СТО-ГК «Трансстрой»-012-2018

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

КОНСТРУКЦИИ СТАЛЬНЫЕ МОСТОВ

Заводское изготовление

Технические условия

Издание официальное

Москва – 2018

gost.e-ecolog.ru

СТО-ГК «Трансстрой»-012-2018

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

КОНСТРУКЦИИ СТАЛЬНЫЕ МОСТОВ

Заводское изготовление

Технические условия

Издание официальное

Москва – 2018

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Научно-технической ассоциацией ученых и специалистов транспортного строительства Филиалом АО ЦНИИС «Научно-исследовательский центр «Мосты»

2 УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ 20 марта 2018 г
СОГЛАСОВАН И ЗАРЕГИСТРИРОВАН Техническим комитетом по стандартизации РОССТАНДАРТА ТК 465 «Строительство»
СВИДЕТЕЛЬСТВО о положительной экспертизе и регистрации №ТК 465-038 в реестре ТК 465 «Строительство» 08 мая 2018г.

3 ВЗАМЕН СТО-ГК «Трансстрой»-012–2007

Правила применения настоящего стандарта организации установлены в ГОСТ Р 1.4–2004. Информация об изменениях к настоящему стандарту организации и официальный текст изменений и поправок публикуется на сайте АО ЦНИИС. В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта организации будет опубликовано на сайте АО ЦНИИС

© АО «Научно-исследовательский институт транспортного строительства» (АО ЦНИИС), 2018

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве нормативного документа без разрешения АО ЦНИИС

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 6
4 Общие указания 9
5 Требования к стальному прокату 12
6 Конструктивные схемы соединений и узлов пролетных строений мостов 15
7 Изготовление деталей и монтажных элементов 23
8 Сборка отправочных марок и подготовка заводских соединений под сварку 36
9 Требования к сварочным материалам и оборудованию 43
10 Технология заводской сварки мостовых конструкций 51
11 Требования к качеству сварки и сварных соединений. Контроль качества 68
12 Исправление дефектов сварки. Ремонт отправочных марок 83
13 Правка деформаций в сварных конструкциях 85
14 Механическая обработка сварных соединений 99
15 Приемка отправочных марок 107
16 Контрольная заводская сборка 114
17 Комплектность поставки, маркировка, упаковка, хранение и отгрузка конструкций 116
18 Охрана труда 119

Приложение А (обязательное) Режимы обработки металлопроката при заводском изготовлении конструкций 120
Приложение Б (рекомендуемое) Рекомендуемые режимы термической резки стального проката. Технология ремонта и контроль качества кромок после машинной термической резки 123
Приложение В (справочное) Припуски на обработку при разметке деталей 132
Приложение Г (справочное) Средства измерений и контроля 133
Приложение Д (справочное) Сварочное оборудование и гидравлические домкраты 137
Приложение Е (обязательное) Методы и объемы испытаний контрольных сварных технологических проб. Организация неразрушающего контроля качества сварки 141
Приложение Ж (обязательное) Формы сертификатов на стальные конструкции 154
Приложение И (обязательное) Перечень вопросов, входящих в компетенцию Мостовой инспекции, по контролю качества изготовления мостовых конструкций 157
Приложение К (обязательное) Форма акта сварки контрольной технологической пробы 158
Приложение Л (рекомендуемое) Рекомендуемые режимы сварки мостовых конструкций 159

Приложение М (рекомендуемое) Форма операционной карты технологического процесса сварки (КТПС) 172

Приложение Н (обязательное) Особенности проведения процедур по аттестации сварочного производства по группе опасных производственных объектов «Конструкции стальных мостов» (ТУ ОПО «КСМ»), п. 1 (заводская сварка) .. 174

Библиография 177

Введение

Стандарт разработан Научно-технической ассоциацией ученых и специалистов транспортного строительства Филиалом АО ЦНИИС «Научно-исследовательский центр «Мосты» (авторы: кандидаты технических наук В.Г. Гребенчук и И.В. Гребенчук). При разработке учтены материалы исследований в области изготовления и контроля качества стальных конструкций мостов, выполненных К.П. Большаковым, В.Ю. Шишкиным, А.С. Платоновым, Г.А. Мамлиным, А.К. Гурвичем, Г.Я. Дымкиным, Э.М. Гитманом, В.В. Пассеком, А.В. Кручинкиным, А.В. Пешковым, В.И. Звирем и др., а также практический опыт заводского изготовления стальных конструкций мостов на специализированных заводах, и опыт производства мостового металлопроката в АО «Уральская Сталь». Оформление настоящего стандарта организации выполнено А.В. Нумеровой.

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

КОНСТРУКЦИИ СТАЛЬНЫЕ МОСТОВ

Заводское изготовление

Технические условия

Дата введения – 2018–03–20

1 Область применения

Настоящий стандарт организации необходимо соблюдать при проектировании, изготовлении и приемке стальных конструкций железнодорожных, автодорожных, городских, совмещенных и пешеходных мостов (включая путепроводы, виадуки, эстакады), предназначенных для эксплуатации в любых климатических условиях, а также в районах с расчетной сейсмичностью до 9 баллов включительно.

Настоящий стандарт организации распространяется на изготовление и приемку стальных сварных конструкций из листового, сортового и фасонного проката, цилиндрических труб, обечаек и обечаечных труб:

- пролётных строений, опор, свайных фундаментов, сварных опорных частей и элементов деформационных швов, а также пилонов постоянных мостов;
- элементов реконструкции и усиления существующих стальных и сталежелезобетонных мостов;
- несущих конструкций в разводных пролетах мостов;
- мостостроительного инвентаря и специальных вспомогательных сооружений и устройств (СВСиУ) для возведения мостов;
- несущих конструкций наплавных мостов (кроме плавучих средств: судов, катеров, яхт и т.п.);
- несущих конструкций специальных кранов для монтажа пролетных строений, опор и пилонов стальных мостов.

Настоящий стандарт организации не распространяется на изготовление:

- катков, шарниров, механизмов разводных пролётов и других элементов мостов машиностроительной специфики;
- конструкций стальных гофрированных водопропускных труб;
- канатов, пучков, гибких подвесок и вант висячих и вантовых мостов;
- закладных деталей для железобетонных мостов.

При изготовлении и приемке:

- гибких элементов висячих и вантовых мостов;
- мостов специального назначения, включая временные и краткосрочные мосты;
- мостовых конструкций из сталей с пределом текучести 470 МПа и выше, а также сталей, применяемых в опытном порядке,

необходимо руководствоваться специальными техническими и конструктивно-технологическими указаниями (СТУ) и (КонсТУ) соответственно, разрабатываемыми специализированными научно-исследовательскими организациями совместно с проектными организациями. В СТУ и КонсТУ допускаются ссылки на пункты настоящего СТО, общие для любых стальных мостовых конструкций.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 2.314—68 Единая система конструкторской документации. Указание на чертежах о маркировании и клеймении изделий

Издание официальное

ГОСТ 9.402—2004 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей к окрашиванию

ГОСТ 12.3.009—76 Система стандартов безопасности труда. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности

ГОСТ 10—88 Нутромеры микрометрические. Технические условия

ГОСТ 82—70 Прокат стальной горячекатаный широкополосный универсальный. Сортамент

ГОСТ 103—2006 Прокат сортовой горячекатаный полосовой. Сортамент

ГОСТ 162—90 Штангенглубиномеры. Технические условия

ГОСТ 164—90 Штангенрейсмасы. Технические условия

ГОСТ 166—83 (ИСО 3599-76) Штангенциркули. Технические условия

ГОСТ 380—2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки

ГОСТ 427—75 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 535—2005 Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия

ГОСТ 1050—2013 Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия

ГОСТ 1497—84 (ИСО 6892—84) Металлы. Методы испытаний на растяжение

ГОСТ 2789—73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

ГОСТ 2999-75 (СТ СЭВ 470—77) Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу

ГОСТ 3749—77 Угольники поверочные 90°. Технические условия

ГОСТ 4381—87 Микрометры рычажные Общие технические условия

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

ГОСТ 5378—88 Угломеры с нониусом. Технические условия

ГОСТ 5521—93 Прокат стальной для судостроения. Технические условия

ГОСТ 5583—78 (ИСО 2046—73) Кислород газообразный технический и медицинский. Технические условия

ГОСТ 5639—82 Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна

ГОСТ 6713—91 Прокат низколегированный конструкционный для мостостроения. Технические условия

ГОСТ 6996—66 Сварные соединения. Методы определения механических свойств

ГОСТ 7470—92 Глубиномеры микрометрические. Технические условия

ГОСТ 7502—98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

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

ГОСТ 7566—94 Металлопродукция. Приёмка, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение

ГОСТ 8026—92 Линейки поверочные. Технические условия

ГОСТ 8509—93 Уголки сварные горячекатаные равнополочные. Сортамент

ГОСТ 8510—86 Уголки сварные горячекатаные неравнополочные. Сортамент

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

ГОСТ 9013—59 (ИСО 6508—86) Металлы. Метод измерения твердости по Роквеллу

ГОСТ 9087—81 Флюсы сварочные плавленые. Технические условия

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

ГОСТ 9466—75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия

ГОСТ 9467—75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы

ГОСТ 10243—75 (СТ СЭВ 2837—81 Сталь. Методы испытаний и оценки макроструктуры

ГОСТ 10528—90 Нивелиры. Общие технические условия

ГОСТ 10529—96 Теодолиты. Общие технические условия

ГОСТ 10885—85 Сталь листовая горячекатаная двухслойная коррозионно-стойкая. 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 12344—2003 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения углерода

ГОСТ 12345—2001 (ИСО 671—82, ИСО 4935—89) Стали легированные и высоколегированные. Методы определения серы

ГОСТ 12346—78 (ИСО 433—82, ИСО 4829-1—86) Стали легированные и высоколегированные. Методы определения кремния

ГОСТ 12347—77 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения фосфора

ГОСТ 12348—78 (ИСО 629—82) Стали легированные и высоколегированные. Методы определения марганца

ГОСТ 12349—83 (СТ СЭВ 1507—79) Стали легированные и высоколегированные. Методы определения вольфрама

ГОСТ 12350—78 (СТ СЭВ 961—78) Стали легированные и высоколегированные. Методы определения хрома

ГОСТ 12351—2003 (ИСО 4942:1988, ИСО 9647:1989) Стали легированные и высоколегированные. Методы определения ванадия

ГОСТ 12352—81 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения никеля

ГОСТ 12353—78 (СТ СЭВ 1506—79) Стали легированные и высоколегированные. Методы определения кобальта

ГОСТ 12354—81 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения молибдена

ГОСТ 12355—78 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения меди

ГОСТ 12356—81 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения титана

ГОСТ 12357—84 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения алюминия

ГОСТ 12358—2002 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения мышьяка

ГОСТ 12359—99 (ИСО 4945—77) Стали легированные и высоколегированные. Методы определения азота

ГОСТ 12360—82 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения бора

ГОСТ 12361—2002 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения ниобия

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

ГОСТ 14019—2003 (ИСО 7438:1985) Материалы металлические. Метод испытания на изгиб

ГОСТ 14192—96 Маркировка грузов

ГОСТ 14637—89 (ИСО 4995—78) Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. Технические условия

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

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

ГОСТ 15150—69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 16523—97 Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества общего назначения. Технические условия

ГОСТ 18160—72 Изделия крепежные. Упаковка. Маркировка. Транспортирование и хранение

ГОСТ 18895—97 Сталь. Метод фотоэлектрического спектрального анализа

ГОСТ 19281—2014 Прокат повышенной прочности. Общие технические условия

ГОСТ 21650—76 Средства скрепления тарно-штучных грузов в транспортных пакетах. Общие требования

ГОСТ 22235-2010 Вагоны грузовые магистральных железных дорог колеи 1520 мм. Общие требования по обеспечению сохранности при производстве погрузочно-разгрузочных и маневровых работ

ГОСТ 22536.0—87 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Общие требования к методам анализа

ГОСТ 22536.1—88 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения общего углерода и графита

ГОСТ 22536.2—87 (СТ СЭВ 5283—85) Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения серы

ГОСТ 22536.3—88 (СТ СЭВ 485—75) Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения фосфора

ГОСТ 22536.4—88 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения кремния

ГОСТ 22536.5—87 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения марганца

ГОСТ 22536.6—88 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения мышьяка

ГОСТ 22536.7—88 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения хрома

ГОСТ 22536.8—87 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения меди

ГОСТ 22536.9—88 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения никеля

ГОСТ 22536.10—88 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения алюминия

ГОСТ 22536.11—87 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения титана

ГОСТ 22536.12—87 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения ванадия

ГОСТ 22536.13—87 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы спектрального анализа

ГОСТ 22727—88 Прокат листовой. Методы ультразвукового контроля

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 24297—2013 Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля

ГОСТ 26047—2016 Конструкции строительные стальные. Условные обозначения (марки)

ГОСТ 27772—2015 Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия

ГОСТ 28473—90 Чугун, сталь, ферросплавы, хром, марганец металлические. Общие требования к методам анализа

ГОСТ 32484.1—2013 Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Общие требования

ГОСТ 32484.3—2013 Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Система HR- комплекты шестигранных болтов и гаек

ГОСТ 32484.5—2013 Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Плоские шайбы

ГОСТ Р 52087—2003 Газы углеводородные сжиженные топливные. Технические условия

ГОСТ Р 52222—2004 Флюсы сварочные плавленые для автоматической сварки. Технические условия

ГОСТ Р 52776—2013 Контроль неразрушающий радиационный. Термины и определения

ГОСТ Р 53664—2009 Болты высокопрочные цилиндрические и конические для мостостроения, гайки и шайбы к ним. Технические условия

ГОСТ Р 55374—2012 Прокат из стали конструкционной легированной для мостостроения. Общие технические условия

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

ГОСТ Р 55738—2013 (ИСО 13918:2008) Шпильки и керамические кольца для сварки

ГОСТ Р ИСО 8501-1—2014 Подготовка стальной поверхности перед нанесением лакокрасочных материалов и относящихся к ним продуктов. Визуальная оценка чистоты поверхности. Часть 1. Степень окисления и степень подготовки непокрытой стальной поверхности и стальной поверхности после полного удаления прежних покрытий

СП 35.13330.2011 «СНиП 2.05.03-84*Мосты и трубы»

СП 46.13330.2012 «СНиП 3.06.04-91 Мосты и трубы»

СТО-01393674-005—2013 Устройство разъёмных соединений в стальных конструкциях мостов

СТО 01393674-735—2018 Методика расчёта и технологии правки деформаций в стальных конструкциях мостов

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

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

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

РД 03-495—2002 Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства

Примечание — При пользовании настоящим стандартом организации целесообразно проверить действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте организации применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **автоматическая дуговая сварка:** Сварка, выполняемая машиной (механизмом), при этом подача сварочных материалов и перемещение сварочной дуги осуществляются данным механизмом без непосредственного участия человека.

3.2 **атмосферостойкая сталь:** Сталь, содержащая специфические элементы, которые вводятся в её состав в процессе производства для получения стабильных, плотных слоёв ржавчины с хорошей адгезией к основному металлу. Такая ржавчина (патина) образует защитный барьер, препятствующий доступу кислорода и влаги к поверхности металла, при этом скорость коррозии снижается до 6,0-8,0 мкм /год.

3.3 **двухдуговая сварка:** Дуговая сварка, при которой нагрев осуществляется одновременно двумя дугами с раздельным питанием их током.

3.4 **длина пристыковки:** Размер детали заводского изготовления, равный по длине расстоянию от монтажного стыка до первого заводского стыкового шва.

3.5 **зона сплавления;**ЗС: Участок расплавления основного (свариваемого) металла в процессе электродуговой 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 **комплектующее изделие:** Изделие предприятия-поставщика, используемое как составная часть продукции, выпускаемой другим предприятием.

3.10 **кратер:** Углубление, образующееся в конце валика под действием давления дуги и вследствие объёмной усадки металла шва.

3.11 **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.

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

3.13 **наплыв в сварном соединении:** Дефект в виде натекания металла шва на поверхность основного металла или ранее выполненного валика без сплавления с ним.

3.14 **направление сварки:** Направление движения источника тепла вдоль продольной оси сварного соединения.

3.15 **непровар:** Дефект в виде несплавления в сварном соединении вследствие неполного расплавления кромок или поверхностей ранее выполненных валиков сварного шва.

3.16 **обратно-ступенчатая сварка:** Сварка, при которой сварной шов выполняется следующими один за другим участками в направлении, обратном общему приращению длины шва.

3.17 **отправочная марка:** Изделие полной заводской готовности, собранное из деталей с применением сварочных материалов, крепёжных метизов и др., отправляемое на монтаж с индивидуальной маркировкой, соответствующей расположению данного изделия в монтажной схеме.

3.18 **плавленый сварочный флюс:** Флюс для дуговой сварки, полученный сплавлением его составляющих и последующей грануляцией расплава.

3.19 **погонная энергия:** Энергия, затраченная на единицу длины сварного шва при сварке плавлением.

3.20 **подрез зоны сплавления:** Дефект в виде конусообразного углубления по линии сплавления сварного шва с основным металлом.

3.21 **по́ра в сварном шве:** Дефект сварного шва в виде полости округлой формы, заполненной газом.

3.22 **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.

3.23 **прихватка:** Короткий сварной шов для фиксации взаимного расположения подлежащих сварке деталей.

3.24 **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.

3.25 **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.

3.26 **ручная дуговая сварка:** Дуговая сварка, при которой возбуждение дуги, подача электрода и его перемещение выполняются вручную.

3.27 **сборка:** Соединение в определённой последовательности и закрепление деталей, подузлов и узлов для получения конструкции, удовлетворяющей её назначению.

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

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

3.30 **сварка на подъём:** Сварка плавлением в наклонном положении, при которой сварочная ванна перемещается снизу вверх.

3.31 **сварка углом вперёд:** Дуговая сварка, при которой электрод наклонён под острым углом к направлению сварки.

3.32 **сварка углом назад:** Дуговая сварка, при которой электрод наклонён под тупым углом к направлению сварки.

3.33 **сварная конструкция:** Металлическая конструкция, изготовленная сваркой отдельных деталей.

3.34 **сварное соединение:** Неразъемное соединение деталей, выполненное сваркой и включающее в себя шов и зону термического влияния.

3.35 **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.

3.36 **свищ в сварном шве:** Дефект в виде воронкообразного углубления в сварном шве.

3.37 **специализированный завод:** Предприятие, основной продукцией которого является изготовление металлоконструкций пролетных строений, опор и пилонов стальных мостов, путепроводов, эстакад, а также изготовление специальных вспомогательных сооружений (СВС и У) для возведения мостов; предприятие должно иметь практический опыт работы по изготовлению указанных конструкций пять и/или более лет.

3.38 **строительный подъем:** Искусственный выгиб, придаваемый строительным конструкциям в направлении, противоположном прогибу под нагрузкой, для повышения их эксплуатационных качеств.

3.39 **стыковое соединение:** Сварное соединение двух элементов, примыкающих один к другому торцевыми поверхностями.

3.40 **стыковой шов:** Сварной шов стыкового соединения.

3.41 **тавровое соединение:** Сварное соединение, в котором торец одного элемента примыкает под углом и приварен к боковой поверхности другого элемента.

3.42 **термическая обработка:** Совокупность операций нагрева, выдержки и охлаждения твердых металлических сплавов с целью получения заданных свойств за счет изменения внутреннего строения и структуры.

Примечание — Термическая обработка используется либо в качестве промежуточной операции для получения обрабатываемости давлением, резанием, либо как окончательная операция технологического процесса, обеспечивающая заданный уровень свойств детали.

3.43 **технологический (монтажный) припуск:** Конструктивно предусмотренный в чертежах заведомо больше требуемого размер монтажного элемента, предусмотренный для компенсации возможных минусовых отклонений размеров изделия, вызванных усадкой металла сварных соединений, неточностью изготовления, погрешностью монтажа и др. Припуск частично или полностью удаляется в процессе монтажа в зависимости от фактических размеров элементов в соединении.

3.44 **трещина сварного соединения:** Дефект сварного соединения в виде разрыва в сварном шве и/или прилегающих к нему зонах.

3.45 **угловой шов:** Сварной шов углового, таврового или нахлесточного соединения.

3.46 **угол скоса кромки:** Острый угол между плоскостью скоса кромки и плоскостью торца детали.

3.47 **хладостойкость:** Способность материалов, элементов, конструкций и их соединений сопротивляться хрупким разрушениям при низких температурах окружающей среды.

3.48 **цепочка пор в сварном шве:** Группа пор в сварном шве, расположенных в линию параллельно оси сварного шва.

3.49 **элемент:** Понятие, обозначающее составную часть конструкции, сооружения.

4 Общие указания

4.1 При изготовлении стальных конструкций пролётных строений, свайных фундаментов опор и пилонов мостовых сооружений следует выполнять требования проектной документации (чертежей КМ), основанных на положениях СП 35.13330.2011, СП 46.13330.2012, а также указания настоящего стандарта организации.

Стальные конструкции мостовых сооружений следует изготовлять на специализированных заводах (см. раздел 3 «Термины и определения»), имеющих:

а) организованную приемку конструкций независимой мостовой инспекцией по контролю качества изготовления мостовых конструкций (далее – инспекция, см. приложение И);

б) действующую нормативную документацию на изготовление мостовых конструкций;

в) подготовленные кадры инженерно-технических работников сварочного производства и рабочих-электросварщиков, аттестованных в соответствии с требованиями ПБ 03-273—99 [1] и РД 03-495—2002 [4] в аттестационных центрах (АЦ), аккредитованных СРО НП «НАКС» (далее – НАКС) на выполнение аттестации персонала по группе технических устройств опасных производственных объектов «Конструкции стальных мостов» (ТУ ОПО «КСМ»), пункт 1 «Металлические конструкции пролетных строений, опор и пилонов стальных мостов при изготовлении в заводских условиях»;

г) соответствующие условия для изготовления мостовых конструкций, включая закрытые отапливаемые цеха с положительной температурой стали, оборудование, в т.ч. вальцы для правки листового и уголкового проката, оснастку и средства контроля качества конструкций;

д) собственную или привлекаемую по договору лабораторию неразрушающего контроля качества металлопроката и сварных соединений, которая должна быть аттестована в Системе экспертизы промышленной безопасности – Системе неразрушающего контроля (СЭПБ-СНК) на право выполнения работ на объектах по пункту 11.1 («Металлические конструкции, в т. ч. стальные конструкции мостов») перечня объектов, указанных в ПБ 03-372—2000 [2];

е) собственных или привлекаемых по договору специалистов по неразрушающему контролю качества сварных соединений, аттестованных в СЭПБ-СНК центрами по аттестации персонала в области неразрушающего контроля (НК) по пункту 11.1 («Металлические конструкции, в т. ч. стальные конструкции мостов») перечня объектов контроля, указанных в ПБ 03-440—97 [3]. Сотрудники ОТК завода, непосредственно контролирующие качество выпускаемых сварных конструкций методом внешнего осмотра и измерениями, должны быть аттестованы по визуально-измерительному контролю (ВИК) в указанных центрах СЭПБ-СНК по пункту 11.1;

ж) собственную или привлекаемую по договору 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 перечислениям д) и ж) могут объединяться в центральную заводскую лабораторию (ЦЗЛ) завода;

и) сварочное оборудование, сварочные материалы и заводские технологии сварки, аттестованные на группу объектов «КСМ» в АЦ НАКС, прошедших аккредитацию в НАКС 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 Неспециализированные заводы (предприятия) металлических конструкций (ЗМК) допускаются к изготовлению стальных конструкций пролётных строений мостовых сооружений только после:

- прохождения инспекционного технического аудита данного предприятия разработчиком настоящего стандарта организации, которая может привлекать к данной работе инспекцию (см. приложение И);

- получения Технического заключения по результатам инспекционного аудита и Рекомендаций, изложенных в указанном Техническом заключении;

- получения от разработчика настоящего стандарта организации Свидетельства о допуске такого предприятия к заводскому изготовлению металлоконструкций по настоящему стандарту организации

Заказчик перед размещением заказа на изготовление металлоконструкций пролётных строений обязан проверить наличие на данном неспециализированном предприятии действующего Свидетельства о допуске к заводскому изготовлению металлоконструкций по настоящему стандарту организации.

4.3 Основанием для изготовления стальных мостовых конструкций служит рабочая документация на стадии КМ, разработанная специализированной проектной организацией, (организация, имеющая практический опыт проектирования стальных и сталежелезобетонных пролётных строений пять лет и более), и утвержденная заказчиком к производству работ. Заказчик представляет заводу-изготовителю один экземпляр чертежей КМ вместе с подписанным договором на изготовление и поставку конструкций. Завод-изготовитель осуществляет входной контроль поступившей проектной документации.

При несоответствии поступившей проектной документации требованиям нормативно-технической документации (НТД) стального мостостроения и настоящего стандарта организации, завод-изготовитель конструкций должен вернуть такую проектную документацию разработчику с указанием конкретных несоответствий. При необходимости завод-изготовитель может привлекать к экспертизе поступившей проектной документации разработчика настоящего стандарта организации и/или специализированную проектную или научно-исследовательскую организацию.

4.4 В документации КМ с учётом требований настоящего стандарта организации должны быть указаны марки сталей и требования к ним в соответствии с действующими нормативными документами, а также типы, категории швов и способы сварки заводских и монтажных сварных соединений, участки сварных швов с полным проплавлением толщины деталей, угловые швы с роспусками (недоварами), участки механической обработки сварных соединений и способы защиты от коррозии, а также должны быть указаны припуски элементов и другие параметры, обеспечивающие изготовление и собираемость конструкций на стройплощадке.

Документация КМ должна содержать сводную техническую спецификацию металлопроката и крепёжных изделий (метизов) для дальнейшего заказа заводом-изготовителем на металлургических предприятиях или закупок в торговых организациях.

4.5 При разработке документации КМД завод-изготовитель обязан соблюдать проектно-технологические требования чертежей КМ и настоящего стандарта организации. Отступления от чертежей КМ должны быть согласованы с проектной организацией, разработавшей их. Отступления от настоящего стандарта организации согласовываются с разработчиком стандарта организации.

В состав документации КМД кроме деталировочных чертежей конструкций должны входить монтажно-маркировочные схемы, схемы общих сборок с индивидуальной заводской маркировкой стыков, листы готовых элементов или комплектовочные ведомости и ведомости метизов. Положение сварных стыков завод вправе назначать из условий рационального и экономичного раскроя металлопроката с соблюдением конструктивных требований чертежей КМ и раздела 6 настоящего стандарта организации.

4.6 Изготовление металлоконструкций следует выполнять в соответствии с требованиями действующей на заводе-изготовителе системы менеджмента качества, при этом необходимо документировать следующие данные:

- результаты входного контроля;
- результаты определения механических свойств и химического состава металлопроката;
- результаты испытаний контрольных сварных соединений (КСС);
- результаты ультразвукового контроля качества сварных соединений;
- результаты пооперационного контроля;
- результаты аттестации сварочного производства;
- технологические карты процессов заводской сварки (КТПС);
- результаты контрольных сборок;

- результаты приёмочного контроля (акт-предъявка);
- сертификаты на стальные конструкции.

4.7 Для обеспечения собираемости металлоконструкций на монтаже, проверки разработанных чертежей КМД и технологии изготовления конструкций завод-изготовитель проводит контрольную сборку конструкций в объеме, который определяет завод из условия достаточности для обеспечения гарантии собираемости конструкций на монтажной площадке.

4.8 Отправочные элементы конструкций следует изготовлять согласно разработанному, апробированному и утвержденному на заводе-изготовителе технологическому процессу. Сборку и сварку конструкций следует выполнять с применением необходимой технологической оснастки, обеспечивающей соответствие геометрических размеров металлоконструкций чертежам КМД, монтажно-маркировочной схеме, а также с учётом дополнительных требований настоящего стандарта организации.

4.9 В техническом проекте (чертежах КМ) должна быть указана конкретная расчётная температура для определения линейных размеров. При разработке чертежей КМД на заводское изготовление, размеры деталей следует принимать в соответствии с указанной в чертежах КМ расчётной температурой.

4.10 При изготовлении стальных мостовых конструкций должен быть обеспечен пооперационный контроль за выполнением требований конструкторско-технологической документации и настоящего стандарта организации со стороны отдела технического контроля (ОТК) завода. Инспекция осуществляет выборочный контроль.

Отступления от карт технологического процесса, касающиеся замены профилей проката (с соответствующим пересчётом), переносом или добавлением сварных стыков из условия рационального раскроя или наличия проката определенной длины и ширины, изменением способов сварки или разделки кромок в пределах требований стандарта организации, должны в процессе изготовления конструкций утверждаться Главным инженером (Техническим директором) завода-изготовителя через карту разрешения или внесением соответствующих изменений в заводскую конструкторско-технологическую документацию.

4.11 Служба контроля качества завода-изготовителя конструкций и Инспекция должны использовать поверенные в региональных центрах стандартизации и метрологии (ЦСМ) средства проверки качества сварных соединений, геодезический и измерительный инструмент и другие технические средства, обеспечивающие необходимую достоверность и полноту контроля качества.

4.12 Заказчик по согласованию с проектной организацией вправе заменять проектные марки сталей элементов металлоконструкций на марки других сталей, в том числе на марки сталей более высокого или равноценного классов прочности в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

Прокат	Проектная марка стали	Марка стали, допустимая для замены
Листовой, фасонный	10ХСНД	10ХСНДА
	10ХСНДА	10ХСНД
	15ХСНД	10ХСНД, 10ХСНДА, 15ХСНДА
	15ХСНДА	10ХСНД, 10ХСНДА, 15ХСНД
	09Г2С	10ХСНД, 10ХСНДА, 15ХСНД, 15ХСНДА
Листовой, фасонный, сортовой	Ст3сп, 16Д, Ст1…Ст3пс	10ХСНД, 10ХСНДА, 15ХСНД, 15ХСНДА, 09Г2С, С245, Ст3сп
	Ст1…Ст3кп	10ХСНД, 10ХСНДА, 15ХСНД, 15ХСНДА 09Г2С, Ст3сп, Ст3пс, С245, 16Д

4.13 По окончании всего заказа или отдельных его этапов завод-изготовитель выдает заказчику соответственно сертификат на стальные конструкции с подписями представителя инспекции и ОТК завода (Приложение Ж).

5 Требования к стальному прокату

Приемка и хранение

5.1 В стальных конструкциях мостов со сварными, фрикционными, болтовыми и шарнирными соединениями следует применять материалы, требования к которым по профилям, сортаменту и маркам стали установлены в проектной документации (КМ). Материалы должны соответствовать требованиям стандартов и технических условий на их изготовление.

5.2 К сталям для мостостроения предъявляются особые требования с учетом работы основных несущих конструкций пролетных строений и опор на статические, динамические и вибрационные нагрузки в любых климатических зонах с расчетной минимальной температурой воздуха до минус 40 °С включительно – обычное исполнение, ниже минус 40 °С до минус 50 °С включительно — северное исполнение А и ниже минус 50 °С — северное исполнение Б.

5.3 Стали для мостостроения должны поставляться с гарантией свариваемости. Перечень специальных мостовых сталей основных несущих конструкций пролетных строений, включающий главные балки, ортотропные и ребристые плиты, элементы ферм, продольные и поперечные балки проезжей части, ригели, домкратные балки, диафрагмы, продольные и поперечные связи, фасонки связей, опорные и клиновидные листы, несущие элементы смотровых ходов, стыковые накладки в заводских и монтажных стыках на высокопрочных болтах основных элементов, пилонов и опор, приведён в таблице 2.

5.4 Для вспомогательных конструкций стальных мостов (элементов мостового полотна, водоотвода, кабельных коробов, прокладок в стыках на высокопрочных болтах основных элементов, перил и заполнения смотровых ходов, крепления кабельных галерей и барьерного ограждения, шпунта) наряду со специальными мостовыми сталями допускается применение низколегированных и малоуглеродистых сталей, поставляемых по ГОСТ 19281, ГОСТ 380, ГОСТ 535, ГОСТ 14637, ГОСТ 1050 и ГОСТ 27772 (см. таблицу 2).

5.5 Листовой прокат марки 09Г2С(Д) по ГОСТ 19281 может применяться для изготовления основных несущих конструкций пролётных строений только автодорожных мостов, путепроводов и эстакад обычного исполнения по согласованию с проектной организацией и разработчиком настоящего стандарта организации.

5.6 Весь предназначенный для изготовления мостовых конструкций металлопрокат 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 и заявленных в условиях заказа.

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

Приемку и входной контроль листового и фасонного проката осуществляет технический персонал склада (цеха) металла и ОТК.

После входного контроля и приемки металлопроката по акту (документу) проводят дополнительную маркировку: на торцах проставляют несмываемой надписью маркером номер акта (документа).

Таблица 2 – Сталь для сварных мостовых конструкций

Исполнение	Для основных несущих элементов пролётных строений и опор по 5.3				Для вспомогательных конструкций стальных мостов по п. 5.4		
	Вид проката[4]	Толщина проката, мм[5]	Марка и категория стали[1]	ГОСТ, ТУ	Вид проката	Марка и категория стали	ГОСТ, ТУ
Обычное	Листовой	8–14	15ХСНД 10ХСНД	ГОСТ Р 55374—2012 ГОСТ 6713—91	Листовой, сортовой, фасонный, трубы, гнутые профили. Толщина 4–60 мм	09Г2С-12 09Г2СД-12 Ст3сп, пс-5,6 Ст3пс2	ГОСТ 19281—2014 ГОСТ 14637—89 ГОСТ 535—2005 ГОСТ 1050—2013 ГОСТ 380—2005 ГОСТ 27772—2015
		16–50 16–40	15ХСНД-2 10ХСНД-2	ГОСТ Р 55374—2012 ГОСТ 6713—91			
		8–50	15ХСНДА-2 10ХСНДА-2	СТО 13657842-1—2009			
		8–50	С390 - 14ХГНДЦ-2 С345 - 14ХГНДЦ-2	СТО 13657842-1—2009 ГОСТ Р 55374—2012			
		8–50	С345 - 12Г2СБД-2[2] С390 - 12Г2СФБД-2[2]	СТО 13657842-1—2009			
		12–16	09Г2С+12Х18Н10Т	ГОСТ 10885—85			
	Фасонный	8–32 8–14	15ХСНД 10ХСНД	ГОСТ Р 55374—2012 ГОСТ 6713-91			
		8–32	09Г2С-12 09Г2СД-2	ГОСТ 19281—2014 ГОСТ Р 55374—2012			
Северное, зона А	Листовой	8–40	15ХСНД-2, 15ХСНД-3 10ХСНД-2, 10ХСНД-3	ГОСТ Р 55374—2012 ГОСТ 6713—91	Листовой, фасонный, сортовой, трубы круглые. Толщина 4–60 мм	09Г2С-13 09Г2СД-13	ГОСТ 19281—2014
		8–50	15ХСНДА-3[6] 10ХСНДА-3[6]	СТО 13657842-1—2009			
		8–40	С345 - 14ХГНДЦ-3 С390 - 14ХГНДЦ-3	ГОСТ Р 55374—2012, СТО 13657842-1—2009			
		12,14	09Г2С+12Х18Н10Т	ГОСТ 10885—85			
	Фасонный	8–32 8–14	15ХСНД-2[3] 10ХСНД-2[3] 09Г2С(Д)-14 09Г2СД-3	ГОСТ Р 55374—2012 ГОСТ 19281—2014 ГОСТ Р 55374—2012			

Окончание таблицы 2

Исполнение	Для основных несущих элементов пролётных строений и опор по 5.3				Для вспомогательных конструкций стальных мостов по п. 5.4		
	Вид проката[4)]	Толщина проката, мм[5)]	Марка и категория стали[1)]	ГОСТ, ТУ	Вид проката	Марка и категория стали	ГОСТ, ТУ
Северное, зона Б	Листовой	8–40	10ХСНД-3 С390-14ХГНДЦ-3	ГОСТ 6713—91 ГОСТ Р 55374—2012 СТО 13657842-1—2009	Листовой, фасонный, сортовой, трубы круглые. Толщина 4-60 мм	09Г2С-15 09Г2СД-15	ГОСТ 19281—2014
	Фасонный	8–32 8–14	15ХСНД-3[3)] 10ХСНД-3[3)] 09Г2СД-15[3)] С345-14ХГНДЦ-3	ГОСТ Р 55374—2012 ГОСТ 19281—2014 СТО 13657842-1—2009			

[1)] Допускается применение других марок сталей, в том числе зарубежных, по результатам проведения комплексных исследований и испытаний стали и её свариваемости с применением определённых комбинаций сварочных материалов и технологий сварки, а также при условии получения согласований от разработчика настоящего стандарта и проектной организации.

[2)] Применяется для изготовления основных несущих конструкций пролетных строений только автодорожных мостов, путепроводов и эстакад обычного исполнения.

[3)] В мостах всех назначений обычного и северного исполнения А и Б допускается применять уголки по ГОСТ 8509—93 и ГОСТ 8510—86 без термообработки – прокат категории I по ГОСТ 6713—91 при условии выполнения требований по ударной вязкости: для зоны А при температуре минус 60 °С и плюс 20 °С после механического старения, а для зоны Б – при температуре минус 70 °С и минус 20 °С после механического старения.

В конструкциях автодорожных, городских и пешеходных мостов северного исполнения А и Б допускается применять двутавры, тавры и швеллеры без термообработки при условии выполнения требований по ударной вязкости при температуре минус 60 °С и минус 70 °С соответственно.

[4)] Допускается для основных несущих конструкций и свайных фундаментов опор стальных железнодорожных, автодорожных и пешеходных мостов, путепроводов и эстакад обычного исполнения применение цилиндрических труб, обечаек и обечаечных труб, в том числе зарубежных, с пределом текучести стали до 460 МПа включительно по результатам их свариваемости и получения согласований от разработчика настоящего стандарта и проектной организации.

[5)] Для несущих конструкций наплавных мостов допускается применение проката толщиной 3,0—5,0 мм, а для некоторых элементов основных несущих конструкций пролётных строений допускается прокат толщиной 6—7 мм по указанию проектной организации.

[6)] Допускается применение проката марок 15ХСНДА и 10ХСНДА по СТО 13657842-1-2009 категории 3 в нормализованном состоянии для автодорожных мостов, путепроводов и эстакад обычного и северного А исполнений, при этом нормативное значение ударной вязкости (KCU) такого проката при минус 60 °С ($KCU^{минус60}$) должно быть не менее 120 Дж/см^2.

5.7 Хранить металлопрокат следует в устойчивых горизонтальных и/или вертикальных штабелях, при этом размеры штабелей проката и расстояния между штабелями, а также между штабелем и стенами (колоннами) цеха и/или оборудованием определяет завод-изготовитель конструкций с учетом требований по охране труда и безопасной работе персонала, оборудования и внутрицехового транспорта.

5.8 Деловые отходы (возврат), полученные при вырезке деталей, подлежат использованию на детали других элементов мостовых конструкций. На деловые отходы переносят несмываемым маркером маркировку с проката. Они подлежат возврату на склад металла, где их сортируют и хранят так же, как и металл, полученный от завода-поставщика.

6 Конструктивные схемы соединений и узлов пролётных строений мостов

6.1 При проектировании любых мостовых конструкций рекомендуется применять монтажные блоки максимальной заводской готовности с минимальными объемами работ по образованию соединений на монтажной площадке.

Конструкции, отгружаемые с заводов, должны иметь, как правило, полную готовность для осуществления на монтаже фрикционно-болтовых, сварных и комбинированных болто-сварных соединений. На рисунке 1 приведены наиболее характерные схемы заводской подготовки монтажных стыков – цельносварного (*а*) и комбинированного болто-сварного (*б*) сплошностенчатых конструкций. Допускается для пролетных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад обычного исполнения конструкция комбинированного болто-сварного стыка главных балок по рисунку 1*в*.

При назначении в проекте допусков на линейные размеры и геометрическую форму отправочных марок необходимо исходить в первую очередь из обеспечения беспрепятственной и нетрудоемкой собираемости конструкций на монтаже мостов.

6.2 При разработке чертежей КМ металлических пролётных строений со сварными и комбинированными болто-сварными монтажными соединениями 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 и комбинированных стыках главных балок (двутавровых, L-образных, С-образных, П-образных, коробчатых) – во всех угловых поясных швах для однолистовых поясов – 300 мм; для двухлистовых поясов – 400 мм (рисунки 1 и 3);

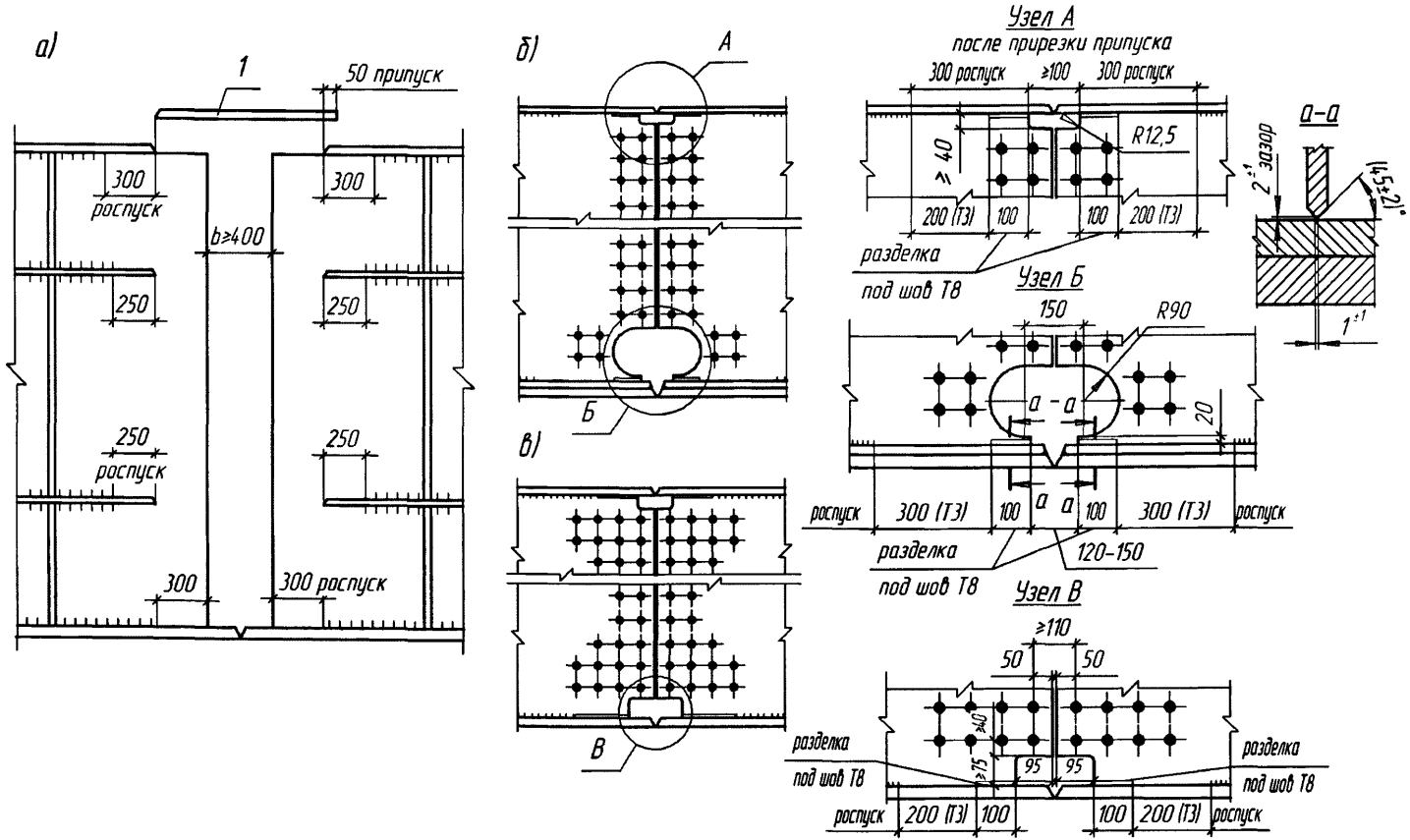
б) в стенках главных балок – в угловых швах прикрепления продольных ребер, стыкуемых на монтаже сваркой со вставкой, длина роспуска – 250 мм (рисунок 1, *а*);

в) в ортотропных плитах – в угловых швах на концах стенок поперечных балок вблизи продольных стыковых швов настильных листов с поясами главных балок, ферм или плит между собой, длина роспуска – 150 мм;

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

В чисто фрикционных монтажных соединениях на высокопрочных болтах рекомендуется не предусматривать в чертежах КМ роспуски угловых швов, при этом конкретное решение принимает проектная организация по согласованию с заводом-изготовителем.

В зоне продольного монтажного стыкового сварного соединения главной балки с ортотропной плитой допускается не приваривать на заводе к поясному листу балки торцы вертикальных рёбер с выкружками, к которым впоследствии прикрепляются стенки поперечных балок ортотропных плит. После стыковки плит с балками приварка этих торцов ребер к поясам балок обязательна (пункт 8.133 СП35.13330.2011).



а – цельносварной стык балок;

б – комбинированный болто-сварной стык балок;

в – комбинированный болто-сварной стык балок только для автодорожных пролётных строений обычного исполнения;

1 – вставка верхнего пояса

Рисунок 1 – Схемы подготовки монтажных стыков сплошностенчатых балок при заводском изготовлении

6.3 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, ферм;

в) по торцам настильных листов средних и консольных ортотропных плит и бортовых элементов (тыловые по направлению монтажа кромки);

г) по торцам вставок с одной стороны сварных стыков продольных ребер нижних ребристых и верхних ортотропных плит, а также нижних и верхних поясов главных балок;

д) в стыках нижних поясов главных балок приблизительно через 60—80 м пролётного строения. В таких болто-сварных стыках балок накладки по стенкам имеют 50 % заводских отверстий.

На особо сложных металлоконструкциях и на пролётных строениях с радиусом изгиба в плане менее 250 м, при отсутствии указаний в чертежах КМ по вышеуказанным припускам и по накладкам стенок балок с 50 % количеством заводских отверстий в них, завод-изготовитель вправе назначать вышеуказанные припуски и отверстия в накладках без согласования с проектной организацией.

6.4 Изменение сечений элементов, соответствующее изменению усилий в них, должно быть плавным, с уклонами 1:8 (рисунок 2). Уширение поясных листов предусматривают, как правило, симметричным (рисунок 2, *а*). Утолщение поясных листов выполняют с одной стороны – снаружи или изнутри (со стороны стенки для конструкций, монтируемых способом продольной надвижки по элементам скольжения, — рисунок 2, *б*). Утолщение стенок балочных конструкций делают симметричным, причем в зонах монтажных стыков предусматривают прямолинейный участок длиной не менее $30S_1$ (рисунок 2, *в*).

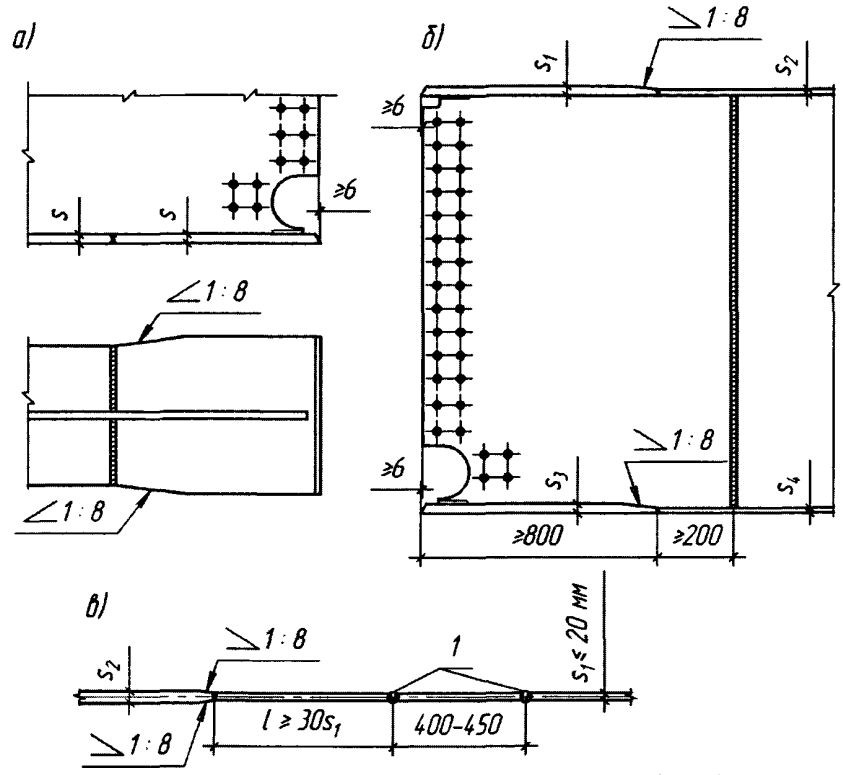
В элементах конструкций, воспринимающих усилия сжатия от эксплуатационных нагрузок, допускается выполнять уклоны 1:4.

6.5 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. Участок одинаковых по ширине листов пакета в районе монтажного стыка должен быть не менее 200 мм, при этом в одном из листов снимают фаску 6 х 6 мм для объединения в пакет механизированной сваркой в смеси защитных газов и последующей механической обработкой лицевой поверхности заподлицо с основным металлом.

Торцы пакетных листов объединяют ручной дуговой сваркой в разделку при заводском изготовлении (рисунок 3, *а*) с послойным визуальным контролем качества, при этом корневой проход выполняют электродами диаметром 3 мм. При послойном контроле качества этих швов (см. рисунок 3, *а*) необходимо тщательно удалять шлак, а также возможные единичные поры и/или цепочки пор. Усиление шва обрабатывают заподлицо с основным металлом разделки кромок.

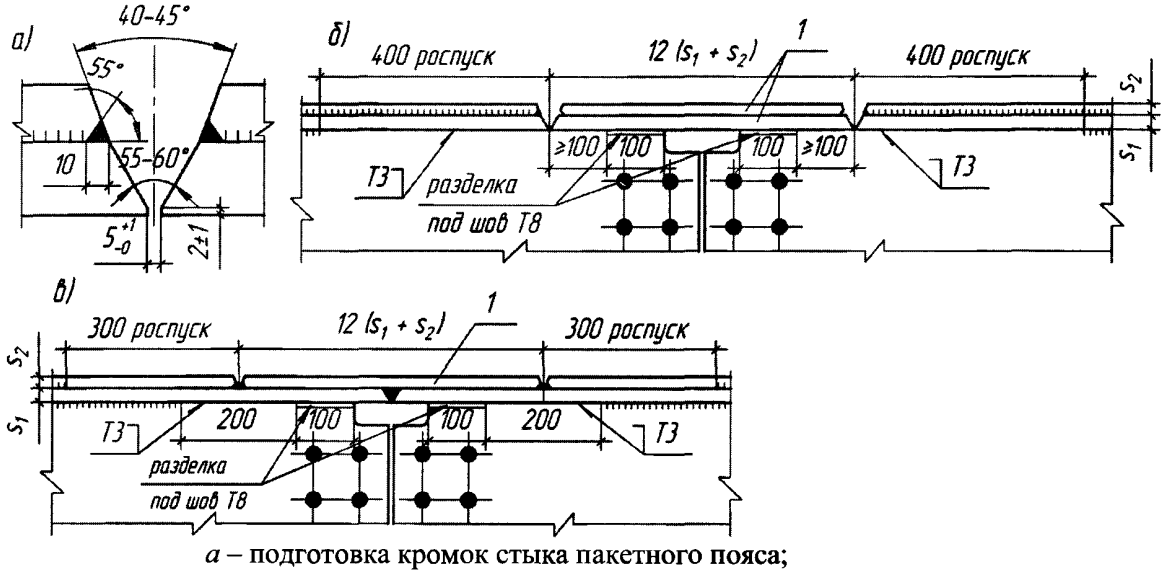
Монтажные стыки верхних пакетных поясов балок рекомендуется выполнять разнесенными со вставкой (рисунок 3, *б*), с полным проваром примыкающих к технологическому отверстию угловых поясных швов. Длину вставки следует принимать равной 12 толщинам стыкуемого пакета, при этом вставка на монтаж поставляется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

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.



а – уширение пояса; б – утолщение поясов наружу (верх) и внутрь (низ);
в – утолщение стенки сплошностенчатой балки;
1 – монтажные сварные стыки стенки

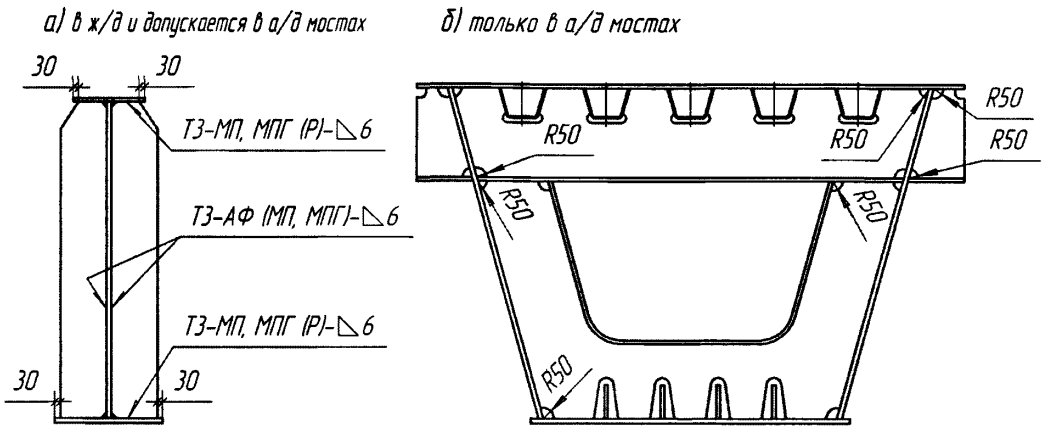
Рисунок 2 – Схемы изменения ширины и толщины элементов балок



а – подготовка кромок стыка пакетного пояса;
б – стык пакетных верхних поясов с разнесёнными стыками;
в – стык пакетных верхних поясов с совмещенным стыком нижнего листа и разнесённым стыком верхнего листа (для автодорожных пролётных строений обычного исполнения)
1 – пакетная монтажная вставка (на монтаж поставляется россыпью с припуском каждого листа)

Рисунок 3 – Схемы подготовки стыков пакетных поясов главных балок под монтажную сварку

6.6 Вертикальные (или поперечные) промежуточные ребра жесткости сплошностенчатых изгибаемых балочных и коробчатых элементов пролётных строений под любые временные нагрузки рекомендуется в железнодорожных и допускается в автодорожных мостах приваривать к стенкам и поясам непрерывными угловыми швами (рисунок 4, *а*). В автодорожных мостах допускается проектировать их с устройством скругленных по радиусу вырезов номинальной величиной 50 мм (рисунок 4, *б*) при толщине ребра до 20 мм. При толщине этих ребер 20 мм и более – минимальный радиус выреза должен составлять 80 мм. Вырезы в конструкциях автодорожных мостов обязательны, если по технологии сборки и сварки (преимущественно коробчатых сечений) угловой поясной шов проваривается полуавтоматом после постановки на прихватках поперечных ребер или диафрагм.



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

Рисунок 4 – Схемы выполнения пересечений рёбер жесткости сплошностенчатых балок с угловыми швами

6.7 Длину угловых швов на торцах поперечных ребер жесткости следует принимать не менее 60 мм (пункт 8.147 СП35.13330). Расстояние от свободной кромки пояса балки до углового шва «закольцовки» свободной кромки ребра, в т. ч. и опорного, рекомендуется назначать не менее 30 мм (рисунок 4, *а*).

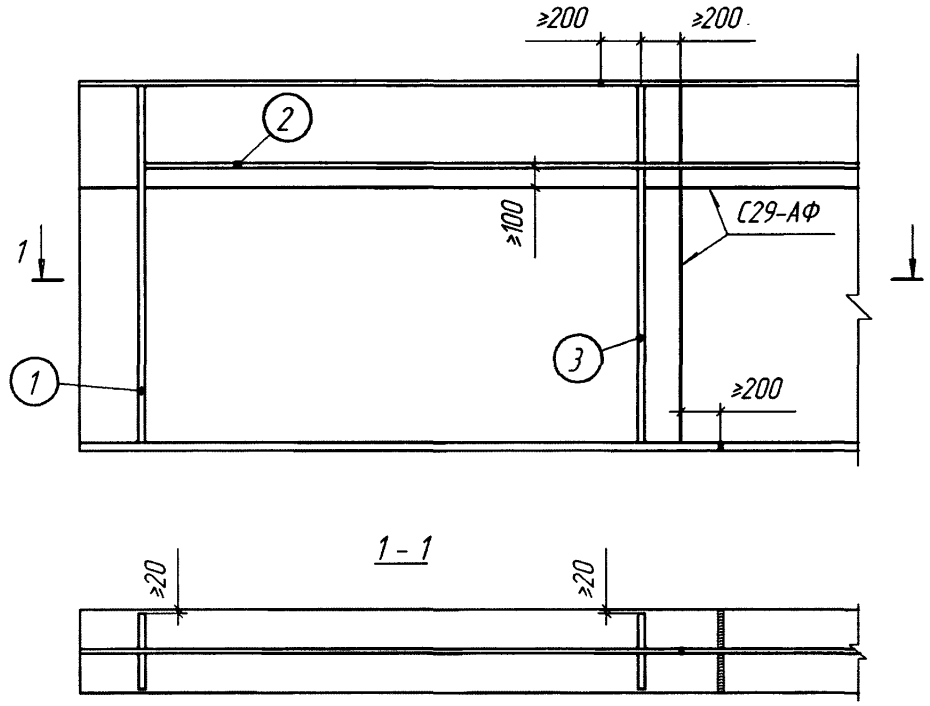
В местах примыкания ребер к поясам, фасонкам и другим ребрам, пересечения продольных и поперечных рёбер плит, обрыва стенок балок в монтажных соединениях, обрыва продольных ребер ортотропных плит, в технологических проёмах (отверстиях) и т.д. следует выполнять обварку угловыми швами по кромкам и торцам стыкуемых деталей по всему контуру контакта [«закольцовка» швов по контуру по указаниям перечисления г)11.24] .

6.8 Катеты угловых швов в местах приварки торцов вертикальных ребер к растянутым поясам балок, а также в местах пересечений продольных и поперечных ребер в растянутой зоне стенок должны иметь отношение 1:2 (пункты 8.168 и 8.136 СП 35.13330); в сжатой зоне указанных элементов допускается соотношение катетов 1:1.

6.9 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 – номинально 250 мм, но не менее шести толщин стыкуемых листов;
- для конструкций в северном исполнении Б – номинально 300 мм, но не менее десяти толщин стыкуемых элементов.

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.



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

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

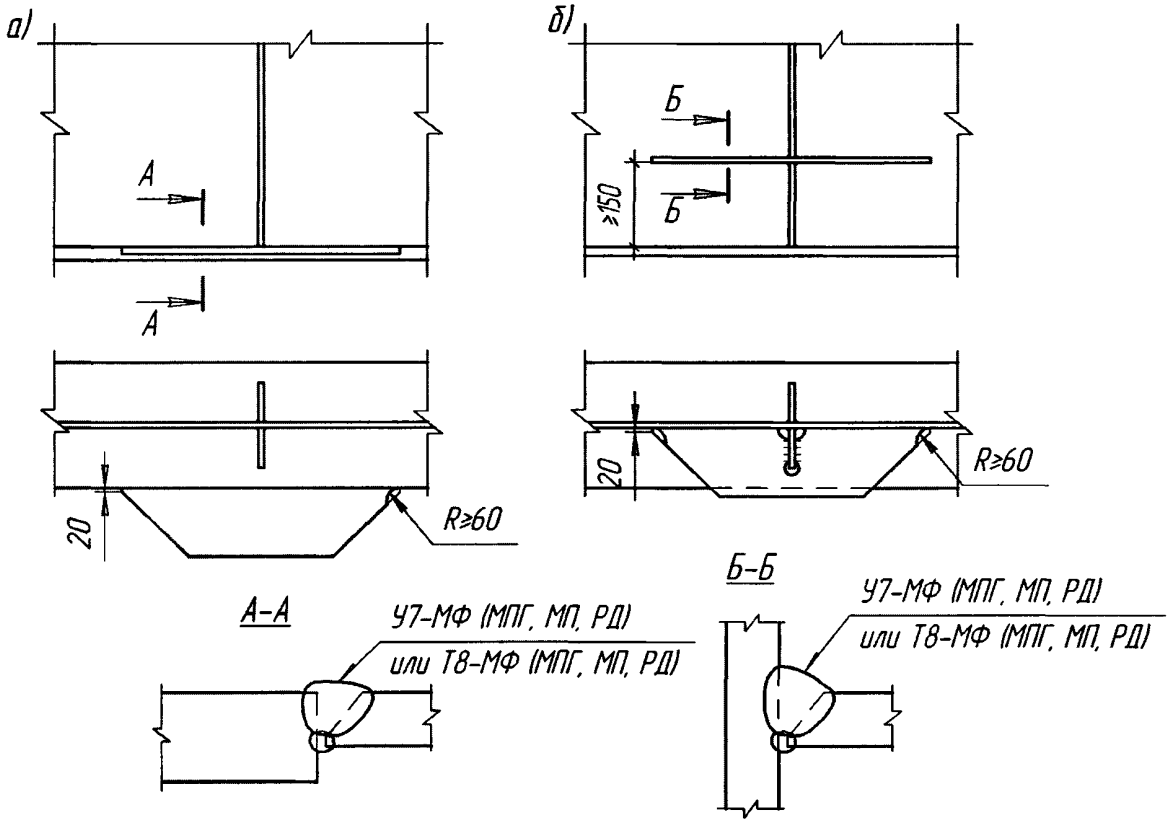
Перо или обушок уголка, используемый в виде ребра жесткости и прикрепляемый к стенке балки болтами, должны быть удалены от стыкового шва стенки на расстояние не менее пяти толщин стыкуемой стенки в конструкциях обычного исполнения и не менее десяти толщин стенки – северного А и Б исполнений.

6.10 Распорки и диагонали продольных связей, а также распорки поперечных связей не допускается приваривать непосредственно к поясам балок железнодорожных и совмещенных пролетных строений. В указанных пролётных строениях связи можно прикреплять непосредственно к поясам только на высокопрочных болтах. В автодорожных мостах элементы связей допускается присоединять к главным балкам через фасонки, привариваемые встык к поясам (рисунок 6, *а*) с полным проваром толщины фасонки по всей ее длине или в тавр к стенкам балок (рисунок 6, *б*). Во втором случае следует обеспечить сплошное проплавление толщины фасонки на всю ее длину или на концевых участках угловых швов длиной не менее чем по 100 мм с контролем методом ультразвуковой диагностики (УЗД) и последующей механической обработкой концов шва для получения плавных переходов к стенке радиусом не менее 60 мм (рисунок 6 *а*, *б*).

Если ультразвуковой контроль стыковых и тавровых сварных соединений со сплошным проплавлением конструктивно невозможен, то допускается обеспечивать сплошное проплавление за счёт пооперационного контроля качества сварки после каждого прохода формирования швов. Технологию и режимы такой сварки отрабатывают предварительно на образцах-свидетелях в идентичном положении с представлением результатов контроля и макрошлифов проектной организации.

6.11 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 усилений стыковых швов с двух сторон заподлицо с основным металлом в зоне пересечений швов (примерно по 400 мм в каждую сторону) и повторный ультразвуковой контроль швов в зоне пересечения на указанной зоне в готовой балке, т.е. после сварки угловых поясных швов;



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

Рисунок 6 – Схемы узлов крепления фасонок продольных связей

б) в сварных элементах балок, поясов 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 м 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 м количество поперечных стыков не более трех и четырех соответственно, исключая проектные поперечные швы в зонах изменения толщины проката;
- не более одного продольного стыкового шва в вертикальных стенках балок, диафрагмах и листе настила ортотропной и ребристой плит на длине отправочного элемента;

в) поперечные стыковые швы полотнищ стенок, поясов, ортотропных и ребристых плит следует удалять от крайних рядов отверстий монтажных стыков и технологических отверстий не менее чем на 100 мм;

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:

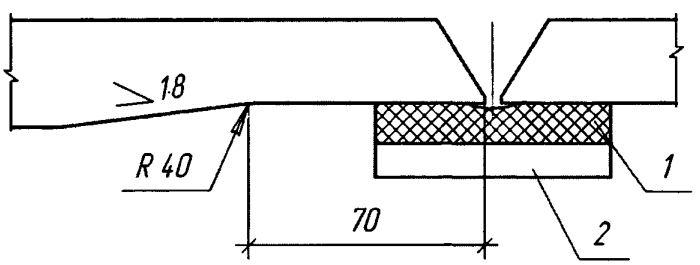
- для толщин листа $S \leq 20$ мм – не менее 30S, для а/д мостов и не менее 35S для железнодорожных и пешеходных мостов;

- для толщин листа $S > 20$ мм – не менее 600 мм, для автодорожных мостов и не менее 800 мм для железнодорожных и пешеходных мостов,

6.12 В сварных элементах решетчатых ферм следует назначать число поперечных стыков: в листах раскосов – не более трех, 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 100 мм.

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

6.14 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

6.15 В комбинированных фрикционно-сварных стыках главных балок монтажные сварные соединения верхних поясов из одиночных листов или двухлистовых пакетов разрешается проектировать как с использованием вставки в верхнем поясе, так и без вставки, с обеспечением проектного зазора при заводском изготовлении или после прирезки технологического припуска (см. рисунок 1, *б*) и вырезами в стенке под верхним поясом для установки съемной подкладки, формирующей сварной стык (см. рисунок 1, узел А).

6.16 В составе проекта производства работ (ППР) должны быть разработаны строповочные приспособления и устройства для погрузки-выгрузки и монтажа блоков ортотропных и ребристых плит. По согласованию с проектной организацией – разработчиком чертежей КМ допускаются сверление, кислородно-плазменная или лазерная резка технологических отверстий для монтажа металлоконструкций диаметром 25 или 28 мм в листе настила плит с последующим заполнением их на строительной площадке пробками из листа той же марки стали, что и конструкция, и обваркой пробок на монтаже по одной верхней плоскости. Отверстия следует указывать в чертежах КМД и выполнять на заводе.

7 Изготовление деталей и монтажных элементов

Очистка, правка и консервация металлопроката

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

Допускается очищать металл переносными дробеструйными или пескоструйными установками.

Все способы очистки металлопроката должны соответствовать 2 степени очистки от окислов по ГОСТ 9.402—2004 (*Sa* 2 1/2 по ГОСТ Р ИСО 8501-1—2014).

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

7.2 Листовой прокат любой толщины, подаваемый на резку и имеющий отклонения от плоскости более 1,5 мм на 1 м длины лекальной линейки, должен быть выправлен на листоправильной 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 настройке листоправильной машины следует соблюдать пределы допустимости правки в холодном состоянии: минимально допустимый радиус кривизны $\rho \geq 50S$ и максимально допустимый прогиб $f \leq \ell^2/400S$, где S – толщина листа, ℓ – длина деформируемой (или деформированной в неправленом листе) части (таблица А.2, приложение А).

На листоправильной машине должны быть указатели величины зазора между рядами средних валков (C) и превышения крайних нижних валков над средними (λ). Рекомендуемый порядок и режимы правки листового проката приведены в приложении А.

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

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

7.3 Волнистость универсального и полосового проката 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. Допускаемое без исправления значение 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.

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

Входящий угол роликов и, соответственно, угол прижимных роликов рекомендуется принимать равным 90 °20′. На сортоправильных машинах при наличии роликов соответствующей формы допускается правка двутавров, швеллеров, квадрата и круга.

7.5 На сортоправильных машинах допускается править общую волнистость и, частично, местные деформации вдоль оси уголка, за исключением концевых участков, равных примерно расстоянию между осями роликов по горизонтали.

Пределы допустимости правки углового проката в холодном состоянии: $r \geq 90B$; $f \leq \ell^2/720B$, где B – ширина полки; остальные обозначения – по 7.2.

Холодной правке подлежит фасонный прокат (уголок, швеллер, двутавр, квадрат, труба и др.) при кривизне более 1/1000 длины или более 5 мм с учётом указаний 7.6.

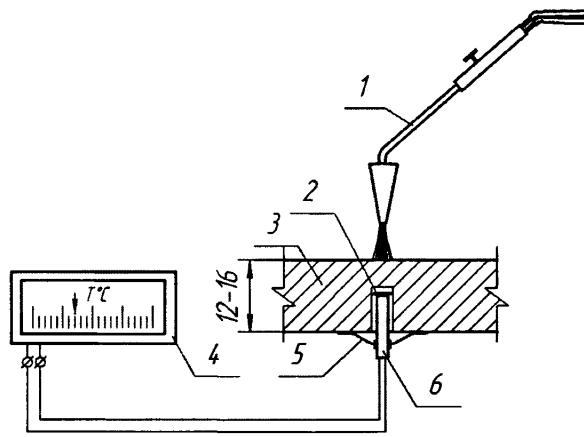
7.6 Деформации листового, фасонного и сортового проката, превышающие пределы допустимости холодной правки по таблице А.2 приложения А настоящего стандарта организации, или деформации, не поддающиеся правке на машинах, следует выправлять термическим либо термомеханическим способами согласно указаниям СТО 01393674-735—2018.

Основные правила термической и термомеханической правки:

- температуру местного нагрева металла при термической и термомеханической правке следует принимать номинально: а) для термообработанных сталей (нормализация, закалка плюс отпуск) - 700° С; б) для горячекатаных сталей - 700 °С – 900 °С;

- рабочие, выполняющие термическую и термомеханическую правку металла (конструкций), должны иметь профессиональную квалификацию, соответствующую необходимому уровню трудовых функций, определённую по профессиональному стандарту для данного вида деятельности. Рабочие данной профессии должны быть аттестованы в системе профессиональных квалификаций (СПК) и должны уметь контролировать температуру нагрева металла при правке по цвету каления (таблица 24);

- навыки рабочих (термистов) по определению температуры нагрева по цвету стали проверяют на образце-пластине из горячекатанной стали толщиной 12–16 мм, на которой им предлагается нагреть полосу металла до температуры 900 °С (рисунок 8), при этом температуру нагрева контролируют с помощью оптического пирометра излучения, цифровых термометров, контактной термопары и др.;



1 – горелка;
2 – притёртый медный «пятачок»;
3 – стальная пластина;
4 – прибор, регистрирующий температуру; *5* – прижим;
6 – термопара, заключённая в трубку с двумя отверстиями

Рисунок 8 – Схема устройства для контроля температуры нагрева

- поверхность металла в зоне правки нагревом необходимо очищать от различных загрязнений во избежание изменения цвета каления (по таблице 24 настоящего стандарта организации) и образования газов, вредных для здоровья рабочих;

- интенсивность нагрева должна обеспечивать равномерный нагрев зоны правки. Горючий газ – ацетилен, пропан-бутан или природный газ;

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

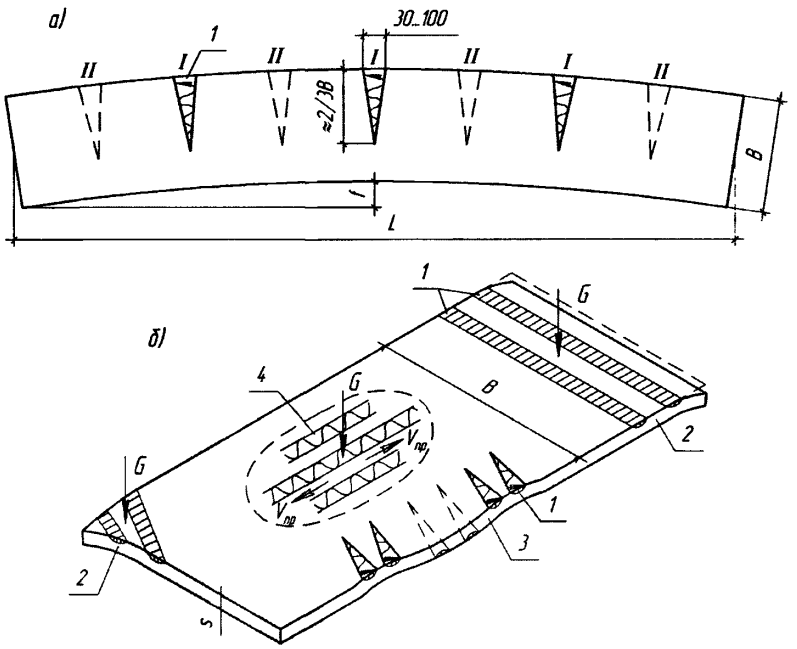
- приложение статических усилий домкратами или пригрузом при термомеханической правке в случае остывания металла ниже 600 °С не допускается (кроме предварительных усилий, приложенных в процессе нагрева);

- термическая и термомеханическая правка конструкций из термообработанных низколегированных сталей допускается только при положительной температуре окружающего воздуха и металла. Горячекатаные стали допускается править при температуре не ниже минус 15 °С;

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

7.7 Саблевидность листа, полосы или элемента конструкции правят термическим способом с нагревом «клиньев» с выпуклой стороны элемента по схеме на рисунке 9, *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 составляют 30—100 мм в основании. Нагрев клина проводят 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 9, *а*).

7.8 Волнистость толстого листа (20 мм и более), «бахрому» по кромке и выпучивания («хлопуны») выправляют преимущественно термомеханическим способом с приложением статических усилий и наметкой зон нагрева по схемам, приведенным на рисунке 9, *б*. Металл во всех случаях необходимо нагревать с выпуклой стороны.



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 9 – Правка деформированных листов

Принципы термической и термомеханической правки, изложенные в 7.6–7.8, справедливы также для правки сортового и фасонного проката.

Данные по эффективной мощности пламени горелки приведены в таблице 25 настоящего стандарта организации.

7.9 Металлопрокат перед запуском в производство должен быть в обязательном порядке очищен от прокатной окалины и возможной ржавчины на поточных линиях согласно указаниям 7.1, при этом допускается, по решению завода, после очистки металлопроката выполнять в одном потоке и консервацию проката грунтовкой толщиной около 15–20 мкм. По зонам выполнения резки, а также стыковых швов и угловых швов тавровых и нахлесточных соединений консервирующая грунтовка подлежит полному удалению абразивным кругом.

Консервация металлопроката должна выполняться быстросохнущими грунтовками; марки консервирующих грунтовок, методы и основные технологические параметры нанесения этих грунтовок выполняют по указаниям норм регламентов на окраску и соответствующего Стандарта.

Разметка и маркировка стали, деталей и готовой продукции

7.10 Для разметки деталей используют рулетки измерительные металлические со штриховыми шкалами по точности не ниже 2-го класса по ГОСТ 7502, линейки измерительные металлические со штриховыми шкалами длиной 300, 500, 1000 мм по ГОСТ 427, штангенрейсмасы по ГОСТ 164, угольники поверочные по ГОСТ 3749, угломеры с нониусом по ГОСТ 5378 и др. (приложение Г).

Контроль измерительного инструмента в соответствии с требованиями соответствующих стандартов должен производиться заводской лабораторией или ОТК завода-изготовителя металлоконструкций. Все указанные средства измерений должны иметь свидетельства о поверке Государственным региональным ЦСМ.

При разметке и контроле деталей длиной более 10 м рулетками РЗ-20, РЗ-30 и РЗ-50 следует пользоваться одной и той же рулеткой, прошедшей указанный контроль.

7.11 При разметке необходимо учитывать припуски на резку, механическую обработку и усадку от сварки по указаниям конструкторско-технологической заводской документации с учётом рекомендаций по Приложению В.

7.12 Если необходимо изготовить несколько одинаковых деталей (более 5), то вычерчивают и изготовляют приспособление-шаблон. Перенос размера с шаблона на металл называется наметкой. При изготовлении деталей отправочных марок для наметки и выполнения ряда технологических операций следует применять различные типы шаблонов и приспособлений, изготовляемых по соответствующей заводской технологической документации.

7.13 Для обеспечения идентификации готовой продукции завод - изготовитель металлоконструкций наносит маркировку ударными клеймами:

- на деталях, изготовляемых на станках, оборудованных «машинной» маркировкой;
- шифры (обозначение) отправочных марок и монтажных элементов;
- номера заводских заказов;
- марки и номера плавок стали.

Решение о дополнительном применении маркировки ударными клеймами сверх перечисленного принимает завод - изготовитель конструкций и отражает в своей технической документации.

Маркировку полуфабриката, возврата, заводских сварных швов и шифры сварщиков, а также деталей нерасчетных элементов конструкций следует выполнять несмываемыми надписями маркеров, каплеструйным маркиратором и др.

Места постановки марок стали и номеров плавок, наносимые ударными клеймами, 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 конструкций. Вышеуказанную информацию следует фиксировать в актах-предъявках и сохранять в архиве ОТК завода - изготовителя в течение всего срока службы пролётного строения.

Механическая и термическая резка стали

7.14 Механическую резку низколегированного стального проката на ножницах допускается проводить только при положительной температуре воздуха и металла. Кромки после резки на ножницах должны быть ровными, без трещин, заусенцев и завалов, превышающих 0,3 мм.

7.15 При механической резке сортового и фасонного проката на фрезерно-отрезных станках параметры режимов резания следует устанавливать по паспортным данным эксплуатируемого на предприятии оборудования.

7.16 Для раскроя стального листа и вырезки деталей любой формы допускается применять термическую резку:

- газокислородную машинную и ручную;
- кислородно-плазменную машинную и ручную;
- лазерную машинную.

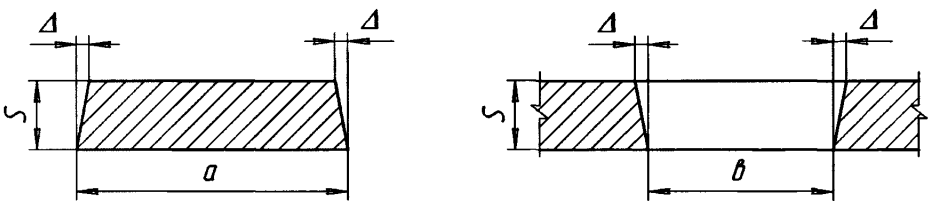
При газокислородной резке толщина разрезаемого проката не ограничивается; лазерной резкой при изготовлении мостовых конструкций допускается резать лист толщиной до 20 мм включительно, а кислородно-плазменной резкой – до 50 мм включительно.

7.17 Термическую резку стального проката следует выполнять в закрытых отапливаемых цехах при положительной температуре металла и окружающего воздуха. Рабочие, занятые на термической резке, должны иметь профессиональную квалификацию, соответствующую необходимому уровню трудовых функций, определенную по профессиональному стандарту для данного вида деятельности.

7.18 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.

7.19 При машинной термической резке неперпендикулярность кромок, шероховатость поверхности реза и точность вырезаемых деталей должны соответствовать требованиям таблиц 2, 3, 4 и 7 настоящего стандарта организации.

7.20 Наибольшие значения неперпендикулярности Δ (рисунок 10) для несвободных кромок не должны превышать норм, указанных в таблице 3. Неперпендикулярность поверхности реза для свободных кромок должна быть не более 3 мм для любой толщины металла.



Δ – величина неперпендикулярности;
а – охватываемый размер заготовки, детали;
в – охватывающий размер заготовки, детали

Рисунок 10 – Неперпендикулярность поверхности реза

7.21 Шероховатость поверхности реза определяют высотой неровностей R_z и измеряют на базовой длине ℓ = 8 мм по 10 точкам. Наибольшие значения шероховатости в зависимости от толщины разрезаемого металла не должны превышать норм, указанных в таблицах 4 и 5.

Радиус оплавления верхних кромок не должен превышать 2 мм.

Точность вырезаемых заготовок и деталей принимают по таблице 7.

Т а б л и ц а 3 – Допускаемая неперпендикулярность несвободных кромок при машинной термической резке

Толщина металла, мм	Значения Δ, мм	
	при горизонтальном зазоре в соединении	при вертикальном зазоре в соединении
6–12	1	0,5
14–50 и более	2	1

Т а б л и ц а 4 – Допускаемая шероховатость поверхности реза при машинной газокислородной и кислородно-плазменной резке

Класс шероховатости по ГОСТ 14792	Категория кромок по таблице 6	Способ резки	Значения шероховатости, R_z, мкм, при толщине разрезаемого металла, мм		
			6–12	14–30	32–60*
1	I	Газокислородная	50	60	70
		Кислородно-плазменная	50	60	70
2	II	Газокислородная	80	160	250
		Кислородно-плазменная	100	200	320
3	III, IV	Газокислородная	160	250	500
		Гислородно-плазменная	200	320	600
* Для кислородно-плазменной резки толщина разрезаемого металла S = 32–40 мм.					

Т а б л и ц а 5 – Допускаемая шероховатость поверхности реза при машинной лазерной резке

Класс шероховатости по ГОСТ 14792	Категория кромок по таблице 6	Способ резки	Значения шероховатости, R_z, мкм, при толщине разрезаемого металла, мм	
			6–12	14–20
1	I	Лазерная	50	60

7.22 Рекомендуемые режимы машинной газокислородной, кислородно-плазменной и лазерной резки приведены в Приложении Б. Указанные режимы резки могут уточняться по указаниям технической документации на конкретное оборудование и с учётом нормалей предприятий, эксплуатирующих данное оборудование.

7.23 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 ОТК завода, а также с помощью контактных щуповых приборов (профилометров и профилографов).

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

7.24 Кромки деталей мостовых конструкций разделяют на четыре категории согласно указаниям таблицы 6.

Требования к обработке и качеству кромок каждой категории в зависимости от типа кромок, входящих в данную категорию, приведены в таблице 6 настоящего стандарта организации.

7.25 Отдельные выхваты на кромках после термической резки допускается устранять механической обработкой с соблюдением требований 7.28, при этом на свободных кромках, не подлежащих сварке, 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 и в соответствии с требованиями раздела 11 настоящего стандарта организации , а также ГОСТ 8713 (сварка под флюсом), ГОСТ 14771 (сварка в защитных газах) и ГОСТ 5264 (ручная дуговая сварка).

Допускается исправлять кромки заваркой дефектных мест в соответствии с указаниями Б.7 приложения Б настоящего стандарта организации.

Контроль качества кромок после машинной термической резки следует проводить согласно указаниям Б.8 приложения Б настоящего стандарта организации.

Строгание, фрезерование, обработка кромок

7.26 Строгание и фрезерование деталей мостовых конструкций следует производить в следующих случаях: 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; для обеспечения плотного касания рабочих плоскостей, передающих усилия сжатия.

7.27 В зависимости от требований к качеству кромок с учетом характера работы элементов конструкций на стадии эксплуатации, кромки разделены на четыре категории (см. таблицу 6). 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 таблицы 6 настоящего стандарта организации.

7.28 Механическую обработку кромок после резки на ножницах или ручной газокислородной резки следует 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 проплавляемых 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_z40—80 мкм. Шероховатость полностью проплавляемых кромок после строгания и фрезерования не должна превышать R_z300 мкм.

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

7.29 Прокатные (продольные) кромки полосовой и универсальной стали, поставляемой по ГОСТ 103 и ГОСТ 82, допускается не подвергать механической обработке, если они удовлетворяют требованиям таблицы 6 настоящего стандарта организации.

Прокатные кромки толстолистового проката подлежат обработке (удалению); способ обработки данных прокатных кромок принимает завод - изготовитель конструкций.

Таблица 6 – Категории и типы кромок. Требования к качеству

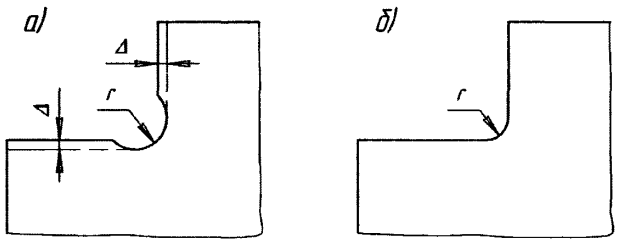
Категория кромок	Тип кромок, входящих в данную категорию	Требования к обработке и качеству кромок		
		после термической резки вручную	после резки на механических ножницах и штамповки	после машинной газокислородной, лазерной и кислородно-плазменной резки
I	Свободные кромки: продольные и косых концевых резов деталей, работающих на растяжение; растянутые у изгибаемых элементов, в том числе у продольных рёбер жесткости в растянутой зоне балок; продольных полосовых рёбер ортотропных и ребристых плит; деталей, образующих деформационные швы	Механическая обработка по 7.28 настоящего стандарта организации		Допускаются без механической обработки при обеспечении точности деталей по таблице 8 и шероховатости поверхности реза 1-го класса для конструкций обычного и северного исполнений А и Б по таблицам 4 и 5 настоящего стандарта организации

Окончание таблицы 6

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 газокислородной, лазерной и кислородно-плазменной резки
II	Свободные кромки монтажных элементов (фасонок, стыковых накладок, рыбок, соединительных планок); свободные кромки косых резов всех деталей из фасонного проката, работающих на растяжение	Механическая обработка по 7.28 настоящего стандарта организации		Допускаются без механической обработки при обеспечении точности по табл.8 и шероховатости поверхности реза не ниже 2-го класса по таблицам 4 и 5 настоящего стандарта организации
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	Механическая обработка по 7.28 настоящего стандарта организации		Допускаются без механической обработки при обеспечении точности деталей по таблице 8 и шероховатости поверхности реза не ниже 2 класса для конструкций северного исполнений А и Б и 3 класса – обычного исполнения по таблицам 4 и 5 настоящего стандарта организации
	2.Несвободные кромки, не полностью проплавляемые при сварке в поперечных балках ортотропных плит в местах пересечения с продольными рёбрами			
	3. 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 7.28 настоящего стандарта организации	Допускаются без механической обработки при обеспечении требуемой точности по таблице 8 и качества кромок по 7.14 и 7.15 настоящего стандарта организации	Допускаются без механической обработки при обеспечении точности деталей по таблице 8 и шероховатости поверхности реза не ниже 3-го класса по таблицам 4 и 5 настоящего стандарта организации
IV	1. Несвободные кромки, полностью проплавляемые 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 проплавляемые при сварке, в том числе поперечных (вертикальных) ребер жесткости и деформационных швов	Механическая обработка по 7.28 настоящего стандартаорганизации		Допускаются без механической обработки при обеспечении требуемой точности деталей и проектной разделки кромок под сварку

7.30 Скругленные вырезы по торцам продольных ребер в растянутых зонах балок (рисунок 11, *а*) следует выполнять со сверлением у вершины входящего угла отверстия диаметром не менее 25 мм. Допускается штамповка вырезов с последующей механической обработкой. При машинной газокислородной, кислородно-плазменной или лазерной резке обработка кромок выреза не требуется, если качество реза удовлетворяет требованиям категории I по таблице 6 (рисунок 11,*б*).

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 11, *б*).



а – вырезы, образованные сверлением и штамповкой, а также сверлением и машинной газокислородной, кислородно-плазменной и лазерной резкой;

б – вырезы, образованные машинной газокислородной, кислородно-плазменной и лазерной резкой;

Δ – зона обработки при применении штамповки (Δ = 2—4 мм)

Рисунок 11 – Вырезы в углах деталей

Образование отверстий

7.31 Отверстия в элементах мостовых конструкций 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. Допускаются расточка и машинная термическая резка отверстий иного назначения диаметром 50 мм и более с обеспечением точности и чистоты поверхности в соответствии с таблицами 4 и 7. В прокладках толщиной до 8 мм включительно, участвующих во фрикционных соединениях, допускается выполнение отверстий машинной кислородно-плазменной резкой с допуском на диаметр отверстий + 2 мм (овальность до 2 мм).

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

7.33 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 7.

7.34 Просверленные или рассверленные отверстия, а также отверстия, образованные машинной термической резкой, должны иметь цилиндрическую форму. Шероховатость поверхности должна соответствовать R_z40–80. Отклонения по диаметру, овальности, глубине зенковки и косине отверстий не должны превышать допусков, приведенных в таблице 7.

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.

7.35 Продавливание отверстий в основных несущих конструкциях мостов не допускается.

Разрешается продавливание отверстий на полный диаметр при толщине проката до 16 мм из малоуглеродистой стали и до 12 мм – из низколегированной стали в деталях следующих конструкций 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.

Т а б л и ц а 7 – Требования к отверстиям болтовых и фрикционных соединений

Наименование соединений и отклонений	Номинальные диаметры отверстий и допуски, мм, под болты с резьбой			
	М18	М22	М24	М27
Стыки и прикрепления 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

Правка и гибка деталей

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

7.37 Полотнища с поперечными стыковыми швами допускается править на листоправильных машинах при условии, что толщина листа не превышает 40 мм, а величина усиления швов $g \leq 2$ мм. После правки такие сварные швы подвергают контролю методом УЗД в объеме 100 % с обязательным фиксированием результатов контроля. Рекомендуется многопроходная правка (но не более шести проходов) с постепенным уменьшением зазора между рядами валков до верхнего предела номинальной величины.

Полотнища с переломами («домиками») в поперечных сварных стыках, превышающими 3 мм на базе 400 мм, править в холодном состоянии на вальцах не допускается. Переломы надлежит выправлять термическим или термомеханическим способами.

Полотнища с продольными стыковыми швами допускается править после снятия усиления швов с обеих сторон заподлицо с основным металлом. Раскатка усилений швов валками запрещается.

7.38 Холодную гибку деталей разделяют на два вида – по радиусу и в угол. Гибку металлопроката и деталей мостовых конструкций по радиусу допускается выполнять до положения, при котором величина допускаемого минимального радиуса r не превышает значений, указанных в таблице А.2 приложения А.

Величина пружинения при гибке деталей в зависимости от толщины заготовок для стали с $\sigma_т$ = 400 МПа приведена в таблице А3 приложения А. Разрешается величину пружинения определять опытным путем на первых деталях.

7.39 При гибке в угол на кромкогибочных прессах и в штампах деталей из листового проката для сталей с нормативным пределом текучести до 400 МПа внутренний радиус должен быть не менее 1,2S для конструкций автодорожных мостов и не менее 1,5S для конструкций железнодорожных мостов (S – толщина листа).

При гибке в угол деталей из низколегированных сталей с пределом текучести до 400 МПа, после резки их на ножницах, кромки деталей, пересекающие линию гиба, необходимо подвергнуть механической обработке, а углы скруглить радиусом не менее 2,0 мм или снять фаску 1,5—2 мм. Линию гиба рекомендуется располагать поперек прокатных волокон листа.

7.40 Гибку деталей *в угол* мостовых конструкций, эксплуатируемых в районах с расчетной температурой ниже минус 40 °С и до минус 65 °С включительно, а также конструкций из сталей с нормативным пределом текучести более 400 МПа и толщиной более 10 мм разрешается выполнять только в горячем состоянии.

7.41 Холодную гибку металлопроката толщиной 6–10 мм для изготовления трапециевидных профилей следует выполнять на кромкогибочных станках. Величину внутреннего радиуса гибки следует принимать не менее 3S для конструкций обычного исполнения и не менее 4S для северного А и Б исполнений (S – толщина проката для трапециевидного профиля).

Профили стальные холодногнутые трапециевидные равносторонние для ребер плит и балок стальных мостов изготовляют из отечественных сталей класса прочности не ниже С345, указанных в таблице 2 настоящего стандарта организации. Марку стали для конкретного объекта указывает проектная организация. Допускается применение готового импортного холодногнутого трапециевидного профиля после проверки качества проката и проведения комплексных исследований контрольных сварных соединений из сталей разных марок (отечественных и импортных) в специализированной научно-исследовательской организации.

7.42 Высадка деталей из термически упрочненной стали, в том числе из стали с пределом текучести более 400 МПа, не допускается. Гибку и правку указанных деталей толщиной более 10 мм в горячем состоянии следует выполнять в диапазоне температур от 650 °С до 700 °С. Температуру нагрева допускается определять визуально по цвету каления, от темного вишнево-красного до вишнево-красного, с последующей проверкой ее контактным термометром типа ТК-5 или пирометром. Рабочие, выполняющие гибку деталей в горячем состоянии, должны иметь профессиональную квалификацию, соответствующую необходимому уровню трудовых функций, определенную по профессиональному стандарту для данного вида деятельности.

Приемка и контроль качества деталей и монтажных элементов

7.43 Приемку и контроль качества деталей, поступающих на сборку, осуществляет ОТК завода. Приемку и контроль качества монтажных элементов, не участвующих в заводской сборке (относящихся к готовой продукции), осуществляют ОТК и инспекция. Приемке и контролю качества подлежат 100 % элементов.

7.44 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.

7.45 Расслой на свободных кромках глубиной до 8 мм и дефекты на поверхности листа, не превышающие допуска на толщину проката, допускается удалять механической обработкой (см. раздел 14).

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 на новый прокат с приваркой его в соответствии с требованиями раздела 10. Минимальная ширина привариваемого листа – 300 мм.

7.46 Качество кромок деталей и монтажных элементов должно соответствовать требованиям 7.25, 7.27–7.30 и таблицы 6.

Острые свободные кромки, подлежащие грунтованию и окраске, следует скруглять радиусом не менее 2 мм; допускается притуплять указанные кромки фаской 1,5–2,0 мм со скруглением углов (с плавными переходами) абразивным инструментом. Острые свободные кромки деталей из атмосферостойкой стали марки 14ХГНДЦ по ГОСТ 55374 и СТО 13657842-1, не подлежащие окраске, следует скруглять радиусом не менее 0,3 мм для автодорожных мостов и не менее 0,5 мм для железнодорожных и пешеходных мостов; допускается притуплять свободные кромки из стали 14ХГНДЦ фаской 1,0 мм со скруглением углов абразивным инструментом.

7.47 Предельные отклонения от проектных линейных размеров деталей, монтажных элементов* и расположения отверстий не должны превышать указанных в таблице 8, если в чертежах КМ и КМД не оговорены дополнительные ограничения.

7.48 Предельные отклонения от геометрической формы деталей и монтажных элементов* должны соответствовать требованиям таблицы 9, если в чертежах КМ и КМД не оговорены дополнительные ограничения.

Т а б л и ц а 8 – Предельные отклонения от проектных линейных размеров деталей, монтажных элементов* и отверстий после обработки

В миллиметрах

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-строгальном или фрезерном станках	±1,0	±1,0	±1,5	±2,0	±2,5	±3,0
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

*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.

Окончание таблицы 8

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.
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
Примечание – Для свободных кромок по пунктам 1—5 допускается отклонение до +5 мм.						

Таблица 9 – 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 очертания при сварке:	
встык	1,5
внахлестку	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	2,0
в горячем состоянии	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	0,15S
свыше 20	3,0
7. Эллиптичность (разность диаметров окружностей в сечении) в габаритных листовых конструкциях – преимущественно трубчатых сваях (диаметр окружности D):	
вне стыков	0,005D
в монтажных стыках	0,003D

8 Сборка отправочных марок и подготовка заводских соединений под сварку

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.

Конструкции с комбинированными болто-сварными соединениями собирают на технологических оправках и высокопрочных болтах по ГОСТ 32484.1, 32484.3, 32484.5 или ГОСТ Р 53664 с предварительной затяжкой высокопрочных болтов на усилие ≈ 70 % проектного. После выполнения всего комплекса сварочных работ, высокопрочные болты в таких конструкциях затягивают на проектное усилие (на 100 %) согласно чертежам КМ и СТП 006—97.

Конструкции с чисто фрикционными соединениями на высокопрочных болтах (в узлах отсутствует сварка) собирают также с применением технологических оправок и высокопрочных болтов по указанным в предыдущем абзаце национальным стандартам с предварительной затяжкой болтов на усилие ≈ 90 % проектного. После проверки линейных размеров и геометрической формы собранной на болтах конструкции, высокопрочные болты затягивают (тарируют) на проектное усилие (на 100 %) согласно чертежам КМ.

В конструкциях стальных пролётных строений допускается применять высокопрочные болты как без покрытия («черные» болты), так и болты с антикоррозионным покрытием. Подготовку, постановку и натяжение высокопрочных болтов без покрытия («чёрных» болтов) следует выполнять по указаниям СП 46.13330, а болтов с покрытием – по указаниям технических условий или стандартов организации предприятия–изготовителя высокопрочных болтов.

В каждом фрикционном соединении на высокопрочных болтах следует контролировать усилие натяжения высокопрочных болтов. Количество высокопрочных болтов, подлежащих контролю натяжения в узлах фрикционных соединений, следует определять по таблице 10.

Таблица 10 – Количество высокопрочных болтов, подлежащих контролю в узлах фрикционных соединений

Количество болтов в соединении, шт.	Количество болтов, подлежащих контролю на мостах	
	автодорожных	железнодорожных и пешеходных
2–4	2 шт.	100 %
5–19	3шт.	5 шт.
20 и более	15 %	25 %

В сборочной оснастке следует предусматривать беспрепятственную постановку электроприхваток, а в сборочно-сварочной – наложение сварных швов.

8.2 В технологию изготовления отправочных марок стальных конструкций мостов следует включать ряд технологических операций в следующей последовательности выполнения:

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) приемка отправочной марки ОТК предприятия и инспекцией.

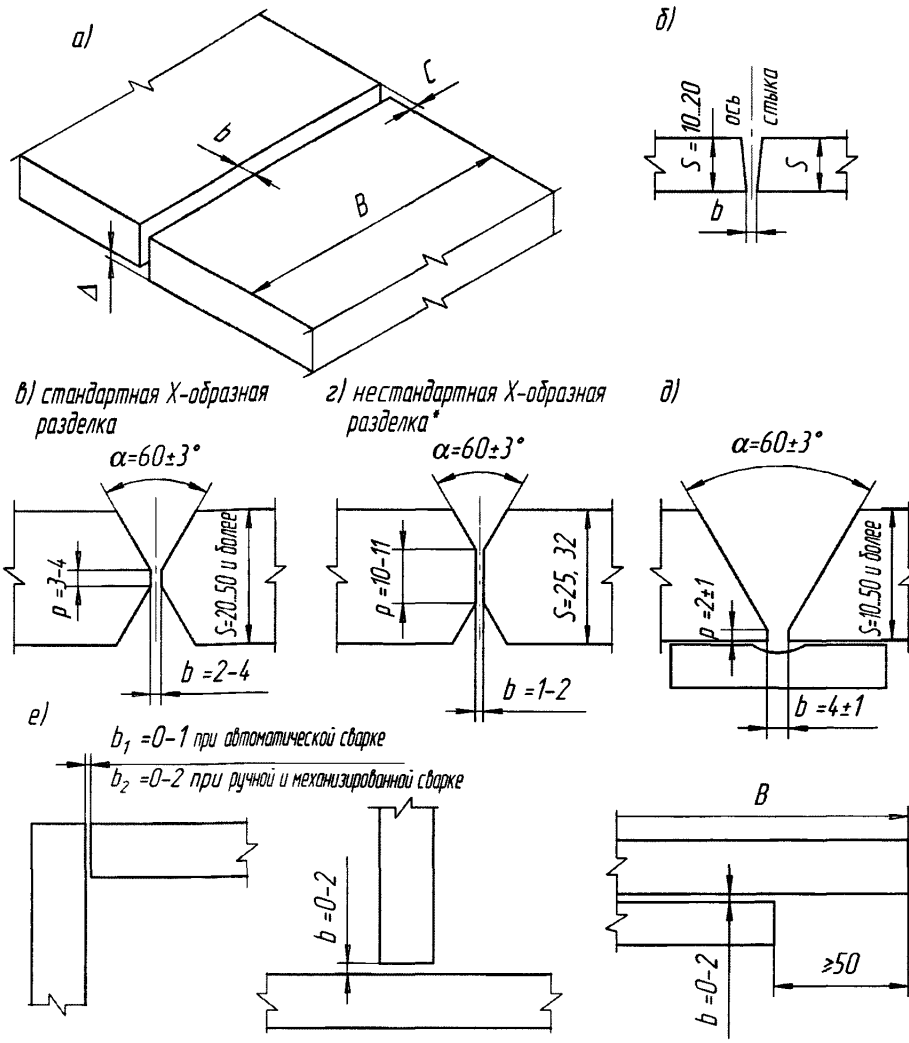
При сборке под сварку элементов с несимметричными сечениями рекомендуется использовать оснастку, которая позволяет жестко фиксировать предварительные выгибы деталей для компенсации деформаций от сварки.

Детали, поступающие на сборку, должны быть приняты в соответствии с требованиями 7.43—7.48 настоящего стандарта организации.

8.3 При сборке полотнищ для стыковой двусторонней автоматической сварки под плавлеными и/или керамическими флюсами на подушке из этих же флюсов зазоры *b* в стыках для проката толщиной *S* = 10–20 мм включительно без разделки кромок (рисунок 12, *а, б*) из сталей по ГОСТ 6713, ГОСТ Р 55374 и СТО 13657842-1-2009 должны быть в пределах 0–3 мм; при этом номинальная величина зазора в стыке зависит от толщины листа *S* по таблице 11.

Т а б л и ц а 11 – Зазоры в стыках толщиной 10–20 мм без разделки кромок под двустороннюю автоматическую сварку под флюсом проката по ГОСТ 6713, ГОСТ Р 55374 и СТО 13657842-1–2009

Тип соединения и подготовка кромок	Толщина проката *S*, мм	Зазор в стыке *b*, мм
Стыковое *S* = 10–20 мм без разделки кромок	10–14	1 ± 1
	16–20*	2 ± 1
* Стыки толщиной 20 мм допускается выполнять как без разделки кромок, так и со стандартной Х-образной разделкой кромок		



Соединения: *а* – стыковое;

б – стыковое с неперпендикулярными кромками;

в – стыковое со стандартной Х-образной разделкой кромок;

г – стыковое с нестандартной Х-образной разделкой кромок;

д – стыковое с V-образной разделкой кромок на подкладке;

е – угловое, тавровое, нахлесточное;

Δ – депланация; *С* – уступ по торцам кромок; *b* – зазор; *р* – притупление;

В – ширина пояса;

* Для конструкций автодорожных мостов, путепроводов и эстакад обычного исполнения

Рисунок 12 – Параметры подготовки кромок и допуски при сборке соединений под сварку

Для стыков толщиной 20–50 мм и более, собираемых со стандартной Х-образной разделкой кромок (рисунок 12, *в*) и выполняемых двусторонней автоматической сваркой под флюсом, номинальные размеры зазоров должны быть в пределах 2–4 мм, т. е. (3 ± 1) мм, также независимо от применяемых марок сталей и сварочных флюсов.

Для стыков толщиной 25 и 32 мм конструкций автодорожных мостов, путепроводов и эстакад обычного исполнения допускается нестандартная Х-образная разделка кромок по рисунку 12, *г*,

при этом сварочный зазор в этих стыках должен быть в диапазоне 1–2 мм по всей длине стыка. Применение нестандартной Х-образной разделки кромок по рисунку 12, *г* допускается только после выполнения указаний к таблице Л.12 приложения Л настоящего стандарта организации.

Допускается выполнять стыки толщиной 10–50 мм и более с V-образной разделкой кромок односторонней автоматической сваркой под флюсом по подварке корня шва на съемной или остающейся подкладке (по указанию чертежей КМ), при этом сварочный зазор в этих стыках должен быть в диапазоне 3–5 мм по всей длине стыка (рисунок 12, *д*).

Подлежащие сварке кромки листов должны быть прямолинейными. Уступы из плоскости соединения (депланация Δ) не должны превышать 0,1 толщины стыкуемых листов, но не более 2 мм (рисунок 12, *а*).

Уступы в плоскости соединения по торцам листов для свободных кромок, например поясов двутавровых, L-образных и коробчатых балок (кроме коробчатых элементов решетчатых ферм) без примыкания к ним ребристых и ортотропных плит $C \leq 3$ мм – для поясов шириной до 450 мм и $C \leq 4$ мм – для поясов шириной более 450 мм (рисунок 12, *а*).

Уступы кромок по торцам листов в соединениях, входящих в замкнутый контур, в т. ч. числе поясов балок и коробок, примыкающих встык к ребристым и ортотропным плитам, не должны превышать $C \leq 2$ мм (рисунок 12, *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 12, *б*).

Сборку стыковых соединений под автоматическую и механизированную сварку в смеси защитных газов, а также под механизированную сварку под флюсом выполняют по указаниям соответствующих таблиц рекомендуемых режимов сварки (см. приложение Л, графы – «форма подготовленных кромок»).

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 12, *е*). Уступы в зонах монтажных стыков при сборке коробчатых элементов ферм должны быть не более 1 мм.

Все неровности и местные уступы, имеющиеся на деталях и препятствующие правильной сборке конструкций, следует до сборки устранять повторной правкой или зачисткой абразивным инструментом. При зазорах в тавровых соединениях 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.).

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 согласно чертежам КМ, не должны быть смещены один относительно другого для связей и прочих элементов более чем на 1 мм по всей их длине.

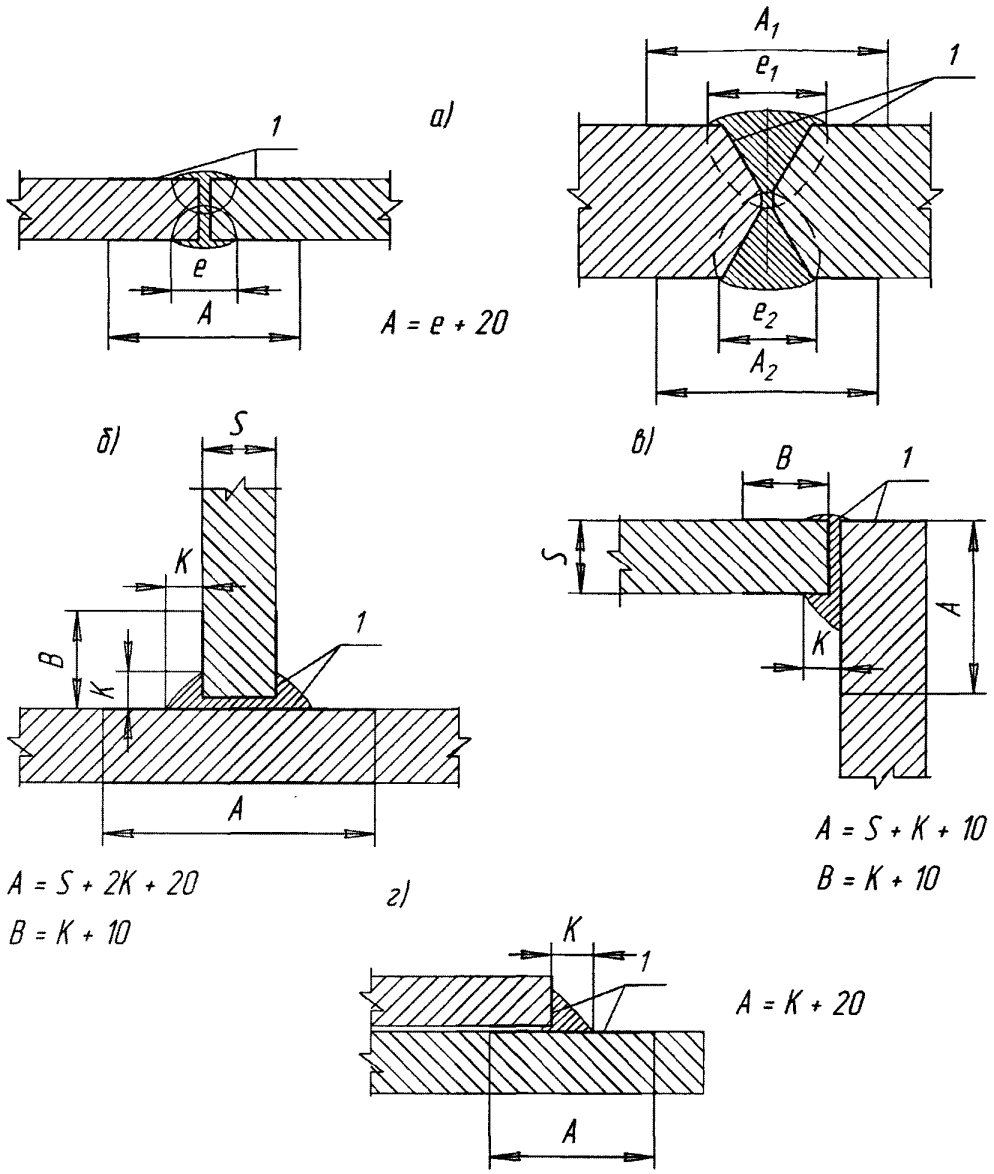
8.7 Кромки деталей под сварку обрабатывают в зависимости от принятого в чертежах КМ и КМД способа сварки в соответствии с требованиями ГОСТ 8713 и 11533 (сварка под флюсом), ГОСТ 14771 и 23518 (дуговая сварка в защитном газе), ГОСТ 5264 и 11534 (ручная дуговая сварка), а также технологическими особенностями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

Способ обработки кромок под сварку, в т. ч. кромок под монтажную сварку, должен обеспечивать геометрические параметры их подготовки 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 13). Способ очистки определяет завод-изготовитель.

Сборку стыковых, угловых, тавровых и нахлесточных соединений под сварку следует выполнять с помощью электроприхваток.



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

Рисунок 13 – Зачистка кромок и поверхности металла перед сваркой соединений

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 – катет 3–4 мм, но не более 50 % катета углового шва, длина 50–80 мм.

Расстояния между прихватками следует принимать 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.

При сборке тавровых соединений (в том числе 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 полотнища (стенки балки или настильного листа плиты) прихватки длиной по 100 мм надлежит располагать непосредственно на пересечении стыкового шва с обеих сторон ребра.

8.9 К металлу прихваточных швов предъявляют такие же требования, как и к металлу основных швов. Прихватки в стыковых, тавровых, угловых и нахлесточных соединениях следует выполнять механизированной сваркой в смеси защитных газов или ручной дуговой сваркой. При применении механизированной сварки в смеси защитных газов используют сварочные проволоки по таблице 12. При применении ручной дуговой сварки используют электроды типа Э50А по таблице 13, диаметр электродов – 3–4 мм; ток постоянный, обратной полярности.

8.10 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.

8.11 При сборке под автоматическую, механизированную и ручную дуговую сварку по свободным концам стыкуемых деталей необходимо приваривать выводные планки.

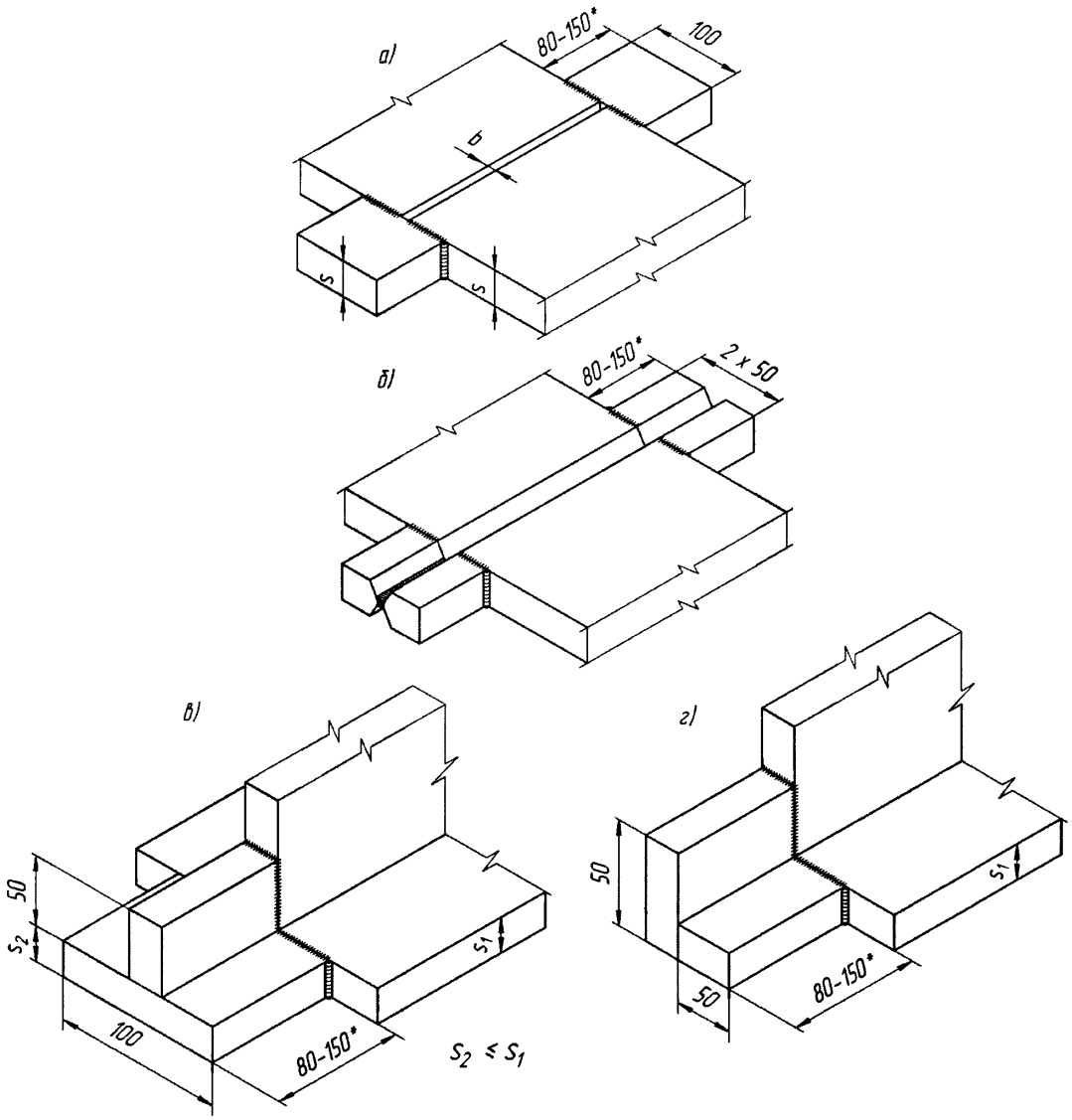
В стыковых соединениях без разделки кромок, свариваемых двухсторонними автоматными швами, допускается применение сплошных выводных планок из листа той же толщины, что и у стыкуемых деталей (рисунок 14, *а*).

В стыковых соединениях с разделкой кромок, а также в угловых, тавровых и нахлесточных соединениях следует применять разъемные (сборные) выводные планки (рисунок 14 *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 14).

Выводные планки к свариваемым деталям приваривают по одной (верхней) плоскости и по торцам. Сварка – механизированная в смеси защитных газов или ручная, теми же материалами, которыми выполняются и электроприхватки (см. 8.9). Допуски на точность установки планок следует принимать, как для свариваемых деталей.

Выводные планки следует изготовлять из стали марок, примененных в основных конструкциях. После сварки планки срезают газовой резкой с последующей зачисткой кромок абразивным инструментом. Не допускается отбивать планки ударами кувалды или отламывать, прилагая механические усилия.



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

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

Рисунок 14 – Выводные планки

8.12 При разметке монтажных отверстий, установке ребер жесткости, фасонок продольных связей и других деталей в случае, когда после этих операций производят сварку, необходимо учитывать укорочение отправочной марки от усадки в продольных и поперечных сварных швах.

Припуски по длине деталей на усадку от сварки определяют расчётом или принимают по таблицам, составленным на основании расчётов и опытно-статистических данных. Ориентировочные размеры припусков на усадку от сварки приведены в приложении В.

8.13 Сборку и приварку перекрещивающихся между собой ребер жесткости в любых заводских отправочных марках следует выполнять в такой последовательности:

1) установка и приварка к листу ребер жесткости, не прерывающихся в местах пересечения (как правило, продольных);

2) установка на электроприхватках рёбер жёсткости, примыкающих к непрерывным рёбрам (перекрёстных рёбер жесткости);

3) приварка рёбер жесткости друг к другу в местах пересечения;

4) приварка к листу перекрестных рёбер жесткости.

8.14 При перекантовке и транспортировании собранных, но не сваренных отправочных марок не допускаются изменение их формы и остаточное деформирование. Перенос и перекантовка марок тяжелых и крупногабаритных конструкций, собранных только на прихватках, без применения приспособлений (траверс), обеспечивающих неизменяемость их формы, не допускаются.

При сборке основных несущих конструкций пролётных строений мостов и их транспортировке из цеха в цех (до цеха окраски) допускается, в порядке исключения, приварка технологических и транспортировочных приспособлений с последующим их удалением газовой резкой. После удаления сборочных и транспортировочных приспособлений следует тщательно зачистить абразивным инструментом места приварки приспособлений заподлицо с основным металлом или на глубину не более 1,0 мм. Риски от абразива должны быть направлены вдоль продольной кромки элемента.

8.15 Пооперационный контроль качества сборочных операций и окончательную приемку собранной конструкции под сварку ведет 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 проводить зачистку собранных под сварку стыковых соединений непосредственно над флюсовой подушкой, а также при положении элемента, когда все загрязнения могут попадать в сварочные зазоры.

9 Требования к сварочным материалам и оборудованию

9.1 Для заводских сварных соединений мостовых конструкций следует применять марки сварочных материалов, перечень которых приведен в таблицах 12 и 13. Комбинацию марок сварочных материалов для определённого способа сварки следует выбирать с учётом класса прочности и марки применяемой стали, типа сварного соединения и исполнения конструкции (обычного, северного А или северного Б).

Выделяют следующие виды сварочных материалов по группе технических устройств опасных производственных объектов (ТУ ОПО) «КСМ»:

1) флюсы сварочные плавленые и керамические (Ф);

2) сварочные проволоки сплошного сечения (Пс);

3) сварочные порошковые (металлопорошковые) проволоки (Пп);

4) электроды плавящиеся (Эп);

5) активные смеси защитных газов (Гз).

Каждая марка сварочных материалов (СМ), применяемая заводом-изготовителем конструкций, должна иметь Свидетельство НАКС об аттестации данной марки и диаметра СМ по группе ТУ ОПО «КСМ» (см. 11.8 настоящего стандарта организации) каждого производителя этой марки сварочного материала.

Сварочные материалы должны быть упакованы согласно требованиям соответствующих нормативных документов на изготовление СМ и должны иметь сертификаты предприятия—изготовителя, удостоверяющие их качество.

Сертификат качества производителя сварочного материала, а также каждая поступившая марка и диаметр сварочного материала, проверяются 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 путем сварки КСС с оформлением акта сварки КСС по форме приложения К настоящего стандарта организации, и испытаний соответствующих образцов из заваренных КСС согласно указаниям 11.9 настоящего стандарта организации.

Применение марок сварочных материалов отечественных и зарубежных производителей, не указанных в таблицах 12 и 13, допускается только после проведения комплексных исследований таких сварочных материалов в специализированной организации, разработавшей настоящий стандарт организации, 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».

9.2 Качество сварочных материалов, проверенное на КСС, должно соответствовать требованиям соответствующего стандарта и/или ТУ предприятий-изготовителей (производителей) на отдельные марки сварочных материалов. Указанные ТУ должны быть согласованы со специализированной научно-исследовательской организацией, разработавшей настоящий стандарт организации.

9.3 Если после вскрытия заводской упаковки с неомедненной сварочной проволокой на её поверхности обнаружена ржавчина, то применять такую проволоку для сварочных работ не допускается.

Поверхность неомедненной сварочной проволоки сплошного сечения перед намоткой в кассеты необходимо очищать от жиров, технологической смазки и других загрязнений соответствующей обработкой (очисткой). Разрешается очищать неомедненную проволоку от указанных загрязнений, пропуская ее через специальные устройства с фетровыми прокладками с последующей проверкой качества очистки проволоки; контроль – наличие/отсутствие загрязнений на бумажной салфетке.

Для автоматической сварки стыковых соединений в нижнем положении и угловых швов тавровых соединений в положении «в лодочку» следует применять сварочную проволоку диаметром 4,0 или 5,0 мм. Для автоматической сварки угловых швов в положении «в угол» и для механизированной сварки любых соединений следует применять сварочную проволоку диаметром 1,2—2,0 мм.

Очищенную и намотанную в кассеты сварочную проволоку сплошного сечения необходимо хранить в сухом помещении при температуре воздуха не ниже 15 °С. Корпус кассет рекомендуется окрашивать в различные цвета в зависимости от марки проволоки, а на видимой стороне корпуса кассеты делают соответствующие надписи несмываемой краской. 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, неомедненных, осветлённых, с ионизированным покрытием, полированных) согласно ТУ производителя.

Порошковые и металлопорошковые проволоки, намотанные в кассеты, следует хранить в заводской упаковке в электродных кладовых при температуре не менее 15 °С и при относительной влажности воздуха не более 70 %.

9.4 В соответствии со сноской [4)] к таблицам 12 и 13 для конструкций железнодорожных пролётных строений северного А и Б исполнений следует применять сварочные материалы для автоматической и механизированной сварки в смеси защитных газов с учетом следующих требований:

1) сварочными бесшовными порошковыми и металлопорошковыми проволоками следует выполнять:

- поперечные стыковые и угловые швы растянутых и сжато-вытянутых сварных соединений от эксплуатационных нагрузок;
- угловые поясные швы нижних и верхних поясов главных балок со сплошным проплавлением и неполным проплавлением;
- угловые швы тавровых соединений со сплошным и/или неполным проплавлением, работающие на отрыв и срез при растяжении или изгибе от эксплуатационных нагрузок;
- в одноярусных ортотропных плитах балластного корыта – все заводские и монтажные угловые швы пересечений продольных ребер со стенками поперечных балок.

Перечень вышеуказанных заводских стыковых и угловых швов должен быть указан в чертежах КМ конкретного железнодорожного пролетного строения.

Т а б л и ц а 12 – Марки сварочных материалов для автоматической сварки стыковых соединений и угловых швов тавровых, угловых и нахлесточных соединений

Марка стали, класс прочности, группа материала	СПОСОБ СВАРКИ				
	Автоматическая сварка под флюсом в нижнем положении на флюсовой подушке, стальной подкладке (АФ) и «на весу» с подваркой корня шва (РД/МП/МПГ+АФ)			Автоматическая сварка в смеси защитных газов[5] (АППГ, АПГ)	
	Проволоки сплошного сечения Ø 2,0 – Ø 5,0 мм		Флюс	Порошковой (металлопорошковой) проволокой (АППГ) Ø 1,2;1,4 мм	Проволокой сплошного сечения (АПГ) Ø 1,2;1,4 мм
Листовой прокат марок 15ХСНД, 15ХСНДА, 09Г2С(Д), 12Г2СБД С345-1(М01) Трубы из проката С345-1(М01)	Св-08А		OK Flux 10.71[1),3)]	Power Bridge 60M Power Arc 60R NSSW SF-3AM Filarc PZ6138[6)] ППР-61Р ППМ-61М	Св-08ГСМТ[1),4)] AS-SG2[4)] OK AristoRod 12.50[4)] Weldo SG2[4)] Ultramag[4)] SM-70[4)] Lincoln SG2[2),4)] Екатерина 70S-6[4)] EVO 2[4)] Св-08Г2С[7)]
	Св-08ГА		OK Flux 10.71[1)]		
	OK Autrod 12.32[2)]		OK Flux 10.71[2)]		
	Св-08ГА		UF-02		
	Св-08ГА		СФМ-201		
	Св-08ГА		Р230		
	Св-08ГА		860[2)]		
	Св-10НМА		АН-47		
	Св-10НМА		АН-348-А[1),3)]		
Листовой прокат марок 10ХСНД, 10ХСНДА 12Г2СФБД С390-2(М03) Трубы из проката С390-2(М03)	Св-08А		OK Flux 10.71[1),3)]	Power Bridge 60M Power Arc 60R NSSW SF-3AM Filarc PZ6138[6)] ППР-61Р ППМ-61М	Св-08ГСМТ[1),4)] AS-SG2[4)] OK AristoRod 12.50[4)] Weldo SG2[4)] Ultramag[4)] SM-70[4)] Lincoln SG2[2),4)] Екатерина 70S-6[4)] EVO 2[4)] Св-08Г2С[7)]
	Св-08ГА		OK Flux 10.71[1)]		
	OK Autrod 12.32[2)]		OK Flux 10.7[2)]		
	Св-08ГА		UF-02		
	Св-08ГА		СФМ-201		
	Св-08ГА		Р230		
	Св-08ГА		860[2)]		
	Св-10НМА		АН-47		
Биметалл 09Г2С/ 12Х18Н10Т С345-1/9 (М01/М09)	Для основного металла	Св-08ГА Ø 4,0-5,0 мм	OK Flux 10.71[1)]	Power Bridge 60M	OK AristoRod 12.50[4)]
	Для плакирующего слоя	Св-06Х25Н12ТЮ Ø 4,0 мм	АН-26С[1)]	—	Св-08Х20Н9Г7Т[1)]
Листовой атмосферостойкий прокат марки 14ХГНДЦ и трубы из проката 14ХГНДЦ С345-1(М01) С390-2(М03)	По указаниям соответствующих стандартов организации и/или ТУ по технологиям заводской сварки пролётных строений стальных мостов из атмосферостойкой стали марки 14ХГНДЦ				
Листовой прокат класса прочности С400-460 и трубы из проката С400-460 2(М03)	По указаниям специализированной научно-исследовательской организации				

1) Эти материалы разрешается применять только для конструкций обычного исполнения (до минус 40 °С включительно).
2) Эти материалы разрешается применять для конструкций обычного и северного А исполнений (до минус 50 °С включительно).
3) Эти материалы разрешается применять только для угловых швов при катетах до 8,0 мм включительно.
4) Эти материалы для конструкций железнодорожных пролетных строений северного А и Б исполнений следует применять по указаниям 9.4 и 9.5 настоящего стандарта организации.
5) Смесь защитных газов (Гз) должна быть в диапазонах по 9.14 настоящего стандарта организации.
6) Этот материал разрешается применять только в закрытых отапливаемых цехах заводов при температуре воздуха и кассеты с проволокой не менее 15 °С и среднем значении относительной влажности воздуха не более 70 %.
7) Этот материал разрешается применять только для угловых швов конструкций автодорожных мостов, путепроводов и эстакад обычного исполнения.

Таблица 13 – Марки сварочных материалов для механизированной и ручной дуговой сварки стыковых соединений и угловых швов тавровых, угловых и нахлесточных соединений

Марка стали, Класс прочности, Группа материала	СПОСОБ СВАРКИ				
	Механизированная сварка под флюсом в нижнем положении (МФ)		Механизированная сварка в смеси защитных газов[5] во всех положениях		Ручная дуговая сварка (РД) во всех положениях
	Проволока Ø 2,0 мм	Флюс	Порошковой (металлопорошковой) проволокой (МПГ) Ø 1,2; 1,4 мм	Проволокой сплошного сечения (МП) Ø 1,2; 1,4 мм	Электроды (Эп)
Листовой прокат марок 15ХСНД, 15ХСНДА, 09Г2С(Д), 12Г2СБД С345-1(М01) Трубы из проката С345-1(М01)	Св-08А	ОК Flux 10.71[1),3)]	Power Bridge 60M Power Arc 60R NSSW SF-3AM Filarc PZ6138[6)] ППР-61Р ППМ-61М	Св-08ГСМТ[1),4)] AS-SG2[4)] OK AristoRod 12.50[4)] Weldo SG2[4)] Ultramag[4)] SM-70[4)] Lincoln SG2[2),4)] Екатерина 70S-6[4)] EVO 2[4)] Св-08Г2С[7)]	МТГ-01К МТГ-02 УОНИ(И)-13/55 УОНИ(И)-13/45[3)] Basic One
	Св-08ГА	ОК Flux 10.71[1)]			
	ОК Autrod 12.32[2)]	ОК Flux 10.71[2)]			
	Св-10НМА	АН-47			
	Св-08ГА	UF-02			
	Св-08ГА	СФМ-201			
	Св-10НМА	АН-348-АМ[1),3)]			
Листовой прокат марок 10ХСНД, 10ХСНДА 12Г2СФБД С390-2(М03) Трубы из проката С390-2(М03)	Св-08А	ОК Flux 10.71[1),3)]	Power Bridge 60M Power Arc 60R NSSW SF-3AM Filarc PZ6138[6)] ППР-61Р ППМ-61М	Св-08ГСМТ[1),4)] AS-SG2[4)] OK AristoRod 12.50[4)] Weldo SG2[4)] Ultramag[4)] SM-70[4)] Lincoln SG2[2),4)] Екатерина 70S-6[4)] EVO 2[4)] Св-08Г2С[7)]	МТГ-01К МТГ-02 УОНИ(И)-13/55 Basic One
	Св-08ГА	UF-02			
	Св-08ГА	СФМ-201			
	Св-08ГА	ОК Flux 10.71[1)]			
	Ok Autrod 12.32[2)]	ОК Flux 10.71[2)]			
	Св-10НМА	АН-47			
Биметалл 09Г2С/ 12Х18Н10Т С345-1/9 (М01/М09)	для основн. металла: Св-08ГА	ОК Flux 10.71[1)]	Power Bridge 60M	OK AristoRod 12.50[4)]	УОНИ(И)-13/55 Basic One
	для плакирующего слоя: Св-06Х25Н12ТЮ	АН-26С[1)]	—	Св-08Х20Н9Г7Т[1)]	ЦЛ-11
Листовой атмосферостойкий прокат марки 14ХГНДЦ и трубы из проката 14ХГНДЦ С345-1(М01) С390-2(М03)	По указаниям соответствующих стандартов организации и/или ТУ по технологиям заводской сварки пролётных строений стальных мостов из атмосферостойкой стали 14ХГНДЦ				
Листовой прокат класса прочности С400-460 и трубы из проката С400-460 2(М03)	По указаниям специализированной научно-исследовательской организации				

1) Эти материалы разрешается применять только для конструкций обычного исполнения (до минус 40 °С включительно).
2) Эти материалы разрешается применять для конструкций обычного и северного А исполнений (до минус 50 °С включительно).
3) Эти материалы разрешается применять только для угловых швов при катетах до 8,0 мм включительно.
4) Эти материалы для конструкций железнодорожных пролетных строений северного А и Б исполнений следует применять по указаниям 9.4 и 9.5 настоящего стандарта организации.
5) Смесь защитных газов (Гз) должна быть в диапазонах по 9.14 настоящего стандарта организации.
6) Этот материал разрешается применять только в закрытых отапливаемых цехах заводов при температуре воздуха и кассеты с проволокой не менее 15 °С и среднем значении относительной влажности воздуха не более 70 %.
7) Этот материал разрешается применять только для угловых швов конструкций автодорожных мостов, путепроводов и эстакад обычного исполнения.

2) сварочными проволоками сплошного сечения следует выполнять способами МП и/или АПГ все остальные заводские стыковые и угловые швы сварных соединений [кроме указанных в перечислении 1] основных железнодорожных пролетных строений северного А и Б исполнений, при этом разрешается их выполнение на заводе бесшовными порошковыми проволоками.

9.5 Заводские поперечные стыковые швы железнодорожных пролётных строений северного А исполнения, выполняемые механизированной сваркой в смеси защитных газов, подлежат механической обработке $R \geq 10$ мм по границе перехода усилений стыкового шва к основному металлу или заподлицо с основным металлом с двух сторон, а северного Б исполнения – механической обработке усилений стыкового шва заподлицо с основным металлом с двух сторон стыкового шва.

Заводские поперечные угловые швы растянутых и/или сжато-растянутых элементов железнодорожных пролётных строений северного А и Б исполнений, выполняемые механизированной сваркой в смеси защитных газов, подлежат механической обработке $R \geq 3{,}0$ мм по границе перехода углового шва к основному металлу.

В указанных стыковых и угловых швах, выполняемых механизированной сваркой в смеси защитных газов, механическую обработку границ перехода данных швов к основному металлу ($R \geq 10{,}0$ мм и $R \geq 3{,}0$ мм соответственно) следует выполнять с применением специального механизированного инструмента.

9.6 Флюсы должны поставляться по ГОСТ Р 52222, ГОСТ 9087 или по ТУ заводов—изготовителей (при условии, что качество поставляемых по ТУ флюсов отвечает требованиям вышеуказанных стандартов), и храниться в упаковке поставщика в сухом отапливаемом помещении при температуре воздуха не ниже плюс 15 °С или в специальной закрытой таре. В сертификате на флюс должны быть указаны 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 согласно указаниям раздела 10. Не допускаются засорения флюса окалиной, шлаком и прочими инородными включениями.

9.7 Перед употреблением флюсы следует прокалить по режимам, указанным в сертификатах или ТУ заводов—изготовителей этих флюсов. Для плавленых флюсов температура прокалки должна составлять, как правило, (350–400) °С, время прокалки – 1–1,5 ч; для керамических флюсов – (300–350) °С в течение 2 ч. После прокалки флюсы хранят в сушильных шкафах (резервных печах) при температуре (80–100) °С. Срок хранения прокаленных флюсов в резервной печи при указанной температуре не должен превышать 7 сут. Если прокаленный флюс не был использован в течение указанного срока хранения, необходимо вновь провести его прокалку. При этом общее время прокалки флюсов не должно превышать 10 ч. Прокаленный флюс должен поступать на участок сварки по мере необходимости в металлической таре с крышкой. Флюсы, металлохимическая присадка (МХП), порошковые шовные проволоки и электроды, подвергшиеся прямому воздействию влаги и горюче-смазочных материалов, к использованию не допускают. На рабочее место флюс следует подавать в количестве, необходимом для работы в течение одной смены.

На участке подготовки сварочных материалов должны быть вывешены выписки из раздела 9 настоящего стандарта организации, при этом в обязательном порядке ведется журнал подготовки и выдачи сварочных материалов в соответствии с заводскими нормами.

9.8 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 6–7 сут непрерывной работы (один раз в неделю).

9.9 Омедненные бесшовные порошковые и металлопорошковые проволоки диаметрами 1,2–1,4 мм поставляют в кассетах с рядной намоткой; специальной подготовки перед сваркой не требуют. Указанные омеднённые бесшовные порошковые проволоки после вскрытия заводской упаковки следует применять в течение 3 сут в случае хранения вскрытой кассеты на открытом воздухе под навесом и в течение 6 суток, если вскрытая кассета хранится в закрытом складском помещении при температуре 15 °С.

9.10 Самозащитные порошковые шовные проволоки марки Fabshield XLR-8 диаметрами 1,6 и 2,0 мм и марки Coreshield 8 диаметром 1,6 мм допускаются для механизированной сварки только угловых швов катетом до 8 мм включительно тавровых и нахлесточных соединений во всех пространственных положениях (способ МПС) и только для конструкций автодорожных мостов, путепроводов и эстакад обычного исполнения (до минус 40 °С включительно). При применении данного способа сварки (МПС) с указанными самозащитными порошковыми проволоками сварщикам рекомендуется применять средства индивидуальной защиты органов дыхания от сварочных аэрозолей.

9.11 Порошковая шовная проволока марки Filarc PZ 6138 Ø 1,2-1,4 мм, а также самозащитные порошковые шовные проволоки марок Fabshield XLR-8 Ø 1,6-2,0 мм и Coreshield 8 Ø 1,6 мм допускаются к применению только в закрытых отапливаемых цехах завода при температуре воздуха и кассеты с проволокой не менее 15 °С и среднем значении относительной влажности воздуха не более 70 %. После вскрытия заводской упаковки с данными шовными порошковыми проволоками их следует применять в указанных условиях в течение не более 2 сут.

9.12 Металлохимическая присадка (МХП) представляет собой смесь гранулята (рубленой сварочной проволоки марки Св-08ГА диаметром 2,0 мм) с химической добавкой — двуокись титана (TiO_2).

Гранулят перед смешиванием с TiO_2 должен быть прокален при температуре 150 °С в течение 2 ч. Химическую добавку следует смешивать с гранулятом в количестве 0,3 % массы гранулята. После смешивания гранулята с химической добавкой в специальном смесителе, готовую металлохимическую присадку перед применением необходимо встряхивать на сите 1×1 мм для удаления излишков химической добавки. Приготовленную таким образом МХП применяют для автоматической сварки под флюсом угловых швов тавровых соединений согласно указаниям 10.24 настоящего стандарта организации.

9.13 Электроды для ручной дуговой сварки и постановки электроприхваток должны соответствовать по типу и маркам ГОСТ 9466, 9467 и/или ТУ заводов—изготовителей электродов, а прокалку их следует выполнять на режимах, указанных заводом—изготовителем в паспортных данных на упаковке (коробке) электродов. 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, прокаливают вновь, но не более трех раз. Маркировка на электроде должна визуально читаться после третьей прокалки.

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.

9.14 При автоматической и механизированной сварке в смеси защитных газов следует применять следующие комбинации активных защитных газовых смесей:

1) 78 % — 82 % Ar + 18 % — 22 % CO_2;

2) 95 % — 97 % Ar + 3 % — 5 % O_2;

3) 81 % — 85 % Ar + 12 % — 14 % CO_2 + 3% — 5 % O_2.

Газовые смеси в сварочные цеха завода допускается поставлять как в стальных баллонах, так и по магистральным линиям от смесительной станции.

Газовые смеси перед началом сварочных работ принимаются отдельными партиями (по данным сертификатов, паспортов качества). Партией считается любое количество газовой смеси одного типа, полученное за одну операцию смешения с использованием одной партии компонентов. При смене партии хотя бы одного компонента изменяется номер партии смеси.

Не реже одного раза в 6 мес следует проводить проверку готовой газовой смеси:

- на содержание отдельных компонентов в необходимом диапазоне;

- на содержание водяных паров в готовой газовой смеси (объемная доля водяных паров в готовой газовой смеси должна быть не более 80 ppm).

Применение других газовых смесей (по компонентам и их диапазонам) допускается только после проведения соответствующих исследований в специализированной научно-исследовательской организации и получения от неё положительного заключения.

9.15 Приварка упоров (шпилек) с защитой сварочной ванны керамическим кольцом и возбуждением дуги размыканием цепи выполняется контактно-стыковой сваркой оплавлением (КСО) с применением упоров (шпилек) типа SD1 (форма торца типа А) и с применением защитных керамических колец типа UF по ГОСТ Р 55738-2013. Для конструкций пролетных строений рекомендуется применять упоры диаметром 22 и 24 мм необходимой длины и соответствующие керамические кольца, например, SD1–22x150–A + UF22. Приемку упоров и керамических колец выполняют партиями согласно ГОСТ Р 55738. Подготовку, сварку и контроль качества приваренных упоров следует выполнять согласно требованиям СТП 015-2001 и СТП 016-2002.

Применение других типов упоров (шпилек) и типов керамических колец отечественных и зарубежных производителей, допускается только после проведения соответствующих исследований в специализированной научно-исследовательской организации и получения от неё положительного Заключения.

9.16 Для выполнения заводских сварных соединений мостовых конструкций рекомендуется применять сварочное оборудование (СО), перечень которого приведён в приложении Д настоящего стандарта организации.

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 приложению Д следует в зависимости от применяемого способа сварки, типа сварного соединения и конкретных условий производства сварочных работ.

Выбранное заводом сварочное оборудование для применения на предприятии для изготовления конструкций стальных мостов («КСМ») подлежит первичной, если оно не аттестовано производителем оборудования, а затем периодической аттестации в АЦ НАКС в соответствии с РД 03-614–03 [7]. Применение СО отечественных или зарубежных производителей для автоматической сварки(АФ, АППГ, АПГ), не указанного в приложении Д, допускается после проведения опытных работ в специализированной научно-исследовательской организации и получения положительного Заключения с последующей аттестацией такого оборудования по группе ТУ ОПО «КСМ».

9.17 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 надежность всех контактных соединений вторичной цепи.

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

Рекомендуется периодичность осмотра и ремонта сварочного оборудования, приведенная в таблице 14.

Таблица 14

Вид оборудования	Вид обслуживания и межремонтные сроки		
	Осмотр	Текущий ремонт	Капитальный ремонт
Сварочные выпрямители	Два раза в месяц	Один раз в 1,5 года	Один раз в 5 лет
Сварочные преобразователи	Еженедельно	Один раз в 1,5 года	Один раз в 5 лет
Сварочные автоматы и полуавтоматы	Ежедневно	Один раз в 1,5 года	Один раз в 5 лет

Амперметр и его шкала должны соответствовать шунту прямого сварочного провода.

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

9.18 Для ручной дуговой сварки рекомендуется применять электрододержатели закрытого типа, рассчитанные на сварочный ток не менее 300 А.

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

– по силе сварочного тока ± 5 %;

– по напряжению на дуге ± 2 В;

– по скорости сварки ± 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/мм^2.

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

9.19 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 должны проходить проверку с периодичностью один раз в 2 года.

9.20 Для предварительного подогрева металла перед сваркой и при термической или термомеханической правке металлоконструкций рекомендуется применять газокислородные горелки большой мощности, обеспечивающие заданные параметры режима подогрева кромок стыка или правки конструкций. Контроль температуры подогрева металла рекомендуется осуществлять специализированными цифровыми контактными термометрами, термокарандашами или поверенными оптическими пирометрами излучения на расстоянии 80 мм в каждую сторону от оси шва.

9.21 Обрезку технологических припусков элементов изготовляемых металлоконструкций следует выполнять полуавтоматами кислородной резки, 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 протяженности (≤ 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.

9.22 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 слоев шва следует малогабаритными пневмомолотками, игольчатыми молотками или шлифовальными машинками.

9.23 При выборе газорезательного оборудования необходимо учитывать технические характеристики выбранного оборудования:

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

- производительность.

9.24 Точность оборудования для изготовления элементов конструкции из круглых труб должна удовлетворять следующим характеристикам:

- точность резки по длине трубы ± 1,5 мм;
- точность угла разделки кромок ± 1°;
- точность позиционирования ± 0,5 мм;
- повторяемость ± 0,25 мм.

10 Технология заводской сварки мостовых конструкций

10.1 При изготовлении сварных мостовых конструкций из листового проката и труб следует применять преимущественно электродуговую автоматическую и механизированную сварку под флюсом и в смеси защитных газов, а также контактно-стыковую сварку оплавлением для упоров (шпилек) и ручную дуговую сварку.

10.2 Основные базовые способы (технологии) сварки, а также комбинации этих способов (технологий) сварки и области их применения с учётом специфики сварочного производства стального мостостроения, приведены в таблице 15. Способы (технологии) сварки, а также их комбинации (сочетания) должны быть указаны на чертежах КМД и в технологической документации, при этом условное обозначение способа (технологии) сварки должно соответствовать указаниям таблицы 13.

10.3 Технические службы предприятия в соответствии с действующими стандартами и настоящим стандартом организации разрабатывают технологические процессы сборки и сварки конструкций. Эти документы должны содержать всю необходимую и достаточную для качественного изготовления сварных металлоконструкций информацию и должны быть утверждены главным инженером (техническим директором) предприятия.

Содержание, структура, порядок разработки и выдачи в производство технологических процессов изготовления конструкций регламентируются требованиями системы менеджмента качества предприятия.

К указанным технологическим процессам рекомендуется разработать и приложить КТПС по каждому применяемому способу (технологии) сварки стыковых и тавровых соединений соответствующих толщин (приложение М).

Допускается вместо КТПС использовать в работе другие технологические документы, регламентирующие все необходимые конкретные требования к сборочно-сварочному процессу (технологические инструкции, таблицы режимов сварки, указания по сборке под сварку и т.п.).

10.4 Изготовление на заводе стальных пролетных строений с новыми сложными конструктивно-технологическими решениями, с применением новых марок сталей и/или видов проката, новых сварочных материалов и технологий сварки или их комбинаций следует осуществлять в сотрудничестве с проектной и специализированной научно-исследовательской организациями. Проектная организация разрабатывает конструктивно-технологические указания, а специализированная научно-исследовательская организация – специальный технологический регламент для каждого объекта.

10.5 В целях предотвращения образования конденсационной влаги на кромках в процессе сварки стыковых, тавровых и других типов соединений следует выполнять предварительный подогрев свариваемых кромок до температуры 60–80 °С для всех толщин проката, марок и классов прочности стали, если температура металла близка к температуре «точки росы», определяемой по стандартным таблицам в зависимости от температуры и относительной влажности воздуха в цехе. Сборочно-сварочные цеха (участки) предприятия должны быть обеспечены указанными таблицами температуры «точки росы» и соответствующими приборами, определяющими указанные климатические параметры. Приборы должны иметь свидетельства поверки регионального ЦСМ.

Т а б л и ц а 15 – Способы (технологии) сварки мостовых конструкций

Способ (технология) сварки	Область применения в мостовых конструкциях
I Основные базовые способы (технологии) сварки	
1 Автоматическая под флюсом (АФ)	Стыковые соединения, свариваемые в нижнем положении: - двусторонней однопроходной с каждой стороны сваркой под флюсом на флюсовой подушке металла толщиной 10–20 мм без скоса кромок по 8.3, таблице 10 и рисунку 12, *б*; - двусторонней многопроходной сваркой под флюсом на флюсовой подушке металла толщиной 20–50 мм и более со стандартной Х-образной разделкой кромок по 8.3 и рисунку 12, *в*; - двусторонней многопроходной сваркой под флюсом на флюсовой подушке металла толщиной 25 и 32 мм с нестандартной Х-образной разделкой кромок по 8.3 и рисунку 12, *г*
	Угловые, тавровые и нахлёсточные соединения металла толщиной 8–50 мм и более, свариваемые в нижнем положении: - односторонней сваркой «в угол» или «в лодочку»; - двусторонней двухдуговой сваркой «в угол» (кроме нахлёсточных); - односторонней сваркой угловых швов, ориентированных вдоль усилия, с МХП «в лодочку»
2 Механизированная под флюсом (МФ)	Стыковые соединения, свариваемые в нижнем положении с двух сторон без скоса кромок толщиной до 6 мм включительно. Стыковые соединения с двусторонней сваркой в нижнем положении для деталей из листа толщиной 8–50 мм и более, привариваемых к основной конструкции (например, фасонок связей к поясам балок) с одно- или двусторонним скосом кромок
	Угловые, тавровые и нахлесточные соединения металла толщиной 8–50 мм и более, свариваемые в нижнем положении: - односторонней сваркой «в угол» или «в лодочку»; - двусторонней сваркой «в угол» (кроме нахлесточных)
Автоматическая в смеси защитных газов*: 3 Порошковой проволокой (АППГ)	Стыковые соединения, свариваемые в нижнем положении с двух сторон: - без скоса кромок для листа толщиной до 6 мм включительно; - с V-образной разделкой кромок для металла толщиной 8–50 мм и более; - с К-образной разделкой кромок для металла толщиной 8–50 мм и более; - с Х-образной разделкой кромок для металла толщиной 8–50 мм и более
4 Проволокой сплошного сечения (АПГ)	Угловые, тавровые и нахлесточные соединения металла толщиной 8–50 мм и более, свариваемые в нижнем положении
Механизированная в смеси защитных газов*: 5 Порошковой проволокой (МПГ)	Стыковые соединения, свариваемые во всех пространственных положениях без скоса кромок двусторонней сваркой для листа толщиной до 6 мм включительно и с V-, К- и Х-образной разделкой кромок для металла толщиной 8–50 мм и более
6 Проволокой сплошного сечения (МП)	Угловые, тавровые и нахлесточные соединения толщиной 8—50 мм и более, свариваемые во всех пространственных положениях

Продолжение таблицы 15

Способ (технология) сварки	Область применения в мостовых конструкциях
7 Механизированная самозащитной порошковой проволокой (МПС)	Угловые швы катетом до 8 мм включительно тавровых и нахлесточных соединений металла толщиной 8—50 мм, свариваемые во всех пространственных положениях с применением самозащитных шовных порошковых проволок по 9.10 настоящего стандарта организации
8 Ручная электродуговая (РД)	Короткие швы (длиной менее 1000 мм) стыковых, угловых, тавровых и нахлесточных соединений металла толщиной 8—50 мм и более с разделкой кромок в стыковых соединениях и во всех пространственных положениях. Исправление дефектов после автоматической или механизированной сварки
9 Контактно-стыковая сварка оплавлением (КСО) упоров с применением защитных керамических колец	Приварка упоров (шпилек) диаметром 22 мм и др. по СТП 015-2001, СТП 016—2002 и ГОСТ Р 55738
II. Комбинации (сочетания) способов (технологий) сварки:	
10 Автоматическая в смеси защитных газов* с применением роботизированных комплексов, в т.ч. «time-twin»**: - проволокой сплошного сечения (АПГ-Rtwin); - порошковой проволокой (АППГ-Rtwin)	Двусторонняя сварка стыковых и тавровых соединений толщиной до 25 мм включительно с разделкой кромок
11 Автоматическая под флюсом расщеплённым электродом угловых швов с горизонтальным и вертикальным расположением зазора (АФ-РЩУ)	Угловые швы тавровых и нахлёсточных соединения толщиной 8–50 мм и более без разделки и с разделкой кромок в нижнем положении
12 Автоматическая под флюсом по механизированной подварке в смеси защитных газов корня стыкового шва с применением подкладок (подушек) и «на весу»: - подварка корня шва проволокой сплошного сечения (МП+АФ); - подварка корня шва порошковой проволокой (МПГ+АФ)	Односторонняя и двусторонняя сварка стыковых соединений толщиной 10–50 мм и более с разделкой кромок в нижнем положении
13 Автоматическая под флюсом по ручной подварке корня стыкового шва (РД+АФ) с применением подкладок (подушек) и «на весу»	Односторонняя и двусторонняя сварка стыковых соединений толщиной 10–50 мм и более с разделкой кромок в нижнем положении

Окончание таблицы 15

1	2
14 Механизированная в смеси защитных газов* по ручной подварке корня стыкового шва с применением подкладок (подушек) и «на весу»: - проволокой сплошного сечения (РД+МП); - порошковой проволокой (РД+МПГ)	Односторонняя и двусторонняя сварка стыковых соединений толщиной 10–50 мм и более с разделкой кромок во всех пространственных положениях
15 Автоматическая в смеси защитных газов* по механизированной в смеси газов* подварке корня стыкового шва с применением подкладок (подушек) и «на весу»: - проволоками сплошного сечения (МП+АПГ); - порошковыми проволоками (МПГ+АППГ)	Односторонняя и двусторонняя сварка стыковых соединений толщиной 10–50 мм и более с разделкой кромок в нижнем и вертикальном (наклонном) положениях, а также в горизонтальном положении на вертикальной плоскости
16 Автоматическая в смеси защитных газов* по ручной подварке корня стыкового шва с применением подкладок (подушек) и «на весу»: - проволокой сплошного сечения (РД+АПГ); - порошковой проволокой (РД+АППГ)	Односторонняя и двусторонняя сварка стыковых соединений толщиной 10–50 мм и более с разделкой кромок в нижнем и вертикальном (наклонном) положениях, а также в горизонтальном положении на вертикальной плоскости
* Защитные газы по указаниям 9.14 настоящего стандарта организации. ** Эту технологию автоматической сварки АПГ/АППГ-Rtwin разрешается применять только для конструкций автодорожных мостов, путепроводов и эстакад обычного и северного А и Б исполнений.	

В стыковых, тавровых и соединениях других типов из сталей класса прочности С390 при толщине свариваемых элементов $S \geq 20$ мм необходимо выполнять предварительный подогрев кромок и прилегающих к ним участков основного металла до температуры 100 °С – 120 °С. Указанный предварительный подогрев кромок и зон основного металла шириной не менее 40 мм для толщин 20–25 мм и не менее 60 мм для толщин более 25 мм следует выполнять непосредственно перед сваркой или в процессе сварки с опережением ее.

В тавровых и угловых соединениях из стали класса прочности С390 один из элементов толщиной менее 20 мм допускается не подогревать до температуры 100 °С – 120 °С. При многопроходной сварке в случае перерыва, сопровождающегося охлаждением металла ниже 100 °С, предварительный подогрев повторяют.

10.6 Основными устанавливаемыми и контролируемыми параметрами режима сварки являются:

– сила сварочного тока $I_{св}$, А;

– напряжение дуги U_d, В;
– скорость сварки $V_{св}$, м/ч или см/мин.
Дополнительные параметры:
– скорость подачи электродной проволоки $V_{эл}$, м/ч или см/мин;
– диаметр электродной проволоки $d_{эл}$, мм;
– вылет электродной проволоки ℓ, мм.

10.7 Параметры режимов сварки следует уточнять при сварке контрольных технологических проб согласно КТПС в зависимости от особенностей применяемого сварочного оборудования, обращая особое внимание на изменение параметров режимов сварки после ремонта сварочного оборудования и необходимость их корректировки с целью обеспечения требуемого качества сварных соединений.

Режимы сварки стыковых и тавровых соединений из сталей по ГОСТ 6713 и ГОСТ Р 55374, а также по СТО 13657842-1следует назначать на основе рекомендуемых режимов сварки по приложению Л настоящего стандарта организации с учетом:

1) класса прочности, марки стали, толщины проката и параметров разделки кромок;
2) погонной энергии сварки каждого слоя сварного соединения, которая должна быть:
   – для способа сварки АФ при ∅ проволоки 4,0–5,0 мм — не более 4,0 кДж/мм (9600 кал/см);
   – для способов сварки АФ и МФ при ∅ проволоки 2,0 мм — не более 2,0 кДж/мм (4800 кал/см);
   – для способов сварки в смеси защитных газов при ∅ проволоки 1,2–1,6 мм — не более 1,8 кДж/мм (4300 кал/см);
   – для способа сварки РД при ∅ электрода 4,0 мм не более 1,4 кДж/мм (3400 кал/см).

Расчет погонной энергии сварки необходимо выполнять по формуле:

$$q_n = \frac{0{,}24 \cdot I_{св} \cdot U_д \cdot \eta}{v_{св}},$$

где: q_n – погонная энергия сварки, кал/см, (1 кДж ≈ 240 кал);

$I_{св}$ – сварочный ток, A;

$U_д$ – напряжение дуги, B;

η – эффективный к.п.д. процесса нагрева металла сварочной дугой (0,7-0,8 для способов сварки открытой дугой – РД, МП, МПГ, АПГ, АППГ, 0,85-0,95 для способов сварки под флюсом – АФ, МФ);

$v_{св}$ – скорость сварки, см/сек.

При назначении параметров режима сварки необходимо соблюдать следующие условия (рисунок 15):

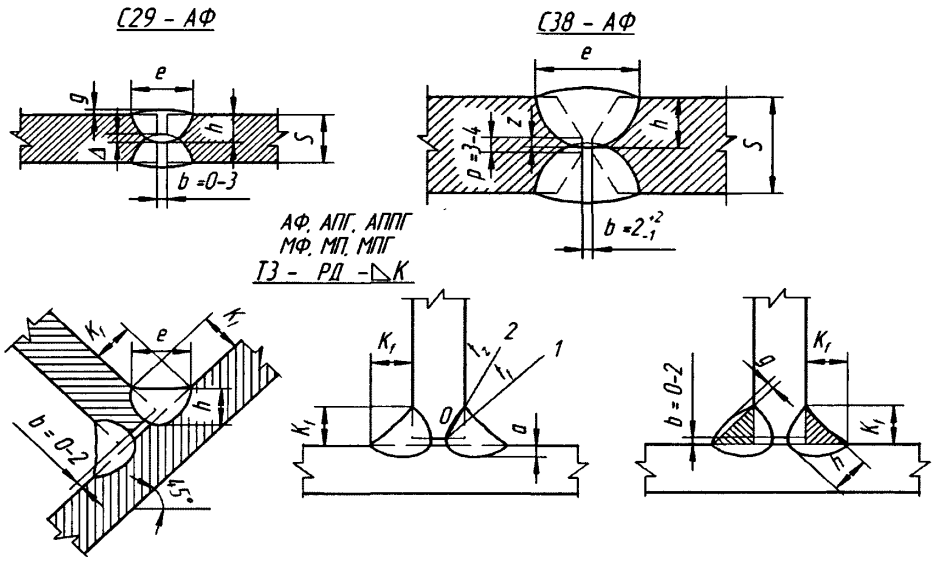
а) коэффициент формы провара должен составлять $e/h \geq 1{,}2$ для стыковых и угловых швов, при этом проплавление должно быть симметричным для обеих кромок. При многослойной сварке стыковых соединений с разделкой кромок допускается $e/h = 1$;

б) глубина проплавления притупления кромок Z при выполнении первого слоя шва стыка с Х-образной подготовкой кромок не должна превышать величины притупления P, т. е. $Z \leq P$, при этом должно соблюдаться условие $Z = (P/2) + 1$ мм для обеспечения качественного проплавления притупления кромок при двусторонней сварке;

в) в угловых швах должна быть обеспечена расчетная высота сечения по металлу шва $t_f = \beta_f K_f$ и по металлу границы сплавления $t_z = \beta_z K_f$, где K_f – наименьший из катетов углового шва, принимаемый по катету вписанного треугольника; β_f и β_z – коэффициенты расчетных сечений угловых швов, принимаемые по СП 35.13330;

г) оптимальными следует считать угловые швы с вогнутым или прямолинейным очертанием их поверхности в поперечном сечении. Такие угловые швы образуются при сварке «в лодочку» или «в угол» при правильно подобранном режиме сварки и при достаточном опыте исполнителя. Допускаемая выпуклость стыковых и угловых швов, а также вогнутость стыковых

швов принимаются по таблице 22 настоящего стандарта организации; вогнутость угловых швов – не более 30 % значения катета шва, но не более 3 мм (см. таблицу 23); при этом вогнутость не должна приводить к уменьшению значения катета K_f, установленного при проектировании. Сопряжение поверхности усиления стыкового и углового шва с основным металлом – по пункту 1.17 таблицы 22. Отклонения катетов угловых швов не должны превышать значений, указанных в таблице 23 настоящего стандарта организации; допуски по подрезам приведены в таблице 22;



h – глубина проплавления; P – притупление; z – глубина проплавления притупления; e – ширина шва; g – высота усиления; K_f – катеты угловых швов; b – зазор; Δ – глубина взаимного проплавления (перехлест)

Рисунок 15 – Схемы поперечных сечений стыковых и угловых швов

д) оптимальными следует считать стыковые швы, геометрические параметры которых соответствуют указаниям 14.7 настоящего стандарта организации;

е) сварку мостовых конструкций следует вести в закрытых отапливаемых цехах, при положительной температуре стали и окружающего воздуха (не менее 5 °С) с выполнением предварительного подогрева свариваемых кромок по 10.5 настоящего стандарта организации. Допускается заводская сварка конструкций при отрицательной температуре воздуха не ниже минус 10 °С при обеспечении предварительного подогрева кромок и прилегающих к ним зон основного металла шириной не менее 60 мм для толщин металла до 25 мм включительно и не менее 80 мм для толщин более 25 мм до температуры 120 °С – 150 °С. Подогрев следует производить перед выполнением первого слоя шва и после каждого перерыва процесса сварки, сопровождающегося снижением температуры кромок ниже 100 °С.

Указанные на рисунке 15 геометрические параметры сечений шва измеряют стандартным мерительным инструментом по макрошлифам.

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

а) минимальные значения предела текучести и временного сопротивления металла стыкового и углового швов не должны быть ниже их значений для основного металла по соответствующим стандартам или стандартам организации;

б) максимальные значения твердости металла стыкового и углового швов, а также и околошовной зоны, должны быть не выше 350 единиц по Виккерсу (HV); для угловых швов с катетом 5-7 мм допускается твердость шва и околошовной зоны до 400 единиц по Виккерсу (HV);

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

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/см^2.

Температура испытания образцов сварных стыковых соединений на ударный изгиб (KCU) должна соответствовать:

- для конструкций железнодорожных, совмещённых, автодорожных и пешеходных мостов – минус 40° С в обычном исполнении, минус 50° С в северном А и минус 60° С в северном Б исполнении (СП 35.13330.2011, табл. 8.1);

10.9 Если в сварном соединении используют стали различных классов прочности и марок, то следует применять способ сварки, сварочные материалы и режимы сварки, предусмотренные для стали более низкого класса прочности.

10.10 Сварку конструкций следует выполнять после приемки контролёрами ОТК 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 50 мм в каждую сторону.

При сварке многопроходных швов каждый последующий слой следует накладывать после тщательной очистки шлака предыдущего слоя с контролем его температуры по 10.5 настоящего СТО.

10.11 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.

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

10.13 Начинать и заканчивать сварку следует, как правило, на выводных планках. В месте примыкания выводных планок сварной шов должен иметь полное сечение в соответствии с проектом.

10.14 В случае падения силы тока при сварке на одной и той же подаче сварочной проволоки ($V_{эл}$), 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 (обрезать) с опрессовкой новых пресс-клещами.

10.15 Сварку стыковых соединений следует выполнять без перерыва с контролем температуры по 10.5. 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 теплоизолирующим материалом);
- при возобновлении сварки выполнить повторный предварительный подогрев свариваемых кромок согласно 10.5 настоящего стандарта организации.

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.

10.16 При автоматической и механизированной сварке в смеси защитных газов стыковых и тавровых соединений следует обеспечить тщательную защиту зоны выполнения сварочных работ от сквозняков и порывов ветра с помощью специальных защитных укрытий (при необходимости). Скорость ветра в зоне выполнения сварочных работ указанными способами сварки не должна превышать 2,5 м/сек.

10.17 Сварку односторонних стыковых соединений с полным проплавлением, недоступных для сварки с обратной стороны, необходимо выполнять с использованием специальных устройств

(съемных подкладок), формирующих обратную сторону корня шва, или по специальным технологическим указаниям сварки таких односторонних соединений («сварка на весу») с гарантированным проплавлением и обратным формированием корня шва. Для ручной дуговой сварки таких соединений («сварка на весу») следует применять электроды специального назначения марки МТГ-01К, обеспечивающие гарантированный провар корня шва и формирование обратного валика.

10.18 При выполнении сборочно-сварочных работ в соответствии с требованиями действующей на заводе—изготовителе конструкций СМК необходимо документировать следующие данные:

- идентификация марки конструкции, номера заказа и сварных швов;
- идентификация сварщика и руководителя (контролёра) сварочных работ;
- марки примененных сварочных материалов;
- результаты приемки сборки под сварку;
- результаты приемки сварных соединений методом ВИК;
- результаты контроля качества сварных соединений методом УЗД.

10.19 По окончанию сварки необходимо очистить металл шва и прилегающие к нему участки от шлака и брызг, осмотреть шов, выполнить разбраковку сварного шва и замаркировать сварное соединение путём постановки идентификационного номера сварщика (ИНС), указанного в соответствующем документе СМК предприятия. Способ маркировки ИНС определяет завод—изготовитель конструкций. При длине шва меньше 1 метра и при сварке небольших конструкций с множеством коротких швов, выполняемых одним сварщиком, ИНС проставляют один раз.

10.20 Результаты контроля качества сварных соединений методами ВИК, УЗД и др. должны быть задокументированы в соответствии с требованиями СМК предприятия.

10.21 Автоматическую и механизированную сварку под флюсом и в смеси защитных газов, а также ручную дуговую сварку покрытыми электродами всех типов соединений надлежит выполнять постоянным током обратной полярности (плюс на электроде), за исключением раздельной сварки двухслойной коррозионно-стойкой стали (биметалла), где сварку плакирующего слоя рекомендуется выполнять постоянным током прямой полярности.

10.22 При двусторонней стыковой сварке полотнищ на флюсовой подушке перекантовка 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 и более – до 40 °С.

10.23 Направление оси электродной проволоки при сварке стыковых соединений должно быть по оси симметрии зазора. При многопроходной сварке стыковых соединений с Х-образной разделкой кромок это требование относится лишь к сварке первых двух слоев с каждой стороны соединения. Последующее заполнение разделки кромок следует проводить со смещением электродной проволоки в одну и другую стороны с последующим перекрытием швом по центру.

10.24 Автоматическую сварку угловых швов тавровых соединений с МХП следует выполнять однодуговым автоматом в положении «в лодочку» с применением основной сварочной проволоки ∅ 4 или ∅ 5 мм марки Св-08ГА под флюсом марок ОК Flux 10.71, UF-02 или АН-47. МХП из сварочной проволоки марки Св-08ГА (2 х 2 мм) в смеси с 0,3 % TiO_2 необходимо дозировать с помощью шаблона, причем номер шаблона должен соответствовать нижеуказанному катету треугольника, образуемого засыпаемой присадкой:

– катет углового шва, мм.....8.....10.....12.....14

– катет засыпки МХП, мм (номер шаблона).....8.....12.....14.....16

Автоматическую сварку под флюсом с МХП угловых швов тавровых соединений из сталей 10-15ХСНД по ГОСТ 6713, ГОСТ Р 55374 и из сталей 10—15ХСНДА по СТО 13657842-1—2009 рекомендуется применять для швов с катетами от 8 до 14 мм включительно.

Рекомендуемые режимы автоматической сварки под флюсом с МХП угловых швов соединений «в лодочку» приведены в таблице Л.6 приложения Л.

10.25 Автоматическую сварку под флюсом угловых швов элементов коробчатого сечения следует выполнять двухдуговыми двухшовными автоматами в последовательности, приведенной на рисунке 16. При величине зазора в соединениях листов не более 0,5 мм допускается наложение швов в последовательности 1–4–2–3.

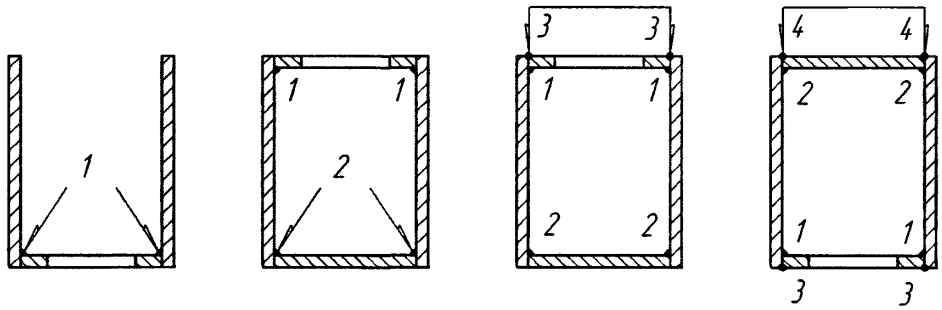


Рисунок 16 – Последовательность наложения швов при сварке коробчатых элементов двухдуговым двухшовным автоматом

10.26 Для двухсторонней автоматической сварки двухслойной коррозионно-стойкой стали (биметалла) следует применять флюсовую подушку.

При двусторонней сварке на флюсовой подушке стык биметалла должен иметь подготовку кромок и собираться под сварку по указаниям таблицы Л.7 приложения Л. После сварки способом АФ основного слоя из стали 09Г2С выполняют сварку плакирующего слоя (с лицевой стороны). Рекомендуемые режимы сварки указанных стыков приведены в таблице Л.7 приложения Л настоящего стандарта организации.

При сварке стыка биметалла сначала следует сварить основной слой из стали марки 09Г2С, а затем плакирующий слой из стали марки 12Х18Н10Т.

При сварке биметалла основной слой следует выполнять на постоянном токе обратной полярности, а плакирующий слой рекомендуется варить на постоянном токе прямой полярности.

Сварку двухслойной коррозионно-стойкой стали (биметалла) следует осуществлять без перерыва на всю длину соединения. При случайном обрыве дуги кратер шва необходимо удалить воздушно-дуговой строжкой, зачистить абразивным инструментом на глубину не менее 1 мм и переварить на 20 мм от места обрыва дуги.

При сварке полотнищ с пересекающимися швами, в первом по исполнению шве плакирующий слой при втором проходе не доваривают на 100–150 мм до пересечения швов, с последующим наложением его после сварки пересекаемого шва.

10.27 Автоматическую и механизированную сварку мостовых конструкций в смеси защитных газов сварочными материалами по таблицам 12 и 13 надлежит выполнять постоянным током обратной полярности (плюс на электроде); рекомендуемые режимы сварки указанными способами сварки стыковых и угловых швов приведены в таблицах Л.8 и Л.9 приложения Л, при этом допускается применение специальных аэрогелей, наносимых на прилегающие к кромкам зоны основного металла для исключения прилипания брызг электродного металла к основному.

Источники питания дуги при сварке в смеси защитных газов должны иметь жёсткие и/или пологопадающие внешние характеристики, поскольку сварку ведут на больших плотностях тока. Рекомендуемое сварочное оборудование (источники питания дуги, сварочные автоматы и полуавтоматы) для основных способов сварки мостовых конструкций приведено в Приложении Д.

Металлопорошковые и порошковые проволоки, а также сварочные проволоки сплошного сечения по таблицам 12 и 13 для автоматической и механизированной сварки в смеси защитных газов рекомендуется применять диаметрами 1,2 и 1,4 мм в зависимости от типа сварного соединения, размеров шва, положения его в пространстве и толщины свариваемого металла. Допускается применение для указанных способов сварки сварочных проволок диаметром 1,6 мм.

При сварке в нижнем положении угол наклона сварочной проволоки по отношению к поверхности изделия рекомендуется 65–70°, а в случае сварки тавровых соединений «в угол» наклон сварочной проволоки по отношению к вертикальной стенке – в пределах 30–40°. Проволоку следует направлять в вершину угла или со смещением на 1–2 мм по горизонтали.

По окончании наложения шва необходимо полностью заварить кратер и обдуть его смесью защитных газов до полного затвердения металла.

Площадь поперечного сечения наплавленного металла за один проход рекомендуется принимать для первого прохода 20–25 мм^2, для последующих – 30–60 мм^2.

10.28 Односторонней автоматической сваркой под флюсом, в т.ч. с применением МХП, с использованием прижимных медных (флюсо-медных), флюсовых подкладок, а также с механизированной и/или ручной подваркой корня стыкового шва, допускается выполнять заводские стыковые соединения толщиной 10–50 мм и более с соответствующей подготовкой кромок. Такую одностороннюю сварку производят на стационарных стендах по указаниям стандарта организации на технологию монтажной сварки конструкций стальных мостов. При этом должны быть разработаны операционные карты технологического процесса односторонней сварки под флюсом с учётом конкретных особенностей сварки и применяемого оборудования, в т. ч. сварочного.

10.29 Ручную электродуговую сварку мостовых конструкций необходимо выполнять постоянным током обратной полярности (плюс на электроде) электродами, типы и марки которых приведены в таблице 13. Диаметр электродов 3, 4, 5 мм по ГОСТ 9466, ГОСТ 9467.

Площадь поперечного сечения наплавленного металла рекомендуется принимать:

- для первого прохода (6–8) $d_{эл}$, но не более 30 мм^2;
- для последующих проходов (8–12) $d_{эл}$.

При подборе режимов ручной дуговой сварки необходимо учитывать указания завода-изготовителя электродов, приводимые в сертификатах качества на электроды или на упаковках.

10.30 Автоматическую, механизированную и ручную дуговую сварку мостовых конструкций из атмосферостойкой низколегированной стали марки 14ХГНДЦ по СТО 13657842-1—2009 и по ГОСТ Р 55374, а также сварку стали 14ХГНДЦ со сталями по ГОСТ 6713, ГОСТ 19281, ГОСТ Р 55374, и по СТО 13657842-1-2009 в конструкциях автодорожных, железнодорожных, совмещенных и пешеходных мостов указанными способами сварки следует выполнять по указаниям настоящего стандарта организации с учетом 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 соответствующего стандарта или ТУ по технологиям сварки пролетных строений мостов из указанной атмосферостойкой стали;

2) швы сварных соединений следует выполнять с предварительным подогревом кромок и прилегающих к ним участков основного металла шириной не менее 60 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 перечислению;

4) исправление протяженных дефектных участков сварных швов следует выполнять тем же способом сварки, а коротких дефектных участков ($\ell \leq 400$ мм) способами МПГ и/или РД.

Изготовление конструкций пролетных строений из стали 14ХГНДЦ следует выполнять по технологическому регламенту (ТР) по заводской сварке данных конструкций, который должен быть разработан заводом и согласован с разработчиком настоящего стандарта организации.

10.31 Автоматическую сварку под флюсом угловых поясных швов блоков главных балок под острыми и тупыми углами рекомендуется производить на режимах, указанных в таблице Л.11 приложения Л. Для сварки применяют модернизированные сварочные автоматы, обеспечивающие требуемый вылет электрода и соответствующие сварочные материалы по таблице 12.

10.32 Автоматическую сварку под флюсом угловых поясных швов под острыми углами выполняют, как правило, за один проход сварочного автомата, со смещением электрода на 2—3 мм в сторону наклонной стенки, а под тупыми углами – за два прохода.

Рекомендуемые геометрические параметры шва под острым углом e = 8-10 мм, h = 6-8 мм, коэффициент формы провара $e/h \geq 1,2$ или по указанию чертежей КМ.

Рекомендуемые геометрические параметры указанного поясного шва под тупым углом e = 12-14 мм, h = 7-9 мм, $e/h \geq 1,4$ или по указанию чертежей КМ.

10.33 Механизированную сварку в смеси защитных газов угловых поясных швов блоков главных балок трапециевидных коробчатых сечений под острыми и тупыми углами рекомендуется выполнять на режимах по таблице Л.11 приложения Л.

Сварку швов под острым углом выполняют полуавтоматом за один-два прохода по оси шва в специальную лодочку при вертикальном положении электродной проволоки.

Параметры шва: $e = (10 \pm 2)$ мм, $h = (8 \pm 2)$ мм, $e/h \geq 1,2$.

Сварку швов под тупым углом выполняют полуавтоматом за несколько (три-четыре) прохода, также в положении «в лодочку».

Параметры шва: $e = 14 \pm 2$ мм, $h = (10 \pm 2)$ мм, $e/h \geq 1,4$.

Условное обозначение сварного соединения – Т6 по ГОСТ 23518, способ сварки – МПГ и/или МП.

10.34 Автоматическую, механизированную и ручную дуговую сварку мостовых конструкций из сталей марок 09Г2СД (09Г2С) по ГОСТ 19281 и ГОСТ Р 55374 и 12Г2СБД по СТО 13657842-1—2009 при толщине проката до 50 мм включительно следует выполнять сварочными материалами и на режимах, рекомендуемых для стали 15ХСНД (С345) по ГОСТ 6713, а конструкций из стали марки 12Г2СФБД по СТО 13657842-1—2009 – сварочными материалами и на режимах, рекомендуемых для стали 10ХСНД (С390) по ГОСТ 6713.

10.35 При заводском изготовлении стальных конструкций мостов допускается применение для стыковых и тавровых соединений специальных керамических подкладок (полосовых, круглых, специального профиля под Х-образную разделку кромок в стыках 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.

10.36 При наличии обрыва элемента или его части (в вырезах) следует предусматривать приварку элемента угловыми швами по контуру – по кромкам и торцам стыкуемых деталей, т.е. выполнять «закольцовку» таких швов.

10.37 Стыковые соединения холодногнутых трапециевидных продольных рёбер по 7.41 настоящего стандарта организации следует выполнять механизированной сваркой в смеси защитных газов. Режимы механизированной сварки данных стыковых соединений толщиной 6-8 мм – по таблицам Л.8 и Л.9 приложения Л. Приварку трапециевидных продольных рёбер к листам следует выполнять автоматической сваркой под флюсом или в смеси защитных газов. Допускается выполнять приварку указанных рёбер к листу настила механизированной сваркой в смеси защитных газов способами МП и/или МПГ. К сварке данных угловых швов способами МП и/или МПГ следует допускать сварщиков после выполнения ими допускных сварных соединений с проверкой качества выполнения угловых швов указанных соединений разрушающим методом (излом углового шва) и осмотром макрошлифов по глубине провара стенки трапециевидного ребра. 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 соответствующих таблиц приложения Л. Параметры режима сварки уточняют для обеспечения глубокого провара стенки трапециевидного ребра согласно указаниям чертежей КМ (как правило, допускается непровар не более 2,0 мм при толщине стенки ребра 8 мм). Пересечения продольных полосовых и трапециевидных ребер с поперечными балками следует выполнять механизированной сваркой в смеси защитных газов.

10.38 В конструкциях сталежелезобетонных пролётных строений широко применяются различные типы сварных упоров, которые объединяют пояса стальных конструкций с железобетонной плитой проезжей части. Жёсткие типы упоров (гребенчатые, уголковые и др.) следует выполнять по указаниям чертежей КМ с применением, как правило, механизированной сварки под флюсом или в смеси защитных газов. В случае применения гибких штырьевых упоров типа SD1, приварку их к поясам главных балок следует выполнять по указаниям СТП 015, СТП 016 и ГОСТ Р 55738, при этом применяемое сварочное оборудование и технологии сварки подлежат аттестации в АЦ НАКС согласно указаниям 4.1 настоящего стандарта организации.

10.39 Узлы заводских отправочных марок с комбинированными соединениями (применяются сварка и фрикционные соединения на высокопрочных болтах) следует выполнять в два этапа. На первом этапе собирают фрикционные соединения на высокопрочных болтах с затяжкой их гайковёртом на усилие 60...70 % от проектного. На втором этапе выполняют весь комплекс сварочных работ по данному узлу (включая ремонт сварных швов), после чего все высокопрочные болты в этом узле затягивают (тарируют) динамометрическим ключом на проектное усилие (на 100 %) и фрикционное соединение герметизируют по контуру накладок по указаниям проекта.

Фрикционные соединения на высокопрочных болтах в заводских отправочных марках следует выполнять по рекомендациям СТО-01393674-005 с учётом указаний проекта (чертежей КМ).

Плотность стягивания пакета необходимо контролировать щупами по ТУ 2-034-225-87. Щуп толщиной 0,3 мм не должен входить между частями пакета более чем на 20 мм, при этом щуп следует располагать перпендикулярно грани накладки и на расстоянии не менее 20 мм от угла накладки.

Обушки парных уголков, лежащие в одной плоскости, не должны быть смещены один относительно другого более чем на 0,5 мм в пределах узлов и прикреплений.

В случае перепада (уступа) плоскостей стыкуемых деталей от 0,5 до 3 мм на выступающей детали должен быть сделан скос с уклоном 1:10; при уступе более 3 мм следует применять прокладки из стали той же марки, что и для основных конструкций. Применение прокладок в таких фрикционных стыках должно быть согласовано с проектной организацией.

Общие технологические особенности сборки и сварки конструкций из труб

10.40 Заводские отправочные марки конструкций из труб (класс прочности $C \leq 460$) должны быть изготовлены в соответствии с требованиями проектной и технологической документации, утверждённой в установленном порядке, с контрольной сборкой конструкций на предприятии-изготовителе.

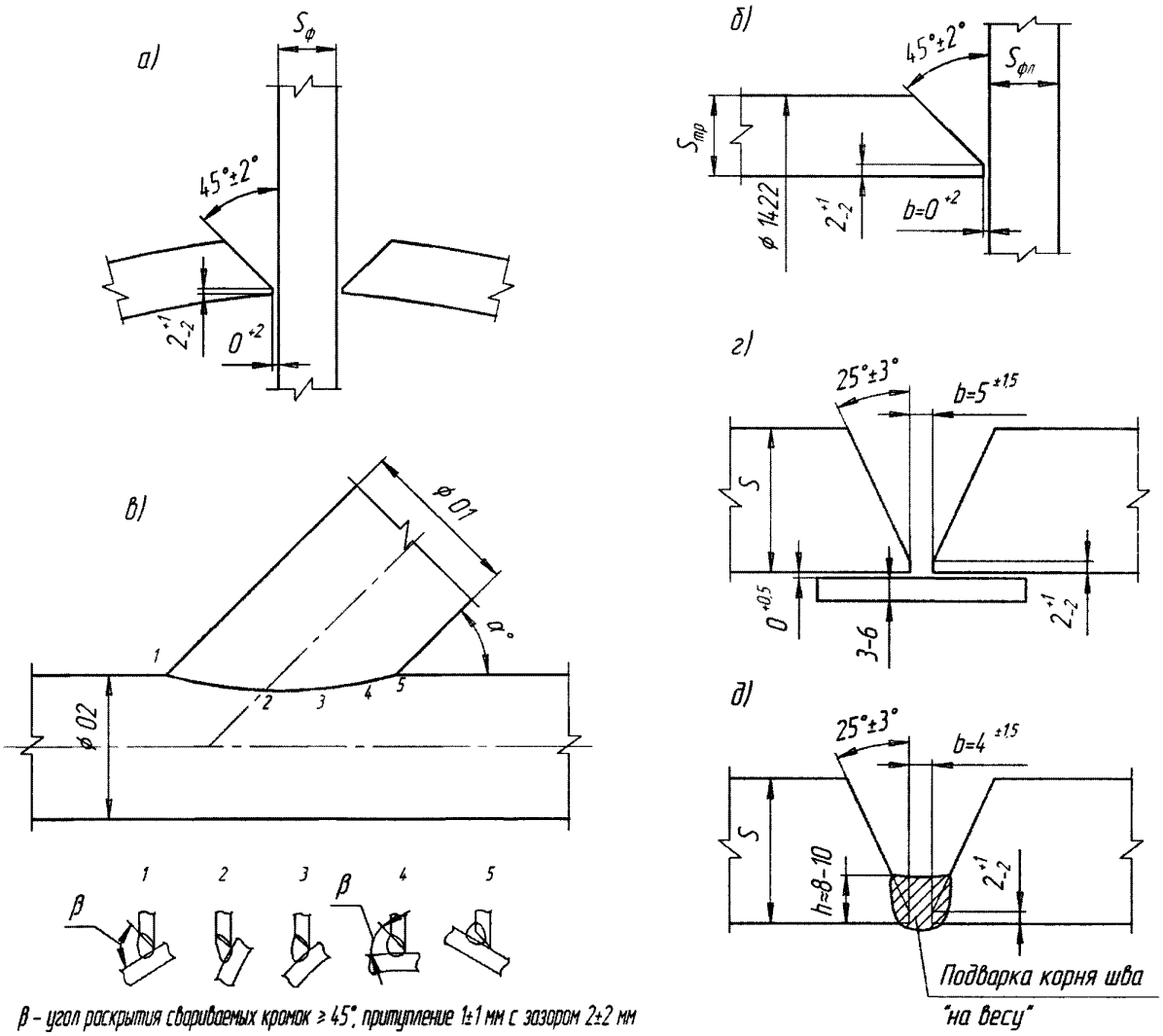
10.41 Для обеспечения собираемости металлоконструкций из труб на монтаже и проверке разработанных чертежей КМД, а также технологии заводского изготовления завод определяет объем и порядок проведения контрольных сборок и согласовывает их с проектной организацией.

Накладки, применяемые при контрольной сборке данных конструкций, должны иметь индивидуальную маркировку.

10.42 Отправочные элементы конструкций из труб следует изготовлять согласно утверждённым технологическим указаниям (ТУК), разрабатываемым заводом—изготовителем и согласованным со специализированной научной организацией, с применением специальной технологической оснастки, обеспечивающей соответствие геометрических размеров и формы конструкций чертежам КМ и КМД.

10.43 Сборку конструкций следует выполнять по разметке, по шаблонам и в кондукторах. Выбор метода сборки определяет завод—изготовитель в зависимости от вида конструкции и требуемой точности ее изготовления.

10.44 Допуски и формы подготовки кромок труб при сборке соединений под сварку приведены на рисунке 17.



Соединения: *а)* — форма подготовки кромок при приварке фасонок к трубе;
б) — форма подготовки кромок фланцевых соединений;
в) — соединение труба к трубе;
г) — стыковое соединение труб на съёмной или остающейся подкладке;
д) — стыковое соединение труб «на весу» (без подкладки)

Рисунок 17 – Допуски и формы подготовки кромок труб при сборке соединений под сварку

10.45 Стыковые сварные соединения труб выполняют согласно указаниям чертежей КМ. Они могут выполняться:

- на съемной или остающейся подкладке (схема сборки – по указаниям рисунка 17, *г*);
- «на весу» (без подкладок) с формированием обратного валика шва (рисунок 17, *д*).

10.46 Остающиеся стальные подкладки толщиной 3-6 мм и шириной 30-35 мм (см. рисунок 17, *г*) следует изготовлять из стали марки 09Г2С, а съёмные гибкие керамические подкладки должны иметь толщину ≈ 6 мм.

10.47 Сварку фланцев с трубами предпочтительнее выполнять автоматической сваркой под флюсом в специальных вращателях (кантователях), обеспечивающих постоянную скорость сварки во время ее выполнения. Допускается применение механизированной сварки в смеси защитных газов при обеспечении свойств наплавленного металла согласно 10.8 настоящего стандарта организации. Форма подготовки кромок фланцевых соединений — по рисунку 17, *б*.

10.48 Приварку фасонок к трубе (см. рисунок 17, *а*) следует выполнять автоматической или механизированной сваркой в смеси защитных газов. Допускается приварка фасонок автоматической сваркой под флюсом с предварительной подваркой корня шва механизированной сваркой в смеси защитных газов. Форма подготовки кромок при приварке фасонок к трубе — по рисунку 17, *а*.

10.49 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 17, *в*.

10.50 Стыковые сварные соединения труб следует производить 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 4 мм или указанным способом АФ «на весу» или на съёмной керамической подкладке 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, МП) на остающейся стальной подкладке или способами МПГ, МП «на весу». Форма подготовки кромок при указанных способах стыковой сварки труб – по рисунку 17, *г* и 17, *д* соответственно.

10.51 При сварке соединений труб по рисунку 17 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 °С – 150 °С.

10.52 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 °С – 150 °С.

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

Технология сборки и механизированной сварки в смеси защитных газов стыковых соединений труб диаметром до 550 мм включительно

10.54 Сборку и механизированную сварку в смеси защитных газов поворотных стыков труб диаметром до 550 мм можно выполнять, как указано в 10.45, или на остающейся стальной подкладке, или «на весу», т.е. без подкладки.

10.55 Перед установкой подкладки или при стыковке кромок труб без подкладки следует подготовить сварочные позиции под сварку: 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 стальной подкладки следует зачистить плоскость остающейся подкладки, примыкающей к сварному шву, и затем установить остающуюся подкладку на трубу. Подкладку приваривают способом МП сплошным сварным угловым швом со стороны разделки кромок трубы катетом 3,0–3,5 мм по ГОСТ 14771 сварочной порошковой проволокой или проволокой сплошного сечения по таблице 13 диаметром 1,2 мм или ручной дуговой сваркой (РД) электродами УОНИИ 13/55 диаметром 3,0 мм (ГОСТ 9466) (рисунок 18).

10.56 Перед приваркой остающейся подкладки следует выполнить подогрев кромок до температуры ≈ 80 °С на ширину остающейся подкладки с контролем указанной температуры цифровым контактным термометром или пирометром.

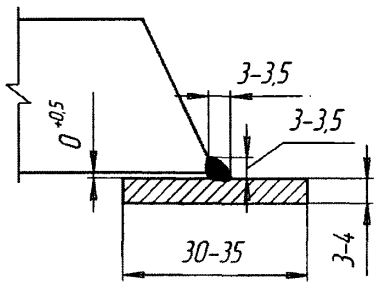


Рисунок 18 – Схема установки остающейся стальной подкладки в трубе

10.57 Сварной угловой шов по рисунку 18 контролируют методом ВИК с удалением брызг на остающейся подкладке; участки с катетом шва более 3,5 мм подлежат подчистке шлифмашинкой с обеспечением катета данного шва по всему диаметру трубы ~ 3,0 мм.

10.58 При сборке стыков труб на остающейся стальной подкладке следует обеспечить зазор в стыке (5 ± 1,5) мм и параметры подготовки кромок по рисунку 17, *г*, а при сборке стыка без подкладки («на весу») – с зазором (4 ± 1,5) мм и параметры подготовки кромок по рисунку 17, *д*. Депланация (Δ) стыкуемых кромок (превышение кромок друг над другом по высоте) не должна превышать 0,1 толщины стыкуемых труб, но не более 2 мм.

10.59 Стык труб следует собирать с помощью электроприхваток, располагаемых в месте наложения стыкового сварного шва.

Требования по подогреву кромок труб перед постановкой прихваток, размерам прихваток и др. – по указаниям 8.8, 8.9 и 8.10 настоящего стандарта организации.

10.60 Сборка под сварку стыковых соединений труб должна быть принята ОТК предприятия с записью в журнале или сопроводительной карте сварочных работ.

10.61 Перед сваркой стыков труб следует выполнить предварительный подогрев кромок по указаниям 10.5 настоящего СТО. Сварку поворотных заводских стыковых соединений труб из стали класса прочности 345 и 390 диаметром до 550 мм следует выполнять способами МПГ и/или МП с применением сварочных материалов по таблице 13 настоящего стандарта организации.

10.62 Сварку способом МП и/или МПГ следует выполнять практически в нижнем положении «на подъем» на режимах, приведённых в таблице 16. Электрод должен быть смещен на расстояние 40—60 мм от вертикальной оси трубы (с «зенита»), против вращения трубы.

Т а б л и ц а 16 – Рекомендуемые режимы механизированной сварки в смесях защитных газов стыковых соединений труб диаметром до 550 мм включительно

Проходы	Способ сварки	Диаметр электрода, $d_{эл}$, мм	Режимы сварки (постоянный ток и обратная полярность)				
			$I_{св}$, А	$U_д$, В	Скорость сварки $V_{св}$,м/ч	Скорость подачи проволоки $V_{эл}$, м/мин	Расход смеси защитных газов, л/мин
1	МП	1,2	200–240	24–26	20–22	7–8	20–24
	МПГ	1,2	180–220	22–24	20–22	6–8	20–24
2-*N* *	МП	1,2	240–280	28–30	22–26	9–10	24–26
	МПГ	1,2	220–260	24–28	22–26	8–10	24–26
* *N* – число проходов Примечание — Вылет электрода ∅ 1,2 мм равен 14–18 мм							

10.63 Стыковые соединения указанных труб с толщиной стенки 12 мм следует выполнять на указанных в таблице 16 режимах сварки за 3–4 прохода, а толщиной 14 мм – за 5–6 проходов. Стыковые сварные соединения труб диаметром до 550 мм включительно подлежат контролю качества методами ВИК и УЗД в объеме 100 %.

Технология сборки и автоматической сварки под флюсом (АФ) стыковых соединений труб диаметром более 550 мм

10.64 Способом АФ можно выполнять поворотные заводские стыки труб диаметром более 550 мм на остающейся стальной подкладке толщиной 4 мм, или способом АФ «на весу», или на съёмной керамической подкладке с предварительной подваркой корня шва способами МП (МПГ) и/или РД на высоту 8–10 мм.

10.65 При сборке данных стыков на остающейся стальной подкладке следует выполнить указания 10.55–10.57 настоящего стандарта организации, при этом параметры подготовки стыкуемых кромок труб и сварочный зазор в стыке (5 ± 1,5 мм) должны быть по указаниям рисунка 17, *г*.

При сборке стыков данных труб под сварку способом АФ «на весу» или на съёмной керамической подкладке с подваркой корня стыка способами МП (МПГ) и/или РД на высоту 8–10 мм следует обеспечить параметры подготовки кромок стыкуемых труб и сварочный зазор в стыке по рисунку 17, *д* настоящего стандарта организации.

Депланация стыкуемых кромок таких труб не должна превышать 0,1 толщины стенки трубы, но не более 2 мм.

10.66 Стыки труб диаметром более 550 мм следует собирать под сварку также с помощью электроприхваток и подогревом кромок трубы по указаниям 10.59 с последующей приемкой сборки стыка ОТК предприятия и фиксацией в журнале или сопроводительной карте сварочных работ.

10.67 Перед сваркой данных стыков труб следует выполнять предварительный подогрев кромок по указаниям 10.5 настоящего стандарта организации. Сварку поворотных стыков труб диаметром более 550 мм из стали классов прочности 345 и 390 способом АФ следует выполнять с применением сварочных материалов по таблице 12 настоящего стандарта организации, при этом подварку корня стыка на высоту 8–10 мм (если сборка стыка выполнена «на весу» или на съёмной керамической подкладке) способами МП (МПГ) или РД выполняют сварочными материалами по таблице 13 настоящего стандарта организации.

10.68 Автоматическая сварка под флюсом корневой части стыка труб, собранного на остающейся стальной подкладке или с подваркой корня стыка «на весу» или на съемной керамической подкладке на высоту 8–10 мм, выполняется сначала сварочной проволокой диаметром 3,0 мм; количество проходов – три-четыре. Последующее заполнение разделки стыков толщиной 20 мм и более следует выполнять сварочной проволокой диаметром 4 или 5 мм. Сварку способом АФ следует выполнять в нижнем положении «на подъем» на режимах по таблице 17. Электрод должен быть смещён на расстояние 30–50 мм от вертикальной оси трубы (с «зенита») против вращения трубы.

Т а б л и ц а 17 – Рекомендуемые режимы автоматической сварки под флюсом (АФ) стыковых соединений труб диаметром более 550 мм

Проходы	Способ сварки	Диаметр электрода (проволоки), мм	Режимы сварки (постоянный ток обратная полярность)			
			$I_{св}$, А	$U_д$, В	Скорость сварки** $V_{св}$, м/ч	Вылет электрода, мм
1–3 (4) по стальной подкладке толщиной 4 мм или по подварке корня шва на h = 8–10 мм	АФ	3,0	240–280	32–34	19–21	30–34
5–*N**	АФ	5,0	650–700	34–38	20,5–22	38–42

*N – число проходов;
** Скорость сварки следует определять и контролировать по таблице 18.

Т а б л и ц а 18 – Скорость вращения кантователя трубы (скорость сварки) при выполнении сварных стыковых соединений труб диаметром более 550 мм способом АФ

Скорость вращения, м/час (скорость сварки)	Время прохождения 1-го полного оборота трубы	Время прохождения 500 мм трубы
Труба Ø 610 мм		
19	6 мин 03 с	1 мин 35 с
20	5 мин 45 сек	1 мин 30 сек
21	5 мин 28 сек	1 мин 26 сек
22	5 мин 14 сек	1 мин 22 сек
Труба Ø 1016 мм		
19	10 мин 05 с	1 мин 35 с
20	9 мин 34 с	1 мин 30 с
21	9 мин 07 с	1 мин 26 с
22	8 мин 42 с	1 мин 22 с
Труба Ø 1420 мм		
19	14 мин 07 с	1 мин 35 с
20	13 мин 24 с	1 мин 30 с
21	12 мин 46 с	1 мин 26 с
22	12 мин 11 с	1 мин 22 с

10.69 После выполнения каждого слоя автоматного шва под флюсом следует тщательно осматривать лицевую поверхность после удаления шлака. При затекании расплавленного флюса в подрезы внутри разделки кромок и невозможности его удаления отбойным молотком, следует выполнять зачистку таких мест шлифмашинкой до металлического блеска для исключения возможных зашлаковок в межваликовых впадинах и по границам сплавления шва с основным металлом трубы.

10.70 Каждый последующий проход (слой шва) следует выполнять после удаления шлака при температуре свариваемых кромок не более 250 °С. При остывании металла шва ниже 80° С между проходами предварительный подогрев (100°С – 120 °С) следует повторить.

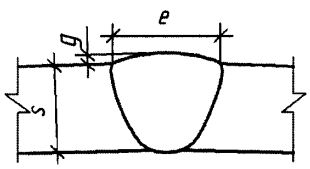
10.71 Вылет электрода при сварке стыков труб способом АФ (расстояние от плоскости слоя сварного шва до точки токосъема на мундштуке сварочного аппарата) следует устанавливать согласно указаниям таблицы 17 и корректировать его по мере заполнения разделки кромок стыка труб.

10.72 После выполнения корневых слоев шва заполнение разделки следует выполнять со смещением электрода от оси сварного шва для обеспечения гарантированного проплавления межваликовых впадин и исключения несплавлений по кромкам разделки.

Геометрические параметры сварных стыковых соединений труб должны соответствовать данным таблицы 19.

10.73 Сварные стыковые соединения труб диаметром более 550 мм подлежат контролю качества методами ВИК и УЗД в объёме 100 %.

Т а б л и ц а 19 – Геометрические параметры сварных стыковых соединений труб, выполненных способом АФ

Форма поперечного сечения	S, мм	Ширина шва e, мм	Высота усиления шва q, мм	Количество проходов
	12	23 ± 3	1,5 ± 1	3–4
	20	32 ± 4	$2^{+1}_{-1,5}$	5–7
	25	36 ± 4		7—9
	30	40 ± 4		10–12
	36	46 ± 4		14–16
	40	50 ± 4		18–20

11 Требования к качеству сварки и сварных соединений. Контроль качества

Общие положения

11.1 Контроль качества изготовления стальных конструкций мостов на всех стадиях работ ведут ИТР цехов и технических служб завода, работники ОТК и Инспекции на соответствие требованиям КМ, КМД и настоящего стандарта олганизации.

Производственный контроль качества осуществляется под руководством главного инженера (технического директора) завода.

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

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

Руководство сварочными работами на заводе осуществляет специалист (начальник бюро сварки, Главный сварщик), имеющий высшее сварочное образование и практический опыт работы по сварке стальных конструкций, прошедший аттестацию в АЦ НАКС не ниже чем по 3-му уровню в соответствии с [1] на группу ТУ ОПО «КСМ» (конструкции стальных мостов). Инженерно-технические работники предприятия, непосредственно руководящие сварочными работами в цехах завода при изготовлении стальных конструкций мостов, должны пройти аттестацию в Аттестационных центрах НАКС не ниже, чем по 2-му уровню в соответствии с [1] по группе ТУ ОПО «КСМ».

Работники ОТК завода должны быть аттестованы в независимых центрах по аттестации персонала НК на право проведения визуально-измерительного контроля (ВИК) не ниже, чем по второму уровню по пункту 11.1 перечня объектов по [3].

Руководитель сварочных работ на заводе (главный сварщик) подчиняется непосредственно главному инженеру (техническому директору) завода и работает в соответствии с должностной инструкцией, определяющей его обязанности и права.

11.2 К сварке стальных конструкций мостов на заводе допускаются сварщики 3—6 разрядов, достигшие 18-летнего возраста, прошедшие специальную подготовку и аттестацию в АЦ НАКС. Сварщик, выполняющий сварочные работы при заводском изготовлении стальных конструкций мостов, должен иметь аттестационное удостоверение сварщика I уровня по группе ТУ ОПО «КСМ» по пункту 1 «Металлические конструкции пролетных строений, опор и пилонов стальных мостов при изготовлении в заводских условиях» с указанием вида (способа) сварки, к выполнению которого он допускается.

Для вновь принимаемых на работу сварщиков, в т. ч. и молодых специалистов-сварщиков (выпускников ПТУ, сварочных курсов) следует проводить на заводе, согласно утвержденному главным инженером (техническим директором) графику, контроль и испытания пробных

(допускных) КСС. При получении положительных результатов неразрушающего контроля качества допускных КСС методами ВИК и УЗД данные сварщики допускаются к работе в соответствии с действующими на заводе регламентирующими документами системы менеджмента качества. Также данные сварщики допускаются к аттестации в АЦ НАКС по группе ТУ ОПО «КСМ» по пункту1 после стажировки в цехах завода в звене с аттестованным сварщиком в течение не менее 2 мес.

Главный сварщик завода — изготовителя металлоконструкций принимает решение о привлечении определённых работающих в цехах сварщиков к выполнению допускных сварных соединений согласно указанному графику.

11.3 Основными задачами производственного контроля являются:

- обеспечение соблюдения технологии изготовления и требований нормативных документов;
- своевременное предупреждение и выявление дефектов;
- повышение ответственности непосредственных исполнителей за качество выполняемых работ.

При изготовлении мостовых металлоконструкций выполняют следующие виды контроля качества:

- входной контроль качества поступающих в производство материалов (в т. ч. металлопроката и сварочных материалов) и технологий сварки, а также оборудования, в т. ч. сварочного;
- пооперационный контроль качества при изготовлении деталей и отправочных марок согласно чертежам КМД;
- приемочный контроль качества изготовления отправочных марок согласно чертежам КМ, КМД, требованиям технологических инструкций завода и настоящего стандарта организации.

Входной контроль

11.4 Входной контроль качества включает следующие операции:

- проверка полноты проектно-технологической документации, а также её соответствие требованиям норм (проводится службой ОТК);
- контроль качества поступающих в производство основного металлопроката и лакокрасочных материалов (проводится службой ОТК и инспекции);
- контроль качества поступающих в производство сварочных материалов по 11.10 настоящего СТО (проводится службой ОТК и инспекции);
- проверка состояния сварочного оборудования и срока действия свидетельств об аттестации этого оборудования (проводится службой отдела главного сварщика и инспекции);
- проверка режимов машинной термической резки (проводится службой отдела гдавного сварщика);
- проверка срока годности аттестационных удостоверений у электросварщиков, инженерно-технических работников и дефектоскопистов (проводится службой ОТК и инспекции).

11.5 Передаваемые в производство чертежи КМД должны быть проверены службой Главного конструктора на соответствие чертежам КМ, проектным нормам и настоящему стандарта организации и утверждены к производству работ главным инженером (техническим директором) завода.

11.6 Поступающий на завод металлопрокат перед применением должен проходить приёмку по указаниям раздела 5 настоящего стандарта организации. Качество поставляемого металлопроката должно удостоверяться сертификатом завода-поставщика. Весь заказываемый металлопрокат должен поставляться по действующим ГОСТам и настоящему стандарту организации (см. таблицу 2) и в обязательном порядке иметь маркировку клеймением.

При получении металлопроката, в соответствии с требованиями ГОСТ 24297 и действующей на заводе-изготовителе системой менеджмента качества, должен быть организован входной контроль. Основные показатели и объёмы входного контроля:

- наличие подлинника или заверенной копии сертификата на металлопрокат – 100 %;
- соответствие маркировки металлопроката данным сертификатов – 100 %.

При несоответствии (отсутствии) этих показателей применять металлопрокат в производстве запрещается.

- недопустимые дефекты поверхности – контроль выборочно, допускается в процессе производства;

- габаритные размеры – контроль выборочно.

Если в сертификатах на прокат отдельные данные отсутствуют, завод — изготовитель конструкций должен произвести необходимые лабораторные испытания металлопроката в соответствии с требованиями, установленными стандартами. Если результаты испытаний удовлетворяют требованиям стандартов, стандартов организации или ТУ, металлопрокат может быть использован для изготовления мостовых конструкций.

Лакокрасочные материалы при поступлении на завод также должны проходить приемку, а качество их также должно удостоверяться сертификатами или паспортами заводов — поставщиков. Применение лакокрасочных материалов, не имеющих сертификатов (паспортов), не допускается.

11.7 Периодический контроль качества стального проката (механические свойства) должен выполнять завод — изготовитель металлоконструкций один раз в год. Испытания следует производить по каждой марке стали каждого завода — поставщика для проката любой одной толщины из диапазона толщин по каждой нижеуказанной группе толщин проката:

- группа I от 6 до 16 мм включительно;
- группа II свыше 16 до 50 мм включительно;
- группа III свыше 50 мм.

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

При изготовлении конструкций железнодорожных мостов в северном исполнении Б механические испытания проката следует выполнять для каждой партии или полистно по решению проектной организации или заказчика.

Контролируемыми механическими характеристиками металлопроката являются:

а) временное сопротивление разрыву, предел текучести, относительное удлинение по ГОСТ 1497;

б) величина угла изгиба в холодном состоянии по ГОСТ 14019 для конструкций обычного исполнения и по ГОСТ 5521 на широком образце для конструкций северного исполнения;

в) ударная вязкость в состоянии поставки по ГОСТ 9454 при температурах, указанных в сертификатах;

г) структура стали в изломе для всех конструкций и определение площади излома с волокнистым строением для конструкций северного исполнения по ГОСТ 5521, ГОСТ 6713, ГОСТР 55374 и СТО 13657842-1.

Химический состав металлопроката определяют химическим (ГОСТ 22536.0–22536.13; ГОСТ 28473; ГОСТ 12344–ГОСТ12361) или спектральным (ГОСТ 18895) методами.

К выполнению работ по контролю качества стального проката завод-изготовитель мостовых конструкций может привлекать сторонние аккредитованные лаборатории.

11.8 *Каждая марка сварочных материалов* каждого производителя, применяемая заводом-изготовителем стальных конструкций мостов, должна иметь Свидетельство НАКС об аттестации по группе ТУ ОПО «КСМ». При отсутствии Свидетельства требуется проведение аттестации применяемых марок сварочных материалов производителем материалов или заводом-изготовителем конструкций (потребителем) на группу ТУ ОПО «КСМ».

Каждая марка сварочных материалов, поступившая на завод-изготовитель конструкций, должна иметь сертификат качества от завода-поставщика и соответствовать общим требованиям, указанным в 9.1 и 9.2 настоящего СТО.

Аттестацию марки сварочных материалов (процедура аттестации и порядок оформления аттестации) по группе ТУ ОПО «КСМ» проводят в соответствии с РД 03-613—03 [6], Рекомендациями по применению РД 03-613-03 [9] и указаниями настоящего стандарта организации (приложение Н).

Требования по подготовке сварочных материалов и порядок их применения для соответствующих типов пролетных строений – согласно указаниям раздела 9 настоящего стандарта организации.

11.9 Входной контроль качества сварочных материалов (СМ) с заваркой контрольно-технологических проб с определением технологических характеристик и механических свойств следует проводить не реже одного раза в год для каждой марки СМ от каждого предприятия – поставщика СМ, если они использовались более одного года и в течение этого периода отсутствовали претензии к поставщику СМ по качеству.

При применении заводом – изготовителем конструкций конкретной марки СМ от конкретного поставщика менее года, то входной контроль сварочных материалов с определением технологических характеристик и механических свойств следует производить перед передачей в производство каждой новой партии данной марки СМ. При этом для сварочных проволок сплошного сечения проверку качества сварочных материалов следует выполнять для каждой новой плавки, поступающей в производство.

Сварку контрольных технологических проб следует выполнять в цехах завода в реальных условиях. По результатам испытаний образцов таких КСС должны быть выданы протоколы испытаний и заключения по возможности применения конкретных партий аттестованных сварочных материалов в определенной их комбинации на предприятии при изготовлении конструкций стальных мостов.

Для проверки качества конкретных партий сварочных материалов, применяемых для стыковых соединений или для стыковых соединений и угловых швов тавровых соединений, необходимо выполнить одну стыковую пробу из листа (проката) толщиной 25 мм в нижнем положении. Для сварочных материалов, применяемых только для угловых швов, следует выполнить две контрольные тавровые пробы длиной по 350 мм из металла максимальных и минимальных толщин катетом 8 мм согласно указаниям Приложения Е. Из каждой контрольной тавровой пробы следует изготовить один макрошлиф, на котором проверяют глубину провара основного металла, коэффициент формы провара, наличие или отсутствие макротрещин и твёрдость HV.

Изготовление и испытание данных контрольных сварных соединений следует проводить в соответствии с указаниями обязательного приложения Е, при этом для испытания на ударный изгиб изготовляют образцы типа VI по ГОСТ 6996 (KCU) с надрезом только по оси сварного шва.

При сварке контрольных технологических проб одновременно необходимо проверять технологические характеристики конкретной партии (плавки) сварочного материала (стабильность горения дуги, качество формирования шва, отделимость шлаковой корки) с фиксацией результатов контроля в Акте сварки контрольной технологической пробы (приложение К).

Контрольные технологические пробы следует выполнять из любой одной марки стали, входящей в данную группу класса прочности стали, если сварочный материал применяется только для одного класса прочности стали. Если сварочный материал применяется для сталей двух классов прочности (С345 и С390, см. таблицы 12,13), то контрольные технологические пробы следует выполнять из одной марки стали класса прочности С390 (10ХСНД или 10ХСНДА).

Результаты испытаний контрольных технологических проб, полученные на КСС из листового проката распространяются на аналогичные КСС из труб.

Результаты испытаний контрольных технологических проб считаются положительными, если полученные результаты удовлетворяют требованиям 10.8 и приложения Е настоящего стандарта организации. При невыполнении указанных условий необходимо провести повторные испытания конкретной партии сварочного материала на удвоенном количестве образцов. Результат повторных испытаний является окончательным.

Сварку контрольных технологических проб и испытания образцов из этих проб выполняют предприятия — изготовители конструкций стальных мостов обязательно в присутствии представителя инспекции и/или представителя специализированной организации с комиссионным оформлением актов сварки контрольных проб (приложение К) и протоколов испытаний. К выполнению работ по контролю качества конкретных партий СМ завод – изготовитель мостовых конструкций может привлекать сторонние аккредитованные лаборатории.

11.10 Каждая применяемая заводом – изготовителем технология сварки стальных конструкций мостов подлежит производственной аттестации в АЦ НАКС с учётом применяемых групп толщин проката по 11.7 для конкретной технологии сварки.

Аттестацию сварочных технологий (процедура и порядок оформления аттестации) по группе ТУ ОПО «КСМ» проводит аккредитованный на указанную группу объектов АЦ НАКС в соответствии с [8], Рекомендациями по применению РД 03-615—03 [10] и указаниями приложения Н настоящего стандарта организации.

11.11 Каждая единица сварочного оборудования (источники питания сварочной дуги, сварочные автоматы и полуавтоматы) завода-изготовителя конструкций стальных мостов, т.е. потребителя сварочного оборудования, должны иметь свидетельства НАКС об аттестации по группе ТУ ОПО «КСМ». Для поставщиков сварочного оборудования в стальное мостостроение (производители) аттестацию сварочного оборудования обычно выполняют на определенную партию.

Аттестацию сварочного оборудования (проведение специальных и практических испытаний, порядок оформления аттестации) по группе ТУ ОПО «КСМ» проводит аккредитованный на указанную группу объектов АЦ НАКС в соответствии с [7], Рекомендациями по применению РД 03-614—03 на объектах стального мостостроения и указаний пиложения Н настоящего стандарта организации.

11.12 Контроль качества сварных соединений стальных конструкций мостов неразрушающими методами ведут специалисты 1 и 2-го уровня квалификации по неразрушающему контролю. Данные специалисты, а также лаборатория неразрушающего контроля, должны быть аттестованы в независимых органах СЭПБ-СНК в соответствии с требованиями [2] и [3] по пункту 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.

Дефектоскописты, систематически выдающие неверные Заключения о качестве сварных соединений, отстраняются от работы до момента прохождения внеочередной аттестации.

11.13 При проверке технического состояния дефектоскопической аппаратуры оценивают соответствие её основных параметров требованиям нормативных документов и технической документации на неразрушающий метод контроля. Все средства измерений и оборудование, используемые для выполнения визуально-измерительного контроля (ВИК) и ультразвукового контроля (УЗД), в т. ч. стандартные образцы предприятия (СОП), наборы ВИК, дефектоскопы и т. д., должны быть поверены в органе, имеющем аккредитацию на право проведения этих работ, и иметь свидетельства о госповерке (калибровке) установленного образца.

Пооперационный контроль

11.14 Выполнение каждой последующей операции при изготовлении стальных конструкций мостов разрешается только после осуществления контроля качества работ предыдущей. Результаты пооперационного контроля фиксируют в сопроводительных документах (в актах-предъявках, маршрутных картах и т. п.). Пооперационный контроль проводят ежедневно в соответствии с разработанными технологическими инструкциями (картами) контроля, определяющими этапы проведения контроля и список лиц, осуществляющих такой контроль.

11.15 При операционном контроле проверяют соблюдение технологии изготовления деталей и элементов, режимы резки и сварки, чистоту и точность обработки деталей, соблюдение проектных размеров, подготовку и соответствие применяемых сварочных материалов заданной технологии сварки.

Рекомендуется отделу главного сварщика завода разработать КТПС по каждому применяемому способу сварки и на каждый типоразмер сварного соединения. В КТПС следует в табличной форме изложить последовательность и требования по выполнению сборочно-сварочных работ для конкретного типоразмера сварного соединения. Допускается вместо КТПС применять в работе другие технологические документы, регламентирующие все необходимые требования к сборочно-сварочному процессу (ТУК, указания, инструкции, таблицы режимов сварки и др.).

Пооперационный контроль проводят ИТР цехов и контролёры ОТК. Результаты проверки отображают в документации, принятой на заводе-изготовителе конструкций в соответствии с действующей на предприятии СМК.

11.16 Сборку элементов под сварку контролирует мастер цеха или контролер ОТК до начала сварки. Следует проверять правильность фиксирования листов (элементов) в плане, профиле и по длине, соответствие (в пределах допусков) всех размеров и формы подготовленных кромок (значение зазора, притупления, прямолинейность и пр.), значение вертикального и горизонтального смещений стыкуемых кромок, правильность обработки и чистоту свариваемых кромок, правильность и качество постановки электроприхваток, плотность поджатия металла к флюсовой подушке и др. Результат контроля сборки элементов под сварку фиксируют в документации, предусмотренной СМК.

11.17 В процессе выполнения на заводе сварочных работ пооперационно следует проверять: соответствие применяемых при сварке марок сварочных проволок, электродов, флюсов; соответствие фактического режима сварки указанному в КТПС на конкретный тип сварного соединения; правильность выполнения предварительного и послойного подогрева; правильность наложения слоев шва при заполнении разделки; качество наплавленного металла (визуально) и сечение швов.

11.18 Периодически, не реже одного раза в месяц, представители службы главного сварщика, ОТК и инспекции проводят контроль соблюдения аттестованной технологии сварки, исправности оборудования, соответствия применяемых сварочных материалов, режимов сварки и предварительного подогрева, правильности положения слоев шва при заполнении разделки. По результатам такой проверки необходимо составлять акт с указанием выявленных отклонений и планируемых мероприятий по их устранению.

Приемочный контроль качества сварных соединений

11.19 Все заводские сварные соединения подлежат приемке после выполнения сварки (до сборки отправочных марок). По окончанию сварки металл шва и прилегающие к нему участки основного металла следует очистить от шлака и брызг; шов осматривают визуально и сразу устраняют видимые дефекты.

11.20 В зависимости от конструктивного оформления, условий эксплуатации и монтажа пролётного строения все швы сварных соединений мостовых конструкций разделены на три категории (таблица 20). Внутри каждой категории швам присвоен порядковый номер (тип шва сварного соединения). Категории сварных швов назначает проектная организация согласно указаниям таблицы 20 с учетом условий эксплуатации и монтажа конструкций. При отсутствии в чертежах КМ категории сварных угловых швов конкретных тавровых соединений завод-изготовитель должен назначить для всех таких тавровых соединений метод контроля – ВИК объем контроля – 100 %.

11.21 При приёмке сварных швов проводят визуально-измерительный контроль по [5], ультразвуковой контроль качества по ГОСТ Р 55724 с учётом указаний настоящего стандарта организации 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 КСС по ГОСТ 6996. Методы и объёмы контроля швов заводских сварных соединений приведены в таблице 21. По требованию заказчика может быть назначен дополнительный контроль иными неразрушающими методами (магнитопорошковый, капиллярный контроль и др.) сверх установленных в таблице 21 объемов по отдельной смете. Указанный дополнительный объем контроля не является обязательным.

11.22 Наименование дефектов, их характеристика по расположению, форме и размерам, а также допуски на дефекты по категориям сварных швов приведены в таблице 22.

Т а б л и ц а 20 – Категории швов заводских сварных соединений

Категория шва	Типы швов заводских сварных соединений, входящих в данную категорию, характеристика условий их эксплуатации и монтажа
I	1 Поперечные и продольные стыковые швы растянутых (сжато-растянутых) поясов главных балок, элементов ферм, элементов ортотропных и ребристых плит и элементов из труб, а также сжатые и растянутые стыковые швы поперечных и продольных балок проезжей части железнодорожных мостов. 2 Швы со сплошным проплавлением по чертежам КМ: - угловые поясные швы нижних и верхних поясов главных балок; - угловые швы элементов ферм; - угловые швы тавровых соединений, работающие на отрыв и срез при растяжении или изгибе. 3 Концевые участки (длиной по 100 мм) стыковых швов, прикрепляющих к растянутым элементам ферм и растянутым поясам балок узловые фасонки или расположенные вдоль усилия фасонки связей. 4 Концевые участки поперечных стыковых швов стенок балок на протяжении 30 % их высоты, считая от каждого (верхнего и нижнего) пояса балки
II	5 Швы с неполным проплавлением по чертежам КМ: - угловые поясные швы нижних и верхних поясов главных балок; - угловые швы элементов ферм; - угловые швы тавровых, угловых и нахлесточных соединений, работающие на отрыв и срез при растяжении или изгибе. 6 Стыковые швы (за исключением концевых участков, см. пункт 3), прикрепляющие к растянутым поясам балок или ферм узловые фасонки или расположенные вдоль усилия фасонки связей, а в сталежелезобетонных пролётных строениях – упоры. 7 Поперечные стыковые швы стенок балок на участках протяжением по 10 % её высоты, примыкающих к концевым участкам (см. пункт 4). 8 Продольные стыковые швы стенок балок, расположенные в пределах 40 % её высоты, считая от каждого (верхнего или нижнего) пояса балки
III	9 Поперечные и продольные стыковые швы сжатых поясов главных балок, элементов ортотропных и ребристых плит, элементов ферм и элементов из труб. 10 Поперечные стыковые швы стенок балок на участке, кроме указанных в пунктах 4 и 7. 11 Продольные стыковые швы стенок балок, расположенные в пределах части высоты стенки балки, кроме указанных в пункте 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 пролетных 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 ребрам жёсткости. 16 Стыковые и угловые швы вспомогательных конструкций стальных мостов (водоотвода, кабельных коробов, перил и заполнения смотровых ходов, крепления кабельных галерей и барьерного ограждения и др.).

Т а б л и ц а 21 – Методы и объемы контроля швов заводских сварных соединений

Метод контроля	Категория шва	Типы контролируемых швов по таблице 20	Объём контроля	Примечание
Визуально-измерительный (ВИК)	I – III	Все	100 %	Наличие отклонений от требований проекта и нормативных документов и технической документации, выявленных методом ВИК, фиксируют в журнале сварочных работ
Ультразвуковой (УЗД) по ГОСТ Р 55724	I	1, 2, 3, 4	100 %	От длины каждого контролируемого шва соответствующего типа
	II	6, 7, 8	50 %*	
	III	9, 10, 11, 13	30 %**	
Радиографический (R) ГОСТ 7512 (просвечивание проникающим излучением)		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		
Металлографические исследования макрошлифов	I	Стыковые швы растянутых или сжато-растянутых элементов конструкций	Назначается в заводской технической документации	—
Механические испытания контрольных сварных соединений по ГОСТ 6996	Тип контролируемых соединений, объем контроля и требования к качеству сварных соединений должны быть указаны в проектной документации			

* При выявлении дефектов, выходящих за пределы допусков, контролю подлежат 100 % длины швов типов 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 типов 9, 10, 11 и 13 категории III.

Примечания

1 Методы и объём контроля сварных соединений в узлах повышенной жесткости, где увеличивается опасность образования трещин, должны быть дополнительно указаны в проектно-технологической документации.

2 В сварных элементах и узлах с пересечениями и примыканиями 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 2 сут (48 ч) после первичного контроля швов методом УЗД в этих зонах. Первичный контроль качества сварных соединений инструментальными неразрушающими методами следует выполнять по 11.29 настоящего стандарта организации.

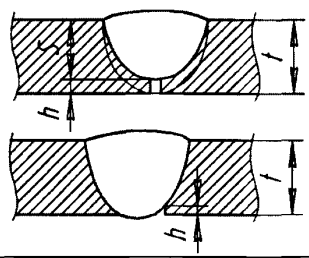
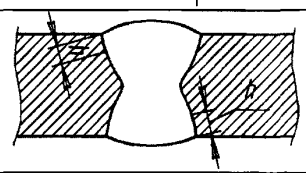
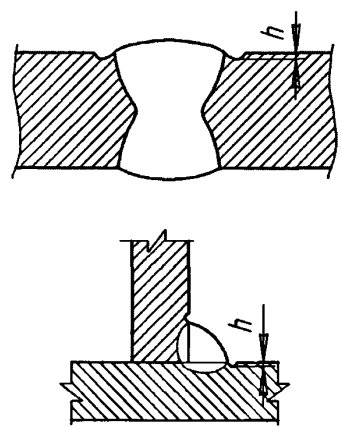
3 При контроле участка стыкового шва методами УЗД и R и выявлении при этом дефектов одним из этих методов решение о качестве шва принимают по результатам того метода, который является наиболее надежным для обнаружения дефектов данного типа.

4 Допускается исключение контроля швов методом УЗД по согласованию с проектной организацией в следующих случаях:

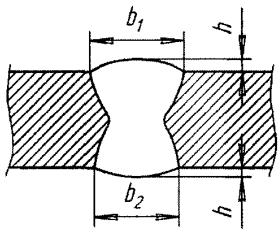
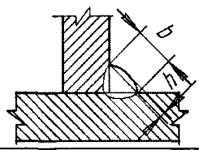
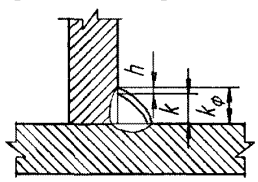
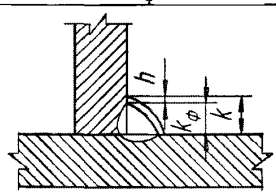
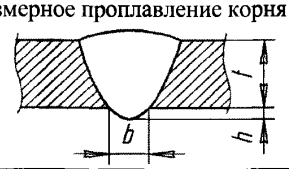
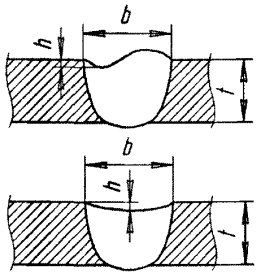
- стыковые швы приварки фасонок с отверстиями к поясам главных балок или стенкам балок, когда зона искателя дефектоскопа расположена вблизи отверстий или попадает на них;
- стыковые швы обечаек, обеспечивающих жёсткость;
- угловые швы с полным проваром в труднодоступных местах (например, приварка опорных диафрагм к нижнему поясу балок при расстоянии между опорными ребрами менее 300 мм, концевые участки длиной 30 мм в зоне выкружек и в примыканиях ребер к поясам балок и другим ребрам).

Сварку таких соединений следует выполнять с послойным контролем качества. Оценку качества таких соединений по внутренним дефектам проводят по аналогичным контрольным допускным соединениям, заваренным на реальных режимах сварки с последующим разрушающим контролем и исследованием макрошлифов. Разрешают сварку таких соединений только тем сварщикам, которые получили удовлетворительные результаты при испытании допускных сварных соединений.

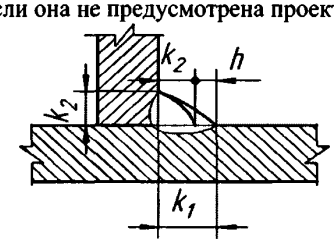
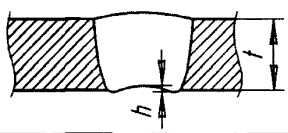
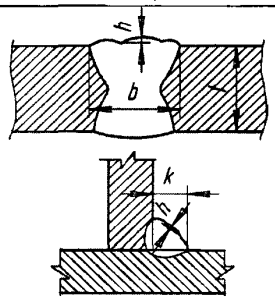
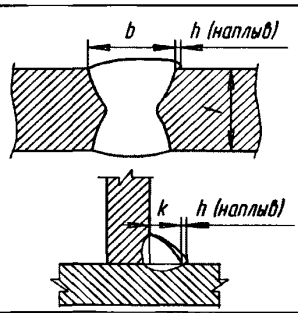
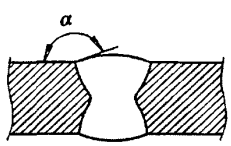
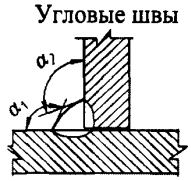
Т а б л и ц а 22 – Допуски на дефекты в сварных швах

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 пункту 1.6 не более 20 t и менее 400 мм	Не допускаются		
1.7 Подрезы вдоль и поперек 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 категории II
* Переход от шва к основному металлу и очертания подрезов должны быть плавными				

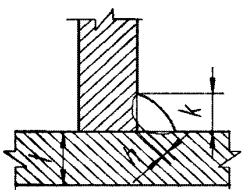
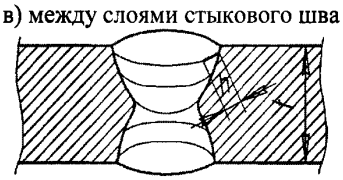
Продолжение таблицы 22

Наименование дефектов	Характеристика дефектов по расположению, форме и размерам	Допустимые дефекты по категориям швов		
		I	II	III
1.8 Превышение усиления (выпуклости):	Переход от шва к основному металлу должен быть плавным			
стыкового шва		$h \le 1 + 0{,}1t$ мм, но не более 4 мм	$h \le 1 + 0{,}15t$ мм, но не более 6 мм	$h \le 1 + 0{,}25t$ мм, но не более 8 мм
углового шва		Не более 2 мм	Не более 3 мм	Не более 4 мм
1.9 Увеличение катета углового шва	Превышение катета для большинства угловых швов не является браковочным признаком			
	 $h = k_ф - k$	$h \le 1 + 0{,}1k$, мм, но не более 2 мм	$h \le 1 + 0{,}15k$, мм, но не более 3 мм	$h \le 1 + 0{,}2k$, мм, но не более 4 мм
1.10 Уменьшение катета углового шва	 $h = k - k_ф$	Не допускается	Длинные дефекты не допускаются	
			Короткие дефекты $h \le 0{,}3 + 0{,}1k$ мм,	
			1 мм	2 мм, но не более
1.11 Превышение выпуклости корня шва	Для односторонних стыковых швов (чрезмерное проплавление корня шва)			
		$h \le 1 + 0{,}1t$, мм, но не более 3 мм	$h \le 1 + 0{,}15t$, мм, но не более 4 мм	$h \le 1 + 0{,}3t$, мм, но не более 5 мм
1.12 Неполное заполнение разделки кромок (вогнутость шва)	Переход от шва к основному металлу должен быть плавный	Длинные дефекты не допускаются		
		Короткие дефекты		
		$h \le 0{,}03t$, но не более 0,5 мм	$h \le 0{,}06t$, но не более 1 мм	$h \le 0{,}1t$, но не более 2 мм

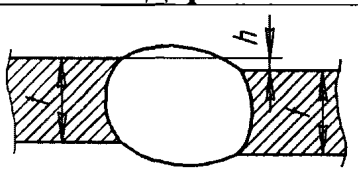
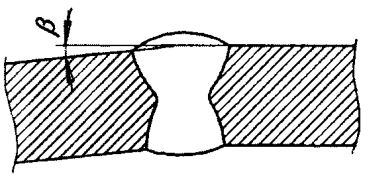
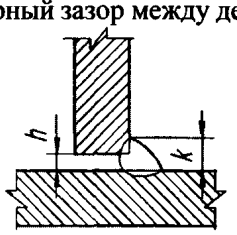
Продолжение таблицы 22

Наименование дефектов	Характеристика дефектов по расположению, форме и размерам	Допустимые дефекты по категориям швов		
		I	II	III
1.13 Асимметрия углового шва	Разнокатетность углового шва, если она не предусмотрена проектом  $h = k_1 - k_2$	$h \le 1 + 0{,}1k$, мм	$h \le 1{,}5 + 0{,}1k$, мм	$h \le 2{,}0 + 0{,}1k$, мм
1.14 Вогнутость корня шва, утяжка	Для односторонних стыковых швов (переход от шва к основному металлу должен быть плавным)  	$h \le 0{,}5$ мм	$h \le 1$ мм	$h \le 1{,}5$ мм
1.15 Межваликовые впадины в многопроходных стыковых и угловых швах	 	$h \le 0{,}5$ мм	$h \le 1$ мм	$h \le 1{,}5$ мм
1.16 Наплывы по валикам (выпуклостям) швов: – стыкового шва – углового шва	 	Не допускаются		
1.17 Сопряжение поверхности усиления шва с основным металлом	Стыковые швы  Угловые швы  $\alpha_1 \ge \alpha$ $\alpha_2 \ge \alpha$	$\alpha \ge 130°$ (для стыковых швов) $\alpha \ge 100°$ (для угловых швов)		

Продолжение таблицы 22

Наименование дефектов	Характеристика дефектов по расположению, форме и размерам	Допустимые дефекты по категориям швов	
1.18 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	
1.19 Плохое возобновление дуговой сварки	Местная неровность поверхности шва в месте повторного зажигания дуги	Не допускается	Допускается с выполнением условий по пунктам 1.8 и 1.17 для швов категории III
1.20 Знаки шлифовки и резки	Местные повреждения вследствие шлифовки и резки (пропилы, выхваты, цвета побежалости и др.)	Без исправления не допускаются	
1.21 Уменьшение толщины шва	Уменьшение толщины металла шва вследствие шлифовки	Короткие дефекты с допусками по пункту 1.12 для каждой категории шва; дефекты большей глубины устраняются подваркой и последующей зачисткой	
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 $h \le 0{,}1k$, но не более 1 мм при расстоянии между дефектами $L \ge 30t$
	в) между слоями стыкового шва 	Не допускаются	Длинные дефекты не допускаются
	г) недостаточное проплавление боковой кромки стыка 		Короткий дефект $h \le 0{,}1t$, но не более 1,5 мм при расстоянии между дефектами $L \ge 30t$

Окончание таблицы 22

Наименование дефектов	Характеристика дефектов по расположению, форме и размерам		Допустимые дефекты по категориям швов		
2.3 Одиночные внутренние поры, газовые полости и шлаковые включения	а) Максимальный размер d одиночного дефекта, мм:	стыковой шов	При $t \le 25$ $d \le 1$, при $t > 25$ $d \le 0{,}04t$	При $t \le 25$ $d \le 1$ при $t > 25$ $d \le 0{,}05t$	При $t \le 25$ $d \le 1$, при $t > 25$ $d \le 0{,}06t$
		угловой шов	$d \le 0{,}05k$	$d \le 0{,}08k$	$d \le 0{,}1k$
	б) Расстояние L между дефектами, мм		$L \ge 45$	$L \ge 15$	$L \ge 10$
	в) Количество дефектов n на участке шва длиной 400 мм		$n \le 4$	$n \le 5$	$n \le 6$
2.4 Скопления и цепочки внутренних пор, газовых полостей и/или 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			$h \le 0{,}05t$, но не более 1,0 мм	$h \le 0{,}1t$, но не более 2,0 мм	$h \le 0{,}15t$, но не более 3,0 мм
3.2 Угловое отклонение от прямолинейности («домик»)			$\beta \le 1{,}0°$	$\beta \le 1{,}5°$	$\beta \le 2°$
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		$h \le 0{,}5 + 0{,}1k$, мм, но не более 2 мм	$h \le 0{,}5 + 0{,}15k$, мм, но не более 2,5 мм	$h \le 1 + 0{,}2k$, мм, но не более 3,0 мм

Примечания

1 Длинные дефекты – 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 – 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.

11.23 При ВИК сварных швов следует проверять соответствие формы и размеров шва требованиям нормативно-технической документации с применением соответствующих средств контроля и комплектов ВИК, который проводят руководители сварочных работ цеха и контролеры ОТК цехов, аттестованные на указанный метод неразрушающего контроля по группе объектов 11.1 («Металлические конструкции, в т. ч. стальные конструкции мостов») в соответствующих НК-центрах, аккредитованных в СЭПБ-СНК. Результаты ВИК и приемки 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 значений, 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) и соответствующих КТПС.

Размеры угловых швов должны соответствовать значению 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 мостовых конструкций, приведены в таблице 23.

Т а б л и ц а 23 – Допуски на угловые швы

В миллиметрах

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

11.24 Швы сварных соединений должны удовлетворять следующим условиям:

а) иметь гладкую или равномерно допустимую чешуйчатую поверхность. Недопустимой является грубая чешуйчатость швов, которую следует определять не менее чем в 4-х точках по длине шва как среднеарифметическую величину из четырех значений превышения гребня шва над впадиной. Чешуйчатость 0,5 мм и более относится к грубой чешуйчатости и требует механической обработки; чешуйчатость до 0,5 мм является допустимой для сварных соединений;

б) в многопроходных швах облицовочные валики должны перекрывать друг друга на 1/3 ширины, а глубина межваликовых впадин не должна превышать значений, указанных в таблице 22;

в) все кратеры должны быть устранены в соответствии с указаниями раздела 12 настоящего стандарта организации;

г) замыкание («закольцовку») угловых швов следует выполнять в автодорожных мостах, путепроводах и эстакадах катетом 4 мм с допуском + 1,0; – 0 мм, если иное не указано в чертежах КМ, а в железнодорожных и пешеходных мостах – катетом, указанным в чертежах КМ для углового шва, но не менее 6 мм с допуском + 1,0; – 0 мм. Допускается увеличение катета углового шва в закольцовках от проектного и/или вышеуказанных значений согласно указаниям таблицы 22 настоящего стандарта организации. Допускается наличие «замков» в закольцовках, при этом допускается угол сопряжения металла углового шва закольцовок с основным металлом 90°. В зонах «закольцовок» угловых швов под выкружками допускается углубление в «замке» угловых швов до 1,0 мм;

д) швы не должны иметь недопустимых поверхностных дефектов, указанных в таблице 22;

е) механическую обработку сварных швов и околошовной зоны следует выполнять по указаниям чертежей КМ, при этом радиусы сопряжений в зонах сплавления при механической обработке стыковых швов должны быть не менее 10 мм, а угловых швов – не менее 3 мм;

ж) все свободные кромки сварных конструкций следует скруглять по указаниям 7.46 настоящего стандарта организации;

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

к) обратный валик в заводских стыковых швах, выполненных любым способом односторонней сварки на съемных подкладках, должен быть зачищен заподлицо с основным металлом по всей длине шва;

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

м) по всем зонам пересечений и примыканий стыковых швов (зоны «крестов» и «полукрестов») их усиления с двух сторон на длине по 50 мм в каждую сторону следует зачистить шлифмашинкой заподлицо с основным металлом;

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

11.25 При неразрушающем контроле качества швов сварных соединений следует определить наличие, число, характер и размеры поверхностных и внутренних дефектов, указанных в таблице 22 настоящего стандарта организации.

Контроль качества заводских сварных соединений методом УЗД должны проводить дефектоскописты неразрушающего контроля качества (см. приложение Е) в соответствии с методикой ультразвукового контроля (УЗК), изложенной в *Е2 – Е7* приложения Е и в объемах по таблице 21. При выполнении УЗК сварных соединений дефектоскописты ведут журналы ультразвукового контроля качества.

11.26 Перед УЗК дефектоскописту следует выполнить внешний осмотр сварного соединения для оценки качества шва и качества его подготовки к неразрушающему контролю. Швы, имеющие недопустимые наружные дефекты или некачественную подготовку, до начала контроля должны быть отремонтированы и доработаны персоналом цеха.

Шероховатость поверхности при механической обработке зон контроля должна быть не выше R_z40 по ГОСТ 2789.

Сварные соединения не должны иметь недопустимых поверхностных дефектов, необработанных допустимых подрезов и превышения ширины валика (размеров катетов) над установленной соответствующим стандартом, наплывов и резких перепадов, создающих отражения ультразвуковых колебаний и не позволяющих выявить дефекты.

11.27 Поиск дефектов следует вести по схеме поперечно-продольного и продольно-поперечного перемещения преобразователя при превышении чувствительности поиска над чувствительностью оценки $N_{\text{хо}}$ на 6 дБ. Для УЗК качества сварных соединений применяют современные ультразвуковые дефектоскопы в комплекте с пьезопреобразователями (искателями).

Основные параметры УЗК, способы прозвучивания, схемы и параметры сканирования приведены в приложении Е, разделы *Е2 – Е7*.

Для выявления дефектов, расположенных у торцов стыковых соединений, следует дополнительно прозвучивать зону у каждого торца, постепенно поворачивая преобразователь приблизительно до угла 45° между плоскостью торца и плоскостью падения волны.

Для обнаружения поперечных трещин в стыковых соединениях следует дополнительно прозвучивать шов с каждой из двух сторон, перемещая преобразователь вдоль валика таким образом, чтобы плоскость падения волны составляла с продольной осью шва угол 10°– 40°.

11.28 Участок шва с дефектами следует считать негодным и требует ремонта, если имеет место одно из условий:

1) $N_{дmax} > N_{хо}$ (максимальная амплитуда $N_{дmax}$ эхо-сигнала от дефекта больше $N_{хо}$);

2) $N_{хо} \geq N_{дmax} \geq N_{хо} - 6$, но дефект обнаруживается преобразователем в положении, при котором плоскость падения волны составляет с продольной осью шва угол 10° — 40°;

3) $N_{хо} \geq N_{дmax} \geq N_{хо} - 6$, но условная протяженность $\Delta L^i_д$, измеренная относительным способом, превышает значение ΔL^i_{bp}, установленное в инструкции на контроль с учетом толщины сваренных листов, т.е. $\Delta L^i_д > \Delta L^i_{bp}$;

4) $N_{хо} \geq N_{дmax} \geq N_{хо} - 6$, но расстояние ΔL между ближайшими дефектами меньше 45 мм, $\Delta L < 45$ мм, $\Delta L < 15$ мм и $\Delta L < 10$ мм соответственно для швов категорий I, II и III.

5) $N_{хо} \geq N_{дmax} \geq N_{хо} - 6$ и $\Delta L \geq 45$ мм, $\Delta L \geq 15$ мм и $\Delta L \geq 10$ мм, но число дефектов на участке шва длиной 400 мм более 4, более 5 и более 6 соответственно для швов категорий I, II и III.

11.29 В случае обнаружения недопустимых дефектов в сварном шве для выполнения ремонтных работ составляют карты контроля с указанием местоположения дефекта по длине шва, глубины залегания и условной протяженности дефекта, а также делают соответствующую запись в Журнале ультразвукового контроля. После исправления дефектных участков следует выполнить повторный контроль полной (100 %) длины сварного соединения, о результатах которого делается соответствующая запись в Журналах ультразвукового контроля и сварочных работ.

Первичный контроль качества заводских сварных соединений методом УЗД с выдачей аключений по УЗД следует проводить после сварки соединения при температуре металла шва и основного металла сварного соединения в зоне перемещения преобразователя не ниже 5 °С и не выше 40 °С.

Результаты контроля качества сварных соединений методом УЗД следует фиксировать в журнале регистрации контроля ЦЗЛ завода и в Заключении ЦЗЛ. Заключение о качестве сварного соединения подписывают дефектоскописты не ниже 2-го уровня квалификации по УЗК качества сварных соединений на объекты по п. 11.1 перечня объектов контроля по [3] и начальник лаборатории неразрушающего контроля, подписи которых заверяют печатью. Заключения по контролю качества заводских сварных соединений методом УЗД представляют заказчику по первому его требованию.

11.30 Швы сварных соединений просвечивают проникающим излучением (при необходимости, см. таблицу 21), как правило, по нормали к плоскости свариваемых листов, а в отдельных случаях (для выявления возможного непровара) – по скосам кромок. Источник излучения по ГОСТ Р 52776 следует выбирать в зависимости от радиационной толщины, материала контролируемого элемента, 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.

11.31 Металлографические исследования макрошлифов следует выполнять на торцах сварных швов после срезки выводных планок (при их наличии). Шероховатость поверхности для зон исследования должна быть не выше R_z10 по ГОСТ 2789. Исследования должны состоять в проверке соединений на наличие трещин, непроваров, пор и шлаковых включений, а также количества слоёв шва и величины их перекрытия. На технологических пробах или контрольных образцах, кроме того, определяют коэффициент формы провара, ширину и очертание ЗТВ, измеряют твердость различных зон сварного шва.

11.32 Швы сварных соединений не могут быть признаны годными, если по одному из использованных методов контроля согласно таблице 21 были получены отрицательные результаты.

12 Исправление дефектов сварки. Ремонт отправочных марок

12.1 Сварные соединения, не отвечающие требованиям к их качеству по таблице 19, следует исправлять. Способ исправления с учетом требований настоящего стандарта организации назначает руководитель сварочных работ (главный сварщик) завода — изготовителя. Допускается исправлять швы частичным или полным их удалением с последующей переваркой.

12.2 Применяют следующие способы исправления дефектов в швах: 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.

12.3 При обнаружении в металле сварных соединений трещин должны быть установлены их протяженность и глубина с помощью УЗД.

Процесс по исправлению сварного шва с трещиной должен включать следующие операции. В начале и конце трещины с припуском по 40 мм с каждого конца засверливают отверстия диаметром 8 мм. Готовят участок под заварку с V-образной или X-образной разделкой кромок с общим углом раскрытия 60° с помощью:

1) армированных наждачных кругов толщиной 6 — 8 мм;

2) воздушно-дуговой резки угольными омедненными, графитовыми или медно-графитовыми электродами диаметрами 6, 8 и 10 мм с последующей механической обработкой поверхности реза абразивным инструментом на глубину не менее 1 мм.

Заваривают подготовленный участок.

Удаление участка шва с трещиной, если не проводилось засверливание отверстий в начале и конце трещины, следует выполнять с захватом основного (качественного) металла по 50 мм в каждую сторону.

Аналогично следует выполнять подготовку ремонтируемых участков при исправлении швов с недопустимыми порами, шлаковыми включениями и несплавлениями.

12.4 Подготовленный к ремонту дефектный участок необходимо заварить тем способом сварки, который предусмотрен для выполнения данного шва.

Допускается исправлять ручной дуговой сваркой короткие дефектные участки длиной до 400 мм, выполненные автоматической сваркой под флюсом. Короткие дефектные участки длиной до 1 м, выполненные автоматической сваркой под флюсом, допускается исправлять механизированной сваркой под флюсом. Короткие дефектные участки длиной до 1 м, выполненные автоматической сваркой под флюсом двухдуговым двухшовным автоматом, допускается исправлять механизированной сваркой под флюсом или в смеси защитных газов. Короткие дефектные участки длиной до 1 м, выполненные автоматической сваркой в смеси защитных газов, допускается исправлять механизированной сваркой в смеси защитных газов, а участки, выполненные механизированной сваркой в смеси защитных газов, – ручной дуговой сваркой.

При ремонте швов механизированной сваркой в смеси защитных газов следует применять как проволоки сплошного сечения, так и порошковые проволоки по таблице 13 диаметром 1,2 — 1,4 мм.

Внутренние дефекты устраняют с разделкой дефектного участка, внешние – без разделки или с частичной разделкой армированными наждачными кругами.

12.5 Исправление дефектного участка удалением с последующей заваркой допускается не более двух раз. Исправление более двух раз может быть допущено в порядке исключения после установления фактической причины возникновения дефектов и согласования с мостовой инспекцией.

12.6 Технологические отверстия в элементах отправочных марок толщиной до 25 мм включительно устраняют под контролем ОТК завода путем их заварки, с последующей зачисткой усилений заподлицо с основным металлом, при условии, что диаметр отверстия больше толщины проката в 1,2 раза. На прокате толщиной более 25 мм технологические отверстия заполняют резьбовыми «ввертышами» и/или высокопрочными болтами. Заварку отверстий выполняют механизированной сваркой в смеси защитных газов по технологиям заводских нормалей. После заварки отверстий контроль качества их выполнения обязателен по требованиям швов категории I.

При выявлении недопустимых дефектов следует высверливать такие дефектные отверстия полностью на всю толщину листа и диаметром на 2 мм больше первоначального диаметра отверстия с последующим выполнением вышеуказанного ремонта. Данный ремонт технологических отверстий путем их заварки допускается не более двух раз.

В болтовых соединениях основных металлоконструкций с «чернотой» от 5 мм до 0,5*d* (*d* – диаметр отверстия) допускается заварка отверстий по вышеуказанной технологии с последующим контролем, в т. ч. и методом УЗД, и рассверловкой отверстий в соответствующем месте. Указанные соединения с «чернотой» более 0,5*d* ремонтировать заваркой запрещается, и монтажные элементы этих соединений подлежат замене. Допускается ремонт отверстий заваркой в болтовых соединениях связей и других вспомогательных конструкций, имеющих «черноту» до 0,8*d* включительно.

12.7 При величине сварочного зазора в стыках более проектного (с учётом плюсового допуска) кромки сварных стыковых монтажных и заводских соединений разрешается ремонтировать наплавкой с учетом следующих требований: для стыковых соединений, выполняемых в нижнем положении, сварочный зазор должен быть не более 25 мм; для стыков, выполняемых в вертикальном (наклонном) и горизонтальном положениях на вертикальной плоскости – не более 12 мм; для тавровых соединений – не более 15 мм. Наплавку кромок следует выполнять механизированной сваркой в смеси защитных газов и/или ручной дуговой сваркой на керамических или медных подкладках. Режимы наплавки принимают по заводским нормалям. Наплавку следует выполнять по специально разработанным и утвержденным главным сварщиком операционным технологическим картам с обязательным послойным контролем качества наплавки методом ВИК. После наплавки кромок необходимо обеспечить с помощью специального инструмента проектный профиль подготовки кромок и выполнить контроль качества наплавки методом ВИК с применением лупы увеличения 7*. Наплавку кромок следует выполнять под контролем ОТК завода – изготовителя.

Ремонтные кромки наплавкой должны быть зафиксированы в заводской исполнительной сварочной документации с указанием ширины зоны наплавки и применяемых для ремонта кромок сварочных материалов. При контроле качества сварных стыковых соединений методом УЗД, кромки которых отремонтированы наплавкой, особое внимание должно быть обращено на тщательность контроля таких соединений методом УЗД, в т. ч. и по ремонтным зонам.

12.8 Выполнять ремонт кромок сварных стыковых и тавровых соединений по 12.7 следует по ТУК завода — изготовителя конструкций.

При величине зазоров в стыковых и тавровых соединениях более, чем указанные в 12.7 настоящего стандарта организации, выполняется обрезка одной дефектной кромки с шириной обрезаемого проката ≈ 200 мм, и затем проводят пристыковку металлопроката сваркой по указаниям раздела 10 настоящего стандарта организации с последующей обрезкой и подготовкой проектной формы и размеров кромки и элемента.

13 Правка деформаций в сварных конструкциях

Общие положения

13.1 Возникающие в процессе сварки деформации принято разделять на две группы:

а) общие, когда деформируется весь свариваемый элемент (укорачивается или изгибается);

б) местные, когда деформируются отдельные части свариваемой конструкции (грибовидность, перекос полок, домики, выпучивание).

Любые виды деформаций, превышающих допуски на линейные размеры и геометрическую форму элементов и деталей, допускается исправлять термической и термомеханической правкой.

13.2 Температуру местного нагрева металла при термической и термомеханической правке следует принимать номинально:

а) для термообработанных сталей (нормализация, закалка плюс отпуск) — 700 °С;

б) для горячекатаных сталей — 700 °С – 900 °С.

Контролировать температуру нагрева металла при правке следует с помощью оптических пирометров излучения или цифровых термометров на основе контактной термопары.

Навыки рабочих (термистов) по определению температуры нагрева (таблица 24) проверяют по 7.6 настоящего стандарта организации по графику, утвержденному главным инженером (техническим директором) предприятия, но не реже чем 1 раз в 6 мес. с фиксацией результатов контроля в соответствующем журнале.

Поверхность металла в зоне правки нагревом необходимо очищать от грунтовки и других загрязнений во избежание искажения цвета каления (см. таблицу 21) и образования газов, вредных для здоровья рабочих.

Таблица 24 – Цвета каления стали при нагреве

Цвета каления при нагреве	Температура, °С
Красный в темноте	470
Темно-красный	530
Темно-вишнево-красный	650 – 750
Вишнево-красный	800 – 900
Светло-вишнево-красный	900 – 980
Оранжевый	1000
Желтый	1100

13.3 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, см. 13.20).

13.4 Термическая и термомеханическая правка конструкций из термообработанных низколегированных сталей допускается только при положительной температуре окружающего воздуха и металла. Горячекатаные стали допускается править при температуре не ниже минус 15 °С.

13.5 О результатах правки можно судить только после полного естественного остывания зон нагрева до температуры 30 °С – 50 °С. Охлаждать нагретый металл водой или обдувом сжатым воздухом запрещается.

13.6 Если деформации остаются за пределами допусков, намечают новые зоны нагрева. Повторный нагрев одной и той же зоны малоэффективен и допускается, как исключение, один раз, т.е. одну и туже зону нагревать более двух раз не допускается.

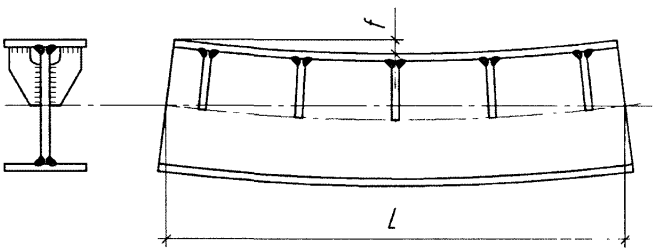
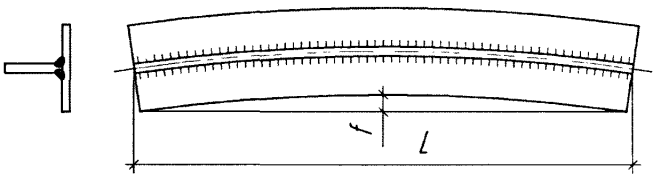
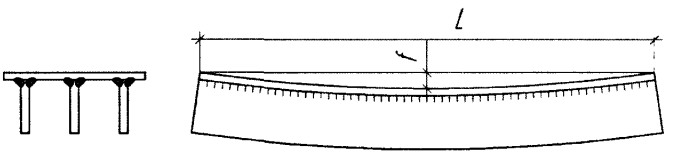
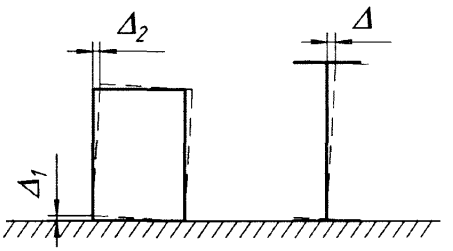
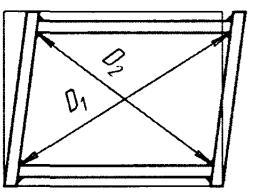
13.7 Интенсивность нагрева намеченных зон должна обеспечивать равномерный нагрев зоны правки с уменьшением градиента температур. Рекомендуется использовать одновременно несколько горелок с номером наконечника горелки не ниже 5 (таблица 25). Металл толщиной более 20 мм рекомендуется нагревать одновременно с двух сторон (при наличии доступа к противоположной стороне). Металл толщиной 25 мм и выше допускается нагревать многопламенной горелкой с диаметром огневого сопла не более 25 мм и работающей на газах — заменителях ацетилена.

Таблица 25 – Ориентировочная эффективная мощность пламени горелки для термической правки металла

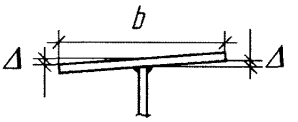
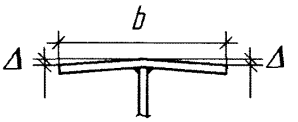
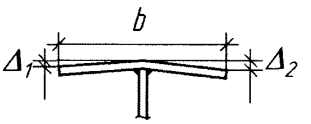
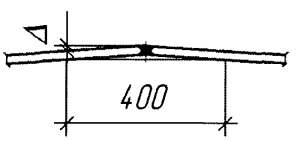
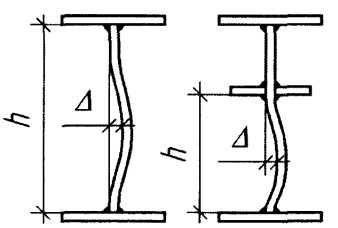
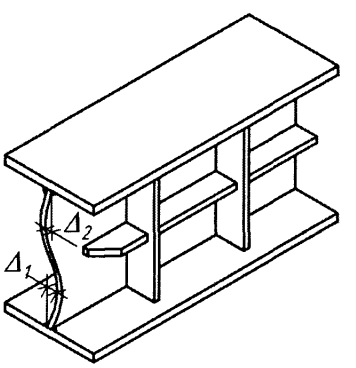
Тип горючего газа	Номер наконечника горелки	Расход кислорода, $дм^3/с$	Расход горючего газа, $дм^3/с$	Ориентировочная эффективная мощность, кВт
Ацетилен	5	740–1200	680–1100	5,5
	6	1150–1950	1050–1750	7,0–8,5
	7	1900–3100	1700–2800	8,5–10,0
	8	3100–5000	2800–4500	12,0–15,0
	9	5000–9000	4500–7000	15,0–17,0
Пропан, пропан-бутан, природный газ	5	1350–2200	400–450	10,5–11,5
	6	2200–3600	650–1050	11,5–13,0
	7	3500–5800	1050–1700	13,0–14,0

13.8 Классификация общих сварочных деформаций (см. 13.1) приведена в таблице 26, а местных сварочных деформаций – в таблице 27.

Т а б л и ц а 26 – Общие деформации от сварки

Тип и наименование деформации от сварки	Схема общих деформаций
1 Стрела выгиба f (продольный изгиб в вертикальной плоскости) элементов несимметричного и симметричного сечения при длине элемента или его искривлённой части L, м	
2 Плавное саблевидное искривление f по продольным кромкам листа в плане при длине L	
3 Плавный продольный изгиб (выгиб) f ортотропных и ребристых плит в вертикальной плоскости при длине L	
4 Винтообразность (деформация скручивания) Δ, замеряемая в элементах, уложенных на базисную горизонтальную плоскость, с прижатием к плоскости одного конца и свободным опиранием второго	
5 Ромбовидность сечений коробчатых элементов решетчатых ферм и коробчатых главных балок пролетных строений. Неравенство длин диагоналей	

Т а б л и ц а 27 – Местные деформации от сварки

Тип и наименование деформаций от сварки	Схема местных деформаций
1 Перекос пояса балки относительно стенки	
2 Грибовидность пояса симметричная	
3 Грибовидность пояса несимметричная	
4 Остаточные угловые деформации в сварных стыковых соединениях («домики»), определяемые стрелой прогиба на базе 400 мм	
5 Выпучивание («хлопун») стенок в балочных и коробчатых конструкциях при свободной высоте стенки или отсека *h* в сечениях балки по ее длине	
6 Выпучивание (волнистость, «хлопун») стенки на концах балочных и коробчатых сплошностенчатых элементов при свободной высоте стенки *h*	

Измерение остаточных деформаций. Инструмент и оборудование для правки

13.9 Для измерения остаточных деформаций в деталях или элементах последние необходимо укладывать на плоские поверхности, например, на универсальные сборочные плиты (УСП) или на сборочные стенды.

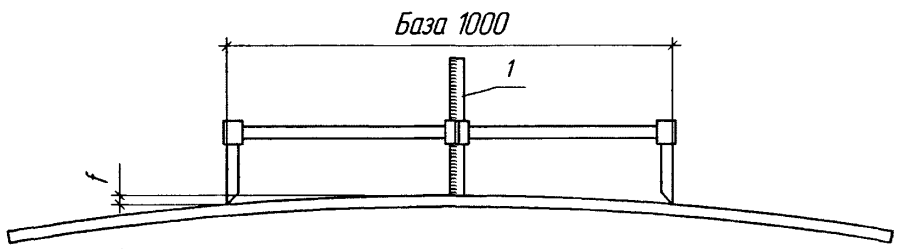
Перечень стандартных средств измерений и контроля приведен в Приложении Г. С использованием стандартного измерительного инструмента и индивидуальных устройств, изготовляемых в заводских мастерских (цехах), можно создать набор средств измерения любых деформаций в сварных конструкциях.

Метрологическое обслуживание измерительного инструмента в соответствии с требованиями соответствующих стандартов необходимо проводить ежегодно в региональных ЦСМ с оформлением свидетельств о госповерке или в заводской лаборатории, имеющей соответствующую аккредитацию.

При измерении и контроле качества изготовления конструкций длиной более 10 м рулетками РЗ-20, РЗ-30 и РЗ-50 следует пользоваться одной и той же рулеткой, прошедшей указанный контроль.

Приемы измерений значений отдельных видов деформаций приведены на рисунках 19–24. Выпучивание и волнистость листа (например, после газокислородной резки) измеряют с помощью металлической линейки ГОСТ 427 с ценой деления 0,5 мм и индивидуального базового устройства (рисунок 19) или другими линейками, кривизна которых не превышает 0,2 мм на длине 1000 мм.

Грибовидность измеряют двумя линейками – поверочной по ГОСТ 8026 и измерительной ценой деления 0,5 мм (рисунок 20). Перекос поясов тавровых и двутавровых элементов измеряют угольниками типа УШ и измерительными линейками (рисунок 21). Деформацию саблевидности по всей длине измеряют с помощью струны (или лазерной линейки) и металлической линейки; для оценки саблевидности на базе длиной 1 м (рисунок 22) пользуются устройством для измерения выпучивания (см. рисунок 19). Измерение выпучивания («хлопунов») в замкнутом контуре с выпуклой стороны выполняют таким же устройством, но с базой, равной расстоянию между ребрами или поясами балки (рисунок 23). С противоположной стороны значение «хлопуна» измеряют двумя линейками – измерительной и поверочной. Винтообразность измеряют с помощью геодезических приборов (рисунок 24).



1 – линейка

Рисунок 19 – Измерение выпучивания и волнистости листа

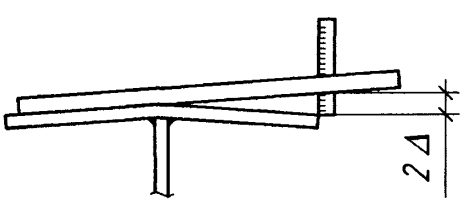


Рисунок 20 – Измерение симметричной грибовидности линейками

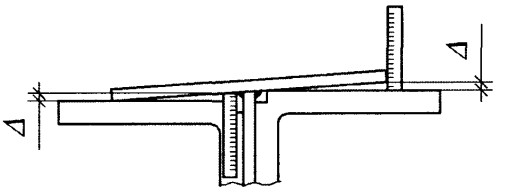


Рисунок 21 – Измерение перекоса двумя угольниками и линейками

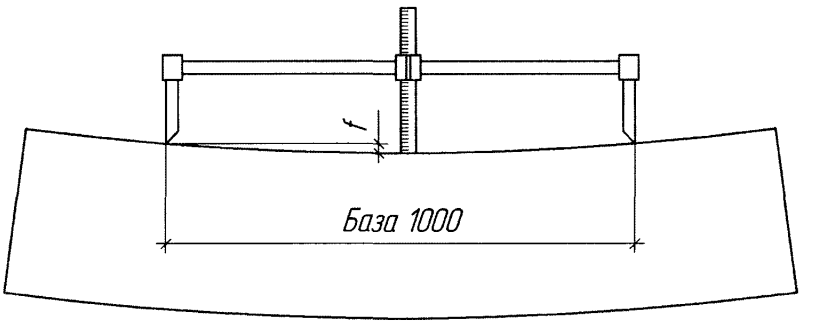


Рисунок 22 – Измерение саблевидности на базе 1 м

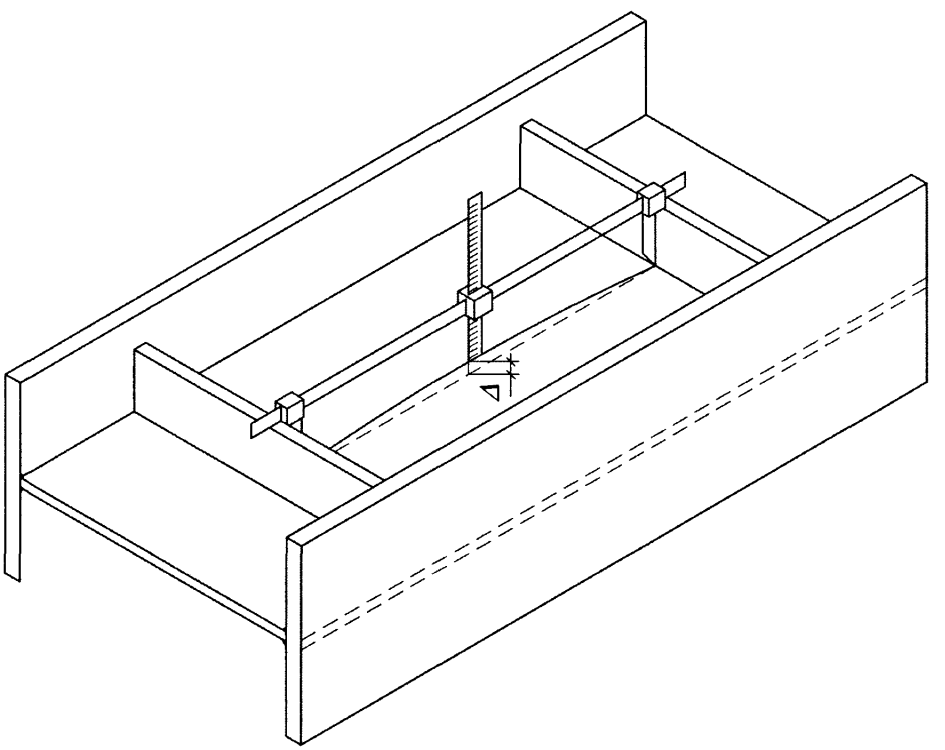
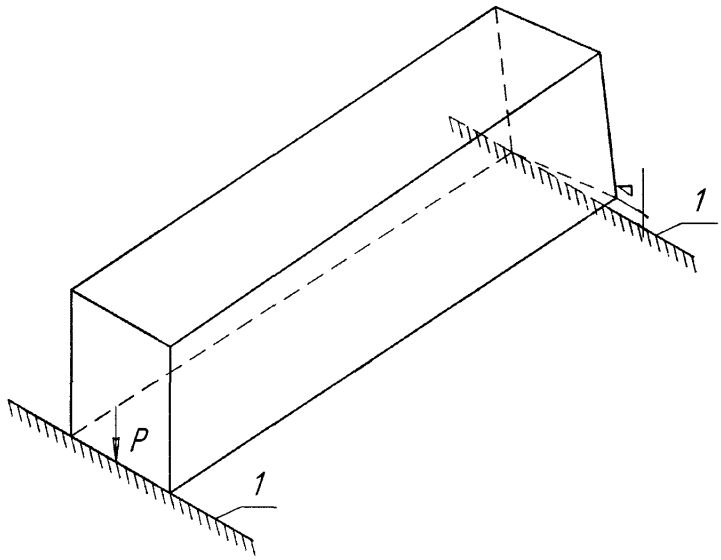


Рисунок 23 – Измерение выпучивания («хлопуна») в замкнутом контуре



1 – горизонтальная опора; *P* – усилие прижатия одного торца элемента к опоре

Рисунок 24 – Измерение винтообразности коробчатого элемента

13.10 Для нагрева металла до температур, указанных в 13.2, следует применять газопламенные инжекторные горелки, работающие на ацетилене или газах-заменителях (таблица 28).

Т а б л и ц а 28 – Свойства горючих газов

Наименование, химическая формула	Максимальная температура горения в кислороде, °С	Низшая теплотворная способность, кДж/м^3
Ацетилен C_2H_2	3200	53
Метан CH_4	2200	33
Пропан C_3H_8	2700	87
Бутан C_4H_{10}	2700	120
Природный газ	2000–2200	34

13.11 Горелки должны иметь наибольшую эффективную мощность (см. таблицу 25) и концентрацию пламени с четко обозначенным ядром; рекомендуется применять горелки с наконечниками № 6 – № 8.

При использовании газов-заменителей, имеющих меньшую температуру горения, чем ацетилен, для повышения эффективности правки рекомендуется использовать горелки с подогревом горючей смеси в мундштуке или при выходе из мундштука, а также многосопловые горелки. Они отличаются от ацетиленовых размерами смесительной камеры и канала инжектора и особой конструкцией мундштуков.

13.12 При длительной работе горелки следует избегать перегрева наконечника от тепла, отраженного от нагреваемого металла. Перегрев может привести к появлению обратного удара. Для его устранения следует периодически охлаждать наконечник усиленной струей кислорода, регулируемой вентилем.

13.13 Для правки грибовидности и перекоса полок сварных двутавровых и Н-образных элементов, саблевидности полос и тавровых элементов длиной более 5 м рекомендуется применять механизированный нагрев сварных конструкций полуавтоматами, предназначенными для резки металла; переоборудование газорезательных полуавтоматов предусматривает замену мундштука режущего кислорода на специальный мундштук подачи смеси газов для нагревательного пламени.

В целях создания механических усилий при выполнении термомеханической правки рекомендуется применять, в основном, гидравлические домкраты (Приложение Д).

Правка общих деформаций типа саблевидности, продольного изгиба, винтообразности и ромбовидности

13.14 Саблевидность (продольный изгиб) листа и/или мостового сварного элемента в плане или в вертикальной плоскости выправляют нагревом выпуклой кромки листа в виде клиньев, полосы вдоль кромки или их сочетания. Наиболее эффективный способ нагрева – клиновидный (рисунок 25, *а*). Геометрия клина должна находиться в определенных пропорциях (см. рисунок 25, *а*): высоту следует принимать $h = \frac{2}{3} B$, длину по кромке $\ell \leq \frac{1}{2} h$, но не более 100 мм при любой толщине листа (СТО-01393674-735-2018).

Клин необходимо нагревать перемещением горелки от вершины к основанию. При толщине листа 20 мм и более, нагрев ведут двумя горелками с обеих сторон. При толщине листа 10–12 мм длину основания клина ℓ по кромке следует назначать 30–50 мм.

Клинья нагрева следует назначать в первую очередь на вершинах переломов.

Об эффективности правки можно судить только после полного остывания металла. Если деформированный элемент выправлен не полностью, назначают дополнительные зоны нагрева в виде клиньев или полосы вдоль кромки. Ширина полосы нагрева «в» по кромке должна быть оптимально $0{,}1B$ и не более $0{,}2B$ (рисунок 25, *б*).

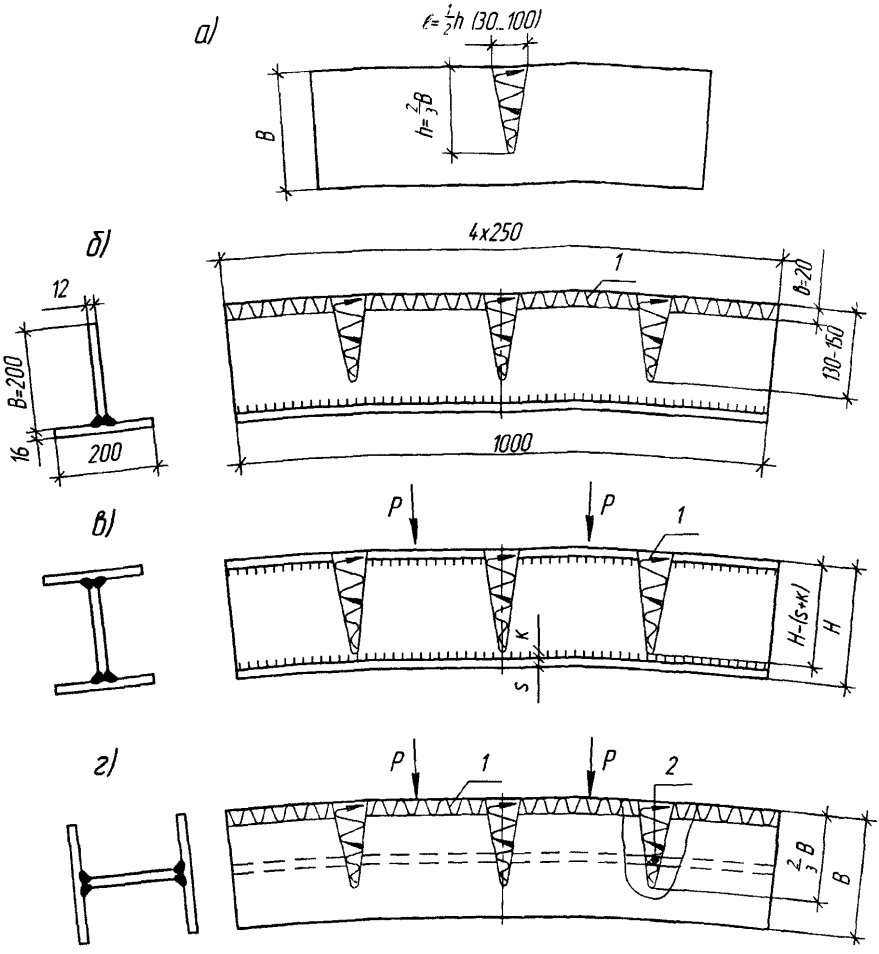
На рисунке 25, *б* приведен пример термической правки серповидности (продольного изгиба в вертикальной плоскости) конкретной конструкции – связи таврового сечения с проектными размерами для решетчатых пролётных строений железнодорожных мостов. Размеры зон нагрева клиньев и полосы тоже конкретные.

13.15 Продольный изгиб в вертикальной плоскости двутавровых и Н-образных элементов правят нагревом выпуклой кромки детали или элемента в виде клиньев и полос (рисунок 25, *в, г*) с обязательным приложением статической нагрузки, как правило, пригруза. При нагреве полос или клиньев на широких поясах коробчатых элементов рекомендуется использовать одновременно две горелки (по одной на стенку), порядок перемещения которых показан на рисунке 26.

13.16 Если продольный изгиб имеет место сразу в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (вертикальной и горизонтальной), то править следует раздельно каждый выгиб сначала в одной плоскости, затем в – другой. О результате правки можно судить после полного остывания зон нагрева. При недостаточной правке назначают дополнительные зоны нагрева с пригрузом.

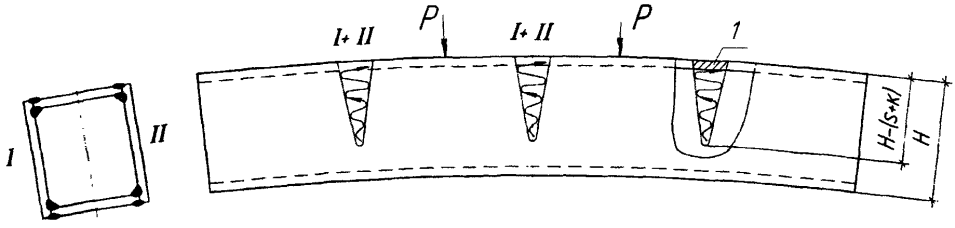
13.17 Винтообразность (табл. 26, пункт 4) в коробчатых, Н-образных, С-образных и двутавровых элементах появляется вследствие недостаточно продуманной технологии сборки и сварки конструкции, недостаточно жесткого фиксирования проектного положения деталей при сборке в несовершенной оснастке и других технологических отклонений в процессе сварки указанных элементов.

Термическая правка винтообразности жестких коробчатых элементов практически невозможна и экономически нецелесообразна. Неправильно собранный и сваренный коробчатый элемент подлежит отбраковке или роспуску по сварным угловым соединениям посредством газокислородной резки и сборке заново.



а – геометрическая форма и размеры «клина»; *б* – термическая правка тавра;
в, г – термомеханическая правка двутавра и Н-образного элемента;
1 – полоса нагрева; 2 – полоса нагрева стенки; *Р* – пригрузы

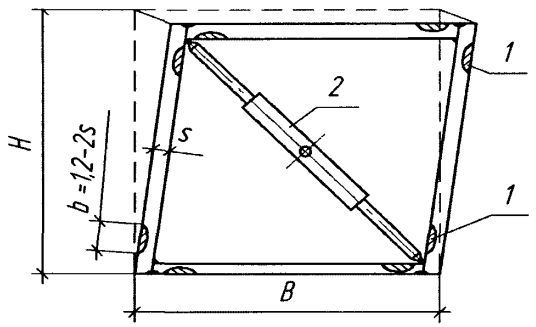
Рисунок 25 – Правка тавровых, двутавровых и Н-образных элементов



I; II — одновременно работающие горелки в каждом сечении;
1 – полоса нагрева горизонтального листа; *Р* – пригрузы

Рисунок 26 – Термомеханическая правка двумя горелками коробчатого элемента, имеющего продольный изгиб в вертикальной плоскости

13.18 Ромбовидность в коробчатых сечениях исправляют термомеханическим способом. Для этого внутри коробки по меньшей диагонали устанавливают винтовые или гидравлические домкраты и создают в них усилия (рисунок 27). Полосы нагрева намечают снаружи и, по возможности, изнутри по схеме рисунка 27. В процессе нагрева полос регулируют усилия на домкратах до полного исправления ромбовидности.



1 – полосы нагрева; *2* – винтовая распорка (домкрат)

Рисунок 27 – Правка ромбовидности коробчатого сечения

Правка местных деформаций по плоскости листа

13.19 К деформациям по плоскости листа следует относить:

а) волнистость, перегибы и загибы кромок;

б) выпучивания («хлопуны») в стенках балочных и коробчатых сечений сплошностенчатых конструкций, полученные в замкнутых контурах, ограниченных поясами и рёбрами жесткости, а также выходящие на свободные кромки (таблица 27, пункты 5, 6);

в) угловые деформации («домики») в сварных стыковых соединениях (таблица 27, пункт 4).

13.20 Волнистость, загибы, перегибы листов и угловые деформации (домики) стыковых сварных соединений выправляют нагревом полос шириной не более 1,5 толщины листа *S*. При ширине полосы нагрева более 1,5*S* после остывания металла образуется выпучивание непосредственно в зоне нагрева в противоположную сторону, что недопустимо.

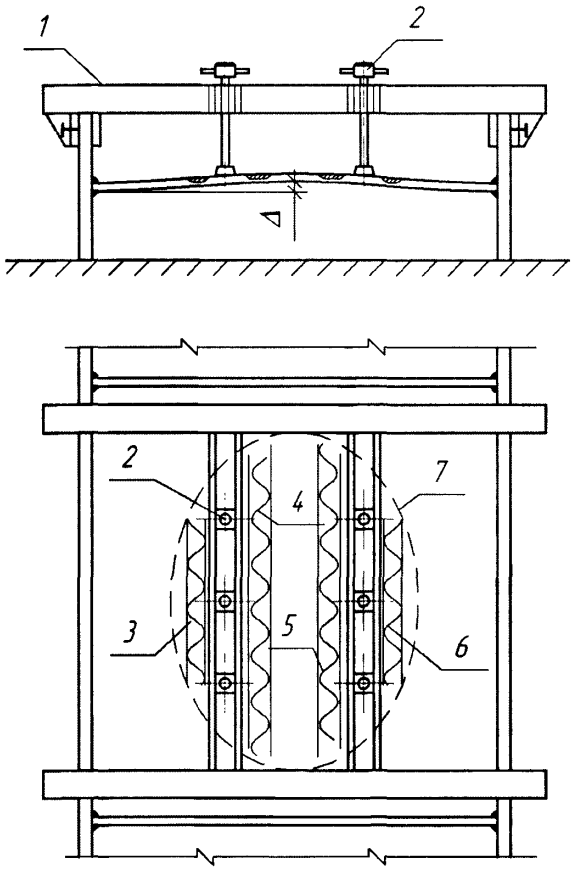
Нагрев полос ведут с выпуклой стороны, начиная от основания выгиба, и последовательно переносят полосы к его вершине.

Рекомендуется приложение механических усилий (термомеханическая правка) в процессе нагрева полос. Усилие в виде пригруза допускается оставлять на конструкции до полного остывания. Приложение активных усилий (например, от домкратов) после остывания металла ниже 600 °С не допускается.

Число нагреваемых полос назначают поэтапно с замерами на каждом этапе остаточного значения деформации после полного остывания металла и снятия нагрузки.

13.21 Правку выпучивания («хлопуна») следует начинать с замера стрелы Δ (таблица 27, пункт 5, рисунок 28). Замер выполняют с любой (выпуклой или вогнутой) стороны. При замере определяют границы основания «хлопуна» и его вершину (центр). Разметку выполняют мелом с выпуклой стороны.

Внутренние остаточные напряжения в «хлопуне», образованном в замкнутом контуре стенки между ребрами и поясами, как правило, не превышают предела текучести, однако могут быть близкими к нему. В этом случае переход металла в пластическое состояние при нагреве выше 600 °С может привести к значительному увеличению деформации выпучивания. Во избежание такого явления нагрев намеченных зон необходимо проводить только после установки на выпуклую сторону специальных приспособлений, препятствующих росту деформаций (см. рисунок 28). Величину механического усилия, прикладываемого к «хлопуну», и площадь его распределения подбирают опытным путем до начала правки.



1 – рама; *2* – винтовой прижим; *3, 6* – полосы нагрева первого этапа правки; *4, 5* – полосы нагрева второго этапа; *7* – граница «хлопуна»

Рисунок 28 – Термомеханическая правка выпучивания («хлопуна») в замкнутом контуре на двутавровой балке

При наличии в стенке двояковыпуклых деформаций термомеханическую правку выполняют последовательно, начиная с меньшей величины выгиба.

Выпучивания («хлопуны») следует править нагревом с выпуклой стороны полос, параллельных одна другой и направленных вдоль бóльшего основания выпучины. При сферической (круглой) форме направление полос нагрева принимают параллельно ребрам жесткости. Примерное расположение полос нагрева и винтовых прижимов показано на рисунке 28.

Порядок правки следующий:

- замер границ зоны выпучивания и деформации Δ;
- разметка полос нагрева и очистка их от заводской грунтовки;
- установка винтовых прижимов и создание механических усилий вдоль полос нагрева;
- нагрев периферийных полос 3 и 6 шириной 1,5*S* до расчетной температуры правки, с постепенным увеличением механической нагрузки;
- замер деформации Δ после полного остывания металла;
- наметка положения и длины полос 4 и 5 в зависимости от результатов первого этапа правки.

Дальнейшую последовательность правки повторяют до полной выправки выпучины («хлопуна»).

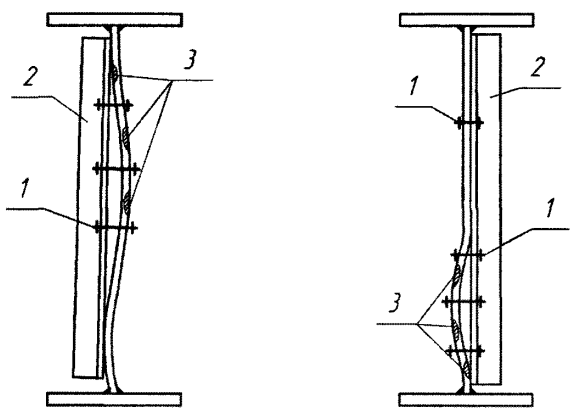
13.22 Волнистость кромки стенок на концах балочных и коробчатых сплошностенчатых элементов (таблица 27, пункт 6) представляет собой деформации половинчатого выпучивания («хлопуна»), рассмотренного в 13.21; волнистость в разные стороны на практике называют бахромой. Здесь следует различать торцы балок свободные и стыкуемые с соседними основными конструкциями. Стыки могут быть фрикционными на высокопрочных болтах, цельносварными и комбинированными, когда пояса сваривают, а стенки объединяют на высокопрочных болтах.

Торцы свободные (по концам пролетных строений) выправляют в целях обеспечения требуемых допусков и придания конструкции товарного вида.

Торцы стыкуемые должны быть выправлены таким образом, чтобы обеспечить допуск по высоте выправленных стенок ±2 мм. Усадка металла в зонах нагрева в значительной степени может повлиять на высоту стенки в сторону ее уменьшения.

13.23 Правку волнистости или «бахромы» кромки выполняют термомеханическим способом с минимальным числом полос нагрева (но не клиньев). Механические усилия создают с помощью жесткого элемента – прокатного уголка 125×125×12 мм и винтовых струбцин (рисунок 29). Уголок устанавливают с вогнутой стороны. Допускается частичное подтягивание выпуклости к уголку струбцинами (или болтами при наличии монтажных отверстий в стенке) до начала нагрева полос.

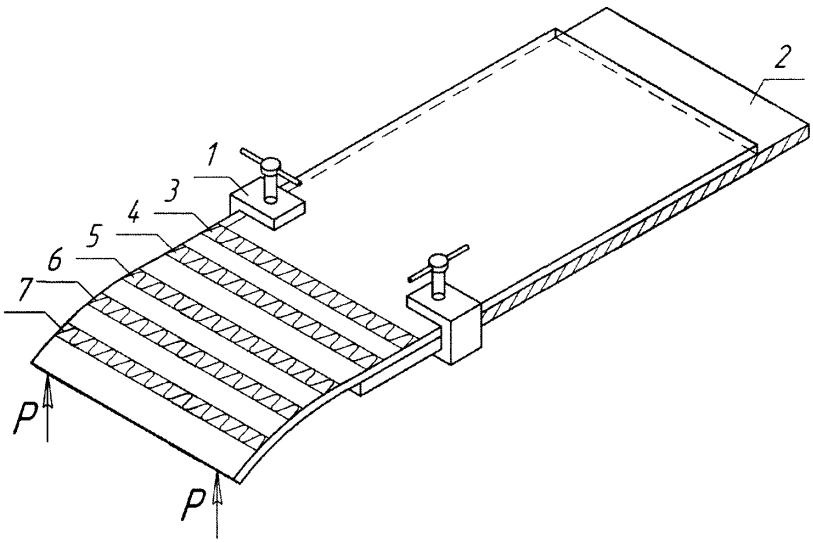
Нагрев полосы начинают от основания выпучины (вблизи вертикального ребра жесткости) и заканчивают на кромке. Ширина полосы – не более 1,5S, где S – толщина листа стенки. В процессе правки выполняют точный замер высоты стенки по профилю листа, но не по прямой линии кратчайшего расстояния между поясами балки или коробки.



1 – струбцины;
2 – уголок жесткости 125×125×12;
3 – полосы нагрева металла

Рисунок 29 – Термомеханическая правка волнистости кромки («хлопуна») на торце стенки балки

13.24 *Плавные загибы* в листовых конструкциях, возникшие вследствие силовых пластических деформаций и разного рода повреждений, например при погрузо-разгрузочных работах, выправляют термомеханическим способом. Линейкой длиной 1 м определяют начало искривления и намечают мелом границу перелома по всей длине загиба. Первую полосу нагрева располагают рядом с границей перелома с выпуклой стороны. С зазором 20 — 30 мм намечают вторую полосу нагрева и т. д. Число полос и расстояния между ними зависят от кривизны листа и результатов термомеханической правки после нагрева двух первых полос. Ширина не нагретой полосы должна быть не менее ширины нагреваемой полосы. Механическую нагрузку прикладывают на торце листа (рисунок 30) и постоянно контролируют во избежание перегиба в обратную сторону. Нагрев полос ведут от одного края листа к другому непрерывно.



1 – струбцины; *2* – стол (стенд); *3* — *7* – полосы нагрева металла;
P – нагрузки (усилия домкратов)

Рисунок 30 – Термомеханическая правка плавного загиба листа

Контроль качества правки ведут поверочной линейкой. При недостаточной эффективности нагрева намеченных полос допускается нагрев между ними. Ширина каждой полосы не должна превышать 1,5*S*.

13.25 Загибы-переломы можно выправить таким же способом, как плавные загибы, но с ограниченным числом полос нагрева, как правило, не более трёх. Ширина каждой из них 1,5*S*, и располагаются они почти вплотную. Механические усилия прикладывают бóльшей величины в сравнении с плавным загибом, а полосы по выпуклой стороне нагревают одновременно двумя или тремя горелками. Металл не должен остывать ниже 600 °С по всей длине перелома.

13.26 Остаточные *угловые деформации* в сварных стыковых соединениях («домики», см. таблицу 27, п. 4) выправляют преимущественно термическим способом с нагревом основного металла вдоль сварного шва, не затрагивая его ядром пламени горелки. Зоны нагрева намечают с выпуклой стороны «домика».

При недостаточной эффективности двух полос допускается повторный нагрев их при ширине до 2*S* в околошовной зоне.

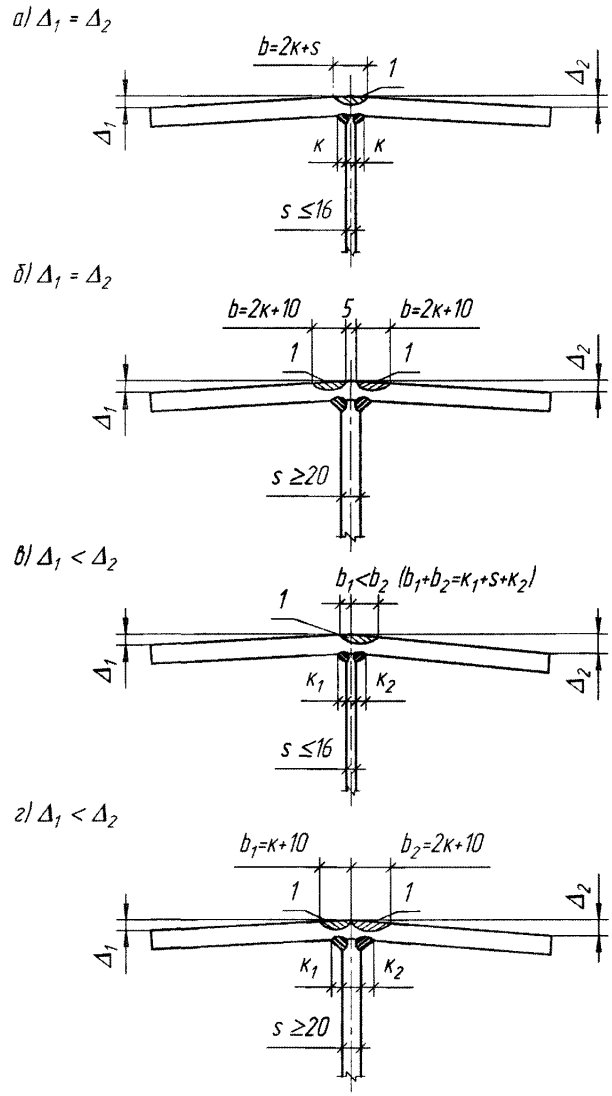
13.27 Грибовидность может быть симметричной и несимметричной. Это определяют замерами величин Δ_1 и Δ_2.

При симметричной грибовидности и толщине стенки $S_{ст}$ до 16 мм включительно назначают одну центральную полосу нагрева шириной, равной $2S_{ст}$, где $S_{ст}$ – толщина стенки (рисунок 31, *а*). При этом толщина пояса не более толщины стенки. При толщине стенки более 16 мм нагревают две полосы, располагая их над сварными угловыми поясными швами (рисунок 31, *б*). Ширину каждой полосы принимают равной $1{,}5S_{ст}$.

13.28 При несимметричной грибовидности и толщине стенки $S_{ст}$ до 16 мм включительно нагревают одну полосу, но со смещением в сторону большего значения Δ (рисунок 31, *в*). При толщине стенки более 16 мм назначают две полосы нагрева, причем различной ширины – в сторону бóльшего значения Δ полоса нагрева шире (рисунок 31, *г*).

13.29 Указанная в 13.27 и 13.28 ширина полос может корректироваться опытным путем для каждого конкретного случая.

Нагрев металла при термической правке грибовидности рекомендуется выполнять полуавтоматами различных типов и марок (на усмотрение завода — изготовителя конструкций).



а – симметричная грибовидность при толщине стенки $S \leq 16$ мм;
б – симметричная при толщине стенки $S \geq 20$ мм; *в* – несимметричная при $S \leq 16$ мм;
г – несимметричная при $S \geq 20$ мм; *1* – полосы нагрева

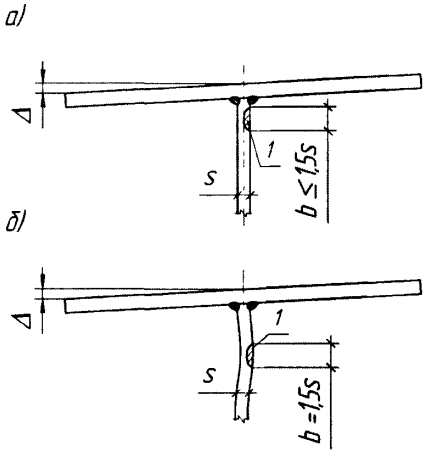
Рисунок 31 – Правка грибовидности поясов балок

13.30 Допуски на грибовидность стальных конструкций мостов дифференцированы: более жесткие – в стыках, в сопряжениях с другими элементами и на участках установки опорных частей (см. таблицу 30). Термическую правку грибовидности поясов балок выполняют с учетом допускаемых отклонений этого вида остаточных деформаций.

13.31 Грибовидность на свободных свесах ортотропных и ребристых плит выправляют по уже описанной технологии.

13.32 Перекосы пояса относительно стенок (таблица 27, пункт 1) в двутавровых, тавровых, Н-образных и других элементах являются следствием нарушения технологии сборки и сварки. Второй причиной перекоса может быть изгиб стенки по ее ширине (высоте).

В первом случае перекос выправляют нагревом полосы на стенке рядом с угловым поясным сварным швом со стороны тупого угла. Ширину полосы нагрева принимают оптимально $1{,}5S_{ст}$ (рисунок 32, *а*). Во втором случае полосу нагрева намечают на выпуклой стороне стенки также шириной $1{,}5S_{ст}$ (рисунок 32, *б*).



а – элемент с прямой стенкой; *б* – элемент с искривлённой стенкой;
1 – полоса нагрева

Рисунок 32 – Правка перекоса полок

13.33 Если после допустимого числа правок фактические деформации превышают размеры предельных отклонений, то конструкция должна быть забракована. В отдельных случаях допускают, по согласованию с проектной организацией усиление выправляемых участков или их замена.

13.34 Для снятия внутренних напряжений и предотвращения трещинообразования в зонах сосредоточения сварных швов допускается вести (выполнять) высокий отпуск указанных зон конструкции путем нагрева этих зон газовыми горелками до температуры ≈ 600 °С – 650 °С. Нагрев следует выполнять от середины к краям намеченной зоны не менее чем двумя горелками. Прогрев должен быть на всю толщину проката, о чём свидетельствует стабильность цвета нагретой зоны при указанной температуре в течение 0,5 — 1,0 мин. Выдержка при температуре 600 °С – 650 °С не регламентируется, остывание – постепенное на воздухе.

14 Механическая обработка сварных соединений

14.1 Механическую обработку сварных соединений в стальных конструкциях пролетных строений железнодорожных, автодорожных, совмещенных и пешеходных мостов, путепроводов и эстакад для повышения их выносливости следует назначать в чертежах КМ в соответствии с требованиями настоящего раздела стандарта организации. В чертежах допускаются ссылки на соответствующие пункты стандарта организации без приведения их текста.

При проектировании новых конструкций для случаев, не предусмотренных в настоящем стандарта организации, проектная организация с участием научно-исследовательской организации разрабатывает конструктивное оформление и технологические требования к обработке зон концентрации напряжений.

14.2 Механическую обработку сварных соединений выполняют в порядке, установленном заводской технологией изготовления конструкций.

14.3 Механическая обработка сварных соединений должна обеспечить сопряжение поверхности усиления сварного шва с основным металлом в соответствии с пунктом 1.17 таблицы 22 настоящего стандарта организации. При этом механическую 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 следует скруглять по указаниям 7.46 настоящего стандарта организации.

14.4 При обработке 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.

В случае превышения допускаемой величины ослабления разрешается проводить локальную (местную) подварку зон ослабления проката площадью до 100 см^2 с последующей зачисткой по требованиям данных норм. Все ожоги сваркой на поверхности металла должны быть зачищены абразивным инструментом до полного удаления следов ожогов (на глубину до 1 мм).

14.5 Местные наплывы, чрезмерное усиление шва, натеки, образовавшиеся по длине шва и/или в местах перекрытия соседних участков шва при перерыве процесса сварки или исправлении дефектов, должны быть удалены и сглажены механической обработкой в соответствии с указаниями таблицы 22 настоящего стандарта организации.

14.6 Способ, оборудование и инструмент для механической обработки сварных соединений назначает завод — изготовитель конструкций. Допускается обработка абразивными кругами различной твердости и крупности зерна, фрезами различных типов и форм и другим металлообрабатывающим инструментом.

При обработке абразивным инструментом не допускаются ожоги металла из-за сильного нажатия на инструмент и малой скорости его перемещения по обрабатываемой поверхности.

Для удаления технологических припусков в зоне «носиков» стенок балок и других частей свариваемых деталей, выступающих за проектный контур, допускается применение газокислородной резки с последующей механической обработкой зон реза. При этом наличие окисленного (оплавленного) металла на свободных и/или свариваемых кромках не допускается; при наличии окисленного металла на кромках (при нарушении режимов резки проката) следует механически обработать кромки на глубину не менее одного миллиметра.

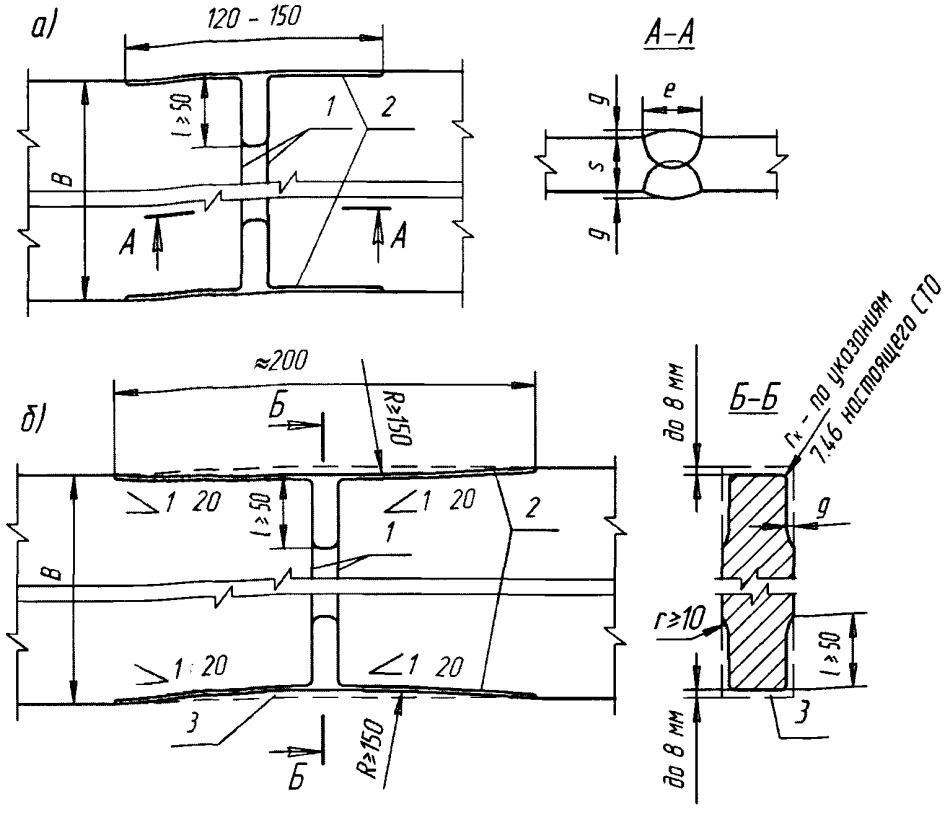
14.7 Стыковые сварные соединения (рисунки 33 и 34) по геометрическим размерам должны соответствовать требованиям ГОСТ 8713, ГОСТ 11533 (сварка под флюсом), ГОСТ 14771, ГОСТ 23518 (сварка в смеси защитных газов), ГОСТ 5264, ГОСТ 11534 (ручная дуговая сварка), а также указаниям настоящего стандарта организации, проектной документации (чертежам КМ) и соответствующим КТПС, в т. ч. и для нестандартных швов. Если отклонения размеров швов превышают допустимые по указанным стандартам, чертежам КМ и настоящему стандарту организации, требуется механическая обработка сварных соединений до получения требуемых размеров.

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 по указаниям 7.46 настоящего стандарта организации.

Для удаления поверхностных дефектов с торца шва механической обработкой допускается плавно, с уклоном не более 1:20 и сопрягаемым радиусом не менее 150 мм на свободных кромках углубляться в основной металл без подварки на величину 0,02 ширины свариваемого листа, но не более чем на 8 мм с каждой стороны (рисунок 33, *б*) и не более 12 мм с – одной стороны. После обработки торцов шва углы кромок листов следует плавно скруглять по указаниям 7.46 настоящего стандарта организации.

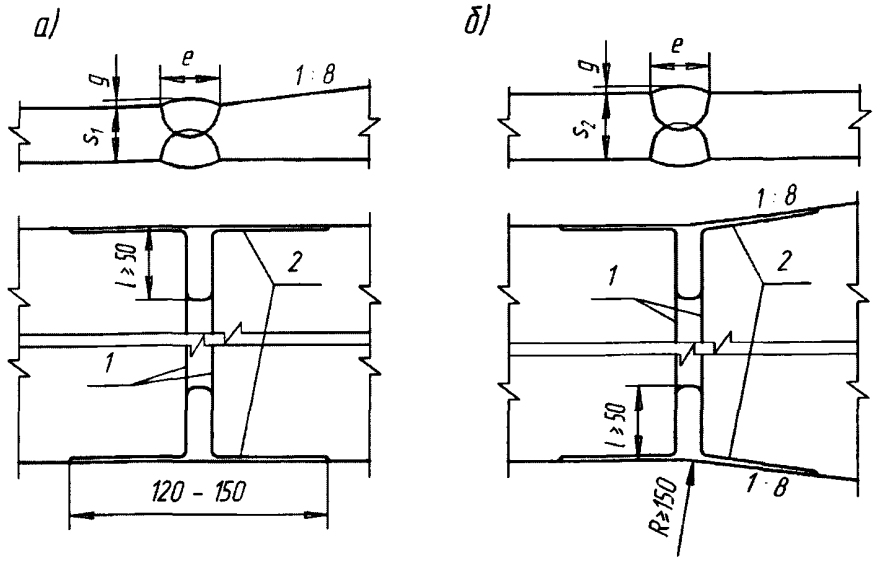
В случаях, обусловленных особенностями конструкции и условиями сборки (наличие стыковых швов в пакетах листов, пересечение стыкового шва ребрами или фасонками и т. п.) или принятой технологией обработки швов, например переносными фрезерными станками, усиление шва необходимо снимать заподлицо с основным металлом. Углы кромок скругляют, как и в предыдущих случаях.

При механической обработке стыковых сварных соединений листов разной толщины или разной ширины должны быть выполнены требования, указанные на рисунке 34, *а*, *б*. Радиус перехода к более широкому листу должен быть не менее 150 мм. Допускается снятие усиления швов заподлицо с основным металлом.



а – схема обработки без углубления в основной металл по кромкам;
б – схема обработки с углублением на 0,02*B*, но не более чем на 8 мм с каждой стороны;
1 – границы шва по зонам сплавления; *2* – граница зон механической обработки; *3* – металл, удаляемый механической обработкой; $\ell \geq 50$ мм (с двух сторон шва); $r \geq 10$ мм

Рисунок 33 – Схема обработки стыкового соединения листов одинаковой толщины

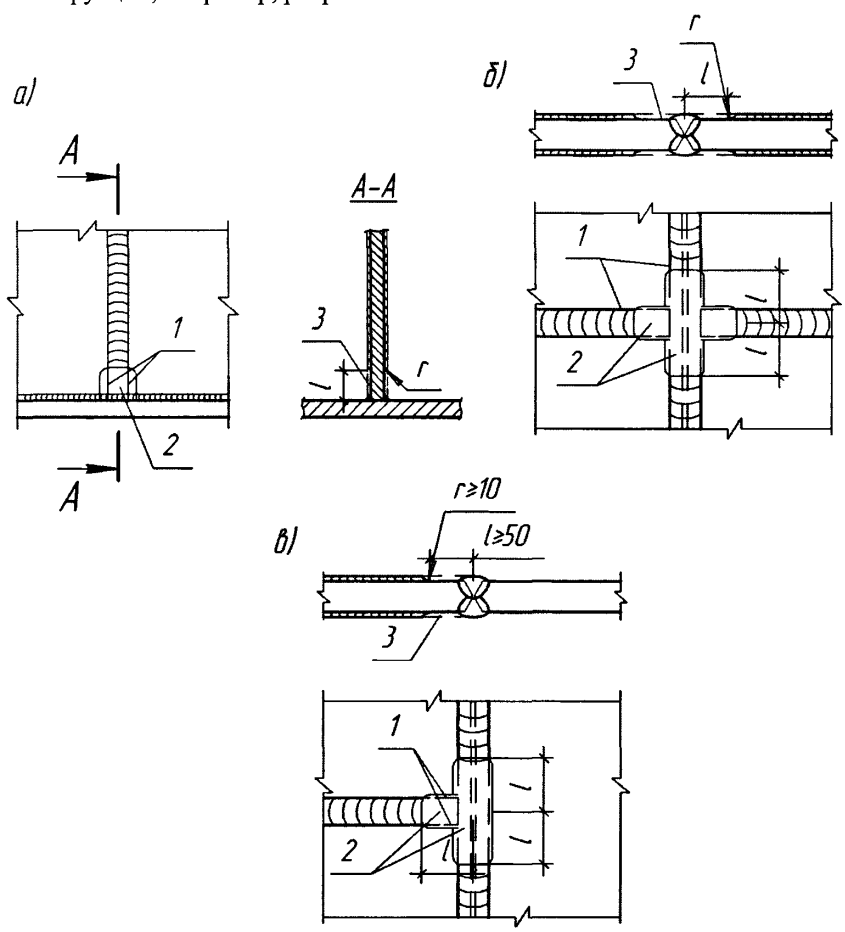


а – стыковое соединение листов различной толщины;
б – стыковое соединение листов разной ширины; *1* – границы шва по зонам сплавления;
2 – границы зон механической обработки; $\ell \geq 50$ мм (с двух сторон шва)

Рисунок 34 – Схема обработки стыковых соединений различной толщины и ширины

14.8 Концевые участки всех стыковых швов, выходящие на свободные кромки поясов, рёбер жёсткости и других элементов металлоконструкций, должны быть зачищены заподлицо с основным металлом на длине не менее 50 мм (см. рисунки 33 и 34), обеспечивая при этом постепенный переход к незачищенному участку шва радиусом $r \geq 10$ мм.

14.9 При пересечении сварных швов перед наложением шва, пересекающего (рисунок 35, *б*) или примыкающего к другому шву (рисунок 35, *а*, *б*, *в*), во избежание образования дополнительных зон концентрации напряжений, а также подрезов в месте пересечения необходимо обрабатывать усиление ранее наложенного шва и пересекающего (примыкающего) шва заподлицо с основным металлом на длине ℓ не менее 50 мм от кромки листа или оси пересекаемого шва, обеспечивая при этом постепенный переход к незачищенному участку шва радиусом $r \geq 10$ мм. Указанное требование обработки усиления стыкового шва относится также к пересечению его с другими элементами конструкции, например, ребрами жесткости.

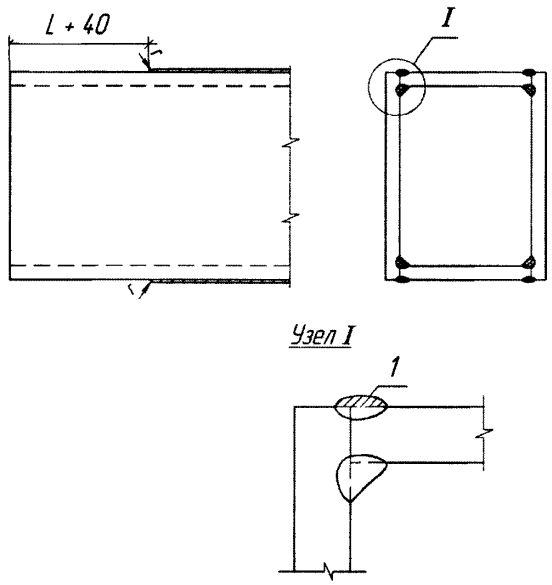


а – примыкание стенки к поясу; *б* – пересечение стыков на полотнище; *в* – Т-образное пересечение стыковых швов

1 – границы шва; *2* – зона механической обработки; *3* – металл, удаляемый при обработке; $r \geq 10$ мм; $\ell \geq 50$ мм (с двух сторон шва)

Рисунок 35 – Схемы обработки пересечений и примыканий стыковых соединений между собой и с угловыми швами тавровых соединений

14.10 Наружные швы угловых соединений коробчатых элементов в зонах монтажных стыков с накладками или на участках присоединения к ним фасонок ветровых связей надлежит обрабатывать заподлицо с основным металлом на длине присоединяемой детали L плюс 40 мм в каждую сторону. При этом радиус обработки перехода $r \geq 10$ мм (рисунок 36).



1 – снятие усиления шва; r – радиус обработки *($r \geq 10$ мм)*;
L – длина полунакладки

Рисунок 36 – Схема обработки усиления шва углового соединения в зоне постановки стыковых накладок

14.11 Механическую обработку концов фасонок, привариваемых встык к кромке листа (к поясу балки, элементу фермы и т. п.), следует выполнять в соответствии с требованиями, приведенными на рисунке 37. При совпадении плоскости фасонки и листа концы данного стыкового шва, прикрепляющего фасонку, следует зачищать заподлицо с указанной плоскостью на длине не менее 80 мм. Если плоскости фасонки и листа не совпадают, зачистку не производят.

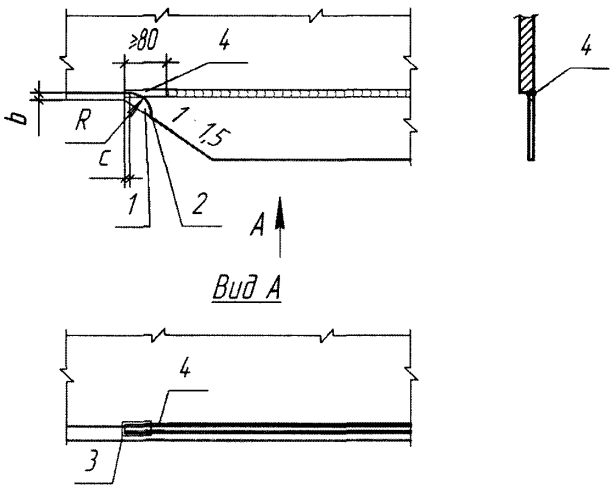
14.12 В конструкциях автодорожных мостов, путепроводов и эстакад механическую обработку концов фасонок связей, привариваемых в тавр к плоскости листа стенки, следует выполнять в соответствии с требованиями, приведенными на рисунке 38.

Сопряжения концевых участков фасонок связей, привариваемых в тавр к плоскости листа стенок конструкций автодорожных мостов, допускается выполнять без технологических припусков по рисунку 38, *б*. В этом случае угловые швы сопряжений концевых участков фасонок и плоскости листа следует выполнять с тщательной «закольцовкой» и последующей механической обработкой «носика» фасонок с обеспечением плавного перехода $R \geq 60$ мм от фасонки к листу (см. рисунок 38, *б*).

Стартовые участки и места остановок (окончания) сварки угловых швов по рисунку 38 подлежат зачистке, подварке (при необходимости) и последующемуконтролю методом ВИК.

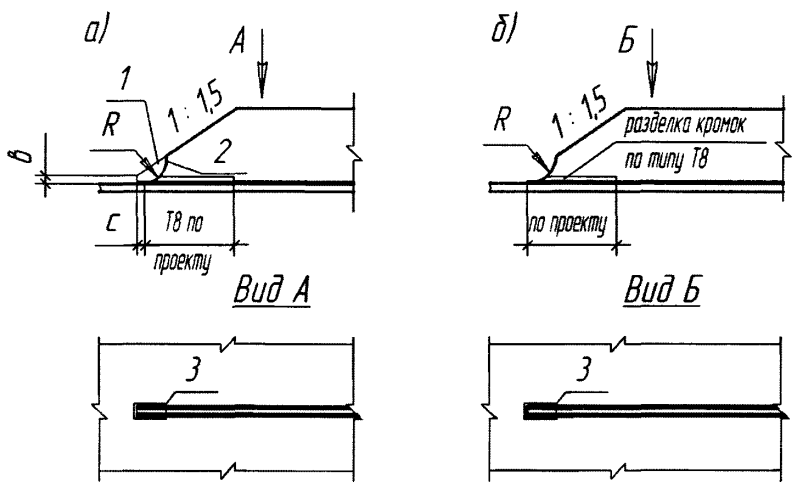
В узлах главных ферм механическую обработку концевых участков выкружек фасонок, привариваемых в тавр, следует выполнять согласно требованиям, приведенным на рисунке 39.

Технологические припуски на концах обрываемых элементов следует удалять газокислородной резкой с оставлением припуска на механическую обработку не менее 1 мм.



1 – технологический припуск; *2* – контур, по которому припуск удаляют газовой резкой; *3* – зона механической обработки;
4 – конец шва на плоскости листа, обработанный заподлицо на длине ≥ 80 мм;
b – ширина припуска у края фасонки, *b* ≥ 20 мм;
c – расстояние от края припуска до начала плавного перехода, *c* ≥ 15 мм;
R – радиус перехода, *R* ≥ 60 мм

Рисунок 37 – Схема обработки концов фасонок, привариваемых к кромке листа встык

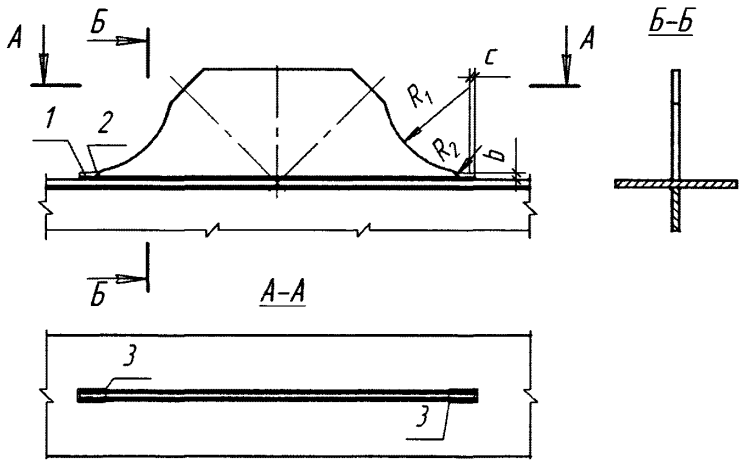


а – вариант с технологическим припуском; *б* – вариант без технологического припуска

1 – технологический припуск; *2* – контур, по которому припуск удаляется газокислородной резкой; *3* – зона механической обработки;

b – ширина припуска у края фасонки, *b* ≥ 20 мм; *c* – расстояние от края припуска до начала плавного перехода, *c* ≥ 15 мм; *R* – радиус перехода, *R* ≥ 60 мм

Рисунок 38 – Схема обработки концов фасонок связей, привариваемых к плоскости листа в тавр

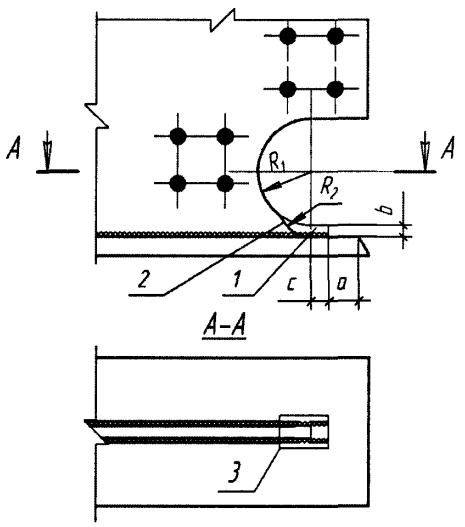


1 – технологический припуск; *2* – контур, по которому припуск удаляется газовой резкой;
3 – зона механической обработки; *b* – ширина припуска у края фасонки, $b \geq 20$ мм;
c – расстояние от края припуска до начала плавного перехода, $c \geq 15$ мм;
R_1 – радиус выкружки фасонки, $R_1 \geq 250$ мм; R_2 – радиус перехода, $R_2 \geq 60$ мм

Рисунок 39 – Схема обработки концевых участков фасонок, привариваемых в узлах главных ферм в тавр

14.13 Механическую обработку концов горизонтальных ребер жесткости, привариваемых к плоскости стенки в тавр и обрываемых вблизи монтажных болтовых или комбинированных болто-сварных стыков балочных и коробчатых пролетных строений, следует выполнять в соответствии с требованиями, приведенными на рисунке 38, *а*, и/или 38, *б* (для автодорожных мостов).

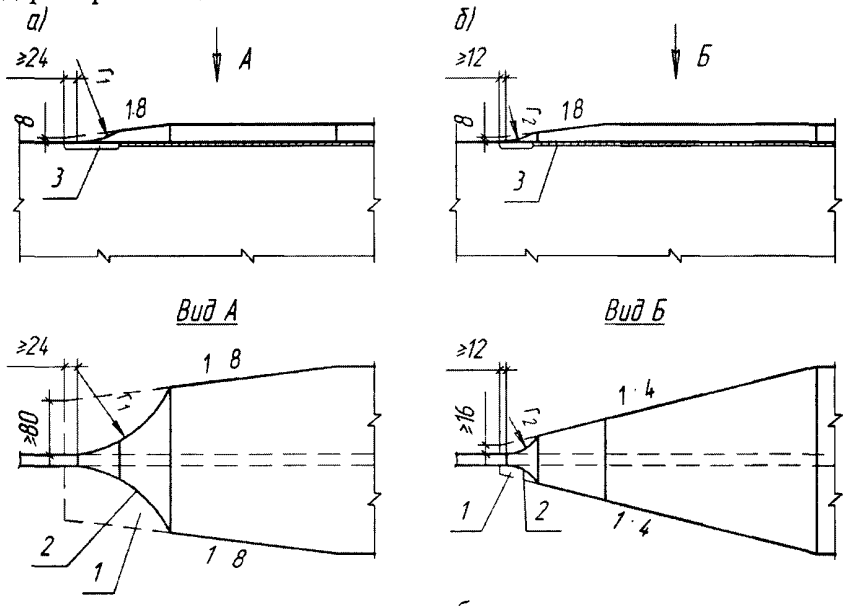
14.14 Механическую обработку концов стенок в двутавровых, L-образных и коробчатых балках с комбинированными болто-сварными стыками следует выполнять в соответствии с требованиями, приведенными на рисунке 40.



1 – технологический припуск; *2* – контур, по которому припуск удаляют газовой резкой;
3 – зона механической обработки; *a* – расстояние от кромки пояса до торца припуска, $a = 55$ мм;
b – ширина припуска у конца стенки, $b \geq 20$ мм; *c* – расстояние от края припуска до начала плавного перехода, $c \geq 30$ мм; R_1 – радиус выкружки технологического окна, $R_1 \geq 90$ мм;
R_2 – радиус перехода, $R_2 \geq 60$ мм;

Рисунок 40 – Схема обработки концевого участка стенки при обрыве её не у торца элемента

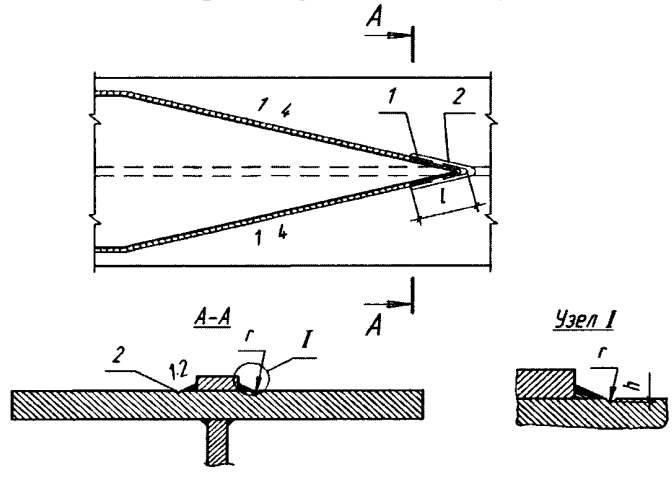
14.15 Механическую обработку концевых участков обрываемых полок в элементах Н-образного или двутаврового сечения, когда полки не доходят до торца элемента, следует выполнять в соответствии с требованиями, приведенными на рисунке 41, *а*, – для растянутых и на рисунке 41, *б*, – для сжатых элементов. Удаление технологического припуска на концах обрываемых частей сварных элементов газокислородной резкой выполняется в соответствии с указаниями 14.6 настоящего стандарта организации.



а – вариант для растянутых элементов; *б* – вариант для сжатых элементов;
1 – технологический припуск; *2* – контур, по которому припуск удаляется газокислородной резкой; *3* – зона механической обработки; r_1 и r_2 – радиусы переходов ($r_1 \geq 150$ мм, $r_2 \geq 60$ мм)

Рисунок 41 – Схема обработки концевых участков скосов в полках в случае обрыва полок сварного элемента Н-образного или двутаврового сечения не у торца элемента

14.16 Механическую обработку косых угловых швов на конце обрываемого в пролете поясного листа сплошностенчатой балки с пакетными поясами, а также прямых угловых швов, указанных в 9.5 настоящего стандарта организации следует выполнять $r \geq 3{,}0$ мм в соответствии с требованиями, приведенными на рисунке 42. Допустимая величина ослабления сечения листа (без подварки) вдоль границы косого или прямого углового шва (h) ≤ 1 мм.



1 – граница углового шва; *2* – зона механической обработки; ℓ – длина обрабатываемого участка шва ($\ell \geq 100$ мм); r – радиус перехода ($r \geq 3$ мм); h – величина ослабления сечения ($h \leq 1{,}0$ мм)

Рисунок 42 – Схема обработки косых угловых швов на конце обрываемого в пролёте поясного листа главной балки с многолистовым поясом, а также прямых угловых швов

14.17 Лобовые и фланговые угловые швы в местах прикрепления ребер жесткости, диафрагм, фасонок связей, противоугонных уголков и т. д. к растянутым элементам основных несущих конструкций, выполненные механизированной сваркой под флюсом или в смеси защитных газов, а также ручной дуговой сваркой с обеспечением сопряжений наплавленного металла с основным по требованиям 10.7, *г*, допускается не подвергать механической обработке. Требования к катетам данных угловых швов приведены в 6.8 настоящего стандарта организации. Если поставленные условия при сварке не выполнены, то переходы от металла углового шва к основному металлу следует обеспечивать механической обработкой данных швов радиусом $r \geq 3$ мм.

14.18 Качество механической обработки сварных соединений мостовых конструкций контролирует ОТК завода внешним осмотром, с применением в необходимых случаях эталонов, измерительного инструмента и шаблонов.

Качество обработки признается удовлетворительным, если установлены:

а) полное снятие прокатной окалины, а также полное удаление окисленного (оплавленного) поверхностного слоя после газокислородной резки в заданных зонах с шероховатостью поверхности не ниже 4 класса (R_z 20–40) по ГОСТ 2789;

б) отсутствие на обработанной поверхности надрывов, трещин и заметных невооруженным глазом рисок;

в) отсутствие в зоне обработки ослаблений сечения, превышающих допустимые по 14.4 и 14.16 настоящего стандарта организации;

г) отсутствие у деталей и элементов в зоне обработки острых кромок и заусенцев;

д) отсутствие на обработанной поверхности ожогов металла от абразивного инструмента;

е) отсутствие в зоне обработки технологических дефектов сварки – трещин, несплавлений, пор, шлаковых включений, подрезов, неполного проплавления (когда полное проплавление требуется);

ж) отсутствие следов приварки выводных планок и сборочных приспособлений, а также следов газовой резки, применявшейся для удаления технологических припусков, выводных планок и сборочных приспособлений.

Уменьшение размеров зон обработки и радиусов переходов против указанных в настоящем стандарте организации не допускается. Увеличение размеров зон обработки и радиусов не является браковочным признаком.

14.19 Механическую обработку сварных соединений в стальных конструкциях мостов выполняют лица, освоившие правила работы электрическими и пневматическими шлифмашинками или другим переносным зачистным оборудованием и станками, изучившие методы механической обработки сварных соединений и инструкции по эксплуатации применяемого оборудования, а также имеющие профессиональную квалификацию, соответствующую необходимому уровню трудовых функций, определенную по профессиональному стандарту для данного вида деятельности.

15 Приёмка отправочных марок

15.1 Отправочные марки в комплекте с монтажными элементами должны быть приняты ОТК завода — изготовителя и инспекцией до грунтования. Очистку поверхностей и защиту конструкций от коррозии по указаниям СТО 01393674-007, ОТК и инспекция принимают дополнительно после их выполнения.

Приемка должна состоять из следующих проверок:

- соответствия отправляемой конструкции проектной документации, включая проверку линейных размеров и геометрической формы;

- качества изделия (отправочной марки), включая состояние поверхности до и после выполнения окрасочных работ.

Если в процессе приемки отправочной марки в ее 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.

Перед окраской конструкции (отправочные марки) должны быть очищены от жировых и других загрязнений, а также от всех промежуточных технологических надписей, знаков и маркировки. Методы контроля качества очистки поверхности – по ГОСТ 9.402.

При приёмке конструкций из атмосферостойкой стали марки 14ХГНДЦ особое внимание следует уделять состоянию их поверхности. Конструкции должны быть чистыми, без следов окалины и загрязнений согласно классу 1 и/или 2 по ГОСТ 9.402.

Ремонт конструкций, вызванный отступлениями от проекта, надлежит производить по разработанной заводом технологии. Расслой по кромкам глубиной до 8 мм допускается удалять механической обработкой с соблюдением требований 7.25 и 14.7 настоящего стандарта организации.

15.2 Отклонения линейных размеров от проектных для отправляемых на монтаж сборочных марок и монтажных элементов мостовых конструкций не должны превышать значений, указанных в таблице 29, если в чертежах КМ не предусмотрены более жесткие допуски.

15.3 Отклонения от проектной геометрической формы отправочных марок не должны превышать значений, указанных в таблице 30, если в чертежах КМ не предусмотрены более жесткие допуски.

Т а б л и ц а 29 – Допускаемые отклонения линейных размеров заводских отправочных марок

Вид и местоположение отклонения	Значения предельного отклонения, мм
1 Отклонения по длине	
1.1 Все элементы стальных мостовых конструкций с болтовыми, фрикционными и комбинированными (фрикционно-сварными) соединениями при полной длине элемента, м: до 9 свыше 9 » 15 » 15 » 21 » 21 » 27 » 27	 ±2,0 ±2,5 ±3,0 ±3,5 ±4,0
1.2 Продольные и поперечные балки проезжей части болто-сварных решетчатых пролетных строений	+0; –2
1.3 Балки, коробки, ортотропные и ребристые плиты цельносварных пролетных строений (без припусков на подрезку)	+0; –4
1.4 Обрезы (расстояния от крайних монтажных отверстий до торца элемента) в поясах и стенках решетчатых и сплошностенчатых балочных и коробчатых болто-сварных мостовых конструкций	+0; –4
1.5 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
1.6 Расстояния между крайними ребрами и поперечными балками при длине балок, коробок и плит, м: - до 10 - свыше 10	 ±2 ±4

Продолжение таблицы 29

Вид и местоположение отклонения	Значения предельного отклонения, мм
2 Отклонения по ширине	
2.1 Пояса, раскосы, стойки, подвески, двутавровые связи решетчатых болтосварных ферм: - в зоне узлов и стыков для элементов, охватываемых узловыми фасонками - то же для элементов, охватывающих фасонки - на других участках	 +0; –2 +2; 0 ±4
2.2 Коробчатые элементы поясов и раскосов решетчатых ферм в средней трети высоты поперечного сечения: - в зоне узлов и стыков - на других участках	 +1; –3 ±4
2.3 Пояса сплошностенчатых балочных и коробчатых конструкций, ортотропные плиты со свободными кромками (не примыкающими к другим элементам)	±4
2.4 Пояса балочных и коробчатых конструкций, ортотропные и ребристые плиты с несвободными кромками (примыкающими к другим элементам)	+0; –2
2.5 Расстояния между осями вертикальных стенок коробок: - в зоне стыков - на других участках	 ±2 ±4
2.6 Расстояния между осями продольных ребер ортотропных плит: - в зоне стыков и пересечений с поперечными балками - на других участках	 ±2 ±4
2.7 Расстояния между отверстиями в верхних поясах поперечных балок в местах прикрепления к ним продольных ребер таврового сечения (для коробчатых пролётных строений с балластным корытом из коррозионно-стойкой стали)	±2
3 Отклонения по высоте	
3.1 Пояса и элементы решетки болтосварных ферм: - в зоне узлов и стыков при перекрытии только вертикальных листов сечений - то же, при перекрытии вертикальных и горизонтальных листов сечений - на других участках	 ±2 +0; –2 ±4
3.2 Продольные и поперечные балки проезжей части болто-сварных решетчатых пролётных строений в местах соединения при наличии накладок сверху и снизу	±1
3.3 Сплошностенчатые балочные и коробчатые конструкции мостов с болтовыми, фрикционными, сварными и болто-сварными стыками: - в зоне стыков - на других участках	 ±2* ±4
3.4 Поперечные балки железнодорожных коробчатых сплошностенчатых пролётных строений с ортотропной плитой балластного корыта	±1
3.5 Высота от низа листа настила до низа пояса тавровых продольных ребер ортотропной плиты железнодорожных пролётных строений	±2

Окончание таблицы 29

Вид и местоположение отклонения	Значения предельного отклонения, мм
4 Отклонения по расположению монтажных отверстий	
4.1 Расстояния между группами монтажных отверстий в отправочных марках при интервалах размеров, м:	
до 2,5	±1,0
свыше 2,5 » 4,5	±1,5
» 4,5 » 9	±2,0
» 9 » 15	±2,5
» 15 » 21	±3,0
» 21 » 27	±3,5
» 27	±4,0
4.2 Расстояния между группами отверстий в нижних поясах цельноперевозимых пролетных строений для крепления опорных частей	±10
* При сверлении отверстий в стыках стенок и сборке балок и коробок уступы в стыке каждого из поясов не должны превышать 2 мм	

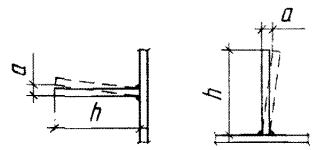
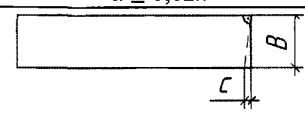
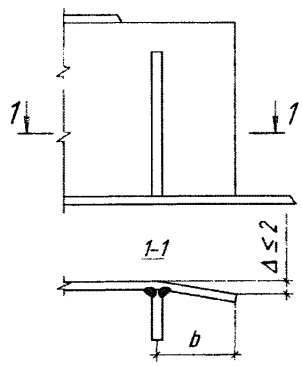
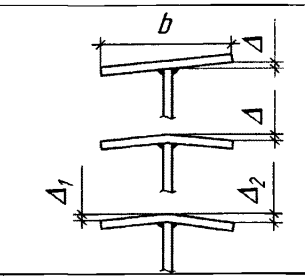
Т а б л и ц а 30 – Допускаемые отклонения геометрической формы заводских отправочных марок

Конструктивные элементы и отклонения	Значение предельного отклонения
1 Стрела выгиба оси основных элементов решетчатых ферм, балок проезжей части, главных и домкратных сплошностенчатых балок при длине элемента или его искривленной части ℓ, м:	
- до 10 включительно	ℓ/1000
- свыше 10	10 мм
2 Плавное саблевидное искривление по продольным кромкам в плане	
2.1 Верхние пояса главных балок П-образного и коробчатого сечения, в т. ч. с наклонными стенками, длиной ℓ	ℓ/1000, но не более 10 мм
2.2 Верхние пояса L-образных, С-образных и двутавровых балок, в т.ч. с наклонными стенками, длиной ℓ, сечением:	
- толщиной ≤ 16 мм, шириной ≤ 450 мм	не более 18 мм
- толщиной > 16мм, шириной ≤ 450 мм	ℓ/1000, но не более 14 мм
- любой толщины и шириной более 450 мм	ℓ/1000, но не более 10 мм
2.3 Нижние пояса главных балок, в т. ч. с наклонными стенками, длиной ℓ:	
- по свободным кромкам	ℓ/1000, но не более 10 мм
- по несвободным кромкам (при сварке кромок)	не более 5 мм
3 Стрела выгиба оси связей, элементов перил, смотровых приспособлений, ограждения ездового полотна при длине элемента или его искривленной части ℓ	ℓ/700, но не более 18 мм

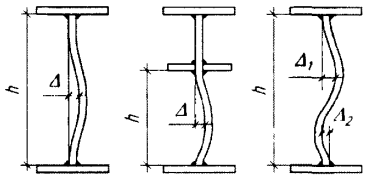
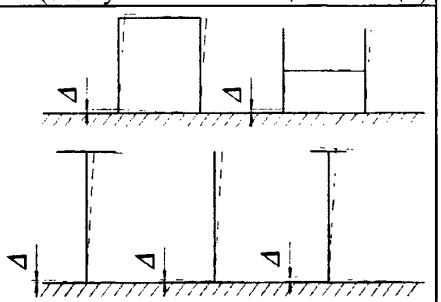
Продолжение таблицы 30

Конструктивные элементы и отклонения	Значение предельного отклонения
4 Плавный продольный выгиб в вертикальной плоскости:	
4.1 Блоки ортотропных и ребристых плит при толщине настильного листа до 20 мм включительно длиной ℓ	ℓ/750, но не более 15 мм
4.2 Блоки нижних ребристых плит при толщине настильного листа более 20 мм длиной ℓ	ℓ/1000, но не более 12 мм
4.3 Нижние пояса главных балок длиной ℓ, м:	
при толщине пояса до 20 мм включительно	ℓ/1000, но не более 12 мм
при толщине пояса более 20 мм	ℓ/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	b/500, но не более 5 мм
- 20–50 мм	1,5 мм на 1 м ширины плиты
5.2 Нижние пояса L-образных балок шириной b при толщине листа:	
- до 20 мм	b/500, но не более 5 мм
- 20–50 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)	±3 мм
по свободным кромкам консольных плит	±5 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	b/200, но не более 1 мм
- в зонах сварных стыковых монтажных соединений по длине и ширине пролетного строения	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	2 мм
- свыше 20 до 50 мм	1 мм
8.2 Свободные продольные кромки настильного листа консольных плит в вертикальной плоскости	3 мм
8.3 Продольные ребра ортотропных и ребристых плит в плане	3 мм

Продолжение таблицы 30

Конструктивные элементы и отклонения	Значение предельного отклонения
9 Отклонение от перпендикулярности установки продольных ребер главных балок, ортотропных и ребристых плит относительно вертикального и/или настильного листа: - в стыках и местах пересечений с поперечными балками - на прочих участках	 $a \le 0{,}01h$ $a \le 0{,}02h$
10 Отклонение от прямого угла между продольной и поперечной кромками настильных (горизонтальных) листов ортотропных и ребристых плит	 $c \le 0{,}001B$; B – ширина листа
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 Δ_1-$\Delta_2 \le 3$ мм

Продолжение таблицы 30

Конструктивные элементы и отклонения	Значение предельного отклонения
14 Выпучивание стенки балок и коробок при свободной высоте стенки или отсека h	
14.1 Для балок и коробок с поперечными ребрами жесткости	0,006h
14.2 Для балок без поперечных ребер 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) ребер	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. пункт 2.2 настоящей 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 мм включительно - свыше 330 мм	 2 мм 0,015b 5 мм

Окончание таблицы 30

Конструктивные элементы и отклонения	Значение предельного отклонения
18 Ромбовидность сечений коробчатых элементов	
18.1 Разность длин диагоналей в поперечном сечении коробчатых элементов пролётных строений с решетчатыми фермами:	
- в зоне монтажного соединения	4 мм
- то же, при отсутствии в указанной зоне горизонтальных накладок и фасонок	6 мм
- в зоне монтажного соединения для элементов ферм замкнутого коробчатого сечения (при наличии внутренних диафрагм)	2 мм
- в прочих местах	10 мм
18.2 Разность длин диагоналей в поперечном сечении коробчатых балок автодорожных сварных, болто-сварных пролетных строений	
- в зоне монтажного соединения	6 мм
- в прочих местах	12 мм

16 Контрольная заводская сборка

16.1 Контрольная сборка назначается для конструкций с фрикционными, болтовыми и комбинированными фрикционно-сварными стыками, монтажные отверстия в которых образованы на заводе-изготовителе на проектный диаметр с использованием сверловочных кондукторов или сверлильных станков с программным управлением.

Контрольная сборка должна быть выполнена для первого пролетного строения или другого вида мостовых конструкций и для последующего при изменении заводской технологии изготовления металлоконструкций по решению главного инженера (технического директора) предприятия. В пролетных строениях с идентичными главными фермами или балками допускается проводить контрольную сборку одной из них.

В объем контрольной сборки должны входить все элементы и детали, изготовленные с применением всего комплекса кондукторов или кондукторов и программ для станков с программным управлением.

Количество поставленных полномерных пробок и болтов должно быть в пределах 5 % — 30 % от числа отверстий в группе (в полунакладке), в том числе пробок – не менее 3 шт.

В болтовых и фрикционных соединениях при их контрольной заводской сборке точное совпадение отверстий обеспечивается посредством постановки точеных пробок номинальным диаметром на 0,2 мм меньше проектного диаметра отверстий. Длина цилиндрической части пробки должна на 10–15 мм превышать толщину собираемого пакета деталей.

16.2 Контрольная заводская сборка может выполняться одним из двух способов по выбору завода — изготовителя конструкций:

1) виртуальная контрольная сборка на мониторе с применением компьютерных программ на основе электронных замеров отправочных элементов, полученных с помощью высокоточных лазерных приборов (тахеометр, сканер);

2) физическая контрольная сборка реальных конструкций на площадке.

Общий объем металлоконструкций, входящих в схему контрольной сборки, определяет завод-изготовитель с учетом требований 16.1 настоящего стандарта организации.

16.3 Совпадение монтажных отверстий должно удовлетворять следующим требованиям:

- в узлах и соединениях, определяющих их геометрическую форму и размеры конструкций, калибр диаметром на 1 мм меньше проектного диаметра отверстия должен проходить в 85 % отверстий каждой группы;

- в узлах и соединениях, не определяющих геометрическую форму и размеры конструкций, калибр диаметром, равным диаметру болта с учетом плюсовых предельных отклонений, должен проходить в 100 % отверстий каждой группы.

Если указанные требования не выполнены, контрольную сборку разбирают, проверяют качество кондукторов, программ для станков с программным управлением, элементов и деталей, устраняют выполненные ошибки, в т.ч. в деталях и элементах, и повторно проводят контрольную сборку в необходимом объеме.

Если и при повторной сборке совпадение отверстий не обеспечено, допускается по согласованию с организацией, разработавшей проект КМ, и инспекцией рассверливание части отверстий на бóльший диаметр, при этом допускаемая овальность отверстий следующего диаметра – 2,0 мм. В этом случае должна быть разработана монтажно-маркировочная схема и осуществлена дополнительная маркировка элементов и деталей, как при общей сборке конструкций.

16.4 Для индивидуальных пролетных строений, в т. ч. со сварными монтажными соединениями, и других конструкций мостов объём контрольной сборки, если он не указан в проекте КМ, назначается заводом — изготовителем исходя из условий обеспечения проектного положения конструкции при монтаже и обеспечения требований рабочих чертежей.

16.5 Контрольная сборка должна быть принята ОТК завода — изготовителя и инспекцией.

Предельные отклонения размеров при контрольной сборке на стеллажах следует принимать по таблице 31.

Таблица 31 – Допускаемые отклонения размеров конструкций при контрольной заводской сборке

Наименование отклонения	Значение предельного отклонения
1 Отклонение длины каждой главной балки или фермы пролетного строения от проектной при длине L, м:	
- до 50 включительно	±10 мм
- свыше 50	$0{,}0002L$
2 Отклонение расстояний между соседними узлами главных ферм и связей при расстоянии ℓ, м:	
- до 9 включительно	$0{,}0003\ell$
- свыше 9	±3 мм
3 Отклонение ординат строительного подъема каждой главной фермы или балки пролетного строения от теоретических для всех автодорожных мостов и железнодорожных с ездой по безбалластному мостовому полотну при ординатах h, мм:	
- до 60 включительно	±3 мм
- свыше 60	$\pm 0{,}05h$
4 Отклонение ординаты строительного подъема ферм или балок стальных и сталежелезобетонных пролетных строений железнодорожных мостов с ездой по балласту при ординатах h, мм:	
- до 60 включительно	±6 мм
- свыше 60	$\pm 0{,}1\ h$
5 Отклонение линейных размеров главных балок сталежелезобетонных конструкций:	
расстояние между смежными группами отверстий для крепления блоков плит на болтах по верхним поясам	±1 мм
то же, между крайними группами на длине монтажной секции (или панели)	±3 мм
то же между группами, примыкающими к монтажному стыку (или узлу)	±2 мм
- смещение продольной оси группы монтажных отверстий от оси стенки	±2 мм

Окончание таблицы 31

Наименование отклонения	Значение предельного отклонения
6 Разность длин диагоналей между смежными группами отверстий по верхним поясам	4 мм
7 Отклонение в плане оси главной балки или фермы от проектной оси при пролете L	$0{,}0002L$
8 Отклонение в плане одного из узлов от прямой, соединяющей два соседних с ним узла при длине панели ℓ	$0{,}001\ell$

17 Комплектность поставки, маркировка, упаковка, хранение и отгрузка конструкций

17.1 Металлоконструкции и документацию следует поставлять комплектно и в объеме согласно договору поставки.

17.2 Отправочные марки и монтажные элементы должны быть замаркированы в соответствии с монтажно-маркировочной схемой и чертежами КМ. В зависимости от назначения маркировка конструкций и их элементов может быть операционной, общей, индивидуальной и ориентирующей.

Операционную маркировку наносят на детали и элементы конструкций в процессе проведения всех операций по изготовлению конструкции в соответствии с технологической документацией. Операционная маркировка, как правило, на изготовленной конструкции не сохраняется, за исключением случаев, когда это требование приведено в проектной документации или в ТУ на изготовление металлоконструкций.

Общую маркировку наносят на каждую конструкцию. Условные обозначения при общей маркировке следует принимать по ГОСТ 26047. Данная маркировка должна содержать: наименование завода — изготовителя, номер заказа и марку по монтажно-маркировочной схеме.

Допускается наносить на конструкцию маркировку в виде полосы 5 см определённого цвета для каждого заказа при поставке заводом — изготовителем конструкций по двум или более заказам в один адрес.

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 ее 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.

17.3 Маркировочная надпись может быть строчной и этажной в зависимости от размеров конструкции. Маркировку следует наносить в двух местах и располагать на видном месте, доступном для обзора и прочтения при хранении и монтаже.

Расположение маркировки на конструкции должно быть указано в соответствии с ГОСТ 2.314 в ТУ на изготовление конструкции.

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.

17.4 Содержание, вид, место нанесения маркировки должно быть регламентировано документацией СМК предприятия. Применяют следующие способы воспроизведения маркировки:

- несмываемой контрастной краской по отношению к фону конструкций;
- ударными буквенно-цифровыми металлическими клеймами в случаях, отраженных в 7.13 настоящего стандарта организации;
- креплением на изделие металлической бирки с маркировкой, выбитой буквенно-цифровыми клеймами; допускается выполнение маркировки с применением бирки из полимерного материала.

Особенности маркировки конструкции с комплексным антикоррозионным покрытием должны оговариваться в договоре с заказчиком и отражаться в технической документации предприятия.

Маркировку следует выполнять шрифтом высотой 10, 15, 30, 50 и 100 мм по ГОСТ 14192.

17.5 При соблюдении условий и сроков хранения, установленных в нормативных документах, маркировка должна обеспечивать визуальное прочтение при хранении и монтаже.

Крепление на конструкции накладных металлических ярлыков должно исключать возможность создания активных гальванических пар. Размеры ярлыка – по ГОСТ 14192.

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.

17.6 Упаковку конструкций следует проводить, соблюдая меры, исключающие изменение геометрической формы, появление необратимых деформаций, а также обеспечивающие сохранность защитного (лакокрасочного) покрытия конструкций при их погрузке, разгрузке и хранении.

В качестве основного вида упаковки конструкций для транспортирования и хранения следует применять пакетирование на заводах-изготовителях. Вид и способы пакетирования конструкций определяет завод-изготовитель самостоятельно по условиям договора поставки, учитывая условия хранения и установленные требования к погрузке, транспортированию продукции всеми видами транспорта, задействованного в цепочках поставки.

17.7 Комплектующие детали (изделия), накладки, сборочные и монтажные приспособления и т. п. небольшой массы с габаритами до 1,5 м следует упаковывать в ящичные поддоны (с крышкой или без нее, с цельными или решетчатыми стенками), изготовленные по чертежам изготовителя, утвержденными в установленном порядке. Упаковка высокопрочных болтов должна соответствовать требованиям ГОСТ 18160. Допускается поставлять комплектующие изделия и высокопрочный крепеж в упаковке и таре поставщика.

Допускается отгрузка накладок пачками, увязанными вязальной проволокой.

17.8 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.

17.9 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 учетом массы спакетированных конструкций, а также нагрузок, возникающих при погрузке, разгрузке и перевозке груза на транспортных средствах.

17.10 Пакеты конструкций и одиночные крупногабаритные конструкции должны иметь устройства для строповки и крепления на транспортных средствах в случаях, когда конструкцией пакета (крупногабаритной конструкции) не обеспечивается сохранность ее геометрической формы и защитного лакокрасочного покрытия при стропальных работах и креплении ее на транспортных средствах.

Для средств пакетирования следует применять:

- фасонный (горячекатаный, холодногнутый) и листовой стальной прокат;
- болтовые и сварные соединения;
- проволоку стальную низкоуглеродистую общего назначения, термически обработанную, диаметром не менее 5 мм;
- ленту кордовую, металлическую, полиэстеровую;
- другие материалы, обеспечивающие сохранность формы пакета.

17.11 Для сохранности защитного покрытия конструкций в местах контакта их между собой и со средствами пакетирования необходимо устанавливать и закреплять от выпадения прокладки из дерева, картона, пластмассы и других материалов.

17.12 Средства скрепления грузов в транспортных пакетах – по ГОСТ 21650.

Пакеты конструкций, а также ящичные поддоны должны иметь маркировку по ГОСТ 14192.

17.13 Погрузку, транспортирование, выгрузку и хранение конструкций следует проводить, соблюдая меры, исключающие возможность их повреждения, а также обеспечивающие сохранность защитного покрытия конструкций. Не допускается выгружать конструкции сбрасыванием, а также перемещать их волоком.

17.14 Требования безопасности при погрузочно-разгрузочных работах с металлоконструкциями – по ГОСТ 12.3.009.

17.15 Условия транспортирования и хранения конструкций следует устанавливать в зависимости от климатических факторов внешней среды по ГОСТ 15150.

Перевозка 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 их грузоподъемности (вместимости) и в соответствии с требованиями правил перевозок грузов и технических условий погрузки и крепления грузов на железнодорожном транспорте.

17.16 Размещение и крепление отдельных конструкций, пакетов, поддонов на транспортных средствах следует проводить по схемам, разработанным в соответствии с действующими на данном виде транспорта правилам.

17.17 Погрузку и выгрузку конструкций, транспортных пакетов и ящичных поддонов следует выполнять способами, исключающими повреждение конструкций и транспортных средств.

17.18 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 вышележащего яруса необходимо отделять от нижележащего 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 складировании должна быть обеспечена хорошая видимость маркировки конструкций.

17.19 Каждая отгружаемая партия несущих конструкций в обязательном порядке должна быть обеспечена следующей документацией:

- отгрузочной ведомостью (форма завода-изготовителя);
- товарно-транспортной накладной согласно правилам перевозок грузов, действующих на соответствующим видом транспорта.

17.20 Конструкции мостов перед отгрузкой их потребителю необходимо защищать от коррозии в соответствии с указаниями технического проекта (чертежей КМ), соответствующего Стандарта организации, а также Регламентов на конкретные системы защиты, предусмотренные проектом мостового сооружения.

Указанные регламенты должен разрабатывать завод – изготовитель конструкций на основе сертификатных данных на лакокрасочные материалы или поставщик лакокрасочных материалов.

17.21 Технологический процесс защиты мостовых конструкций от коррозии на заводе-изготовителе должен включать последовательное выполнение операций по подготовке поверхностей, грунтованию их и нанесению покрывных лакокрасочных материалов (ЛКМ) в зависимости от принятой системы защиты, условий эксплуатации и степени агрессивности окружающей среды.

В чертежах КМ проектная организация должна указывать способ и систему защиты от коррозии, марки ЛКМ и число наносимых слоев покрытия.

17.22 Допускаются отдельные повреждения лакокрасочного покрытия, образовавшиеся в процессе транспортирования, погрузочно-разгрузочных и монтажных работ, суммарным объемом до 3 % площади покрытия.

17.23 При приварке транспортных планок, укосин и других крепежных деталей следует выполнять требования разделов 8–10 настоящего стандарта организации. Приварка транспортных планок к свободным кромкам поясов главных балок и настильным листам ортотропных и ребристых плит не рекомендуется. Транспортные обустройства приваривают к основным несущим конструкциям железнодорожных и совмещенных мостов только по согласованию с проектной организацией.

17.24 Транспортные обустройства, привариваемые к отгружаемым с завода конструкциям, должны быть изготовлены из сталей, перечисленных в разделе 5 настоящего стандарта организации.

Приемку сварных соединений транспортных обустройств следует выполнять в соответствии с указаниями раздела 11 настоящего стандарта организации.

Места приварки транспортных обустройств после газокислородной резки должны быть зачищены абразивным инструментом в соответствии с разделом 14 настоящего стандарта организации, с номинальным заглублением в основной металл на 0,5 мм. Риски от наждачного круга должны быть направлены вдоль кромки, к которой приварены детали транспортного обустройства.

18 Охрана труда

18.1 При организации и выполнении комплекса заготовительных, станочных, газорезательных, сборочных, сварочных работ, а также работ по антикоррозионной защите, отгрузке, транспортировании и других работ, связанных с изготовлением конструкций пролетных строений стальных мостов, следует соблюдать требования по охране труда и охране окружающей среды, изложенные в действующих на заводе — изготовителе конструкций руководствах по охране труда, инструкциях, положениях и других документах, разработанных и утвержденных на данном предприятии согласно действующим в Российской Федерации нормативным документам по безопасности труда в строительстве применительно ко всем видам работ, применяемым в процессе изготовления металлоконструкций.

18.2 Руководителей и исполнителей, ответственных за охрану труда, следует назначать приказом по заводу — изготовителю конструкций стальных пролетных строений.

Приложение А
(обязательное)

Режимы обработки металлопроката при заводском изготовлении конструкций

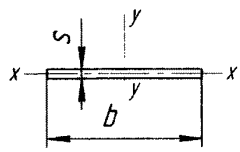
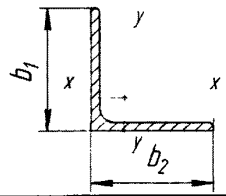
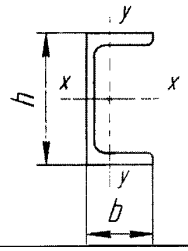
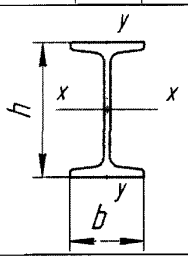
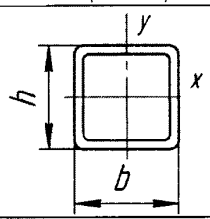
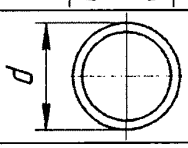
Следует соблюдать приведенный ниже порядок правки на листоправильных вальцах:
- укладывают деформированный лист на подающий рольганг;
- измеряют деформацию листа;
- устанавливают режимы правки в соответствии с таблицей А.1 и пропускают лист через листоправильную машину;
- вновь измеряют деформации;
- корректируют режимы правки и обратным ходом лист пропускают через правильную машину.

Таблица А.1 – Режимы холодной правки листа

Толщина листа, мм	Значение величины зазора между валками *c* и превышение крайних валков нижнего ряда λ для сталей			
	15ХСНД (горячекатанная или нормализованная)		10ХСНД (термообработанная)	
	c	λ	*c*	λ
8	0,8–5,2	1,84	0–4,8	1,58
12	7,2–10,1	1,20	6,7–9,8	1,58
16	12,4–14,6	0,92	12,0–14,4	0,76
20	17,1–18,9	0,73	16,8–18,7	0,63
24	21,6–23,0	0,61	21,3–22,9	0,53
28	25,9–27,2	0,53	25,7–27,1	0,45
32	30,2–31,3	0,46	30,0–31,2	0,39
36	34,4–35,4	0,41	34,2–35,3	0,35
40	38,6–39,4	0,37	38,4–39,4	0,32

Скорость правки листов толщиной 10–20 мм и шириной 1500–2500 мм на листоправильной машине устанавливают в пределах 0,10–0,15 м/с, а листов толщиной 20–50 мм и шириной 2500–4000 мм — 0,06–0,10 м/с.

Таблица А.2 – Пределы допустимости правки и гибки стали (по радиусу) в холодном состоянии

Прокат	Эскиз	Ось, относительно которой осуществляется правка	Правка – предельно допускаемый прогиб, f, мм	Гибка – допускаемый минимальный радиус r, мм
Листовая, универсальная, полосовая, квадратная сталь		$x-x$ $y-y$	$\frac{\ell^2}{400s}$ $\frac{\ell^2}{800b}$	$25s$ –
Уголок		$x-x$ $y-y$	$\frac{\ell^2}{720b_1}$ $\frac{\ell^2}{720b_2}$	$45b_1$ $45b_2$
Швеллер		$x-x$ $y-y$	$\frac{\ell^2}{200h}$ $\frac{\ell^2}{360b}$	$25h$ $45b$
Двутавр		$x-x$ $y-y$	$\frac{\ell^2}{200h}$ $\frac{\ell^2}{200b}$	$25h$ $25b$
Гнутосварные профили		$x-x$ $y-y$	$\frac{\ell^2}{400h}$ $\frac{\ell^2}{400d}$	$30h$ $30b$
Трубы, круг		–	$\frac{\ell^2}{400d}$	$30d$

Примечания

1 Правку саблевидности универсального и полосового проката рекомендуется производить термическим способом при любой стреле выгиба.

2 Минимальный радиус гибки листовых деталей, воспринимающих только статические нагрузки, может быть принят равным 12,5 s.

3 Формулы для определения стрелы прогиба f при правке стали действительны при длине хорды, не превышающей 1,5ρ, где ρ – минимальное значение радиуса кривизны.

4 ℓ – длина отрезка элемента с прогибом одного знака.

Таблица А.3 – Режимы холодной гибки стали с пределом текучести 400 МПа с учетом пружинения

Радиус готового изделия, мм	Радиус изгиба при $\sigma_т$ = 400 МПа и толщине листа, мм							
	10	12	14	16	20	25	32	40
500	386	400	411	420	433	444	452	461
1000	626	675	707	732	772	807	840	866
1500	814	878	931	975	1045	1110	1174	1224
2000	950	1036	1109	1171	1272	1367	1465	1544
2500	1058	1164	1254	1333	1464	1590	1721	1831
3000	1146	1269	1377	1471	1629	1785	1950	2091
3500	1220	1359	1481	1589	1773	1957	2156	2327
4000	1284	1436	1572	1693	1900	2111	2342	2544
4500	1340	1504	1651	1784	2014	2250	2512	2743
5000	1388	1564	1722	1863	2116	2375	2667	2928

Примечания

1 Для гибки листового металла по радиусу следует применять симметричные и несимметричные трех- и четырехвалковые листогибочные машины. В машинах с симметричной схемой расположения валков передний и задний края листа после гибки остаются прямыми на длину, примерно равную половине расстояния между нижними валками, и подгибку листа в этом случае надлежит предварительно выполнить на прессах или подкладных листах. Машины с асимметричной схемой расположения валков позволяют защемлять лист между верхним и нижним валками, что дает возможность практически без подгибки гнуть один край листа. Для подгибки второго края лист следует развернуть.

2 Трехвалковые листогибочные машины с регулировкой валков позволяют производить подгибку краев листов с обеих сторон за одну установку (без разворота листа).

3 Четырехвалковые листогибочные машины обеспечивают качественную гибку листа с подгибкой обеих сторон за одну установку его в машину.

Приложение Б
(рекомендуемое)

Рекомендуемые режимы термической резки стального проката

Технология ремонта кромок электродуговой сваркой после термической резки и контроль качества кромок после машинной термической резки (пункты Б.7 и Б.8) являются обязательными.

Б.1 Рекомендуемые режимы машинной газокислородной резки низколегированной стали приведены в таблице Б.1

Таблица Б.1

Параметры режима резки	Способ резки	Значения параметров режима при толщине металла, мм					
		10	16	20	25	32	40
Скорость резки, мм/мин	Обычный	460	350	320	300	280	260
	Смыв-процесс	1100	820	660	510	460	370
	С кислородной завесой	320–280		320–280		300–260	
Давление кислорода, МПа (кгс/см^2)	Обычный	0,4 (4)	0,5 (5)	0,5 (5)	0,5 (5)	0,55 (5,5)	0,6 (6)
	Смыв-процесс	0,6 (6)	0,7 (7)	0,8 (8)	0,8 (8)	0,8 (8)	0,9 (9)
	С кислородной завесой	0,6 (6)	0,7 (7)	0,7 (7)	0,7–0,8 (7-8)	0,8 (8)	0,9 (9)
Давление кислорода завесы МПа (кгс/см^2)	То же	0,04–0,06 (0,4–0,6)		0,04–0,08 (0,4–0,8)		0,04–0,08 (0,4–0,8)	
Давление ацетилена или газозаменителя МПа (кгс/см^2)	Обычный	Не менее 0,04 (0,4)					
	Смыв-процесс	Не менее 0,08 (0,8)					
	С кислородной завесой	Не менее 0,04 (0,4)					
Расход кислорода режущего, подогревающего и завесы, м^3/ч	Обычный	3,3–3,5	3,8–4	4,9–5,1	5,1–5,3	5,4–5,6	6,4–6,6
	Смыв-процесс	14	14,5	15	15,5	16	17
	С кислородной завесой	7–8		7–9		9–11	
Расход ацетилена, м^3/ч	Обычный	0,4–0,5					
	Смыв-процесс	0,9–1,2					
	С кислородной завесой	0,3–0,4		0,3–0,5		0,3–0,5	

Окончание таблицы Б1

Параметры режима резки	Способ резки	Значения параметров режима при толщине металла, мм					
		10	16	20	25	32	40
Расход газозаменителя ацетилена, $м^3/ч$	Обычный	0,15–0,3					
	Смыв-процесс	0,5–0,7					
	С кислородной завесой	0,15–0,3					
Номер внутреннего мундштука	Обычный	1	1	1	1	2	2
	С кислородной завесой	1	1	2	2	3	3
Номер наружного мундштука	Обычный	1	1	1	1	1	1
Расстояние от мундштука до листа, мм	Обычный	4	4	4	4–5	5	5
	С кислородной завесой	10–12					
Ширина реза, мм	Обычный	3	3	4	4	4	4–5
	Смыв-процесс	8–9					
	С кислородной завесой	4	4	4–5	4–5	5	5–6

Примечания:

1 Режимы даны для чистоты кислорода 99,5 % (2-й сорт по ГОСТ 5583).
При использовании кислорода 1-го сорта скорость резки повышается на 25 %;
3-го сорта – понижается на 10 %.

2 При резке малоуглеродистых сталей допускается повышать скорость резки на 5% –10 %.

3 Резка способом «смыв-процесс» применима только для прямолинейной разделительной резки.

Б.2 Рекомендуемые режимы машинной плазменно-дуговой резки малоуглеродистых и низколегированных сталей приведены в таблице Б.2

Таблица Б.2

Параметры режима резки	Значения параметров режима при толщине металла, мм							
	8	10	12	14	16	20	25	32
Сила тока, А	130–310							
Напряжение дуги, В при кислородно-плазменной резке	115–120	120–125		125–130		130–135	135–140	145–150
Скорость кислородно-плазменной резки, мм/мин	2800–3200	2400–2700	2000–2200	1700–1900	1500–1700	1100–1300	1000–1200	600–700
Ширина реза по нижней плоскости листа, мм	2,5–3							
Расстояние от реза до разрезаемого листа, мм	10–12							
Расход кислорода, $м^3$/ч: - на зажигание - на резку	0,9–1,2 4,2–5,4							
Примечания 1 Режимы резки листов промежуточных толщин определяются интерполяцией. 2 Плазменно-дуговую резку следует проводить на постоянном токе прямой полярности (минус на электроде).								

Рекомендуемые режимы чистовой машинной газокислородной резки низколегированного конструкционного проката на газорезательных машинах OMNIMAT-4200 фирмы «MESSER» мундштуками CRICUT-1230/2280-PMY приведены в таблице Б.3.

Таблица Б.3

Показатель режима резки	Параметры режимов резки при толщине разрезаемого металла, мм														
	4	6	8	10	12	14	16	20	25	32	40	50	60	80	100
Маркировка внутреннего сопла GRICUT 1230	3–10	3–10	7–15	7–15	7–15	7–15	15–25	15–25	25–40	25–40	40–60	40–60	60–100	60–100	60–100
Давление подогревающего O_2, бар	1,0–2,0	1,5–2,5	2,5–3,5	2,5–3,5	2,5–3,5	2,5–3,5	2,5–3,5	2,5–3,5	2,5–3,5	2,5–3,5	2,5–3,5	2,5–3,5	2,5–3,5	2,5–3,5	2,5–3,5
Давление пропан-бутана, бар	0,6–0,7	0,6–0,7	0,6–0,7	0,6–0,7	0,6–0,7	0,6–0,7	0,6–0,7	0,6–0,7	0,6–0,7	0,6–0,7	0,6–0,7	0,6–0,7	0,6–0,7	0,6–0,7	0,6–0,7
Давление режущего O_2, бар	1,0–2,0	2,0–3,0	5,0–6,0	5,0–6,0	5,0–6,0	5,0–6,0	5,0–6,0	5,0–6,0	5,0–,0	6,5–7,5	6,5–7,5	6,5–7,5	6,5–7,5	7,5–8,0	8,5
Скорость резки, мм/мин	700–750	650–700	600–650	600–650	520–570	490–540	460–510	430–480	380–430	330–380	300–350	300–340	300–330	270–320	270–310
Зазор между мундштуком и металлом, мм	2–4	2–4	4–5	4–5	5–8	5–8	5–8	5–10	5–10	5–10	5–10	5–10	6–10	6–10	8–12
Ширина реза, мм	0,8–1,0	1,0–1,2	1,5–1,9	1,5–1,9	1,7–2,1	1,8–2,2	1,9–2,3	2,0–2,4	2,2–2,6	2,3–2,7	2,6–3,0	2,9–3,0	2,9–3,0	3,5	3,5

Примечания

1 Для всех толщин подогревательный мундштук Cricut 1230–3–100 мм.

2 В маркировке внутреннего сопла цифры означают диапазон толщин разрезаемого металла.

Рекомендуемые режимы чистовой машинной газокислородной резки Y-образных резов мундштуками CRICUT 8280-PMY на газорезательных машинах фирмы «MESSER» приведены в таблице Б.4.

Таблица Б.4

Толщина листа, мм	Угол скоса кромок, α°	Высота притупления, мм	Маркировка внутреннего сопла		Маркировка подогревательных мундштуков	Расстояние между резаками I–II, мм	Давление пропана, бар	Давление подогревающего O_2, бар	Давление режущего O_2, бар	Скорость резки, мм/мин
			Резак I	Резак II						
12	30	2	7–15	7–15	3–100	15	0,6	4,0	6,0	460
12	45	2						5,0	6,0	340
16	30	2	15–25	15–25	3–100			4,0	6,0	380
16	45	2						5,0	6,0	340
20	30	3	15–25	25–40	3–100			5,0	6,5	350
20	45	3						5,0	6,5	290
25	30	3	25–40	25–40	3–100			5,0	7,0	320
25	45	3						5,0	7,0	270
32	30	3	25–40	40–60	3–100			5,0	5,0	300
32	45	3						5,0	6,5	240
40	30	3	40–60	40–60	3–100			5,0	7,0	290
40	45	3		60–100				5,0	6,0	210
50	30	4	40–60	60–100	3–100			5,0	7,0	270
50	45	4						5,0	7,5	190

Примечания

1 Режимы действительны для нелегированных сталей, а для легированных режимы следует снизить на 10 %.

2 В таблице приведены ориентировочные значения.

3 В маркировке внутреннего сопла и подогревательных мундштуков цифры означают диапазон толщин разрезаемого металла.

Рекомендуемые режимы чистовой машинной газокислородной резки К-образных резов мундштуками CRICUT 8280-PMY на газорезательных машинах фирмы «MESSER» приведены в таблице Б.5.

Таблица Б.5

Толщина листа, мм	Угол скоса кромок, α°	Высота притупления, мм	Маркировка внутреннего сопла			Маркировка подогревательных мундштуков	Расстояние между резаками I–II и II-III, мм	Давление пропана, бар	Давление подогревающего O_2, бар	Давление режущего O_2, бар	Скорость резки, мм/мин
			Резак I	Резак II	Резак III						
12	30	2	7–15	7–15	7–15	3–100	8	1,0	4,0	6,0	440
12	45	2	15–25		15–25		5		5,0	6,0	320
14	30	2	15–25	7–15	15–25	3–100	8		4,0	6,0	360
14	45	2					5		5,0	6,0	320
16	30	2	15–25	7–15	15–25	3–100	8		4,0	6,0	330
16	45	2					5		5,0	6,0	270
20	30	3	25–40	15–25	25–40	3–100	8		5,0	7,0	330
20	45	3					5		5,0	6,5	270
25	30	3	25–40	15–25 25-40	25–40	3–100	8		5,0	7,0	300
25	45	3					5		5,0	7,0	250
32	30	3	40–60	25-40	40–60	3–100	8		5,0	5,0	280
32	45	3					5		5,0	6,5	220
40	30	3	40–60 60–100	25-40 40-60	40–60 60–100	3–100	8		5,0	7,0	260
40	45	3					5		5,0	6,0	190
50	30	4	60–100	40-60	60–100	3–100	8		5,0	7,0	250
50	45	4					5		5,0	7,5	170
60	30	4	60–100	40-60	60–100	3–100	8		5,0	7,0	230
60	45	4					5		5,0	8,0	150

Примечания

1 Режимы действительны для нелегированных сталей, а для легированных режимы следует снизить на 10 %.

2 В таблице приведены ориентировочные значения.

3 Расстояние между мундштуками резаков I и III от 2 до 5 мм. Средний резак II следует устанавливать выше резаков I и III на 15 мм.

4 Подогревающее пламя резаков II и III следует устанавливать на 1/2 указанных в таблице давлений подогревающего кислорода.

5 В маркировке внутреннего сопла и подогревательных мундштуков цифры означают диапазон толщин разрезаемого металла.

Рекомендуемые режимы чистовой машинной лазерной резки проката на машине «Lasermat» приведены в таблице Б.6.

Таблица Б.6

Прокат низколегированный конструкционный для мостостроения												
Показатель режима резки	Параметры режимов резки при толщине разрезаемого металла, мм											
	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20
Скорость резки, мм/мин	7000	4100	3600	2500	2200	1900	1700	1450	1250	1050	800	700
Давление кислорода, бар	3,5–4	3,5–4	2,5–3	2–2,5	1–1,5	0,5–0,8	0,5–0,8	0,4–0,7	0,3–0,6	0,3–0,6	0,3–0,6	0,2–0,5
Время врезки, с	1	1	2	2	3	5	7	10	10	15	16	30
Нержавеющие хромоникелевые стали												
Показатель режима резки	Параметры режимов резки при толщине разрезаемого металла, мм											
	1	2	3	4	5	6	8	10	12	Биметалл 12		
Скорость резки, мм/мин	8500–9000	5500–6000	3800–4300	2000–2500	1900–2400	1200–1500	900–1100	700–800	450–550	800–900		
Давление азота, бар	10…14	18…22	18…22	13…17	18…22	19…23	20…24	20…24	16…20	Кислород 0,4–0,7		
Время врезки, с	1	1	1	3	3	6	8	10	12	8		

Примечание

1 Время цикла врезки при пирсинге проката низколегированного конструкционного — 2–4 с.

2 Для фигурных резов с малыми радиусами допускается снижение скорости резки на 10 %.

3 Параметры лазерной резки для любого материала выбирают перед резкой из базы данных системы управления конкретной машины для лазерной резки.

4 Приведенные режимы резки низколегированной стали соответствуют чистоте кислорода 99,7 %.

5 Ширина реза стали составляет 0,3 мм.

Б.7 Технология ремонта кромок электродуговой сваркой после термической резки

Б.7.1 Заварку отдельных выхватов на кромках, глубина которых не превышает 15 мм, выполняют механизированной сваркой в смеси защитных газов или ручной электродуговой сваркой на медной подкладке. При ремонте кромок следует применять сварочную проволоку сплошного сечения или порошковую проволоку согласно таблице 11б, а при ручной сварке – электроды УОНИ и/или УОНИИ 13/55 диаметром 3–4 мм. Ток постоянный обратной полярности (плюс на электроде); прокалка электродов по режиму, приведенному в сертификате на электроды или на заводской упаковке. Сила тока I = 90–110 А для электродов диаметром 3 мм и 160–180 А для диаметра 4 мм. Технология и режимы сварки (наплавки) кромки – по заводским нормалям.

Б.7.2 Кромки выхвата и прилегающих к нему зон зачищают армированным наждачным кругом с обеих сторон.

Медную пластину жестко закрепляют снизу. В пластине должна быть канавка глубиной 2–2,5 мм. Ремонтируемую деталь располагают горизонтально или с наклоном до 30° в сторону кромки.

Б.7.3 Разделанный выхват заваривают слоями снизу вверх с обеспечением проплавления каждого нижележащего слоя и усилений (выхода наплавленного металла на 2–3 мм за пределы кромки и прокатной поверхности листа). Эти усиления затем снимают механической обработкой заподлицо с кромкой и поверхностями листа и с плавным скруглением углов.

Б.7.4 К качеству заварки выхватов по кромкам предъявляют такие же требования, как и к качеству сварных соединений. Контроль качества выполняют послойно в процессе ремонта кромки визуальным методом с применением лупы 7^x увеличения.

Б.8 Контроль качества кромок после машинной термической резки

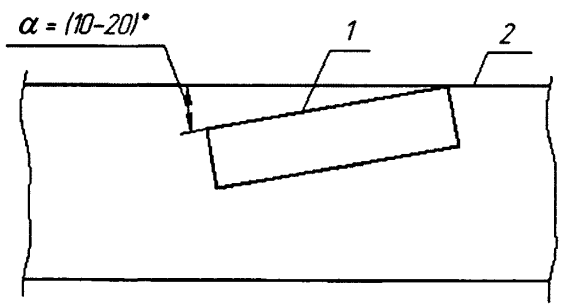
При машинной термической (газокислородной, плазменно-дуговой и лазерной) резке металлопроката рекомендуется проверять твердость и пластичность стали на кромках.

Проверку выполняют для любой одной толщины из диапазона толщин по каждой нижеуказанной группе толщин проката по 11.7 (по три образца на группу) для конкретной технологии термической резки:

- группа I – для толщин от 6 мм до 16 мм включительно;
- группа II – для толщин свыше 16 мм до 50 мм включительно;
- группа III – для толщин свыше 50 мм.

Периодичность проверки: при освоении заводом термической резки проката из новых марок сталей, а затем по внутризаводскому графику, утвержденному главным инженером (техническим директором) предприятия.

Твердость проверяют на макрошлифах, изготовленных из контрольных образцов. Макрошлиф изготовляют по кромке согласно рисунку Б.8.1.

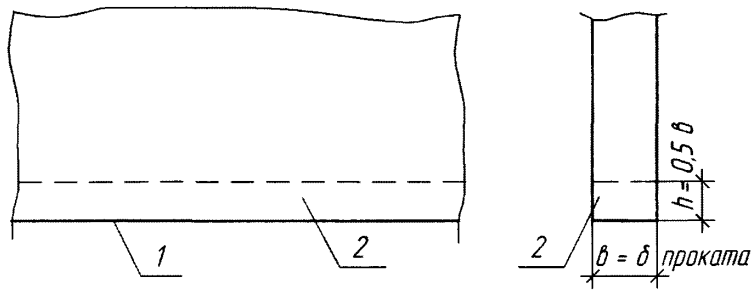


1 – плоскость шлифа; *2* – поверхность кромки после резки

Рисунок Б.8.1 – Макрошлиф для определения твёрдости

Твердость металла в зоне, прилегающей к поверхности реза, не должна превышать 400 HV.

Пластичность кромок проверяется испытаниями контрольных образцов (рисунок Б8.2) на изгиб в холодном состоянии (по ГОСТ 14019).



1 – поверхность кромки после резки; *2* – образец для испытаний на загиб

Рисунок Б.8.2 – Порядок изготовления образца для испытания кромки на пластичность

Результаты испытаний на загиб считаются положительными, если на поверхности испытуемой кромки, полученной после машинной термической резки, не появились трещины при угле загиба на 120°.

Приложение В
(справочное)

Припуски на обработку при разметке деталей

Таблица В.1 – Припуски при разметке деталей

Назначение припуска	Наименование, характеристика	Размер припуска, мм
Ширина реза при термической резке, замеряемая по середине толщины проката	Ручная и машинная, газокислородная с кислородной завесой и плазменно-дуговая резка при толщине металла, мм:	
	8–14	3,0…4,0
	16–32	4,5
	40–60	5,0
	Машинная чистовая газокислородная резка резаками фирмы MESSER, ESAB, металл толщиной, мм	
	8–14	2,5
	16–32	3,0
	40–60	3,5…4,0
	Машинная чистовая лазерная резка, металл толщиной, мм	
	8–14	0,4
	16–20	0,6
Фрезерование торцов	На каждый фрезеруемый торец	5,0
Строгание и фрезерование кромок	На каждую обрабатываемую кромку после резки на ножницах и ручной термической резки	свыше 2,0
Усадка от сварки	Укорочение сварного полотнища от каждого поперечного стыкового шва при толщине металла, мм:	
	до 16	1,0
	20–40	2,0
	50–60	3,0
	Укорочение сварного двутавра от четырех продольных поясных швов катетом 8 мм:	
	а) при высоте стенки до 1 м и толщине поясов до 25 мм	0,1 мм/м
	б) при высоте стенки более 1 м и толщине поясов более 25 мм	0,05 мм/м
	Укорочение балок от приварки пары поперечных ребер с двух сторон четырьмя угловыми швами:	
	а) при высоте стенки до 1 м и толщине поясов до 25 мм	1,0
	б) при высоте стенки более 1 м и толщине поясов более 25 мм	0,5

Приложение Г
(справочное)

Средства измерений и контроля

Г.1 Рулетки измерительные металлические со штриховыми шкалами по точности не ниже 2-го класса по ГОСТ 7502 приведены в таблице Г.1.

Таблица Г.1

Конструкция	Типоразмер	Допускаемые отклонения действительной длины (±), мм, не более
		2-й класс
В закрытом корпусе (РЗ)	РЗ-2	0,4
	РЗ-5	1,0
	РЗ-10	1,0
	РЗ-20	2,0
	РЗ-30	3,0
	РЗ-50	5,0
На крестовине (РК)	РК-50	5,0
	РК-75	7,5
	РК-100	10,0
На вилке (РВ)	РВ-20	2,0
	РВ-30	3,0
	РВ-50	5,0
Порядок измерений:		
- дециметровые и метровые	Все	0,3
- сантиметровые	Все	0,2
- миллиметровые	Все	0,1

Характеристики ручных лазерных рулеток (безотражательные дальномеры) приведены в таблице Г.2.

Таблица Г.2

Техническая характеристика	Модель					
	TruPuiso 200B	Disto A2	Disto A3	Disto A5	Disto A6	Disto A8
Точность	±30 см	±1,5 мм*	±1,5 мм	±2 мм	±1,5 мм	
Дальность, м	1000	0,05-60	0,05-100	0,05-200	0,2-200	
Дисплей	LCD в поле зрения трубы	2-строчный	4-строчный			
Видоискатель	оптическое увеличение 7×	Нет		оптическое увеличение 4×		цифровое увеличение 3×
Угол наклона	Есть	Нет				Есть
Интерфейс	Bluetooth	Нет			Bluetooth	Нет
Габариты, мм	120×50×30	124×55×35	135×45×31	148×84×36	148×64×36	
Вес, г	220	152	145	241	270	280
Пыле- и влагозащита	IP54	Исследования не проводились	IP54			
Источник питания	Две батарейки AA	Одна батарейка Крона 9В	Две батарейки AA			
Наработка	До 7500 измерений*	До 5000 измерений	До 10000 измерений	До 15000 измерений	До 15000 измерений*	До 5000 измерений
Рабочая температура, °С	-20 – +80	-0 – +40	-10 – +50			
* Внутри помещений, при хороших условиях видимости, на расстоянии до 12 м.						

Характеристики линеек измерительных металлических со штриховыми шкалами по ГОСТ 427 приведены в таблице Г.3.

Таблица Г.3

Длина, мм	150	300	500	1000
Допускаемые отклонения общей длины линеек и расстояния от любого штриха до начала или конца шкалы, мм	±0,1	±0,1	±0,15	±0,2
Цена деления, мм	0,5 и 1	0,5 и 1	0,5 и 1	0,5 и 1
Отклонение от номинальных значений длин отдельных сантиметровых делений, мм	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1
То же, миллиметровых делений, мм	+0,05	+0,05	+0,05	+0,05

Характеристики штангенциркулей по ГОСТ 166 и штангенглубиномеров по ГОСТ 162 приведены в таблице Г.4.

Таблица Г.4

Параметр	ШЦ-1, ШЦТ-1	ШЦ-II	ШЦ-III
Значение отсчета по нониусу (один нониус), мм	0,1	0,05 0,1	0,1
Пределы измерений, мм	0…125	0–160 0–200 0–250	0–315, 0–400, 0–500, 250–630, 250–800, 320–1000, 500–1250, 500–1600, 800–2000
Примечание – В настоящей таблице применены следующие условные обозначения: ШЦ-I – двусторонний с глубиномером; ШЦТ-I – односторонний с покрытием из твердого сплава, с глубиномером; ШЦ-II – двусторонний; ШЦ-III – односторонний.			

Г.5 Штангенрейсмасы по ГОСТ 164 применяют для измерений и разметки размеров до 2500 мм. Прибор имеет значения отсчета по нониусу 0,05 и 0,1 мм, а также следующие пределы измерений, мм: 0–250, 40–400, 60–630, 100–1000, 600–1600, 500–2500

Г.6 Микрометры рычажные по ГОСТ 4381 изготовляют с верхним пределом измерений до 2000 мм и отсчетным устройством ценой деления 0,002 и 0,01 мм

Типы рычажных микрометров:

- МР – для измерения наружных размеров до 100 мм включительно;
- МРЗ – зубомерные;
- МРИ – с отсчетным устройством для измерения размеров до 2000 мм;

Микрометры по ГОСТ 6507 типов: МК, МЛ (листовые с циферблатом), МТ (трубные), МЗ (зубомерные).

Г.7 Толщиномеры ультразвуковые для замера толщины металла, например А1207, А1208, УТ-301, УТ-111, ТУЗ-2

Г.8 Универсальный шаблон сварщика – УШС-3

Г.9 Прибор для ориентировочного определения механических характеристик стали – ПИМ-DB-1

Г.10 Нутромеры микрометрические по ГОСТ 10 предназначены для измерения диаметров отверстий и других внутренних размеров более 50 мм

Г.11 Глубиномеры микрометрические по ГОСТ 7470 используют для измерения глубин глухих отверстий, пазов, высот и уступов до 150 мм

Г.12 Щупы по ТУ 2-034-225-87 используют для определения значений зазоров с точностью до 0,01 мм. Их изготовляют длиной 100 и 200 мм и шириной 10 мм и толщиной 0,02–1 мм, классы точности 1 и 2, наборы № 1, 2, 3, 4 – для щупов длиной 100 мм. Щупы длиной 200 мм выпускают отдельными пластинами

Г.13 Линейки поверочные по ГОСТ 8026 изготовляют следующих типов

- ЛТ – лекальные трехгранные;
- ЛЧ – лекальные четырехгранные;
- ШП – с широкой рабочей поверхностью прямоугольного сечения;
- ШД – с широкой рабочей поверхностью двутаврового сечения.

Г.14 Угольники поверочные 90° по ГОСТ 3749 типов: УЛ – лекальные, УЛП – лекальные плоские, УЛЦ – лекальные цилиндрические, УП – слесарные плоские, УШ – слесарные с широким основанием

Г.15 Угломеры с нониусом по ГОСТ 5378 применяют для измерения углов и изготавливают двух типов: УН – для измерения наружных углов от 0 до 180 ° и внутренних от 40 до 180 °.

Г.16 Калибры для контроля отверстий

Пробки двусторонние с неполными непроходными вставками, которые применяют для отверстий диаметром 6–50 мм.

Пробки проходные со вставками, которые применяют для контроля отверстий диаметром 50–75 мм.

Пробки непроходные с неполными вставками, которые применяют для контроля отверстий диаметром 50–100 мм.

Пробки с насадками двусторонние, проходные и непроходные, которые применяют для контроля отверстий диаметром 50–100 мм.

Г.17 Геодезический инструмент

- Теодолиты по ГОСТ 10529.
- Нивелиры по ГОСТ 10528.
- Комплекты реек (базисная дальномерная, инвентарная и др.).

Г18. Приборы измерения твердости металлов (например):

- прибор стационарный для измерения твердости по Виккерсу ТП-7Р-1 с пределами измерения 8–1000 HV;
- прибор переносной для измерения твердости по Виккерсу ТПП-2 с пределами измерения 8–1500 HV;
- прибор настольный для измерения твердости по Роквеллу ТК-2М (ТК-14-250), 2140ТР по ГОСТ 23677.

Перевод твердости металла приведен в таблице Г.19

Таблица Г.19

По Виккерсу	По Бринелю	По Роквеллу	По Виккерсу	По Бринелю	По Роквеллу
HV	HB_{3000}	HRC	HV	HB_{3000}	HRC
209	207	18	380	364	39
213	212	19	390	375	40
217	217	20	401	387	41
221	223	21	423	402	43
226	229	22	435	418	44
235	235	23	460	430	45
240	241	24	474	444	47
250	248	25	502	460	48
255	255	26	534	477	49
261	262	27	551	495	51
272	269	28	587	512	52
278	277	29	606	532	54
285	286	30	649	555	56
291	293	31	694	578	58
305	302	33	746	600	59
312	311	34	803	627	61
320	321	35	867	652	63
335	332	36	940	–	65
344	340	37	1021	–	67
361	351	38	1114	–	69

Приложение Д
(справочное)

Д1 - Сварочное оборудование*

Таблица Д.1

Способ сварки	Марка сварочного оборудования (СО)	Шифр СО согласно [7]
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	А3
	ВДУ-1250, ВДУ-1202, ВДУ-1204	А3
	ВС-600, ВС-600С	А3
	КИУ-1201, КИМ-1201	А3
	МС-1000	А3
	LAF 800, LAF 1000, LAF 1001, LAF 1250	А3
	IDEALARC DC1000, IDEALARC DC1500	А3
	КЕДР MZ-1250	А3
	Starmatic 650 DC, Starmatic 1303 DC	А3
	Armada 1000K, Armada 1250K, MZ-1250	А3
	PowerWave AC/DC-1000	А3
	Сварочные автоматы и сварочные головки	
	АДФ-1002, АДФ-10030 (ТС-30)	А10
	АДФ-1000 У3	А10
	ТС-16-1, ТС-16-2, ТС-17, ТСФ-101	А10
	КА001	А10
	ТС-1000	А10
	A2 Multitrac A2TF, A2T Multitrac SAW, A6T Mastertrac	А10
	A2S, A2SF, A6S Arc Master	А10
	NA-3S(N), NA-4, NA-5(R)	А10
	Power Feed	А10
	Subarc 5	А10
	ST-3 1000 (1250), АТ-1	А10
	КЕДР FD12-200T	А10
	2ТС16-1, 2ТС16-2, А2Ш, А2ШВ, А2Д, АДФГ-502, АДФ-2×500	А19
Механизированная сварка под флюсом (МФ)	Сварочные выпрямители	
	ВДУ-506, ВДУ-511, ВДУ-601, ВС-600С, ВД-306ДК, ВД-506ДК	А3
	Механизмы подачи сварочной проволоки (полуавтоматы)	
	ПДФ-502	А6
	А-1197Ф, ПДГО-601, ПДГ-508, ПДГО-510	А5/А6

Продолжение таблицы Д.1

Способ сварки	Марка сварочного оборудования (СО)	Шифр СО согласно [7]
Механизированная и автоматическая сварка в смеси защитных газов (МП, МПГ, МПС, АППГ, АПГ)	Сварочные выпрямители	
	ВС-600С, ВДУ 506, ВДУ-511, ВДУ-601, ВД-306ДК, ВД-320КС, ВД-506ДК, КИГ-601, ПИОНЕР-5000	А3
	ФОРСАЖ-302, ФОРСАЖ-315, ФОРСАЖ-500, ФОРСАЖ-502, ФОРСАЖ-515	А3
	MC-500, MC-501	А3
	EWM Phoenix 351/521/421/451/500	А3
	ESAB, Origo, Aristo модели: Mig 320/325/402/405/420/500/502/510/625/4002/5002/6502	А3
	KempoWeld 3200/4200/5500 WeldForce KPS 3500/4500/5500 FastMigKM, KMS 300/400/500	А3
	Powertec-505/500, Power Wave 350/455, IDEALARCDC 400, Invertec V 350, Fiextec 450, Speedtec 500S, Powertec 505S	А3
	Megatronic MIG 385/545	А3
	MIG 500, MAXI 5005	А3
	KIT 305/358/500	А3
	Evo MIG 500	А3+А5
	DECAMIG 6500	А3+А5
	КЕДР-500F	А3+А5
	ДС400.33М	А3
	P3500, P4500, P5500, S 8 Speed Pulse, S 8 Pulse	А3
	Механизмы подачи сварочной проволоки (полуавтоматы, автоматы и сварочные головки на порталах)	
	ПДГ-421, ПДГ-505, ПДГ-508М, ПДГ-515, ПДГО-416, ПДГО-421, ПДГО-510, ПДГО-512, ПДГО-528, ПДГО-527, ПДГО-570, ПДГО-601, ПДГО-615	А5
	ФОРСАЖ-МП	А5
	МПО-10, МПО-17, МПО-41	А5
	Drive 4.4L, Drive 4L	А5
	ESAB, Origo, Aristo модели: Feed 30/30-4/3004/48/48-4/4804	А5
	Wire 200/400/550; KWF 300	А5
	KIT-2-4	А5
	Feed 10, LN10/ 15/ 25, LF 24/ 33/ 37/ 40/ 45/ 72/ 74	А5
	MWF 8/10	А5
	WF-23 /32, ES5, FP60-100E	А5
	Montagekoffer P3500-5500, Montagekoffer S Speed Pulse	А5
	ПМ 4.33	А5
	АДФГ-502, MX 350	А19
	NOBORUDER NB-5 , NB-1SV	А11
	RTi 330-S, RTi 476-S	А18
	FANUC ARC Mate 100iC/6L	А18

Окончание таблицы Д.1

Способ сварки	Марка сварочного оборудования (СО)	Шифр СО согласно [7]
Ручная дуговая сварка покрытыми электродами (РД)	ВДУ-506, ВДУ-601, ВС-600С, ВД-306ДК, ВД-506ДК, ВД-306С, ВД-313, ВД-506С, ВД-320КС, ПИОНЕР 5000	А3
	ВДМ-1201, ВДМ-1201-1, ВДМ-1201-2, ВДМ-6303, ВДМ-1202, ВДМ-1202С, ВДМ-1202 СА, ВДМ-1203, ВДМ-1601, ВДУ-1204, Строитель-306, Магма-315, ВДМ 2х313	А3
	КИМ 1201	А3
	ФОРСАЖ-301,ФОРСАЖ-302, ФОРСАЖ-500	А3
	МС-315, МС-500, МС-501	А3
	ARC 160, 180, 200, 400	
	Minarc 220	
	INVERTEC V275, V 350,	
Контактная сварка оплавлением гибких упоров (КСО)	KÖCO ELOTOP-3002, KÖCO ELOTOP-3010, KÖCO ELOTOP-3000E, KÖCO ELOTOP-3004, KÖCO 3000E, KÖCO 2603E, INOTOP 3004, NelWeld 6000,DA-2600, RSN 3150HD, RSN7-3150	С5
Автоматическая вертикальная и горизонтальная на вертикальной (наклонной) плоскости сварка в смеси защитных газов со свободным формированием шва (АППГ, АПГ)	ВД-320КС, ВД-506ДК, ВДУ-506, ВДУ-601 – сварочные выпрямители	А3
	«ВОСХОД» – сварочный аппарат	А11
	сварочный выпрямитель VelSmart 400 с подающим устройством VelFeed 67, каретка VelTrac	А3 А5 А11
	сварочный выпрямитель NB-500 с подающим устройством FP60-100E, каретка КАТ 200ЖЛС	А3 А5 А11
	УАСТ-1 сварочный автомат с комплектным сварочным выпрямителем ДС400.33М	А11 А3

*Аттестация сварочного оборудования для автоматических способов сварки АФ, АППГ, АПГ, АПС по группе ТУ ОПО «КСМ», не указанного в таблице Д.1, требует согласования с разработчиком настоящего стандарта.
Аттестация сварочного оборудования для способов сварки МФ, МП, МПГ, МПС, РД, КСО по группе ТУ ОПО «КСМ», не указанного в таблице Д.1, допускается без дополнительных согласований.

Д.2 Параметры домкратов гидравлических, автономных и телескопических приведены в таблицах Д.2, Д.3, Д.4 соответственно.

Таблица Д.2 – Домкраты гидравлические

Модель	Грузоподъем-ность, т	Ход штока, мм	Рабочий объем $см^3$	Масса кг	Рекомендуемый насос
ДУ5П100	5,6	100	80	1,9	НРГ-7004
ДУ10П100	11,1	100	167	3,6	НРГ-7004
ДУ10П150	11,1	150	238	4	НРГ-7004
ДУ15П250	14,1	250	490	9,8	НРГ-7010; НЭР-0,8И10Т1
ДУ20П100	23,2	100	332	8,5	НРГ-7020; НЭР-0,8И10Т1
ДУ20П150	23,2	150	498	10,2	НРГ-7020; НЭР-0,8И10Т1
ДУ20П360	22,2	360	1122	19,4	НРГ-7020; НЭР-0,8И10Т1
ДУ35П50	35,2	50	251	10,5	НРГ-7004; НЭР-0,8И10Т1
ДУ35П150	35,2	150	754	16	НРГ-7010; НЭР-0,8И10Т1
ГЦ35/250	35,2	250	1256	22	НРГ-7020; НЭР-0,8И10Т1
ГЦ50/250	44,5	250	1590	24	НРГ-7035; НЭР-0,8И10Т1
ДУ50П50	55	50	393	15	НРГ-7010; НЭР-0,8И10Т1
ДУ50П150	55	150	1180	23,9	НРГ-7020; НЭР-0,8И10Т1
ДУ100П50	107,8	50	770	25,7	НРГ-7010; НЭР-0,8И10Т1
ДУ100П150	107,8	150	2310	42,8	НРГ-7035; НЭР-0,8И10Т1

Таблица Д.3 – Домкраты автономные

Модель	Грузоподъемность, т	Ход штока + вылет винта, мм	Рабочий объем, $см^3$	Масса, кг
ДА2М130	2	130+50	59	2,9
ДА5М150	5	150+70	153	4,7
ДА12М200	12	200+130	393	9,9
ДА20М150В	20	150+80	460	12,2
ДА251М160	25	160+0	804	17,7
ДА251М160	30	165+0	653	19,4

Таблица Д.4 – Домкраты телескопические

Модель	Грузоподъемность, т		Ход штока, мм		Масса, кг	Рекомендуемый насос
	1-я ступень	2-я ступень	1-я ступень	2-я ступень		
ДМ-40	35	18	35	35	7,1	НРГ-7004
ДТ60Г500	120	60	240	255	71	НРГ-8080; НЭР-0,8И10Т1

Приложение Е
(обязательное)

Методы и объёмы испытаний контрольных сварных технологических проб. Организация неразрушающего контроля качества сварки

Е.1 Методы и объёмы испытаний контрольных сварных технологических проб

Е.1.1 Для проверки качества каждой партии сварочных материалов, поступивших на завод, а также для проверки и при необходимости корректировки применяемых на заводе технологий и режимов сварки следует проводить испытания контрольных сварных технологических проб с определением технологических характеристик и механических свойств металла шва и соединений согласно указаниям 11.9 настоящего стандарта организации.

Е.1.2 При испытании сварных *стыковых* соединений на контрольных пробах определяют:

а) по металлу шва – предел текучести $\sigma_т$, временное сопротивление $\sigma_в$, относительное удлинение δ_5;

б) по сварному соединению – временное сопротивление, угол статического загиба, ударную вязкость, твердость HV.

При испытании сварных *тавровых* соединений на контрольных пробах из максимальных и минимальных толщин изготовляют по одному макрошлифу, на которых определяют:

а) твердость по Виккерсу (HV) сварного соединения при катетах 8 мм;

б) глубину провара основного металла, коэффициент формы провара, наличие или отсутствие макротрещин.

При испытании *стыковых* соединений двухслойной коррозионно-стойкой стали на контрольных сварных технологических пробах определяют:

а) по металлу шва основного слоя стали 09Г2С – предел текучести, временное сопротивление и относительное удлинение;

б) по сварному соединению – временное сопротивление, угол статического загиба на образце с поперечным швом при расположении плакирующего слоя внутри, ударную вязкость и твердость по оси шва.

На макрошлифах, сделанных для замера твердости, вырезанных из контрольных сварных стыковых и тавровых технологических проб, проверяется также обеспечение требуемого проектом проплавления соединяемых деталей, коэффициент формы провара, наличие или отсутствие макротрещин и твердость HV. Глубина провара основного металла в стыковых соединениях и в угловых швах тавровых соединений должна быть не менее 1 мм.

Изготовление образцов и определение указанных механических свойств контрольных сварных технологических проб следует выполнять в соответствии с ГОСТ 6996.

Е.1.3 Для стыковых соединений контрольные технологические пробы сваривают из листа толщиной 25 мм с Х-образной разделкой кромок в нижнем положении, а тавровые соединения – толщинами 40 + 25 (вертикальный лист) и 12 + 12 мм сваривают также в нижнем положении «в угол», тип Т1.

Контрольные тавровые соединения длиной 350 мм следует изготовлять из металла указанных толщин, которые обеспечивают получение максимальных и минимальных скоростей охлаждения при выполнении их катетом 8 мм, при этом ширина горизонтальной пластины должна быть 300 мм, а высота вертикальной пластины – 200 мм.

Е.1.4 Сварку контрольных проб выполняют аттестованные на I-й уровень в системе НАКС сварщики на аттестованном сварочном оборудовании на группу объектов «КСМ» в присутствии руководителя сварочных работ завода и представителя инспекции с оформлением акта по форме, указанной в приложении К настоящего стандарта организации. Контрольные сварные пробы маркируют, контролируют внешним осмотром (ВИК), а стыковые, кроме того, проходят УЗД,

после чего изготавливают по ГОСТ 6996 соответствующие образцы, маркируют их и отправляют на испытания. Порядок проведения испытаний образцов и оформления результатов испытаний – по указаниям 11.9 настоящего стандарта организации. По результатам комиссионных испытаний завод оформляет протоколы испытаний по каждой сварной технологической пробе.

Е.1.5 Заготовки для образцов следует вырезать из специально изготовленных контрольных технологических проб, которые полностью повторяют реальные цеховые условия сварки элементов (сочетания толщин металла, подготовка кромок, основные и сварочные материалы, режимы сварки).

Рекомендуется длину пластин для контрольных сварных стыковых технологических проб принимать равной 1000 мм, но не менее 800 мм. Ширина каждой пластины для стыкового соединения должна быть 300 мм при толщине металла 25 мм.

Е.1.6 Для определения механических свойств следует изготовлять образцы согласно ГОСТ 6996. По каждому виду испытаний должно быть изготовлено не менее трех образцов, а для испытаний на ударный изгиб – шесть образцов с надрезом по оси сварного шва при проверке качества поступивших на завод сварочных материалов.

Е.1.7 Для испытания на статическое растяжение изготовляют:
- цилиндрические образцы типов I и II (рисунок Е.1, таблица Е.1).
- плоские образцы типа XII или XIII (рисунок Е.2, таблица Е.2).

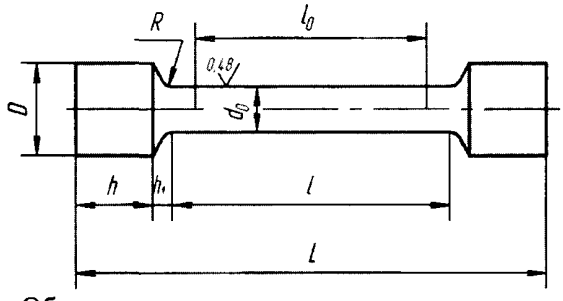


Рисунок Е.1 – Образец для испытания металла шва на статическое растяжение

Таблица Е.1

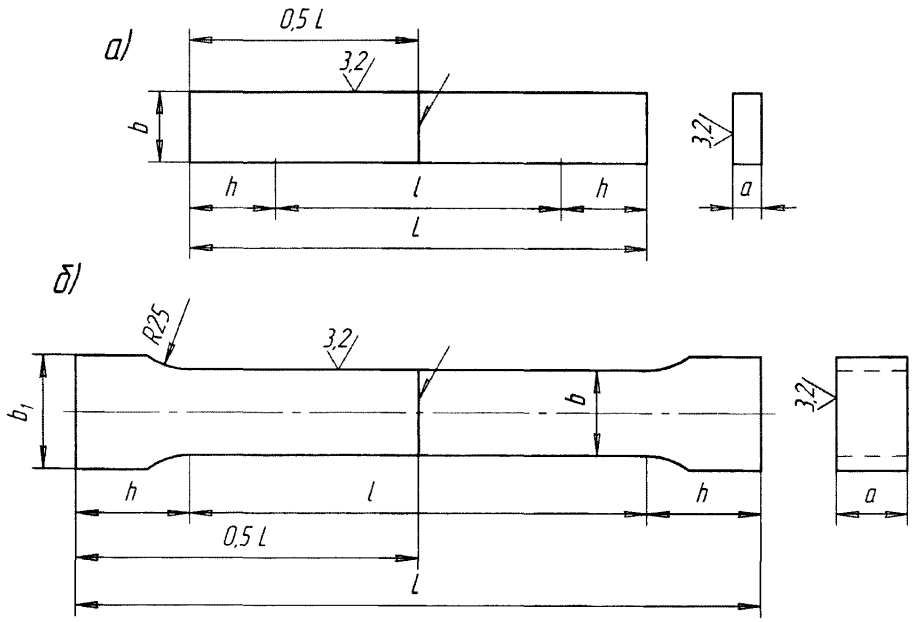
Размеры в миллиметрах

Тип образца	d_0	K	D	h	h_1	R	l_o	l	L
I	3 ± 0,1	0,03	6	4	2,0	1,0	15	18	30 ± 1
II	6 ± 0,1	0,03	12	10	2,5	1,5	30	36	61 ± 1
Примечание – Здесь К – допускаемая разность наибольшего и наименьшего диаметров на длине рабочей части образца.									

Таблица Е.2

Размеры в миллиметрах

Толщина основного металла, мм	Ширина рабочей части образца, b	Ширина захватной части образца, b_1	Длина рабочей части образца, ℓ	Общая длина образца, L
25	25 ± 0,5	35	100	$L=\ell+2h$
Примечание – Длину захватной части образца h устанавливают в зависимости от конструкции испытательной машины.				



а – образец типа XII; *б* – образец типа XIII

Рисунок Е.2 – Образцы для определения равнопрочности сварного соединения при растяжении

Е.1.8 Для испытания на статический изгиб с поперечным швом изготовляют образцы типа XXVII (рисунок Е.3, таблица Е.3)

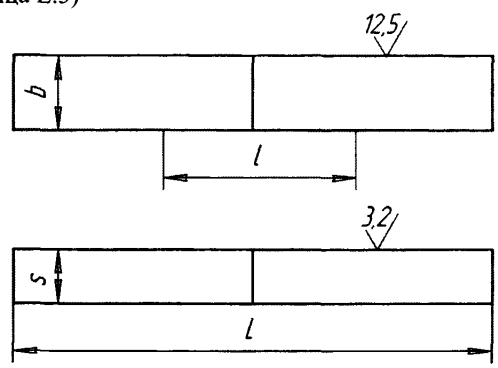


Рисунок Е.3 – Образец для испытания сварного соединения на статический изгиб

Таблица Е.3

Размеры в миллиметрах

Тип образца	Толщина основного металла S, мм	Ширина образца b	Общая длина образца L	Длина рабочей части образца ℓ
XXVII	До 50	1,5S	2,5D + 80	L/3
П р и м е ч а н и е – Здесь D – диаметр оправки в миллиметрах по ГОСТ 6996.				

Е.1.9 Для испытания на ударный изгиб изготавливают образцы типа VI по ГОСТ 6996 (рисунок Е.4). При проверке качества поступивших на завод сварочных материалов надрез располагают по оси шва со стороны заваренной последней при двусторонней сварке, а при односторонней сварке – с лицевой стороны шва.

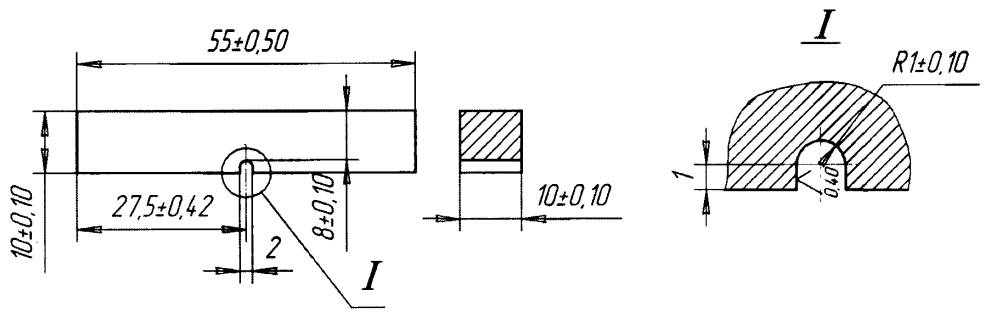


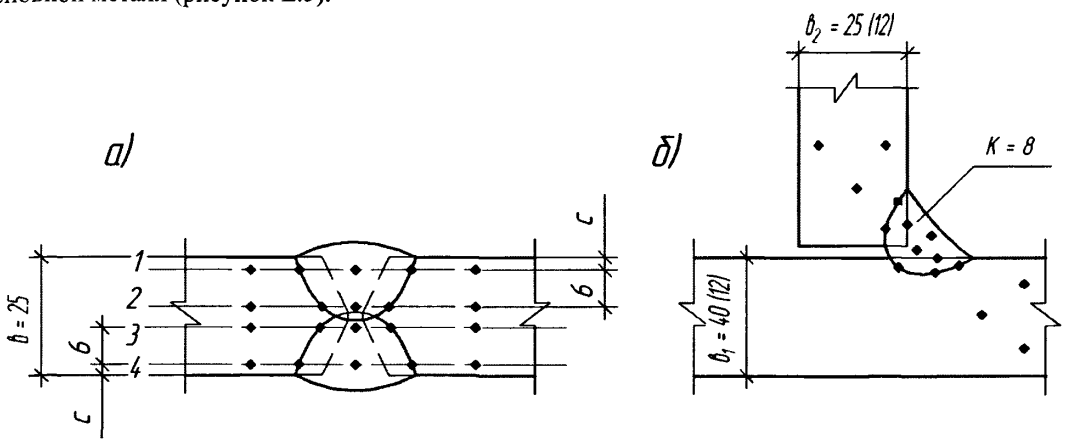
Рисунок Е.4 – Образец для испытания металла шва толщиной 25 мм на ударный изгиб (KCU)

Заготовки для образцов со стороны расположения надреза обрабатывают фрезерованием на глубину не более 1 мм от поверхности проката.

Разметку для нанесения надреза производят по макрошлифам, изготовленным на боковых гранях сечением 10×10 мм, обработанных шлифованием с чистотой поверхности не ниже Rz 0,4. Надрезы на образцах Менаже следует выполнять способами, обеспечивающими строгое соблюдение геометрии надреза по ГОСТ 6996.

При проверке (по решению завода и/или заказчика) применяемых на предприятии технологий и режимов сварки стыковых соединений изготовляют образцы Менаже типа VI по ГОСТ 6996 для испытаний на ударный изгиб (KCU) с надрезом как по оси стыкового шва (6 шт.), так и по линии сплавления шва с основным металлом (6 шт.).

Е.1.10 Для изготовления макрошлифов и замеров твердости металла сварного соединения вырезают темплеты, включающие металл шва, линии сплавления шва с основным металлом и основной металл (рисунок Е.5).

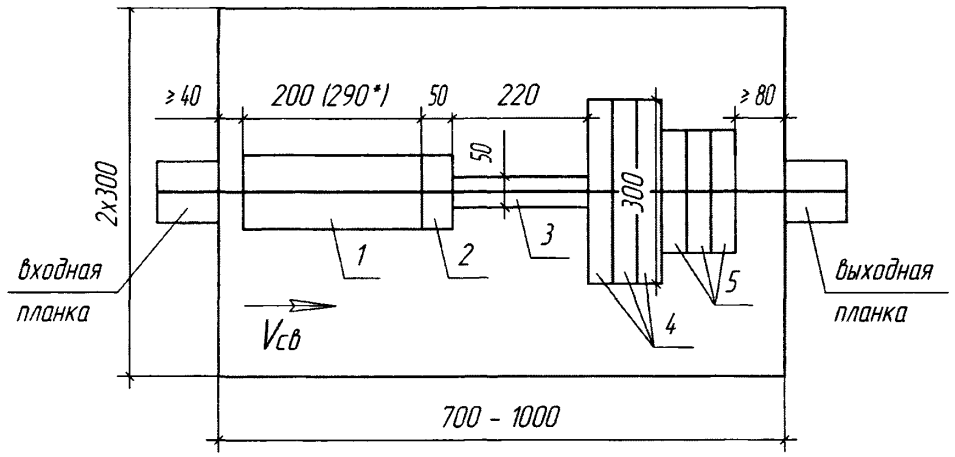


в – толщина основного металла стыкового соединения, 25 мм; *с* – от 2 до 4 мм;
$в_1$, $в_2$ – толщины основного металла таврового соединения, (40+25 мм и 12+12 мм);
• – точки замера твёрдости

Рисунок Е.5 – Образцы для определения твердости сварного соединения: стыкового (*а*) и таврового (*б*)

Е.1.11 Схема вырезки образцов из контрольных сварных стыковых технологических проб приведена на рисунке Е.6. Окончательную обработку образцов следует выполнять механическим способом с принятием мер, предупреждающих поверхностное упрочнение или чрезмерный нагрев металла. На поверхности образца не должно быть рисок или надрезов, расположенных поперек его продольной оси.

Резка образцов на ножницах не допускается.



1 – образцы на ударный изгиб; *2* – макрошлиф; *3* – цилиндрические образцы; *4* – плоско-разрывные образцы; *5* – гибовые образцы;

* Размер при проверке технологий и режимов сварки

Рисунок Е.6 – Схема вырезки образцов из стыкового соединения

При вырезке образцов газовой резкой необходимо предусмотреть припуски, исключающие влияние теплового воздействия на металл шва и околошовной зоны: не менее 12 мм при толщине металла 25 мм от рабочей части каждого образца.

Усиление шва в плоских образцах должно сниматься заподлицо с основным металлом механическим способом с двух сторон в направлении поперек шва.

Е.1.12 Перед испытанием все готовые образцы должны быть тщательно осмотрены, замерены, замаркированы. На образцах не должно быть видимых дефектов сварки (пор, шлаковых включений, непроваров, подрезов, трещин), грубых рисок от обработки, выводящих образец за указанный класс чистоты поверхности, перекоса головок, изгиба, неправильного расположения надреза и отступлений по размерам. Образцы с указанными дефектами бракуют и заменяют новыми.

Е.1.13 Проведение испытаний на растяжение, статический и ударный изгиб, точность измерения образцов, соблюдение требований к испытательным машинам, обмер образцов после испытаний, подсчет результатов испытаний и определение механических характеристик должны соответствовать:

а) при испытании на статическое растяжение при нормальной температуре – ГОСТ 1497 и ГОСТ 6996;

б) при испытании на статический изгиб при нормальной температуре – ГОСТ 14019 и ГОСТ 6996;

в) при испытаниях на ударный изгиб (ударную вязкость) при соответствующих отрицательных температурах – ГОСТ 9454 и ГОСТ 6996.

При оценке ударной вязкости по металлу шва и линии сплавления сварных стыковых соединений результаты испытаний считаются положительными, если значения ударной вязкости по каждому образцу получены не менее 29 Дж/см^2. Снижение ударной вязкости менее 29 Дж/см^2 у

образцов с надрезом по оси шва не допускается, а по линии сплавления у одного из шести образцов допускается значение 24 Дж/см^2. При невыполнении указанных условий проводятся повторные испытания на удвоенном количестве образцов. При повторных испытаниях на образцах с надрезом по оси шва снижение ударной вязкости при повторных испытаниях не допускается, а по линии сплавления допускается значение не менее 24 Дж/см^2 у двух из 12 испытанных образцов.

Результат повторных испытаний является окончательным.

Температура испытания образцов сварных стыковых соединений на ударную вязкость (KCU) должна соответствовать минус 40 °С в обычном исполнении, минус 50 °С в северном А и минус 60 °С – в северном Б.

Е.1.14 Твердость металла сварного стыкового и/или таврового соединения замеряют на макрошлифах, включающих металл шва, линии сплавления шва с основным металлом и основной металл. При подготовке поверхности шлифа необходимо принимать меры против возможного изменения твердости испытуемого образца вследствие нагрева или наклепа поверхности при механической обработке.

Твердость измеряют по Виккерсу (ГОСТ 2999) или по Роквеллу (ГОСТ 9013) на приборах, допущенных к работе госповерителем. Класс шероховатости по ГОСТ 2789 измеряемой поверхности макрошлифов образцов должен быть не ниже 10 (R_z 0,4–0,8) при измерении по Виккерсу и не ниже 6 (R_z 6,3–10) при измерении по Роквеллу.

Замеры твердости каждой зоны (шва, линии сплавления и основного металла) следует проводить по схемам, представленным на рисунке Е.5.

Е.1.15 Испытания образцов сварных соединений на статическое растяжение считаются недействительными:

- при разрыве образца по кернам (рискам), если при этом какая-либо характеристика по своему значению не отвечает установленным требованиям;
- при разрыве образца в захватах испытательной машины или за пределами расчетной длины (при определении относительного удлинения);
- при образовании двух и более мест разрыва;
- при разрыве образца по дефекту;
- при обнаружении ошибок в проведении испытаний или записи результатов испытаний.

В указанных случаях испытание должно быть повторено на изготовленных от той же партии образцах. Число дополнительных образцов должно соответствовать числу недействительных испытаний. При удовлетворительных результатах испытаний (по нормативным требованиям к механическим свойствам) наличие шлаковых включений, пор в изломе образца в пределах допусков по таблице 22 не является браковочным признаком.

Наличие трещин в изломе образца при всех условиях является браковочным признаком.

При неудовлетворительных результатах испытаний по одному или нескольким показателям свойств или образцов испытания повторяют по этим же показателям на удвоенном числе образцов. Если и при этом результаты испытаний окажутся неудовлетворительными, то режимы сварки соединений, реализуемые от конкретного сварочного оборудования, или сварочные материалы должны быть признаны непригодными. Причины отклонений должны быть установлены проверкой качества основного металла, флюса, сварочной проволоки, электродов, а также проверкой режимов сварки и сварочного оборудования. Проверку проводят сваркой технологических проб с применением сварочных материалов других партий и плавок и другого (аналогичного) сварочного оборудования.

До выяснения причин отклонений механических свойств заводских сварных соединений применение проверяемой технологии сварки (конкретной партии сварочных материалов, режимов сварки от конкретного сварочного оборудования) для изготовления мостовых конструкций должно быть приостановлено.

Е.1.16 Механические свойства сварных стыковых соединений должны удовлетворять требованиям 10.8 настоящего стандарта организации.

Е.1.17 По требованию заказчика или проектной организации проверяют химический состав металла заводских сварных швов. Проба для определения химического состава может быть взята из любой части шва на расстоянии не менее 50 мм от начала шва и 100 мм от конца шва. Разрешается брать пробу из швов образцов, сваренных для определения механических свойств. Перед взятием пробы поверхность металла должна быть тщательно очищена от противокоррозионных покрытий, масла, ржавчины, окалины и других загрязнений.

На шве керном намечают границы для взятия пробы. Границы должны отстоять от линии сплавления на расстоянии 2,5–3 мм. Для установления контура при взятии пробы торцы вырезанных швов шлифуют и протравливают.

Отбор проб для химического анализа (взятие стружки) возможен сверлением, строганием или фрезерованием. При этом следует пользоваться сухим и чистым инструментом, который не должен крошиться. Стружка при отборе проб должна быть как можно мельче; отбирают в количестве 50 г.

Химический анализ металла сварных швов и основного металлопроката рекомендуется выполнять методом спектрального анализа по ГОСТ 18895. Определять химический состав металла заводских сварных швов и выдавать заключения по результатам анализа имеют право специализированные лаборатории.

Е.2 Организация неразрушающего контроля качества швов

Е.2.1 Приемочный контроль качества сварных швов неразрушающими методами выполняют специалисты лаборатории неразрушающих методов контроля (ЛНМК).

ЛНМК в своей деятельности должна быть независима от руководства цехов и участков, осуществляющих сборочно-сварочные работы. Лаборатория должна быть аттестована в СЭПБ-СНК на право выполнения работ на объектах по пункту 11.1 перечня объектов по [2] (Металлические конструкции, в т. ч. стальные конструкции мостов).

Е.2.2 ЛНМК организуется и действует на основании Положения о ЛНМК, утвержденного главным инженером (техническим директором) предприятия. В Положении о ЛНМК должны быть, в частности, оговорены:

- задачи и функции ЛНМК;
- права, обязанности, функции, ответственность работников ЛНМК;
- перечень закрепленных за ЛНМК методов контроля;
- перечень нормативных документов, которыми руководствуется ЛНМК в своей деятельности;
- порядок эксплуатации, поверки (калибровки) и хранения средств неразрушающего контроля и другого оборудования ЛНМК;
- порядок оформления результатов контроля и передачи результатов контроля для выработки решений об устранении выявленных дефектов;
- порядок ведения и хранения архива результатов контроля;
- порядок представления ведомостей (заявок) на неразрушающий контроль качества сварных швов.

Е.2.3 Администрация завода должна выделить для ЛНМК соответствующее помещение для хранения, ревизии и текущего ремонта измерительного инструмента, дефектоскопов и преобразователей, проведения подготовительных к контролю работ, оформления документации. Персоналу ЛНМК должна выдаваться спецодежда.

Помещение ЛНМК должно быть оборудовано:

- проводкой сети переменного тока;
- шиной заземления;
- шкафами для повседневной, а также рабочей одежды и обуви;
- стеллажами и шкафами для размещения и хранения измерительного инструмента, аппаратуры, образцов, запасных частей, документации.

ЛНМК должна быть оснащена:

- ультразвуковыми дефектоскопами и, при необходимости, рентгено- и гаммаграфической аппаратурой;
- комплектами стандартных образцов (СО-2, СО-3) и стандартных образцов предприятия (СОП);
- вспомогательными приспособлениями для сканирования сварных соединений и измерения характеристик выявленных дефектов;
- специальной справочной литературой и технической документацией;
- электроизмерительной и радиотехнической аппаратурой, запасными частями и комплектующими изделиями для текущего ремонта и проверки дефектоскопов;
- слесарным и радиомонтажным инструментом;
- емкостями для приготовления и хранения контактирующей жидкости;
- обтирочным материалом и контактирующими жидкостями;
- соответствующей оргтехникой.

Е.2.4 Необходимое в ЛНМК число дефектоскопов обусловливается числом бригад, функционирующих в ЛНМК, и выбирается по таблице Е.4.

Таблица Е.4

Число бригад	1	2	3	4	5
Число дефектоскопов	2	3	5	6	8

При наличии в подразделении более пяти дефектоскопов рекомендуется организовать участок текущего ремонта дефектоскопов.

Е.2.5 При контроле в условиях завода:

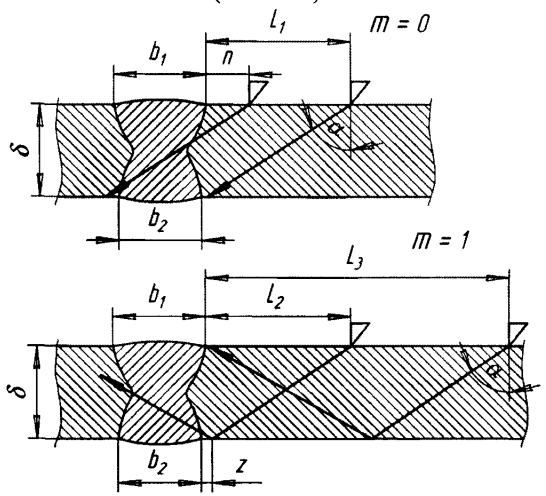
- температура воздуха, а также металла шва и основного металла сварного соединения в зоне перемещения преобразователя должна быть не ниже 5 °С и не выше 40 °С;
- вблизи места контроля не должно быть ярких источников света (работы по электросварке, резке и т. п.);
- контроль не должен проводиться одновременно с работами, загрязняющими воздух и вызывающими вибрацию контролируемого соединения;
- должны быть приняты меры к защите экрана дефектоскопа при работе в дневное время или при основном искусственном освещении от попадания прямого света;
- при необходимости должны быть оборудованы леса и подмости, обеспечивающие удобное взаимное расположение дефектоскописта, аппаратуры и контролируемого соединения.

Требования представителей ЛНМК по созданию условий, необходимых для обеспечения надежности контроля, являются обязательными для исполнения.

Е.2.6 Ультразвуковой контроль заводских сварных соединений должен проводиться звеном из двух дефектоскопистов. Допускается выполнение контроля одним дефектоскопистом, если при этом гарантируются безопасность работы и достоверность результатов контроля.

Е.3 Способы прозвучивания и чувствительность оценки при контроле стыковых соединений листов толщиной 6–9,9 мм (рисунок Е.7)

Схема прозвучивания преобразователями, выпускаемыми промышленностью, (n = 8 мм)



δ, мм	α, град	z, мм	L_1	L_2	L_3
6–9,9	70 ± 2	3	2,75δ	2,75δ + 3	5,5δ

Параметры наклонных ПЭП для контроля толщин 6–9,9 мм:

частота 5,0 МГц; угол ввода 70° ± 2°; стрела 8 мм.

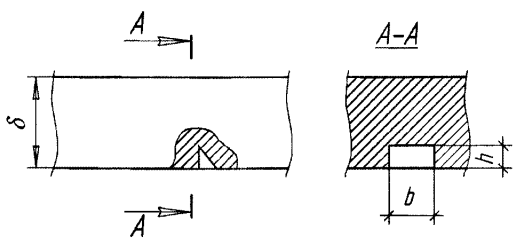
Примечания

1 Условие прозвучивания:

$$\frac{0{,}5b_1 + n}{\mathrm{tg}\alpha} + \frac{0{,}5b_2 + Z}{\mathrm{tg}\alpha} \leq \delta.$$

2 Контроль следует вести с двух сторон шва одной плоскости.

Образец для настройки чувствительности при контроле стыковых сварных соединений толщиной 6–9,9 мм.



Контролируемая толщина δ, мм	Параметры «зарубки», по которым устанавливается опорный уровень N_o	
	Ширина b, мм	Высота h, мм
6,0–7,9	2,0 ± 0,1	1,0 ± 0,1
8,0–9,9	2,0 ± 0,1	1,5 ± 0,1

Порядок настройки чувствительности оценки, которой соответствует показание аттенюатора

$$|N_{xo}| = |N_o| - |\Delta N|:$$

1 Измерить амплитуду эхо-сигнала от соответствующего отражателя типа «зарубка» в испытательном образце $|N_o|$, дБ.

2 Уменьшить показания аттенюатора на величину ΔN.

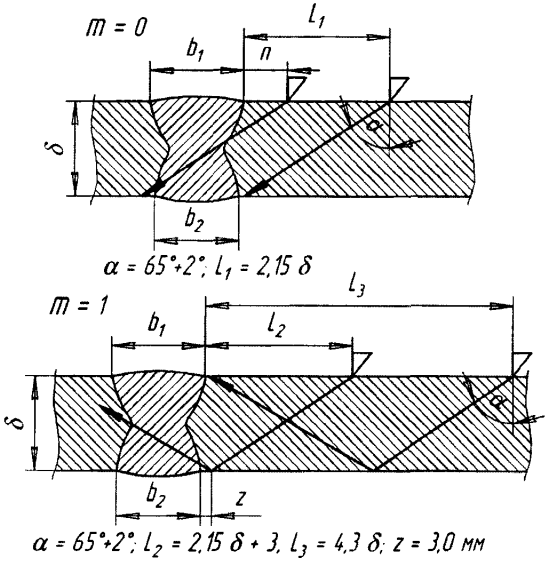
3 Убедиться, что мертвая зона M ≤ 3 мм.

Примечание – При одинаковых шероховатостях рабочей поверхности испытательного образца и контролируемого соединения $\Delta N = 0$, в противном случае ΔN определяют по Е.6

Рисунок Е.7

Е.4 Способы прозвучивания и чувствительность оценки при контроле сварных стыковых соединений листов толщиной δ= 10–20 мм (рисунок Е.8)

Способы прозвучивания преобразователями, выпускаемыми промышленностью ($n \le 15$ мм)



Частота ПЭП – 2,5 МГц

Примечания

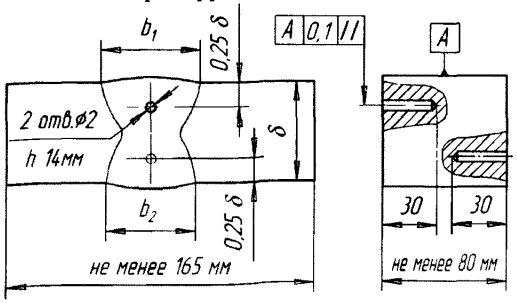
1 Условие прозвучивания:

$$\frac{0{,}5b_1 + n}{\mathrm{tg}\alpha} + \frac{0{,}5b_2 + \mathrm{Z}}{\mathrm{tg}\alpha} \le \delta.$$

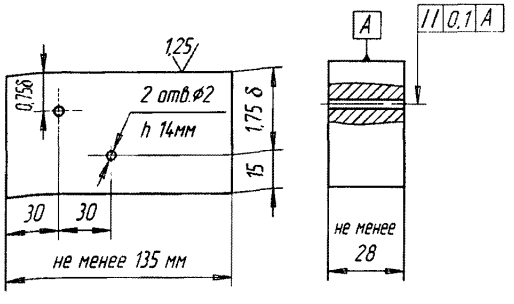
2 Контроль следует вести с двух сторон шва одной плоскости.

Испытательные образцы для настройки чувствительности

1. Изготовляется из образца контролируемого соединения



2. Изготовляется из материала контролируемого соединения



Порядок настройки чувствительности оценки, которой соответствует показание аттенюатора

$$|N_{\text{хо}}| = |N_{\text{о}}| - |\Delta N| - |K_{\text{д}}|:$$

1 Измерить амплитуду эхо-сигнала от соответствующего цилиндрического отражателя в испытательном образце $|N_{\text{о}}|$, отр. дБ.

2 Уменьшить показание аттенюатора на величину поправки чувствительности $K_{\text{д}}$, определяемой по таблице:

δ, мм		10	12	14	16	18	20
$K_{\text{д}}$	$m = 0$	4	5	5	6	7	8
	$m = 1$	8	8	9	9	9	10

3. Уменьшить показание аттенюатора на величину ΔN.

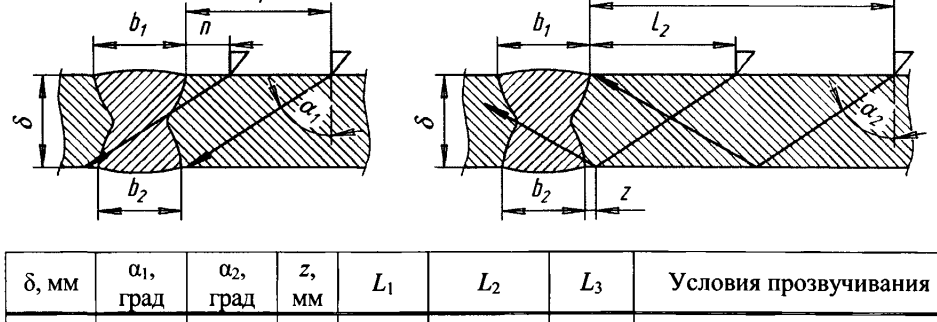
4. Убедиться, что мертвая зона М ≤ 3 мм.

Примечание – При применении испытательного образца первого вида $\Delta N = 0$; при применении испытательного образца второго вида ΔN определяется по Е.6.

Рисунок Е.8

Е.5 Способы прозвучивания и чувствительность оценки при контроле сварных стыковых соединений листов толщиной δ = 21–50 мм (рисунок Е.9)

Способы прозвучивания преобразователями, выпускаемыми промышленностью (n ≤ 15 мм)



δ, мм	α_1, град	α_2, град	z, мм	L_1	L_2	L_3	Условия прозвучивания
21–30	65 ± 2	65 ± 2	3	2,15δ	2,15δ + 3	4,3δ	$\frac{0{,}5b_1 + n}{\mathrm{tg}\alpha_1} + \frac{0{,}5b_2 + Z}{\mathrm{tg}\alpha_2} \le \delta$
31–50	65 ± 2	50 ± 2	5	2,15δ	1,19δ + 5	2,4δ	

Частота ПЭП – 2,5 МГц

Примечания

1 Контролю подлежат соединения при соблюдении условия прозвучиваемости.

2 Контроль вести с двух сторон шва одной плоскости.

Порядок настройки чувствительности оценки, которой соответствует показание аттенюатора

$$|N_{хо}| = |N_о| + K_д - |\Delta N|:$$

1 Измерить амплитуду эхо-сигнала от цилиндрического отражателя на глубине 44 мм в стандартном образце СО-2 или СО-2Р $|N_о|$, дБ.

2 Определить по соответствующей SKH-диаграмме значение Кд для Sэ = 3 мм^2 и
$H_о$ = 0,75δ при m = 0 и
$H_о$ = 1,75δ при при m = 1.

3 Уменьшить показание аттенюатора на значение $K_д$, если величина $K_д$ отрицательная, или увеличить показание аттенюатора на значение $K_д$, если его величина положительная.

4 Уменьшить показание аттенюатора на величину ΔN.

5 Убедиться, что мертвая зона $M \le 3$ мм при $\alpha = 65° \pm 2°$ и $M \le 8$ мм при $\alpha = 50° \pm 2°$.

Примечание – ΔN определяется по Е.6.

Рисунок Е.9

Е.6 Методика оценки отношения коэффициентов прозрачности

Отношение ΔN, дБ, коэффициентов прозрачности границы «призмы преобразователя – металл контролируемого соединения» и границы «призмы преобразователя – металл образца», может быть оценено как разность между амплитудой эхо-сигнала от двугранного угла контролируемого соединения N_c и амплитудой эхо-сигнала от двугранного угла образца N_o, если толщина контролируемого соединения и толщина образца не отличаются более чем на ±10 %, т. е. $|\Delta N| = |N_c - N_o|$.

Если контролируемое соединение и стандартный образец СО-2 или СО-2Р имеют различную толщину, то в образце контролируемого соединения на глубине 15 или 44 мм высверливают цилиндрическое отверстие диаметром 6 мм.

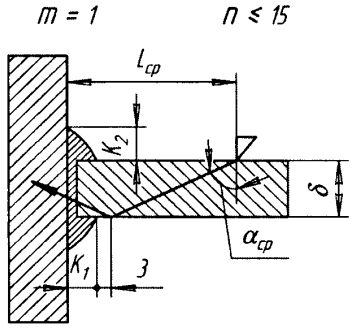
Если контролируемое соединение и испытательный образец второго вида имеют различную толщину, то в образце контролируемого соединения высверливают цилиндрическое отверстие диаметром 2 мм на глубине, равной глубине расположения одного из отверстий в испытательном образце. Отношение ΔN коэффициентов прозрачности оценивают как разность амплитуд эхо-сигналов от цилиндрического отражателя, выполненного в образце контролируемого соединения N_c, и цилиндрического отражателя в стандартном или испытательном образце N_o, т. е. $|\Delta N| = |N_c - N_o|$.

Измерения N_c и N_o выполняют не менее трех раз.

Если по каким-либо причинам нельзя оценить отношение коэффициентов прозрачности, то для поверхности проката принимают $|\Delta N|$ = 6 дБ.

Е.7 Способы прозвучивания и чувствительность оценки при контроле сварных тавровых соединений с полным проваром (рисунок Е.10)

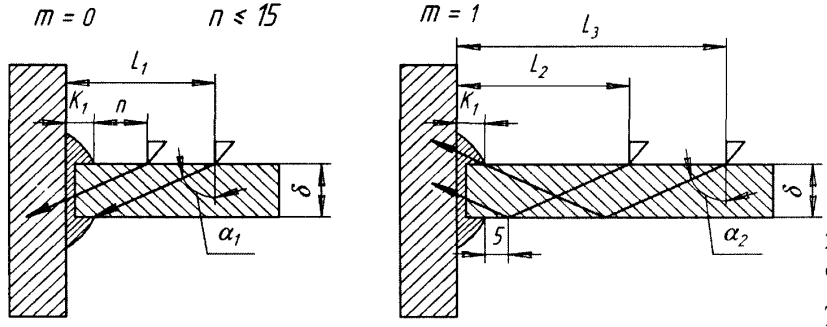
ЭТАП 1



$\alpha_{ср} = 65° \pm 2°$

$L_{ср} = 3{,}22\delta$

ЭТАП 2



δ = 10–20 мм $\alpha_1 = 65 \pm 2°$, $\alpha_2 = 50 \pm 2°$

$L_1 = K_1 + 2{,}15\delta$; $L_2 = K_1 + 1{,}19\delta + 5$;

$L_3 = K_1 + 2{,}4\delta$.

δ = 21–50 мм $\alpha_1 = \alpha_2 = 50 \pm 2°$,

$L_1 = K_1 + 1{,}19\delta$

Частота ПЭП – 2,5 МГц

Рисунок Е.10

Контроль соединения выполняют в два этапа:

- этап 1 – контроль корня шва на отсутствие непровара;
- этап 2 – контроль всего сечения шва прямым и однократно отражённым лучом.

Чувствительность оценки и мертвую зону определяют в зависимости от толщины δ привариваемого листа с учетом Е.3, Е.4 и Е.5.

Примечания

1 При δ ≤ 20 мм следует использовать испытательный образец второго вида с расположением отражателей на глубине $H_{01} = 0{,}75\delta + 0{,}5K_2$; $H_{02} = 1{,}5\delta$; $H_{03} = 1{,}75\delta + 0{,}5K_2$; ориентировочные значения $K_д$ приведены в таблице

δ, мм			m	10	12	14	16	18	20
$\lvert K_д \rvert$	K_2=0,5δ	α_1=65°	0	6	6	8	8	8	8
		$\alpha_{ср}$=65°	1	8	8	10	10	10	10
		α_2=50°	1	6	8	8	8	10	10
	K_2=0,9δ	α_1=65°	0	6	8	8	8	10	10
		$\alpha_{ср}$=65°	1	8	8	10	10	10	10
		α_2=50°	1	6	8	8	8	10	10

2 При δ ≥ 21 мм следует использовать образцы СО-2 или СО-2Р с соответствующими SKH-диаграммами; значения $K_д$ определяют по SKH-диаграмме для $S_э = 3$ мм^2 и $H_o = 0{,}75\delta + 0{,}5K_2$; $H_o = 1{,}5\delta$; $H_o = 1{,}75\delta + 0{,}5K_2$ в зависимости от этапа контроля и способа прозвучивания.

Приложение Ж
(обязательное)

Формы сертификатов на стальные конструкции

СЕРТИФИКАТ №

на стальные конструкции по заказу №*
(На весь заказ – Приложение Ж1)

1. Заказчик _____
2. Наименование объекта _____
3. Дата начала изготовления _____
4. Дата окончания изготовления _____
5. Организация, выполнившая чертежи КМ, шифр проекта, номера чертежей _____
_____
6. Организация, выполнившая деталировочные чертежи КМД, шифры и номера чертежей___
_____
_____
7. Нормы проектирования _____
8. Нормы на изготовление _____
9. Организация, утвердившая проект _____
10. Общая масса конструкций _____
в т. ч.:
10.1. Основные несущие конструкции _____
10.2. Монтажные элементы соединений _____
10.3. Высокопрочные метизы _____
10.4. Вспомогательные конструкции _____
10.5. Обычные метизы _____
11. Объем контрольной (или общей) сборки _____
12. Конструкции изготовлены из металлопроката следующих заводов:

Завод-поставщик	Марка стали	ГОСТ, СТО	№ сертификатов

13. Для сварки применены:
а) сварочная проволока _____
б) флюс _____
в) защитные газы _____
г) электроды _____
14. Сварщики аттестованы согласно _____
Удостоверения и протоколы аттестации хранятся на предприятии.
15. Сварные швы проверены методом _____
Документы, подтверждающие качество сварных швов, хранятся на предприятии.

*Данная форма сертификата – на весь заказ

16. Ведомость отгрузки конструкций

№№ п/п	Наименование конструкций	Масса, кг	Дата отгрузки	Номер вагона, автотранспорта	Номера заводских накладных

17. Металлоконструкции _____
защищены от коррозии в соответствии с _____
материалы_____
_____

18. Сертификаты на металл, сварочные и лакокрасочные материалы хранятся на предприятии.

19. Документы, перечисленные в пунктах 14, 15, 18 должны быть предоставлены заказчику по первому его требованию.

20. Приложения:

Начальник ОТК

Инспекция по качеству

СЕРТИФИКАТ №

на стальные конструкции по заказу №*
(на Промежуточный этап – Приложение Ж2)

1. Заказчик _____
2. Наименование объекта _____
3. Дата начала изготовления _____
4. Организация, выполнившая чертежи КМ, шифр проекта, номера чертежей _____
_____
5. Организация, выполнившая деталировочные чертежи КМД, шифры и номера чертежей
_____
_____
6. Нормы на изготовление _____
7. Организация, утвердившая проект _____
8. Конструкции изготовлены из металлопроката следующих заводов

Завод-поставщик	Марка стали	ГОСТ, СТО	№ сертификатов

9. Для сварки применены:
а) сварочная проволока _____
б) флюс _____
в) защитные газы _____
г) электроды _____

10. Сварщики аттестованы согласно _____
Удостоверения и протоколы аттестации хранятся на предприятии.

11. Сварные швы проверены методом _____

12. Ведомость отгрузки конструкций

№№ п/п	Наименование конструкций	Масса, кг	Дата отгрузки	Номер вагона, автотранспорта	Номера заводских накладных

13. Металлоконструкции пролетного строения защищены от коррозии в соответствии с _____

14. Приложения:

Начальник ОТК

Инспекция по качеству

_____

* Промежуточный этап

Приложение И
(обязательное)

Перечень
вопросов, входящих в компетенцию Мостовой инспекции* по контролю качества изготовления мостовых конструкций

И.1 Проверка у неспециализированных предприятий, изготавливающих мостовые металлоконструкции, наличия свидетельств (заключений) о допуске таких предприятий к заводскому изготовлению мостовых конструкций по настоящему стандарту, выданных разработчиком настоящего стандарта организации.

И.2 Проверка лабораторий предприятий, в т. ч. ЦЗЛ и их персонала на право проведения различных видов разрушающих испытаний и неразрушающего контроля качества в СЭПБ-СНК.

И.3 Контроль качества и соответствия сертификатам металлопроката, метизов, полуфабриката, сварочных и лакокрасочных материалов при изготовлении мостовых металлоконструкций.

И.4 Выборочная проверка соблюдения технологии изготовления конструкций по отдельным операциям технологического процесса.

И.5 Контроль своевременности проведения заводских испытаний металлопроката, а также КСС и поверок приборов и средств измерений на предприятиях изготовления конструкций.

И.6 Контроль своевременности проведения в аттестационных центрах НАКС аттестации персонала, сварочных материалов, оборудования и применяемых на предприятии технологий сварки по группе ТУ ОПО «КСМ».

И.7 Приемочный контроль качества готовой продукции (заводских отправочных марок) с подписанием сертификатов и других сопроводительных документов.

---

*Мостовая инспекция – юридическое лицо, независимое от предприятия – изготовителя металлоконструкций, которое должно иметь свидетельство СРО «О допуске к видам работ, которые влияют на безопасность объектов капитального строительства, включая особо опасные и технически сложные объекты капитального строительства (кроме объектов атомной энергии)». Сотрудники инспекции должны быть аттестованы в СЭПБ-СНК на осуществление ВИК качества сварных соединений по пункту 11.1 перечня объектов по [3] «Металлические конструкции, в том числе стальные конструкции мостов».

Приложение К
(обязательное)

Форма акта 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

Способ 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 сертификата и номер партии	Электроды	Проволока	Флюс	Смесь защитных газов	Присадка (МХП)

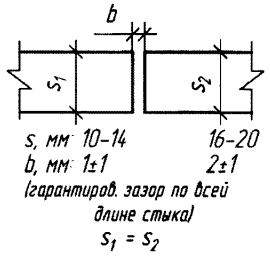
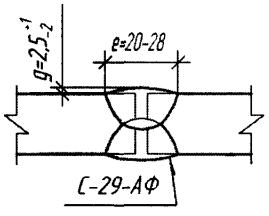
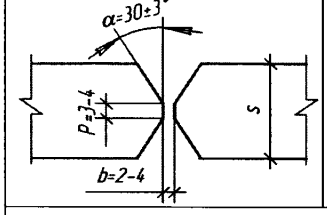
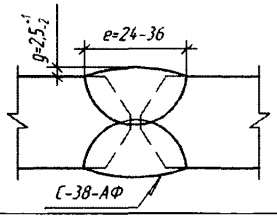
Сварка корневого прохода	Способ	$D_{эл}$ мм	$J_{св}$, А	$U_д$, В	$V_{св}$, м/ч	Примечание
Сварка средних слоев	Способ	$D_{эл}$ мм	$J_{св}$, А	$U_д$, В	$V_{св}$, м/ч	Примечание
Сварка наружных слоев	Способ	$D_{эл}$ мм	$J_{св}$, А	$U_д$, В	$V_{св}$, м/ч	Примечание
Вид и температура подогрева						Общее 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 (удовл./неудовл.): стабильность горения дуги; качество формирования шва; отделяемость шлаковой корки.					

Приложение Л
(рекомендуемое)
Рекомендуемые режимы сварки мостовых конструкций

Таблица Л.1 – Рекомендуемые режимы автоматической сварки под флюсом стыковых соединений на флюсовой подушке сталей 10-15ХСНД по ГОСТ 6713, ГОСТ Р 55374 и сталей 10-15ХСНДА по СТО 13657842-1–2009

Форма поперечного сечения		Толщина металла S_1, мм	Число проходов	Параметры режима			
подготовленных кромок	сварного шва			Сила сварочного тока $I_{св}$, А	Напряжение дуги $U_д$, В	Скорость сварки $V_{св}$, м/ч	Скорость подачи проволоки $V_{эл}$, м/ч
		10	2	600–50	32–34	29–32	49
		12	2	650–.700	32–34	29–32	49–55
		14	1 1 (2-я сторона)	650–700 700–750	32–34 34–36	26–29 26–29	49–55 55–61
		16	1 1 (2-я сторона)	700–750 750–800	34–36 36–38	22–26 22–26	55–61 61–66
		20	1 1 (2-я сторона)	800–850 800–850	32–34 34–36	29–32 29–32	72 72
Стандартная Х-образная разделка по рис. 12, *в* 		20…50	1-я стор. 1-й слой	650–700	32–36	20–22	49–55
			После-дующие проходы	700–750	34–36	22–24	55–61
			Облицо-вочные	650–700	36–38	22–24	49–55

Примечания

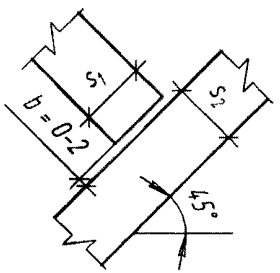
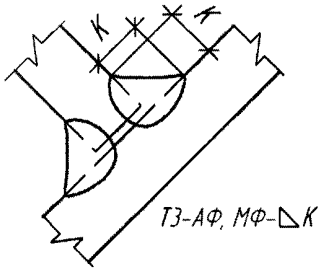
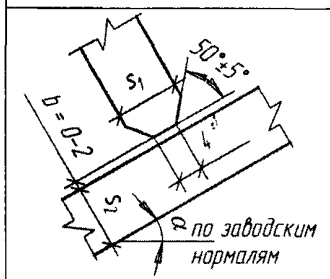
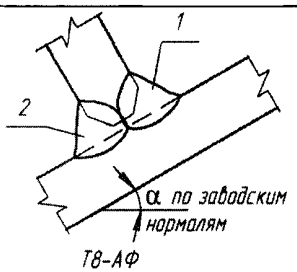
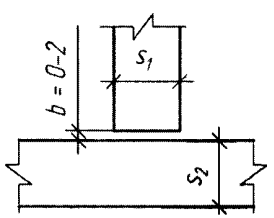
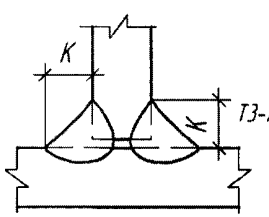
1 Сварочные материалы см. в таблице 12.

2 Диаметр сварочной проволоки $d_{эл.}$ = 5 мм; при диаметре 4 мм – режимы сварки следует корректировать.

3 Вылет электрода ℓ =36–40 мм.

4 Прихватки выполнять по указаниям 8.8 – 8.10 настоящего стандарта организации.

Таблица Л.2 – Рекомендуемые режимы автоматической и механизированной сварки под флюсом угловых швов сталей 10-15ХСНД по ГОСТ 6713, ГОСТ Р 55374 и сталей 10-15ХСНДА по СТО 13657842-1–2009

Форма поперечного сечения		Толщина металла S или катет шва К, мм	Способ сварки	Параметры режима			
подготовленных кромок	сварного шва			Сила сварочного тока $I_{св}$, А	Напряжение дуги $U_д$, В	Скорость сварки $V_{св}$, м/ч	Скорость подачи проволоки $V_{эл}$, м/ч
		*K* = 6	Автоматическая «в лодочку» проволокой Ø 5 мм	650–700	26–28	40–47	49–55
		8		650–700	28–30	29–34	49–55
		10		700–750	30–32	23–27	55–61
		12		700–750	32–34	18–22	55–61
		K = 6	Механизированная «в лодочку» проволокой Ø 2 мм	360–390	30–32	27	200
		8		420–440	32–34	23,5	260
		10		420–440	32–34	13,5	260
		12		420–440	34–36	9,0	260
		$S_1 + S_2$ = 12(16) + 12(16) (20–40)	Автоматическая с полным проваром проволокой Ø 5 мм	С одной стороны первый слой			
				650–700	26–28	29–32	55
				Последующие			
				700–750	30–32	23–27	61
				С другой стороны			
				700–750	30–32	23–27	61
		*K* = 6	Автоматическая и механизированная «в угол» проволокой Ø 2 мм	250–300	26–28	26–27	135–156
		K = 8		350–400	28–32	22–24	180–220

Примечания

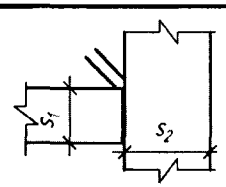
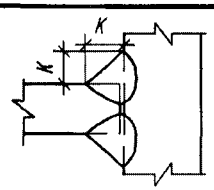
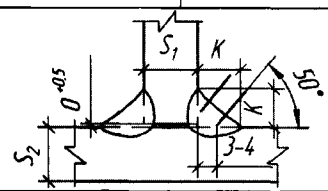
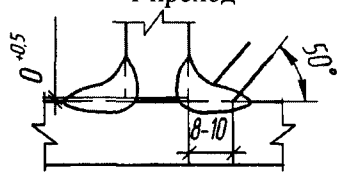
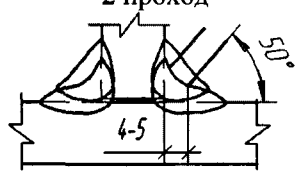
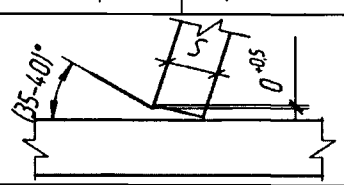
1 Сварочные материалы по таблицам 12 и 13.

2 Прихватки выполнять по указаниям 8.8 – 8.10 настоящего стандарта организации.

3 При автоматической сварке «в лодочку» проволокой $d_{эл}$ = 4,0 мм силу тока принимать с коэффициентом 0,8–0,9.

4 Допускается выполнять автоматической сваркой под флюсом угловые швы катетом 8–10 мм «в угол» проволокой диаметром 2,0 мм

Таблица Л.3 – Рекомендуемые режимы автоматической сварки под флюсом расщепленным электродом угловых швов сталей 10-15ХСНД по ГОСТ6713 и ГОСТ Р 55374 конструкций любого исполнения и сталей 10-15ХСНДА по СТО 13657842-1–2009 для конструкций обычного и Северной зоны А исполнений

Форма поперечного сечения		Толщина металла S или катет шва K, мм	Способ сварки	Параметры режима		
подготовленных кромок	сварного шва			Сила сварочного тока $I_{св}$, А	Напряжение дуги $U_д$, В	Скорость сварки $V_{св}$, см/мин
		$K = 8$	Автоматическая расщеплённой дугой «в угол» (стенка в горизонтальном положении) проволокой Ø 2,0+2,0 мм	700–750	28–32	50–55
		$K = 10$		1 проход 700–750	26–30	55–60
				2 проход 550–600	24–28	60–65
		$K = 6$	Автоматическая расщеплённой дугой «в угол» (стенка в вертикальном положении) проволокой Ø 2,0+2,0 мм	500–550	26–30	58–64
		$K = 8$		700–750	28–32	62–68
1 проход 	2 проход 	$K = 10$*		1 проход 700–750	26–30	60–65
				2 проход 550–600	24–28	65–70
		$K = 12$		1 проход 750–800	26–30	60–65
				2 проход 550–600	24–28	65–70
		Толщина ребра S, мм	Автоматическая расщеплённой дугой «в угол» (стенки трапециевидных рёбер) проволокой Ø 2,0+2,0 мм	500–550	26–30	60–65
		6				
		8		700–750	28–32	60–65

* При толщине вертикала 20 мм и выше допускается выполнять сварку за один проход на следующих режимах:
$I_{св}$ = 750-800А, $U_д$ = 28-30В; $V_{св}$ = 45-55 см/мин.

Примечания

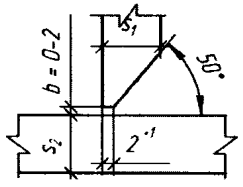
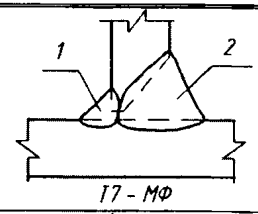
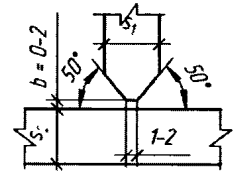
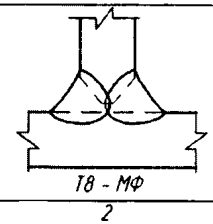
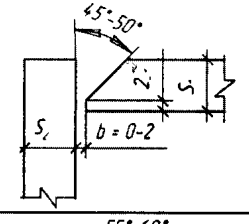
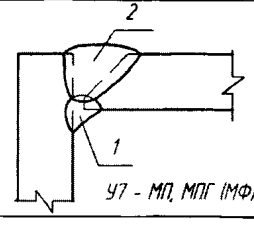
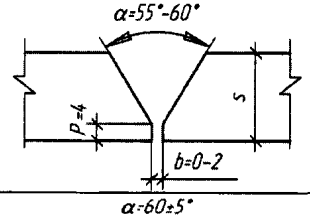
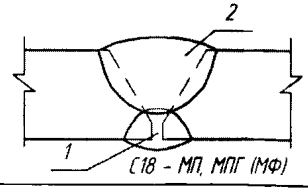
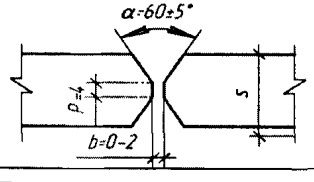
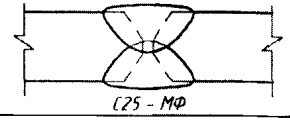
1 Сварочные материалы по таблице *12*.

2 Сварочный флюс после прокалки должен быть использован в течение 4 часов после получения.

3 При сварке сталей по технологии «расщеплённой дугой» толщиной 16 мм и более следует выполнять предварительный подогрев кромок шириной не менее 40 мм для толщин 16–25 мм и не менее 60 мм для толщин более 25 мм до температуры 100 °С – 120 °С.

4 При сварке двухпроходных угловых швов второй проход (слой) должен накладываться после тщательной очистки предыдущего слоя от шлака и остывания его до температуры ≈ 150 °С.

Таблица Л.4 – Рекомендуемые режимы механизированной сварки под флюсом тавровых и стыковых соединений с обеспечением сплошного проплавления (фасонок связей и других деталей)

Форма поперечного сечения		Толщина металла S, мм	Число проходов	Параметры режима			
подготовленных кромок	сварного шва			Сила сварочного тока $I_{св}$, А	Напряжение дуги $U_д$, В	Скорость сварки $V_{св}$, м/ч	Скорость подачи проволоки $V_{эл}$, м/ч
		10–50	1-й шов	250–300	26–28	18–24	135–156
			2-й шов (заполнения разделки)	300–350	30–34	23–27	156–190
		10–50	1-й проход	350–400	30–34	23–27	190–220
			последующие	250–300	30–34	23–27	135–156
		10–40	1-й шов – в смеси газов + корень 2-го шва	250–300	26–28	18–22	200–240 при Ø 1,6 мм
			2-й шов (заполнение разделки)	300–350	30–34	23–27	156–190
		10–40	1-й шов – в смеси газов + корень2-го шва	250–300	26–28	18–22	200–240 при Ø 1,6 мм
			2-й шов (заполнение разделки)	300–350	30–32	23–27	156–190
		10–40	1-й проход	350–400	30–32	18–22	190–220
			последующие	400–450	32–34	18–22	220–250

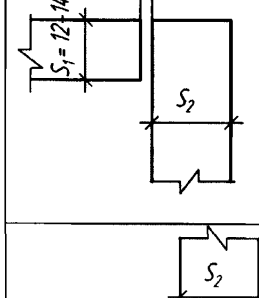
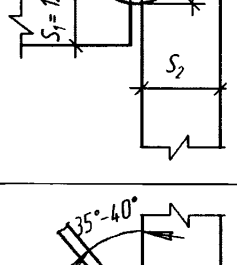
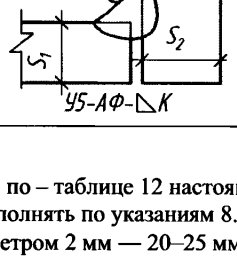
Примечания

1 Диаметр сварочной проволоки $d_{эл.}$=2 мм, марки проволоки – по таблице 13.

2 В тавровом соединении с односторонним скосом кромки первый проход (корень 2-го шва) допускается проварить механизированной сваркой в смеси защитных газов, при этом сечение прохода не должно превышать 1/3 сечения шва 2.

3 При необходимости облицовочные слои выполняются автоматической сваркой под флюсом проволокой диаметром 5 мм по таблице 12 на режиме: $I_{св}$=650–700 А; $U_д$=34–38 В; $V_{св}$=22 м/ч

Таблица Л.5 – Рекомендуемые режимы сварки под флюсом угловых соединений двухшовными автоматами проволокой Ø 2,0 мм

Форма поперечного сечения		Толщина листа S, катет шва K, мм	Глубина проплавления H, мм	Параметры режима			
подготовленных кромок	сварного шва			Сила сварочного тока $I_{св}$, А	Напряжение дуги $U_д$, В	Скорость сварки $V_{св}$,.м/ч	Скорость подачи проволоки $V_{эл}$,. м/ч
		S_2 = 16	3,5	300–350	25–27	29–34	156–190
		20	4	350–400	26–28	23–27	180–210
		25	5	400–450	28–30	23–27	210–230
		32	6	450–500	30–32	23–27	230–260
		40 (50)	8	550–600	32–34	23–27	260–290
		K = 6	–	250–300	25–27	25–27	135–156
		K = 8	–	350–400	28–32	22–24	180–210

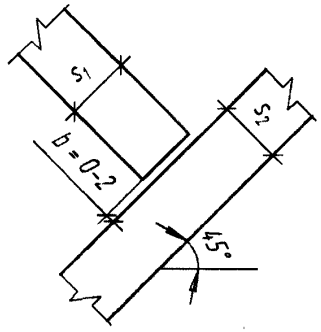
Примечания

1 Сварочные материалы по – таблице 12 настоящего стандарта организации.

2 Электроприхватки выполнять по указаниям 8.8 – 8.10 настоящего стандарта организации.

3 Вылет электрода диаметром 2 мм — 20–25 мм.

Таблица Л.6 – Рекомендуемые режимы автоматической сварки под флюсом с МХП угловых швов тавровых соединений

Тип соединения	Марка стали Нормативный документ на сталь	Катет шва, мм	Число проходов	Параметры режима		
				Сила сварочного тока $I_{св}$, А	Напряжение дуги $U_д$, В	Скорость сварки $V_{св}$, м/ч
	10-15ХСНД по ГОСТ 6713, ГОСТ Р 55374	8	1	650–700	36–38	58,0
		10	1	700–750	36–38	50,5
		12	1	750–800	37–39	41,0
		14	1	800–850	37–39	34,0
	10-15ХСНДА по СТО 13657842-1-2009	8	1	650–700	36–38	58,0
		10	1	700–750	36–38	50,5
		12	1	750–800	37–39	41,0

Примечания

1 Сварочные материалы по – таблице 12.

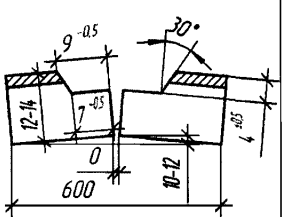
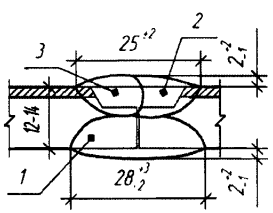
2 Диаметр сварочной проволоки 5 мм.

3 Вылет электрода 36–40.мм.

4 Прихватки выполняют по указаниям 8.8 – 8.10 настоящего стандарта организации.

5 Марка и дозировка МХП – по указаниям 10.24 настоящего стандарта организации.

Таблица Л.7 – Рекомендуемые режимы автоматической сварки под флюсом стыковых соединений двухслойной коррозионно-стойкой стали 09Г2С+12Х18Н10Т (биметалла) толщиной 12–14 мм

Форма поперечного сечения		Способ сварки	Число проходов	Параметры режима			
подготовленных кромок	сварного шва			Сила сварочного тока $I_{св}$, А	Напряжение дуги $U_д$, В	Скорость сварки $V_{св}$, м/ч	Скорость подачи проволоки $V_{эл}$, м/ч
		Раздельная					
		Основной слой 09Г2С (на флюсовой подушке) проволокой Ø 5,0 мм	1	680–720	35–37	27,5	52
		Плакирующий слой* 12Х18Н10Т, проволокой Ø 4 мм	2–3	430–470	39–40,5	21,5	95-103

* Сварку следует проводить постоянным током прямой полярности.

Примечания

1 Сварочные материалы согласно ТУК на изготовление пролетного строения из биметалла.

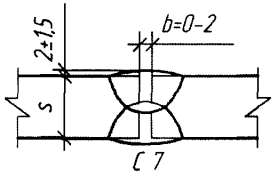
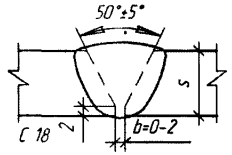
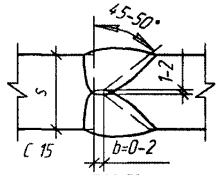
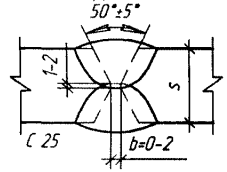
2 Наклон электрода вперед до 5°.

3 Раздельная сварка:

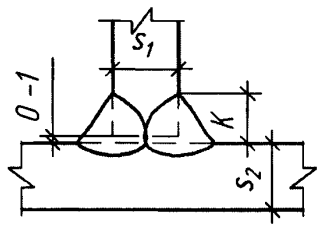
а) основной слой 09Г2С: сварочные материалы по таблице 12;

б) плакирующий слой 12Х18Н10Т – флюс АН-26С, сварочная проволока Св-06Х25Н12ТЮ.

Таблица Л.8 – Рекомендуемые режимы автоматической и механизированной сварки в смеси защитных газов стыковых и угловых швов сварочной проволокой сплошного сечения в нижнем положении

Поперечное сечение кромок и сварного шва по ГОСТ 14771	Толщина металла S или катета шва K, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Число проходов	Параметры режима		
				Сила сварочного тока $I_{св}$, А	Напряжение дуги $U_д$, В	Скорость сварки $V_{св}$,. м/ч
	S = 6–8	1,2	по 1 с каждой стороны	240–280	26–30	28–30
		1,4	по 1 с каждой стороны	260–300	26–30	28–30
		1,6	по 1 с каждой стороны	280–340	27–31	28–32
		2	по 1 с каждой стороны	300–350	28–34	30–34
	S = 10–40	1,2	1-й проход последующий	240–260 260–280	24–26 26–30	18–24
		1,4	1-й проход последующий	260–280 280–300	26–28 28–30	24–28
		1,6	1-й проход последующий	280–300 300–340	26–29 28–31	15–24
		2	1-й проход последующий	280–320 320–360	28–32 30–34	16–20 20–22

Окончание таблицы Л.8

Поперечное сечение кромок и сварного шва по ГОСТ 14771	Толщина металла S или катета шва K, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Число проходов	Параметры режима		
				Сила сварочного тока $I_{св}$, А	Напряжение дуги $U_д$, В	Скорость сварки $V_{св}$,. м/ч
 а) Т3-АПГ, МП-△K б) Т8-АПГ, МП-△K	K = 6	1,2	1	240–280	26–30	20–22
		(1,4) 1,6	1	260–340	27–31	20–24
		2	1	320–360	28–34	22–28
	K = 8	1,2	1	240–280	26–30	12–14
		(1,4) 1,6	1	260–340	27–31	14–16
		2	1	320–360	28–34	16–18
	K = 10	1,2	2	240–280	26–30	10–12
		(1,4) 1,6	2	260–340	27–31	12–14
		2	2	320–360	28…34	14–16
	K = 12	1,2	3	240–280	26–30	8–10
		(1,4) 1,6	3	260–340	27–31	10–12
		2	3	320–360	28–34	12–14

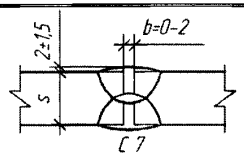
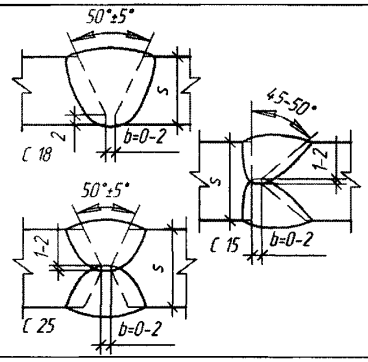
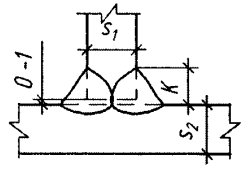
Примечания

1 Расход смеси защитных газов для стыковых соединений 20–24 л/мин, для угловых швов – 18–22 л/мин.

2 Вылет электрода должен быть 10–17 и 18–25 мм для диаметров сварочной проволоки $d_{эл}$ 1,2–1,4 и 1,6–2 мм соответственно.

3 При сварке стыковых и угловых швов в вертикальном, горизонтальном и потолочном положениях силу сварочного тока уменьшают соответственно на 10 % и 15 %, а остальные параметры сварки уточняют согласно заводским нормалям (картам КТПС).

Таблица Л.9 – Рекомендуемые режимы автоматической и механизированной сварки в смеси защитных газов стыковых и угловых швов порошковыми (металлопорошковыми) проволоками в нижнем положении

Поперечное сечение кромок и сварного шва по ГОСТ 14771	Толщина металла S или катета шва K, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Число проходов	Параметры режима		
				Сила сварочного тока $I_{св}$, А	Напряжение дуги $U_д$, В	Скоростьсварки $V_{св}$.м/ч
	S = 6...8	1,2	по 1 с каждой стороны	120–160	18–20	20–22
		1,4	по 1 с каждой стороны	140–180	20–22	20–22
		1,6	по 1 с каждой стороны	160–220	22–24	20–22
	S = 10...40	1,2	Первый проход	180–200	22–24	18–20
		1,4		200–220	20–22	18–20
		1,6		220–260	22–26	20–22
		1,2 (1,4) 1,6	Последующие	240–300	24–32	16–20
 а) Т3-АПГ, МПГ-△K б) Т8-АПГ, МПГ-△K	K = 6	1,2 (1,4) 1,6	1	180–200	22–24	22–26
	K = 8		1	180–240	24–26	20–24
	K = 10		2–3	200–250	20–24	18–22
	K = 12		3–4	200–250	20–24	16–20

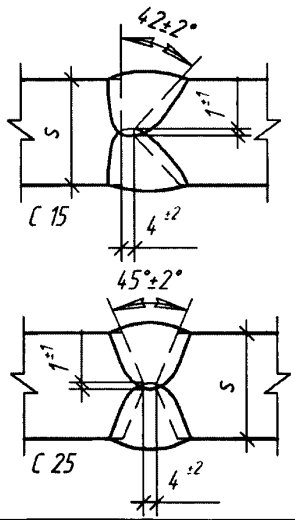
Примечания

1 Расход смеси защитных газов для стыковых соединений 20–24 л/мин, для угловых швов 18–22 л/мин.

2 Вылет электрода должен быть 16, 20, 24 мм для диаметров порошковой проволоки $d_{эл}$ 1,2; 1,4 и 1,6 мм соответственно.

3 При сварке стыковых и угловых швов в вертикальном, горизонтальном и потолочном положениях силу сварочного тока уменьшают соответственно на 10 % и 15 %, а остальные параметры сварки уточняют согласно заводским нормалям (картам КТПС).

Таблица Л.10 – Рекомендуемые режимы автоматической вертикальной (наклонной) и горизонтальной на вертикальной плоскости сварки в смеси защитных газов стыковых соединений со свободным формированием шва сталей 10-15ХСНД по ГОСТ 6713, ГОСТ Р 55374 и сталей 10–15ХСНДА по СТО 13657842-1–2009

Поперечное сечение кромок и сварного шва	Толщина металла S, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Параметры режима		
			Сила сварочного тока $I_{св}$, А	Напряжение дуги $U_д$, В	Скорость сварки $V_{св}$, см/мин
	12…50	1,2	180–220	20–24	16–22

Примечания

1 Расход смеси защитных газов для данных стыковых соединений – 22–26 л/мин.

2 Вылет электрода диаметром 1,2 мм должен быть 12–.18 мм.

3 Дополнительные основные и вспомогательные параметры режима указанной автоматической сварки стыковых соединений – согласно заводским нормалям (картам КТПС).

Таблица Л.11 – Рекомендуемые режимы сварки угловых поясных швов блоков главных балок коробчатых трапециевидных сечений

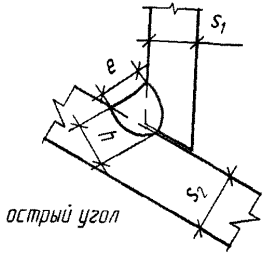
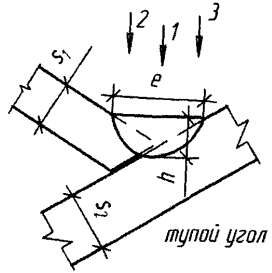
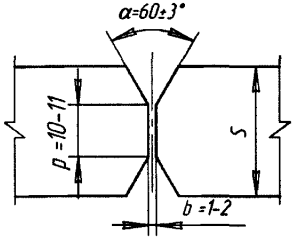
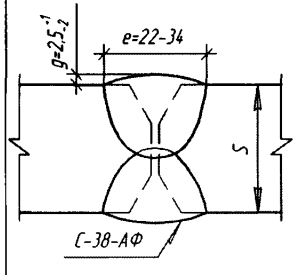
Поперечное сечение кромок и сварного шва	Способ сварки		Число проходов	Параметры режима			
				Сила сварочного тока $I_{св}$, А	Напряжение дуги $U_д$, В	Скорость сварки $V_{св}$,.м/ч	Скорость подачи проволоки $V_{эл}$, м/ч
	Автоматическая под флюсом проволокой $d_{эл}$=5 мм		1	720–750	32–34	20–22	62–64
	Механизированная в смеси защитных газов	POWER BRIDGE 60M $d_{эл}$=1,2 мм POWER ARC 60R, $d_{эл}$=1,2 мм	1-й проход	180–200	18–22	16–18	–
			2-й проход	200–240	24–26	16–20	–
		OK Aristorod 12.50 или AS-SG2 $d_{эл}$= 1,2…1,4 мм	1-й проход	220–280	28–30	18–20	–
			2-й проход	260–320	30–32	20–24	–
	Автоматическая под флюсом проволокой $d_{эл}$=5 мм		1-2	750–800	34–36	15–17	64–68
	Механизированная в смеси защитных газов	POWER BRIDGE 60M $d_{эл}$=1,2 мм POWER ARC 60R, $d_{эл}$=1,2 мм	3-4 на одинаковых режимах	200–240	24–26	18–20	–
		OK Aristorod 12.50 или AS-SG2 $d_{эл}$= 1,2…1,4 мм	3-4 на одинаковых режимах	260–320	28–32	22–24	–
Примечание – При автоматической сварке под флюсом проволокой $d_{эл}$= 4 мм силу тока следует принимать с коэффициентом 0,8 – 0,9.							

Таблица Л.12 – Рекомендуемые режимы автоматической сварки под флюсом стыковых соединений на флюсовой подушке сталей 10–15 ХСНД по ГОСТ 6713, ГОСТ Р 55374 и сталей 10-15ХСНДА по СТО 13657842-1–2009 толщиной 25 и 32 мм с нестандартной Х-образной разделкой кромок по рисунку 12,г, настоящего стандарта организации*

Форма поперечного сечения		Толщина металла S, мм	Число проходов	Сторона шва	Номер слоя шва	Параметры режима		
подготовленных кромок	сварного шва					Сила сварочного тока $I_{св}$, А	Напряжение дуги $U_д$, В	Скорость сварки $V_{св}$, м/ч
Нестандартная Х-образная разделка по рис. 12, *г* 		25	2	I	1	830–850	32–34	24
				II	2	720–780	32–34	24
		32	4	I	1	830–850	34	24
					2	720–780	34	24
				II	3	830–850	34	24
					4	720–780	34	24

* Режимы сварки подлежат уточнению после получения результатов контроля качества КСС методом УЗД и испытаний данных КСС, при этом КТПС таких стыковых соединений подлежат согласованию с разработчиком настоящего стандарта организации.

Примечания

1 Сварочные материалы см. в таблице 12.

2 Диаметр сварочной проволоки $d_{эл.}$ = 5 мм; при диаметре 4 мм режимы сварки следует корректировать.

3 Вылет электрода ∅ 5 мм – ℓ = 36–40 мм.

4 Прихватки следует выполнять по указаниям 8.8 – 8.10 настоящего стандарта организации.

Приложение М
(рекомендуемое)

Форма операционной карты технологического процесса сварки (КТПС)

Объект	Организация	Шифр карты	Всего листов	Лист
КСМ, п. 1				

Характеристика процесса

№ п/п	Наименование	Обозначения (показатели)
1.	Нормативный документ	
2.	Способ сварки	
3.	Основной металл (марки)	
4.	Основной металл (группа)	
5.	Сварочные материалы	
6.	Толщина свариваемых деталей, мм	
7.	Диаметр деталей в зоне сварки, мм	
8.	Тип шва	
9.	Тип соединения	
10.	Вид шва соединения	
11.	Форма подготовки кромок	
12.	Положение при сварке	
13.	Вид покрытия электродов (для РД)	
14.	Режим подогрева	
15.	Дополнительные параметры	
Конструкция соединения		Конструктивные элементы шва

Сварочное оборудование (марка):

Подготовка и очистка кромок:

Разработано: Главный сварщик	Согласовано:	Утверждаю: Главный инженер (технический директор)
(подпись) (расшифровка подписи)	(подпись) (расшифровка подписи)	(подпись) (расшифровка подписи)

Объект	Организация	Шифр карты	Всего листов	Лист
КСМ, п.1				

Подготовка сварочных материалов:

Технологические требования по сборке:

Требования к прихваткам:

Параметры режима сварки

Номер валика (прохода)	Диаметр сварочной проволоки, мм	Род и полярность тока	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость подачи проволоки, м/ч	Скорость сварки, м/ч
1	2	3	4	5	6	7

Технологические требования по сварке:

Контроль качества при сварке

Метод контроля, вид испытаний	НД на методику контроля	НД на оценку качества	Объем контроля
ВИК	*РД 03-606–03*		
УЗК	*ГОСТ Р 55724*		

Приложение Н
(обязательное)

Особенности проведения процедур по аттестации сварочного производства по группе технических устройств опасных производственных объектов «Конструкции стальных мостов» (ТУ ОПО «КСМ»), пункт 1 (заводская сварка)

Н.1 Аттестацию персонала сварочного производства I-IV уровней, сварочных материалов (СМ), сварочного оборудования (СО) и технологий сварки (СТ) по группе ТУ ОПО «Конструкции Стальных Мостов» (КСМ), пункт 1 должны выполнять аттестационные центры (АЦ) СРО НП НАКС (далее – НАКС), аккредитованные на группу «КСМ», по нормативным и методическим документам системы аттестации сварочного производства НАКС и Ростехнадзора. Кроме того выполнять все аттестационные работы следует с учетом дополнительных указаний, приведенных в Н.2 – Н.12.

Н.2 Критерий однотипности по толщине металлопроката для группы «КСМ», пункт 1 определяется следующими тремя группами толщин:

- от 6 до 16 мм включительно;
- свыше 16 до 50 мм включительно;
- свыше 50 в т. ч. двухлистовые пакеты.

При аттестации персонала, СМ и СО следует выполнять сварку необходимого количества КСС толщиной не менее 14 мм для перекрытия диапазона толщин 6–50мм.

При аттестации технологий сварки выполняется сварка КСС из каждой однотипной группы толщины заявленной на аттестацию.

Н.3 Необходимо выполнять следующие требования по типам образцов и минимальному объему механических испытаний для листовых контрольных сварных соединений (КСС) по ГОСТ 6996 при аттестации сварочных материалов и технологий сварки:

- испытания на статическое растяжение металла шва, тип II – 3 шт.;
- испытания на статическое растяжение сварного соединения, тип XII – 3 шт.;
- испытания на статический изгиб, тип XXVII – 3 шт.;
- испытания на ударный изгиб при отрицательной температуре, тип VI – 12 шт. (6 шт. по оси шва и 6 шт. по линии сплавления). Температура испытания определяется конкретными требованиями выполнения аттестационных процедур (зависит от способа сварки, марки основного металла, марки СМ) и климатическими требованиями к данным металлоконструкциям. Для обычного исполнения – температура испытания минус 40 °С, для северного А исполнения – минус 50 °С, для северного Б исполнения – минус 60 °С.
- твердость измеряют методом Виккерса – один шлиф;
- металлография выполняется по ГОСТ 10243, ГОСТ 5639 – один шлиф;
- химический анализ выполняется спектральным методом по ГОСТ 18895 – один шлиф;
- определение содержания диффузионного водорода в металле шва не проводится.

Механические свойства КСС при аттестации, должны удовлетворять следующим нормам:

а) минимальное значение предела текучести и временного сопротивления металла шва должно быть не ниже минимальных значений указанных показателей для основного металла;

б) минимальное значение относительного удлинения металла шва на пятикратных образцах должно быть не менее 16 %;

в) угол статического изгиба сварного стыкового соединения с поперечным швом должен быть не менее 120°;

г) минимальное значение ударной вязкости по металлу шва и линии сплавления шва с основным металлом (KCU) при отрицательной температуре должно быть не менее 29 Дж/см^2;

д) максимальное значение твердости металла шва и околошовной зоны должно быть не выше 350 единиц по Виккерсу (HV);

е) на макрошлифах определяют коэффициент формы шва первого прохода, величину перекрытия первых проходов при двусторонней сварке;

ж) химический анализ металла шва проводят только при наличии требований к определенному соотношению химических элементов в шве по нормативной документации по группе «КСМ».

Н.4. Смеси защитных газов для группы объектов «КСМ» регламентируются определенными диапазонами согласно 9.14 настоящего стандарта организации. При аттестации защитных газовых смесей допускается использовать результаты периодических заводских механических испытаний конкретных партий СМ, выполненных с применением конкретных смесей защитных газов.

Н.5 При аттестации персонала, СМ, СО и СТ для получения распространения на стали группы 1(М01) необходимо выполнять КСС из стали группы 2 (М03). Данное требование действительно для всех марок сталей, входящих в конкретную группу основных материалов. Область распространения для других групп материалов и их сочетаний кроме 1(М01) и 2(М03) определяется сваркой отдельных КСС.

Аттестацию технологии контактной стыковой сварки оплавлением устройства упоров в виде круглых стержней с головкой (КСО) следует выполнять на основном металлопрокате из группы 1(М01) с областью распространения на группу 2(М03).

Н.6 Аттестация технологий сварки для атмосферостойкой стали марки 14ХГНДЦ выполняется отдельно от других технологий сварки для обычного металлопроката.

Н.7 Сварочное оборудование при аттестации по группе объектов «КСМ», не указанное в перечне (реестре) сварочного оборудования для стального мостостроения (Д1 приложения Д настоящего стандарта организации), для автоматических способов сварки (АФ, АПГ, АППГ) должно быть согласовано с разработчиком (автором) настоящего стандарта организации. Согласование отдельным письмом прикладывается к комплекту документов, направляемых АЦ на экспертизу в НАКС.

Н.8 Сварочные материалы из перечня (реестра) разрешенных по таблицам 12 и 13 настоящего стандарта организации для применения по группе КСМ перед первичной аттестацией должны пройти согласование ТУ для конкретной марки сварочного материала у разработчика (автора) настоящего стандарта организации. Согласование на титульном листе или отдельным письмом прикладывается к комплекту документов, направляемых АЦ на экспертизу в НАКС.

Аттестацию производителя СМ по «КСМ», имеющего несколько заводов, выпускающих одну марку СМ, следует выполнять отдельно по конкретной марке с указанием адреса конкретного завода–производителя СМ. Если завод находится за пределами РФ, то обязательно следует выполнять инспекционный технический аудит за соблюдением требований русскоязычных ТУ при производстве СМ.

Марки СМ, не указанные в таблицах 12 и 13 настоящего стандарта организации, перед аттестацией должны пройти комплексные исследования у разработчика настоящего стандарта организации и иметь положительное заключение от авторов стандарта, которое прикладывается к комплекту документов, направляемых АЦ на экспертизу в НАКС.

Н.9 При аттестации персонала, оборудования и технологий сварки по способу КСО – контактной стыковой сварки оплавлением устройства упоров (шпилек) по СТП-015–2001 и СТП-016–2002 сварку КСС следует выполнять из упоров диаметром 22 мм и листа из группы 1(М01). Толщину листа назначают по максимальной толщине из каждой заявленной группы толщин. Объем испытаний при аттестации технологий сварки – на отрыв 5 шт., на загиб – 5 шт., на загиб с надрезом – 5 шт., твердость по макрошлифу – 2 шт. Аттестация материалов (упоров и керамических колец) на способ КСО по группе объектов «КСМ» не требуется. Область распространения для аттестации технологии сварки КСО приведена в таблице Н.1:

Таблица Н.1– Область распространения для упоров (КСО):

№	Диаметр упора при сварке способом КСО	Область распространения по диаметру упора	Область распространения по длине упора
1	16	от 10мм до 16мм включительно	от 50мм до 350мм включительно
2	19	свыше 16мм до 19мм включительно	
3	20	свыше 19мм до 20мм включительно	
4	22	свыше 20мм до 22мм включительно	
5	25	свыше 22мм	

Н.10 При выполнении аттестаций персонала, СМ, СО и СТ на группу объектов «КСМ» одновременно с другими группами ТУ ОПО (например, СК, ПТО и др.) при сварке КСС основной металл, СМ, СО и режимы сварки применяют согласно нормативным документам и технической документации по группе объектов «КСМ». При несовпадении требований нормативных документов и технической документации сварочного производства по другим группам с требованиями по группе «КСМ» сварку КСС выполняют отдельно для каждой группы ТУ ОПО по требованиям конкретной заявляемой группы ТУ ОПО.

Н.11 Требования при аттестации сварщиков, СМ, СО и СТ для вида деталей «Труба» на группу объектов «КСМ» аналогичны требованиям, как при соответствующей аттестации для вида деталей «Лист». При отсутствии необходимых нормируемых данных для требований к трубам на группу «КСМ» необходимо запросить письменное разъяснение от разработчика настоящего стандарта организации.

Н.12 При неоднозначной трактовке с позиции АЦ требований и положений настоящего стандарта организации при выполнении аттестаций персонала, сварочных материалов, оборудования и технологий сварки необходимо запросить письменное разъяснение от разработчика (автора) настоящего Стандарта, которое прикладывается к комплекту документов, направляемых на экспертизу в НАКС.

Библиография

[1] ПБ 03-273-00 Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства

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

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

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

[5] РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю

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

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

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

[9] Рекомендации по применению РД 03-613-03 (Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов)

[10] Рекомендации по применению РД 03-615-03 (Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов)

УДК 624.21.014.2 ОКС 91.080.10 / ОКПД 2 25.11.21.110

Ключевые слова: заводское изготовление, сварные соединения, стальные пролётные строения, цельносварные стыки, комбинированные болтосварные стыки, сварочные материалы, режимы сварки, технология сварки, механическая обработка сварных соединений, термическая правка, контроль качества, технологические пробы, приложения.

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
Конструкции стальные мостов
Заводское изготовление
Технические условия

Отпечатано в типографии "БиомикАктив"
Россия, 394026, г. Воронеж, ул. Солнечная, 33
Подписано в печать 19.02.2019
Формат 60х84/8. Усл. печ. л. 21,62
Заказ 188. Тираж 200 экз.

gost.e-ecolog.ru