемые «кровавые потёки».
- подрядчик не берёт на себя ответственности за повреждения деталей с резьбой, которые не были защищены на время перевозки и перегрузки
- подрядчик не берёт на себя ответственности за деформацию изделий в цинковом расплаве, если их конструкции не отвечают требованиям для горячего цинкования
- подрядчик не выполняет операций по калибровке отверстий и резьбы или выпрямления элементов, которые деформировались по ходу процесса цинкования (за исключением случаев, когда это было заранее согласовано)
- исправление повреждений, возникших во время транспортировки, складирования и монтажа не входит в сферу ответственности подрядчика
- так называемая белая коррозия (бело-серые пятна, возникающие под влиянием атмосферных факторов), а также так называемые „кровавые потёки” (остатки флюса и кислоты в местах неплотной сварки) не являются основанием для рекламации на качество оцинкованной поверхности.