



ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ «РОССИЙСКИЕ АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ»
(ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ «АВТОДОР»)

ПРИКАЗ

22 декабря 2015 г.

№ 391

Москва

О внесении изменений в приказ Государственной компании «Российские автомобильные дороги» от 18 декабря 2015 г. № 291 «Об утверждении и введении в действие стандарта Государственной компании «Российские автомобильные дороги» СТО АВТОДОР 2.19-2015 «Стальные конструкции автодорожных мостов. Технология заводской и монтажной сварки пролётных строений из атмосферостойкой стали марки 14ХГНДЦ»

В целях актуализации нормативной базы Государственной компании «Автодор» ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Внести изменения в приказ Государственной компании «Российские автомобильные дороги» от 18 декабря 2015 г. № 291 «Об утверждении и введении в действие стандарта Государственной компании «Российские автомобильные дороги» СТО АВТОДОР 2.19-2015 «Стальные конструкции автодорожных мостов. Технология заводской и монтажной сварки пролётных строений из атмосферостойкой стали марки 14ХГНДЦ» (далее – приказ № 291), изложив Приложение 1 к приказу № 291 в редакции Приложения к настоящему приказу.

2. Руководителям структурных подразделений Государственной компании «Российские автомобильные дороги», в том числе обособленных, обеспечить контроль за соблюдением требований СТО АВТОДОР 2.19-2015 «Стальные конструкции автодорожных мостов. Технология заводской и монтажной сварки пролётных строений из атмосферостойкой стали марки 14ХГНДЦ» с учетом внесенных изменений.

3. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на заместителя председателя правления по технической политике В.А. Ермилова.

Председатель правления

В.П. Петушенко

Каменева Виктория Андреевна
(495) 727-11-95 (31-44)

Приложение
к приказу Государственной компании
«Российские автомобильные дороги»
от «20» сентября 2023 г. № 394



**Стандарт
Государственной
компании «Автодор»**

**СТО АВТОДОР
2.19-2015**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО,
ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

**СТАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ МОСТОВЫХ
СООРУЖЕНИЙ. ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ
ПРОЛЁТНЫХ СТРОЕНИЙ ИЗ
АТМОСФЕРОСТОЙКОЙ СТАЛИ МАРКИ
14ХГНДЦ**

Москва 2023

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН АО «Уральская сталь», АО Научно-Исследовательским институтом транспортного строительства (АО ЦНИИТС), Головным аттестационным центром сварочного производства (ГАЦ «Мосты») Филиала АО ЦНИИС «НИЦ «Мосты» (кандидаты технических наук В.Г.Гребенчук, И.В.Гребенчук и А.В.Пешков) и АО «Союздорпроект» (кандидат технических наук В.Г.Решетников). При разработке учтен практический опыт заводского изготовления и монтажной сварки стальных конструкций мостов из низколегированных сталей на различных заводах и в строительно-монтажных организациях РФ.

2 ВНЕСЕН Департаментом проектирования, технической политики и инновационных технологий Государственной компании «Автодор».

3 АКТУАЛИЗИРОВАН Департаментом проектирования, технической политики и инновационных технологий Государственной компании «Автодор», АО Научно-Исследовательским институтом транспортного строительства (АО ЦНИИТС).

4 УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Государственной компании «Российские автомобильные дороги» от «18» декабря 2015 г. № 291 (в редакции приказа от «20» сентября 2023 г. № 391).

Настоящий стандарт организации запрещается полностью и/или частично воспроизводить, тиражировать и/или распространять без согласия Государственной компании «Российские автомобильные дороги».

Содержание

1 Область применения	4
2 Нормативные ссылки	4
3 Термины и определения	7
4 Общие указания	11
5 Требования к стальному прокату марки 14ХГНДЦ	15
6 Изготовление деталей и монтажных элементов на заводе и стройплощадке. Конструктивные схемы соединений и узлов.....	16
7 Требования к сварочным материалам и оборудованию для заводской и монтажной сварки	38
8 Подготовка и сборка заводских и монтажных соединений под сварку	52
9 Технология заводской сварки соединений из стали марки 14ХГНДЦ	70
10 Технология монтажной сварки соединений из стали марки 14ХГНДЦ	79
11 Требования к качеству заводских и монтажных сварных соединений. Контроль качества. Механическая обработка.....	95
12 Приёмка отправочных марок на заводе и смонтированных конструкций на стройплощадке.....	118
13 Комплектность поставки, маркировка и отгрузка конструкций с завода	128
14 Техника безопасности и охрана труда	132
Приложение А Акт сварки контрольной технологической пробы	133
Приложение Б Перечень исполнительной документации при выполнении на стройплощадке работ по сварке металлоконструкций пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из стали 14ХГНДЦ	135

Стандарт Государственной компании «Автодор»

**СТАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВ.
ТЕХНОЛОГИЯ ЗАВОДСКОЙ И МОНТАЖНОЙ СВАРКИ ПРОЛЁТНЫХ
СТРОЕНИЙ ИЗ АТМОСФЕРОСТОЙКОЙ СТАЛИ МАРКИ 14ХГНДЦ****Steel Structures Bridges. Welding of Spans from Weathering Steel**

1 Область применения

Настоящий стандарт организации (СТО) необходимо соблюдать при проектировании, заводском изготовлении, монтажной сварке и приемке стальных конструкций пролётных строений автодорожных, городских и пешеходных мостов (включая путепроводы, виадуки, эстакады) из атмосферостойкой стали марки 14ХГНДЦ.

Стандарт распространяется на изготовление и монтажную сварку указанных конструкций, сооружаемых в условиях обычного и северного (зоны А и Б) исполнений, а также в районах с расчётной сейсмичностью до 9 баллов включительно.

Нормы настоящего СТО **распространяются** на заводское изготовление, монтажную сварку и приемку стальных автодорожных сварных конструкций пролётных строений из низколегированного атмосферостойкого проката марки 14ХГНДЦ по ГОСТ Р 55374-2012 и СТО 13657842-1-2009.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и классификаторы:

ГОСТ 1173-2006 Фольга, ленты, листы и плиты медные. Технические условия

ГОСТ 859-2014 Медь. Марки

ГОСТ 1497-84 Металлы. Методы испытаний на растяжение

ГОСТ 1778-2022 Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений

ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия

ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий

ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

ГОСТ 2999-75 Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу

ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества

ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 6713-2021 Прокат низколегированный конструкционный для мостостроения. Технические условия

ГОСТ 6996-66 Сварные соединения. Методы определения механических свойств

ГОСТ 7122-81 Швы сварные и металл наплавленный. Методы отбора проб для определения химического состава

ГОСТ 7268-82 Сталь. Метод определения склонности к механическому старению по испытанию на ударный изгиб

ГОСТ 7512-82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод

ГОСТ 7564-97 Прокат. Общие правила отбора проб, заготовок и образцов для механических и технологических испытаний

ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 9013-59 Металлы. Метод измерения твердости по Роквеллу

ГОСТ 9454-78 Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах

ГОСТ 10157-2016 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия

ГОСТ 11533-75 Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 11534-75 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 11964-81 Дробь чугунная и стальная технические. Общие технические условия

ГОСТ 12503-75 Сталь. Методы ультразвукового контроля. Общие требования

ГОСТ 14019-2003 Материалы металлические. Метод испытания на изгиб

ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов

ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ Р 55724-2013 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые

ГОСТ 14792-80 Детали и заготовки, вырезаемые кислородной и плазменно-дуговой резкой. Точность, качество поверхности реза

ГОСТ 19170-2001 Стекловолокно. Ткань конструкционного назначения.
Технические условия

ГОСТ 23118-2019 Конструкции стальные строительные. Общие
технические условия

ГОСТ 23518-79 Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные
под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и
размеры

ГОСТ 23677-79 Твердомеры для металлов. Общие технические
требования

ГОСТ Р 55776-2013 Контроль неразрушающий радиационный. Термины
и определения

ГОСТ 18895-97 Сталь. Метод фотоэлектрического спектрального анализа

ГОСТ Р 52087-2018 Газы углеводородные сжиженные топливные.
Технические условия

ГОСТ Р 52643-2006 Болты и гайки высокопрочные и шайбы для
металлических конструкций. Общие технические условия

ГОСТ Р 52646-2006 (ИСО 7415:1984) Шайбы к высокопрочным болтам
для металлических конструкций. Технические условия

ГОСТ Р 55374-2012 Прокат из стали конструкционной легированной для
мостостроения

ПБ 03-273-99 Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного
производства

ПБ 03-372-00 Правила аттестации и основные требования к лабораториям
неразрушающего контроля

ПБ 03-440-02 Правила аттестации персонала в области неразрушающего
контроля

РД 03-495-02 Технологический регламент проведения аттестации
сварщиков и специалистов сварочного производства

РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю

РД 03-613-03 Порядок применения сварочных материалов при
изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для
опасных производственных объектов

РД 03-614-03 Порядок применения сварочного оборудования при
изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для
опасных производственных объектов

РД 03-615-03 Порядок применения сварочных технологий при
изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для
опасных производственных объектов

СТО 13657842-1-2009 Прокат конструкционный низколегированных марок стали для мостостроения. Общие технические требования

ТУ 112000-001-50046993-05 Профили стальные гнутые трапецевидные равносторонние для продольных ребер ортотропных плит стальных мостов

СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии

Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85

СП 35.13330.2011 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84*

СП 46.13330.2012 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 3.06.04-91

СТО 001-2009 Защита металлических конструкций мостов от коррозии методом окрашивания

СТП 006-97 Устройство соединений на высокопрочных болтах в стальных конструкциях мостов

СТП 015-2001 Технология устройства упоров в виде круглых стержней с головкой из импортных материалов в конструкциях мостов

СТП 016-2002 Технология устройства упоров в виде круглых стержней с головкой из отечественных материалов в конструкциях мостов

СТО-ГК «Трансстрой»-012-2018 Стальные конструкции мостов. Заводское изготовление

СТО-ГК «Трансстрой»-005-2018 Стальные конструкции мостов. Технология монтажной сварки

Стандарты ISO серии 9000 (ГОСТ Р-ISO-9000)

Примечание - При пользовании настоящим стандартом организации (СТО) целесообразно проверить в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты» действие ссылочных стандартов и классификаторов.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 атмосферостойкая сталь: Сталь, содержащая специфические элементы, которые вводятся в её состав в процессе производства для получения стабильных слоев ржавчины с хорошей адгезией к основному металлу;

3.2 автоматическая дуговая сварка: Сварка, выполняемая машиной (механизмом), при этом подача сварочных материалов и перемещение сварочной

дуги осуществляются данным механизмом без непосредственного участия человека;

3.3 двухдуговая сварка: Дуговая сварка, при которой нагрев осуществляется одновременно двумя дугами с отдельным питанием их током;

3.4 зазор: Кратчайшее расстояние между кромками собранных для сварки деталей;

3.5 зона сплавления (ЗС): Участок расплавления основного (свариваемого) металла в процессе электродугowej сварки; околошовная зона;

3.6 зона термического влияния (ЗТВ): Участок основного металла, не подвергшийся расплавлению, структура и свойства которого изменились в результате нагрева при сварке плавлением или термической резке;

3.7 катет углового шва: Кратчайшее расстояние от поверхности одной из свариваемых частей до границы углового шва на поверхности второй свариваемой части;

3.8 керамический сварочный флюс: Флюс для дуговой сварки, полученный перемешиванием порошкообразных материалов со связующим веществом, грануляцией и последующей термической обработкой;

3.9 кратер: Углубление, образующееся в конце валика под действием давления дуги и вследствие объемной усадки металла шва;

3.10 механизированная дуговая сварка: Дуговая сварка, при которой подача плавящегося электрода, или присадочного металла, или относительное перемещение дуги и изделия выполняются с помощью механизмов, управляемых человеком;

3.11 монтажный элемент: Готовое изделие, отправляемое на монтаж без сборки и сварки на заводе (фасонка, накладка, прокладка, рыбка, связь и т.д.);

3.12 наплыв в сварном соединении: Дефект в виде натека металла шва на поверхность основного металла или ранее выполненного валика без сплавления с ним;

3.13 направление сварки: Направление движения источника тепла вдоль продольной оси сварного соединения;

3.14 непровар: Дефект в виде несплавления в сварном соединении вследствие неполного расплавления кромок или поверхностей ранее выполненных валиков сварного шва;

3.15 обратноступенчатая сварка: Сварка, при которой сварной шов выполняется следующими один за другим участками в направлении, обратном общему приращению длины шва;

3.16 отправочная марка или сборочная единица: Изделие, собранное из деталей с участием соединяющих элементов: сварочных материалов, крепежных метизов и др.;

3.17 плавленный сварочный флюс: Флюс для дуговой сварки, полученный сплавлением его составляющих и последующей грануляцией расплава;

3.18 погонная энергия: Энергия, затраченная на единицу длины сварного шва при сварке плавлением;

3.19 подрез зоны сплавления: Дефект в виде конусообразного углубления по линии сплавления сварного шва с основным металлом;

3.20 поро́ра в сварном шве: Дефект сварного шва в виде полости округлой формы, заполненной газом;

3.21 приторцевать детали: Обеспечить примыкание торцевой кромки одной детали к поверхности другой с требованием плотности прилегания с зазором менее 0,3 мм на всю толщину детали и/или с зазором 0,3 мм на половину толщины детали;

3.22 прихватка: Короткий сварной шов для фиксации взаимного расположения подлежащих сварке деталей;

3.23 пролетное строение: Несущая конструкция мостового сооружения, перекрывающая все пространство или часть его между двумя или несколькими опорами, воспринимающая нагрузку от элементов мостового полотна, транспортных средств и пешеходов и передающая её на опоры;

3.24 расчётная высота углового шва: Длина перпендикуляра, опущенного из точки максимального проплавления в месте сопряжения свариваемых частей на гипотенузу наибольшего вписанного во внешнюю часть углового шва прямоугольного треугольника;

3.25 ручная дуговая сварка: Дуговая сварка, при которой возбуждение дуги, подача электрода и его перемещение выполняются вручную;

3.26 сборка: Соединение в определённой последовательности и закрепление деталей, подузлов и узлов для получения конструкции, удовлетворяющей её назначению;

3.27 свариваемость стали: Комплексная технологическая характеристика свариваемого металла, сварочных материалов и режимов сварки, обеспечивающая получение сварного соединения, удовлетворяющего заданным условиям безопасной конструкции или сооружения;

3.28 сварка: Получение неразъёмных соединений посредством установления межатомных связей между соединяемыми частями при их нагревании и/или пластическом деформировании;

3.29 сварка на подъём: Сварка плавлением в наклонном положении, при которой сварочная ванна перемещается снизу-вверх;

3.30 сварка углом вперёд: Дуговая сварка, при которой электрод наклонён под острым углом к направлению сварки;

3.31 сварка углом назад: Дуговая сварка, при которой электрод наклонён под тупым углом к направлению сварки;

3.32 сварная конструкция: Металлическая конструкция, изготовленная сваркой отдельных деталей;

3.33 сварное соединение: Неразъемное соединение деталей, выполненное сваркой и включающее в себя шов и зону термического влияния;

3.34 сварочные деформации: Перемещения различных точек сварного изделия (укорочение, изгиб, поворот сечений, потеря устойчивости листа и т.д.) в процессе сварки и последующего охлаждения металла. Собственные деформации и напряжения, имеющие место в сварной конструкции, называют остаточными;

3.35 свищ в сварном шве: Дефект в виде воронкообразного углубления в сварном шве;

3.36 специализированный мостовой завод: Предприятие, основной продукцией которого является изготовление металлоконструкций автодорожных пролётных строений, опор и пилонов стальных мостов, путепроводов, эстакад, а также специальных вспомогательных сооружений (СВС и У) для возведения мостов, которое полностью соответствует требованиям 4.1 настоящего СТО и имеет практический опыт работы по изготовлению указанных конструкций более 5 лет;

3.37 монтажная организация: Предприятие, одним из видов работ которого является монтаж, сборка и сварка металлоконструкций пролётных строений мостов, путепроводов и эстакад;

3.38 стыковое соединение: Сварное соединение двух элементов, примыкающих один к другому торцевыми поверхностями;

3.39 стыковой шов: Сварной шов стыкового соединения;

3.40 тавровое соединение: Сварное соединение, в котором торец одного элемента примыкает под углом и приварен к боковой поверхности другого элемента;

3.41 технологический (монтажный) припуск: Конструктивно предусмотренный заведомо больше требуемого размер монтажного элемента, предусмотренный для максимально точного монтажа этого элемента и/или компенсации усадок от сварки;

3.42 трещина сварного соединения: Дефект сварного соединения в виде разрыва в сварном шве и/или прилегающих к нему зонах;

3.43 угловой шов: Сварной шов углового, таврового или нахлесточного соединения;

3.44 угол скоса кромки: Острый угол между плоскостью скоса кромки и плоскостью торца детали;

3.45 цепочка пор в сварном шве: Группа пор в сварном шве, расположенных в линию параллельно оси сварного шва;

3.46 элемент: Понятие, обозначающее составную часть конструкции, сооружения.

4 Общие указания

4.1 Стальные конструкции автодорожных мостовых сооружений из атмосферостойкого металлопроката марки 14ХГНДЦ следует изготавливать на специализированных мостовых заводах и монтировать специализированными мостостроительными организациями, имеющими:

4.1.1 организованную приемку конструкций независимой Инспекцией по контролю качества изготовления мостовых конструкций (для заводов);

4.1.2 действующую нормативную документацию на изготовление, монтажную сборку и сварку мостовых конструкций;

4.1.3 подготовленные кадры инженерно-технических рабочих (ИТР), в том числе ИТР сварочного производства и рабочих-электросварщиков, аттестованных в Головном Аттестационном Центре по сварочному производству стального мостостроения Филиала АО ЦНИИТС «НИЦ «Мосты» (далее по тексту НИЦ «Мосты») или в региональных Аттестационных Центрах (АЦ), аккредитованных Национальным Агентством Контроля Сварки (далее НАКС) на выполнение аттестации персонала на объектах стального мостостроения – 10-я группа перечня Ростехнадзора РФ по Техническим Устройствам (ТУ) Опасных Производственных Объектов (ОПО) – «Конструкции Стальных Мостов» – «КСМ»;

4.1.4 соответствующие условия для изготовления и монтажа автодорожных мостовых конструкций – закрытые отапливаемые цеха (для заводов), краны, инвентарные подмости, вспомогательные устройства для монтажа (для монтажных организаций), оборудование, оснастку и средства контроля качества конструкций на заводе и стройплощадке;

4.1.5 собственную или привлеченную по договору лабораторию неразрушающего контроля качества металлопроката и сварных соединений, которая должна быть аттестована в области неразрушающего контроля (в системе «Промышленная безопасность») на право выполнения работ на объектах по п. 11.1 перечня объектов по ПБ03-372-00 (Металлические конструкции, в т.ч. стальные конструкции мостов);

4.1.6 собственных или привлеченных по договору специалистов по неразрушающему контролю качества сварных соединений, аттестованных в системе «Промышленная безопасность» центрами по аттестации персонала в области неразрушающего контроля (НК) по п. 11.1 перечня объектов контроля

по ПБ03-440-02 (Металлические конструкции, в т.ч. стальные конструкции мостов);

4.1.7 заводы должны иметь собственную лабораторию разрушающего контроля качества металлопроката и сварных соединений, а также лабораторию входного контроля материалов и химического или спектрального анализа сталей и сварных соединений или договор с аккредитованной на данные виды испытаний лабораторией. Лаборатории по пп. 4.1.5 и 4.1.7 могут объединяться в Центральную Заводскую Лабораторию (ЦЗЛ завода);

4.1.8 сварочное оборудование, сварочные материалы, а также заводские и монтажные технологии сварки, аттестованные на группу объектов «КСМ» в НИЦ «Мосты» или в региональных АЦ НАКС, прошедших аккредитацию в НАКС и НИЦ «Мосты» на выполнение аттестации сварочных работ на объектах стального мостостроения (сварочное оборудование и марки сварочных материалов могут быть также аттестованы на группу «КСМ» заводами-поставщиками оборудования и сварочных материалов).

4.2 Основанием для изготовления и монтажа стальных конструкций пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из проката марки 14ХГНДЦ служит рабочая документация на стадии КМ, разработанная специализированной проектной организацией и утвержденная заказчиком к производству работ. Соответствующий заказчик представляет заводу-изготовителю и монтажной организации один экземпляр чертежей КМ вместе с подписанным договором на изготовление, поставку и монтаж конструкций из проката марки 14ХГНДЦ. Завод-изготовитель осуществляет входной контроль поступившей проектной документации (чертежей КМ), а монтажная организация, кроме входного контроля чертежей КМ и КМД, выполняет входной контроль на стройплощадке заводских отправочных марок.

При необходимости завод-изготовитель и монтажная организация могут привлекать к экспертизе поступившей проектной документации и контролю качества заводских отправочных марок разработчика настоящего СТО (Филиала АО ЦНИИС «НИЦ «Мосты», далее по тексту – НИЦ «Мосты»).

4.3 В документации КМ должны быть указаны типы, категории швов и способы сварки заводских и монтажных сварных соединений, участки сварных швов с полным проплавлением толщины детали, а также угловые швы с роспусками (недоварами) и способы механической обработки сварных соединений.

Документация КМ должна содержать все данные для заказа металлопроката и крепежных изделий (метизов).

4.4 При разработке документации КМД завод-изготовитель обязан соблюдать проектно-технологические требования чертежей КМ,

СП 35.13330.2011 и настоящего СТО. Отступления от чертежей КМ должны быть согласованы с проектной организацией, разработавшей их. Отступления от настоящего СТО согласовываются с разработчиком СТО (НИЦ «Мосты»).

В состав документации КМД, кроме детализированных чертежей конструкций, должны входить монтажно-маркировочные схемы, листы готовых элементов или комплектовочные ведомости и ведомости метизов.

4.5 Заводскую сварку конструкций из проката марки 14ХГНДЦ следует производить в соответствии с утверждённым Главным инженером (Техническим директором) предприятия Технологическими Указаниями (ТУК) по изготовлению конкретных отпавочных марок. Указанные ТУК должны быть разработаны отделами Главного технолога и Главного сварщика предприятия и согласованы с разработчиком настоящего СТО (НИЦ «Мосты»).

К указанным Технологическим Указаниям (ТУК) на заводское изготовление стальных конструкций пролётных строений конкретного объекта (Заказа) должны быть разработаны заводом и прилагаться Карты Технологического Процесса Сварки (КТПС) по каждому применяемому на заводе способу (технологии) сварки стыковых и тавровых соединений соответствующих толщин.

4.6 Основанием для выполнения монтажной сварки стальных конструкций пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из проката марки 14ХГНДЦ, кроме чертежей КМ и КМД, служит Технологический Регламент по сварке монтажных соединений конкретного объекта строительства, разработанный специализированной научно-исследовательской организацией (как правило, разработчиком настоящего СТО). На основании указанного Технологического Регламента, монтажная организация должна разработать КТПС по каждому применяемому на стройплощадке способу (технологии) сварки стыковых и тавровых соединений соответствующих толщин. Указанные КТПС монтажных соединений должны быть согласованы с разработчиком настоящего СТО (НИЦ «Мосты»).

4.7 Техническое сопровождение и надзор за заводским изготовлением и монтажной сваркой металлоконструкций пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из проката марки 14ХГНДЦ должна выполнять независимая организация (как правило, разработчик ТУК для завода и/или Технологического Регламента на монтажную сварку объекта) силами специалистов сварочного производства по группе объектов «КСМ» не ниже, чем по III-му уровню.

4.8 Должностные лица завода-изготовителя конструкций и монтажной организации несут полную ответственность за качество производимых сборочно-сварочных работ на заводе и стройплощадке и соблюдение

требований настоящего СТО, рабочей документации КМ и КМД, ТУК на заводе и Технологического Регламента по монтажной сварке конструкций на стройплощадке.

Службы контроля качества должны иметь в своём распоряжении на заводе и стройплощадке поверенные в региональных ЦСМ средства проверки сварных соединений, геодезический и измерительный инструмент и другие технические средства, обеспечивающие необходимую достоверность и полноту контроля качества.

4.9 Изготовление металлоконструкций из проката марки 14ХГНДЦ следует выполнять с оформлением следующих основных исполнительных документов с учётом действующей на заводе-изготовителе системой менеджмента качества:

- журналы или Акты входного контроля (журналы регистрации сертификатов металлургических комбинатов на металлопрокат, поставщиков сварочных материалов, высокопрочных метизов и др.);

- заключения по результатам определения механических свойств и химического состава металлопроката;

- заключения по результатам испытаний контрольных сварных соединений (КСС) по допуску комбинаций сварочных материалов по соответствующим способам сварки;

- заключения по проведению ультразвуковой диагностики сварных швов;

- журналы пооперационного контроля;

- акты приёмки кондукторов, шаблонов;

- журналы сварочных работ или Сопроводительные карты сварочных работ;

- акт-предъявка;

- акт (акт-предъявка) контрольной сборки (если она проводится);

- документ о качестве (Сертификат) на отправочные марки.

4.10 Производство сборочно-сварочных работ с конструкциями из проката марки 14ХГНДЦ на стройплощадке должно сопровождаться составлением исполнительной документации, перечень которой приведён в Приложении Б настоящего СТО.

4.11 Завод-изготовитель металлоконструкций должен обеспечивать собираемость конструкций на монтаже. Для проверки разработанных чертежей КМД и технологии изготовления конструкций, завод-изготовитель определяет объём контрольной сборки в соответствии с принятой технологией изготовления конструкций и может проводить контрольную сборку.

4.12 При изготовлении и монтаже стальных конструкций пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из проката марки

14ХГНДЦ должен быть обеспечен пооперационный контроль за выполнением требований конструкторско-технологической документации и настоящего СТО со стороны отдела технического контроля (ОТК) завода и производственно-технического отдела (ПТО) монтажной организации.

4.13 По окончании всего заказа или отдельных его этапов завод-изготовитель выдает заказчику соответственно сертификат качества или акт приёмки стальных конструкций с подписями представителя Инспекции и ОТК завода.

5 Требования к стальному прокату марки 14ХГНДЦ

5.1 Листовой и фасонный прокат марки 14ХГНДЦ по ГОСТ Р 55374-2012 и СТО 13657842-1-2009 может применяться для изготовления основных несущих конструкций пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад обычного и северного А и Б исполнений. Для указанных стальных конструкций пролетных строений могут применяться также гнутые профили и трубы из листового проката марки 14ХГНДЦ (далее по тексту раздела 5 – металлопрокат).

5.2 Весь предназначенный для изготовления автодорожных мостовых конструкций металлопрокат по п. 5.1 при поступлении его от поставщика на склад завода-изготовителя конструкций должен быть принят (например, по акту) с оформлением документов согласно системе приходования и идентификации металлопроката на конкретном предприятии.

Каждая партия поставляемого металлопроката должна сопровождаться документом о качестве по ГОСТ 7566 (Сертификатом) с указанием данных, регламентированных нормативной документацией на металлопрокат марки 14ХГНДЦ.

Сертификаты на используемый металлопрокат являются составной частью документации и могут быть предоставлены заказчику по его первому требованию.

5.3 При приёмке металлопроката выполняют входной контроль, при котором проверяют соответствие маркировки металла с указанными данными в Сертификате (марка стали, номер партии, номер металлургической плавки) и устанавливают его количество (по теоретической массе). Выборочными замерами проверяют габаритные размеры и визуальным контролем устанавливают недопустимые поверхностные дефекты (если такие имеются). При наличии отклонений от Сертификата и требований ГОСТ Р 55374-2012 и/или СТО 13657842-1-2009 в отношении такого проката завод принимает необходимые действия в соответствии с действующим законодательством РФ.

Приёмку и входной контроль металлопроката марки 14ХГНДЦ по п. 5.1 осуществляет технический персонал склада (цеха) металла и ОТК завода-изготовителя конструкций.

После входного контроля и приёмки металлопроката по акту (документу) производят дополнительную маркировку, исключаящую перепутывание проката марки 14ХГНДЦ с другими марками стали.

Хранить металлопрокат следует в устойчивых штабелях высотой не более 1,5 метра с укладкой его на деревянные или металлические подкладки толщиной 100–150 мм.

5.4 Деловые отходы (возврат), полученные при вырезке деталей, подлежат использованию на детали других элементов мостовых конструкций. На деловые отходы переносят несмываемым маркером маркировку с проката, в т.ч. маркировку, исключаящую перепутывание проката марки 14ХГНДЦ с другими марками стали. Они подлежат возврату на склад металла, где их сортируют и хранят так же, как и металлопрокат, полученный с завода-поставщика.

5.5 Запуск металлопроката по п.5.1 в производство осуществляется после проведения входного контроля, его приёмки и оформления (открытия) заводского заказа. Порядок открытия заказа определяется специальной заводской инструкцией.

6 Изготовление деталей и монтажных элементов на заводе и стройплощадке. Конструктивные схемы соединений и узлов

6.1 Весь предназначенный для изготовления мостовых конструкций металлопрокат марки 14ХГНДЦ должен быть перед запуском в производство очищен от прокатной окалины и возможной ржавчины на поточных линиях очистки.

Стальной прокат на поточных линиях очищают колотой или литой дробью, закаленной с низкотемпературным отпуском, марок ДСК и ДСЛ ГОСТ 11964 размером 0,8...1,2 мм для низколегированной стали марки 14ХГНДЦ; допускается применение других марок дроби, соответствующих указанным требованиям. Вышеуказанные способы очистки металлопроката должны соответствовать 2-ой степени очистки от окислов по ГОСТ 9.402-2004.

Жировые загрязнения и консервационные смазки, имеющиеся на прокате, должны быть удалены растворителями или моющими средствами до дробемётной очистки.

6.2 Листовой прокат, подаваемый на резку и имеющий отклонения от плоскости более 1,5 мм на 1 м длины лекальной линейки для любой толщины проката, должен быть выправлен на листопрямильной машине с числом валков не менее семи. Зазор между поверхностью выправленного листа, уложенного на

ровную горизонтальную плоскость, и ребром стальной лекальной линейки длиной 1 м не должен превышать 1,5 мм для любой толщины листа.

При правильно подобранном режиме лист выправляется за один проход. Число проходов (при необходимости) не должно превышать шести.

На листоправильных машинах запрещается править волнистость кромок и саблевидность листа или полосы с помощью прокладок.

6.3 Волнистость универсального и полосового проката марки 14ХГНДЦ правят на листоправильных машинах, а саблевидность и винтообразность – на горизонтальных правильно-гибочных прессах. Волнистость полосовых заготовок из листа толщиной больше 40 мм допускается править на горизонтальных правильно-гибочных прессах с установкой металлических прокладок на выпуклостях деформированных участков. Допускаемая без исправления величина саблевидности универсального и полосового проката (зазора между натянутой струной и продольной кромкой полосы) 1 мм на 1 м длины, но не более 5 мм на всей длине.

6.4 Для правки фасонного углового проката из стали 14ХГНДЦ рекомендуется применять сортоправильные машины открытого типа с консольным расположением роликов, а также с возможностью их замены и изменения шага.

Холодной правке подлежит фасонный прокат из стали марки 14ХГНДЦ (уголок, швеллер, двутавр, квадрат, труба и др.) при кривизне более 1/1000 длины или более 5 мм.

6.5 Деформации листового и фасонного проката, превышающие пределы допустимости холодной правки по СТО-ГК «Трансстрой»-012-2018, или деформации в элементах конструкций превышающие допуски по СТО-ГК «Трансстрой»-005-2018, а такие деформации, не поддающиеся правке на машинах, выправляют термическим либо термомеханическим способами.

Основные правила термической и термомеханической правки на заводе и стройплощадке:

- температуру местного нагрева металла марки 14ХГНДЦ при термической и термомеханической правке следует принимать номинально 700 °С;

- рабочие-газоправильщики должны быть обучены и аттестованы соответствующей комиссией завода или мостостроительной организации с выдачей удостоверений. Газоправильщики должны уметь контролировать температуру нагрева металла при правке с помощью оптического пирометра излучения, цифровых термометров, например, типа ТЦ-1000, или термометров типа ТК-5 на основе контактной термопары и др.;

- навыки газоправильщиков по определению температуры нагрева проверяют на образце-пластине из стали марки 14ХГНДЦ толщиной 12-16 мм, на которой им предлагается нагреть полосу металла до температуры 900 °С;

- поверхность металла в зоне правки нагревом необходимо очищать от различных загрязнений во избежание изменения цвета каления и образования газов, вредных для здоровья газоправильщиков;

- интенсивность нагрева должна обеспечивать равномерный нагрев зоны правки с уменьшением градиента температур. Горючий газ – ацетилен, пропан-бутан или природный газ, номер сопла (наконечника) не ниже 5. Для толстого листа следует использовать одновременно две горелки или горелку типа ГП1. Допускается применять ручные резаки с номером сопла не ниже 5 аналогичной мощности;

- нагревать более двух раз одну и ту же зону не допускается;

- приложение статических усилий домкратами или пригрузом при термомеханической правке в случае остывания металла ниже 600 °С не допускается (кроме предварительных усилий, приложенных в процессе нагрева);

- термическая и термомеханическая правка проката и конструкций из стали марки 14ХГНДЦ допускается только при положительной температуре окружающего воздуха и металла;

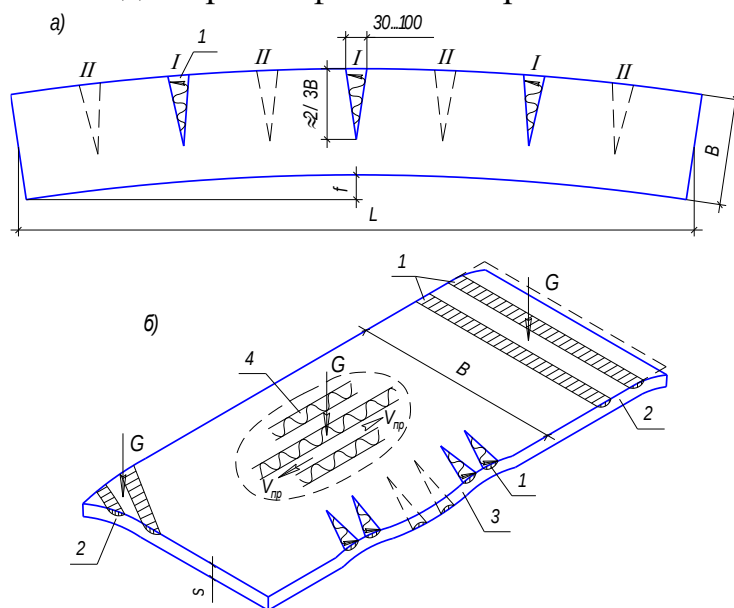
- о результатах правки можно судить только после полного естественного остывания зон нагрева до температуры 20...30 °С. Охлаждать нагретый металл водой или обдувом сжатым воздухом запрещается.

6.6 Саблевидность листа, полосы или элемента конструкции правят термическим способом с нагревом «клиньев» с выпуклой стороны элемента по схеме на рисунке 1, а. Высоту клиновидных зон нагрева принимают равной 2/3 ширины листа (элемента), при этом ширина зон нагрева не должна превышать 1/2 высоты клина и составляет 30...100 мм в основании. Нагрев клина производят от вершины к основанию. Лист толщиной более 20 мм нагревают одновременно с двух сторон.

В первую очередь зоны нагрева намечают в местах наибольших деформаций. После остывания листа замеряют остаточный выгиб и, при необходимости, намечают зоны II очереди нагрева (см. рисунок 1, а).

6.7 Волнистость толстого листа (20 мм и более), «бахрому» по кромке и выпучивания («хлопуны») выправляют преимущественно термомеханическим способом с применением статических усилий и наметкой зон нагрева по схемам, приведенным на рисунке 1, б. Металл во всех случаях необходимо нагревать с выпуклой стороны.

Принципы термической и термомеханической правки, изложенные в 6.5–6.7, справедливы также для правки фасонного проката из стали 14ХГНДЦ.



а – термическая правка саблевидности; б – термомеханическая правка волнистости «бахромы» по кромке, выпуклости («хлопуна»); G – статическая нагрузка (пригруз); 1 – зоны нагрева; 2 – волнистость; 3 – «бахрома» по кромке; 4 – выпуклость («хлопун»); $V_{пр}$ – направление нагрева полос при правке «хлопуна» (от центра к краям)

Рисунок 1 – Правка деформированных листов

6.8 Предельные отклонения при разметке деталей рулетками, металлическими линейками и другим измерительным инструментом не должны превышать величин, приведенных в таблице 1.

При разметке необходимо учитывать припуски на резку, механическую обработку и усадку от сварки по указаниям конструкторско-технологической заводской документации с учётом указаний СТО-ГК «Трансстрой»-012-2018.

Таблица 1 – Точность разметки деталей

Размер	Интервал размеров, м		
	до 1,5 вкл.	более 1,5 до 9 вкл.	более 9 до 21 вкл.
	Предельные отклонения, ± мм, от проектных линейных размеров		
Длина и ширина детали	1	1,5	2
Расстояние от кромки до разметочной риски	1	1	1
Расстояние между смежными рисками	0,5	0,5	0,5
Расстояние между крайними рисками	1	1,5	2
Смещение центров отверстий	0,5	0,5	0,5
Расстояние между центрами крайних отверстий	1	1,5	2

6.9 На все детали (расчетные и нерасчётные) элементов стальных конструкций пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из стали марки 14ХГНДЦ, оговоренных в чертежах КМ, необходимо переносить несмываемыми надписями маркёрами номера плавков по сертификатам металлургического комбината, в т.ч. маркировку, исключаящую перепутывание проката марки 14ХГНДЦ с другими марками стали. Места постановки номеров плавков на указанных деталях отправочных марок и монтажных элементах следует указывать в чертежах КМД. Эти места не должны попадать в зоны выполнения отверстий и наложения сварных швов, а также не должны закрываться при дальнейшем изготовлении и монтаже конструкций. Вышеуказанную информацию следует фиксировать в Актах-предъявках и сохранять в архиве ОТК завода-изготовителя в течение всего срока службы пролётного строения. Номера плавков необходимо переносить также на деловые отходы.

6.10 Механическую резку проката марки 14ХГНДЦ на ножницах допускается выполнять только при положительной температуре воздуха и металла. Кромки после резки на ножницах должны быть ровными, без трещин, заусенцев и завалов, превышающих 0,3 мм. При механической резке сортового и фасонного проката на фрезерно-отрезных станках параметры режимов резания следует устанавливать по паспортным данным эксплуатируемого на предприятии оборудования.

6.11 Для раскроя стального листа, вырезки деталей любой формы и прирезки припусков в отправочных марках на стройплощадке следует применять термическую резку:

- газокислородную машинную и ручную (на заводе и стройплощадке);
- кислородно-плазменную машинную (на заводе);
- лазерную машинную (на заводе).

При газокислородной и кислородно-плазменной резке толщина разрезаемого проката не ограничивается; лазерной резкой при изготовлении мостовых автодорожных конструкций из стали марки 14ХГНДЦ допускается резать лист толщиной до 20 мм включительно.

6.12 Рабочие, занятые на термической резке, должны быть обучены на заводе или стройплощадке по специальной программе, аттестованы соответствующей комиссией соответствующего предприятия и иметь удостоверения на право выполнения данных работ.

6.13 При кислородной резке в качестве горючего газа подогревающего пламени следует применять ацетилен, пропан-бутан или природный газ. Чистота кислорода должна быть не ниже 99,5 %, что соответствует 2-му сорту по ГОСТ Р 52087.

6.14 При машинной термической резке перпендикулярность кромок, шероховатость поверхности реза и точность вырезаемых деталей должны соответствовать требованиям таблиц 2, 3, 4 и 7 настоящего СТО.

Наибольшие значения перпендикулярности (Δ) для несвободных кромок не должны превышать норм, указанных в таблице 2. Перпендикулярность поверхности реза для свободных кромок должна быть не более 3 мм для любой толщины металла.

Таблица 2 – Допускаемая перпендикулярность (Δ) несвободных кромок при машинной термической резке

Толщина металла, мм	Значения Δ , мм	
	при горизонтальном зазоре в соединении	при вертикальном зазоре в соединении
8...12	1	0,5
14...30	2	1
32...40 и более	2	1

6.15 Шероховатость поверхности реза определяют высотой неровностей R_z и измеряют на базовой длине $\ell = 8$ мм по 10 точкам. Наибольшие значения шероховатости в зависимости от толщины разрезаемого металла не должны превышать норм, указанных в таблицах 3 и 4.

Радиус оплавления верхних кромок не должен превышать 2 мм.

Точность вырезаемых заготовок и деталей принимают по таблице 7.

6.16 Режимы машинной газокислородной, кислородно-плазменной и лазерной резки – по указаниям технической документации на указанное оборудование и нормативов организаций (предприятий) эксплуатирующих данное оборудование.

Качество поверхности реза (шероховатость) после машинной термической, в т.ч. и лазерной резки проверяют внешним осмотром (визуально) и замерами (с помощью приборов). Шероховатость поверхности реза контролируют визуально сравнением с эталонными образцами, которые должны храниться в организации (предприятии), а также с помощью контактных щуповых приборов (профилометров и профилографов).

Перпендикулярность реза замеряют угломером с нониусом или с помощью поверочного угольника и линейки.

Таблица 3 – Допускаемая шероховатость поверхности реза при машинной кислородной и кислородно-плазменной резке

Класс шероховатости по ГОСТ 14792	Категория кромок по табл.6 СТО	Способ резки	Значения шероховатости, R_z , мкм, при толщине разрезаемого металла, мм		
			8...12	14...30	32...50*
1	I	Газокислородная и кислородно-плазменная	50	80	160

2	II	То же	80	160	200
3	III	"-	160	≤ 250	≤ 250
4	IV	"-	250	≤ 320	≤ 320
* Для кислородно-плазменной резки толщина разрезаемого металла $S = 32 \dots 40$ мм.					

Таблица 4 – Допускаемая шероховатость поверхности реза при машинной лазерной резке

Класс шероховатости по ГОСТ 14792	Категория кромок по табл. 6 СТО	Способ резки	Значения шероховатости, R_z , мкм, при толщине разрезаемого металла, мм	
			8...12	14...20
1	I	Лазерная	40	70

6.17 Кромки деталей мостовых автодорожных конструкций из стали марки 14ХГНДЦ разделяют на три вида:

- 1) свободные;
- 2) несвободные неполностью проплавляемые при сварке;
- 3) несвободные полностью проплавляемые при сварке.

Требования к обработке и качеству кромок – согласно указаниям таблицы 5 настоящего СТО.

6.18 Отдельные выхваты на кромках после термической резки допускается устранять механической обработкой с соблюдением требований п. 6.21, при этом на свободных (не подлежащих сварке) кромках уменьшение ширины B детали не должно превышать $0,02B$, но не более 8 мм с каждой стороны, или не более 12 мм с одной стороны. На несвободных не полностью проплавляемых кромках угловых и тавровых сварных соединений глубина механической обработки выхватов не должна превышать 2 мм. На кромках со сплошным проплавлением в стыковых соединениях глубина механической обработки выхватов должна быть в пределах допусков на зазоры в зависимости от способа сварки в соответствии с требованиями ГОСТ 8713 (сварка под флюсом), ГОСТ 14771 (сварка в защитных газах) и ГОСТ 5264 (ручная дуговая сварка).

6.19 Строгание и фрезерование деталей мостовых конструкций из стали марки 14ХГНДЦ следует производить в следующих целях: обеспечение точности геометрических размеров в пределах заданных допусков; удаление зон с изменённой структурой кромок после механической или термической резки; подготовка кромок под сварку; обеспечение передачи усилий сжатия плотным касанием деталей; устранение отдельных выхватов или других дефектов резки. Строгание и фрезерование по плоскости выполняют для обеспечения плавного перехода от одной толщины деталей к другой при дальнейшем стыковании их

сваркой, для плавного перехода по толщине в накладных компенсаторах, обеспечения плотного касания рабочих плоскостей, передающих усилия сжатия.

6.20 В зависимости от требований к качеству кромок с учетом характера работы элементов конструкций на стадии эксплуатации кромки разделены на четыре категории (см. таблицу 5). В чертежах КМ следует указывать элементы, работающие на растяжение, и границы зон растяжения при изгибе. Соответственно в чертежах КМ и КМД необходимо указывать категории кромок согласно указаниям п. 6.21 и таблицы 5 настоящего СТО.

Таблица 5 – Категории и типы кромок. Требования к качеству

Категория кромок	Тип кромок, входящих в данную категорию	Требования к обработке и качеству кромок		
		после термической резки вручную	после резки на механических ножницах и штамповки	после машинной газо-кислородной, лазерной и кислородно-плазменной резки
I	Свободные кромки: продольные и косых концевых резов деталей, работающих на растяжение; растянутые у изгибаемых элементов, в том числе у продольных рёбер жесткости в растянутой зоне балок; деталей, образующих деформационные швы	Механическая обработка по п. 6.21 настоящего СТО		Допускаются без механической обработки при обеспечении точности деталей по табл. 7 и шероховатости поверхности реза 1-го класса для конструкций обычного и северного исполнений по таблицам 3 и 4 настоящего СТО
II	Свободные кромки монтажных элементов (фасонки, стыковых накладок, рыбок, соединительных планок); свободные кромки косых резов всех деталей из фасонного проката, работающих на растяжение	То же		Допускаются без механической обработки при обеспечении точности по табл. 7 и шероховатости поверхности реза не ниже 2-го класса по табл. 3 и 4 настоящего СТО
III	1. Свободные кромки: продольные и косых концевых резов деталей, работающих на сжатие; сжатые у деталей изгибаемых элементов, в том числе у продольных рёбер в сжатых зонах балок	- " -		Допускаются без механической обработки при обеспечении точности деталей по табл. 7 и шероховатости поверхности реза не ниже 2 класса для конструкций северного исполнения и 3 класса – обычного исполнения по табл. 3 и 4 настоящего СТО

	2.Свободные кромки поперечных (вертикальных) ребер жесткости. Все кромки нерасчетных элементов. Торцевые кромки всех деталей, за исключением деталей, относящихся ко II категории; свободные кромки торцевых резов всех деталей из фасонного проката; свободные кромки косых резов деталей из фасонного проката, работающих на сжатие	Механическая обработка по 6.21 настоящего СТО	Допускаются без механической обработки при обеспечении требуемой точности по табл. 7 и качества кромок по 6.10 настоящего СТО	Допускаются без механической обработки при обеспечении точности деталей по табл. 7 и шероховатости поверхности реза не ниже 3-го класса по табл 3 и 4 настоящего СТО
IV	1.Несвободные кромки, полностью проплавливаемые при сварке, в том числе подготовленные термической резкой под сварку, а также при технологическом проплавлении	Допускаются без механической обработки при обеспечении требуемой точности деталей и проектной разделки кромок под сварку		
	2. Несвободные кромки, не полностью проплавливаемые при сварке, в том числе поперечных (вертикальных) ребер жесткости и деформационных швов	Механическая обработка по 6.21 настоящего СТО	Допускаются без механической обработки при обеспечении требуемой точности деталей и проектной разделки кромок под сварку	

6.21 Механическую обработку кромок после резки на ножницах или ручной газокислородной резки надлежит выполнять строганием или фрезерованием на глубину, обеспечивающую удаление дефектов поверхности, но не менее 1 мм. Поверхности кромок не должны иметь надрывов и трещин.

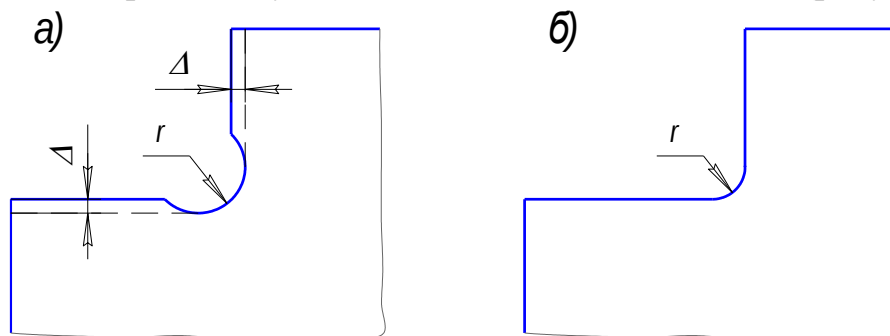
Шероховатость поверхности свободных и не полностью проплавливаемых при сварке кромок после строгания, фрезерования и обработки абразивным инструментом должна быть не грубее 3-го класса ГОСТ 2789 при высоте неровностей по 10 точкам на базовой длине $\ell = 8$ мм в пределах $R_z 40 \dots 80$ мкм. Шероховатость полностью проплавливаемых кромок после строгания и фрезерования не должна превышать $R_z 300$ мкм.

Параметры режущего инструмента, а также режимы резания (строгания и фрезерования) следует принимать согласно паспортным данным на эксплуатируемое оборудование.

6.22 Прокатные (продольные) кромки полосовой и универсальной стали марки 14ХГНДЦ допускается не подвергать механической обработке, если они удовлетворяют требованиям таблицы 5 настоящего СТО.

6.23 Скругленные вырезы по торцам продольных ребер в растянутых зонах балок (рисунок 2а) следует выполнять со сверлением у вершины входящего угла отверстия диаметром не менее 25 мм. Допускается штамповка вырезов с последующей механической обработкой. При машинной газокислородной, плазменно-дуговой или лазерной резке обработка кромок выреза не требуется, если качество реза удовлетворяет требованиям категории I по таблице 5 (рисунок 2б).

Для остальных элементов и деталей кромки скругленных вырезов, образованные штамповкой, машинной термической резкой без сверления отверстий, допускается не подвергать механической обработке, если неровности вдоль кромок, заусенцы и завалы не более 0,3 мм (рисунок 2 б).



а – вырезы, образованные сверлением и штамповкой, а также сверлением и машинной кислородной, плазменно-дуговой и лазерной резкой; Δ – зона обработки при применении штамповки ($\Delta = 2...4$ мм); б – вырезы, образованные машинной кислородной, плазменно-дуговой и лазерной резкой

Рисунок 2 – Вырезы в углах деталей

6.24 Отверстия в элементах автодорожных мостовых конструкций из стали 14ХГНДЦ с болтовыми и фрикционными соединениями образуют сверлением; отверстия под указанные типы соединений допускается вырезать лазерной резкой диаметром 12 мм и более при толщине металлопроката до 20 мм включительно. Допускается расточка и машинная термическая резка отверстий иного назначения диаметром 50 мм и более с обеспечением точности и чистоты поверхности в соответствии с таблицами 3 и 6.

6.25 Детали под сверление и расточку следует устанавливать перпендикулярно оси шпинделя. Не допускается прогиб деталей во время сверления. Сверлить отверстия надлежит с минимальным удалением оси шпинделя от оси колонны станка и с минимальным расстоянием от режущей части сверла до сверлильной головки.

6.26 Номинальные диаметры отверстий под высокопрочные болты фрикционных соединений и под болты нормальной точности должны быть указаны в чертежах КМ и КМД в соответствии с таблицей 6.

6.27 Просверленные или рассверленные отверстия, а также отверстия, образованные машинной термической резкой, должны иметь цилиндрическую форму. Шероховатость поверхности должна соответствовать $R_z 40 \dots 80$. Отклонения по диаметру, овальности, глубине зенковки и косине отверстий не должны превышать допусков, приведенных в таблице 6.

Таблица 6 – Требования к отверстиям болтовых и фрикционных соединений

Наименование соединений и отклонений	Номинальные диаметры отверстий и допуски, мм, под болты с резьбой			
	M18	M22	M24	M27
Стыки и крепления основных несущих элементов и связей, определяющие проектное положение конструкций с фрикционными соединениями	21	25	28	30
Прикрепления: связей, не определяющих проектного положения конструкций; стыковых накладок (рыбок) поясов продольных балок; тормозных связей и горизонтальных диафрагм проезжей части с фрикционными соединениями	23	28	30	33
Соединения на болтах нормальной точности	19	23	25	28
Отклонения диаметра отверстия	+0,5 -0,2	+0,5 -0,2	+0,6 -0,2	+0,6 -0,2
Овальность в пределах отклонения по диаметру	0,4	0,5	0,5	0,6
Косина	До 3% толщины листа или пакета, но не более 2 мм			
Отклонение заданной глубины зенкования	±0,4	±0,4	±0,4	±0,4

Заусенцы и грат на краях отверстий необходимо удалять.

Допускается удаление заусенцев и грата зенковкой не более чем на 1 мм по глубине и радиусу.

Режимы сверления отверстий – по паспортным данным эксплуатируемого оборудования.

6.28 Продавливание отверстий в основных несущих конструкциях автодорожных мостов из стали марки 14ХГНДЦ не допускается.

Разрешается продавливание отверстий на полный диаметр при толщине проката до 12 мм из стали марки 14ХГНДЦ в деталях следующих конструкций данных автодорожных мостов:

- барьерные ограждения;
- кабельные короба с крышками;
- лестницы сходов на опоры, смотровые ходы по связям;
- перильные ограждения и смотровые приспособления.

Диаметр продавленного отверстия не должен быть меньше толщины металла. Разность диаметров продавленного отверстия на входе и выходе пуансона не должна превышать 0,7 мм. Кромки продавленного отверстия не должны иметь неровностей, заусенцев, трещин и завалов, превышающих 0,3 мм.

6.29 Детали, получившие в процессе обработки недопустимые деформации, подлежат правке. Правку выполняют теми же способами, что и листового проката, за исключением сварных полотнищ.

6.30 Холодную гибку деталей разделяют на два вида – *по радиусу* и *в угол*. Гибку металлопроката и деталей мостовых конструкций из стали 14ХГНДЦ *по радиусу* допускается выполнять до положения, при котором величина допускаемого минимального радиуса r не превышает значений, указанных в СТО-012-2018.

6.31 При гибке *в угол* на кромкогибочных прессах и в штампах деталей из листового проката марки 14ХГНДЦ внутренний радиус должен быть не менее $1,2S$ для конструкций автодорожных пролётных строений, (S – толщина листа).

При гибке *в угол* деталей из стали марки 14ХГНДЦ, после резки их на ножницах, кромки, пересекающие линиюгиба, необходимо подвергнуть механической обработке, а углы скруглить радиусом не менее 1,0 мм или фаской 1,0-1,5 мм. Линиюгиба рекомендуется располагать поперек прокатных волокон листа.

Гибку деталей *в угол* автодорожных мостовых конструкций из стали 14ХГНДЦ, эксплуатируемых в районах с расчетной температурой ниже минус 40 °С и до минус 60 °С включительно и толщиной более 10 мм разрешается выполнять только в горячем состоянии.

6.32 Холодную гибку металлопроката марки 14ХГНДЦ толщиной 6...10 мм для изготовления трапециевидных профилей следует выполнять на профилегибочных станах, при этом допускается изготовление трапециевидных профилей на кромкогибочных прессах. Величину внутреннего радиуса гибки следует принимать не менее $3S$ для конструкций обычного исполнения и не менее $4S$ северного А и Б исполнения (S – толщина проката для трапециевидного профиля).

6.33 Запрещается применение готового импортного холодногнутого трапециевидного профиля из зарубежных атмосферостойких сталей без проверки качества такого проката и проведения комплексных исследований контрольных сварных соединений из сталей разных марок (отечественных и импортных) в специализированной научно-исследовательской организации.

6.34 Не подлежат исправлению и должны заменяться участки листов и прокатных профилей, на которых обнаружены трещины или расслоения в

основном металле. Длину удаляемого участка принимают равной длине дефекта плюс запас бездефектного металла по 50 мм в каждую сторону.

6.35 Расслой на свободных кромках глубиной до 8 мм и дефекты на поверхности листа, не превышающие допуска на толщину проката, допускается удалять механической обработкой.

Участки кромок проката с расслоем глубиной более 8 мм и поверхностных дефектов, превышающих допуски на толщину проката, ремонтируют вырезкой дефектного участка с запасом бездефектного проката не менее 50 мм и заменой (пристыковкой) на новый прокат с приваркой его в соответствии с требованиями настоящего СТО. Минимальная ширина стыкуемого листа – 300 мм.

6.36 Качество кромок деталей и монтажных элементов должно соответствовать требованиям пп. 6.18, 6.20–6.23 и таблицы 5.

Острые свободные кромки конструкций автодорожных пролётных строений из стали 14ХГНДЦ следует скруглять радиусом не менее 0,3 мм. Свободные кромки конструкций из стали 14ХГНДЦ, подлежащие окраске (по указанию чертежей КМ), следует скруглять радиусом не менее 2,0мм; допускается притуплять указанные кромки фаской 1,0-1,5 мм со скруглением углов (с плавными переходами) абразивным инструментом.

6.37 Предельные отклонения от проектных *линейных размеров* деталей, монтажных элементов и расположения отверстий не должны превышать указанных в таблице 7, если в чертежах КМ и КМД не оговорены дополнительные ограничения.

Таблица 7 – Предельные отклонения, (мм) от проектных линейных размеров деталей, монтажных элементов* и отверстий после обработки

Размеры детали или монтажного элемента	Интервалы размеров, м					
	до 1,5 вкл.	более 1,5 до 2,5 вкл.	более 2,5 до 4,5 вкл.	более 4,5 до 9,0 вкл.	более 9,0 до 15,0 вкл.	более 15,0 до 21,0 вкл.
А. Длина и ширина, при способе резки:						
1. Термической вручную по наметке	±2,5	±3,0	±3,5	±4,0	±4,5	±5,0
2. Термической резкой машинной или полуавтоматом	±1,5	±2,0	±2,5	±3,0	±3,5	±4,0
3. На механических ножницах или пилой по наметке	±1,5	±2,0	±2,5	±3,0	±3,5	±4,0
4. То же, по упору	±1,0	±1,5	±2,0	±2,5	±3,0	±3,5
5. С обработкой на кромко-	±1,0	±1,0	±1,5	±2,0	±2,5	±3,0

Размеры детали или монтажного элемента	Интервалы размеров, м					
	до 1,5 вкл.	более 1,5 до 2,5 вкл.	более 2,5 до 4,5 вкл.	более 4,5 до 9,0 вкл.	более 9,0 до 15,0 вкл.	более 15,0 до 21,0 вкл.
строгальном или фрезерном станках						
Б. Разность длин диагоналей листовых деталей, подлежащих сварке встык	±2,0	±3,0	±4,0	±5,0	±6,0	±8,0
То же внахлестку	±4,0	±5,0	±6,0	±8,0	±10,0	±12,0
В. Расстояние между центрами отверстий: образованных по наметке, крайних	±2,0	±2,0	±2,5	±3,0	±3,5	±4,0
То же, смежных	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5
Образованных по кондукторам или на станках с ЧПУ, крайних	±1,0	±1,0	±1,5	±2,0	±2,5	±3,0
То же, смежных	±1,0	±1,0	±1,0	±1,0	±1,0	±1,0
<i>Примечание – Для свободных кромок по пунктам 1-5 допускается отклонение до +5 мм.</i> <i>* К монтажным элементам относится готовая продукция, отправляемая на монтаж без сборки и сварки (фасонки, стыковые накладки, связи и т.д.), в отличие от деталей, поступающих на заводскую сборку и сварку отправочных марок.</i>						

6.38 Предельные отклонения от геометрической формы деталей и монтажных элементов должны соответствовать требованиям таблицы 8, если в чертежах КМ и КМД не оговорены дополнительные ограничения.

6.39 При проектировании автодорожных мостовых конструкций из проката марки 14ХГНДЦ рекомендуется применять монтажные блоки максимальной заводской готовности с минимальными объёмами работ по образованию соединений на монтажной площадке.

Таблица 8 – Предельные отклонения от геометрической формы деталей и монтажных элементов после обработки

Характер отклонения	Предельная величина, мм
Искривление деталей и монтажных элементов	
1. Зазор между поверхностью листа и ребром стальной линейки длиной 1 м:	
в зоне монтажных отверстий	1,0
в остальных местах	1,5
2. Зазор между натянутой струной и обушком уголка, полкой или стенкой швеллера и двутавра длиной ℓ	0,001 ℓ , но не более 10
3. Зазор между поверхностью листа закладной детали сталежелезобетонного пролетного строения и ребром стальной линейки длиной 1 м	1,0
4. Отклонение линий кромок листовых деталей от теоретического	

Характер отклонения	Предельная величина, мм
очертания при сварке: встык внахлестку	1,5 5,0
5. Отклонение при гибке – просвет между шаблоном длиной 1,5 м по дуге и поверхностью вальцованного листа или обушком профиля, согнутого: в холодном состоянии в горячем состоянии	2,0 3,0
6. Остаточные угловые деформации («домики») в стыковых сварных соединениях деталей, определяемые стрелой прогиба на базе 400 мм при толщине S стыкуемых деталей, мм:	
до 20 включительно свыше 20	0,15S 3,0
7. Эллиптичность (разность диаметров окружностей в сечении) в габаритных листовых конструкциях – преимущественно трубчатых элементах, сваях (диаметр окружности D): вне стыков в монтажных стыках	0,005D 0,003D

6.40 При разработке чертежей КМ автодорожных пролетных строений из проката марки 14ХГНДЦ проектная организация с учетом технологии производства сварочных работ назначает роспуски (недовары) угловых швов для обеспечения собираемости конструкций и предотвращения образования макро- и микротрещин в швах в зонах монтажной сварки от внутренних остаточных напряжений:

а) в цельносварных стыках главных балок (двутавровых, L-образных, С-образных, П-образных, коробчатых) – во всех угловых поясных швах. Длина роспусков – 250-300 мм;

б) в комбинированных болто-сварных стыках главных балок – на концах верхних и нижних угловых поясных швов у технологических проёмов (отверстий). Длина роспусков – 200 мм (в зонах сжатия) и 300 мм (в зонах растяжения) для однолистовых поясов с совмещённым стыком; не менее 300 мм в зонах сжатия и соответственно 400 мм в зонах растяжения – для пакетных поясов с совмещённым стыком; не менее 300 мм – для верхних пакетных поясов с разнесёнными стыками;

в) в стенках главных балок – в угловых швах прикрепления продольных рёбер, стыкуемых на монтаже сваркой со вставкой; длина роспуска 250 мм;

г) в ортотропных плитах – в угловых швах на концах стенок поперечных балок вблизи продольных стыковых швов настильных листов с поясами главных балок или плит между собой; длина роспуска – 100 мм;

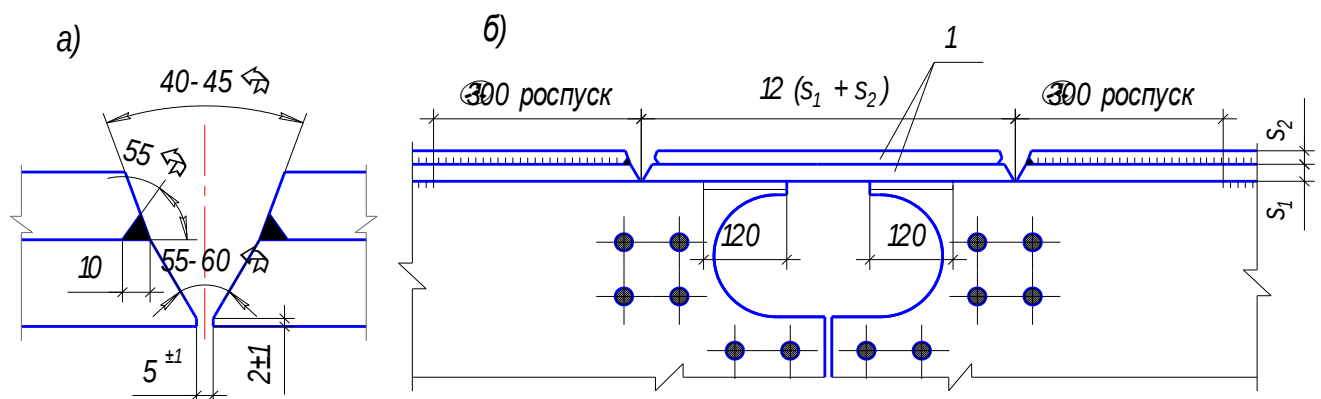
д) в ортотропных и ребристых плитах – в угловых швах на концах продольных рёбер вблизи поперечных стыковых швов настильных листов плит между собой или плит с поясами главных балок (ригелей, коробок); длина роспусков – по 150 мм по обоим торцам плит.

6.41 При разработке чертежей КМ проектная организация назначает припуски по 50 мм на подрезку кромок под сварные монтажные соединения:

- а) в стыках верхних однолистовых поясов главных балок или вставок;
- б) по крайним продольным кромкам настильных листов средних укрупненных блоков ортотропных плит вблизи продольных стыковых швов этих листов с поясами главных балок;
- в) по торцам настильных листов средних и консольных ортотропных плит (тыловые по направлению монтажа кромки);
- г) по торцам вставок с одной стороны сварных стыков продольных рёбер нижних ребристых и верхних ортотропных плит;
- д) в стыках нижних поясов главных балок приблизительно через 60...80 метров пролётного строения.

6.42 Изменение сечений элементов, соответствующее изменению усилий в них, должно быть плавным, с уклонами 1:8*.

Уширение поясных листов предусматривают, как правило, симметричным; утолщение поясных листов выполняют с одной стороны – снаружи или изнутри (со стороны стенки для конструкций, монтируемых способом продольной надвижки по элементам скольжения); утолщение стенок балочных конструкций делают симметричным.



а – подготовка кромок стыка пакетного пояса; б – верхние пояса с разнесёнными стыками; 1 – пакетная монтажная вставка (на монтаж поставляется россыпью с припуском каждого листа)

* В элементах конструкций, воспринимающих усилия сжатия от эксплуатационных и монтажных нагрузок, допускаются уклоны 1:4.

Рисунок 3 – Схема подготовки кромок стыка пакетных поясов главных балок под монтажную сварку

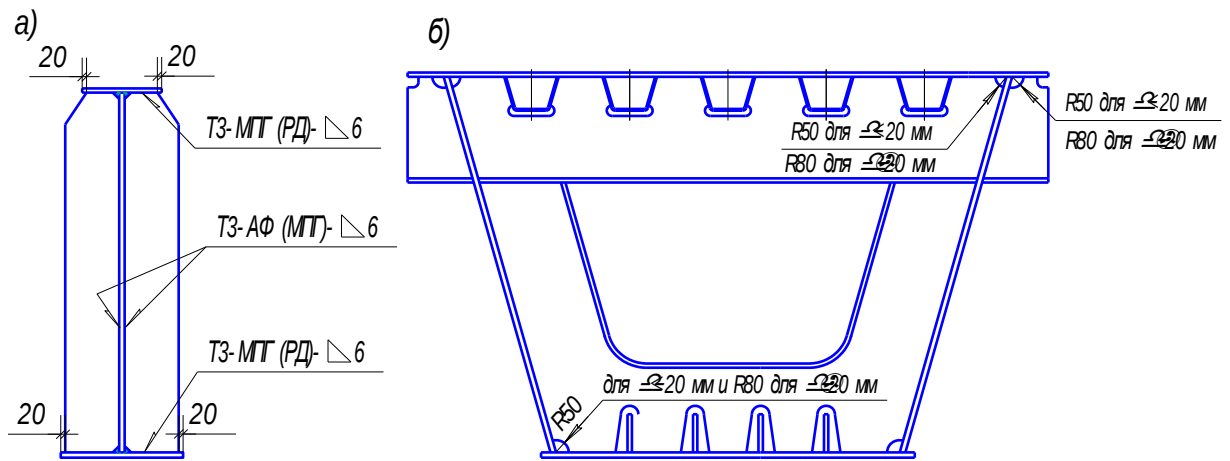
6.43 Пакетные пояса главных балок предпочтительно проектировать из двух листов разной ширины со свесами не более 120 и не менее 50 мм. Изменение ширины или толщины листов в пакете должно быть плавным, с уклонами 1:8 в растянутых и 1:4 в сжатых зонах. В монтажных стыках пакетных поясов уширение узкого листа до размера широкого обязательно.

Монтажные стыки двухлистовых пакетов нижних поясов балок во всех случаях, а верхних поясов – как правило, проектируют совмещёнными в одном сечении. Торцы листов объединяют ручной дуговой сваркой в разделку при заводском изготовлении (рисунок 3а). Усиление шва обрабатывают заподлицо с основным металлом.

Монтажные стыки верхних пакетных поясов балок допускается выполнять разнесёнными со вставкой (рисунок 3, б), с полным проваром примыкающих к технологическому отверстию угловых поясных швов. Длину вставки следует принимать равной 12 толщинам стыкуемого пакета, при этом вставка на монтаж поставляется отдельными листами («россыпью») с припусками по 100 мм с одной стороны для каждого листа.

Для монтажных стыков пакетных поясов рекомендуется применение автоматической сварки под флюсом по ручной подварке корня шва и, как вариант, многопроходной ручной дуговой сварки на все сечение стыкового соединения.

6.44 Вертикальные (или поперечные) промежуточные рёбра жесткости сплошностенчатых изгибаемых балочных и коробчатых элементов автодорожных пролетных строений под любые временные нагрузки рекомендуется приваривать к стенкам и поясам непрерывными угловыми швами (рисунок 4, а), или проектировать их с устройством скругленных вырезов номинальным радиусом 50 мм или фаской 50 мм (рисунок 4, б) при толщине ребра до 20 мм; при толщине этих ребер 20 и более мм – номинальный радиус выреза или фаски должен составлять 80 мм. Вырезы обязательны, если по технологии сборки и сварки (преимущественно коробчатых сечений) поясной шов проваривается полуавтоматом после постановки и приварки поперечных рёбер или диафрагм.



а – рёбра, привариваемые к стенке и поясам непрерывными швами; б – то же со скруглёнными вырезами или фаской 50 мм для $\delta \leq 20$ мм, и вырезами или фаской 80 мм для $\delta \geq 20$ мм

Рисунок 4 – Схемы выполнения рёбер жесткости сплошностенчатых балок

6.45 Длину угловых швов на торцах рёбер следует принимать не менее 60 мм (п. 8.147 СП35.13330.2011). Расстояние от свободной кромки растянутого пояса балки до свободной кромки ребра, в т. ч. и опорного, рекомендуется назначать не менее 20 мм (см. рисунок 4, а).

В местах примыкания рёбер к поясам, фасонкам и другим рёбрам; пересечения продольных и поперечных рёбер плит; обрыва стенок балок в монтажных соединениях; обрыва продольных рёбер ортотропных плит; в технологических проёмах (отверстиях) и т.д. необходима обварка угловыми швами по кромкам и торцам стыкуемых деталей по всему контуру контакта («закольцовка» швов по контуру).

Допускается при толщине рёбер 20 мм и более, в зоне «закольцовки» угловых швов под выкружками, углубление до 0,5 мм, образовавшееся в месте соединения сварных швов, с обязательным контролем. Величина катета в закольцовках угловых швов должна быть 4 мм с допуском плюс 2 мм, минус 0 мм. Межваликовые углубления в «закольцовках» угловых швов до 0,5 мм включительно допускаются без исправления, а поверхностные одиночные поры диаметром до 1,0 мм подлежат шпатлёвке.

6.46 Катеты угловых швов в местах приварки торцов вертикальных рёбер к горизонтальным элементам балок, а также в местах пересечений продольных и поперечных рёбер должны иметь отношение 1:2 (пункты 8.168 и 8.136 СП 35.13330-2011); допускается в этих местах в конструкциях автодорожных мостов соотношение катетов 1:1, если такое соотношение подтверждается расчётом на выносливость в сечении по границе перехода углового шва к основному металлу.

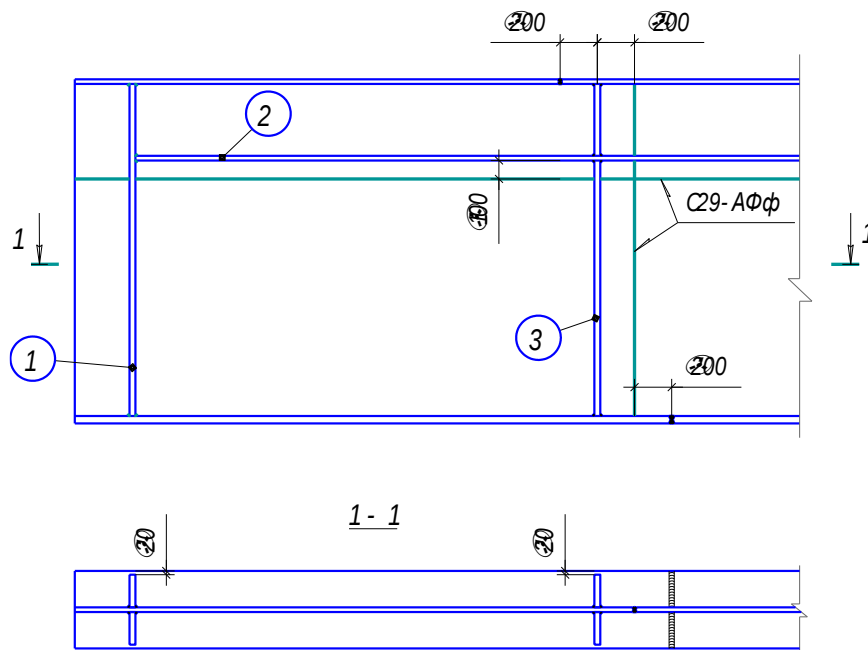
6.47 При назначении в чертежах КМ и КМД мест расположения поперечных стыковых швов полотнищ стенок, поясов и ортотропных плит необходимо обеспечивать следующие расстояния между этими швами и рёбрами жесткости (в ортотропных плитах – поперечными балками):

- для конструкций в обычном исполнении – номинально 200 мм, но не менее трех толщин стыкуемых листов;
- для конструкций в северном исполнении А и Б – соответственно номинально 250 мм, но не менее шести толщин стыкуемых листов.

Расстояние от продольных стыковых швов полотнищ стенок, ортотропных и ребристых плит до продольных рёбер, привариваемых в тавр, должно быть не менее 100 мм (рисунок 5) при любом исполнении.

6.48 Распорки и диагонали продольных связей, а также распорки поперечных связей не допускается приваривать непосредственно к поясам балок пролетных строений всех назначений. Связи прикреплять непосредственно к поясам можно только на высокопрочных болтах. При невозможности такого решения в автодорожных мостах из стали марки 14ХГНДЦ элементы связей допускается присоединять к главным балкам через фасонки, привариваемые встык к поясам (рисунок 6, а) с полным проваром толщины фасонки по всей её длине или в тавр к стенкам балок (рисунок 6, б). Во втором случае должно обеспечиваться сплошное проплавление толщины фасонки на всю её длину или на концевых участках угловых швов длиной не менее чем по 100 мм с контролем УЗД и последующей механической обработкой концов шва для получения плавных переходов к стенке радиусом не менее 60 мм (рисунок 6, а, б).

Если УЗД-контроль стыковых и тавровых сварных соединений со сплошным проплавлением затруднен или конструктивно невозможен, то допускается обеспечивать сплошное проплавление за счёт операционного контроля качества сварки после каждого прохода формирования швов. Технологию и режимы такой сварки отрабатывают предварительно на образцах-свидетелях в идентичном положении с фиксированием результатов УЗД-контроля и исследования макрошлифов образцов-свидетелей в сопроводительной документации.



1 – опорное ребро; 2 – продольное ребро; 3 – поперечное ребро

Рисунок 5 – Схема взаимного расположения рёбер и стыковых швов сплошностенчатой балки

6.49 При разработке чертежей КМД и изготовлении сплошностенчатых балочных и коробчатых конструкций необходимо соблюдать следующие правила:

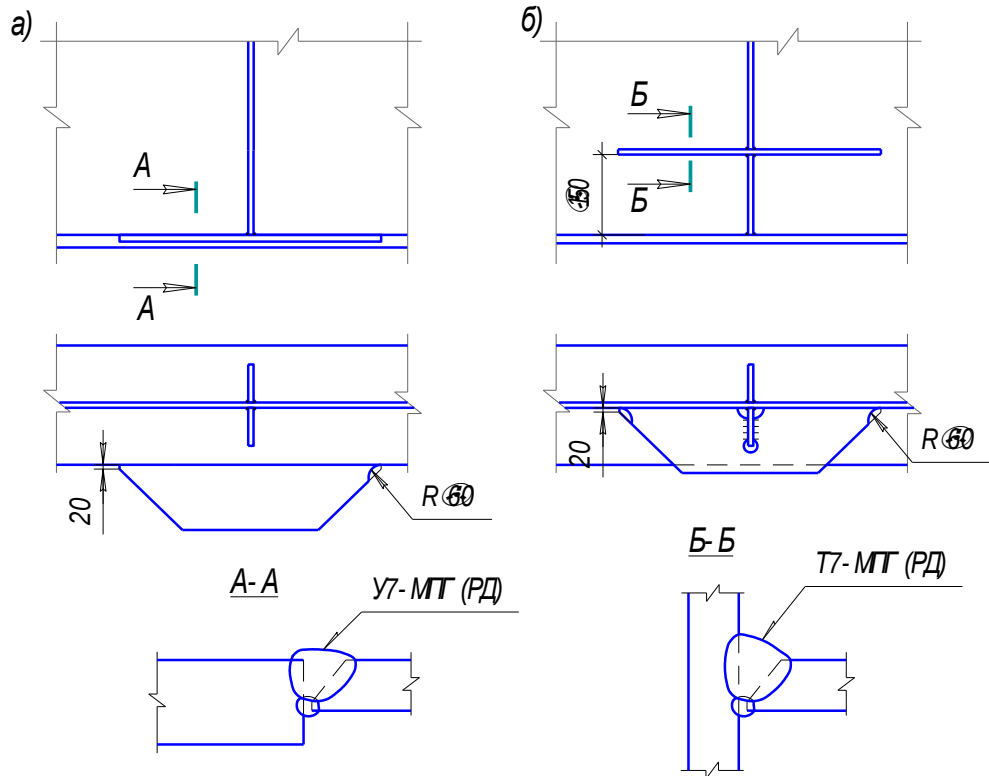
а) в сварных полотнищах стенок балок следует избегать пересечений продольных и поперечных стыковых швов в крайних, наиболее напряженных зонах, равных $0,25 h_{ст}$; в порядке исключения допускается пересечение швов в указанной зоне, при этом необходимо выполнить механическую обработку усиления стыковых швов с двух сторон заподлицо с основным металлом в зоне пересечений швов (примерно по 400 мм в каждую сторону) и повторный УЗД-контроль швов в зоне пересечения на указанной зоне в готовой балке, т.е. после сварки угловых поясных швов;

б) в сварных элементах балок, ферм, диафрагм, ортотропных плит проезжей части и нижних ребристых плит количество заводских поперечных сварных стыков должно быть минимальным, а именно:

- не более двух стыковых поперечных швов в каждом листе, образующем сечение на длине отправочного элемента длиной до 15 метров включительно, исключая проектные поперечные швы в зонах изменения толщины проката, при этом в поясах главных балок допускается не более трёх стыковых поперечных швов на указанной длине пояса балки, исключая проектные поперечные швы в зонах изменения толщины пояса балки; для отправочных элементов длиной более 15 метров количество поперечных стыков не более трёх и четырёх

соответственно, исключая проектные поперечные швы в зонах изменения толщины проката;

- не более одного продольного стыкового шва в вертикальных стенках балок, диафрагм и листе настила ортотропной и ребристой плит на длине отправочного элемента;



а – крепление к поясу главной балки; б – крепление к стенке главной балки

Рисунок 6 – Схемы узлов крепления фасонки продольных связей

в) поперечные стыковые швы полотнищ стенок, поясов, ортотропных и ребристых плит толщиной (δ) 12-50 мм следует удалять от крайних рядов отверстий монтажных стыков и технологических отверстий, с учётом обеспечения контроля качества таких стыковых швов методом УЗД, не менее чем на $L_{\min}$, мм:

δ , мм	$L_{\min}$, мм
12	90
14	100
16	110
20	120
25	150
32	110
40	130
50	160

г) при заводском формировании цельноперевозимых балочных и коробчатых элементов, поперечные стыковые швы стенок, поясов, настильных листов и продольных рёбер ортотропных и ребристых плит следует располагать в разбежку, с расстоянием между ними не менее 200 мм (см. рисунок 5);

д) минимальная длина пристыковки в любых элементах должна быть:

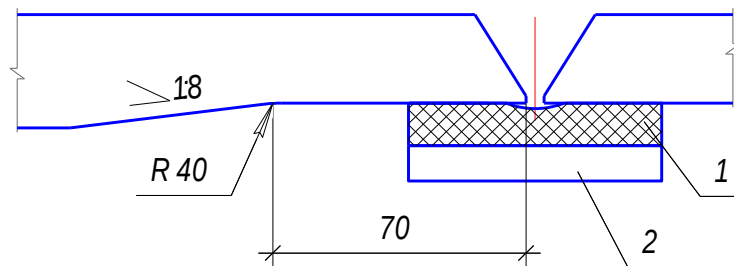
- для толщин листа $S \leq 20$ мм – не менее $30S$,

- для толщин листа $S > 20$ мм – не менее 600 мм, где S – толщина пристыковываемого проката.

6.50 В сварных элементах решетчатых ферм следует назначать число поперечных стыков: в листах раскосов – не более трёх, в листах продольных и поперечных балок – не более двух, в листах подвесок и стоек – не более одного; поперечные стыки смежных листов следует располагать в разбежку с расстоянием между ними не менее 200 мм; расстояние от крайнего ряда монтажных отверстий до поперечного стыка элемента фермы – не менее $L_{\min}$, указанного в п. 6.49, подпункт «в».

6.51 В зонах фрикционно-болтовых монтажных соединений продольные стыковые швы должны подвергаться механической обработке до полного снятия усиления сварных швов заподлицо с основным металлом на ширину полунакладки плюс 40 мм до начала сверления отверстий.

6.52 В зонах сварных монтажных соединений поясов балок с изменением их толщины снизу необходимо предусматривать горизонтальную площадку шириной не менее 70 мм для установки подкладки, формирующей сварной шов (рисунок 7).



1 – медная подкладка; 2 – стальная прижимная обойма

Рисунок 7 – Подготовка поясов с изменением их толщины снизу под монтажную сварку

7 Требования к сварочным материалам и оборудованию для заводской и монтажной сварки

Сварочные материалы и оборудование для заводской сварки конструкций из стали 14ХГНДЦ

7.1 Для заводских сварных соединений стальных конструкций пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из стали марки 14ХГНДЦ класса прочности С345 и С390 следует применять марки сварочных материалов, перечень которых приведён в таблице 9.

7.2 Области распространения комбинаций сварочных материалов для выполнения заводских сварных соединений из атмосферостойкой стали марки 14ХГНДЦ и в сочетании с прокатом по ГОСТ 6713 и ГОСТ Р 55374 приведены в таблице 10.

Таблица 9 – Сварочные материалы для сварки атмосферостойкой стали марки 14ХГНДЦ и в сочетании с прокатом по ГОСТ 6713 и ГОСТ Р 55374 в заводских условиях для автодорожных мостов, путепроводов и эстакад

№ п/п	Способ сварки	Комбинации сварочных материалов (СМ)	Технические Условия на изготовление СМ
1	Автоматическая сварка под флюсом (АФ) Вариант 1	Проволока сплошного сечения марки ПСФ-А-0402, Ø4 мм	ТУ 1211-060-11143754 - 2014
		Сварочный керамический флюс СТ-65	ТУ 5929-056-11143754-2014
2	Автоматическая сварка под флюсом (АФ) Вариант 2	Порошковая проволока POWER WET 60 В, Ø4 мм	ТУ 1274-057-11143754-2014
		Сварочный керамический флюс СТ-65	ТУ 5929-056-11143754-2014
3	Автоматическая сварка под флюсом двух- дуговым двухшовным автоматом (АФ); Механизированная сварка под флюсом (МФ)	Проволока сплошного сечения марки ПСФ-А-0402, Ø2 мм	ТУ 1211-060-11143754 - 2014
		Сварочный керамический флюс СТ-65	ТУ 5929-056-11143754-2014
4	Механизированная и автоматическая сварка порошковой проволокой в смеси защитных газов (МПП, АППГ);	Порошковая проволока POWER WET 60 М, Ø1,2 мм Газовые смеси – согласно СТО-ГК «Трансстрой»-012-2018	ТУ 1274-057-11143754-2014
5	Ручная дуговая сварка покрытыми электродами (РД).	Электроды сварочные марки МК-А, полное обозначение: Э-50А – МК-А – 4,0 – УД Е516 – Б20	ТУ 1272-061-11143754-2014

Таблица 10 – Области распространения комбинаций сварочных материалов для выполнения сварных соединений из атмосферостойкой стали марки 14ХГНДЦ и в сочетании с прокатом по ГОСТ 6713 и ГОСТ Р 55374 в заводских условиях для автодорожных мостов, путепроводов и эстакад

№ п/п	Комбинации сварочных материалов (СМ)	Область применения СМ		
		по способам сварки *	по климатическому исполнению м/к	по типам выполняемых сварных швов
1	Проволока сплошного сечения марки ПСФ-А-0402 Ø4 мм по ТУ 1211-060-11143754-2014	АФ – Вариант 1	обычное	стыковые; угловые
	Сварочный керамический флюс СТ-65 по ТУ 5929-056-11143754-2014			
2	Порошковая проволока POWER WET 60 В, Ø4 мм по ТУ 1274-057-11143754-2014	АФ – Вариант 2	обычное, северное А, северное Б	стыковые; угловые
	Сварочный керамический флюс СТ-65 по ТУ 5929-056-11143754-2014			
3	Проволока сплошного сечения марки ПСФ-А-0402, Ø2 мм по ТУ 1211-060-11143754 – 2014	МФ – угловые швы; АФ – двухдуговым двухшовным автоматом	обычное, северное А, северное Б	только угловые швы любых сочетаний толщин
	Сварочный керамический флюс СТ-65 по ТУ 5929-056-11143754-2014	МФ – стыки		Стыковые, $\delta \leq 40$ мм
4	Порошковая проволока POWER WET 60 М, Ø1,2 мм по ТУ 1274-057-11143754-2014 Газовые смеси – согласно СТО-ГК «Трансстрой»-012-2018	МПП; АППГ	обычное, северное А, северное Б	Стыковые, толщиной до 40 мм включительно; угловые для всех сочетаний толщин
5	Электроды сварочные Э-50А – МК-А – 4,0 – УД Е516 – Б20 по ТУ 1272-061-11143754-2014	РД	обычное, северное А, северное Б	Стыковые и угловые любых сочетаний толщин

* АФ – автоматическая сварка под флюсом;

МФ – механизированная сварка под флюсом;

МПП – механизированная сварка порошковой проволокой в смеси защитных газов во всех положениях;

АППГ – автоматическая сварка порошковой проволокой в смеси защитных газов в нижнем положении;

РД – ручная дуговая сварка покрытыми электродами.

7.3 Каждая марка сварочных материалов по таблице 9, применяемая заводом-изготовителем, должна иметь «Свидетельство об аттестации» НАКС по группе ТУ ОПО «КСМ».

Сертификат качества предприятия-поставщика сварочного материала, а также каждая поступившая марка и диаметр сварочного материала, проверяется на наличие на каждом упаковочном месте соответствующих этикеток или бирок с проверкой указанных в них данных.

Перед передачей каждой новой партии (плавки) одного из сварочных материалов в производство, качество конкретной партии (плавки) аттестованной марки сварочного материала, проверяют путём сварки и испытаний образцов из контрольных технологических проб.

Применение марок сварочных материалов отечественных и зарубежных производителей, не указанных в таблице 9, допускается только после проведения комплексных исследований таких сварочных материалов в специализированной научно-исследовательской организации, разработавшей настоящее СТО, и получения от неё положительного Заключения, отражающего область применения конкретного сварочного материала в конкретной технологии сварки с последующей аттестацией этого сварочного материала по группе объектов «КСМ» в НИЦ «Мосты».

7.4 Качество сварочных материалов для сварки стали 14ХГНДЦ должно соответствовать требованиям соответствующих Технических условий (ТУ) на отдельные марки сварочных материалов. Указанные ТУ должны быть согласованы со специализированной научно-исследовательской организацией, разработавшей настоящий Стандарт (СТО).

7.5 Поверхность неомедненной сварочной проволоки перед намоткой в кассеты необходимо очищать от жиров, технологической смазки и других загрязнений соответствующей обработкой (очисткой). Проволока с наличием ржавчины указанной очистке не подлежит. Разрешается очищать неомеднённую проволоку от указанных загрязнений, пропуская её через специальные устройства с фетровыми прокладками с последующей проверкой качества очистки проволоки.

Применение неомеднённой сварочной проволоки с наличием ржавчины не допускается. Сварочные материалы должны быть упакованы согласно требованиям соответствующих ТУ и должны иметь Сертификаты предприятия-изготовителя, удостоверяющие качество указанных сварочных материалов.

Для автоматической сварки под флюсом стыковых соединений в нижнем положении и угловых швов тавровых соединений в положении «в лодочку» следует применять сварочную проволоку диаметром 4,0 мм. Для автоматической и механизированной сварки угловых швов под флюсом в положении «в угол» (МФ и АФ – 2-х дуговым автоматом) следует применять сварочную проволоку сплошного сечения диаметром 2,0 мм; для механизированной сварки любых соединений в смеси защитных газов следует применять порошковые проволоки диаметром 1,2 мм.

Очищенную и намотанную в кассеты сварочную проволоку сплошного сечения необходимо хранить в сухом помещении при температуре воздуха не ниже плюс 15 °С. Проволока, намотанная в кассеты, не должна иметь резких перегибов. Допускается применение сварочных проволок различных форм поставок, т.е. намотанных на катушки, кассеты и др. и разного вида поверхности, (омеднённых, неомеднённых, осветлённых, с ионизированным покрытием, полированных) согласно ТУ производителя.

Порошковые проволоки по таблице 9, намотанные в кассеты, следует хранить в электродных кладовых при температуре плюс 20 °С и при относительной влажности менее 50 %.

7.6 Флюс СТ-65 должен поставляться по указанным в таблице 9 Техническим Условиям и храниться в упаковке поставщика в сухом отапливаемом помещении при температуре воздуха не ниже плюс 20 °С или в специальной закрытой таре. В сертификате на флюс должна быть указана дата производства флюса производителем и гарантийный срок хранения. Если флюс хранится свыше указанного срока, необходимо проверить его технологические свойства при сварке на оптимальном режиме с испытанием сварных соединений. Не допускаются засорения флюса окалиной, шлаком и прочими инородными включениями.

Перед употреблением флюс по таблице 9 прокаливают в электрических печах при температуре 300 °С в течение 3 (трёх) часов. Слой насыпки флюса при прокаливании не должен превышать 60 мм. После прокалики флюс хранят в сушильных электрических шкафах (резервных печах) при температуре (100...120) °С. Срок хранения прокалённого флюса в резервной печи при указанной температуре не должен превышать семь суток. Если прокалённый флюс не был использован в течение указанного срока хранения, необходимо вновь произвести его прокалику. При этом общее время прокалики флюса не должно превышать 9 часов. Прокалённый флюс должен поступать на участок сварки по мере необходимости в металлической таре с крышкой. Флюс и электроды, подвергшиеся прямому воздействию влаги и горюче-смазочных материалов, прокалике не подлежат и к использованию не допускают. На рабочее

место флюс следует подавать в количестве, необходимом для работы в течение одной смены.

Флюс для флюсовой подушки применяют той же марки, что и для сварки соединения. Флюсовую подушку периодически очищают от спекшегося флюса. Полная замена её рекомендуется не реже чем через 6 дней непрерывной работы.

7.7 Омеднённую бесшовную порошковую проволоку диаметром 1,2 мм по таблице 9 поставляют в кассетах с рядной намоткой и специальной подготовки её перед сваркой не требуется. Указанную омеднённую бесшовную порошковую проволоку после вскрытия заводской упаковки следует применять в течение 24 часов в случае хранения вскрытой кассеты на открытом воздухе под навесом и в течение 5 суток, если вскрытая кассета хранится в закрытом складском помещении при температуре +20 °С.

7.8 Электроды по таблице 9 для ручной дуговой сварки и постановки электроприхваток должны соответствовать ТУ изготовителя электродов, а прокалку их следует выполнять на режимах, указанных изготовителем в паспортных данных на упаковке (коробке) электродов (≈ 380 °С в течение двух часов). Сразу же после извлечения электродов из прокалочной печи их следует поместить в резервную печь, имеющую температуру (80...100) °С, откуда их используют для сварки. Электроды, не используемые в течение смены после извлечения из резервной печи, прокалывают вновь, но не более трех раз. Маркировка на электроде должна визуально читаться после третьей прокалки.

7.9 Для воздушно-дуговой резки при исправлении дефектов сварных соединений следует применять угольные, угольно-омеднённые, графитовые и медно-графитовые электроды диаметром 6-10 мм с последующей механической обработкой поверхностей реза абразивным инструментом на глубину не менее 1 мм.

7.10 Для выполнения заводских сварных соединений стальных конструкций пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из стали марки 14ХГНДЦ рекомендуется применять сварочное оборудование (СО), перечень которого приведён в таблице 11 настоящего СТО. Допускается применять и другое СО, аттестованное в системе НАКС на группу объектов КСМ на соответствующий способ сварки.

При выборе источников питания сварочной дуги и оборудования для производства сварочных работ необходимо руководствоваться в первую очередь обеспечением стабильных режимов сварки с заданными параметрами, гарантирующими высокое качество сварных соединений. Подбирать сварочное оборудование из перечня по таблице 11 следует в зависимости от применяемого

способа сварки, типа сварного соединения и конкретных условий производства сварочных работ.

Таблица 11 – Рекомендуемое сварочное оборудование для заводской и монтажной сварки стальных конструкций автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из стали марки 14ХГНДЦ

Способ сварки	Наименование (марка) сварочного оборудования
Автоматическая сварка под флюсом (АФ)	Сварочные выпрямители
	ВДМ-1201, ВДМ-1201-1, ВДМ-1201-2, ВДМ-1202, ВДМ-1202С, ВДМ-1202 СА, ВДМ-1203, ВДМ-1601
	ВДУ-1250, ВДУ-1202, ВДУ-1204
	ВС-600, ВС-600С
	КИУ-1201, КИМ-1201
	МС-1000
	IDEALARC DC1000, IDEALARC DC1500
	Armada 1000K, Armada 1250K
	Сварочные автоматы и сварочные головки
	АДФ-1002, АДФ-1002-2
	АДФ-10030 (ТС-30), АДФ-1000
	ТС-16-1, ТС-16-2, ТС-17
	КА001
	ТС-1000
	A2 Multitrac A2TF, A2T Multitrac SAW, A6T Mastertrac
	A2S, A2SF, A6S Arc Master
	ST-3 1000 (1250)
	2ТС16-1, 2ТС16-2, А2Ш, А2ШВ, А2Д, АДФГ-502
Механизированная сварка под флюсом (МФ)	Сварочные выпрямители
	ВДУ-506, ВДУ-601, ВС-600С, ВД-306ДК, ВД-506ДК
	Механизмы подачи сварочной проволоки (полуавтоматы)
	ПДФ-502
	А-1197Ф, ПДГО-601, ПДГ-508, ПДГО-510
Механизированная сварка в смеси защитных газов (МПГ)	Сварочные выпрямители
	ВС-600С, ВДУ 506, ВДУ-601, ВД-306ДК, ВД-506ДК, КИГ-601, ВД-320КС, ПИОНЕР 5000.
	ФОРСАЖ-302, ФОРСАЖ-315, ФОРСАЖ-500, ФОРСАЖ-502, ФОРСАЖ-515
	МС-500, МС-501
	<i>EWM Phoenix 351 /521 /421 451</i>
	ESAB, Origo, Aristo модели: Mig 320 /325 /402 /405 /420 /500 / 502 / 510/ 625
	Kemppi Weld 3200/ 4200/ 5500
	WeldForce KPS 3500/ 4500/ 5500
	POWERTEC-505/ 500, POWER WAVE 350/455, IDEALARC DC400, INVERTEC V 350, FLEXTEC 450
	Megatronik MIG 385/ 545
	MIG 500, MAXI 5005
	Механизмы подачи сварочной проволоки (полуавтоматы)
	ПДГ-421, ПДГ-505, ПДГ-508М, ПДГ-515, ПДГО-510, ПДГО-511, ПДГО-512, ПДГО-528, ПДГО-527, ПДГО-570, ПДГО-601

	ФОРСАЖ-МП
	МПО-10, МПО-17, МПО-41
	ESAB, Origo, Aristo модели: Feed 30 /30-4 /3004 /48 /48-4 /4804
	Wire 200/ 400/ 550; KWF 200/ 300; MF 29/ 33; MXF 63/ 65/ 67
Ручная дуговая сварка покрытыми электродами (РД)	ВДУ-506, ВДУ-601, ВС-600С, ВД-306ДК, ВД-506ДК, ВД-306С, ВД-506С, ВД-320КС, ПИОНЕР 5000
	ВДМ-1201, ВДМ-1201-1, ВДМ-1201-2, ВДМ-1202, ВДМ-1202С, ВДМ-1202 СА, ВДМ-1203, ВДМ-1601, ВДУ-1204
	КИМ-1201
	ФОРСАЖ-301, ФОРСАЖ-302, ФОРСАЖ-500
	МС-315, МС-500, МС-501
	INVERTEC V275, V350
	Kemppi: Master 2500, Minapark 220
Контактно-стыковая сварка оплавлением (КСО)	КЌСО ELOTOP-3002, КЌСО ELOTOP-3010, КЌСО ELOTOP-3000E, КЌСО ELOTOP-3004, КЌСО 3000E, КЌСО 2603E, NelWeld 6000
Вертикальная и/или наклонная автоматическая сварка со свободным формированием стыкового шва (АППГ)	ВД-506ДК, – сварочные выпрямители и др., аттестованные на «КСМ»
	«ВОСХОД» (НПФ «ИТС», г. Санкт-Петербург) – сварочный аппарат; «КАТ 200ЖЛС» (ООО «ИСС») - тележка

Выбранное заводом сварочное оборудование (СО) для применения на предприятии для изготовления автодорожных Конструкций Стальных Мостов («КСМ») из стали марки 14ХГНДЦ подлежит первичной, если оно не аттестовано заводом-поставщиком оборудования на группу «КСМ», и затем периодической (через каждые 3 года) аттестации в АЦ НАКС в соответствии с РД 03-614-03. Применение СО отечественных или зарубежных производителей, не указанного в таблице 11 и не имеющего Свидетельства НАКС на группу «КСМ», допускается после проведения опытных работ у разработчика настоящего СТО (Воронежское подразделение Филиала АО ЦНИИС «НИЦ «Мосты») и получения положительного Заключения с последующей аттестацией такого оборудования в НИЦ «Мосты».

7.11 При комплектации сварочных постов необходимо выполнить ревизию каждого источника питания сварочной дуги, сварочных автоматов, полуавтоматов и цепей управления, при этом перед началом работы следует проверить исправность изоляции сварочных проводов, электрододержателей и надёжность всех контактных соединений вторичной цепи.

Особое внимание следует обратить на надёжность и плотность посадки наконечников сварочных проводов. Смену или переопрессовку наконечников на сварочных проводах следует выполнять через каждые 3 месяца постоянной работы, а при непостоянной работе – по мере износа.

7.12 Рекомендуется следующая периодичность осмотра и ремонта сварочного оборудования

Вид оборудования	Вид обслуживания и межремонтные сроки		
	осмотр	текущий ремонт	капитальный ремонт
Сварочные выпрямители	2 раза в месяц	1 раз в 1,5 года	1 раз в 5 лет
Сварочные преобразователи	еженедельно	1 раз в 1,5 года	1 раз в 5 лет
Сварочные автоматы и полуавтоматы	ежедневно	1 раз в 1,5 года	1 раз в 5 лет

7.13 Амперметр и его шкала должны соответствовать шунту прямого сварочного провода.

Редукторы сварочных автоматов, подающих механизмов в полуавтоматах должны быть наполнены смазкой согласно паспортным данным завода-изготовителя оборудования.

7.14 Для ручной дуговой сварки рекомендуется применять электрододержатели закрытого типа, например, ЭД-31М фирмы «Корд», «SAMSON» фирмы ЭСАБ и др., рассчитанные на сварочный ток не менее 300 А.

7.15 Сварочное оборудование должно обеспечивать стабильные параметры режима сварки. Отклонения от установленного режима сварки не должны кратковременно превышать:

по силе сварочного тока $\pm 5 \%$;

по напряжению на дуге $\pm 2 \text{ В}$;

по скорости сварки $\pm 10 \%$.

Сечение сварочного кабеля при его длине не более 30 м следует назначать в зависимости от силы сварочного тока:

сварочный ток, А	240	300	400	600	800
площадь сечения кабеля, мм ² - не менее	35	50	70	95	150

Плотность тока в сварочных кабелях не должна превышать 7-8 А/мм².

Обратный провод должен быть того же сечения, что и прямой. В стационарных условиях допускается обратный провод выполнять в виде шин.

7.16 Сварочное оборудование должно иметь приборы (амперметры и вольтметры) для контроля режимов сварки. Указанные приборы устанавливают на сварочных однодуговых автоматах. Двухдуговые автоматы должны быть укомплектованы вольтметрами; амперметры устанавливают на источниках питания. При механизированной сварке приборы устанавливают на источниках питания дуги. Приборы стрелочного типа должны быть поверены государственными метрологическими службами и проверены (периодические

заводские проверки между госповерками электролаборатории) в соответствии с внутризаводским графиком проверок, но не реже 1 раза в квартал с занесением результатов заводских проверок в специальный Журнал.

7.17 Для предварительного подогрева металла перед сваркой и при термической или термомеханической правке металлоконструкций рекомендуется применять газокислородные горелки большой мощности типа ГП-1 («Джет»), ГЗУ-4, ГЗУ-249-3, «Донмет» и другие, обеспечивающие заданные параметры режима подогрева кромок стыка или правки конструкций.

Контроль температуры подогрева металла рекомендуется осуществлять специальными цифровыми контактными термометрами типа ТЦ-1000, ТК-2, ТК-5М и др. или поверенными оптическими пирометрами излучения.

7.18 Обрезку технологических припусков элементов изготавливаемых металлоконструкций следует выполнять полуавтоматами кислородной резки типа «Квики-Е», «Секатор» фирмы «Мессер-Грисхейм», «Пума», «Битл» фирмы «Койко» или их аналогами, обеспечивающими необходимое качество резки. После этого требуется зачистка поверхностей свариваемых кромок от окалины и грата без снятия основного металла; при наличии окисленного (оплавленного) металла после газовой резки требуется его 100 % зачистка шлифмашинкой в обязательном порядке на глубину не менее 1,0 мм.

Для обрезки припусков небольшой протяжённости (≤ 600 мм) допускается ручная газовая резка, при этом должны быть обеспечены требования к качеству кромок по чертежам КМ после зачистки их абразивным инструментом с удалением всех дефектов поверхности на глубину не менее 1 мм.

7.19 Для удаления отдельных дефектных участков стыкового или углового шва рекомендуется применение воздушно-дуговой резки (резаки РВД) с последующей механической обработкой кромок абразивным инструментом на глубину не менее 1 мм. Для вырезки дефектов шва небольшой протяженности, а также для зачистки и механической обработки швов рекомендуется применять механизированный инструмент (шлифовальные машинки) различного типа и соответствующие шлифовальные круги согласно паспортным данным применяемого оборудования. Удалять шлак с поверхности шва и/или слоёв шва следует малогабаритными пневмомолотками, игольчатыми молотками или шлифовальными машинками.

7.20 При выборе газорезательного оборудования необходимо учитывать его технические характеристики:

- предельно допустимое сечение металлопроката для газовой резки;
- возможные углы реза;
- чистоту кромок после газовой резки;
- точность геометрических размеров после газовой резки;

- производительность.

7.21 Точность оборудования для изготовления элементов конструкции из круглых труб должно удовлетворять следующим характеристикам:

- точность резки по длине трубы $\pm 1,5$ мм;
- точность угла разделки кромок $\pm 1^\circ$;
- точность позиционирования $\pm 0,5$ мм;
- повторяемость $\pm 0,25$ мм.

Сварочные материалы и оборудование для монтажной сварки конструкций из стали 14ХГНДЦ

7.22 Для монтажных сварных соединений стальных конструкций пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из стали марки 14ХГНДЦ класса прочности С345 и С390 следует применять марки сварочных материалов, которые указаны в таблице 12.

Таблица 12 – Сварочные материалы для монтажной сварки конструкций из атмосферостойкой стали марки 14ХГНДЦ и в сочетании с прокатом по ГОСТ 6713 и ГОСТ Р 55374 для пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад

№ п/п	Способ монтажной сварки	Комбинации сварочных материалов (СМ)	Технические Условия на изготовление СМ
1	Автоматическая сварка под флюсом с МХП (АФ с МХП). <u>Вариант 1</u>	Проволока сплошного сечения марки ПСФ-А-0402, Ø4 мм – основная. ПСФ-А-0402, Ø2 мм – крупка для изготовления МХП	ТУ 1211-060-11143754 – 2014
		Двуокись титана (TiO ₂) в количестве 0,3% от массы крупки	ТУ У 24.1-05762329-001-2003, ТУ У 24.1-05766356-054-2005
		Сварочный керамический флюс СТ-65	ТУ 5929-056-11143754-2014
2	Автоматическая сварка под флюсом с МХП (АФ с МХП). <u>Вариант 2</u>	Порошковая проволока марки POWER WET 60 В, Ø4 мм – основная	ТУ 1274-057-11143754-2014
		Проволока сплошного сечения марки ПСФ-А-0402, Ø2 мм – крупка для изготовления МХП	ТУ 1211-060-11143754 – 2014
		Двуокись титана (TiO ₂) в количестве 0,3% от массы крупки	ТУ У 24.1-05762329-001-2003, ТУ У 24.1-05766356-054-2005
		Сварочный керамический флюс СТ-65	ТУ 5929-056-11143754-2014

3	Автоматическая сварка порошковой проволокой в вертикальном (наклонном) положении в смеси защитных газов (АППГ)	Порошковая проволока марки POWER WET 60R, Ø1,2 мм, Газовые смеси – согласно СТО-ГК «Трансстрой»-005-2018	ТУ 1274-057-11143754-2014
4	Механизированная сварка порошковой проволокой в смеси защитных газов (МППГ)	Порошковая проволока POWER WET 60 М, Ø1,2 мм Газовые смеси – согласно СТО-ГК «Трансстрой»-005-2018	ТУ 1274-057-11143754-2014
5	Ручная дуговая сварка покрытыми электродами (РД)	Электроды сварочные марки МК-А, полное обозначение: <u>Э-50А – МК-А – 4,0 – УД</u> E516 – B20	ТУ 1272-061-11143754-2014

7.23 Области распространения комбинаций сварочных материалов для выполнения монтажных сварных соединений из атмосферостойкой стали марки 14ХГНДЦ и в сочетании с прокатом по ГОСТ 6713 и ГОСТ Р 55374 приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Области распространения комбинаций сварочных материалов для выполнения монтажных сварных соединений из атмосферостойкой стали марки 14ХГНДЦ и в сочетании с прокатом по ГОСТ 6713 и ГОСТ Р 55374 для пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад

№ п/п	Комбинации сварочных материалов (СМ)	Область применения СМ		
		по способам сварки *	по климатическому исполнению м/к	по типам выполняемых сварных швов
1	2	3	4	5
1	Проволока сплошного сечения марки ПСФ-А-0402, Ø4 мм – основная ПСФ-А-0402, Ø2 мм – крупка для изготовления МХП TiO ₂ в количестве 0,3% от массы крупки Сварочный керамический флюс СТ-65	АФ с МХП Вариант 1	обычное	стыковые до 50мм включительно
2	Порошковая проволока марки POWER WET 60 В Ø4 мм – основная Проволока сплошного сечения марки ПСФ-А-0402 Ø2 мм – крупка для изготовления МХП TiO ₂ в количестве 0,3% от массы крупки	АФ с МХП Вариант 2	обычное, северное А северное Б	стыковые до 50мм включительно

	Сварочный керамический флюс СТ-65			
3	Проволока сплошного сечения марки ПСФ-А-0402 Ø4 мм Сварочный керамический флюс СТ-65 Сварочные электроды МК-А Ø4 мм	Комбинированный АФ+РД	Обычное	стыковые, (20-50) мм
4	Порошковая проволока POWER WET 60 В Ø4 и Ø3 мм Сварочный керамический флюс СТ-65 Сварочные электроды МК-А Ø4 мм	Комбинированный АФ+РД	обычное северное А северное Б	стыковые, (20-50) мм
5	Порошковая проволока марки POWER WET 60R Ø1,2 мм Газовые смеси – согласно СТО-ГК «Трансстрой»-005-2018	АППГ, МПГ (в вертикальном положении)	обычное северное А северное Б	стыковые, (12-40) мм включительно
6	Порошковая проволока POWER WET 60 М Ø1,2 мм по ТУ 1274-057-11143754-2014 Газовые смеси – согласно СТО-ГК «Трансстрой»-005-2018	МПГ	обычное северное А северное Б	стыковые до 40 мм включительно угловые до 50 мм включительно
7	Электроды сварочные Э-50А – МК-А – 4,0 – УД Е516 – Б20 по ТУ 1272-061-11143754-2014	РД	обычное северное А северное Б	стыковые и угловые любых сочетаний толщин

** АФ – автоматическая сварка под флюсом с металлохимической присадкой (МХП);*

АФ+РД – автоматическая сварка под флюсом по ручной подварке корня шва (комбинированная);

АППГ – автоматическая сварка порошковой проволокой в вертикальном (наклонном) положении в смеси защитных газов (сварочным комплексом «ВОСХОД»);

МПГ – механизированная сварка порошковой проволокой в смеси защитных газов;

РД – ручная дуговая сварка покрытыми электродами.

7.24 Каждая марка сварочных материалов (СМ) по таблице 12, применяемая строительно-монтажной организацией, должна иметь

«Свидетельство об аттестации» НАКС по группе ТУ ОПО «КСМ», а также Сертификат качества СМ.

7.25 Качество и подготовка сварочных материалов по таблице 12 для монтажной сварки конструкций из стали марки 14ХГНДЦ должны соответствовать требованиям соответствующих ТУ на данные марки СМ и указаниям пп.7.3 - 7.8 настоящего СТО. При этом каждая применяемая на стройплощадке партия (плавка) СМ по таблице 12 проверяется путём сварки и испытаний контрольных сварных соединений (КСС), заваренных непосредственно на стройплощадке.

7.26 Омеднённую бесшовную порошковую проволоку диаметром 1,2 мм марки POWER WET 60R для монтажной вертикальной (наклонной) автоматической и механизированной сварки стыковых соединений в смеси защитных газов со свободным формированием шва (способы АППГ с применением сварочного комплекса «ВОСХОД» и МПГ) поставляют в кассетах с рядной намоткой и специальной подготовки её перед сваркой не требуется. Данную омеднённую бесшовную порошковую проволоку после вскрытия заводской упаковки следует применять в течение 24 часов в случае хранения вскрытой кассеты на открытом воздухе под навесом и в течение 5 суток, если вскрытая кассета хранится в закрытом складском помещении при температуре плюс 20 °С.

7.27 В качестве металлохимической присадки (МХП) необходимо применять стальную крупку (2х2 мм), приготовленную из сварочной проволоки марки ПСФ-А-0402 диаметром 2,0 мм, смешанную с химической добавкой (TiO_2 – диоксид титана). Стальная крупка должна представлять собой гранулы цилиндрической формы длиной 2 мм (с допуском плюс 0,3 мм, минус 0,5 мм).

Гранулят (рубленая сварочная проволока марки ПСФ-А-0402 диаметром 2,0 мм) перед смешиванием с химической добавкой (двуокисью титана TiO_2) должен быть прокалён при температуре 150 °С в течение 2 часов с тщательным перемешиванием. Химическая добавка должна входить в МХП в количестве 0,3 % от массы гранулята. Готовую МХП перед применением (засыпкой в сварочный зазор) встряхивают на сите 1х1 мм для удаления излишков химической добавки. Готовую к употреблению МХП хранят в закрытых ёмкостях в резервной электрической печи при температуре 80-90 °С. Время доставки готовой МХП от резервной печи до засыпки в сварочный зазор должно быть не более 15 минут. Срок её хранения не должен превышать одного месяца после изготовления.

7.28 Для выполнения монтажных сварных соединений из атмосферостойкой стали марки 14ХГНДЦ рекомендуется применять сварочное

и другое оборудование и выполнять требования к нему по пп. 7.10 ...7.20 настоящего СТО.

7.29 При устройстве линии передачи электроэнергии от подстанции до участка монтажа металлоконструкций и при расчёте мощности электрической энергии, потребляемой участком, необходимо учитывать следующие факторы:

а) мощность, потребляемая сварочными постами, составляет:

- пост автоматической сварки в нижнем положении $\approx 75-80$ кВт;
- пост механизированной сварки и автоматической сварки в вертикальном положении $\approx 35-40$ кВт;
- пост ручной дуговой сварки $\approx 15-20$ кВт;

б) мощность вспомогательного технологического оборудования (печи для проковки сварочных материалов, компрессорная, грузоподъёмные краны и т.д.) – рассчитывают по паспортным данным указанных потребителей;

в) при расчёте сечения кабелей линии передачи от подстанции до вышеуказанных потребителей необходимо исходить из того, что оборудование (потребители) по пп. а) и б) может включаться и работать одновременно;

г) следует избегать подключения к одному силовому шкафу других энергоёмких потребителей (например, компрессор, грузоподъёмный кран и др.), если от данного силового шкафа уже запитан хотя бы один пост автоматической сварки. Рекомендуется подключать сварочное оборудование от отдельной подстанции или фидера.

Если невозможно выполнить указанное требование, то во время работы поста автоматической сварки все потребители, подключенные к данному силовому шкафу, должны быть обесточены (отключены).

7.30 В случае электропитания сварочного оборудования от автономной дизельной электростанции, её мощность должна составлять не менее 100 кВА на один пост автоматической сварки.

Монтаж и устройство потребителей электроэнергии на участке должно соответствовать требованиям ПУЭ и ПТБ электроустановок.

7.31 Для приготовления рубленой сварочной проволоки («крупки») на стройплощадке следует применять специальный «рубочный» станок. Приготовление металлохимической присадки – МХП (смешивание рубленой проволоки - «крупки» - с химической добавкой) следует выполнять в специальном смесителе. Равномерное обволакивание («опудривание») химической добавкой металлических гранул (крупки) достигается при перемешивании в течение 4-5 минут. После опудривания крупку необходимо просеять на сите с ячейкой 1х1 мм с целью удаления излишков химической добавки.

7.32 При односторонней монтажной автоматической сварке стыковых соединений для направления движения сварочного автомата следует применять специальные регулируемые направляющие устройства, либо другие приспособления (копиры), обеспечивающие при движении сварочного автомата по зазору копирование оси стыка по всей его длине (с точностью 1 мм влево или вправо от оси стыка).

8 Подготовка и сборка заводских и монтажных соединений под сварку

Подготовка и сборка заводских сварных соединений

8.1 Заводская сборочная оснастка должна обеспечивать требуемую геометрическую форму собираемой конструкции, плотное прижатие деталей при сборке и сохранение заданной геометрической формы при перемещении и кантовке элементов.

В сборочной оснастке должны беспрепятственно выполняться электроприхватки, а в сборочно-сварочной – наложение сварных швов.

Технология изготовления отправочных марок стальных конструкций автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из проката 14ХГНДЦ включает ряд технологических операций, последовательность выполнения которых следующая:

- 1) подготовка проката и изготовление деталей (очистка, правка, разметка, резка, обработка кромок, образование отверстий и др.);
- 2) сборка элементов отправочной марки;
- 3) предварительный подогрев перед сваркой;
- 4) сварка элементов отправочной марки;
- 5) правка остаточных деформаций;
- 6) приёмка отправочной марки ОТК предприятия и Инспекцией.

8.2 Детали, поступающие на сборку, должны быть приняты в соответствии с требованиями 6.34 – 6.37 настоящего СТО. Если номера плавок проката, проставленные маркёрами на деталях, закрываются при сборке, их переносят на наружную поверхность.

8.3 При сборке полотнищ из стали 14ХГНДЦ для стыковой автоматической сварки под керамическим флюсом марки СТ-65 на подушке из этого же флюса зазоры b в стыках для указанного проката толщиной $S = 10...16$ мм включительно без разделки кромок (рисунок 8, а, б) должны быть в пределах 0...3 мм; при этом номинальная величина зазора в стыке зависит от толщины листа S по таблице 14.

Таблица 14 – Зазоры в стыках под заводскую автоматическую сварку под керамическим флюсом СТ-65 металлопроката марки 14ХГНДЦ без разделки кромок толщиной 10-16 мм

Тип соединения и подготовка кромок	Толщина проката S , мм	Зазор в стыке b , мм
Стыковое $\delta = 10 \dots 16$ мм без разделки кромок	10...12	1 ± 1
	14...16	2 ± 1

Для стыков толщиной 20...50 мм, собираемых с Х-образной разделкой кромок (рисунок 8, в) и выполняемых автоматической сваркой под флюсом, номинальные размеры зазоров должны быть в пределах 2–4 мм, т.е. 3 ± 1 мм.

Подлежащие сварке кромки листов должны быть прямолинейными. Уступы из плоскости соединения (депланация Δ – линейное смещение кромок по вертикали) не должны превышать значений, приведенных в таблице 26 настоящего СТО.

Уступы в плоскости соединения по торцам листов для свободных кромок, например, поясов двутавровых, L-образных и коробчатых балок без примыкания к ним ребристых и ортотропных плит $C \leq 3$ мм – для поясов шириной до 400 мм и $C \leq 4$ мм – для поясов шириной более 400 мм (рисунок 8, а).

Уступы кромок по торцам листов в соединениях, входящих в замкнутый контур, например, поясов балок и коробок, примыкающих встык к ребристым и ортотропным плитам $C \leq 2$ мм (рисунок 8, а).

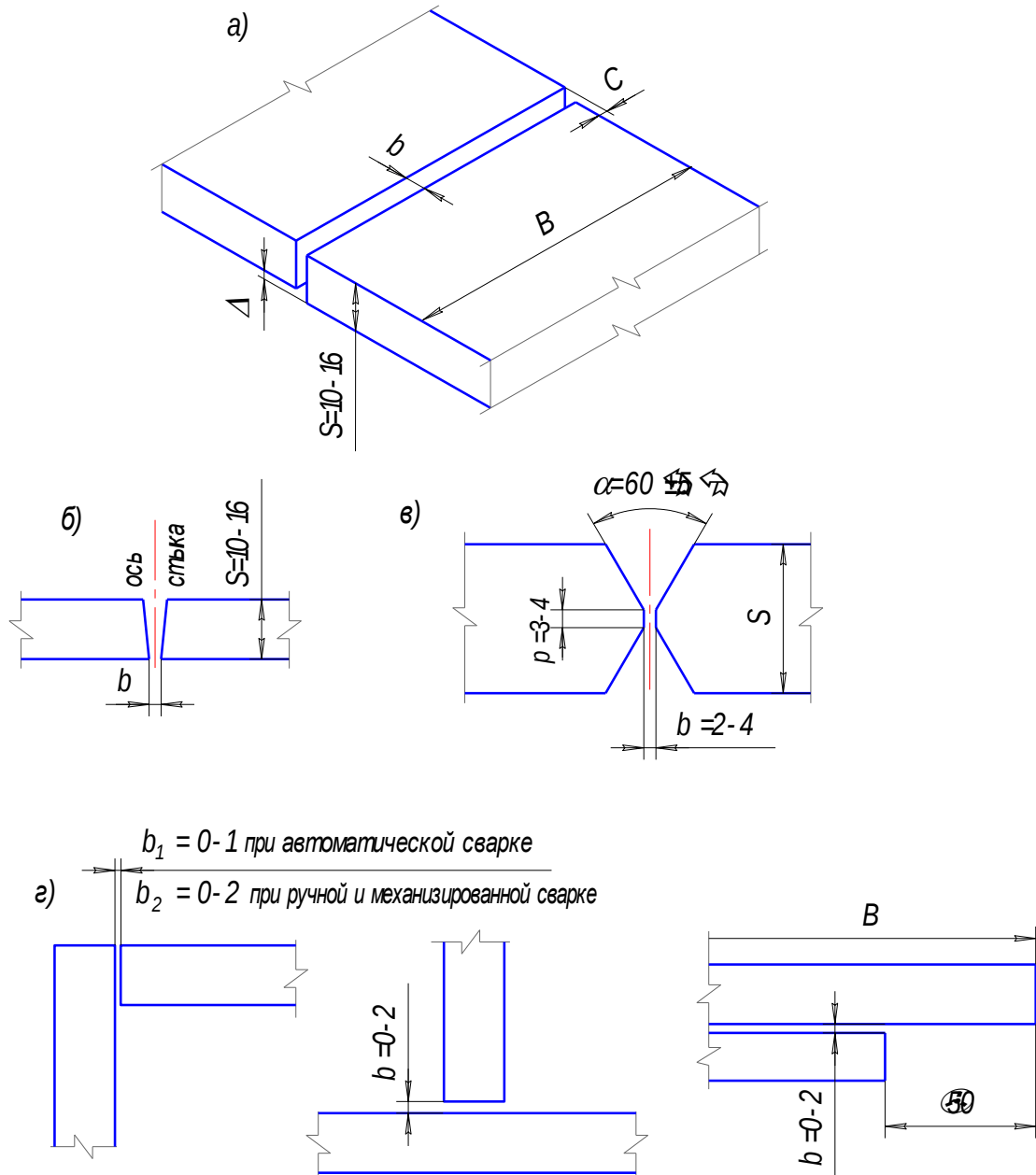
При сборке стыковых соединений с кромками, имеющими отклонения (в пределах допусков) от перпендикуляра к плоскости листа (например, после термической резки), детали следует размещать таким образом, чтобы зазор в корне шва соответствовал номинальному значению, а плоскость симметрии была вертикальна (рисунок 8, б).

8.4 При сборке угловых, тавровых и нахлесточных соединений под автоматическую и механизированную сварку зазоры в указанных типах соединений должны быть в пределах 0-2 мм независимо от толщины стыкуемых деталей при расположении зазора в горизонтальном положении и 0-1 мм или 0-2 мм (в зависимости от применяемого способа сварки) – в вертикальном положении (рисунок 8, г).

Все неровности и местные уступы, имеющиеся на деталях и препятствующие правильной сборке конструкций, надлежит до сборки устранять повторной правкой или зачисткой абразивным инструментом. При зазорах, превышающих 2 мм, но не более 6 мм на длине до 500 мм, допускается

предварительная заварка их полуавтоматом или вручную с соответствующим увеличением катета углового шва.

Переломы («домики») в заваренных стыках плетей и полотнищ следует выправлять до сборки из них пространственных конструкций (балок, коробок и т.д.).



Соединения: а – стыковое; б – стыковое с неперпендикулярными кромками; в – стыковое с Х-образной разделкой кромок; г – угловое, тавровое, нахлесточное; Δ – депланация; C – уступ по торцам кромок; b – зазор; ρ – притупление; B – ширина пояса

Рисунок 8 – Схемы сборки соединений под заводскую сварку

8.5 Торцы и плоскости деталей, передающие опорное давление, должны быть приторцованы. Зазор между фрезерованным торцом ребра и листом пояса следует проверять щупом толщиной 0,3 мм, причем щуп не должен проходить

более чем на половину толщины ребра между приторцованными поверхностями деталей.

8.6 Обушки парных уголков, лежащих в одной плоскости, не должны быть смещены один относительно другого для связей и прочих элементов более чем на 1 мм на всей их длине.

8.7 Кромки деталей под сварку обрабатывают в зависимости от принятого в чертежах КМ и КМД способа сварки в соответствии с требованиями ГОСТ 8713 и 11533 (сварка под флюсом), ГОСТ 14771 и 23518 (дуговая сварка в защитном газе), ГОСТ 5264 и 11534 (ручная дуговая сварка), а также технологическими особенностями сборки и сварки конструкций, которые определяют Технологическими указаниями (ТУК) или Технологическим Регламентом (ТР) завода-изготовителя.

Способ обработки кромок под сварку, в.т.ч. кромок под монтажную сварку, должен обеспечивать геометрические параметры подготовки кромок по чертежам КМ и КМД и может быть выполнен механической обработкой строганием, фрезерованием или термической резкой, при этом наличие окисленного (оплавленного) металла на указанных кромках после их термической резки **не допускается**.

8.8 Проплавляемые при сварке поверхности и прилегающие к ним зоны металла шириной не менее 20 мм, а также кромки листов в местах примыкания выводных планок перед сборкой должны быть очищены от ржавчины, окалины и масляных загрязнений (рисунок 9). Способ очистки определяет завод-изготовитель.

Сборку стыковых, угловых, тавровых и нахлесточных соединений под сварку следует выполнять с помощью электроприхваток с предварительным подогревом кромок в зонах постановки электроприхваток до температуры (100-120) °С.

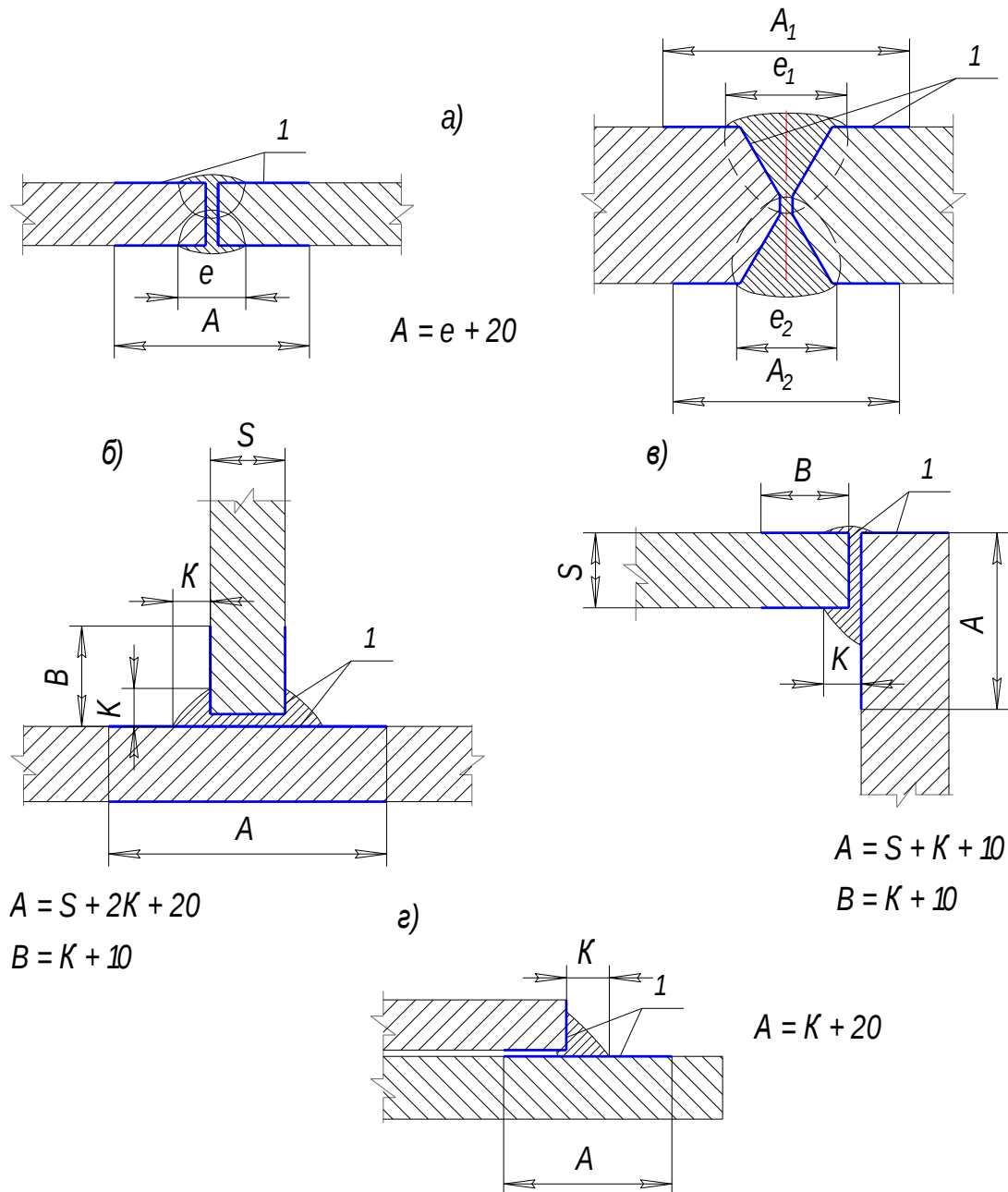
Размеры прихваток должны быть:

– для стыковых соединений – глубиной 3–4 мм, шириной 6–8 мм, длиной 50...80 мм;

– для угловых, тавровых и нахлесточных соединений – катетом 3–4 мм, но не более 50 % катета углового шва, длиной 50...80 мм.

Расстояния между прихватками должны быть 300...500 мм. Крайние прихватки следует располагать сразу за выводными планками, причем длина прихватки в начале шва должна быть не менее 50 мм, а в конце – не менее 80 мм.

При необходимости более прочного закрепления собираемых деталей допускается увеличение длины и количества прихваток.



Соединения: а – стыковые; б – тавровые; в – угловые; г – нахлесточные;
1 – зоны зачистки

Рисунок 9 – Зачистка кромок и поверхности металла перед сваркой соединений

При сборке тавровых соединений (например, рёбер жесткости сплошностенчатых балок) под сварку двухшовным автоматом прихватки следует располагать с обеих сторон ребра: крайние – одна напротив другой, промежуточные – в шахматном порядке. Крайние прихватки должны отстоять от торца ребра на 40...50 мм, если не предусмотрен по КМ роспуск углового шва на торце этого ребра.

При сварке рёбер одношовным автоматом или полуавтоматом прихватки ставят со стороны, противоположной первому шву.

При пересечении ребром стыкового шва полотна (стенки балки или настильного листа плиты) прихватки длиной по 100 мм надлежит располагать непосредственно на пересечении стыкового шва с обеих сторон ребра.

8.9 При сборке заводских стыковых соединений под сварку (при устранении деформации кромок и постановке прихваток) следует проверять наличие остаточного магнетизма (магнитного поля) в основном металле свариваемых кромок с помощью прибора-индикатора магнитного дутья. Участки стыковых соединений, имеющие остаточную намагниченность 25 и более Гауссов (Гс), подлежат размагничиванию перед сваркой.

Для размагничивания свариваемых кромок до допустимых пределов намагниченности ($\approx 20-25$ Гс) следует создать размагничивающее магнитное поле противоположного направления. Для этой цели рекомендуется применять мобильные размагничивающие устройства, например. «КУДИН-200А», Магниты Компенсационные Регулируемые (МКР-1) и др.

Для снижения влияния магнитного дутья и улучшения стабильности горения сварочной дуги при заводской сварке конструкций с остаточной намагниченностью до (20-25) Гс необходимо:

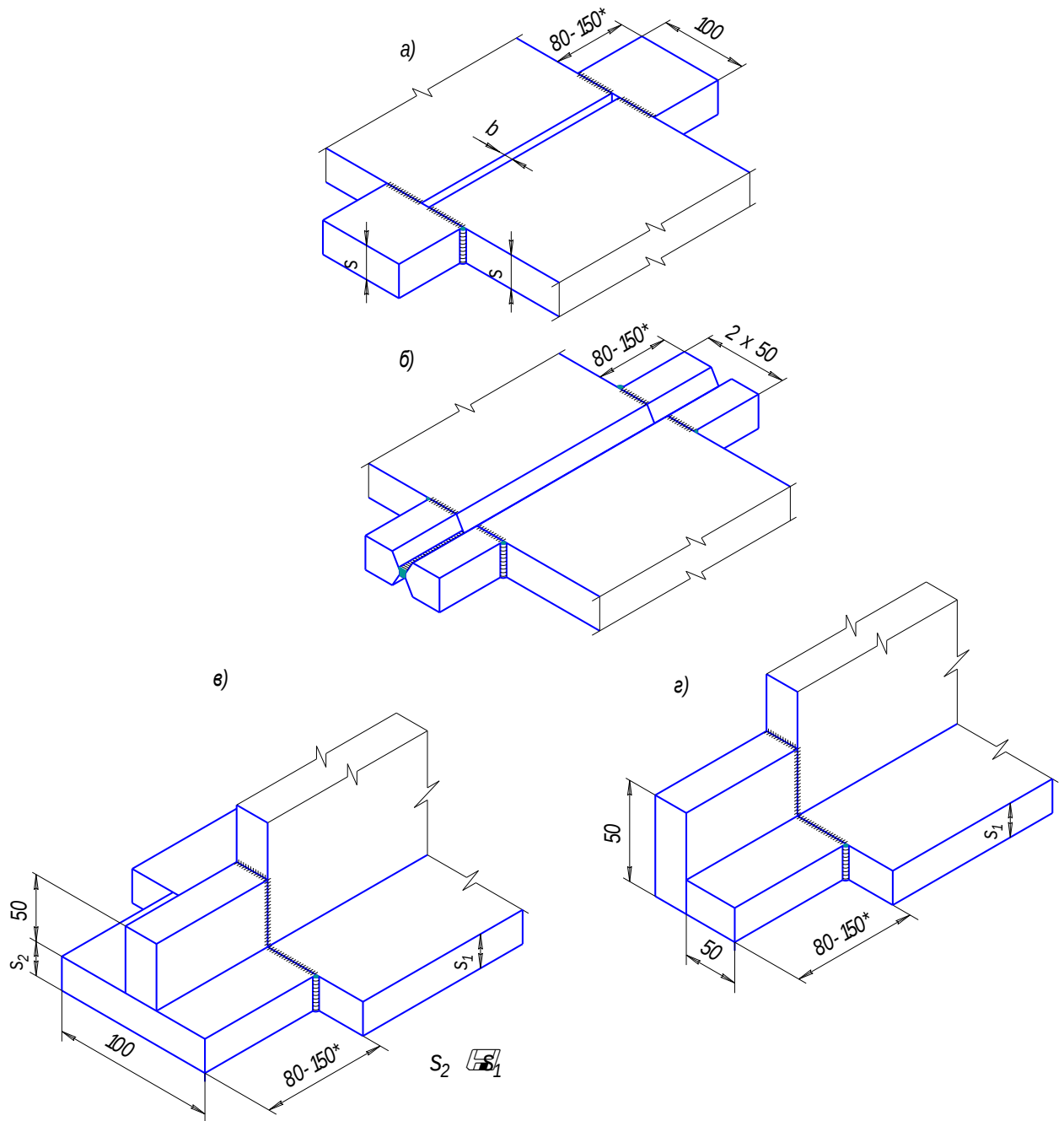
- провести симметричное заземление конструкции;
- обеспечить пост сварки отдельным обратным кабелем с минимальным расстоянием между обратным кабелем и местом сварки;
- располагать сварочные кабели параллельно свариваемым кромкам;
- не допускать контакта оголённого сварочного провода или электрододержателя с поверхностью конструкции;
- выполнять сварку в направлении крепления обратного кабеля.

8.10 К металлу прихваточных швов предъявляют такие же требования, как и к металлу основных швов. Прихватки выполняют в стыковых, тавровых, угловых и нахлесточных соединениях механизированной сваркой в смеси защитных газов порошковой проволокой диаметром 1,2 мм марки POWER WET 60М по ТУ 1274-057-11143754-2014 или ручной дуговой сваркой электродами типа Э50А (марки МК-А), диаметр электродов 4 мм; ток постоянный обратной полярности.

Прихватки после постановки должны быть очищены от шлака, брызг и проконтролированы внешним осмотром. Не допускаются трещины, наплывы, подрезы, поры, несплавления по кромкам. Дефектные прихватки удаляют абразивным инструментом.

В начале и в конце каждой прихватки на длину 10-14 мм необходимо делать шлифмашинкой «заход» и «сход» (плавное уменьшение толщины монолитного металла прихватки).

8.11 При сборке под автоматическую, механизированную и ручную дуговую сварку по свободным концам стыкуемых деталей необходимо приваривать выводные планки с предварительным подогревом кромок в зонах постановки планок до температуры $(100-120)^{\circ}\text{C}$.



а – сплошные; б, в, г – разъемные (сборные) для стыковых, тавровых и угловых соединений соответственно

* - длиной 80...120 мм для соединений, свариваемых при $I_{\text{св}} \leq 700$ А и длиной 120...150 при $I_{\text{св}} > 700$ А

Рисунок 10 – Выводные планки для заводских сварных соединений

В стыковых соединениях без разделки кромок, свариваемых двухсторонними автоматными швами, допускается применение сплошных выводных планок из листа той же толщины, что и у стыкуемых деталей (рисунок 10, а).

В стыковых соединениях с разделкой кромок, а также в угловых, тавровых и нахлесточных соединениях следует применять разъёмные (сборные) выводные планки (рисунок 10, б, в, г). Тип разделки кромок на свариваемых листах и выводных планках должен быть одинаковым. При сварке тавровых и угловых соединений, собранных под механизированную или автоматическую сварку без копирования вертикальной полки, допускается установка одной выводной планки – горизонтальной; сварной угловой шов в этом случае следует замыкать в обязательном порядке.

Длину выводных планок всех вышеперечисленных типов принимают равной 80...150 мм, ширину сплошных – 100 мм, разъёмных – не менее 50 мм (см. рисунок 10 с примечанием).

Выводные планки к свариваемым деталям приваривают по одной (верхней) плоскости и по торцам. Сварка – механизированная в смеси защитных газов или ручная. Допуски на точность установки планок такие же, как для свариваемых деталей.

Выводные планки следует изготавливать из стали марки 14ХГНДЦ. После сварки планки срезают газовой резкой с последующей зачисткой кромок абразивным инструментом. Не допускается отбивать планки ударами кувалды или отламывать, прилагая механические усилия.

8.12 Сборку и приварку перекрещивающихся между собой рёбер жесткости в любых заводских отправочных марках следует выполнять в следующей последовательности:

- 1) установка и приварка к листу рёбер жесткости, не прерывающихся в местах пересечения (как правило, продольных);
- 2) установка на электроприхватках перекрёстных рёбер жесткости;
- 3) приварка рёбер жесткости друг к другу в местах пересечения;
- 4) приварка к листу перекрёстных рёбер жесткости.

8.13 При перекантровке и транспортировании собранных, но не сваренных отправочных марок не допускается изменение их формы и остаточное деформирование. Перенос и перекантровка марок тяжелых и крупногабаритных конструкций, собранных только на прихватках, без применения приспособлений (траверс), обеспечивающих неизменяемость их формы, не допускается.

При сборке основных несущих конструкций пролётных строений автодорожных мостов из стали 14ХГНДЦ и их транспортировке из цеха в цех

допускается приварка технологических и транспортировочных приспособлений из стали марки 14ХГНДЦ с последующим их удалением газовой резкой. После удаления сборочных и транспортировочных приспособлений тщательно зачищают места сварки приспособлений заподлицо с основным металлом или на глубину не более 0,5 мм абразивным инструментом. Риски от абразива должны быть направлены вдоль продольной кромки элемента.

Пооперационный контроль качества сборочных операций и окончательную приёмку собранной конструкции под сварку ведёт ОТК завода. Отправочные марки, собранные под сварку и не сваренные после этого в течение 24 ч, должны быть повторно предъявлены ОТК и в необходимых случаях подвергнуты дополнительной очистке от различных загрязнений. Запрещается производить зачистку собранных под сварку стыковых соединений непосредственно над флюсовой подушкой, а также при положении элемента, когда все загрязнения могут попадать в сварочные зазоры.

Подготовка и сборка монтажных сварных соединений.

Типы формирующих подкладок

8.14 Кромки под монтажную сварку должны обрабатываться при изготовлении и монтаже конструкций в соответствии с требованиями чертежей КМ и КМД, ГОСТ 8713, ГОСТ 11533 (сварка под флюсом), ГОСТ 14771 и 23518 (дуговая сварка в защитном газе), ГОСТ 5264, ГОСТ 11534 (ручная дуговая сварка) и настоящего СТО. Заводы должны обеспечивать точность изготовления конструкций, необходимую и достаточную для беспрепятственной сборки их с применением традиционно применяемых средств монтажа.

Применение роспусков (недоваров) заводских швов с целью облегчения взаимного совмещения стыкуемых деталей и исключения появления трещин в монтажных стыковых швах должно быть оговорено в чертежах КМ. Роспуски, назначаемые заводом-изготовителем дополнительно, необходимо согласовывать с организацией-разработчиком чертежей КМ.

Технологические припуски по отдельным элементам заводских отправочных марок по длине и ширине, с целью их подрезки и подгонки стыкуемых элементов на монтаже, следует оговаривать в чертежах КМ.

8.15 Несвободные кромки, не полностью проплавливаемые при монтажной сварке, в т.ч. верхние кромки вставок стенок главных балок в цельносварных монтажных стыках главных балок, после термической резки следует обрабатывать абразивным инструментом на глубину, обеспечивающую удаление дефектов поверхности, но не менее 2 мм; поверхность кромок не должна иметь надрывов и трещин. Шероховатость поверхности указанных кромок после механической обработки должна быть не грубее 3 класса по

ГОСТ 2789 при высоте неровностей по 10 точкам на базе длиной 8 мм в пределах $R_z = 40-80$ мкм.

В сварных соединениях с обеспечением сплошного проплавления, требования к кромкам предъявляются только по условиям точности сборки элементов и соблюдения геометрии разделки. После подрезки или разделки кромок газокислородной резкой переносными газорезательными машинами требуется зачистка поверхности только от окалины и грата без снятия основного металла.

8.16 Проплавляемые при сварке поверхности и прилегающие к ним зоны металла шириной не менее 20 мм, а также кромки листов в местах примыкания выводных планок перед монтажной сборкой-сваркой должны быть очищены до чистого металла от ржавчины, окалины пескоструйной обработкой (см. рисунок 9) или механизированным способом очистки.

При наличии грата и заусениц, кромки обрабатывают шлифмашинками. Поверхность металла, расположенную по обе стороны от стыкового шва с лицевой стороны на расстоянии ≈ 150 мм, при необходимости, следует очищать металлическими щётками (например, типа «Волна») от грязи и ржавчины с целью предохранения флюса от загрязнений при уборке его после сварки. В противном случае повторное применение загрязнённого флюса не допускается. Перед непосредственной постановкой прихваток свариваемые кромки в зоне прихватки на ширину по 20 мм в каждую сторону от оси стыка должны быть отпескоструены или зачищены шлифмашинкой и затем прогреты до температуры $(100-120)^\circ\text{C}$. Контроль указанной температуры выполняется по электронному цифровому термометру или пирометру, поверенными в установленном порядке.

Масляные загрязнения и конденсационная влага удаляются перед постановкой прихваток путём прогрева кромок по всей длине стыка до температуры $\approx 120^\circ\text{C}$.

8.17 При сборке стыковых соединений под монтажную сварку необходимо выдержать требуемый сварочный зазор в соединении согласно указаниям чертежей КМ и КМД и Технологического Регламента по монтажной сварке моста, а также обеспечить совпадение стыкуемых кромок в одной плоскости (устранить депланацию кромок Δ_1 , см. рисунок 11, а).

При устранении депланации (вертикального смещения) кромок до 2-х мм следует применять различные сборочные приспособления (рамки, домкраты и другие механические приспособления). Если депланация стыкуемых кромок монтажных соединений более 2-х мм, то устранить её следует сначала с применением термической или термомеханической правки и окончательно

(если она не устранилась полностью и составляет до 2-х мм) уже с применением вышеуказанных сборочных механических приспособлений.

Уступы Δ_2 (рисунок 11, а) в плоскости соединения по торцам листов для свободных кромок, например, поясов двутавровых и коробчатых балок без примыкания к ним ребристых или ортотропных плит, не должны превышать 3 мм – для поясов шириной до 400 мм включительно и $\Delta \leq 4$ мм – для поясов шириной более 400 мм.

Уступы Δ_2 (рисунок 11, а) кромок по торцам листов в соединениях, входящих в замкнутый контур, например, поясов балок и коробок, примыкающих встык к ребристым и ортотропным плитам, не должны превышать 2 мм.

8.18 Зазоры в стыковых соединениях при автоматической сварке под флюсом по ручной подварке корня шва и ручной дуговой сварке должны быть 4-6 мм (рисунок 11, б).

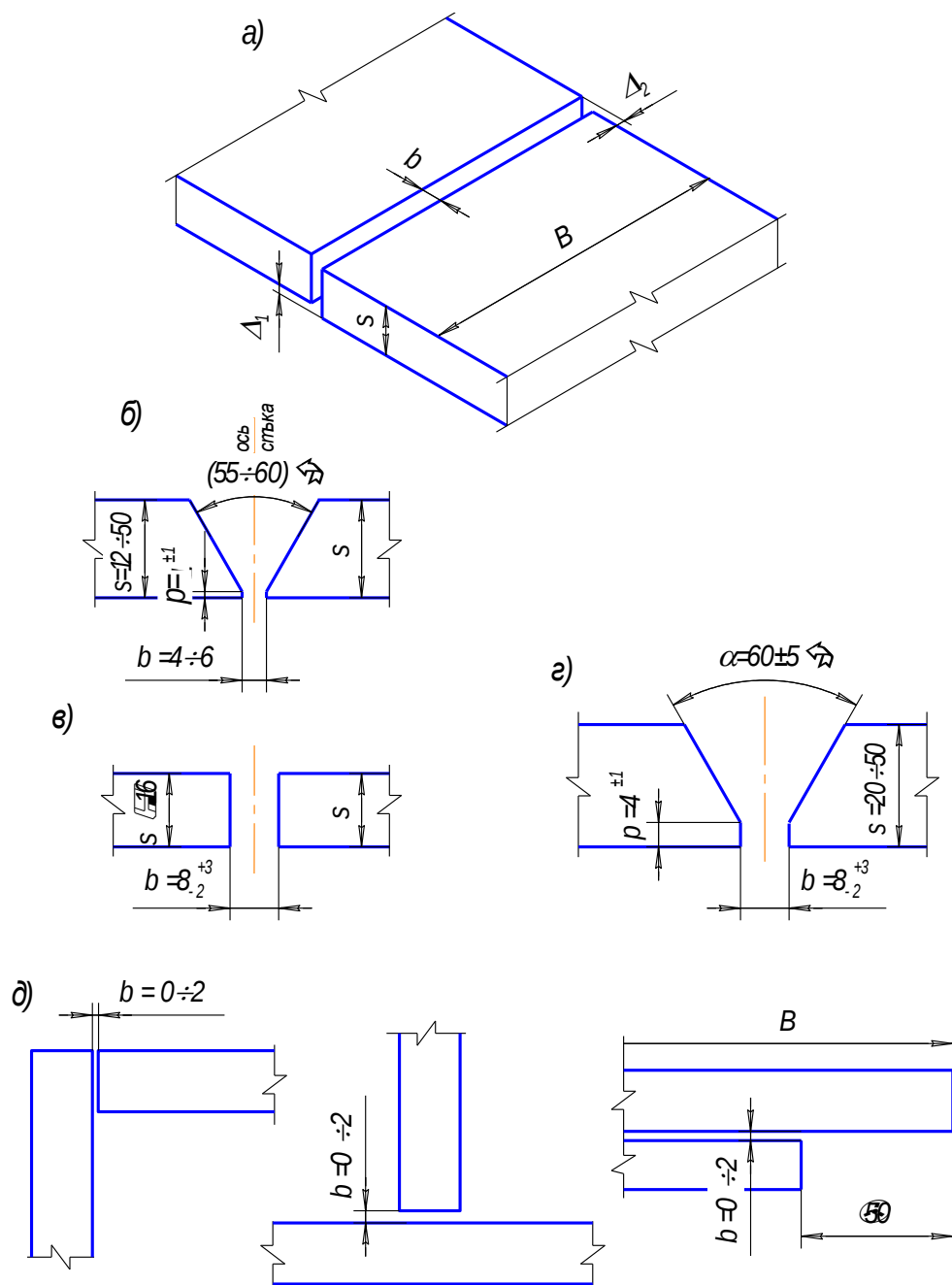
При сборке стыковых соединений под одностороннюю автоматическую сварку под флюсом с МХП рекомендуется зазор 8 мм с допуском $^{+3}_{-2}$ мм, при этом стыки толщиной до 16 мм включительно собирают под указанный способ сварки (АФ с МХП) без разделки кромок (рисунок 11, в), а стыки толщиной 20-50 мм – с V-образной разделкой кромок по рисунку 11, г.

Допуски на сборку угловых, тавровых и нахлесточных соединений приведены на рисунке 11, д.

Если в стыковых соединениях при сборке их под сварку по каким-то обстоятельствам имеет место:

а) полное отсутствие сварочного зазора в стыке или его недостаточная величина, то разрешается повторная подрезка одной из стыкуемых кромок по разметке газовой резкой или шлифмашинкой до проектного профиля;

б) увеличенный зазор в стыке (более проектного с учётом плюсового допуска), но величина которого не более 25 мм, то в этом случае разрешается выполнять наплавку одной или обеих стыкуемых кромок механизированной сваркой в смеси защитных газов сварочной проволокой POWER WET 60M диаметром 1,2 мм или ручной дуговой сваркой электродами МК-А диаметром 4 мм.



Соединения: *a* – стыковое; *б* – стыковое с V-образной разделкой кромок; *в* – стыковое под сварку с металлохимической присадкой; *г* – угловое, тавровое, нахлесточное; Δ_1 – депланация кромок; Δ_2 – уступ по торцам кромок; *b* – зазор; *p* – притупление; *B* – ширина пояса.

Рисунок 11 – Схемы сборки монтажных соединений под сварку

8.19 Для поджатия медных подкладок к обратной стороне стыковых соединений рекомендуется применять различные талрепы, домкраты и винтовые приспособления, не требующие их приварки. Использовать привариваемые скобы с клиньями для крепления подкладок не рекомендуется, но допускается при невозможности применения не привариваемых приспособлений с обязательной последующей срезкой скоб, подваркой (при

необходимости) и зачисткой мест приварки скоб заподлицо с основным металлом. В стыках листа настила ортотропных плит поджатие медных подкладок должно выполняться с помощью специальных винтовых не привариваемых приспособлений, фиксируемых или за полосовые продольные рёбра, или за спецоснастку в плитах с трапециевидными рёбрами. Приварка оснастки к трапециевидным продольным рёбрам не допускается.

Допускается для поджатия медных подкладок применять специальные прижимы на постоянных магнитах.

8.20 Монтажные соединения должны собираться под сварку с помощью электроприхваток, располагаемых в местах наложения швов.

Размеры прихваток должны быть:

- для стыковых соединений, выполняемых ручной дуговой и механизированной сваркой – высотой 4-5 мм, длиной 50-80 мм;
- для стыковых соединений, выполняемых автоматической сваркой, в т.ч. и с применением МХП, – высотой 6-8 мм, длиной 50-100 мм;
- для угловых, тавровых и нахлёсточных соединений – катетом не более 50 % катета углового шва, но не более 4 мм, длиной 50-70 мм.

Расстояние между прихватками (по осям прихваток) должно быть не более 450 мм и не менее 120 мм. Крайние прихватки следует располагать сразу за выводными планками или по концам шва, если стык сваривается без выводных планок, при этом длина прихватки в начале шва должна быть не менее 50 мм, а в конце шва – не менее 180 мм. При необходимости более прочного закрепления собираемых элементов допускается увеличение длины и количества прихваток.

При сборке стыковых соединений под сварку с металлохимической присадкой прихватки следует ставить способом РД или МПГ после заполнения зазора присадкой (МХП) на половину толщины листа при толщине листа до 16 мм включительно и на высоту 8 мм при толщине листа 20-50 мм.

8.21 При сборке монтажных стыковых соединений под сварку рекомендуется проверять наличие остаточного магнетизма в металле свариваемых кромок и при необходимости, рекомендуется проводить их размагничивание до допустимых пределов (20-25) Гс по указаниям п.8.9 настоящего СТО.

8.22 Перед сваркой прихватки должны быть тщательно очищены от шлака и брызг. К качеству прихваток предъявляются такие же требования, как и к основным швам. При наличии прихваток с дефектами (поры, трещины, кратеры) их необходимо удалить шлифмашинкой и затем вновь наложить прихватку после устранения деформации кромок в этом месте.

В начале и в конце каждой прихватки на длину 10-14 мм необходимо сделать с лицевой стороны шлифмашинкой «заход» и «сход» (плавное уменьшение толщины монолитного металла прихватки) по рисунку 12.

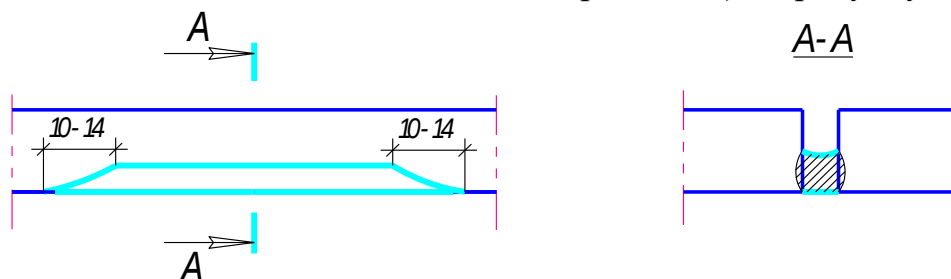


Рисунок 12 – Конфигурация прихватки в сварном шве

После постановки прихваток с обратной стороны стыка (зона установки подкладки) проверяется наличие любых выступов металла не только в зоне обратной стороны прихватки, но и по всей длине обратной стороны стыка на ширину 70 мм (ширина подкладки); любые выступы основного металла или металла прихватки и др. зачищаются шлифмашинкой заподлицо с нижней плоскостью собираемых конструкций.

8.23 Стыковые соединения, выходящие при сварке на свободные кромки, должны свариваться с применением выводных планок.

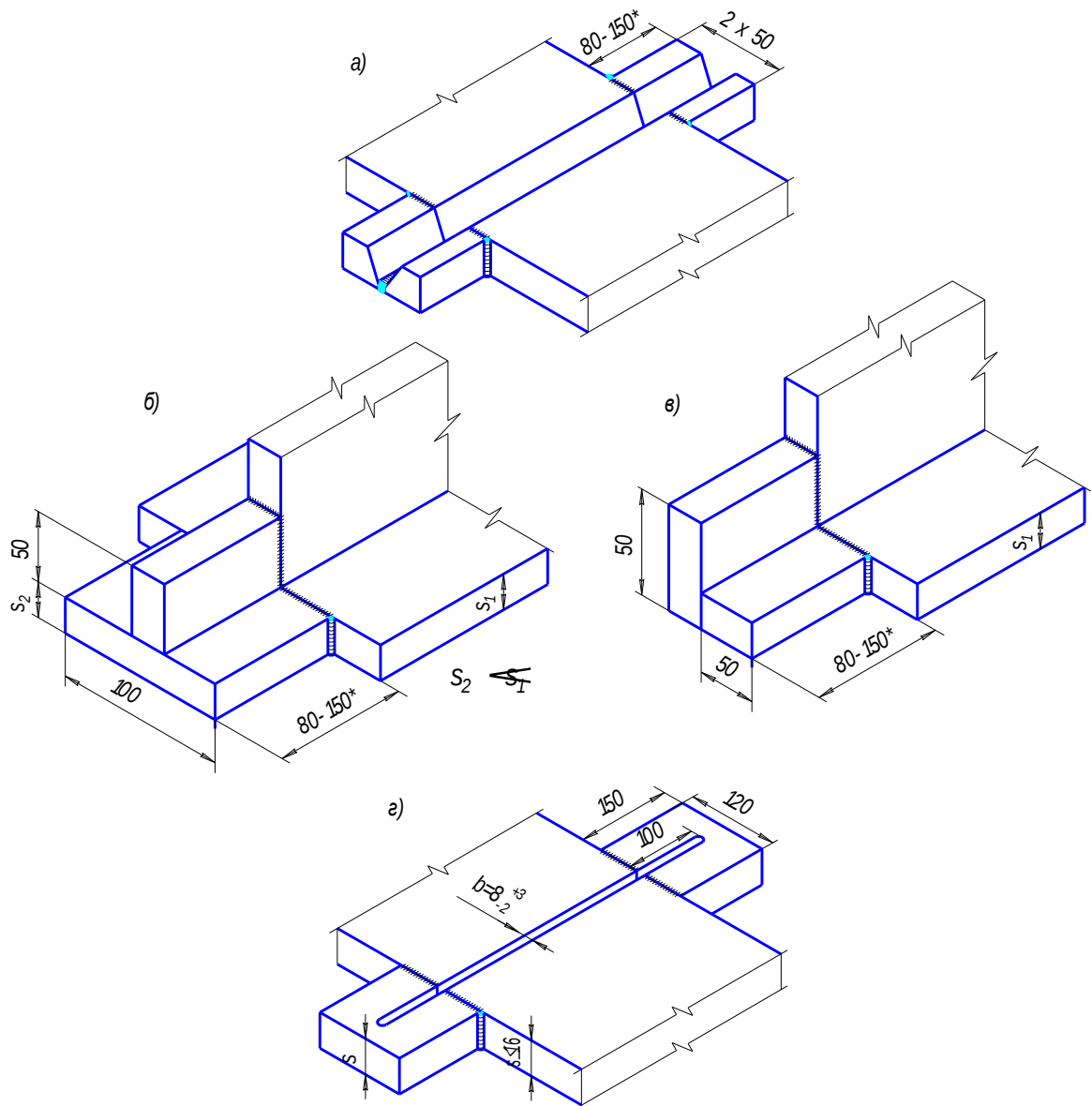
В стыковых соединениях с разделкой кромок, а также в угловых, тавровых и нахлесточных соединениях следует применять разъемные (сборные) выводные планки (рисунок 13, а, б, в). Тип разделки кромок на свариваемых листах и выводных планках должен быть одинаковым. Сборные выводные планки в стыковых швах должны быть качественно проварены между собой по разделке кромок и на всю длину планок с высотой шва не менее 8 мм.

При автоматической сварке под флюсом с металлохимической присадкой (АФ с МХП) стыковых соединений толщиной до 16 мм включительно рекомендуется применять цельные выводные планки с прорезью, ширина которой равна 9-10 мм (рисунок 13, г).

Приварку выводных планок к свариваемым деталям производят сначала по двум торцевым кромкам (для уменьшения угловой деформации), а затем по верхней горизонтальной плоскости на всю ширину планки. Сварка ручная, электродами типа МК-А. Допуски на точность установки планок такие же, как для свариваемых деталей.

Выводные планки должны изготавливаться и поставяться заводом-изготовителем мостовых металлоконструкций из стали марки 14ХГНДЦ одновременно с поставкой первой партии металлоконструкций на стройплощадку. Выводные планки срезают газовой резкой сразу после сварки стыка, исключая возможность врезки в основной металл конструкции, и затем выполняют контроль качества стыкового шва методом УЗД. Места реза планок

зачищают шлифмашинкой и осматривают с лупой 7^х увеличения; видимые дефекты по торцам швов устраняют; риски от абразивного круга должны располагаться вдоль оси пролётного строения. Острые кромки свободных стыков в пределах выводной планки следует скруглить радиусом не менее 0,3 мм или притупить фаской $\approx 1,0$ мм со скруглением углов абразивным инструментом. Не допускается отбивать планки ударами кувалды или отламывать их посредством механических усилий.



а, б, в – разъемные (сборные) для стыковых, тавровых и угловых соединений соответственно; *г* – цельные с прорезью для сварки с металлохимической присадкой при толщине свариваемых листов до 16 мм включительно.

* - длиной 80-120 мм для соединений, свариваемых при $I_{св} \leq 700$ А и длиной 120-150 мм – при $I_{св} > 700$ А

Рисунок 13 – Выводные планки для монтажных сварных соединений

8.24 Собранные на прихватках стыки должны приниматься лицами, ответственными за соблюдение установленной технологии сборки и сварки и обеспечение проектного стройподъёма, геометрии и положения собираемых конструкций в плане, до постановки формирующих подкладок. Любые недопустимые отклонения по сборке от требований настоящего СТО (по деформации кромок, зазору, геометрическим параметрам и качеству прихваток и т.д.) или по стройподъёму, геометрии и положению конструкции в плане устраняются путём частичной или полной разрезки прихваток стыка с последующей сборкой и повторной приёмкой. Результат приёмки сборки должен отражаться в соответствующей графе журнала сварочных работ (например, «сборка принята» и подпись лиц, ответственных за соблюдение установленной технологии сборки и сварки, обеспечение стройподъёма, геометрии и положения конструкций в плане).

Срок действия разрешения на постановку медных подкладок не должен превышать один час при положительной температуре окружающего воздуха не более 30 минут при отрицательной температуре. По истечении этого срока собранные стыки должны быть повторно подвергнуты контролю и приёмке под постановку подкладок.

8.25 При монтажной автоматической сварке под флюсом, в т.ч. и с применением МХП, механизированной сварке в смеси защитных газов и ручной дуговой сварке стыковых соединений с односторонними швами в нижнем положении следует применять съёмные (неплавляющиеся) подкладки, обеспечивающие формирование обратной стороны шва без последующей его подварки.

Рекомендуются следующие типы формирующих подкладок для монтажных стыковых соединений:

- стекло-медные – для автоматической сварки под флюсом с МХП металла толщиной **до 16 мм включительно, при сборке и сварке конструкций любыми способами монтажа кроме навесного;**

- медные со стеклотканью – для автоматической сварки под флюсом с МХП металла всех толщин с применением любого способа монтажа конструкций;

- медные со стеклотканью – для автоматической сварки под флюсом по ручной или механизированной в смеси газов подварке корня шва, для односторонней ручной дуговой сварки на 100 % сечения шва в нижнем положении, а также для односторонней механизированной сварки в смеси защитных газов в нижнем положении с применением любого способа монтажа конструкций;

- керамические плоские (например, фирмы «САТВАСК») – для механизированной сварки в смеси защитных газов и ручной дуговой сварки и керамические цилиндрические подкладки диаметром 8-9 мм для вертикальной и наклонной сварки с применением любого способа монтажа конструкций.

Для медных подкладок следует применять листовую или полосовую медь марок М1, М1р, М2, М2р, М3, М3р, ГОСТ 859 и ГОСТ 495.

Толщина медных подкладок должна быть:

- 16 мм – для сварки стыков на токах до 600 А;
- 18-20 мм – для сварки корневого прохода при силе тока более 600 А.

Ширину формирующей канавки в подкладке принимают:

- 12-16 мм – для ручной дуговой сварки и механизированной сварки в смеси защитных газов; 16-20 мм – для сварки на токах до 600 А;
- 22-24 мм – при токе свыше 600 А.

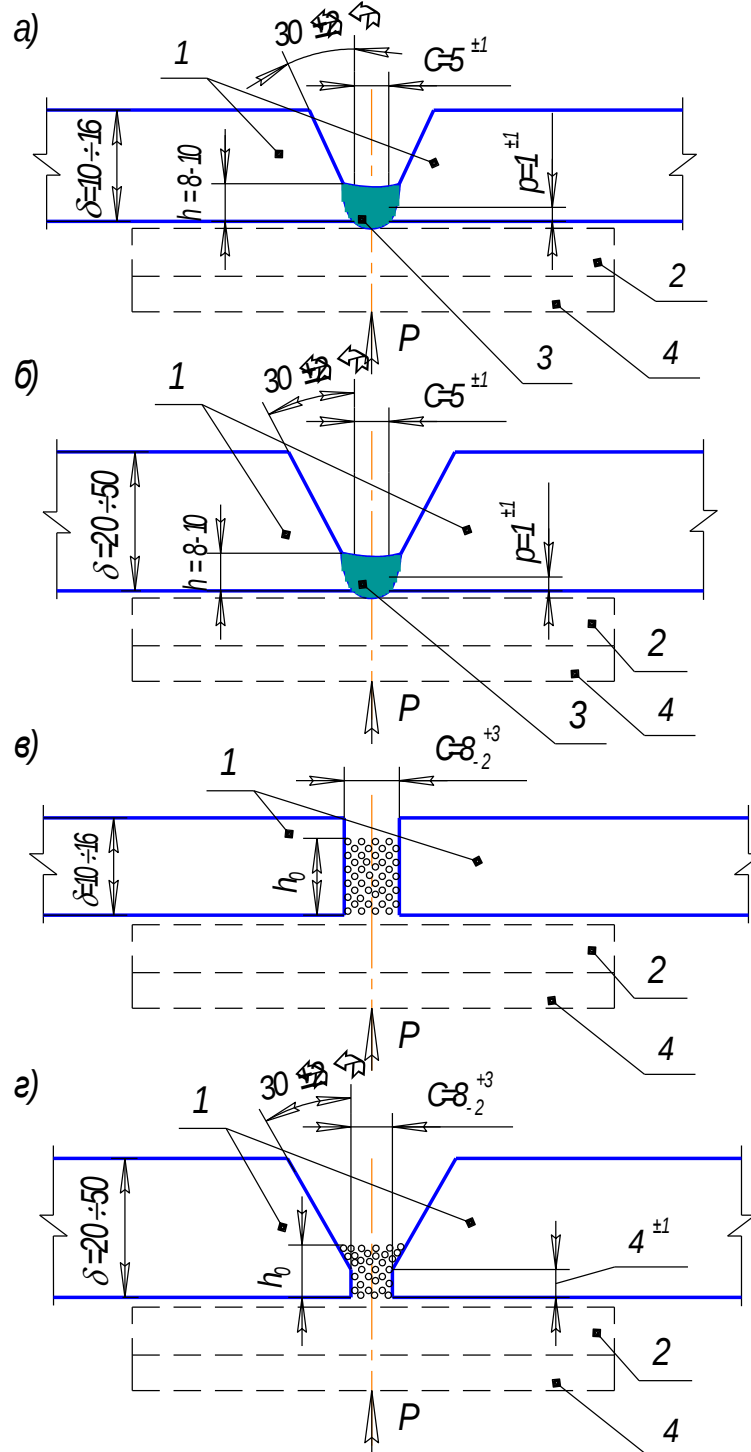
Глубина канавки:

- 1,5-2,0 мм для автоматической сварки;
- 1,0-1,5 мм для ручной и механизированной сварки.

Длину медных подкладок принимают равной 400-800 мм.

Медные подкладки могут укладываться в стальную обойму, прикрепляться к стальной полосе винтами впотай или просто поджиматься к стыкуемым кромкам через стальную полосу толщиной 10-12 мм. Схемы сборки монтажных стыковых соединений под одностороннюю автоматическую сварку показаны на рисунке 14.

Между изделием и стекло-медными или медными подкладками укладывается в два-три слоя плотная стеклоткань толщиной 0,25-0,30 мм марок Т10, Т11 или Т13 по ГОСТ 19170 или марки ТС-23 по ТУ 6-48-92. Указанные стеклоткани перед применением прокаливают при температуре (150-200) °С в течение двух часов.



а и б – автоматическая сварка по ручной или механизированной подварке корня шва; в и г – автоматическая сварка с применением МХП; 1 – элементы свариваемых конструкций; 2 – формирующая медная подкладка; 3 – ручная или механизированная подварка корня шва; 4 – стальная поджимающая полоса; Р – усилие поджатия подкладки

Рисунок 14 – Схемы сборки монтажных стыковых соединений под одностороннюю автоматическую сварку

9 Технология заводской сварки соединений из стали марки 14ХГНДЦ

Общие положения

9.1 При изготовлении автодорожных сварных мостовых конструкций из стали марки 14ХГНДЦ следует применять следующие способы (технологии) сварки:

- автоматическую сварку под флюсом (АФ) с применением сварочной проволоки сплошного сечения (обычное исполнение) диаметром 4,0 мм и порошковой проволоки (северное А и Б) диаметром 4,0 мм;
- механизированную сварку под флюсом (МФ) проволокой сплошного сечения диаметром 2,0 мм;
- автоматическую сварку под флюсом двухдуговым двухшовным автоматом (АФ-2) проволокой диаметром 2,0 мм;
- механизированную сварку порошковой проволокой диаметром 1,2 мм в смеси защитных газов (МПП);
- ручную дуговую сварку (РД) электродами диаметром 4,0 мм.

В качестве защитных газов следует применять нижеуказанные смеси защитных газов:

- 1) (78-82) % Ar + (18-22) % CO₂;
- 2) (95-97) % Ar + (3-5) % O₂;
- 3) (81-85) % Ar + (12-14) % CO₂ + (3-5) % O₂.

Применение CO₂ (углекислого газа) при изготовлении основных и/или вспомогательных конструкций из стали марки 14ХГНДЦ запрещается.

9.2 Заводскую сварку конструкций из стали марки 14ХГНДЦ следует производить в соответствии с утверждённым Главным инженером (Техническим директором) предприятия технологическим процессом (Регламентом – ТР и/или Указаниями – ТУК) изготовления конкретного пролётногo строения.

К указанным документам (ТР или ТУК) должны быть разработаны заводом-изготовителем конструкций Карты Технологического Процесса Сварки (КТПС) по каждому применяемому способу (технологии) сварки стыковых и тавровых соединений соответствующих толщин.

9.3 В стыковых, тавровых и угловых соединениях из стали марки 14ХГНДЦ класса прочности С345 и С390, независимо от применяемых сочетаний толщин указанной стали, необходимо выполнять в отапливаемых цехах предприятия предварительный подогрев свариваемых кромок и прилегающих к ним участков основного металла шириной не менее 50 мм для толщин до 25 мм включительно и не менее 80 мм для толщин более 25 мм до температуры 100-120 °С непосредственно перед сваркой или в процессе сварки с опережением её.

При многопроходной сварке в случае перерыва, сопровождающегося охлаждением металла ниже 100 °С, предварительный подогрев повторяют.

Технология заводской сварки

а) Сварные соединения листовых конструкций

9.4 Заводские стыковые соединения толщиной 10-16 мм собирают под автоматическую сварку под флюсом СТ-65 на флюсовой подушке СТ-65 без разделки кромок по указаниям таблицы 14 настоящего СТО.

Рекомендуются следующие параметры режима автоматической сварки под флюсом указанных стыковых соединений сварочной проволокой диаметром 4 мм:

- первый слой с лицевой стороны:

- для $\delta=10-12$ мм – $I_{св} = 720-760$ А,

- для $\delta=14-16$ мм – $I_{св} = 740-780$ А,

- $U_d \approx 32-34$ В,

- $V_{св} = 32$ м/час,

вылет электрода диаметром 4 мм – 36-38 мм;

- второй слой с обратной стороны:

- для $\delta = 10-12$ мм – $I_{св} = 740-780$ А,

- для $\delta = 14-16$ мм – $I_{св} = 760-800$ А,

- $U_d \approx 32-34$ В,

- $V_{св} = 32$ м/час,

вылет электрода диаметром 4 мм – 38-40 мм.

9.5 Заводские стыковые соединения толщиной 20-50 мм собирают под автоматическую сварку под флюсом СТ-65 на флюсовой подушке СТ-65 с X-образной стандартной подготовкой кромок ($\alpha = 30 \pm 2,5^\circ$, $p = 3-4$ мм, зазор $= 3 \pm 1$ мм).

Рекомендуются следующие параметры режима автоматической сварки под флюсом указанных стыковых соединений ($\delta=20-50$ мм) сварочной проволокой диаметром 4 мм.

- первый слой с первой стороны:

- $I_{св} = 740-770$ А,

- $U_d \approx 32-34$ В,

- $V_{св} = 29$ м/час,

вылет электрода диаметром 4 мм – 36-38 мм;

- последующие проходы, в т.ч. и со второй стороны:

- $I_{св}=760 -800$ А,

- $U_d \approx 32-34$ В,

- $V_{св} = 29$ м/час,

вылет электрода диаметром 4 мм – 38-40 мм.

Облицовочные проходы с первой и второй сторон:

- $I_{св} = 600-650 \text{ А}$,
- $U_{д} \approx 32-34 \text{ В}$,
- $V_{св} = 27-29 \text{ м/час}$.

9.6 Геометрические параметры заводских сварных стыковых соединений по пп. 9.4 и 9.5 должны соответствовать указаниям СТО-ГК «Трансстрой»-012-2018.

9.7 Параметры подготовки кромок и режимы автоматической сварки под флюсом двухдуговым двухшовным автоматом и механизированной сварки под флюсом угловых швов тавровых соединений «в угол» – сварочной проволокой сплошного сечения диаметром 2,0 мм – по указаниям СТО-ГК «Трансстрой»-012-2018.

9.8 Заводские стыковые соединения автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из стали 14ХГНДЦ толщиной до 40 мм включительно собирают под механизированную сварку в смеси защитных газов по п. 9.1 с Х-образной подготовкой кромок ($\alpha = 22 \pm 2^\circ$; $p = 1 \pm 1 \text{ мм}$, зазор = 2-4 мм) и выполняют порошковой проволокой марки POWER WET 60М диаметром 1,2 мм (МПП).

Рекомендуются следующие параметры режима механизированной сварки указанной порошковой проволокой (МПП) в нижнем положении стыковых соединений:

- первый проход: $I_{св} = 220-240 \text{ А}$; $U_{д} = 22-24 \text{ В}$;
- последующие проходы: $I_{св} = 240-280 \text{ А}$; $U_{д} = 26-28 \text{ В}$.

При выполнении угловых швов тавровых соединений в нижнем положении $I_{св}$ снижается $\approx$ на 10-15 %.

9.9 Заводские стыковые и тавровые соединения любых сочетаний толщин собирают под ручную дуговую сварку (РД) в соответствии с указаниями СТО-ГК «Трансстрой»-012-2018 и выполняют электродами марки МК-А диаметром 4 мм. При этом для всех типов сварных стыковых и тавровых соединений сила сварочного тока ($I_{св}$) не должна превышать для указанных электродов 200 А, а сварка стыковых соединений в разделку кромок должна выполняться «ниточными» (узкими) слоями шва.

9.10 Вышеуказанные рекомендуемые параметры режимов сварки должны уточняться при сварке контрольных технологических проб и заноситься в КТПС в зависимости от особенностей применяемого сварочного оборудования.

Режимы сварки, применяемые технологии сварки, сварочные материалы и сварочное оборудование должны обеспечивать получение заводских сварных соединений со следующими механическими свойствами:

а) минимальные значения предела текучести и временного сопротивления металла стыкового и углового шва не должны быть ниже их значений для основного металла (14ХГНДЦ) соответствующего класса прочности;

б) максимальные значения твердости металла стыкового и углового швов и околошовной зоны должны быть не выше 350 единиц по Виккерсу (HV);

в) минимальное значение относительного удлинения металла стыкового и углового швов на пятикратных образцах δ_5 должно быть не менее 16 %;

г) угол статического изгиба сварного соединения с поперечным стыком должен быть не менее 120°;

д) минимальные значения ударной вязкости на образцах KCU (Менаже) при расчетной отрицательной температуре, указанной в чертежах КМ данной конструкции, для стыковых соединений должны быть не менее 29 Дж/см².

Температура испытания образцов сварных стыковых соединений на ударную вязкость (KCU) должна соответствовать:

- минус 40 °С в обычном исполнении;
- минус 50 °С в северном А;
- минус 60 °С в северном Б.

9.11 Сварку конструкций следует выполнять после приемки контролёрами ОТК завода операций сборки элементов отправочной марки. Перед сваркой соединение, особенно в местах наложения швов, должно быть очищено от шлака на электроприхватках и других загрязнений. При наличии в соединении пересекаемого заваренного стыкового шва усиление его в месте пересечения должно быть удалено заподлицо с основным металлом на длину не менее 40 мм в каждую сторону.

При сварке многопроходных швов каждый последующий слой следует накладывать после тщательной очистки шлака предыдущего слоя и остывания его до температуры ≈ 120 °С.

9.12 При двусторонней сварке швов стыковых соединений, а также угловых швов тавровых соединений со сквозным проплавлением необходимо перед выполнением шва с обратной стороны зачистить корень шва до чистого металла.

9.13 При обрыве дуги в процессе выполнения шва, кратер и прилегающий к нему участок шва длиной 50 мм в обе стороны от дефекта необходимо вырезать, и затем заварить это место при новом зажигании дуги. Не допускается зажигание дуги и вывод кратера на основной металл за пределами шва.

9.14 Начинать и заканчивать сварку следует, как правило, на выводных планках, которые удаляют сразу после сварки шва и затем осуществляют

контроль качества шва методами ВИК и УЗД. В месте примыкания выводных планок сварной шов должен иметь полное сечение в соответствии с проектом.

9.15 В случае падения силы тока при сварке на одной и той же подаче сварочной проволоки ($V_{эл}$ м/час), необходимо после окончания прохода сварочного автомата проконтролировать состояние клемм (наконечников) на прямом и обратном сварочных проводах, состояние контактных соединений в балластных реостатах, в т.ч. и их перемычек с наконечниками; греющиеся клеммы (наконечники) следует заменить с опрессовкой новых пресс-клещами.

9.16 Сварку стыковых соединений следует выполнять без перерыва с контролем температуры по 9.3. В исключительных случаях (при окончании рабочей смены, отключении электроэнергии и т.п.) допускается прерывание заполнения разделки сварного шва с выполнением следующих мероприятий:

- обеспечить замедление скорости охлаждения сварного соединения (накрыть асбестовой тканью);
- при возобновлении сварки выполнить повторный предварительный подогрев свариваемых кромок согласно 9.3 настоящего СТО.

При сварке многопроходных швов следует особое внимание уделять тщательности удаления шлака из разделки после каждого прохода. Для этого рекомендуется применять малогабаритные электроперфораторы с последующей («чистовой») обработкой шлифкругами.

9.17 При автоматической и механизированной сварке в смеси защитных газов стыковых и тавровых соединений требуется обеспечить тщательную защиту зоны выполнения сварочных работ от сквозняков и порывов ветра с помощью специальных защитных укрытий (при необходимости).

9.18 В производственных цехах предприятия ведут Журналы пооперационного контроля и Журналы сварочных работ или Сопроводительные карты сварочных работ по утверждённой Главным инженером (Техническим директором) форме.

9.19 По окончании сварки необходимо очистить металл шва и прилегающие к нему участки от шлака и брызг, осмотреть шов, выполнить разбраковку сварного шва, и проставить несмываемыми надписями маркёрами шифр клейма сварщика, указанный в его Аттестационном удостоверении НАКС, в начале и в конце шва на расстоянии 100 мм от шва и кромки металла. При длине шва меньше 1 метра и при сварке небольших конструкций с множеством коротких швов, выполняемых одним сварщиком, шифр клейма сварщика проставляют один раз.

9.20 Результаты контроля качества швов методами ВИК и УЗД заносят в Журнал регистрации контроля Центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ) предприятия.

9.21 Автоматическую и механизированную сварку под флюсом и в смеси защитных газов, а также ручную дуговую сварку, всех типов соединений из стали 14ХГНДЦ надлежит выполнять постоянным током обратной полярности (плюс на электроде).

9.22 При двусторонней стыковой сварке полотнищ на флюсовой подушке перекантровка элемента после наложения шва с одной стороны допускается только после остывания шва толщиной до 20 мм включительно до температуры, не превышающей 100 °С с принятием мер против динамических нагрузок, а для стыков толщиной 25...50 мм – не более 40 °С.

9.23 Автоматическую, механизированную и ручную дуговую сварку автодорожных мостовых конструкций из атмосферостойкой низколегированной стали марки 14ХГНДЦ по СТО 13657842-1-2009 и по ГОСТ Р 55374-2012, в т.ч. и со сталями по ГОСТ 6713 в конструкциях пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад следует выполнять указанными способами сварки по указаниям настоящего СТО с учётом следующих особенностей:

1) сварочные материалы и режимы сварки для автоматической и механизированной сварки под флюсом, автоматической и механизированной сварки в смеси защитных газов и ручной дуговой сварки следует применять по указаниям настоящего СТО;

2) швы сварных соединений следует выполнять с предварительным подогревом кромок и прилегающих к ним участков основного металла шириной не менее 50 мм для толщин до 25 мм включительно и не менее 80 мм для толщин более 25 мм до температуры 100...120 °С;

3) постановку электроприхваток при сборке следует выполнять способами МПГ и/или РД с применением сварочных материалов по вышеуказанному пункту 1);

4) исправление протяжённых дефектных участков сварных швов следует выполнять тем же способом сварки, а коротких дефектных участков ($l \leq 400$ мм) способами МПГ и/или РД с применением атмосферостойких сварочных материалов.

9.24 Автоматическую сварку под флюсом угловых поясных швов блоков главных балок под острыми и тупыми углами необходимо производить на режимах, принятых по заводским нормам для аналогичных конструкций из сталей по ГОСТ 6713 и ГОСТ Р 55374.

9.25 При заводском изготовлении стальных конструкций автодорожных мостов из стали 14ХГНДЦ допускается применение для коротких стыковых и тавровых соединений (до 1 м) специальных керамических подкладок (полосовых, круглых, специального профиля под Х-образную разделку кромок в стыках и др.), например, марки 1G42-R* фирмы «CATBACK»,

BS-3WN фирмы «МАВА» и др.. Указанные керамические подкладки используют в стыковых и тавровых соединениях при применении, как правило, механизированной сварки в смеси защитных газов и/или ручной дуговой сварки.

9.26 Стыковые соединения холодногнутых трапециевидных продольных рёбер по 6.33 настоящего СТО следует выполнять механизированной сваркой в смеси защитных газов порошковой проволокой марки POWER WET 60 M диаметром 1,2 мм. Приварку трапециевидных продольных рёбер к листам следует выполнять автоматической сваркой под флюсом или в смеси защитных газов. Допускается выполнять приварку указанных рёбер к листу механизированной сваркой в смеси защитных газов. Режимы автоматической сварки под флюсом и в смеси защитных газов, а также механизированной сварки в смеси защитных газов трапециевидных продольных ребер к листу применяют по указаниям заводских нормалей для сталей по ГОСТ 6713 и ГОСТ Р 55374 с обеспечением проектной глубины провара стенки трапециевидного ребра. Пересечения продольных полосовых и трапециевидных рёбер с поперечными балками следует выполнять механизированной сваркой в смеси защитных газов порошковой проволокой марки POWER WET 60 R диаметром 1,2 мм.

9.27 В конструкциях сталежелезобетонных автодорожных пролётных строений широко применяются различные типы сварных упоров, которые объединяют пояса стальных конструкций с железобетонной плитой проезжей части. Жёсткие типы упоров (гребёнчатые, уголковые и др.) из стали 14ХГНДЦ выполняют по указаниям чертежей КМ с применением, как правило, механизированной сварки под флюсом или в смеси защитных газов. В случае применения гибких штырьевых упоров (типа «Нельсон»), приварку их к поясам главных балок следует выполнять по указаниям СТП 015-2001 или СТП 016-2002, при этом материал данных упоров и керамических колец – по указаниям СТП015-2001 или СТП 016-2002.

б) Заводские сварные соединения труб

9.28 Заводские отправочные марки из труб, изготовленные из стали 14ХГНДЦ должны быть выполнены в соответствии с требованиями проектной и технологической документации, утверждённой в установленном порядке, с контрольной сборкой таких конструкций на предприятии-изготовителе.

Для обеспечения собираемости металлоконструкций из труб на монтаже и проверке разработанных чертежей КМД, а также технологии заводского изготовления, завод определяет объём и порядок проведения контрольных сборок и согласовывает их с Проектной организацией и Заказчиком.

9.29 Отправочные элементы конструкций из труб следует изготавливать согласно утверждённым Технологическим Указаниям (ТУК) и КТПС, разрабатываемым заводом-изготовителем с участием специализированной научно-исследовательской организации, с применением специальной Технологической оснастки, обеспечивающей соответствие геометрических размеров и формы конструкций чертежам КМ и КМД.

Сборку конструкций следует выполнять по разметке, по шаблонам и в кондукторах. Выбор метода сборки определяет предприятие-изготовитель в зависимости от вида конструкции и требуемой точности её изготовления.

9.30 Заводские стыковые сварные соединения труб в конструкциях автодорожных пролётных строений выполняют согласно указаниям чертежей КМ и могут выполняться:

- на остающейся стальной подкладке (схема сборки стыка труб по рисунку 15 г);
- «на весу» (без подкладок) с формированием обратного валика шва.

Остающиеся стальные подкладки толщиной 3-4 мм и шириной 35-40 мм следует изготавливать из стали 14ХГНДЦ.

9.31 Сварку фланцев с трубами предпочтительнее выполнять автоматической сваркой под флюсом в специальных вращателях (кантователях), обеспечивающих постоянную скорость сварки во время её выполнения. Допускается применение для таких соединений механизированной сварки в смеси защитных газов. Форма подготовки кромок фланцевых соединений – по рисунку 15, б.

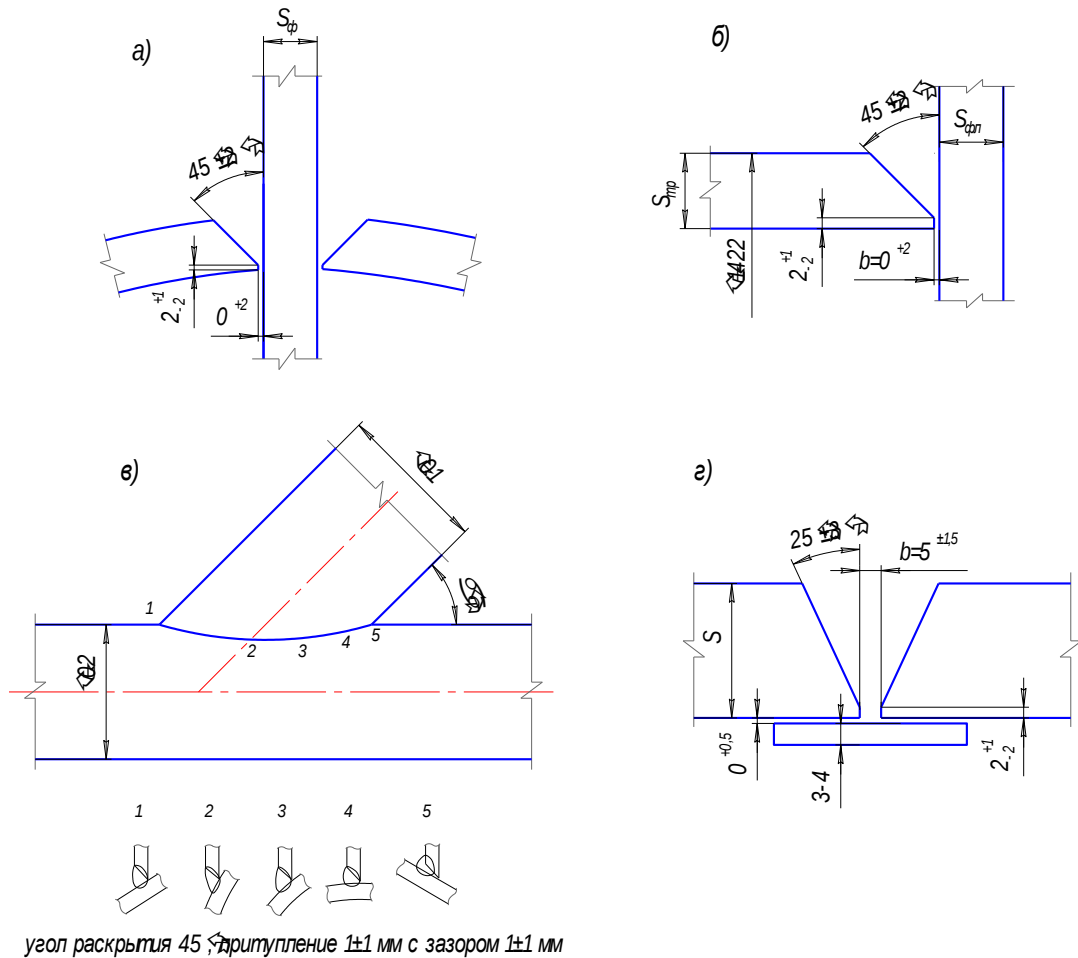
9.32 Приварку фасонки к трубе (см. рисунок 15, а) следует выполнять автоматической или механизированной сваркой в смеси защитных газов. Допускается приварка фасонки автоматической сваркой под флюсом с предварительной подваркой корня шва механизированной сваркой в смеси защитных газов. Форма подготовки кромок при приварке фасонки к трубе – по рисунку 15, а.

9.33 Сварные соединения типа «труба к трубе» (например, приварка трубчатых связей к трубчатым поясам ферм) следует выполнять механизированной сваркой в смеси защитных газов. Угол раскрытия свариваемых кромок при этом должен составлять не менее 45° , а притупление – 1 ± 1 мм. Форма подготовки кромок при выполнении соединения «труба к трубе» – по рисунку 15, в.

9.34 Стыковые сварные соединения труб следует выполнять в специальных вращателях (кантователях), обеспечивающих постоянную скорость сварки:

- для труб диаметром более 550 мм (например, 610-1420 мм) – автоматической сваркой под флюсом (АФ) на остающейся стальной подкладке толщиной 3-4 мм или указанным способом АФ «на весу» с предварительной подваркой корня шва механизированной сваркой в смеси защитных газов или ручной дуговой сваркой на высоту 8-10 мм;

- для труб диаметром 550 мм и менее (например, 190-510 мм) – механизированной сваркой в смеси защитных газов (МПГ) на остающейся стальной подкладке или способом МПГ «на весу». Форма подготовки кромок при указанных способах стыковой сварки труб – по рисунку 15, г.



Соединения: а) форма подготовки кромок при приварке фасонки к трубе; б) форма подготовки кромок фланцевых соединений; в) соединение труба к трубе; г) стыковое соединение труб на остающейся стальной подкладке.

Δ – депланация; С – уступ по торцам кромок; b – зазор; p – притупление;
В – ширина пояса.

Рисунок 15 – Схемы подготовки кромок и сборки соединений труб под сварку

9.35 При сварке соединений труб по рисунку 15 следует контролировать температуру кромок металла во время сварки. Во время сварки температура кромок у зоны горения дуги в процессе заполнения разделки не должна

превышать 550 °С. При превышении температуры более 550 °С, измеряемой с отставанием от точки горения дуги на расстоянии ~ 250 мм, следует сделать перерыв в сварке до охлаждения всего соединения до температуры (120-150) °С.

9.36 Технология и параметры режимов заводской сварки элементов и соединений труб из стали 14ХГНДЦ по пп. 9.30-9.34 должны быть изложены в соответствии с п.9.29 настоящего СТО в ТУК и КТПС на изготовление таких отправочных марок.

9.37 При сварке многопроходных швов труб, каждый последующий слой должен накладываться после тщательной зачистки шлака и/или окисной плёнки предыдущего слоя и остывания его до температуры (120-150) °С.

9.38 При сварке стыковых и угловых соединений труб с толщиной стенки свыше 20 мм, а также при длительных перерывах в работе (свыше 10 минут) и по окончании сварки таких соединений, для замедления скорости охлаждения околошовной зоны сварное соединение следует накрывать асбестом и выдерживать его до остывания (до температуры не выше 120 °С).

10 Технология монтажной сварки соединений из стали марки 14ХГНДЦ

Общие положения

10.1 При монтаже металлоконструкций пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из стали марки 14ХГНДЦ следует применять следующие способы (технологии) монтажной сварки:

- автоматическую сварку под флюсом (АФ), в т.ч. с применением МХП (АФ с МХП), сварочной проволокой сплошного сечения (обычное исполнение) диаметром 4,0 мм и порошковой проволокой диаметром 4,0 мм (северное А и Б);

- автоматическую сварку под флюсом по ручной подварке корня шва (АФ+РД);

- автоматическую вертикальную (наклонную) сварку порошковой проволокой диаметром 1,2 мм в смеси защитных газов стыковых соединений сварочным комплексом «ВОСХОД» (АППГ);

- механизированную сварку порошковой проволокой диаметром 1,2 мм в смеси защитных газов (МПП);

- ручную дуговую сварку (РД) электродами диаметром 4,0 мм.

В качестве защитных газовых смесей в условиях стройплощадки следует применять защитные смеси газов, указанные в п. 9.1 настоящего СТО.

10.2 Монтажную сварку конструкций из стали марки 14ХГНДЦ следует производить в соответствии с утверждённым Главным инженером (Техническим директором) строительно-монтажной организации

Технологическим Регламентом (ТР), разрабатываемый специализированной научно-исследовательской организацией.

К указанному Регламенту, на основании его положений, монтажной организацией должны быть разработаны Карты Технологического Процесса Сварки (КТПС) по каждому применяемому на стройплощадке способу (технологии) сварки стыковых и тавровых соединений соответствующих толщин.

10.3 В монтажных стыковых, тавровых и угловых соединениях из стали марки 14ХГНДЦ класса прочности С345 и С390 независимо от применяемых сочетаний толщин указанной стали, необходимо выполнять на стройплощадке предварительный подогрев свариваемых кромок и прилегающих к ним участков основного металла шириной не менее 60 мм для толщин до 25 мм включительно и не менее 100 мм для толщин более 25 мм до температуры 120 °С при положительной температуре окружающего воздуха (выше 0°С) и до температуры 150 °С при отрицательной температуре окружающего воздуха (ниже 0°С).

Вышеуказанный предварительный подогрев свариваемых кромок сначала выполняется с обратной стороны стыка до постановки стеклоткани и соответствующих подкладок, а после постановки подкладок выполняется с лицевой стороны монтажного соединения непосредственно перед сваркой или в процессе сварки с опережением её. При многопроходной сварке в случае перерыва, сопровождающегося охлаждением металла ниже 120 °С и 150 °С соответственно, предварительный подогрев повторяют.

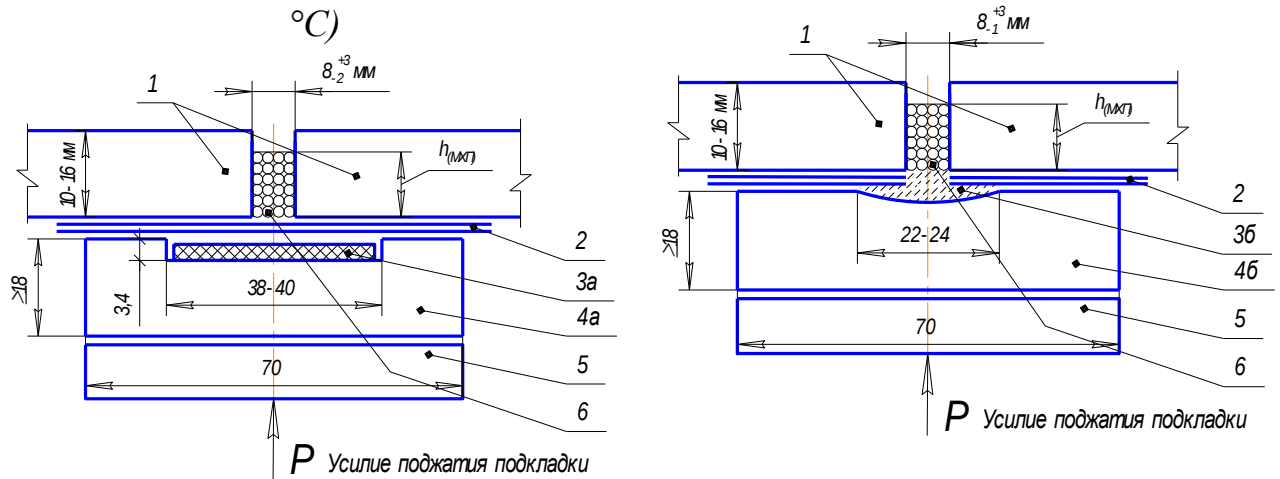
10.4 Монтажные сварные соединения из стали марки 14ХГНДЦ должны обеспечивать весь требуемый комплекс механических свойств согласно указаниям п. 9.10 настоящего СТО, т.е. обеспечивать точно такие же свойства, как и заводские сварные соединения.

Технология монтажной сварки листовых конструкций.

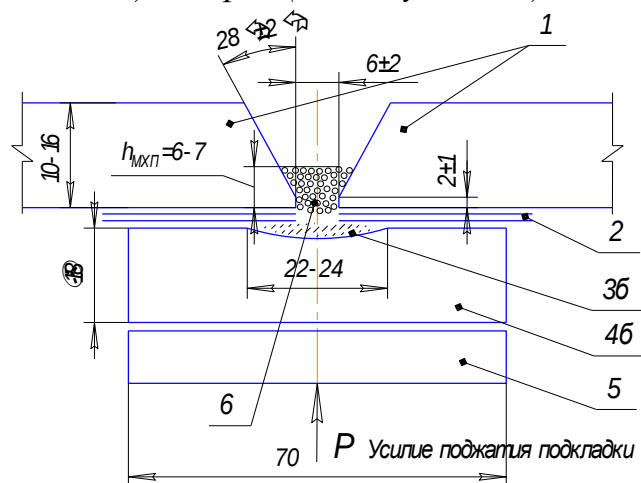
Способ сварки АФ с МХП монтажных стыков $\delta = 10-16$ мм

10.5 Монтажные стыковые соединения толщиной 10-16 мм конструкций автодорожных пролётных строений стальных мостов, путепроводов и эстакад из стали 14ХГНДЦ обычного исполнения собирают под автоматическую сварку под флюсом с МХП без разделки кромок на формирующих стекло-медных подкладках, согласно схеме по рисунку 16 а.

а) обычное исполнение (до минус 40 °С) б) север А (до минус 50 °С)



в) север Б (до минус 60 °С)



1 – стыкуемые кромки элементов; 2 – два-три слоя стеклоткани; 3а – полоска стекла толщиной 3,0 мм; 3б – измельчённый прокалённый флюс СТ-65; 4а – стекло-медная подкладка; 4б – медная подкладка под автоматическую сварку; 5 – стальная поджимающая полоса толщиной 10-12 мм; 6 – МХП при первом проходе сварочного автомата

а – для конструкций обычного исполнения (до минус 40 °С включительно);

б – для конструкций северного исполнения зоны А (до минус 50 °С включительно); в – для конструкций северного исполнения зоны Б (до минус 60 °С включительно)

Рисунок 16 – Схемы сборки монтажных стыковых соединений толщиной 10-16 мм под одностороннюю автоматическую сварку под флюсом с МХП (АФ с МХП)

Стыковые соединения конструкций северного исполнения А (до минус 50 °С включительно) собирают под монтажную сварку без разделки кромок на медных подкладках по рисунку 16 б, а северного исполнения Б (до минус 60 °С) – по рисунку 16 в (с V-образной разделкой кромок на медных подкладках).

10.6 Перед установкой полосок стеклоткани и медных подкладок выполняют подогрев кромок с обратной стороны стыка пламенем газовой горелки до температуры, указанной в п. 10.3.

Медные подкладки непосредственно перед постановкой под соответствующий монтажный стык следует прогревать пламенем газовой горелки для полного удаления конденсата с поверхности подкладки.

Перед сваркой выполняют подогрев стыкуемых кромок с лицевой стороны стыка на ширину по 60-100 мм (см. п. 10.3) до температуры $\approx (120-150)^\circ\text{C}$. В стыках, собранных на медных подкладках по рисункам 16 б и 16 в следует перед засыпкой МХП сжечь стеклоткань в зазоре стыка и затем удалить продукты сжигания стеклоткани.

10.7 Металлохимическую присадку (МХП) засыпают в сварочный зазор перед первым проходом сварочного автомата после подогрева кромок стыка с лицевой стороны до температуры $\approx 120^\circ\text{C}$.

Высоту засыпки МХП следует принимать в зависимости от величины сварочного зазора.

Для стыков $\delta = 10-16$ мм, выполняемых без разделки свариваемых кромок по рисункам 16 а и 16 б:

- при зазоре 6-8 мм – высота засыпки МХП 7-8 мм,
- при зазоре 9-11 мм – высота засыпки МХП 9-12 мм.

Для стыков $\delta = 10-16$ мм, выполняемых с V-образной разделкой кромок по рисунку 16 в, МХП засыпается на высоту 5-7мм (при зазоре 4-6мм – на высоту 5 мм, а при зазоре 6-8 мм – на высоту 7 мм).

10.8 Режимы односторонней автоматической сварки под флюсом с МХП стыковых соединений толщиной 10-16 мм следует устанавливать по указаниям таблицы 15.

Перед выполнением второго и последующих проходов необходимо проконтролировать температуру шва и околошовной зоны, при этом температура указанных зон монтажного сварного стыкового соединения должна быть не ниже 100°C и не выше 200°C .

10.9 Медные подкладки снимают после полного окончания сварки стыка и его остывания до температуры $\approx +40^\circ$.

Геометрические параметры монтажных сварных стыковых соединений толщиной 10-16 мм, выполненных автоматической сваркой под флюсом с МХП, должны соответствовать указаниям рисунка 17, при этом в стыках, выполненных на стекло-медных подкладках по рисунку 16 а, допускаются «подмывы» по линии сплавления обратного валика шва с основным металлом на глубину до 1,0 мм, а радиус в дне «подмыва» должен составлять $R \geq 2,0$ мм (см. п.11.24 настоящего СТО).

Таблица 15 – Режимы односторонней автоматической сварки под флюсом с МХП монтажных стыковых соединений толщиной 10-16 мм

Слои стыкового шва	Параметры режима сварки проволокой Ø 4 мм		
	Сила тока $I_{св}$, А	Напряжение на дуге, U_d , В	Скорость сварки $V_{св}$, м/час
Первый с МХП по рис. 16 а и 16 б (без разделки кромок)	750-800	36-38	18-19
Первый с МХП по рис. 16 в (с V-образной разделкой кромок)	600-650	35-36	19-21
Второй и последующие без МХП по рис. 16 а	550-600	38-40	19-21
Второй и последующие без МХП по рис. 16 б и 16 в (север А и Б)	450-500	36-38	23-25

Примечание: При усилении шва с лицевой стороны более 3,5 мм механическая обработка поверхности стыков обязательна.

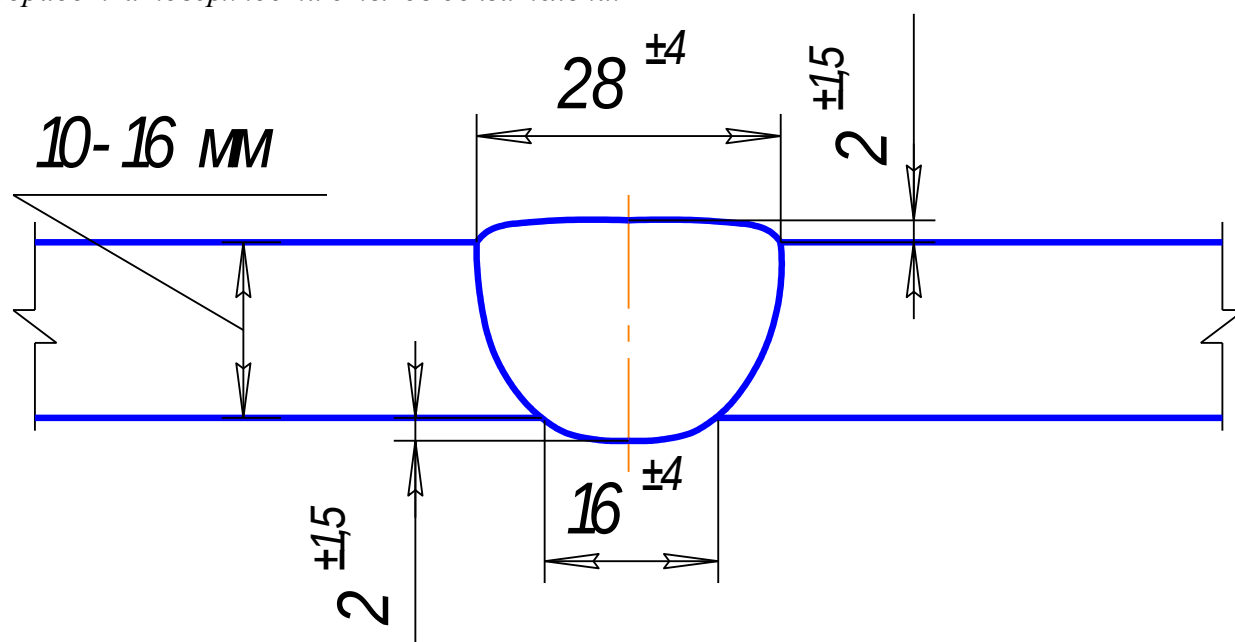
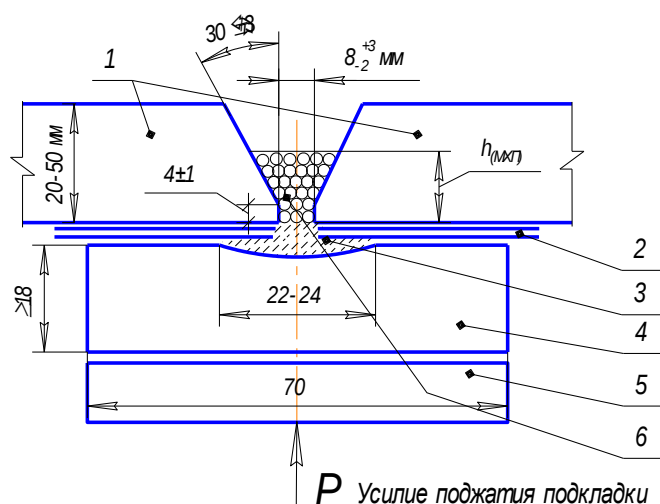


Рисунок 17 – Геометрические параметры стыковых швов сварных соединений толщиной 10-16 мм, выполненных автоматической сваркой под флюсом с МХП

Способ сварки АФ с МХП монтажных стыков $\delta = 20-50$ мм

10.10 Стыковые соединения, выполняемые автоматической сваркой под флюсом с МХП, толщиной 20-50 мм собирают под сварку с V-образной разделкой кромок на медных подкладках по рисунку 18.



1 – стыкуемые кромки элементов; 2 – два-три слоя стеклоткани; 3 – измельчённый прокаленный флюс марки СТ-65; 4 – медная подкладка; 5 – стальная поджимающая полоса толщиной 10-12 мм 6 – МХП при первом проходе сварочного автомата

Рисунок 18 – Схема сборки монтажных стыковых соединений толщиной 20-50 мм под одностороннюю автоматическую сварку под флюсом с МХП

Металлохимическую присадку засыпают в сварочный зазор перед первым проходом сварочного автомата после подогрева кромок стыка с лицевой стороны до температуры 120-150 °С (см. п.10.3). Перед засыпкой МХП следует сжечь стеклоткань в зазоре стыка и затем удалить продукты сжигания стеклоткани.

Высота засыпки МХП при первом проходе сварочного автомата в стыках $\delta = 20-50$ мм составляет – 8-10 мм в зависимости от фактической величины зазора в стыке и величины притупления кромок.

10.11 Режимы автоматической сварки под флюсом с МХП данных стыковых соединений с V-образной разделкой кромок приведены в таблице 16.

Первый и второй проходы сварочного автомата выполняют по оси стыка, третий и последующие – с поочередным поперечным смещением и наклоном электрода влево и вправо от оси стыка таким образом, чтобы каждый последующий проход перекрывал предыдущий на 1/3 его ширины.

В процессе сварки необходимо контролировать температуру шва и околошовных зон. Перед началом сварки каждого прохода температура шва и околошовных зон должна быть не ниже температур, указанных в п. 10.3 и не выше 250 °С.

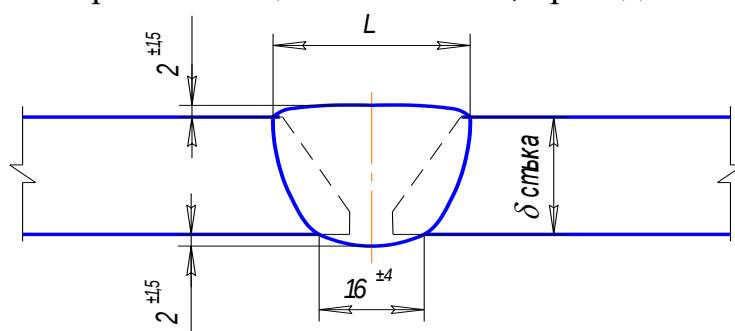
Таблица 16– Режимы односторонней автоматической сварки под флюсом с МХП монтажных стыковых соединений с V-образной разделкой кромок толщиной 20-50 мм

Слои стыкового шва	Параметры режима автоматической сварки		
	Сила сварочного тока $I_{св}$, А	Напряжение дуги U_d , В	Скорость сварки $V_{св}$, м/ч
1-й слой с МХП	740-780	36-38	18-19
промежуточные без МХП	600-650	37-39	18-19
облицовочные без МХП	550-600	38-40	18-19

Вылет электрода составляет:

- на первом проходе 36-38 мм,
- на втором проходе 37-39 мм,
- на промежуточных и облицовочных проходах 40-42 мм

10.12 Геометрические параметры сварных стыковых соединений, выполненных автоматической сварки под флюсом с МХП с V-образной разделкой кромок толщиной 20-50 мм, приведены на рисунке 19.



δ , мм	L, мм
20	30-36
25	32-44
32	40-52
40	46-62
50	58-76

Рисунок 19 – Геометрические параметры стыковых швов толщиной 20-50 мм с V-образной разделкой кромок, выполненных автоматической сваркой под флюсом с МХП

Способ сварки АФ+РД монтажных стыков $\delta = 20-50$ мм

10.13 Стыковые соединения толщиной 20-50 мм с V-образной разделкой кромок, выполняемые автоматической сваркой под флюсом по ручной подварке корня шва (способ АФ+РД), собирают под сварку на медных подкладках с узкой канавкой шириной 12-16 мм по рисунку 20.

10.14 Перед сваркой выполняют подогрев стыкуемых кромок с обратной стороны стыка до постановки стеклоткани и медных подкладок и затем с лицевой стороны стыка перед сваркой, до температуры $\approx 120-150$ °С (см. п.10.3).

При использовании данной технологии сварки (АФ+РД) корневые проходы выполняют ручной дуговой сваркой, а заполняющие и облицовочные проходы – автоматической сваркой под флюсом.

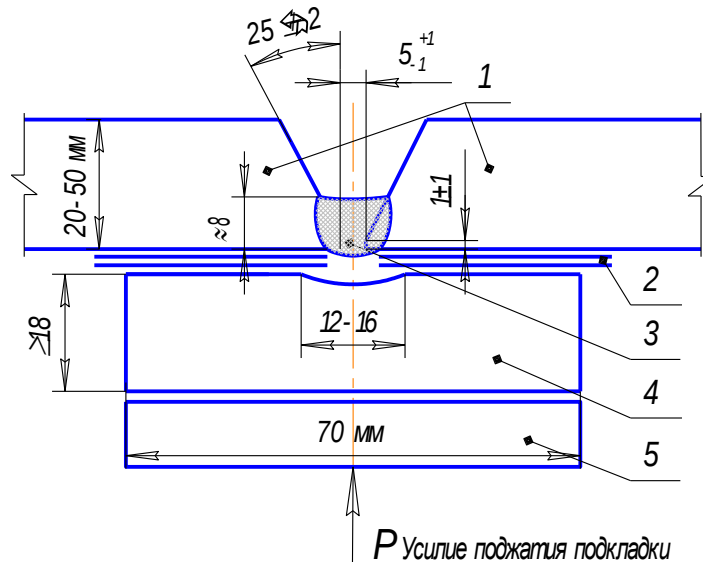
10.15 Ручную подварку корня шва выполняют электродами МК-А диаметром 4 мм на следующем режиме:

$$I_{св} = 140-160 \text{ А}$$

Один электрод диаметром 4,0 мм сжигается на длине ~ 120-140 мм (скорость сварки).

Корневой проход выполняют ручной дуговой сваркой по меди после сжигания стеклоткани в зазоре стыка и удаления продуктов сжигания стеклоткани. Высота ручной подварки после выполнения механической обработки должна составлять ≈ 8 мм.

10.16 Автоматическую сварку стыка по ручной подварке корня шва выполняют на режимах, указанных в таблице 17.



1 – стыкуемые элементы с V-образной разделкой кромок; 2 – два-три слоя стеклоткани; 3 – ручная подварка корня шва; 4 – медная подкладка с узкой канавкой; 5 – стальная поджимающая полоса толщиной 10-12 мм

Рисунок 20 – Схема сборки монтажных стыков толщиной 20-50 мм с V-образной разделкой кромок под автоматическую сварку под флюсом по ручной подварке корня шва (АФ+РД)

Таблица 17 – Режимы автоматической сварки под флюсом по ручной подварке корня шва монтажных стыковых соединений толщиной 20-50 мм с V-образной разделкой кромок

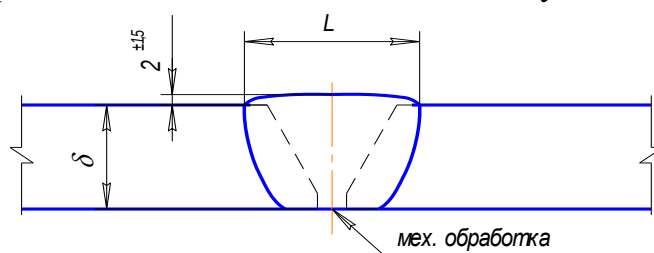
Слои стыкового шва	Параметры режима автоматической сварки		
	Сила сварочного тока $I_{св}, A$	Напряжение дуги U_d, B	Скорость сварки $V_{св}, м/ч$
1-й проход автомата по ручной подварке	500-550	36-38	18-19
промежуточные проходы	600-650	38-39	18-19
облицовочные проходы	550-600	38-40	18-21

Вылет электрода для I и II проходов составляет – 36-38 мм, для всех последующих проходов – 38-40 мм.

В процессе сварки необходимо контролировать температуру шва и околошовных зон. Перед началом сварки каждого прохода температура шва и околошовных зон должна быть не ниже 100°C и не выше 200°C.

10.17 В стыковых соединениях, выполненных автоматической сваркой под флюсом по ручной подварке корня шва, при выполнении механической обработки шва обратный валик следует зачистить шлифмашинкой заподлицо с основным металлом на всей длине шва.

10.18 Геометрические параметры монтажных сварных стыковых соединений, выполненных автоматической сваркой под флюсом по ручной подварке корня шва, должны соответствовать указаниям рисунка 21.



$\delta, мм$	$L, мм$
20	30-36
25	32-44
32	40-50
40	46-58
50	58-72

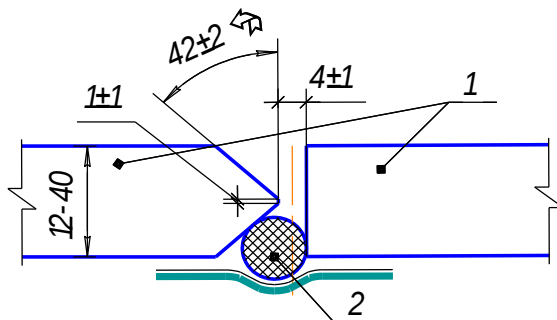
Рисунок 21 – Геометрические параметры стыкового шва с V-образной разделкой кромок, выполненного автоматической сваркой под флюсом по ручной подварке корня шва (АФ+РД)

Способ сварки АППГ сварочным комплексом «ВОСХОД»

10.19 Для монтажной автоматической сварки в смеси защитных газов в вертикальном (наклонном) положении стыковых соединений толщиной 12-40

мм применяется сварочный комплекс «ВОСХОД» производства ЗАО НПФ «ИТС», г. Санкт-Петербург.

Стыки толщиной 12-40 мм сваривают специальной бесшовной порошковой проволокой с разделкой кромок по типу С15 (ГОСТ 14771): общий угол разделки стыкуемых кромок в диапазоне $42\pm 2^\circ$, притупление кромок 1 ± 1 мм (рисунок 22).



1 – стыкуемые элементы с разделкой кромок по типу С15; 2 – керамическая подкладка $\varnothing$ 8-9 мм

Рисунок 22 – Схема сборки монтажных стыков толщиной 12-40 мм с К-образной разделкой кромок (С15) под автоматическую сварку в смеси защитных газов в вертикальном (наклонном) положении сварочным комплексом «ВОСХОД» (АППГ)

10.20 Сварку корневого прохода выполняют с применением гибких цилиндрических керамических подкладок диаметром 8-9 мм, при этом сварочный зазор в стыке должен быть 4 ± 1 мм.

Перед установкой керамических подкладок выполняют предварительный подогрев стыкового соединения до температуры 120°C на ширину 50-70 мм. Подогрев стыкового соединения выполняют с 2-х сторон сварного стыкового соединения. Перед сваркой температуру стыкового соединения контролируют пирометром, при снижении температуры ниже 100°C выполняют дополнительный подогрев зоны сварки.

10.21 Основные технологические параметры монтажной автоматической сварки стыковых соединений порошковой проволокой марки POWER WET 60R диаметром 1,2 мм в вертикальном (наклонном) положении в смеси защитных газов сварочным комплексом «ВОСХОД» приведены в таблице 18.

Вспомогательные сварочные параметры режимов сварки приведены в таблице 19.

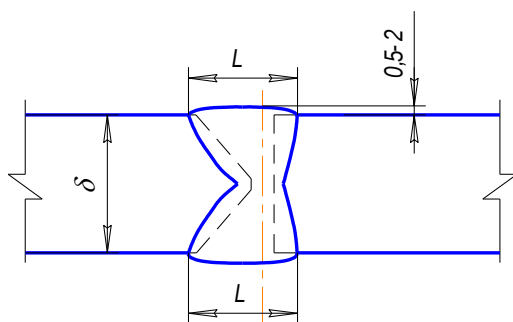
Таблица 18 – Основные параметры режима монтажной автоматической сварки в смеси защитных газов в вертикальном (наклонном) положении сварочным комплексом «ВОСХОД» стыковых соединений $\delta = 12-40$ мм с разделкой кромок по типу С15 порошковой проволокой POWER WET 60R Ø 1,2 мм

№	Наименование параметра	Значения		
		Корневой проход	Заполняющие проходы	Облицовочный проход
1	Скорость подачи порошковой проволоки диаметром 1,2мм, см/мин	580-600	600-650	600-650
2	Сила тока, А	180-200	210-220	210-220
3	Напряжение, В	20-22В	22-24В	22-24В
4	Скорость сварки, см/мин	14^{+5}_{-5}	16^{+6}_{-6}	18^{+6}_{-6}
5	Частота колебания горелки, 1/см	8	8	9
6	Амплитуда колебания горелки, мм	4^{+2}_{-2}	6^{+2}_{-2}	10^{+4}_{-4}
7	Время задержки колебания на стороне с разделкой кромки, м/сек	60	110	110
8	Время задержки колебания на стороне без разделкой кромки, м/сек	80	130	130
9	Расход защитной газовой смеси (80%Ar+20%CO ₂)	20-25 л/мин		

Таблица 19 – Вспомогательные параметры режима монтажной автоматической сварки в смеси защитных газов в вертикальном (наклонном) положении сварочным комплексом «ВОСХОД» стыковых соединений $\delta = 12-40$ мм с разделкой кромок по типу С15 порошковой проволокой POWER WET 60R Ø 1,2 мм

№	Наименование параметра	Значение
1	Наклон горелки	прямое (перпендикулярное)
2	Вылет электрода, мм	12-15
3	Предел изменения количества колебаний, такты	4
4	Предел изменения скорости сварки, %	35
5	Шаг увеличения/уменьшения скорости сварки, %	7
6	Время отжига проволоки, мсек	35
7	Предел изменения задержки на стороне с разделкой кромки, %	10
8	Предел изменения задержки на стороне без разделки кромки, %	10
9	Шаг изменения задержки (при одном нажатии), %	10

10.22 Геометрические параметры монтажных стыковых швов, выполненных способом АППГ сварочным комплексом «ВОСХОД», должны соответствовать указаниям рисунка 23.



δ, мм	L, мм
12	14-18
14	16-20
16	
20	18-24
25	18-26
32	19-27
40	28-30

Рисунок 23 – Геометрические параметры монтажных стыковых швов по типу С15, выполненных способом АППГ сварочным комплексом «ВОСХОД»

Способ сварки МПГ

10.23 Механизированной сваркой порошковой проволокой в смеси защитных газов (МПГ) следует выполнять стыковые соединения толщиной до 40 мм включительно и угловые швы тавровых (угловых) соединений любых сочетаний толщин. Стыковые и тавровые соединения можно выполнять во всех пространственных положениях.

Стыковые соединения в нижнем положении выполняют на медных формирующих подкладках или на плоских керамических подкладках. Сварочный зазор в стыках, собранных под сварку на указанных формирующих подкладках должен составлять 4-6 мм.

10.24 Стыковые соединения, выполняемые способом МПГ в вертикальном положении, собирают под сварку на специальных медных подкладках или цилиндрических керамических подкладках диаметром 8,0-9,0 мм.

Схемы сборки монтажных стыковых соединений под механизированную сварку бесшовной порошковой проволокой в смеси защитных газов представлены на рисунке 24.

Перед сваркой выполняют предварительный подогрев стыкуемых кромок до температуры, указанной в п. 10.3 настоящего СТО.

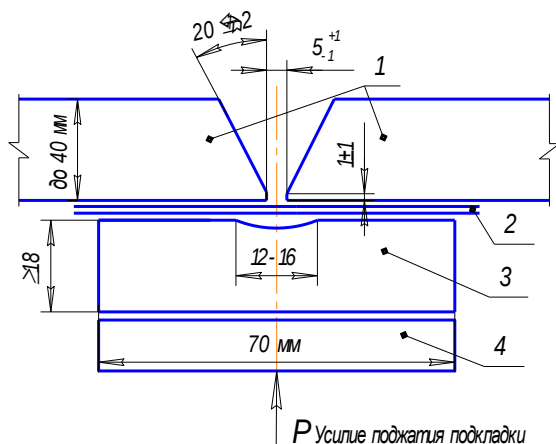
10.25 Режимы механизированной сварки в смеси защитных газов стыковых соединений бесшовной порошковой проволокой марки POWER WET 60M Ø 1,2 мм с разделкой кромок в нижнем, вертикальном и потолочном

положениях, приведены в таблице 20, а угловых швов тавровых соединений – в таблице 21.

Геометрические параметры сварных стыковых швов, выполненные способом МПГ, должны соответствовать ГОСТ 14771 и ГОСТ 23518.

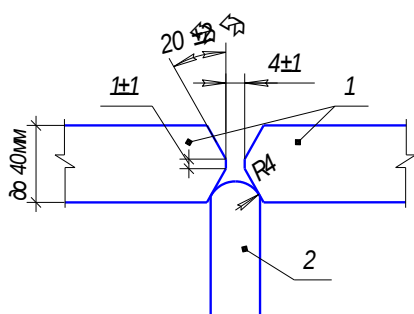
10.26 Обратные валики односторонних стыковых швов, выполненных механизированной сваркой в смеси защитных газов, подлежат зачистке шлифмашинкой заподлицо с основным металлом по всей длине стыкового шва.

а)



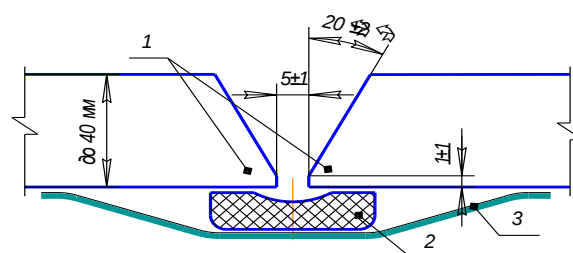
- 1 – стыкуемые элементы
- 2 – два-три слоя стеклоткани;
- 3 – медная подкладка с узкой канавкой;
- 4 – стальная полоса толщиной 10-12 мм

в)



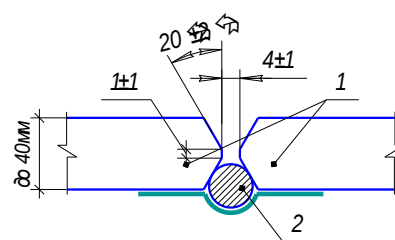
- 1 – стыкуемые элементы;
- 2 – медная подкладка

б)



- 1 – стыкуемые элементы;
- 2 – керамическая плоская подкладка
- 3 – алюминиевая фольга с клеем

г)



- 1 – стыкуемые элементы;
- 2 – керамическая подкладка $\varnothing$ 8-9 мм

Рисунок 24 – Схемы сборки монтажных стыковых соединений под механизированную сварку порошковой проволокой в смеси защитных газов (МПГ)

10.27 Угловые швы должны иметь проектные катеты (размеры) и соответствовать ГОСТ 14771 и ГОСТ 23518. Допускаемая выпуклость угловых швов – не более 3 мм для швов II категории, допускаемая вогнутость угловых швов – до 30% катета шва, но не более 3 мм. Допускаемые отклонения катета шва от 5 до 8 мм включительно составляют +2; -1 мм.

Таблица 20 – Режимы механизированной сварки монтажных стыковых соединений в смеси защитных газов порошковой проволокой POWER WET 60 М Ø1,2 мм

Положение стыка при сварке	Слои шва	Параметры режима сварки	
		Сила сварочного тока $I_{св}, A$	Напряжение на дуге U_d, B
Нижнее	корневой	240-260	24-26
	последующие	240-280	26-28
Вертикальное	корневой	200-220	22-24
	последующие	220-240	24-26
Потолочное	корневой	180-220	22-24
	последующие	200-220	22-24

- Скорость сварки $V_{св} = 12-14$ м/час.
- Вылет электрода диаметром 1,2 мм равен 12...16 мм,
- Расход защитной газовой смеси $Q = 22-24$ л/мин.

Таблица 21 – Режимы механизированной сварки монтажных угловых швов тавровых соединений в смеси защитных газов порошковой проволокой POWER WET 60 М Ø1,2 мм

Положение при сварке	Параметры режима сварки		
	Сила сварочного тока $I_{св}, A$	Напряжение дуги U_d, B	Скорость сварки $V_{св}, м/час$
нижнее	200-240	22-24	10-14
вертикальное	190-220	22-24	10-14
потолочное	180-200	20-22	12-14

- Вылет электрода диаметром 1,2 мм равен 12...18 мм;
- Расход защитной газовой смеси $Q = 20-24$ л/мин.

Способ сварки РД

10.28 Ручной дуговой сваркой (РД) можно выполнять монтажные стыковые и угловые швы во всех пространственных положениях любых сочетаний толщин.

Стыковые соединения в нижнем положении выполняют на медных формирующих подкладках, допускается использование плоских керамических

подкладок. Сварочный зазор в стыках, собранных под ручную дуговую сварку на формирующих подкладках должен составлять 4-6 мм.

Стыковые соединения, выполняемые способом РД в вертикальном (наклонном) положении, собирают под сварку на специальных медных подкладках или цилиндрических керамических подкладках диаметром 8,0-9,0 мм.

Схемы сборки монтажных стыковых соединений под ручную дуговую сварку покрытыми электродами марки МК-А представлены на рисунке 25.

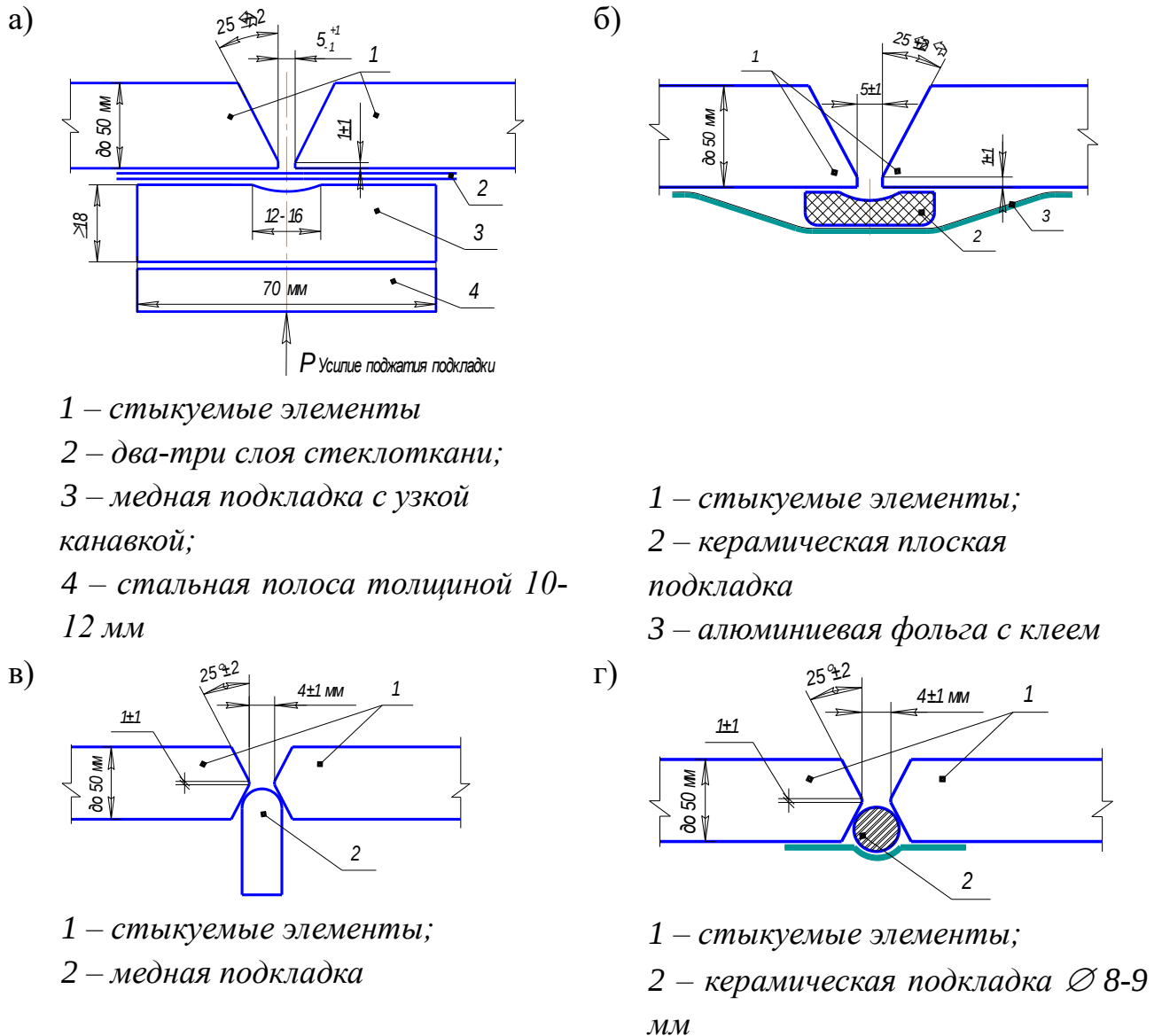


Рисунок 25 – Схемы сборки монтажных стыковых соединений под ручную дуговую сварку покрытыми электродами

10.29 Перед сваркой выполняют предварительный подогрев стыкового соединения до температуры 120-150 °С, на ширину 50-70 мм (см.п.10.3).

10.30 Режимы ручной дуговой сварки монтажных стыковых и угловых швов в нижнем, вертикальном и потолочном положениях приведены в таблицах 22 и 23 соответственно.

Таблица 22 – Режимы ручной дуговой сварки монтажных стыковых соединений электродами марки МК-А, Ø4 мм

№ прохода	Режим ручной дуговой сварки в зависимости от пространственного положения шва		
	Нижнее положение	Вертикальное положение	Потолочное положение
Корневой	Ісв = 160-180 А	Ісв = 140-160 А	Ісв = 120-140 А
Второй и все последующие	Ісв = 170-190 А	Ісв = 140-160 А	Ісв = 120-140 А
<i>Один электрод диаметром 4,0 мм сжигают на длине «захватки» ≈ 120-140 мм (ориентировочная скорость сварки)</i>			

Таблица 23 – Режимы ручной дуговой сварки монтажных угловых швов электродами марки МК-А Ø4 мм

Режим ручной дуговой сварки в зависимости от пространственного положения шва		
Нижнее положение	Вертикальное положение	Потолочное положение
Ісв = 140-160 А	Ісв = 120-140А	Ісв = 120-140А

10.31 Геометрические параметры сварных стыковых швов, выполненные способом РД, должны соответствовать ГОСТ 5264 и ГОСТ 11534.

Обратные валики односторонних монтажных стыковых швов, выполненных ручной дуговой сваркой, подлежат зачистке шлифмашинкой заподлицо с основным металлом по всей длине стыкового шва.

Монтажные угловые швы должны иметь проектные катеты (размеры) и соответствовать ГОСТ 5264 и ГОСТ 11534. Допускаемая выпуклость угловых швов – не более 3 мм, допускаемая вогнутость угловых швов – до 30% катета шва, но не более 3 мм. Допускаемые отклонения катета шва от 5 до 8 мм включительно составляют +2; -1 мм.

Монтажные сварные соединения труб

10.32 Монтажные соединения труб из стали марки 14ХГНДЦ рекомендуется выполнять фланцевого типа на высокопрочных болтах. Допускается применять механизированную сварку в смеси защитных газов (МПГ) и ручную дуговую сварку (РД) для данных монтажных соединений в различных пространственных положениях.

10.33 Монтажную сборку и сварку соединений труб способом МПГ и/или РД можно выполнять или на остающейся стальной подкладке, или «на весу», т.е. без подкладки.

10.34 Перед установкой остающейся подкладки или при стыковке кромок труб без этой подкладки следует подготовить сварочные позиции под сварку: выполнить необходимую прирезку кромок стыкуемых труб, зачистить шлифмашинкой разделку кромок и прилегающие зоны основного металла

стыкуемых труб на ширину не менее 25 мм от окалины, ржавчины и любых органических загрязнений. При применении подкладки следует зачистить плоскость остающейся подкладки, примыкающей к сварному шву, и затем установить остающуюся подкладку на трубу. Подкладку приваривают способом МПГ сплошным сварным угловым швом со стороны разделки кромок трубы катетом 3,0-3,5 мм по ГОСТ 14771 порошковой проволокой POWER WET 60R Ø 1,2 мм или ручной дуговой сваркой (РД) электродами МК-А.

10.35 Перед приваркой остающейся подкладки следует выполнить подогрев кромок до температуры ≈ 100 °С на ширину остающейся подкладки с контролем указанной температуры цифровым контактным термометром.

10.36 При сборке стыков таких труб следует обеспечить зазор в стыке $5 \pm 1,5$ мм и параметры подготовки кромок по рисунку 15 з, при этом деформация (Δ) стыкуемых кромок (превышение кромок друг над другом по высоте) не должна превышать 0,1 толщины стыкуемых труб, но не более 2-х мм.

10.37 Перед сваркой монтажных стыков труб и элементов труб следует выполнить предварительный подогрев кромок по указаниям п.10.3 настоящего СТО. Технология и параметры режимов монтажной сварки элементов и соединений труб должны быть изложены в Технологическом Регламенте на монтажную сварку указанных конструкций, разрабатываемом специализированной научно-исследовательской организацией.

11 Требования к качеству заводских и монтажных сварных соединений. Контроль качества. Механическая обработка

Общие положения

11.1 Контроль качества изготовления и монтажа стальных конструкций автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из стали 14ХГНДЦ на всех стадиях работ осуществляют:

- на заводе: инженерно-технические работники цехов и технических служб завода, работники ОТК и Инспекции;
- на стройплощадке: специалисты службы главного сварщика монтажной организации, а также прорабы и мастера монтажного участка.

Производственный контроль качества осуществляется под руководством Главного инженера (Технического директора) завода и/или монтажной организации.

Службы технического контроля должны быть оснащены техническими средствами, обеспечивающими необходимую достоверность и полноту контроля. Инженерно-технический персонал должен быть ознакомлен с рабочей документацией и настоящим СТО.

Ответственность за качество изготовленных и затем смонтированных конструкций на всех этапах работ несут соответствующие исполнители, руководители данного вида работ и работники технического контроля завода и монтажной организации согласно существующим должностным инструкциям.

Руководство сварочными работами на заводе и стройплощадке осуществляет специалист (Главный сварщик), прошедший аттестацию в АЦ НАКС не ниже, чем по 3-му уровню в соответствии с Правилами аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства ПБ-03-273-99 на группу объектов «КСМ» (Конструкции Стальных Мостов). Инженерно-технические работники цехов завода, выполняющие и непосредственно руководящие сварочными работами в цехах завода при изготовлении стальных конструкций мостов, а также линейные работники (мастера и прорабы), непосредственно руководящие сварочными работами на участке при монтаже данных стальных конструкций, должны также пройти аттестацию в упомянутых Аттестационных центрах НАКС не ниже, чем по 2-му уровню.

Руководитель сварочных работ на заводе и стройплощадке (Главный сварщик) подчиняется непосредственно Главному инженеру (Техническому директору) завода и/или монтажной организации соответственно и работает согласно должностной инструкции, определяющей его обязанности и права.

11.2 Основными задачами контроля качества сборочно-сварочных работ являются:

- обеспечение соблюдения технологии сборочно-сварочных работ и требований нормативной документации;
- своевременное предупреждение и выявление дефектов;
- повышение ответственности непосредственных исполнителей за качество выполняемых работ.

11.3 При изготовлении и монтаже мостовых металлоконструкций выполняют следующие виды контроля качества:

- входной контроль качества поступающих в производство проектно-технологической документации, материалов (в т.ч. металлопроката и сварочных материалов) и технологий сварки, а также оборудования, в т.ч. сварочного, а также входной контроль заводских отправочных марок пролётного строения на стройплощадке;
- операционный контроль качества при изготовлении деталей и отправочных марок согласно чертежам КМД, а на стройплощадке – операционный контроль при монтажной сборке и сварке отправочных заводских марок;

- приемочный контроль качества изготовления отправочных марок на заводе, а на стройплощадке – укрупненных и смонтированных металлоконструкций.

Документ о качестве (сертификат качества) на отгружаемую с завода-изготовителя продукцию предоставляется Заказчику в соответствии с Договором поставки.

Для создания сквозной системы контроля над качеством сборочно-сварочных работ на стройплощадке, монтажная организация разрабатывает маркировочную схему монтажных сварных швов, в которой присваивается наименование и порядковый номер каждому сварному шву, выполненному на монтаже.

Входной контроль

11.4 Входной контроль качества включает следующие операции:

- проверку полноты проектно-технологической документации и соответствие её требованиям норм;

- контроль качества поступающего на завод основного металлопроката марки 14ХГНДЦ, а на монтаже – заводских отправочных марок из указанной марки стали (металлоконструкций);

- контроль качества поступающих в производство (на завод и на монтаж) сварочных материалов;

- проверку состояния сварочного оборудования и срока действия свидетельств об аттестации этого оборудования;

- проверку срока годности аттестационных удостоверений у электросварщиков, инженерно-технических работников и дефектоскопистов.

11.5 Передаваемая в производство техническая документация должна быть проверена соответствующими службами (отделами) и утверждена «к производству работ» в установленном порядке.

11.6 Поступающий на завод металлопрокат марки 14ХГНДЦ перед применением должен проходить приёмку по указаниям раздела 5 настоящего СТО. Качество поставляемого металлопроката должно удостоверяться сертификатом завода-поставщика. Весь заказываемый металлопрокат должен поставляться по действующим ГОСТ Р 55374 или СТО 13657842-1-2009 и в обязательном порядке иметь маркировку клеймением. Применение металлопроката марки 14ХГНДЦ, не имеющего сертификатов качества завода-изготовителя (металлургического комбината), а также не имеющего маркировки клеймением, не допускается.

11.7 Контроль качества стального проката марки 14ХГНДЦ (механические свойства) должен выполнять завод-изготовитель металлоконструкций один раз в год. Испытания производят по каждому заводу-

поставщику проката марки 14ХГНДЦ любой одной толщины из диапазона толщин по каждой нижеуказанной группе толщин проката:

- I группа ($\delta = 8; 10$ мм);
- II группа ($\delta = 12; 14; 16$ мм);
- III группа ($\delta = 20; 25$ мм);
- IV группа ($\delta = 32; 40; 50$ мм).

Объём испытаний назначают в соответствии с требованиями действующей нормативно-технологической документации на прокат.

11.8 Качество сварочных материалов для стали 14ХГНДЦ должно удовлетворять требованиям соответствующих Технических Условий (ТУ) указанных в настоящем СТО.

Каждая марка сварочных материалов для стали 14ХГНДЦ предприятия-поставщика, применяемая заводом-изготовителем конструкций и/или монтажной организацией должна иметь «Свидетельство об аттестации» НАКС. При отсутствии последнего требуется проведение аттестации применяемых марок сварочных материалов предприятием-поставщиком сварочных материалов (производителем) или заводом-изготовителем конструкций или монтажной организацией (потребителем) на группу объектов «КСМ».

Каждая марка сварочных материалов, поступившая на завод-изготовитель конструкций или на стройплощадку, должна иметь сертификат качества от поставщика сварочного материала. Копии сертификатов качества сварочных материалов должны быть заверены оригинальной печатью поставщика материалов.

Требования по подготовке сварочных материалов и порядок их применения при изготовлении и монтаже металлоконструкций автодорожных пролётных строений из стали марки 14ХГНДЦ – согласно указаниям раздела 7 настоящего СТО.

11.9 *Каждая применяемая заводом-изготовителем или монтажной организацией технология сварки* стальных конструкций пролётных строений из стали 14ХГНДЦ подлежит производственной аттестации в АЦ НАКС. Производственную аттестацию технологий сварки подразделяют на первичную и периодическую. Первичную производственную аттестацию технологий сварки проводят в тех случаях, когда завод-изготовитель стальных конструкций или монтажная организация впервые применяет аттестуемую технологию сварки на своём предприятии, или при отсутствии оформленного «Свидетельства об аттестации» НАКС на применяемую заводом или монтажной организацией технологию сварки.

11.10 Перед передачей каждой новой партии одного из сварочных материалов в производство качество конкретной партии аттестованной марки

сварочного материала проверяют путём сварки и испытания контрольных технологических проб с определением технологических характеристик и механических свойств. Завод-изготовитель конструкций выполняет указанную проверку качества применяемых сварочных материалов по указаниям СТО-ГК «Трансстрой»-012-2018, а монтажная организация – по указаниям СТО-ГК «Трансстрой»-005-2018.

11.11 Каждая единица сварочного оборудования (источники питания сварочной дуги, сварочные автоматы и полуавтоматы) завода-изготовителя и/или монтажной организации, т.е. потребителя сварочного оборудования, подлежит аттестации в АЦ НАКС если это оборудование не аттестовано заводом-производителем сварочного оборудования.

11.12 Контроль качества сварных соединений стальных конструкций пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из стали марки 14ХГНДЦ неразрушающими методами на заводе и стройплощадке ведут специалисты 1 и 2-го уровня квалификации по неразрушающему контролю. Данные специалисты, а также лаборатория неразрушающего контроля, должны быть аттестованы в независимых органах аттестации персонала и указанных лабораторий, имеющих аккредитацию «НТЦ «Промышленная безопасность» в соответствии с требованиями ПБ03-440-02 и ПБ03-372-00 по п. 11.1 «Металлические конструкции, в том числе: Стальные конструкции мостов». Оценку качества сварных соединений и выдачу Заключений по результатам неразрушающего контроля качества сварных соединений проводят специалисты 2-го уровня квалификации.

11.13 К сварке конструкций из стали 14ХГНДЦ на заводе и стройплощадке допускаются сварщики 4-6 разрядов, достигшие 18-летнего возраста, прошедшие специальную подготовку и аттестацию в АЦ НАКС по группе объектов «КСМ» на I уровень:

- по п. 1 для заводских сварщиков;
- по п. 2 для сварщиков, выполняющих монтажную сварку конструкций на стройплощадке.

Операционный контроль

11.14 Выполнение каждой последующей операции при изготовлении и монтаже стальных конструкций пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из стали 14ХГНДЦ разрешается только после осуществления контроля качества работ на предыдущей. Операционный контроль проводят в соответствии с разработанными технологическими картами (КТПС) на сборку и сварку заводских и монтажных соединений.

11.15 При операционном контроле проверяют соблюдение технологии изготовления и монтажа конструкций, режимы сварки, точность сборки

стыкуемых элементов, соблюдение проектных размеров и проектного положения конструкций при монтажной сборке, подготовку и соответствие применяемых сварочных материалов заданной технологии сварки и др.

ОГС завода и монтажной организации разрабатывают Карты Технологического Процесса Сварки (КТПС) по каждому применяемому способу сварки и на каждый типоразмер сварного соединения.

Операционный контроль проводят на заводе инженерно-технические работники цехов и контролёры ОТК, а на стройплощадке – линейные прорабы и мастера монтажной организации.

11.16 Сборка заводских и монтажных соединений под сварку должна выполняться в полном соответствии с Технологическими Указаниями (ТУК) на заводе и/или с Технологическим Регламентом (ТР) на стройплощадке на соответственно заводскую и монтажную сварку металлоконструкций (м/к) пролётногo строения автодорожного моста, путепровода и/или эстакады. Перед сваркой собранных соединений контролируют: правильность положения элементов (конструкций) в плане, профиле и по длине; правильность формы подготовки кромок (величину сварочного зазора и притупления кромок, угол разделки кромок); плотность поджата подкладок на стройплощадке и флюсовых подушек на заводе; величину деформации и чистоту стыкуемых кромок; соответствие применяемой при сборке технологической оснастки и др.

11.17 Указанный в п.11.16 операционный контроль в процессе сборки соединений под сварку должен выполняться периодически – не реже одного раза в сутки (на стройплощадке – при монтаже м/к) и не реже одного раза в течение 5-ти суток на заводе при изготовлении м/к.

11.18 В процессе выполнения сварочных работ на заводе и стройплощадке операционно проверяют: соответствие применяемых при сварке марок электродной проволоки сплошного сечения, марок порошковых проволок, электродов и флюса; соответствие фактического режима сварки указанному в КТПС на конкретный тип сварного соединения; правильность выполнения предварительного и послойного подогрева; правильность наложения слоёв шва при заполнении разделки; качество наплавленного металла (визуально) и сечение швов.

Приемочный контроль качества сварных соединений

11.19 Все заводские и монтажные сварные соединения подлежат приёмке непосредственно после выполнения сварки.

По окончании сварки металл шва и прилегающие к нему участки основного металла очищают от шлака и брызг; шов осматривают визуально и сразу же устраняют видимые дефекты.

Номер (шифр) каждого выполненного заводского или монтажного сварного соединения согласно соответствующей маркировочной схеме и дату сварки заносят в исполнительную документацию (Журналы сварочных работ) с росписями сварщиков и руководителей сварочных работ. Допускается наносить шифр сварщика на заводские сварные соединения несмываемыми надписями маркёрами в доступном для осмотра месте.

Все исходные данные по сварщикам и швам, которые они выполнили согласно заводской и/или монтажной маркировочной схеме, должны быть отражены в указанной Исполнительной документации, которая должна храниться в архиве завода и/или монтажной организации в течение всего периода эксплуатации пролётногo строения.

11.20 В зависимости от конструктивного оформления, условий эксплуатации и монтажа стальных конструкций пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из стали марки 14ХГНДЦ, все швы сварных соединений разделены на три категории (таблица 24). Внутри каждой категории швам присвоен порядковый номер (тип шва сварного соединения). Категории заводских и монтажных сварных швов назначает проектная организация согласно указаниям таблицы 24 с учётом условий эксплуатации и монтажа конструкций.

11.21 При приёмке сварных швов проводят визуально-измерительный контроль по РД 03-606-03, ультразвуковой контроль качества по ГОСТ 14782 с учётом указаний настоящего СТО и, при необходимости уточнения данных ультразвукового контроля, радиографический контроль по ГОСТ 7512 (просвечивание проникающим излучением), а также металлографические исследования макрошлифов на торцах соединений и механические испытания контрольных сварных соединений по ГОСТ 6996. Методы и объёмы контроля швов заводских и монтажных сварных соединений приведены в таблице 25.

11.22 Наименование дефектов, их характеристика по расположению, форме и размерам, а также допуски на дефекты по категориям сварных швов приведены в таблице 26.

11.23 При визуально-измерительном контроле сварных швов проверяют соответствие формы и размеров шва требованиям нормативно-технической документации с применением соответствующих средств контроля и комплектов визуально-измерительного контроля (ВИК).

Результаты визуально-измерительного контроля и приёмки стыковых и угловых швов по этому методу контроля должны быть отражены в Журналах сварочных работ или в Сопроводительных картах сварочных работ.

Отклонения размеров сечения швов от проектных не должны превышать величин, указанных в ГОСТ 8713 и 11533 (автоматическая и механизированная

сварка под флюсом), ГОСТ 14771 и 23518 (дуговая сварка в защитных газах), ГОСТ 5264 и 11534 (ручная дуговая сварка).

Таблица 24 – Категории швов заводских и монтажных сварных соединений стальных конструкций пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из стали 14ХГНДЦ

Категория шва	Типы швов заводских и монтажных сварных соединений, входящих в данную категорию, характеристика условий их эксплуатации и монтажа
I	1. Заводские сварные соединения
	1. Поперечные и продольные стыковые швы растянутых (сжато-вытянутых) поясов главных балок, элементов ортотропных и ребристых плит, в т.ч. и стыковые швы трапециевидных продольных рёбер, элементов ферм и из труб. 2. Швы со сплошным проплавлением по чертежам КМ: - угловые поясные швы нижних и верхних поясов главных балок; - угловые швы тавровых соединений, работающие на отрыв и срез при растяжении или изгибе. 3. Концевые участки (длиной по 100 мм) стыковых швов, прикрепляющих к растянутому элементу ферм и растянутым поясам балок узловые фасонки или расположенные вдоль усилия фасонки связей. 4. Концевые участки поперечных стыковых швов стенок балок на протяжении 30% её высоты, считая от каждого (верхнего и нижнего) пояса балки
	2. Монтажные сварные соединения
	1М. Поперечные и продольные стыковые швы поясов и стенок главных балок, элементов ферм и труб, элементов ортотропных и ребристых плит, в т.ч. стыковые швы трапециевидных продольных рёбер. 2М. Стыковые швы, прикрепляющие узловые фасонки или фасонки связей к поясам балок и элементам ферм. 3М. Угловые поясные швы нижних и верхних поясов главных балок, а также угловые швы тавровых соединений, работающие на отрыв и срез при растяжении или изгибе со сплошным проплавлением по чертежам КМ.
II	1. Заводские сварные соединения
	5. Швы с неполным проплавлением по чертежам КМ: - угловые поясные швы нижних и верхних поясов главных балок; - угловые швы тавровых, угловых и нахлесточных соединений, работающие на отрыв и срез при растяжении или изгибе. 6. Стыковые швы (за исключением концевых участков, см. п. 3), прикрепляющие к растянутому поясам балок узловые фасонки или расположенные вдоль усилия фасонки связей, а в сталежелезобетонных пролётных строениях – упоры. 7. Поперечные стыковые швы стенок балок на участках протяжении по 10% её высоты, примыкающих к концевым участкам (см. п. 4). 8. Продольные стыковые швы стенок балок, расположенные в пределах

	40% её высоты, считая от каждого (верхнего или нижнего) пояса балки
	2. Монтажные сварные соединения
	4М. Угловые поясные швы нижних и верхних поясов главных балок, а также угловые швы тавровых, угловых и нахлесточных соединений, работающие на отрыв и срез при растяжении или изгибе с неполным проплавлением по чертежам КМ. 5М. Стыковые швы, прикрепляющие гибкие упоры к поясам главных балок сталежелезобетонных пролётных строений.
III	1. Заводские сварные соединения
	9. Поперечные и продольные стыковые швы сжатых поясов главных балок, элементов ортотропных и ребристых плит (включая стыки трапециевидных продольных рёбер), элементов ферм, в т.ч. и из труб. 10. Поперечные стыковые швы стенок балок на участке, кроме указанных в пп.4 и 7. 11. Продольные стыковые швы стенок балок, расположенные в пределах части высоты стенки балки, кроме указанных в п.8. 12. Швы с неполным проплавлением по чертежам КМ: - угловые поясные швы; - угловые швы тавровых, угловых и нахлесточных соединений, работающие на сжатие. 13. Стыковые швы, прикрепляющие к сжатым элементам ферм и сжатым поясам балок узловые фасонки связей, а в сталежелезобетонных пролётных строениях – упоры. 14. Угловые швы, прикрепляющие вертикальные и горизонтальные рёбра жёсткости, диафрагмы и фасонки связей к основным металлоконструкциям. 15. Угловые швы, прикрепляющие элементы связей к фасонкам и рёбрам жёсткости.
	2. Монтажные сварные соединения
	6М. Угловые поясные швы, а также угловые швы тавровых, угловых и нахлесточных соединений, работающие на сжатие с неполным проплавлением по чертежам КМ. 7М. Угловые швы, прикрепляющие к основным металлоконструкциям вертикальные и горизонтальные рёбра жёсткости, диафрагмы и фасонки связей. 8М. Угловые швы, прикрепляющие элементы связей к фасонкам и рёбрам жёсткости.

Таблица 25 – Методы и объёмы контроля швов заводских и монтажных сварных соединений пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из стали 14ХГНДЦ

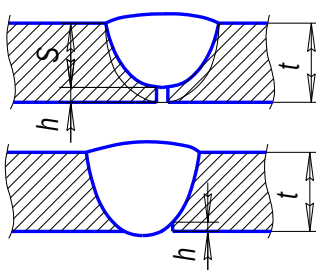
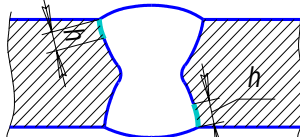
Метод контроля	Категория шва	Типы контролируемых швов по таблице 24	Объём контроля	Примечания
Визуально-измерительный	I-III	Все	100%	Наличие отклонений от требований проекта и НТД, выявленных

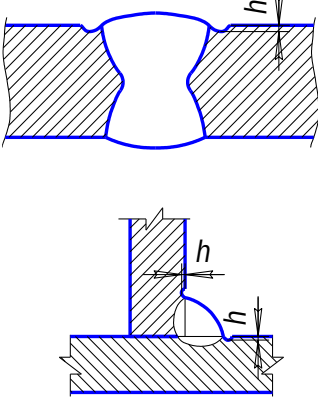
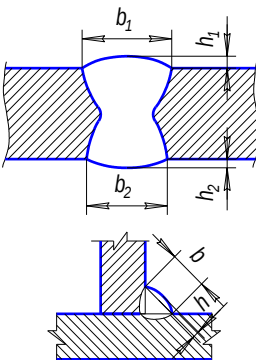
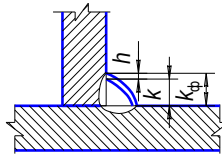
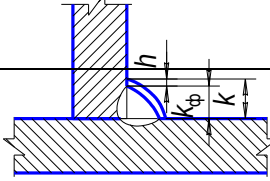
(ВИК)				методом ВИК, отражаются в Журнале сварочных работ
Ультразвуковой (УЗД) ГОСТ 14782	1. Заводские сварные соединения			
	I	1, 2, 3, 4	100 %	От длины каждого контролируемого шва соответствующего типа
	II	6, 7, 8	50 %*	
	III	9, 10, 11, 13	30 %**	
	2. Монтажные сварные соединения			
	I	1М, 2М, 3М	100 %	-
	II	-	-	-
	III	-	-	-
Радиографический (R) ГОСТ 7512 (просвечивание проникающим излучением)	1. Заводские сварные соединения			
		Швы стыковых соединений	Участки стыковых швов, которые не могут быть подвергнуты УЗД по конструктивным признакам и/или результаты проверки которых методом УЗД требуют уточнения	-
	I	1, 3, 4		
	II	6, 7, 8		
	III	9, 10, 11, 13		
	2. Монтажные сварные соединения			
		Швы стыковых соединений	Участки стыковых швов, которые не могут быть подвергнуты УЗД по конструктивным признакам и/или результаты проверки которых методом УЗД требуют уточнения	-
	I	1М,2М		
	II	5М		
	III	-		

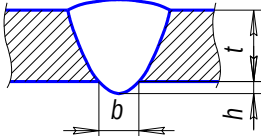
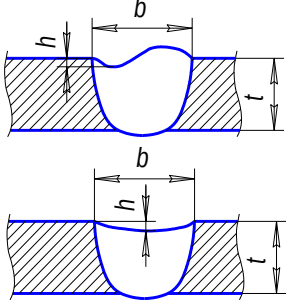
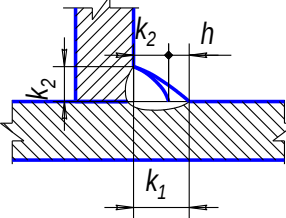
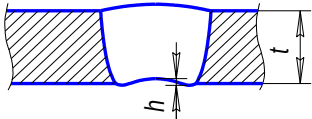
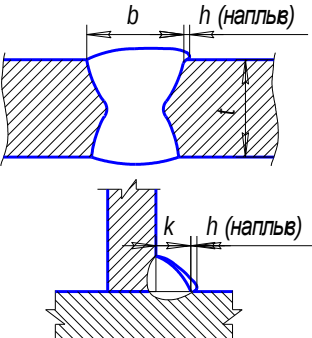
Заводские и монтажные сварные соединения				
Металлографические исследования макрошлифов	I	Стыковые швы растянутых или сжатых вытянутых поясов сплошностенчатых конструкций	Каждый третий заводской стыковой шов по указанию контролирующей организации и концевые участки заводских и монтажных стыковых швов, результаты проверки которых методом УЗД требуют уточнения	-
Заводские и монтажные сварные соединения				
Механические испытания контрольных сварных соединений по ГОСТ 6996	Тип контролируемых соединений, объём контроля, требования к качеству сварных соединений должны быть указаны в проектной документации			
Примечания: 1 Методы и объём контроля сварных соединений в узлах повышенной жёсткости, где увеличивается опасность образования трещин, должны быть дополнительно указаны в проектно-технологической документации. 2 В сварных элементах и узлах с пересечениями и примыканиями заводских и монтажных стыковых швов (в зонах «крестов» и «полукрестов») следует производить повторный контроль качества этих зон по 150 мм в каждую сторону методом УЗД не ранее чем через трое суток (72 ч) после первичного контроля швов методом УЗД в этих зонах. 3 Первичный контроль качества заводских сварных соединений инструментальными неразрушающими методами (УЗД и R) следует производить не ранее 24 ч с момента завершения их сварки. Первичный контроль качества монтажных сварных соединений с выдачей Заключений по УЗД следует производить не ранее 24 часов с момента завершения их сварки при температуре окружающего воздуха выше плюс 5°С, и не ранее 48 час при температуре окружающего воздуха плюс 5°С и ниже. 4 Категория и тип шва согласно указаниям таблицы 24 должны быть указаны в проектной документации. 5 При контроле участка стыкового шва методами УЗД и R и выявлении при этом дефектов одним из этих методов решение о качестве шва принимается по результатам того метода, который является наиболее надежным для обнаружения дефектов данного типа. * При выявлении дефектов, выходящих за пределы допусков, контролю подлежат 100% длины швов типа 6, 7 и 8 категории II. ** Если при контроле методом УЗД качество более чем 10 % общей длины проверенных				

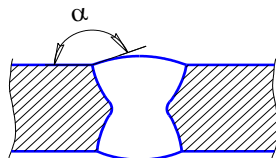
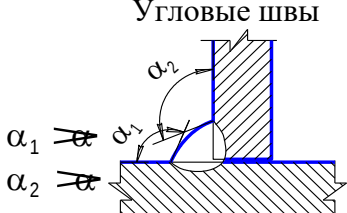
швов будет признано неудовлетворительным, то производится дополнительный контроль стыков в объёме 50 % длины каждого стыкового шва. Если и при дополнительном контроле выявляются швы неудовлетворительного качества, то контролю подлежат 100 % длины швов типа 9, 10, 11 и 13 категории III.

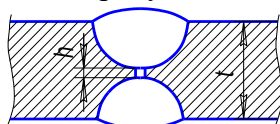
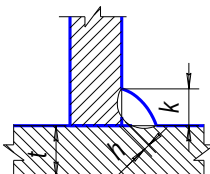
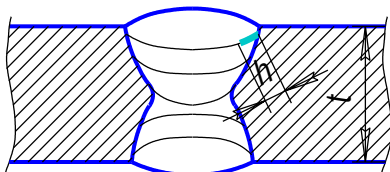
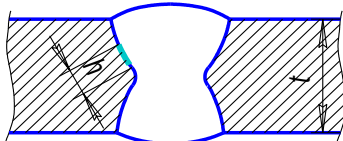
Таблица 26 – Допуски на дефекты в заводских и монтажных сварных швах пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из стали 14ХГНДЦ

Наименование дефектов	Характеристика дефектов по расположению, форме и размерам	Допустимые дефекты по категориям швов		
		I	II	III
1. Поверхностные дефекты				
1.1 Трещины	Трещины всех видов, размеров и ориентации	Не допускаются		
1.2 Непровары (в корне шва и неполное проплавление)	Для односторонних стыковых швов 	Не допускаются		
1.3 Несплавления поверхностные по стыкуемым свариваемым кромкам		Не допускаются		
1.4 Прожоги (проплавление насквозь)	-	Не допускаются		
1.5 Поверхностные одиночные поры в стыковых и угловых швах	Максимальный размер (диаметр) одиночного дефекта по п.1.5 в стыковых и угловых швах	1 мм	1,5 мм	2,0 мм
1.6 Поверхностные поры в стыковых и угловых швах	При расстоянии между дефектами по п. 1.6 не более 20 t и менее 400 мм	Не допускаются		

1.7 Подрезы вдоль и поперёк усилия*		Без исправления не допускаются. Подрезы глубиной h до 1 мм разрешается исправлять зачисткой $R \approx 3,0$ мм и более. Подрезы глубиной более 1 мм необходимо заварить, с последующей механической обработкой	Глубиной до 1,0 мм допускаются без исправления. Подрезы глубиной h, мм $1 < h \leq 2$ разрешается исправлять зачисткой $R \approx 3,0$ мм и более. Подрезы глубиной более 2 мм необходимо заварить с последующей механической обработкой	Согласно указаниям для швов II категории
* Переход от шва к основному металлу должен быть плавный. Очертания подрезов должны быть плавные				
1.8 Превышение усиления (выпуклости): стыкового шва углового шва	Переход от шва к основному металлу должен быть плавный 	$h \leq 1 + 0,1t$ мм, но не более 4 мм Не более 2 мм	$h \leq 1 + 0,15t$ мм, но не более 6 мм Не более 3 мм	$h \leq 1 + 0,25t$ мм, но не более 8 мм Не более 4 мм
1.9 Увеличение катета углового шва	Превышение катета для большинства угловых швов не является браковочным признаком  $h = K\phi - K$	$h \leq 1 + 0,1K$, мм, но не более 2 мм	$h \leq 1 + 0,15K$, мм, но не более 3 мм	$h \leq 1 + 0,2K$, мм, но не более 4 мм
* Переход от шва к основному металлу должен быть плавный. Очертания подрезов должны быть плавные				
1.10 Уменьшение		Не допускается	Длинные дефекты не допускаются	

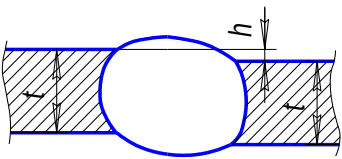
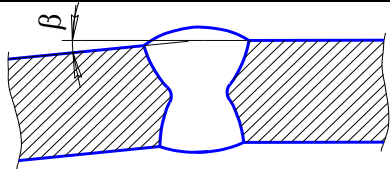
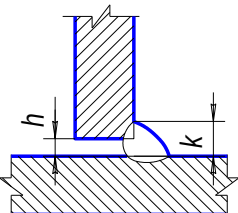
катета углового шва	$h = K - K\phi$		Короткие дефекты $h \leq 0,3 + 0,1K$ мм,	
			но не более 1 мм	но не более 2 мм
1.11 Превышение выпуклости корня шва	Для односторонних стыковых швов (чрезмерное проплавление корня шва) 	$h \leq 1 + 0,1 t$, мм, но не более 3 мм	$h \leq 1 + 0,15 t$, мм, но не более 4 мм	$h \leq 1 + 0,3 t$, мм, но не более 5 мм
1.12 Неполное заполнение разделки кромки (вогнутость шва)	Переход от шва к основному металлу должен быть плавный 	Длинные дефекты не допускаются		
		Короткие дефекты		
		$h \leq 0,03t$, но не более 0,5 мм	$h \leq 0,06t$, но не более 1 мм	$h \leq 0,1t$, но не более 2 мм
1.13 Асимметрия углового шва	Разнокатетность углового шва, если она не предусмотрена проектом  $h = K_1 - K_2$	$h \leq 1 + 0,1K$, мм	$h \leq 1,5 + 0,1K$, мм	$h \leq 2,0 + 0,1K$, мм
1.14 Вогнутость корня шва, утяжка	Для односторонних стыковых швов (переход от шва к основному металлу должен быть плавный) 	$h \leq 0,5$ мм	$h \leq 1$ мм	$h \leq 1,5$ мм
1.15 Наплывы по валикам (выпуклостям) швов Стыкового шва Углового шва		Не допускаются		

1.16 Сопряжение поверхности усиления шва с основным металлом	Стыковые швы  Угловые швы 	$\alpha \geq 150^\circ$	$\alpha \geq 130^\circ$	$\alpha \geq 110^\circ$
1.17 Ожог и оплавление основного металла сваркой Брызги расплавленного металла Задиры поверхности металла	Местные повреждения вследствие зажигания дуги вне шва Прилипшие брызги к поверхности металла Повреждения поверхности, вызванные удалением временных приспособлений	Без исправления не допускаются		
1.18 Плохое возобновление дуговой сварки	Местная неровность поверхности шва в месте повторного зажигания дуги	Не допускается		Допускается с выполнением условий по пп. 1.8 и 1.16 для швов III категории
1.19 Знаки шлифовки и резки	Местные повреждения вследствие шлифовки и резки (пропилы, выхваты, цвета побежалости и др.)	Без исправления не допускаются		
1.20 Уменьшение толщины шва	Уменьшение толщины металла шва вследствие шлифовки	Короткие дефекты с допусками по п. 1.12 для каждой категории шва; дефекты большей глубины устраняются подваркой и последующей зачисткой		
1.21 Чешуйчатость стыкового и/или углового шва (см. п. 11.24а)	Превышение гребня шва над впадиной	I кат.	II кат.	III кат.
		не более 0,3мм	не более 0,4мм	не более 0,5мм
2.Внутренние дефекты				
2.1 Трещины	Трещины всех видов, размеров и ориентации	Не допускаются		

2.2 Непровары и несплавления	а) в стыковых швах по оси стыка или притупления кромок		Не допускаются			
						
	б) в корне угловых швов		Не допускаются	Длинные дефекты не допускаются		
				Короткий дефект $h \leq 0,1K$, но не более 1 мм при расстоянии между дефектами $L \geq 30t$		
	в) между слоями стыкового шва		Не допускаются	Длинные дефекты не допускаются		
				Короткий дефект $h \leq 0,1t$, но не более 1,5 мм при расстоянии между дефектами $L \geq 30t$		
	г) недостаточное проплавление боковой кромки стыка		Не допускаются			
						
2.Внутренние дефекты						
2.3 Одиночные внутренние поры, газовые полости и шлаковые включения	а)	Максимальный размер d одиночного дефекта, мм:	стыковой шов	При $t \leq 25$ $d \leq 1$, при $t > 25$ $d \leq 0,04t$	При $t \leq 25$ $d \leq 1$, при $t > 25$ $d \leq 0,05t$	При $t \leq 25$ $d \leq 1$, при $t > 25$ $d \leq 0,06t$
			угловой шов	$d \leq 0,05K$	$d \leq 0,08K$	$d \leq 0,1K$
	б) Расстояние L между дефектами, мм			$L \geq 45$	$L \geq 15$	$L \geq 10$
	в) Количество дефектов n на участке шва длиной 400 мм			$n \leq 4$	$n \leq 5$	$n \leq 6$

2.4 Скопления и цепочки внутренних пор, газовых полостей или/и шлаковых включений	Стыковые и угловые соединения	Не допускаются
2.5 Включения меди, бронзы, вольфрама и другого металла	Инородные металлические включения	Не допускаются

3. Дефекты геометрии соединений

3.1 Линейное смещение кромок по вертикали		$h \leq 0,05t$, но не более 1 мм	$h \leq 0,1t$, но не более 2 мм	$h \leq 0,15t$, но не более 3 мм
3.2 Угловое отклонение от прямолинейности («домик»)		$\beta \leq 0,5^\circ$	$\beta \leq 1^\circ$	$\beta \leq 2^\circ$
3.3 Неудовлетворительный зазор в тавровом соединении	Чрезмерный зазор между деталями  Превышение зазора в некоторых случаях может быть компенсировано увеличением катета шва на величину зазора	$h \leq 0,5 + 0,1K$, мм, но не более 2 мм	$h \leq 0,5 + 0,15K$, мм, но не более 2,5 мм	$h \leq 1 + 0,2K$, мм, но не более 3,0 мм

Примечания: 1 Длинные дефекты – это один или несколько дефектов суммарной длиной более 25 мм на каждые 100 мм шва или минимум 25% длины шва менее 100 мм.
2 Короткие дефекты – это один или несколько дефектов суммарной длиной не более 25 мм на каждые 100 мм шва или максимум 25% длины шва менее 100 мм.

3 Условные обозначения:

S – толщина стыкового шва, мм;

k – номинальная величина катета углового шва, мм;

b – фактическая ширина стыкового шва, мм;

k_ф – фактическая величина катета углового шва, мм;

t – толщина металла, мм;

d – диаметр поры, мм;

h – размер (высота или ширина) дефекта, мм;

L – расстояние между дефектами или дефектными участками, мм

Таблица 27 – Допуски на угловые швы

Номинальный размер катета углового шва в тавровых, угловых и нахлесточных соединениях, мм	Предельное отклонение катета, мм, при способе сварки		
	Автоматическая и механизированная под флюсом ГОСТ 8713, ГОСТ 11533	Механизированная в смеси защитных газов ГОСТ 14771, ГОСТ 23518	Ручная ГОСТ 5264, ГОСТ 11534
До 5 вкл.	+1	+1; -0,5	+1; -0,5
Св. 5 до 8 вкл.	+2	+2; -1	+2; -1
Св. 8 до 12 вкл.	+2,5	+2,5; -1,5	+2,5; -1,5
Св. 12	+3	+3; -2	+3; -2
Допускаемая вогнутость углового шва	До 30 % катета, но не более 3 мм		

Размеры угловых швов должны соответствовать величине катетов по чертежам КМ и КМД с учетом максимально допустимого зазора между свариваемыми деталями по вышеперечисленным стандартам. Вогнутость углового шва не должна приводить к уменьшению значения расчетного катета, принятого в чертежах КМ. Предельные отклонения размера катетов швов от номинального значения для способов сварки, применяемых при изготовлении автодорожных мостовых конструкций, приведены в таблице 27.

11.24 Швы заводских и монтажных сварных соединений автодорожных пролётных строений из стали 14ХГНДЦ должны удовлетворять следующим условиям:

а) иметь гладкую или равномерно допустимую чешуйчатую поверхность с плавными переходами к основному металлу, без наплывов и недопускаемых подрезов (см. таблицу 26). Недопустимой является грубая чешуйчатость стыковых и угловых швов, которая определяется модернизированным штангенциркулем или простейшим специальным устройством с индикатором часового типа не менее чем в 4-х точках по длине шва как среднеарифметическое из 4-х значений превышения гребня шва над впадиной. Чешуйчатость более 0,3 мм для швов I категории, более 0,4 мм для швов II категории и более 0,5 мм для швов III категории – относится к грубой чешуйчатости и требует механической обработки.

б) в многопроходных швах облицовочные валики должны перекрывать друг друга на 1/3 ширины, а глубина межваликовых впадин не должна превышать 0,5 мм для швов, расположенных поперек основного усилия и не более 1,0 мм – для швов, расположенных вдоль усилия;

в) все кратеры должны быть вырезаны и заварены;

г) замыкание («закольцовку») угловых швов для обеспечения их герметичности допускается выполнять катетом 4 мм с допуском + 2,0; - 0 мм с учётом указаний п.6.45, если иное не указано в чертежах КМ;

д) швы не должны иметь недопустимых поверхностных дефектов, указанных в таблице 26;

е) механическая обработка шва и околошовной зоны должна соответствовать чертежам КМ и требованиям документации на неразрушающий контроль. Радиусы сопряжений в зонах сплавления при механической обработке угловых швов должны быть не менее 3 мм, стыковых швов – не менее 10 мм.

ж) все свободные кромки сварных конструкций автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из стали 14ХГНДЦ, в т.ч. после срезки выводных планок и зачистки торцов швов, следует скруглять радиусом не менее 0,3 мм. Свободные кромки металлоконструкций, подлежащие окраске (по указанию чертежей КМ), следует скруглять радиусом не менее 2,0мм или притуплять фаской 1,0-1,5 мм со скруглением углов абразивным инструментом;

и) усиления на концевых участках заводских и монтажных стыковых швов, выходящие на свободные кромки, должны быть обработаны шлифмашинкой заподлицо с основным металлом на длине не менее 50 мм;

к) обратный валик во всех стыковых швах, выполненных способами МПГ, РД или АФ+РД, должен быть зачищен заподлицо с основным металлом по всей длине шва; обратный валик в стыковых швах, выполненных способом АФ с МХП, не должен иметь наплывов по длине, границы сплавления с основным металлом должны быть чёткими, а переход от шва к основному металлу должен быть плавным; полная зачистка обратного валика шва, выполненного способом АФ с МХП, браковочным признаком не является;

л) в стыковых швах любых толщин, где усиление с лицевой поверхности шва составляет более 3,5 мм, следует выполнить механическую обработку лицевой поверхности стыкового шва так, чтобы максимальная величина усиления шва составляла 3,5 мм;

м) при пересечении угловым швом монтажного стыкового шва усиление стыкового шва должно быть зачищено заподлицо с основным металлом на длине ≈ 100 мм в зоне пересечения швов;

н) по всем зонам пересечений и примыканий стыковых швов (зоны «крестов» и «полукрестов») их усиления с лицевой и обратной сторон на длине по 150 мм в каждую сторону следует зачистить шлифмашинкой заподлицо с основным металлом;

о) в вертикальных стыковых швах вставок полосовых продольных рёбер нижних поясов балок (коробчатых блоков) усиления концевых свободных

участков стыковых швов на длине ≈ 30 мм должны быть сняты заподлицо с основным металлом, а свободные кромки в зоне этих стыков должны быть притуплены фаской $\approx 1,0$ мм со скруглением углов абразивным инструментом; полная зачистка усиления этих стыковых швов браковочным признаком не является;

п) зоны перехода от заводского углового поясного шва к монтажному угловому поясному шву по стенкам главных балок и указанные зоны перехода угловых швов по нижним продольным рёбрам, подлежат механической обработке шлифмашинками на длине ≈ 60 мм;

р) на конструкциях не должно быть ожогов основного металла сваркой; выявленные ожоги должны быть зачищены абразивным кругом до полного удаления следов ожогов;

с) в сварных стыковых соединениях, выполненных односторонней автоматической сваркой под флюсом с МХП на стекло-медных подкладках №1, допускаются «подмывы» по линии сплавления обратного валика шва с основным металлом на глубину до 1,0 мм, при этом радиус в дне «подмыва» составляет $R \geq 2,0$ мм, что обусловлено всем комплексом конструктивно-технологических особенностей сварки стыковых соединений на этом типе медных подкладок. В тех единичных случаях (при нарушении технологии сборки и сварки таких стыков), когда глубина «подмыва» более 1,0 мм, последний следует заварить ручной дуговой сваркой и обработать затем шлифмашинкой. При несоблюдении хотя бы одного из требований сварные швы подлежат ремонту до проведения ультразвукового контроля и затем повторному визуально-измерительному контролю.

11.25 При неразрушающем контроле качества швов сварных соединений оценивают наличие, число, характер и размеры поверхностных и внутренних дефектов по таблице 26.

Контроль качества заводских и монтажных сварных соединений ультразвуковой дефектоскопией (УЗД) должны проводить дефектоскописты неразрушающего контроля качества в соответствии с методикой ультразвукового контроля (УЗК), изложенной:

- для заводских сварных соединений в СТО-012-2018;
- для монтажных сварных соединений в СТО -005-2018.

При выполнении УЗК сварных соединений дефектоскописты ведут Журналы ультразвукового контроля качества как на заводе, так и на стройплощадке.

11.26 Перед ультразвуковым контролем дефектоскописты производят повторный внешний осмотр сварного соединения для оценки качества шва и качества его подготовки к данному неразрушающему контролю. Швы, имеющие

недопустимые наружные дефекты или некачественную подготовку, не контролируются и возвращаются на доработку. Шероховатость поверхности при механической обработке зон контроля должна быть не ниже R_z40 по ГОСТ 2789.

11.27 После исправления дефектных участков производится повторный контроль, о результатах которого делается соответствующая запись в Журналах ультразвукового контроля и сварочных работ.

Первичный контроль качества заводских сварных стыковых соединений с выдачей Заключений по УЗД следует производить не ранее 24 часов с момента завершения их сварки. Первичный контроль качества монтажных сварных стыковых соединений с выдачей Заключений по УЗД следует производить не ранее 24 часов с момента завершения их сварки при температуре окружающего воздуха выше $+5^{\circ}\text{C}$, и не ранее 48 часов при температуре $+5^{\circ}\text{C}$ и ниже.

Результаты контроля качества сварных швов методом УЗД отражаются в Журнале сварочных работ и в Заключении. Заключение о качестве сварного соединения подписывают дефектоскописты не ниже 2-го уровня квалификации по УЗК качества сварных соединений и начальник лаборатории неразрушающего контроля, подписи которых заверяют соответствующей печатью.

11.28 Швы сварных соединений просвечивают проникающим излучением (при необходимости, см. таблицу 25), как правило, по нормали к плоскости свариваемых листов, а в отдельных случаях (для выявления возможного непровара) – по скосам кромок. Источник излучения (ГОСТ 24034) выбирают в зависимости от радиационной толщины, заданного класса контроля и геометрии просвечивания. Требования к выполнению радиографического контроля должны быть приведены в технологической инструкции и технологической карте, разработанных для конкретного шва (швов) и утвержденных в установленном порядке.

11.29 При металлографическом исследовании макрошлифов на торцах сварных швов после срезки выводных планок проверяют возможные дефекты в виде непроваров, пор и шлаковых включений, трещин, а также ориентировочное количество слоёв шва.

11.30 Швы сварных соединений не могут быть признаны годными, если по одному из использованных методов контроля согласно таблице 25 получены отрицательные результаты.

Заводские и монтажные сварные соединения, не отвечающие требованиям к их качеству, допускается исправлять. Способ исправления назначает руководитель сварочных работ (Главный сварщик) предприятия с учетом

требований настоящего СТО. Дефектные швы могут быть исправлены частичным или полным их удалением с последующей переваркой.

11.31 Наплывы и недопустимое усиление швов обрабатывают абразивным инструментом. Неполномерные швы, незаплавленные кратеры, несплавления снаружи по кромкам и недопустимые подрезы прочищают или прорезают шлифмашинкой и затем подваривают с последующей зачисткой. Участки швов с недопустимым количеством пор, шлаковых включений и внутренних несплавлений (непроваров) полностью удаляют и заваривают вновь.

11.32 При обнаружении в металле сварных соединений трещин должна быть установлена их протяженность и глубина с помощью УЗД. В начале и в конце трещины с припуском по 40 мм с каждого конца засверливают отверстия диаметром 6-8 мм. Затем готовят участок под заварку с V-образной разделкой кромок с общим углом раскрытия 60-70° с помощью:

- 1) армированных наждачных кругов толщиной 6-8 мм;
- 2) воздушно-дуговой резки угольными омедненными, графитовыми или медно-графитовыми электродами диаметром 6, 8 и 10 мм с последующей механической обработкой поверхности реза абразивным инструментом на глубину не менее 1 мм;

Подготовленный к ремонту дефектный участок необходимо заваривать, как правило, тем способом сварки, который предусмотрен для выполнения данного шва.

Допускается исправлять ручной дуговой сваркой короткие дефектные участки длиной до 400 мм, выполненные автоматической сваркой. Дефектные участки длиной до 1 м, выполненные автоматической сваркой под флюсом, допускается исправлять механизированной сваркой под флюсом или в смеси защитных газов. Дефектные участки длиной до 1 м, выполненные механизированной сваркой в смеси защитных газов, допускается исправлять ручной дуговой сваркой.

11.33 Исправление дефектного участка допускается не более двух раз. Исправление более двух раз может быть допущено в порядке исключения после установления фактической причины возникновения данного дефекта.

11.34 Кромки сварных стыковых заводских и монтажных соединений при величине сварочного зазора в стыках более проектного (с учётом плюсового допуска), но не более 25 мм для стыковых соединений, выполняемых в нижнем положении, не более 12 мм для стыков, выполняемых в вертикальном (наклонном) и горизонтальном положении на вертикальной плоскости и не более 15 мм для тавровых соединений, разрешается ремонтировать наплавкой. Наплавку кромок следует выполнять механизированной сваркой в смеси защитных газов с применением порошковой проволоки марки POWER WET

60М диаметром 1,2мм (способ МПГ). Допускается для наплавки кромок применять ручную дуговую сварку (электроды МК-А диаметром 4 мм) на керамических или медных подкладках. Режимы наплавки принимают по заводским нормам.

11.35 Общие и местные остаточные деформации, превышающих допуски на линейные размеры и геометрическую форму элементов и деталей при изготовлении и монтаже конструкций из стали 14ХГНДЦ, допускается исправлять термической и термомеханической правкой.

Температуру местного нагрева металла при термической и термомеханической правке следует принимать номинально для стали марки 14ХГНДЦ (класса прочности С345 и С390) + 700°С.

Методика термической (термомеханической) правки конструкций из стали 14ХГНДЦ такая же, как и для конструкций из сталей 10(15) ХСНД, т.е. по указаниям соответствующих разделов СТО-012-2018 и СТО-005-2018.

11.36 Механическую обработку заводских и монтажных сварных соединений в металлоконструкциях автодорожных пролётных строений из стали марки 14ХГНДЦ для повышения их выносливости следует назначать в чертежах КМ в соответствии с требованиями СТО-012-2018 (заводская сварка) и СТО-005-2018 (монтажная сварка) и настоящего СТО. В чертежах КМ допускаются ссылки на соответствующие пункты раздела «Механическая обработка» СТО-012-2018 или СТО-005-2018 без приведения их текста.

11.37 Механическая обработка заводских и монтажных сварных соединений (см. указания п.11.24 настоящего СТО) и соответствующих зон в местах изменения сечений элементов должна обеспечить получение плавных переходов от металла шва к основному металлу, а также от конца приваренной детали к основному элементу конструкции либо от конца обрываемой к оставшейся части сечения сварного элемента. При этом обработку следует выполнять без излишнего ослабления сечения – на минимальную глубину, необходимую для снятия поверхностного слоя металла в зоне обработки – до получения чистой блестящей поверхности (номинально на глубину до 1 мм).

Обработанная поверхность не должна иметь рисок, видимых невооруженным глазом. Класс шероховатости должен быть не ниже 4 (R_z 20...40) по ГОСТ 2789. На границе зоны обработки не должно быть уступов. Заусенцы подлежат зачистке, а острые свободные кромки скругляются радиусом не менее 0,3 мм, или притупляются фаской $\approx 1,0$ мм со скруглением углов абразивным инструментом.

11.38 При обработке заводских и монтажных сварных соединений ослабление сечения по толщине проката (углубление в основной металл без подварки) *поперёк и вдоль усилия* в элементе, как правило, не должно

превышать 1 мм на металле толщиной до 25 мм и 4 % толщины – на более толстом металле.

11.39 Местные наплывы и натёки, образовавшиеся в местах перекрытия соседних участков шва при перерыве процесса сварки или исправлении дефектов, должны быть сглажены механической обработкой до полного удаления наплыва и/или чрезмерного местного усиления шва и обеспечения проектного размера шва и плавного перехода к основному металлу в этой зоне.

При обработке абразивным инструментом не допускаются ожоги металла из-за сильного нажатия на инструмент и малой скорости его перемещения по обрабатываемой поверхности.

11.40 Для удаления технологических припусков в зоне «носиков» стенок балок и других частей свариваемых деталей, выступающих за проектный контур, допускается применение газокислородной резки, с последующей мехобработкой зон реза, при этом наличие окисленного (оплавленного) металла на свободных и/или свариваемых кромках не допускается; при наличии указанного окисленного металла на кромках (при нарушении режимов резки проката) требуется механическая обработка кромок на глубину не менее 2-х мм.

11.41 Уменьшение размеров зон обработки и радиусов плавных переходов против указанных в СТО-012-2018 (заводские сварные соединения) и в СТО-005-2018 (монтажные сварные соединения) и в настоящем СТО – не допускается. Увеличение размеров зон обработки и радиусов не является браковочным признаком.

Свободные кромки листов после удаления выводных планок газокислородной резкой следует зачищать по всей длине участка, где накладывались швы, прикрепляющие выводные планки. При этом углы кромок листов необходимо плавно скруглять радиусом не менее 1,0 мм или притуплять фаской 1,0-1,5 мм со скруглением углов абразивным инструментом.

12 Приёмка отправочных марок на заводе и смонтированных конструкций на стройплощадке

Приёмка отправочных марок на заводе

12.1 Отправочные марки в комплекте с монтажными элементами должны быть приняты ОТК завода-изготовителя и Инспекцией.

Особое внимание при приёмке конструкций из стали 14ХГНДЦ следует уделять состоянию поверхности конструкций. Они должны быть чистыми, без следов прокатной окалины и загрязнений различного вида согласно классу 1 и/или 2 по ГОСТ 9.402-2004. Методы контроля качества очистки поверхности – по ГОСТ 9.402-2004.

Если в процессе приемки отправочной марки в её отдельных деталях будут обнаружены недопустимые дефекты в виде трещин в металле шва, переходящих на основной металл, трещин в основном металле, расслоений по кромкам, то вопросы браковки марки целиком или замены в ней дефектных деталей должны решаться заводом-изготовителем совместно с Инспекцией. В необходимых случаях к решению этих вопросов привлекают проектную организацию, разработавшую чертежи КМ, а также соответствующий научно-исследовательский институт.

12.2 Перед отправкой потребителю (Заказчику) конструкции (отправочные марки) должны быть очищены от жировых и других загрязнений, а также от всех промежуточных технологических надписей, знаков и маркировки, которые могут препятствовать естественному образованию защитной оксидной плёнки на поверхности металлоконструкций в условиях эксплуатации.

Сварные швы должны быть зачищены от шлака, оксидной плёнки, брызг и обработаны на дробеструйной установке.

12.3 На отправочных марках, поставляемых с завода Заказчику, должны быть проставлены несмываемыми надписями (окраской по трафарету) или самоклеющимися бирками с указанием марки конструкции, согласно монтажно-маркировочной схемы.

12.4 Отправочные марки (конструкции) автодорожных пролётных строений из атмосферостойкой стали марки 14ХГНДЦ, при отсутствии специальных указаний, грунтованию и окраске не подлежат. В конструкциях из стали 14ХГНДЦ не допускаются контакты с металлами, имеющими более положительный электродный потенциал, способными вызвать контактную коррозию согласно ГОСТ 9.005-72.

12.5 Отклонения действительных *линейных размеров* от проектных для отправляемых на монтаж сборочных марок и монтажных элементов автодорожных балочных мостовых конструкций из стали 14ХГНДЦ не должны превышать величин, указанных в таблице 28, если в чертежах КМ не предусмотрены более жёсткие допуски.

12.6 Отклонения от проектной *геометрической формы* отправочных марок автодорожных балочных пролётных строений из стали 14ХГНДЦ не должны превышать величин, указанных в таблице 29, если в чертежах КМ не предусмотрены более жёсткие допуски.

Таблица 28 – Допускаемые отклонения линейных размеров заводских отправочных марок стальных конструкций пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из стали марки 14ХГНДЦ

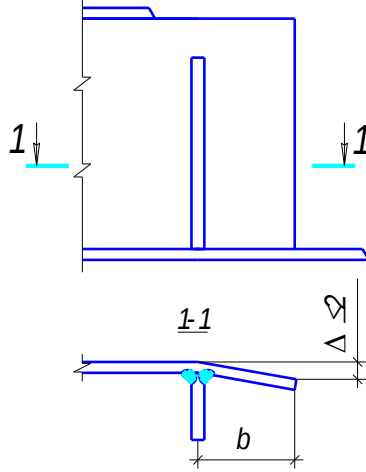
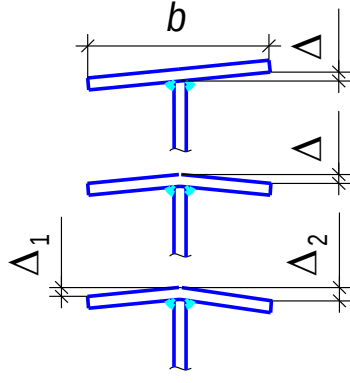
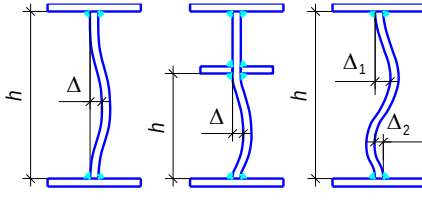
Вид и местоположение отклонения	Значения предельного отклонения, мм
1 Отклонения по длине	
1.1 Балки, коробки, ортотропные и ребристые плиты цельносварных пролетных строений (без припусков на подрезку)	+0; -4
1.2 Расстояния по длине балок и коробок между смежными вертикальными ребрами жесткости, к которым прикрепляются поперечные балки ортотропных и ребристых плит, и соответствующие расстояния между поперечными балками ортотропных и ребристых плит	±2
1.3 Расстояния между крайними ребрами и поперечными балками при длине балок, коробок и плит, м: - до 10 - свыше 10	±2 ±4
2 Отклонения по ширине	
2.1 Пояса сплошностенчатых балочных и коробчатых конструкций, ортотропные плиты со свободными кромками (не примыкающими к другим элементам)	±4
2.2 Пояса балочных и коробчатых конструкций, ортотропные и ребристые плиты с несвободными кромками (примыкающими к другим элементам)	+0; -2
2.3 Расстояния между осями вертикальных стенок коробок: - в зоне стыков - на других участках	±2 ±4
2.4 Расстояния между осями продольных ребер ортотропных плит: - в зоне стыков и пересечений с поперечными балками - на других участках	±2 ±4
3 Отклонения по высоте	
3.1 Сплошностенчатые балочные и коробчатые конструкции автодорожных мостов с болтовыми, фрикционными, сварными и болто-сварными стыками: - в зоне стыков - на других участках * при сверлении отверстий в стыках стенок и сборке балок и коробок уступы в стыке каждого из поясов не должны превышать 2 мм	±2* ±4
4 Отклонения по расположению монтажных отверстий	
4.1 Расстояния между группами монтажных отверстий в отправочных марках при интервалах размеров, м: - до 2,5 - свыше 2,5 до 4,5 - свыше 4,5 до 9 - свыше 9 до 15	±1,0 ±1,5 ±2,0 ±2,5

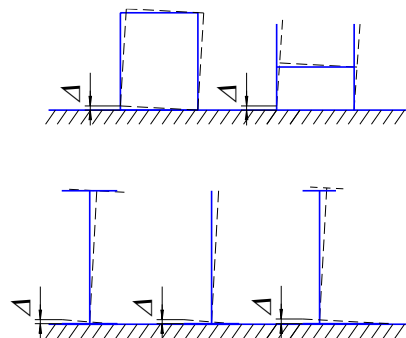
• свыше 15 до 21 • свыше 21 до 27 • свыше 27	$\pm 3,0$ $\pm 3,5$ $\pm 4,0$
4.2 Расстояния между группами отверстий в нижних поясах цельноперевозимых пролетных строений для крепления опорных частей	± 10

Таблица 29 – Допускаемые отклонения геометрической формы заводских отправочных марок стальных конструкций пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из стали марки 14ХГНДЦ

Конструктивные элементы и отклонения	Значение предельного отклонения
1	2
1 Стрела выгиба оси балок проезжей части, главных и домкратных сплошностенчатых балок при длине элемента или его искривленной части ℓ , м: • до 10 включительно • свыше 10	$\ell/1000$ 10 мм
2 Плавное саблевидное искривление по продольным кромкам в плане:	
2.1 Пояса главных балок П-образного, С-образного и коробчатого сечения, в т.ч. и с наклонными стенками, длиной ℓ	$\ell/1000$, но не более 10 мм
2.2 Верхние пояса L-образных и двутавровых балок, в т.ч. с наклонными стенками, длиной ℓ и сечением:	
• толщиной ≤ 16 мм, шириной ≤ 400 мм • толщиной > 16 мм, шириной ≤ 400 мм • любой толщины и шириной более 400 мм	не более 5 мм $\ell/1000$, но не более 10 мм $\ell/1000$, но не более 5 мм
2.3 Нижние пояса L-образных, С-образных, двутавровых балок, в т.ч. с наклонными стенками, длиной ℓ :	
• по свободным кромкам • по несвободным кромкам (при сварке кромок)	$\ell/1000$, но не более 10 мм не более 5 мм
3 Стрела выгиба оси связей, элементов перил, смотровых приспособлений, ограждения ездового полотна при длине элемента или его искривленной части ℓ	$\ell/700$, но не более 16 мм
4 Плавный продольный выгиб в вертикальной плоскости: 4.1 Блоки ортотропных и ребристых плит при	$\ell/750$, но не более 14 мм

толщине настильного листа до 20 мм включительно длиной ℓ 4.2 Блоки нижних ребристых плит при толщине настильного листа более 20 мм длиной ℓ, 4.3 Нижние пояса L-образных балок длиной ℓ, м: • при толщине пояса до 20 мм включительно • при толщине пояса более 20 мм	$\ell/750$, но не более 10 мм $\ell/1000$, но не более 12 мм $\ell/1000$, но не более 10 мм
5 Плавный поперечный выгиб в вертикальной плоскости: 5.1 Блоки ортотропных и ребристых плит шириной b при толщине листа: • до 20 мм • 20...40 мм 5.2 Нижние пояса L-образных балок шириной b при толщине листа: • до 20 мм • 20...40 мм	$b/500$, но не более 5 мм 1,5 мм на 1 м ширины плиты $b/500$, но не более 5 мм 1,5 мм на 1 м ширины плиты
6 Отклонения кромок настильных листов ортотропных и ребристых плит в горизонтальной плоскости от проектной линии: • по несвободным кромкам (в стыках) • по свободным кромкам консольных плит	± 2 мм ± 4 мм
7 Грибовидность свободного свеса кромок ортотропных, ребристых плит и коробчатых балок при ширине свеса b: • в зонах болтовых монтажных стыков и установки опорных частей • в зонах сварных стыковых монтажных соединений по длине и ширине пролетного строения	$b/200$, но не более 1 мм $b/100$, но не более 2 мм
• по свободным кромкам (без примыкания к другим элементам) при условии искривления кромки в вертикальной плоскости не более 3 мм на длине 1 м	$b/50$, но не более 3 мм
8 Искривление (волнистость) кромок, мм на 1 м длины: 8.1 Несвободные (в стыках) продольные и поперечные кромки нижних поясов L-образных балок, настильного листа ортотропных и ребристых плит в вертикальной плоскости при толщине листа: • до 20 мм включительно • свыше 20 до 40 мм	2 мм 1 мм
8.2 Свободные продольные кромки настильного листа консольных плит в вертикальной плоскости 8.3 Продольные ребра ортотропных и ребристых плит в плане	3 мм 3 мм
9 Тангенс угла отклонения плоскости продольных рёбер плит от прямого угла с плоскостью настильного листа: • в стыках и местах пересечения с поперечными	0,01

балками	
• на прочих участках	0,02
10 Тангенс угла отклонения от прямого угла между продольной и поперечной кромками настильного (горизонтального) листа ортотропных и ребристых плит, поясов балок	0,001
11 Остаточные угловые деформации в сварных стыковых соединениях (домики), определяемые стрелой прогиба на базе 400 мм при толщине S стыкуемых листов, мм: • до 20 включительно • свыше 20	0,15S 3 мм
12 Грибовидность стенки в цельносварном стыке с односторонним вертикальным ребром	 $b/100$, но не более 2 мм
13 Перекос пояса относительно стенки; грибовидность пояса симметричная; грибовидность с перекосом	
13.1 В стыках, в местах сопряжения балок с другими элементами, в зонах установки опорных частей и железобетонных плит с закладными деталями	$b/200$, но не более 1 мм
13.2 На других участках	$b/100$ при $\Delta_1 - \Delta_2 \leq 3$ мм
14 Выпучивание стенки балок и коробок при свободной высоте стенки или отсека h	
14.1 Для балок и коробок с поперечными рёбрами жесткости	$0,006h$

14.2 Для балок без поперечных рёбер жесткости	0,003h
14.3 При плавном выпучивании на конце стенки в зоне монтажных стыков на высокопрочных болтах в цельноболтовом или комбинированном стыках	0,006h
14.4 То же в цельносварных стыках	0,003h
14.5 На свободном (не стыкуемом) торце балки или блока при наличии вертикальных (опорных) рёбер	0,003h
15 Отклонение от вертикали или от проектного наклона верхней кромки стенки L-образных и двутавровых балок при горизонтальном положении нижнего пояса и высоте стенки h	
15.1 В середине длины балки: • при $h \leq 2$ м • при $h > 2$ м	5 мм 10 мм
15.2 На концах балки: • при $h \leq 2$ м • при $h > 2$ м	0,5Δ± 5 мм, 0,5Δ±10 мм, где Δ – фактическое саблевидное искривление верхнего пояса (см. п. 2.2 данной таблицы)
16 Винтообразность (деформация скручивания) Δ, замеряемая в элементах, уложенных на горизонтальную (базисную) плоскость, к которой прижат один конец контролируемого элемента, а второй свободно опирается на плоскость, для сечений:	
коробчатых, Н-образных, двутавровых, тавровых, L-образных и С-образных	1 мм на 1 м длины элемента, но не более 10 мм
17 Несимметричность элементов двутаврового и Н-образного сечений – отклонение оси стенки от оси полки: в зоне монтажного соединения в прочих местах при ширине полки b: • до 330 включительно • свыше 330	2 мм 0,015b 5 мм
18 Ромбовидность сечений коробчатых элементов	
18.1 Разность длин диагоналей в поперечном сечении коробчатых балок автодорожных сварных, болто-сварных пролетных строений • в зоне монтажного соединения • в прочих местах	6 мм 12 мм

Приемка смонтированных конструкций на стройплощадке

12.7 Конструкции пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из стали 14ХГНДЦ со сварными монтажными соединениями после их сборки и сварки подлежат поэтапной комиссионной приёмке с составлением «Акта промежуточной приемки ответственных конструкций».

Периодичность (поэтапность) приемки должна быть указана в Технологическом Регламенте в зависимости от способа монтажа конструкций и объемов выполняемых монтажно-сварочных работ.

Так, например, при конвейерно-тыловой сборке и продольной надвижке неразрезных автодорожных пролётных строений приёмку осуществляют перед надвижкой каждого очередного смонтированного и сваренного участка пролётного строения.

12.8 Все монтажные сварные швы должны быть очищены от шлака, оксидной плёнки, брызг и обработаны на пескоструйной (абразивоструйной) установке. Монтажные сварные соединения из стали 14ХГНДЦ, выполненные по указаниям настоящего СТО, грунтованию и окраске не подлежат, при отсутствии специальных указаний в чертежах КМ.

12.9 При приёмке смонтированных конструкций на стройплощадке необходимо проверять:

- соответствие проектным линейных размеров и геометрической формы отдельных элементов, соединений и в целом смонтированных конструкций;
- отсутствие жировых пятен и других загрязнений на поверхности конструкций;
- правильность положения смонтированной конструкции в плане и профиле по результатам инструментальной проверки;
- элементы и узлы пролётного строения из стали 14ХГНДЦ, которые подлежат согласно указаниям чертежей КМ грунтованию с последующим нанесением лакокрасочного покрытия;
- отсутствие внешних дефектов в элементах и качество сварных соединений;
- выполнение специальных требований проекта КМ по обработке плавных переходов в определённых элементах и соединениях;
- качество скругления свободных кромок согласно КМ;
- полноту и правильность оформления исполнительной документации на монтажные сборочно-сварочные работы (см. Приложение Б).

12.10 При выполнении монтажных сборочно-сварочных работ с конструкциями из стали 14ХГНДЦ на стройплощадке и последующей поэтапной приёмкой смонтированных конструкций следует избегать

механических повреждений конструкций, включая их поверхность, а также попадания на конструкции солевых растворов, жировых, кислотных и щелочных веществ.

12.11 Перед каждым этапом приёмки смонтированных конструкций из стали 14ХГНДЦ необходимо очищать пескоструйной (абразивоструйной) обработкой с поверхности выявленные жировые и другие загрязнения. Также необходимо очищать указанным способом поверхность данных конструкций от всех промежуточных технологических надписей, знаков и др., выполненных в процессе монтажной сборки и сварки конструкций, в т.ч. маркировочно-приёмочные шифры завода по пп. 12.3 и 13.2-13.4 и транспортную маркировку по п.13.5.

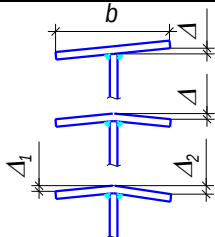
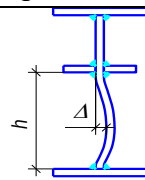
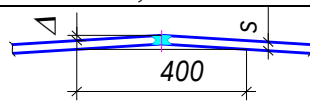
12.12 Если будут обнаружены в определённом элементе недопустимые дефекты в виде трещин в металле шва или в основном металле, расслоения по кромкам, то вопросы браковки этого элемента или его ремонта должны решаться монтажной организацией совместно с контролирующей организацией с привлечением к решению этих вопросов, как правило, проектной организации и научно-исследовательского института, разработавшего Технологический Регламент на монтажную сварку конкретного объекта.

Ремонт конструкций, вызванный отступлениями от проекта и Технологического Регламента на монтажную сварку объекта, следует производить по разработанной монтажной организацией технологии, согласованной с проектным институтом и научно-исследовательским институтом, разработавшим Технологический Регламент на монтажную сварку конкретного объекта.

12.13 Допустимые отклонения линейных размеров и геометрической формы смонтированных стальных конструкций пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из стали 14ХГНДЦ приведены в таблице 30.

Таблица 30 – Допускаемые отклонения линейных размеров и геометрических форм, смонтированных балочных стальных конструкций пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из стали марки 14ХГНДЦ

Наименование отклонения	Значение предельного отклонения, мм
1	2
1. Отклонение длины каждой главной балки пролетного строения от проектной при длине L, м: до 50 включительно свыше 50	± 10 мм $0,0002L$
2. Отклонение расстояний между соседними узлами связей при расстоянии ℓ , м: до 9 включительно	$0,0003\ell$

свыше 9	± 3 мм
3. Отклонение от проектных ординат строительного подъема пролетного строения, смонтированного целиком или частично при ординатах h , мм: до 100 включительно свыше 100	± 10 мм $\pm 0,1 h$
4. Отклонение в плане оси главной балки от проектной оси при пролете L	$0,0002 L$
5. Отклонение в плане одного из узлов от прямой, соединяющей два соседних с ним узла при длине панели L	$0,001 L$
6. Отклонение расстояний между осями вертикальных стенок сплошностенчатых балочных и коробчатых пролетных строений	± 4
7. Отклонение расстояний по длине балок и коробок между смежными вертикальными рёбрами жесткости, к которым прикрепляются поперечные балки ортотропных и ребристых плит; соответствующие расстояния между поперечными балками ортотропных и ребристых плит	± 2
8. Отклонение расстояний между осями продольных рёбер ортотропных плит: - в зоне стыков и пересечений с поперечными балками - на других участках	± 2 ± 4
9. Отклонения по высоте сплошностенчатых балок и коробок в зоне цельносварных или комбинированных стыков	± 2
10. Допускаемая стрела выгиба осей элементов длиной ℓ : балок, коробок, балок проезжей части и элементов связей	$0,0015\ell$ но не более 15 мм
11. Грибовидность, перекося, грибовидность с перекосям поясов сварных балок, коробок, ортотропных плит (для коробок и ортотропных плит b - величина свободного свеса пояса или настила, для двутавровых балок – ширина пояса) 11.1 В стыках, в местах сопряжения балок с другими элементами. 11.2 На других участках	 $b/200$, но не более 1 мм $b/100$ при $\Delta_1 - \Delta_2 \leq 3$ мм
12. Выпучивание стенки балок и коробок при свободной высоте стенки h 12.1 Для балок и коробок с поперечными ребрами жесткости 12.2 Для балок без поперечных ребер жесткости	 $0,006h$ $0,003h$
13. Остаточные угловые деформации в сварных стыковых соединениях («домики»), определяемые стрелой прогиба Δ на базе 400 мм при толщине S стыкуемых листов, мм: до 20 включительно	 $0,15 S$

свыше 20	3 мм
14. Допускаемая разность (в поперечном направлении) отметок узлов пролётногo строения:	
а) после установки его на опорные части	
на опорах	0,001В
в пролёте	0,002В
(В – расстояние между осями балок, коробок)	
б) при сборке на подмостях, стапеле, насыпи	
(В – расстояние между стенками одной коробки или между осями смежных коробок)	0,001В

13 Комплектность поставки, маркировка и отгрузка конструкций с завода

13.1 Металлоконструкции следует поставлять комплектно и в объёме согласно договору поставки. В состав комплекта поставки обязательно входят: металлоконструкции (объём и комплектность согласно договору поставки), выводные планки, комплект чертежей КМД (количество экземпляров согласно договору поставки), ведомость отправочных марок (или листы готовых элементов), монтажно-маркировочные схемы. Документ о качестве конструкций (сертификат качества) и другая документация на отгружаемую с завода продукцию предоставляется Заказчику в соответствии с Договором поставки. Разбивку металлоконструкций на отправочные элементы следует принимать по чертежам КМ и по 3Д модели (при необходимости и/или по требованию Заказчика). Дополнительная разбивка элементов конструкций на отправочные марки допустима при условии согласования с проектной организацией и с Заказчиком. Завод-изготовитель несёт полную ответственность при погрузке металлоконструкций и на пути их следования. Схемы на погрузочно-разгрузочные работы разрабатывает завод-изготовитель конструкций на каждую отгрузку и направляет в монтажную организацию.

13.2 Отправочные марки и монтажные элементы должны быть замаркированы (окраской по трафарету) в соответствии с монтажно-маркировочной схемой и чертежами КМ. В зависимости от назначения маркировка конструкций и их элементов может быть общей, индивидуальной и ориентирующей.

Общую маркировку наносят на каждую конструкцию (отправочную марку). Общая маркировка должна содержать условные обозначения по ГОСТ 26047. Данная маркировка должна содержать: название завода-изготовителя, номер заказа и марка по монтажно-маркировочной схеме.

Индивидуальную маркировку следует наносить на конструкции, прошедшие общую и контрольную сборку конструкций. Индивидуальная маркировка должна содержать:

- общую маркировку;
- дополнительную маркировку по схеме сборки (примаркировку).

Ориентирующую маркировку следует наносить на конструкцию, для установки которой необходима информация о правильности её ориентации в пространстве.

Ориентирующую маркировку наносят только при наличии указаний в проектной документации и на конструкции, прошедшие контрольную и общую сборки.

Ориентирующую маркировку следует наносить в дополнение к общей или индивидуальной маркировке, и она должна содержать маркировочные знаки, указывающие: место строповки, место опирания и установочные риски конструкций, указанные в проектной документации.

13.3 Маркировку следует располагать на видном месте, доступном для обзора и прочтения при хранении и монтаже.

На конструкции, на которые невозможно из-за малых габаритов нанести маркировочные надписи, разрешается не наносить маркировку. При этом конструкции должны быть уложены в ящик или увязаны в связку. К ящику или связке должна быть прикреплена бирка с указанием номера заказа, марки и количества единиц в ящике или связке.

13.4 Маркировку на конструкции из стали марки 14ХГНДЦ следует наносить способом «окраска по трафарету»; допускается маркировка самоклеющимися бирками.

Маркировку по трафарету следует производить краской, контрастной по отношению к фону конструкции.

Маркировку следует выполнять шрифтом высотой 10, 15, 30, 50 и 100 мм по ГОСТ 14192.

13.5 Транспортную маркировку конструкций, в т.ч. предупредительные надписи **«сцеп не разъединять»**, **«с горок не спускать»**, **«при манёврах не толкать»** следует наносить в соответствии с требованиями ГОСТ 14192.

13.6 Упаковку конструкций следует производить, соблюдая меры, исключаящие изменения геометрической формы и деформации.

В качестве основного вида упаковки конструкций для транспортирования и хранения следует применять пакетирование на заводах-изготовителях.

Пакетированию подлежат конструкции, детали и сборочные единицы малой жёсткости и устойчивости:

- плоскостные балочные конструкции;
- ортотропные и ребристые плиты;
- элементы конструкций перильного и барьерного ограждения и другие, позволяющие производить их пакетирование.

Транспортные пакеты конструкций должны обеспечивать:

- возможность механизированной погрузки на транспортные средства и выгрузки;
- неизменяемость формы и размеров, а также сохранность конструкций при транспортировании, погрузке, выгрузке и хранении;
- доступность проверки количества отправочных единиц и их маркировки в пакете;
- безопасность погрузки и выгрузки;
- надёжность и удобство размещения конструкций на транспортных средствах согласно правилам, действующим на данном виде транспорта.

13.7 Комплектующие детали (изделия), накладки, фасонки и т.п. небольшой массы с габаритами до 1,5 м, надлежит упаковывать в ящичные поддоны (с крышкой или без нее, с цельными или решетчатыми стенками), изготовленные по чертежам изготовителя.

Максимальные размеры пакетов конструкций и ящичных поддонов должны соответствовать при перевозке железнодорожным, автомобильным, авиационным и водным транспортом требованиям, которые установлены действующими на этих видах транспорта правилами, утвержденными в установленном порядке.

13.8 Масса средств пакетирования и ящичных поддонов должна быть минимально необходимой. Несущие и ненесущие элементы средств пакетирования следует рассчитывать по строительным нормам и правилам на проектирование стальных конструкций с учётом массы спакетированных конструкций, а также нагрузок, возникающих при погрузке, разгрузке и перевозке груза на транспортных средствах.

13.9 Несущие элементы средств пакетирования должны иметь устройства для строповки пакета и закрепления его на транспортных средствах. Отверстия в деталях средств пакетирования должны быть не менее, мм:

- для строповки – 70,
- для закрепления – 30.

Для средств пакетирования следует применять:

- фасонный и листовой стальной прокат;
- болтовые и сварные соединения;
- проволоку стальную низкоуглеродистую общего назначения, термически обработанную, диаметром не менее 6 мм.

13.10 Погрузку, транспортирование, выгрузку и хранение конструкций из стали 14ХГНДЦ следует производить, соблюдая меры, исключая возможность их повреждения, при этом запрещаются загрязнения, контакты с солевыми растворами, механические повреждения, включая повреждения

поверхностей. Не допускается выгружать конструкции сбрасыванием, а также перемещать их волоком по загрязнённым поверхностям.

Транспортирование конструкций допускается транспортом любого вида. Погрузку и крепление при транспортировании конструкций железнодорожным транспортом следует осуществлять на открытом подвижном составе в соответствии с ГОСТ 22235 с учетом максимального использования из грузоподъёмности (вместимости) и в соответствии с требованиями Правил перевозок грузов и Технических условий погрузки и крепления грузов.

13.11 Размещение и крепление отдельных конструкций, пакетов, поддонов на транспортных средствах следует производить по схемам, разработанным в соответствии с действующими на данном виде транспорта правилами.

13.12 Погрузку и выгрузку конструкций, транспортных пакетов и ящичных поддонов следует выполнять способами, исключающими повреждение конструкций и транспортных средств.

13.13 Конструкции следует хранить на специально оборудованных площадках, складах рассортированными по видам, типам и маркам.

При хранении должно быть обеспечено устойчивое положение конструкций, пакетов и ящичных поддонов, исключено соприкосновение их с грунтом, а также предусмотрены меры против скапливания атмосферной влаги на металлоконструкциях или внутри них.

При многоярусном складировании конструкций, пакеты и ящичные поддоны верхнего яруса необходимо разделять от пакетов и поддонов нижнего яруса деревянными прокладками, располагаемыми по одной вертикали с подкладками.

Схемы складирования должны исключать деформации конструкций и обеспечивать безопасность расстроповки и строповки конструкций, пакета или ящичного поддона, при этом должна быть обеспечена хорошая видимость маркировки конструкций.

13.14 Каждая отгружаемая партия несущих конструкций в обязательном порядке должна быть обеспечена следующей документацией:

- документом о качестве (сертификат качества), который предоставляется Заказчику в соответствии с Договором поставки;
- отгрузочной ведомостью (форма завода-изготовителя);
- товарно-транспортной накладной согласно «Правилам перевозок грузов» соответствующим видом транспорта.

13.15 При приварке транспортных планок, укосин и других крепежных деталей следует выполнять требования разделов 7-9 настоящего СТО. Приварка транспортных планок к свободным кромкам поясов главных балок и настильным листам ортотропных и ребристых плит не рекомендуется.

13.16 Транспортные обустройства, привариваемые к отгружаемым с завода конструкциям из стали 14ХГНДЦ, должны быть изготовлены из сталей марки 14ХГНДЦ.

Приемку сварных соединений транспортных обустройств необходимо выполнять в соответствии с указаниями раздела 11 настоящего СТО.

Места приварки транспортных обустройств после газокислородной резки должны быть зачищены абразивным инструментом заподлицо с основным металлом или с номинальным заглублением в основной металл не более чем на 0,5 мм.

14 Техника безопасности и охрана труда

14.1 При организации и выполнении комплекса заготовительных, станочных, газорезательных, сборочных, сварочных работ, а также работ по отгрузке, транспортировке и других работ, связанных с изготовлением и монтажом конструкций автодорожных пролётных строений стальных мостов, путепроводов и эстакад из стали марки 14ХГНДЦ следует соблюдать требования по технике безопасности, охране труда и охране окружающей среды, изложенные в действующих на заводе-изготовителе конструкций и в мостостроительной организации руководства по охране труда, инструкциях, положениях и других документах, разработанных и утвержденных на указанных предприятиях согласно действующим в РФ СНиПах по безопасности труда в строительстве, соответствующих ГОСТах и «Правилах» применительно ко всем видам работ, применяемых в процессе изготовления и монтажа указанных металлоконструкций.

14.2 Ответственными за технику безопасности и охрану труда определяют, согласно штатному расписанию, руководители и ответственные исполнители, назначенные приказом по заводу-изготовителю конструкций и/или мостостроительной организации.

Приложение А

Акт сварки контрольной технологической пробы

**НАИМЕНОВАНИЕ (ШТАМП)
ПРЕДПРИЯТИЯ**
с указанием адреса, телефона

**АКТ
СВАРКИ КОНТРОЛЬНОЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ПРОБЫ**

№ ____ от « ____ » _____ 20 ____ г.

Предприятие			
Сварка выполнена в присутствии:	Ф.И.О. ответственных лиц	Место работы	Подпись
Ф.И.О. электросварщика		Сведения о квалификации и аттестации:	
Место проведения сварки		Дата выполнения сварки	

УСЛОВИЯ СВАРКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЫ

Метод сварки					Тип шва	
Основной металл (марка)				Толщина металла, мм	Пространственное положение шва	
Размер контрольной пробы, мм				Температура воздуха, °С	Тип и параметры разделки	
Род и полярность тока				Тип формирующей подкладки (флюсовой подушки)		
Сварочные материалы: марка, номер сертификат а и номер партии	Электроды	Проволока		Флюс	Газ (смесь газов)	Присадка (МХП)
Сварка корневого прохода	Способ	$D_{эл}$, мм	$J_{св}$, А	$U_{д}$, В	$V_{св}$, м/ч	Примечание
Сварка	Способ	$D_{эл}$	$J_{св}$	$U_{д}$, В	$V_{св}$, м/ч	Примечание

средних слоев		мм	А			
Сварка наружных слоев	Способ	$D_{эл}$ мм	$J_{св}$, А	$U_{д}$, В	$V_{св}$, м/ч	Примечание
Вид и температура подогрева						Общее количество проходов

РЕЗУЛЬТАТЫ КОНТРОЛЯ

Размеры шва, мм	Ширина валика с 1-й стороны	Высота валика с 1-й стороны	Ширина валика со 2-й стороны	Высота валика со 2-й стороны	Катет шва
Результаты ультразвукового контроля:		Заключение УЗД:		Подпись дефектоскописта	
Заключение комиссии по технологическим характеристикам сварочного материала (стабильность горения дуги, качество формирования шва, отделяемость шлаковой корки)					

Приложение Б

**Перечень исполнительной документации при выполнении на
стройплощадке работ по сварке металлоконструкций пролётных строений
автодорожных мостов, путепроводов и эстакад из стали 14ХГНДЦ**

№№ п/п	Наименование исполнительной документации
1.	Комплект чертежей КМ, имеющий штамп «к производству работ» Заказчика и подписи Главных инженеров.
2.	Сертификаты, удостоверяющие качество применяемых сварочных материалов.
3.	Сертификаты на стальные конструкции (заводские отправочные марки).
4.	Технологический Регламент по сварке монтажных соединений металлоконструкций пролётного строения.
5.	Заключения и Протоколы по испытаниям применяемых партий сварочных материалов для монтажной сварки металлоконструкций пролётного строения.
6.	Акты-рапортчики выгрузки металлоконструкций.
7.	Журнал по монтажу металлоконструкций пролётного строения.
8.	Общий журнал работ.
9.	Журнал сварочных работ.
10.	Журнал ультразвукового контроля качества монтажных сварных стыковых соединений.
11.	Журнал авторского надзора разработчиков проектной документации (чертежей КМ).
12.	Журнал авторского надзора разработчиков Технологического Регламента по монтажной сварке металлоконструкций пролётного строения.
13.	Заключения по результатам контроля качества монтажных сварных стыковых швов методом ультразвуковой дефектоскопии – УЗД.
14.	Опись Аттестационных Удостоверений рабочих-сварщиков (I уровень), производивших монтажную сварку металлоконструкций, с указанием срока действия Удостоверения.
15.	Опись Аттестационных Удостоверений специалистов сварочного производства (II-III уровни), допущенных к руководству и организации монтажных сварочных работ конструкций стальных мостов.
16.	Маркировочные схемы монтажных сварных соединений (приложение к журналу сварочных работ).
17.	Технологические карты процессов монтажной сварки (КТПС) – приложение к Журналу сварочных работ.
18.	Акты промежуточных геодезических съёмок пространственного положения металлоконструкций (поэтапно) в процессе строительства.
19.	Акты окончательной приёмки смонтированных сварных металлоконструкций пролётного строения после установки на опорные части.