

**СТО-ГК «Трансстрой»-005-2018**



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ**  
**КОНСТРУКЦИЙ СТАЛЬНЫЕ МОСТОВ**  
**Технология монтажной сварки**  
**Технические условия**

**Издание официальное**

**Москва – 2018**

**СТО-ГК «Трансстрой»-005-2018**

**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ**

**КОНСТРУКЦИИ СТАЛЬНЫЕ МОСТОВ**

**Технология монтажной сварки**

**Технические условия**

**Издание официальное**

**Москва – 2018**

## Предисловие

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

2 УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ 16 октября 2018 г.

СОГЛАСОВАН И ЗАРЕГИСТРИРОВАН Техническим комитетом по стандартизации ТК 364 «Сварка и родственные процессы» 28.02.2019 г.

СВИДЕТЕЛЬСТВО о положительной экспертизе и регистрации № ТК 364-0021 в реестре ТК 364 «Сварка и родственные процессы»

3 ВЗАМЕН СТО-ГК «Трансстрой»-005–2007

*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), 2019

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.....	4
4 Общие указания .....	6
5 Конструктивные схемы монтажных соединений и узлов пролётных строений мостов .....	12
6 Требования к сварочным материалам и оборудованию .....	24
7 Подготовка и сборка монтажных сварных соединений. Типы формирующих подкладок.....	36
8 Технология сварки монтажных соединений .....	44
9 Технологические особенности сборки и сварки конструктивных элементов пролётных строений .....	67
10 Требования к качеству сварки и сварных соединений. Контроль качества .....	78
11 Исправление дефектов сварки и правка деформированных конструкций .....	94
12 Механическая обработка сварных соединений .....	108
13 Приёмка смонтированных сварных мостовых конструкций .....	114
14 Охрана труда .....	117
Приложение А (рекомендуемое) Примерное содержание Технологического регламента по монтажной сварке металлоконструкций пролётного строения моста.....	118
Приложение Б (рекомендуемое) Акт-рапортчика выгрузки металлоконструкций.....	119
Приложение В (обязательное) Форма страниц Журнала входного контроля металлоконструкций .....	120
Приложение Г (обязательное) Перечень основной исполнительной документации на производство монтажных сварочных работ при строительстве мостов.....	121
Приложение Д (обязательное) Акт сварки контрольной технологической пробы .....	122
Приложение Е (обязательное) Сварочное оборудование для монтажной сварки мостовых конструкций .....	123
Приложение Ж (рекомендуемое) Форма операционной Карты Технологического Процесса Сварки (КТПС).....	126
Приложение И (обязательное) Методы и объёмы испытаний контрольных сварных технологических проб. Организация неразрушающего контроля качества сварки .....	128
Приложение К (справочное) Средства измерений и контроля.....	143
Библиография .....	147

## 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 монтажа и контроля качества стальных конструкций мостов, выполненных А.С. Платоновым, А.В. Кручинкиным, Э.М. Гитманом, В.В. Пассеком, А.В. Пешковым, В.И. Звирем, А.К. Гурвичем, Г.Я. Дымкиным и др., а также практический опыт монтажной сварки стальных конструкций мостов в Мостоотрядах ЦАО «МОСТОТРЕСТ», и опыт производства мостового металлопроката в АО «Уральская Сталь». Оформление настоящего стандарта организации выполнено А.В. Нумеровой.

## СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

### КОНСТРУКЦИИ СТАЛЬНЫЕ МОСТОВ

#### Технология монтажной сварки

#### Технические условия

Дата введения –2018–10–16

### 1 Область применения

Настоящий стандарт организации необходимо соблюдать при проектировании, монтаже, реконструкции, ремонте и приёмке стальных конструкций мостов, имеющих сварные монтажные соединения.

Стандарт организации распространяется на монтажную сварку конструкций автодорожных, железнодорожных, городских, совмещенных и пешеходных мостов, путепроводов, виадуков, эстакад, сооружаемых в любых климатических зонах, а также в районах с расчетной сейсмичностью до 9 баллов включительно.

Стандарт организации распространяется на основные несущие элементы пролётных строений, пилонов, деформационных швов, свайных фундаментов и опор из листового, сортового и фасонного проката, цилиндрических и обечаечных труб из низколегированных сталей для мостостроения, прокатываемых по ГОСТ 6713, ГОСТ Р 55374, СТО 13657842-1-2009, ГОСТ 10885.

### 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие нормативные документы:

- ГОСТ 9.039—74 Коррозионная агрессивность атмосферы
- ГОСТ 10—88 Нутромеры микрометрические. Технические условия
- ГОСТ 82—70 Прокат стальной горячекатаный широкополосный универсальный. Сортамент
- 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 859—2014 Медь. Марки
- ГОСТ 1050—2013Metalлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия
- ГОСТ 1173—2006 Фольга, ленты, листы и плиты медные. Технические условия
- ГОСТ 1497—84 (ИСО 6892—84) Металлы. Методы испытаний на растяжение
- ГОСТ 2246—70 Проволока стальная сварочная. Технические условия
- ГОСТ 2601—84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий
- ГОСТ 2789—73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики
- ГОСТ 2999-75 (СТ СЭВ 470—77) Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу
- ГОСТ 3242—79 Соединения сварные. Методы контроля качества
- ГОСТ 5264—80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 5521—93 Прокат стальной для судостроения. Технические условия

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

ГОСТ 6996—66 Сварные соединения. Методы определения механических свойств

ГОСТ 7502—98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

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

ГОСТ 8026—92 Линейки поверочные. Технические условия

ГОСТ 8509—93 Уголки стальные горячекатаные равнополочные. Сортамент

ГОСТ 8510—86 Уголки стальные 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 плавные. 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 10157—2016 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия

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 12503—75 Сталь. Методы ультразвукового контроля. Общие требования

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

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 18895—97 Сталь. Метод фотоэлектрического спектрального анализа

ГОСТ 19281—2014 Прокат повышенной прочности. Общие технические условия

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

ГОСТ 19300—86 Средства измерений шероховатости поверхности профильным методом. Профилографы-профилометры контактные. Типы и основные параметры

ГОСТ 21014-88 Прокат чёрных металлов. Термины и определения дефектов поверхности

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

- ГОСТ 22727—88 Прокат листовой. Методы ультразвукового контроля
- ГОСТ 23118—2012 Конструкции стальные строительные. Общие технические условия
- ГОСТ 23518—79 Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
- ГОСТ 23677—79 Твердомеры для металлов. Общие технические требования
- ГОСТ 28870—90 Сталь. Методы испытания на растяжение толстолистового проката в направлении толщины
- 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 52222—2004 Флюсы сварочные плавящиеся для автоматической сварки. Технические условия
- 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
- СП 35.13330.2011 «СНиП 2.05.03-84\*Мосты и трубы»
- СП 46.13330.2012 «СНиП 3.06.04-91 Мосты и трубы»
- 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

**П р и м е ч а н и е** — При пользовании настоящим стандартом 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 отдельным питанием их током.

**3.4 деталь:** Изделие, изготовленное из однородного материала без применения сборочных операций (на чертежах КМ и КМД называется «Позиция»).

**3.5 зазор:** Кратчайшее расстояние между кромками собранных для сварки деталей.

**3.6 зона сплавления;ЗС:** Участок расплавления основного (свариваемого) металла в процессе электродуговой сварки; околошовная зона.

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

**3.8 катет углового шва:** Кратчайшее расстояние от поверхности одной из свариваемых частей до границы углового шва на поверхности второй свариваемой части.

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

**3.10 комплектующее изделие:** Изделие предприятия-поставщика, используемое как составная часть продукции, выпускаемой другим предприятием.

**3.11 коррозия материала:** Разрушение материала вследствие химического или электрохимического взаимодействия с агрессивной коррозионной средой. Для процесса коррозии следует применять термин «коррозионный процесс», а для результата процесса – термин «коррозионное разрушение».

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

**3.13 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.

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

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

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

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

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

**3.19 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.

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

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

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

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

**3.24 пригорцевать 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.

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

**3.26 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.

**3.27 расчетная 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

**3.36 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.

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

**3.38 специализированная мостостроительная организация:** Предприятие, основным видом работ которого является монтажная сборка и сварка металлоконструкций пролётных строений мостов, путепроводов и эстакад, а также специальных вспомогательных сооружений (СВСиУ) для возведения мостов; предприятие должно иметь практический опыт работы по монтажной сборке и сварке указанных конструкций пять и/или более лет.

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

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

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

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

**3.43 термическая обработка:** Совокупность операций нагрева, выдержки и охлаждения твердых металлических сплавов с целью получения заданных свойств за счёт изменения внутреннего строения и структуры. Термическая обработка используется либо в качестве промежуточной операции для получения обрабатываемости давлением, резанием, либо как окончательная операция технологического процесса, обеспечивающая заданный уровень свойств детали.

**3.44 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.

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

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

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

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

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

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

## 4 Общие указания

4.1 При монтажной сборке и сварке стальных конструкций пролётных строений, свайных фундаментов, опор и пилонов мостовых сооружений следует выполнять требования проектной документации, основанной на положениях СП 35.13330, СП 46.13330, а также указания настоящего стандарта организации и технологического регламента на монтажную сварку указанных металлоконструкций.

Монтажную сборку и сварку стальных конструкций мостовых сооружений должны выполнять специализированные мостостроительные организации, обеспечивающие и/или имеющие:

4.1.1 действующую нормативную документацию на монтажную сборку и сварку мостовых конструкций;

4.1.2 подготовленные кадры ИТР сварочного производства и рабочих-электросварщиков, аттестованных в соответствии с требованиями [1] и [2] в Аттестационных Центрах (АЦ), аккредитованных СРО НП «НАКС» (далее — НАКС) на выполнение аттестации персонала по группе Технических Устройств (ТУ) Опасных Производственных Объектов (ОПО) – «Конструкции стальных мостов» («КСМ»), п. 2 – Металлические конструкции пролетных строений, опор и пилонов стальных мостов при сборке, сварке и ремонте в монтажных условиях;

4.1.3 соответствующее оборудование (краны, специальные вспомогательные сооружения и устройства для монтажа мостов, инвентарные подмости и др.), оснастку (стенды, прижимы, медные подкладки и др.), средства контроля качества монтажа и сварки конструкций (теодолиты, нивелиры, дальномеры, ультразвуковые дефектоскопы и др.);

4.4.4 собственную или привлекаемую по договору лабораторию неразрушающего контроля качества металлопроката и сварных соединений, которая в соответствии с требованиями [3] должна быть аттестована в Системе экспертизы промышленной безопасности – Системе неразрушающего контроля (СЭПБ-СНК) на право выполнения работ на объектах по п. 11.1 (Металлические конструкции, в т.ч. Стальные конструкции мостов) перечня объектов, указанных в [3];

4.1.5 собственных или привлекаемых по договору специалистов по неразрушающему контролю качества проката и сварных соединений, которые в соответствии с требованиями [4] должны быть аттестованы в СЭПБ-СНК по п. 11.1 (Металлические конструкции, в т.ч. Стальные конструкции мостов) перечня объектов контроля, указанных в [4];

4.1.6 сварочные материалы, монтажные технологии сварки, сварочное оборудование, 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 аттестованы на группу объектов «КСМ» заводами-поставщиками оборудования и сварочных материалов);

4.1.7 входной контроль на стройплощадке заводских отпавочных марок.

4.2 Неспециализированные строительно-монтажные организации (фирмы) допускаются к монтажной сборке и сварке конструкций стальных мостовых сооружений только после:

- прохождения Инспекционного технического аудита данной организации (фирмы) разработчиком настоящего стандарта организации;

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

- получения от разработчика настоящего стандарта организации Свидетельства о допуске такой фирмы к монтажной сборке и сварке металлоконструкций по настоящему стандарту организации.

4.3 Основанием для выполнения сварки на монтаже несущих стальных мостовых конструкций служат рабочая документация на стадии КМ, детализовочные заводские чертежи КМД и технологический регламент (ТР) по сборке и сварке монтажных соединений.

Рабочую документацию на стадии КМ разрабатывает специализированная проектная организация, имеющая практический опыт проектирования стальных и сталежелезобетонных пролетных строений пять и более лет. Проектную документацию (чертежи КМ) утверждает заказчик к производству работ. Монтажная организация осуществляет входной контроль поступившей проектной документации с позиции монтажных сборочно-сварочных работ.

При выявлении отдельных несоответствий проектной документации требованиям настоящего стандарту организации, монтажная организация информирует проектную организацию о необходимости внесения соответствующих изменений в чертежи КМ. Монтажная организация может привлекать к экспертизе поступившей проектной документации, при необходимости, разработчика настоящего стандарта организации.

Детализовочные заводские чертежи КМД утверждает подрядчик (мостостроительная организация) к производству работ.

Технологический регламент (ТР) по сборке и сварке монтажных соединений разрабатывает независимая организация под руководством специалистов сварочного производства

IV уровня по группе объектов «КСМ» и утверждает заказчик к производству работ. Разработка указанного документа (ТР) монтажной мостостроительной организацией категорически запрещена.

Технологический регламент на выполнение монтажной сварки стальных конструкций моста является самостоятельной частью (или разделом) проекта производства работ (ППР) на монтаж указанных стальных конструкций. Примерное содержание технологического регламента по монтажной сварке металлоконструкций пролетного строения моста приведено в приложении А настоящего стандарта организации.

На основании указанного технологического регламента монтажной мостостроительной организации следует разработать операционные карты технологического процесса сварки (КТПС) по каждому применяемому на стройплощадке способу (технологии) сварки стыковых и тавровых соединений соответствующих толщин металла. Указанные КТПС монтажная организация должна согласовывать с разработчиком технологического регламента.

Конструкторско-технологическая документация на уникальные пролетные строения больших и внеклассных мостов сложной конструкции до передачи ее в производство должна быть подвергнута экспертизе в специализированной организации, занимающейся вопросами сварки конструкций пролетных строений стальных мостов.

Документация, выдаваемая в производство, должна иметь штампы и подписи главного инженера группы заказчика «Утверждаю к производству работ» и главного инженера (технического директора) мостостроительной организации «Согласовано к производству работ».

4.4 В документации КМ с учетом требований настоящего стандарта организации должны быть указаны типы и категории сварных монтажных швов, способы монтажной сварки, участки монтажных сварных швов с полным проплавлением толщины деталей, участки и способы механической обработки монтажных соединений.

Технологический регламент по монтажной сварке конструкций пролетных строений моста должен разрабатываться с соблюдением указаний документации КМ по сварке.

4.5 Отступления от утвержденной проектной документации, вызванные уточнением условий производства реальных монтажных сборочно-сварочных работ, допускаются разработчиком технологического регламента по согласованию с монтажной организацией в установленном порядке.

В случаях применения сварочных материалов, оборудования и технологических решений по сборке и монтажной сварке, не указанных в настоящем стандарте организации, требуется согласование с разработчиком настоящего стандарта организации.

4.6 Стальные конструкции (отправочные марки), поступившие от завода-изготовителя на стройплощадку, подвергаются входному контролю. Для этого на стройплощадке должен быть оборудован отнивелированный стенд, на который устанавливаются контролируемые монтажные марки конструкций, и затем выполняют их входной контроль.

Разгрузку и входной контроль металлоконструкций осуществляют лица, ответственные по соответствующему распоряжению (приказу) мостостроительной организации за указанные операции. Результаты выгрузки и входного контроля конструкций следует отражать в соответствующих документах (Акты-рапортички выгрузки металлоконструкций – приложение Б и Журнал освидетельствования металлоконструкций при входном контроле – приложение В).

При входном контроле качества металлоконструкций проверяют основные линейные размеры и отклонения геометрической формы конструкций от проектных требований, а также ряд других параметров, определяющих качество заводских отправочных марок. Контролируемые параметры при входном контроле конструкций должны быть указаны в технологическом регламенте на монтажную сварку конкретного пролетного строения.

4.7 Технические службы мостостроительной организации несут полную ответственность за качество производимых монтажно-сварочных работ и соблюдение требований настоящего стандарта организации, рабочей документации КМ и КМД, технологического регламента по монтажной сварке металлоконструкций пролетного строения моста и действующих сводов правил. Указанные службы должны организовать и постоянно осуществлять: входной контроль

рабочей документации, конструкций, сварочных материалов; операционный контроль технологии монтажа и сварки; приемочный контроль качества монтажных сварных соединений, законченных отдельных сварных конструктивных элементов, а также объекта в целом.

Службы контроля должны иметь в своем распоряжении поверенные средства проверки качества сварных соединений, геодезический и измерительный инструмент и другие технические средства, обеспечивающие необходимую достоверность и полноту контроля качества.

При возведении конструкций стальных пролетных строений мостов, путепроводов, эстакад необходима организация научно-технического сопровождения сварочных работ независимой организацией (как правило, разработчиком технологического регламента на монтажную сварку объекта) силами специалистов сварочного производства не ниже, чем III уровня по группе объектов «КСМ».

4.8 Производство монтажно-сварочных работ следует сопровождать составлением исполнительной документации, перечень которой приведен в приложении Г настоящего стандарта организации.

4.9 Понятие «конструкции стальных мостов» охватывает пролетные строения (в том числе разводных мостов), опоры, пилоны, трубчатые свайные фундаменты, элементы реконструкции и усиления существующих мостов, элементы объединения железобетонных плит с металлоконструкциями сталежелезобетонных мостов, вспомогательные конструкции мостового полотна и смотровых приспособлений, привариваемых к основным несущим элементам.

4.10 Для вспомогательных конструкций стальных мостов – элементов мостового полотна, водоотвода, кабельных коробов, перил и заполнения смотровых ходов, прокладок в стыках фрикционных соединений на высокопрочных болтах основных элементов, СВСиУ, крепления кабельных галерей, шпунта – наряду со специальными мостовыми сталями допускается применение низколегированных и углеродистых сталей, поставляемых по ГОСТ 19281, ГОСТ 380, ГОСТ 535, ГОСТ 14637, ГОСТ 1050 и ГОСТ 27772.

Перечень проката, марок сталей и условий их применения приведен в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Сталь для сварных мостовых конструкций

Исполнение	Для основных несущих элементов пролетных строений и опор				Для вспомогательных конструкций стальных мостов		
	Вид проката <sup>4)</sup>	Толщина проката, мм <sup>5)</sup>	Марка и категория стали <sup>1)</sup>	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 СтЗсп, пс-5,6 СтЗпс2	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	14ХГНДЦ-2	СТО 13657842-1—2009 ГОСТ Р 55374—2012			
		8-50	12Г2СБД-2 <sup>2)</sup> 12Г2СФБД-2 <sup>2)</sup>	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(Д)-12 09Г2СД-2	ГОСТ 19281—2014 ГОСТ Р 55374—2012			
	Северное зона А	Листовой	8-40	15ХСНД-2, 15ХСНД-3 10ХСНД-2, 10ХСНД-3			
8-50			15ХСНДА-3 <sup>6)</sup> 10ХСНДА-3 <sup>6)</sup>	СТО 13657842-1—2009			
8-40			14ХГНДЦ-3	ГОСТ Р 55374—2012, СТО 13657842-1—2009			
12,14			09Г2С/12Х18Н10Т	ГОСТ 10885—85			
Фасонный		8-32 8-14	15ХСНД-2 <sup>3)</sup> 10ХСНД-2 <sup>3)</sup> 09Г2С(Д)-14 09Г2СД-3	ГОСТ Р 55374—2012 ГОСТ 19281—2014 ГОСТ Р 55374—2012			

Окончание таблицы 1

Исполнение	Для основных несущих элементов пролетных строений и опор				Для вспомогательных конструкций стальных мостов		
	Вид проката <sup>4)</sup>	Толщина проката, мм <sup>5)</sup>	Марка и категория стали <sup>1)</sup>	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 <sup>3)</sup> 10ХСНД-3 <sup>3)</sup> 09Г2СД-15 <sup>3)</sup> С345-14ХГНДЦ-3	ГОСТ Р 55374—2012 ГОСТ 19281—2014 СТО 13657842-1—2009			
<p><sup>1)</sup> 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 разработчика стандарта организации и проектной организации.</p> <p><sup>2)</sup> Применяется для изготовления основных несущих конструкций пролётных строений только автодорожных мостов, путепроводов и эстакад обычного исполнения.</p> <p><sup>3)</sup> В мостах всех назначений обычного и северного исполнения А и Б допускается применять уголки по ГОСТ 8509 и ГОСТ 8510 без термообработки – прокат категории I по ГОСТ 6713 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 соответственно минус 60 °С и минус 70 °С.</p> <p><sup>4)</sup> Допускается для основных несущих конструкций и свайных фундаментов опор стальных железнодорожных, автодорожных и пешеходных мостов, путепроводов и эстакад обычного исполнения применение труб цилиндрических, обечаек и обечаечных труб, в том числе зарубежных, с пределом текучести стали до 460 МПа включительно по результатам их свариваемости и получения согласований разработчика настоящего стандарта организации и проектной организации.</p> <p><sup>5)</sup> 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.</p> <p><sup>6)</sup> 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 (КСУ) такого проката при минус 60 °С (КСУ<sup>минус60</sup>) должно быть не менее 120 Дж/см<sup>2</sup>.</p>							



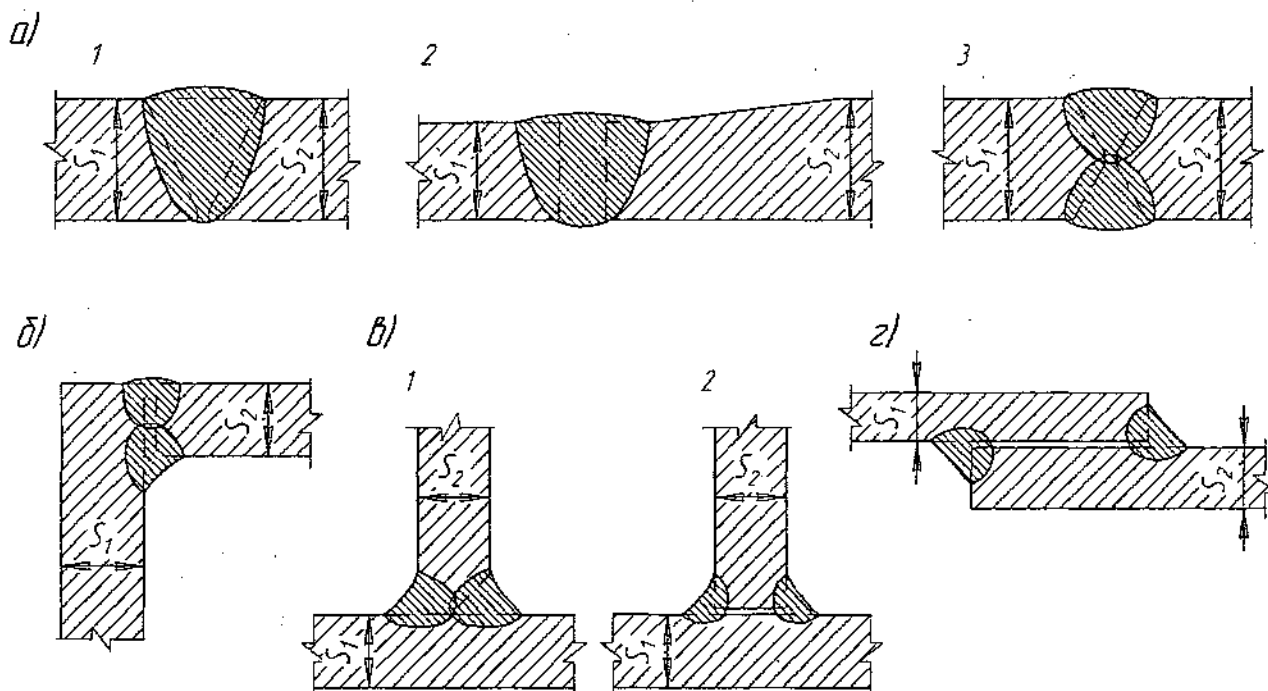
4.11 Листовой прокат марки 09Г2С(Д) по ГОСТ 19281 может применяться для изготовления основных несущих конструкций пролётных строений только автодорожных мостов, путепроводов и эстакад обычного исполнения по согласованию с проектной организацией и разработчиком настоящего стандарта организации.

4.12 При монтажной сварке мостовых конструкций из сталей с пределом текучести 470 МПа и выше, а также сталей, применяемых в опытно-промышленном порядке, необходимо руководствоваться специальными техническими и конструктивно-технологическими указаниями (СТУ и КонСТУ), разрабатываемыми специализированными организациями совместно с проектными организациями. В таких указаниях допускаются ссылки на пункты настоящего стандарта организации, общие для любых стальных мостовых конструкций.

## 5 Конструктивные схемы монтажных соединений и узлов пролётных строений мостов

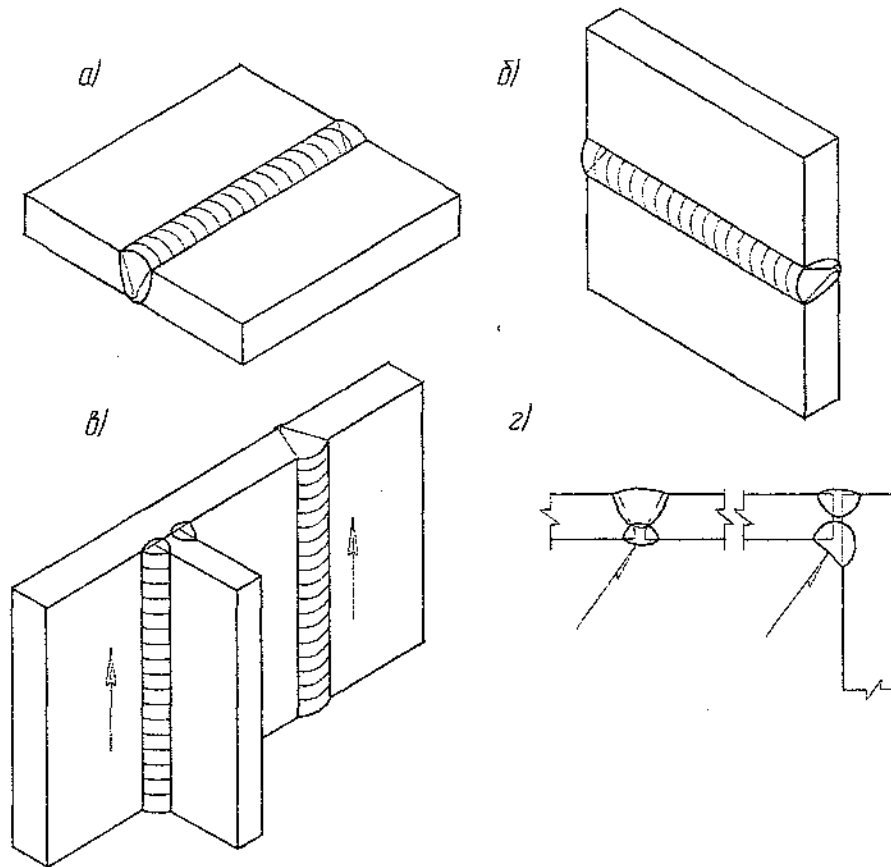
5.1 По взаимному положению свариваемых элементов различают следующие типы монтажных сварных соединений: стыковые, угловые, тавровые и нахлесточные (рисунок 1). По расположению в пространстве на момент сварки швы могут быть в нижнем, горизонтальном, вертикальном и потолочном положениях (рисунок 2).

Независимо от пространственного положения и типа шва монтажные сварные соединения в стальных пролётных строениях должны обеспечивать передачу всех расчетных усилий, действующих в соединяемых элементах. Прочность сварных соединений при статических испытаниях должна быть не ниже прочности основного металла по соответствующему ГОСТ или стандарту организации; показатели ударной вязкости, относительного удлинения и твердости по металлу шва и по линии сплавления должны отвечать требованиям, приведенным в 8.8 настоящего стандарта организации.



а – стыковые: односторонние (1, 2) и двусторонние (3); б – угловое;  
в – тавровые: тип Т8 (1) и тип Т3 (2); г – нахлесточное

Рисунок 1 – Типы монтажных сварных соединений



*a* – нижнее, *б* – горизонтальное, *в* – вертикальное, *г* – потолочное

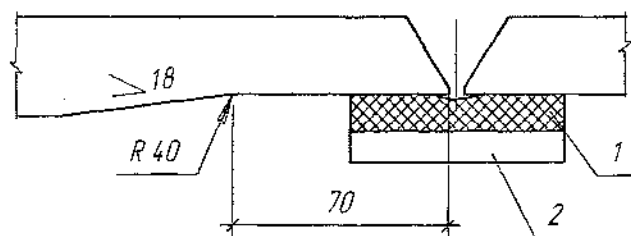
Рисунок 2 – Пространственное положение швов при монтажной сварке

5.2 При проектировании сварных конструкций предпочтение следует отдавать стыковым соединениям (С), выполняемым автоматическим и/или механизированным способами сварки. Угловые (У), тавровые (Т) и нахлесточные (Н) соединения, если они необходимы на монтаже, должны выполняться преимущественно в нижнем положении и, как правило, механизированными способами сварки; допускается для указанных соединений применение ручной дуговой сварки. Следует избегать протяжённой потолочной, горизонтальной и вертикальной ручной дуговой сварки узлов и конструкций.

Стыковые односторонние соединения в нижнем положении протяженностью более 2-х метров (рисунок 1, *a1* и *a2*) следует выполнять автоматической сваркой с применением различных типов подкладок с обратным формированием корня шва. Стыковые соединения с двусторонними швами (рисунок 1, *a3*) допускаются в конструкциях, которые в процессе сборки и сварки могут быть перекантованы, или в местах, требующих сплошного проплавления в вертикальном или горизонтальном положениях – стыки ребер со вставками, соединения ребер опорных диафрагм с продольными ребрами и т.д. Для коротких (менее 2-х метров) односторонних или двусторонних стыковых соединений допускается применение механизированной или ручной дуговой сварки взамен автоматической.

Форму подготовки кромок, тип соединения и способ сварки следует указывать в чертежах КМ. При последующей разработке технологического регламента на монтажную сварку пролётного строения моста параметры подготовки кромок подлежат уточнению в соответствии с назначаемой технологией сварки.

При проектировании стыковых сварных соединений горизонтальных листов с изменением их толщины в зоне монтажного стыка с нижней стороны, необходимо там, где устанавливаются формирующие медные подкладки, предусматривать горизонтальную площадку шириной не менее 70 мм (рисунок 3).



1 – медная подкладка; 2 – стальная прижимная обойма

Рисунок 3 – Подготовка поясов с изменением их толщины снизу под монтажную сварку

При изменении в зоне монтажного сварного стыка ширины листа следует оставлять прямолинейные площадки по кромкам на длину 100–150 мм в каждую сторону от шва для установки выводных планок.

5.3 Сварку на монтаже мостов применяют главным образом для соединения основных несущих конструкций стальных пролетных строений: сплошностенчатых двутавровых, L-образных и С-образных балок, составных и цельноперевозимых блоков коробчатых сечений, настильных (горизонтальных) листов ортотропных и ребристых плит (рисунок 4).

Конструкция монтажных соединений должна обеспечивать беспрепятственное выполнение сварки на всей длине шва.

5.4 Монтажные стыки двутавровых, L-образных, С-образных и коробчатых сплошностенчатых балок могут быть цельносварными (рисунок 5) и комбинированными болтосварными (рисунок 6). На выбор типа стыка в определенной степени влияет способ монтажа пролетных строений.

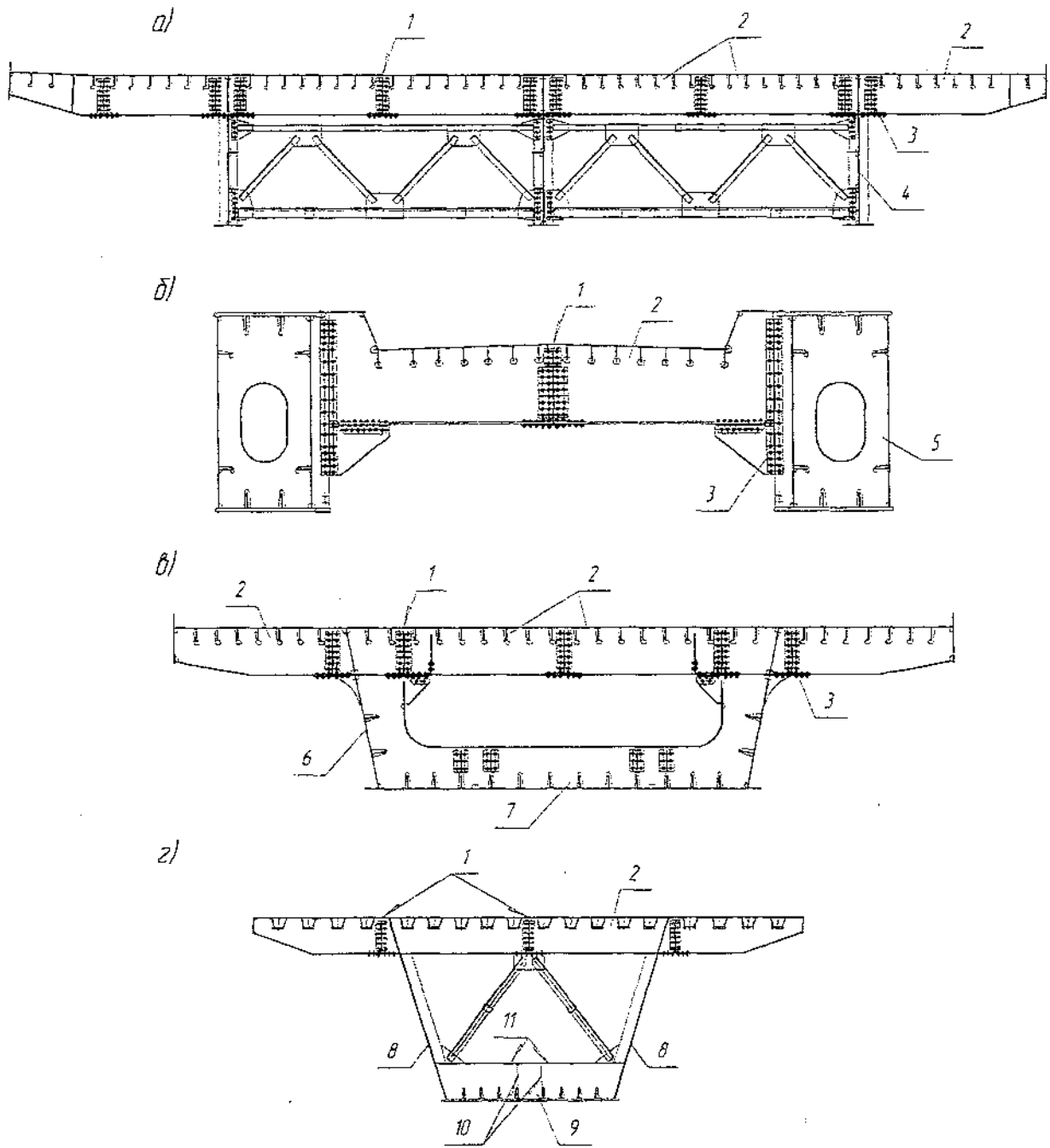
При сборке пролетных строений на сборочном стапеле с последующим перемещением их на опоры методом продольной надвигки предпочтение отдается цельносварным стыкам; при навесной, полунавесной и уравновешенно-навесной сборке целесообразно применение комбинированных стыков.

В комбинированных болтосварных стыках главных балок стыковые сварные соединения верхнего пояса рекомендуется проектировать без вставки, т.е. «совмещёнными», с расположением стыковых швов поясов в одном сечении с осью симметрии болтового соединения стенки. Величина требуемого сварочного зазора в монтажном соединении верхних поясов обеспечивается или при заводском изготовлении балок, или за счёт прирезки припуска одного из поясов балок на монтаже после установки монтажного блока балки в проектное положение.

В зоне стыкового шва верхнего пояса в стенках стыкуемых блоков необходимо предусматривать скругленные вырезы высотой не менее 40 мм и шириной не менее 50 мм для пропуска формирующих медных подкладок (рисунок 6, узел А).

В зоне стыкового шва нижнего пояса в стенке балки необходимо предусматривать овальное технологическое отверстие высотой около 200 мм от верхней плоскости пояса для пропуска специального удлинителя к сварочному автомату, для выполнения возможного ремонта шва с лицевой стороны и для качественной механической обработки. Боковые кромки отверстия очерчивают по полуокружности радиусом 90 мм с центром, отнесенным от оси стыкового шва примерно на 75 мм, находящимся на высоте 110 мм от верхней плоскости поясного листа. Торец обрыва стенки должен находиться на расстоянии  $\approx 60$  мм от оси шва, а после заварки роспуска и зачистки границ плавного перехода стенки к металлу пояса – на расстоянии не менее 50 мм от границы стыкового шва пояса (рисунок 6, узел Б). Зона стыкового шва балок с пакетными нижними поясами показана на рисунке 6, узел В.

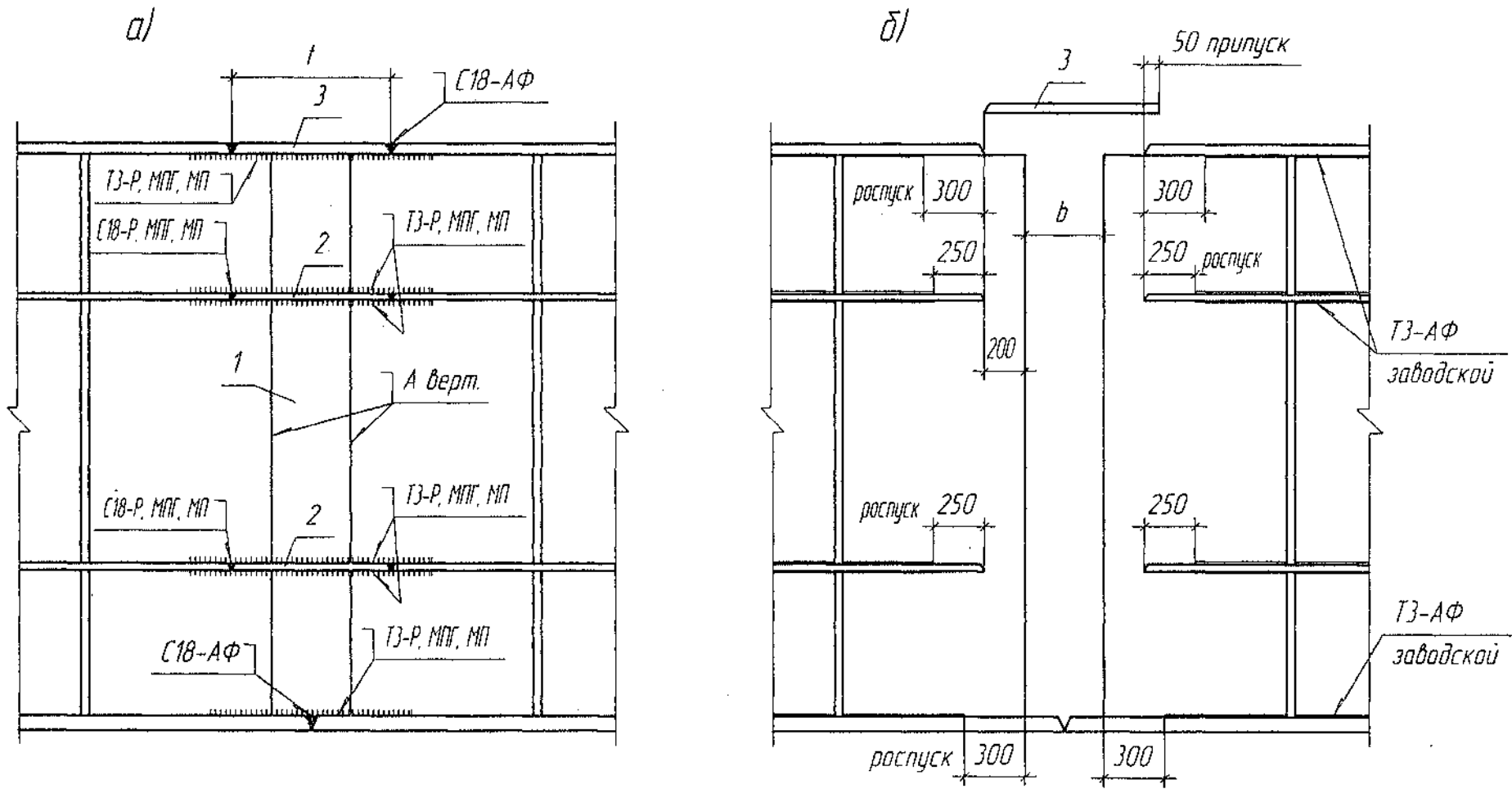
Допускается конструкция сварного стыка верхнего пояса со вставкой, при этом такое конструктивное решение обосновывается проектной организацией (например, требование завода-изготовителя, согласованное с монтажной организацией, или расположение пролётного строения в плане по кривой и др.). При наличии в верхних поясах балок двухлистового пакета сварной стык верхних поясов также выполняется с пакетной вставкой, которую поставляют на монтаж россыпью с припуском по каждому листу (см. рисунок 6, узел Г).



- а – балочное,  
 б – коробчатое ж/д,  
 в – коробчатое а/д, собираемое на монтаже из L-образных балок и плит;  
 г – коробчатое а/д, собираемое на монтаже из С-образных балок

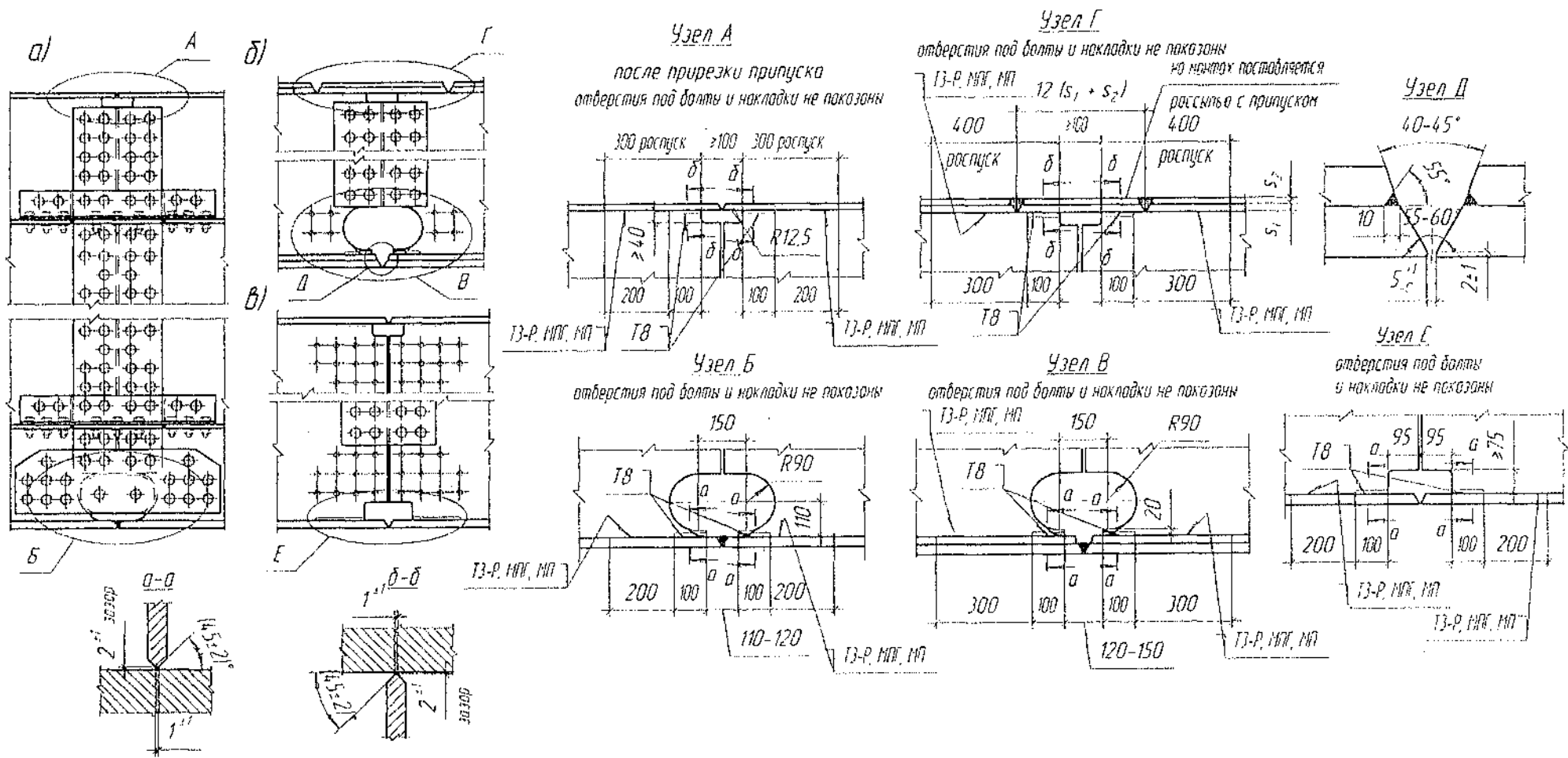
1 – продольные сварные стыки, 2 – ортотропные плиты, 3 – фрикционно-болтовые стыки поперечных балок, 4 – двутавровые главные балки, 5 – коробчатые главные балки,  
 6 – L-образные элементы, 7 – ребристые нижние плиты, 8 – С-образные элементы,  
 9 – вставки, 10 – вертикальные сварные стыки поперечных ребер, 11 – стыки поясов ребер

Рисунок 4 – Схемы поперечных сечений стальных пролетных строений с монтажными сварными и болтовыми стыками



1 – вставка стенки; 2 – вставки рёбер, 3 – вставка верхнего пояса;  $t$  – длина вставки, принимается в зависимости от ширины и толщины пояса;  $b$  – 400-600 мм, в зависимости от марки сварочного трактора

Рисунок 5 – Конструкция цельносварного стыка главных балок (а) и подготовка его к сварке (б)



*а* – стык в сборе; *б* – вариант сборки стыка балок с пакетными поясами;  
*в* – вариант сборки комбинированного стыка балок только для автодорожных пролётных строений обычного исполнения;  
 узел *А* – зоны монтажной сварки у верхнего пояса;  
 узел *Б* – овальное технологическое отверстие у нижнего пояса и зоны монтажной сварки;  
 узел *В* – зоны монтажной сварки у пакетного стыка нижнего пояса; узел *Г* – пакетный стык верхнего пояса со вставкой;  
 узел *Д* – монтажный стык двухлистового пакета нижних поясов; узел *Е* – прямоугольное технологическое отверстие у стыка нижнего пояса

Рисунок 6 – Конструкция комбинированного болтосварного стыка главных балок

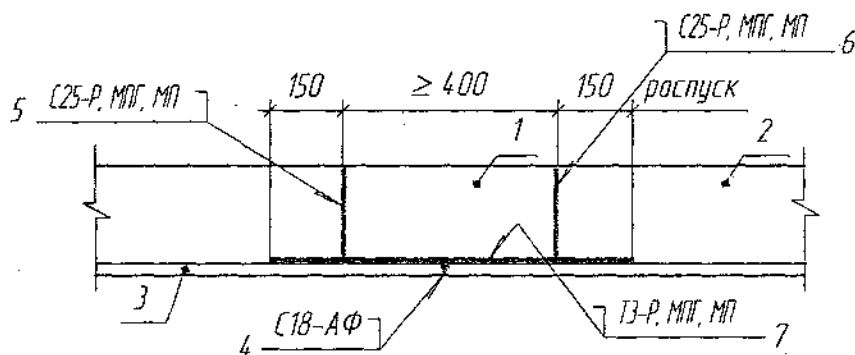
Для пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад обычного исполнения допускается конструкция комбинированного стыка главных балок по рисунку 6 в, при этом стыки верхних и/или нижних поясов балок могут быть как однолистовыми по рисунку 6 в, так и двухлистовыми.

В стыках нижних поясов главных балок, состоящих из двухлистовых пакетов, перед сборкой таких стыков под монтажную сварку необходимо тщательно выполнить визуальный контроль с применением 7<sup>x</sup> лупы заводских соединительных швов по торцам пакетных листов (см. рисунок 6, узел Д). При обнаружении единичных пор или цепочек пор данные заводские швы подлежат ремонту.

5.5 Поперечные и продольные стыки нижних ребристых плит и стыки примыкания нижних плит к поясам главных балок выполняют автоматической односторонней сваркой встык, как правило, с применением гранулированной металлохимической присадки (МХП) или по ручной подварке корня шва на медных подкладках с обратным формированием корня шва.

Вертикальные (наклонные) стыки стенок главных балок выполняют, как правило, автоматической вертикальной (наклонной) сваркой в смеси защитных газов со свободным формированием шва. Допускается применение для этих стыков стенок главных балок механизированной в смеси защитных газов и ручной дуговой сварки. Кроме того, вертикальные (наклонные) стыки стенок главных балок допускается выполнять автоматической сваркой под флюсом с принудительным формированием стыкового шва в медных водоохлаждаемых ползунах. Продольные и поперечные рёбра нижних ребристых плит сваривают механизированным способом или ручной дуговой сваркой.

Все монтажные угловые швы, в том числе проектные роспуски угловых швов, по нижним ребристым и верхним ортотропным плитам следует выполнять механизированной сваркой в смеси защитных газов или ручной дуговой сваркой (рисунки 7 и 8).

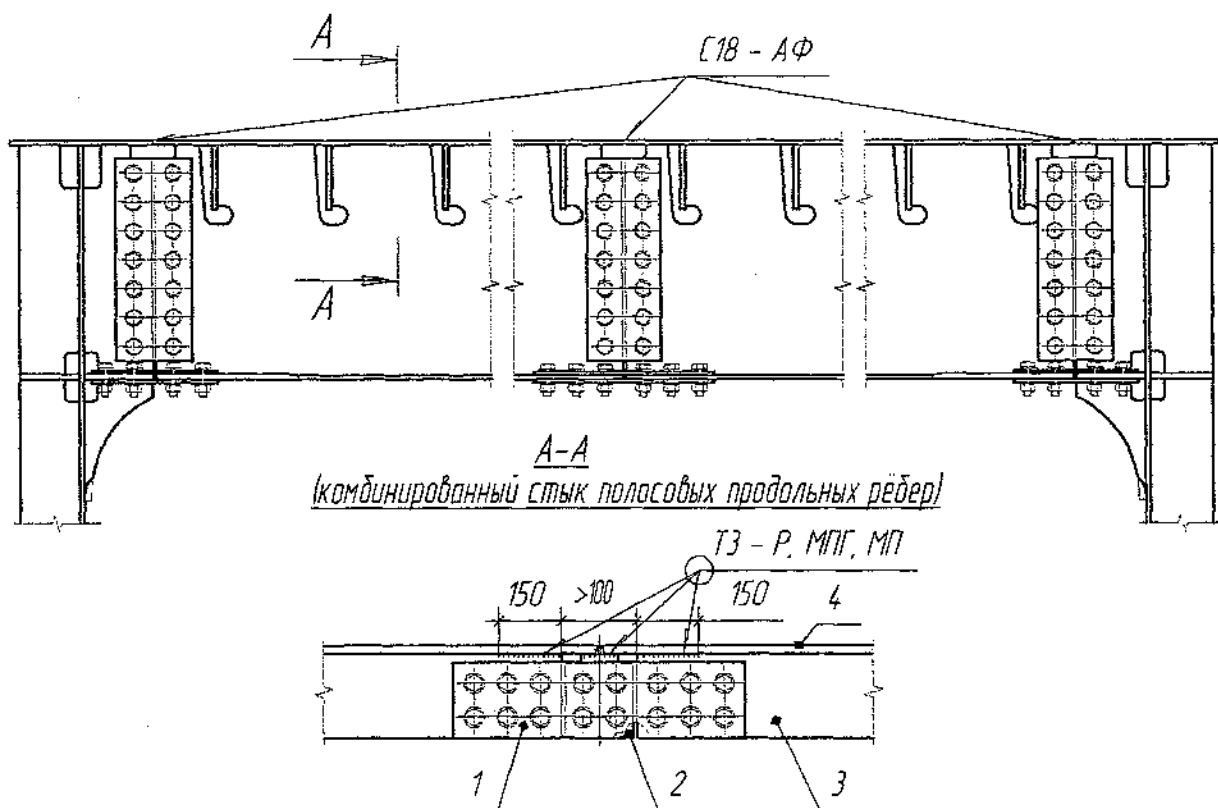


1 – вставка, 2 – ребро продольное, 3 – лист плиты, 4-7 – последовательность сварки

Рисунок 7 – Цельносварной стык нижней ребристой плиты с полосовыми продольными рёбрами

5.6 Продольные и поперечные стыковые швы настильного листа ортотропных плит, а также стыки примыкания листа настила плит к поясам главных балок выполняют односторонней автоматической сваркой под флюсом с применением МХП на медных подкладках различного типа с обратным формированием корня шва.

В болтосварных стыках ортотропных плит стыки полосовых продольных ребер плит допускается выполнять без приварки прокладки, если расстояние между торцами продольных ребер соседних плит менее 100 мм. В случаях, когда проектное расстояние между торцами продольных ребер соседних плит превышает 100 мм, то для обеспечения устойчивости листа настила в районе стыка при действии монтажных и расчетных нагрузок следует приваривать вставку между стыковыми накладками продольных ребер к нижней плоскости листа настила с замыканием угловых швов «по контуру» (рисунок 8, сечение А-А).



1 – накладка, 2 – прокладка, 3 – ребро, 4 – настильный лист

Рисунок 8 – Болтосварные стыки ортотропных плит между собой и с главными балками и стандартное пересечение полосового продольного ребра со стенкой поперечной балки в автодорожных пролётных строениях

5.7 Конструкцию узлов и размеры элементов блоков ортотропных плит с трапециевидными продольными рёбрами (плита ТР), также как и блоков плит с полосовыми продольными рёбрами (плита ПР), определяет проектная организация.

Наиболее технологичными с позиции монтажа, сборки и сварки являются продольно-ориентированные блоки плит ТР или ПР, при этом конкретные габаритные размеры блоков плит определяет проектная организация. В качестве примера на рисунке 9 показано поперечное сечение монтажного блока ортотропной плиты с четырьмя продольными рёбрами трапециевидного сечения (плита ТР).

Для продольных рёбер ортотропных плит ТР следует применять стальной гнутый методом холодной деформации трапециевидный профиль толщиной 6–10 мм. Один из вариантов сечений трапециевидного профиля показан на рисунке 10.

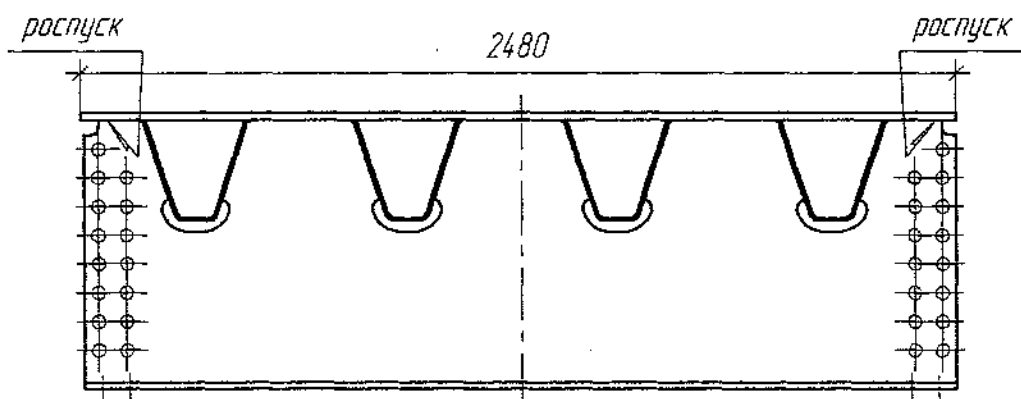


Рисунок 9 – Поперечное сечение блока ортотропной плиты ТР



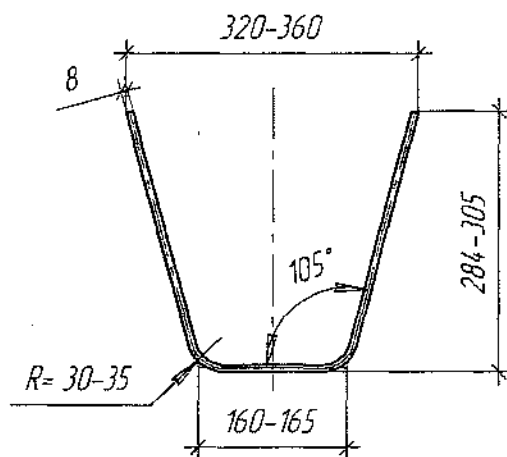


Рисунок 10 – Сечение трапециевидного продольного ребра ортотропной плиты ТР (вариант)

5.8 Пересечение продольных трапециевидных ребер со стенками поперечных балок рекомендуется выполнять по рисунку 11.

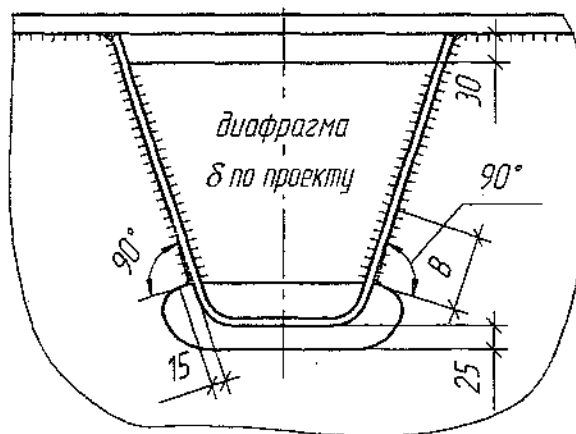


Рисунок 11 – Пересечение трапециевидного продольного ребра со стенкой поперечной балки

Как видно из рисунка 11, в зоне пересечения ребер трапециевидное продольное ребро должно иметь внутреннюю диафрагму, которая сваривается на заводе-изготовителе плит ТР механизированной сваркой в смеси защитных газов.

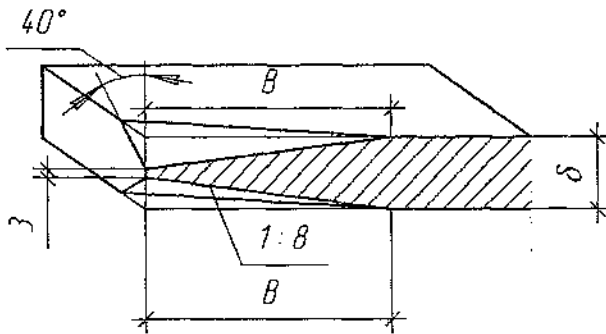
На концевых участках стенки поперечной балки на определённой длине (см. рисунок 11, участок «В»), в зоне пересечения ребер, рекомендуется иметь «клиновую» разделку 1:8 под углом 40° с последующим выполнением угловых швов пересечения ребер по рисунку 12.

На заводе-изготовителе блоков ортотропных плит ТР и ПР должна быть выполнена тщательная «закольцовка» угловых швов по контуру в зоне пересечения продольных ребер с поперечными балками, с обеспечением требуемого по проекту размера сварного шва; угловые швы в зоне пересечения продольных ребер ортотропных плит ТР и ПР с поперечными балками следует выполнять механизированной сваркой в смеси защитных газов.

Геометрические параметры выреза в стенке поперечной балки в зоне нижней части трапециевидного ребра должны соответствовать указаниям рисунка 11, при этом концевые участки этого выреза должны быть на длине 15 мм прямолинейными и подходить под углом 90° к стенкам трапециевидного продольного ребра (см. рисунок 11).

В блоках ортотропных плит ТР, также как и в плитах ПР, по концам продольных ребер и поперечных балок на заводе-изготовителе конструкций следует оставить роспуски (недовары) угловых швов по указаниям СТО-ГК «Трансстрой»-012-2018.

а) Разделка концевой участка  
стенки поперечной балки



б) Схема углового шва

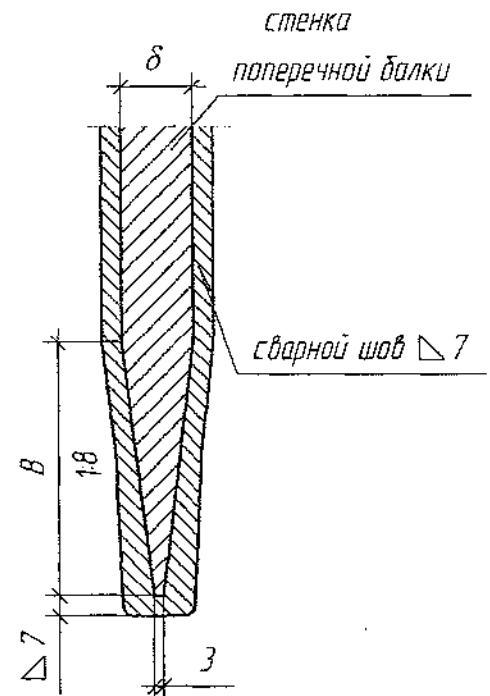


Рисунок 12 – Схема выполнения швов на концевых участках стенок поперечных балок  
в зоне пересечения рёбер

5.9 Монтажные стыки трапециевидных и полосовых продольных рёбер следует выполнять по двум вариантам:

- а) цельносварными со вставкой ребра;
- б) комбинированными болтосварными.

Конструкция цельносварного монтажного стыка трапециевидных продольных рёбер показана на рисунке 13.

В цельносварном варианте стыковые соединения вставок трапециевидных рёбер должны иметь симметричную V-образную разделку кромок с зазором в стыке  $2 \pm 1$  мм при сварке «на весу» и с зазором 5–6 мм – при сварке на остающейся стальной подкладке, которая должна быть приварена на заводе по одной кромке стыка катетом  $\approx 3$  мм. Выполнять монтажные угловые швы примыканий вставок трапециевидных рёбер к листу настила плит, в т.ч. т по зонам роспусков угловых швов, следует с разделкой кромок по рисунку 13, узел А.

Конструкция комбинированного болтосварного монтажного стыка трапециевидных продольных рёбер показана на рисунке 14. При этом в зонах стыкуемых рёбер должны стоять диафрагмы, герметизирующие такие продольные ребра на длине заводского блока плиты ТР. После указанных диафрагм продольное трапециевидное ребро следует приварить к листу настила с двух сторон по каждой стороне (стенке) ребра (см. рисунок 14, узел Б).

Конструкция цельносварного и комбинированного монтажных стыков полосовых продольных рёбер показана на рисунках 7 и 8 соответственно.

Продольные трапециевидные ребра следует приваривать к листу настила плит на заводе-изготовителе автоматической сваркой под флюсом или автоматической (механизированной) сваркой в смеси защитных газов по наружным граням ребра. При этом данные угловые швы должны иметь проектные геометрические размеры, и непровар стенок трапециевидного ребра толщиной 8 мм должен быть не более 2-х миллиметров.

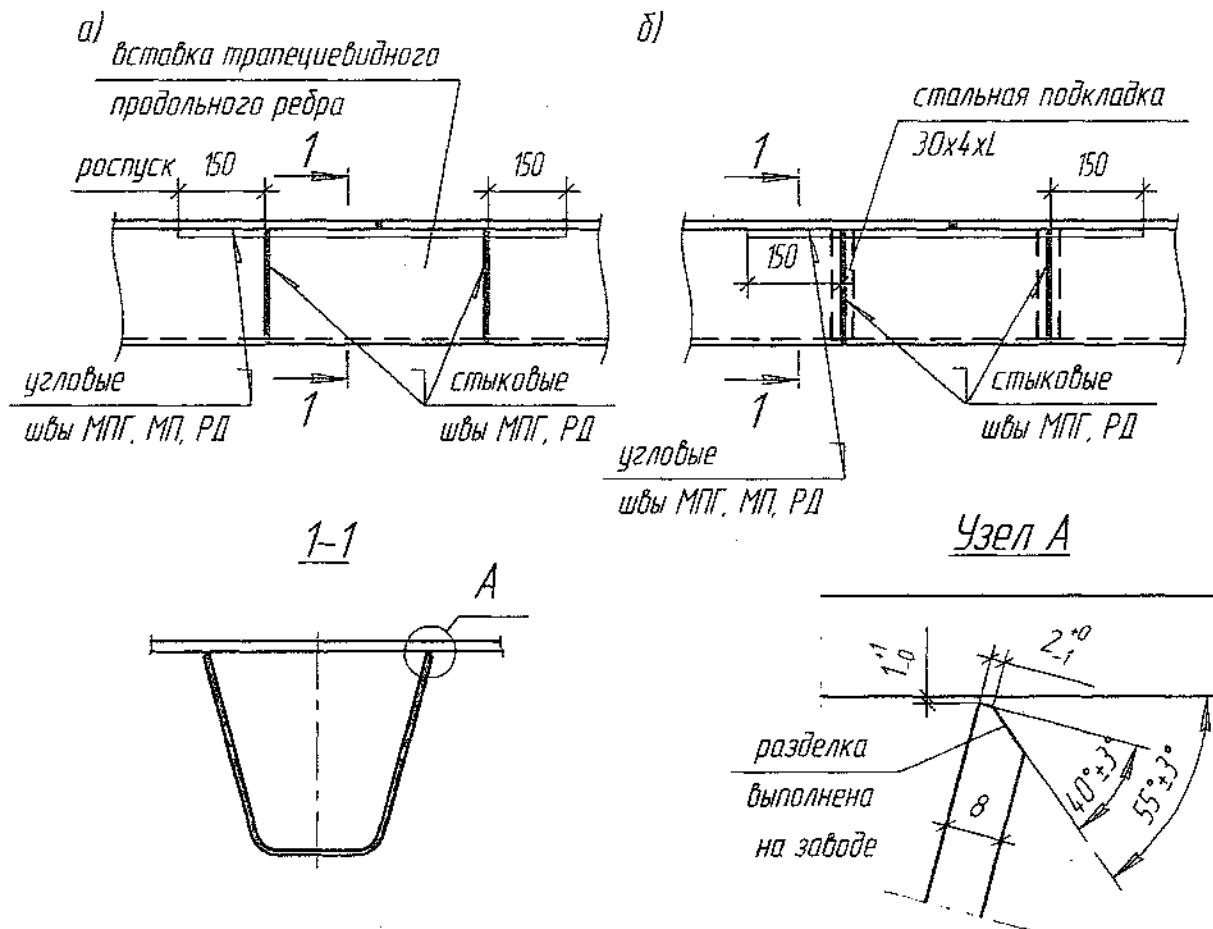


Рисунок 13 – Конструкция цельносварного стыка трапециевидных продольных ребер

Монтажные стыковые швы трапециевидных продольных ребер главных балок, ортотропных и ребристых плит относятся ко II (второй) категории (см. таблицу 13) и подлежат контролю качества методом УЗД на 100 % длины.

Кроме того, к сборке и сварке монтажных цельносварных стыков трапециевидных продольных ребер допускаются аттестованные сварщики, которые получили положительное Заключение по результатам разрушающих испытаний допускных стыков и осмотром макрошлифов. Допускные стыки сварщиков должны быть заварены под контролем руководителя сварочных работ непосредственно на стройплощадке сооружаемого пролётного строения в пространственных положениях, соответствующих реальным монтажным стыковым соединениям этих трапециевидных ребер.

В монтажных стыках поперечных балок ортотропных плит ТР (с трапециевидными ребрами) и поперечных балок плит ПР (с полосовыми ребрами) между собой и с главными балками предпочтение следует отдавать фрикционным соединениям на высокопрочных болтах.

5.10 Элементы связей с узловыми фасонками можно объединять на высокопрочных болтах, ручной дуговой сваркой или механизированной сваркой в смеси защитных газов.

В соединениях домкратных балок и опорных диафрагм с главными балками предпочтение следует отдавать фрикционным соединениям на высокопрочных болтах.

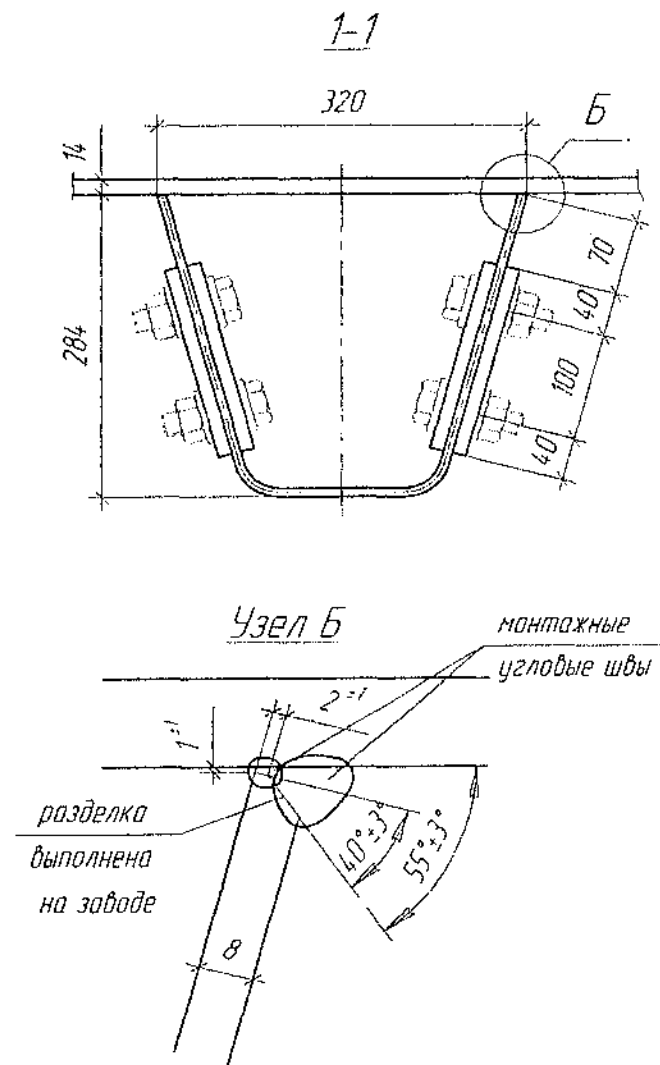
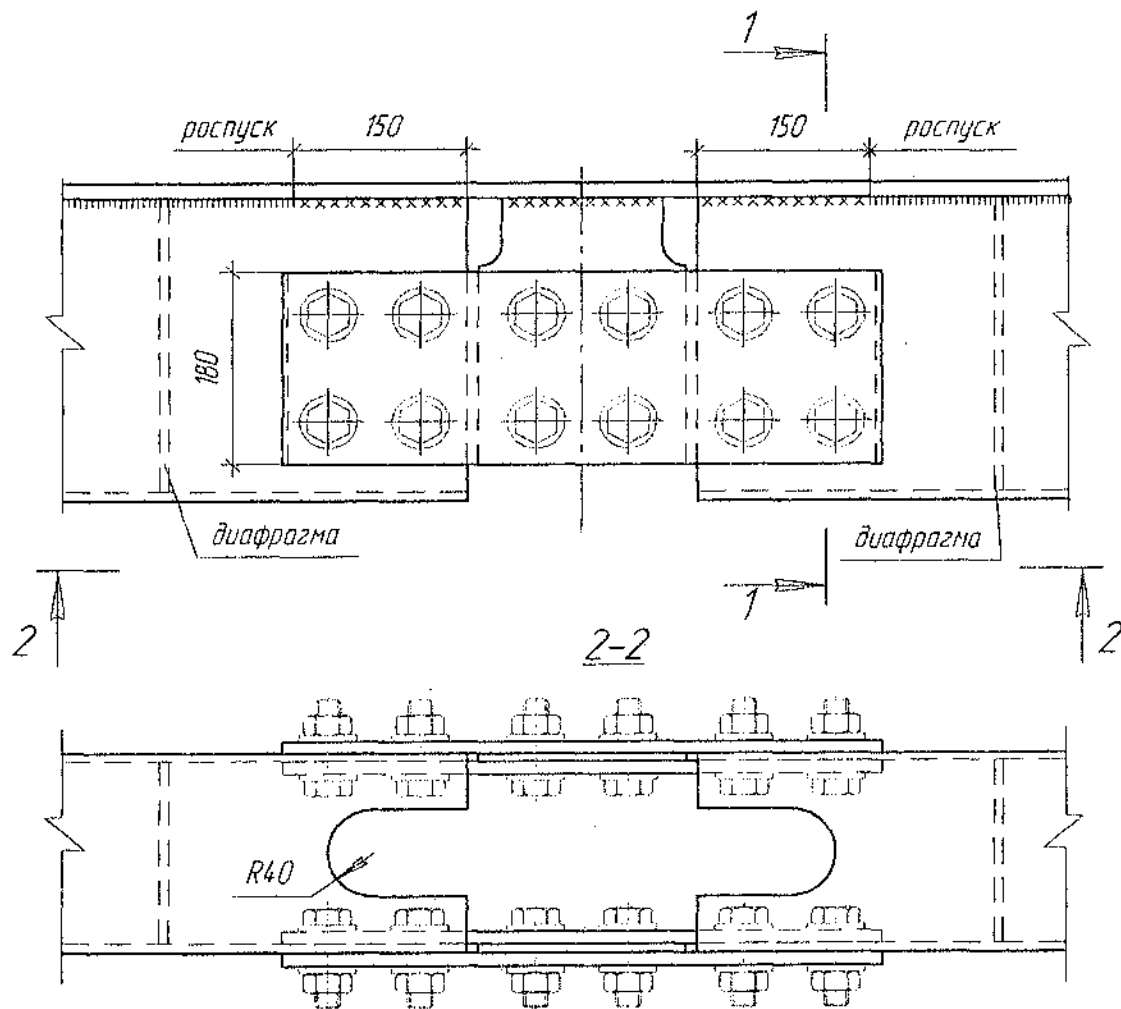


Рисунок 14 – Комбинированный болтосварной монтажный стык трапециевидных продольных ребер

## 6 Требования к сварочным материалам и оборудованию

### *Сварочные материалы*

6.1 Для монтажных сварных соединений мостовых конструкций следует применять марки сварочных материалов, перечень которых приведен в таблицах 2а, 2б и 2в. Комбинацию марок сварочных материалов для определённого способа сварки следует выбирать с учётом класса прочности и марки применяемой стали, типа сварного соединения и исполнения конструкции (обычное, северное А или северное Б).

Выделяют следующие виды сварочных материалов по группе Технических Устройств (ТУ) Опасных Производственных Объектов (ОПО) «КСМ»:

- 1) Флюсы сварочные плавные 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 строительной-монтажной организацией, должна иметь Свидетельство НАКС об аттестации данной марки и диаметра СМ по группе ТУ ОПО «КСМ».

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 на стройплощадку 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 (на монтаж), качество конкретной партии (плавки) аттестованной марки сварочного материала, следует проверять путём сварки контрольных сварных соединений (далее – КСС) с оформлением Акта сварки КСС по форме приложения Д настоящего СТО, и испытаний в независимой организации (как правило, это Разработчик Технологического Регламента) соответствующих образцов из заваренных КСС.

Применение марок сварочных материалов отечественных и зарубежных производителей, не указанных в таблицах 2а, 2б и 2в, 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».

6.2 Качество сварочных материалов, проверенное на КСС, должно соответствовать требованиям соответствующего ГОСТ и/или Техническим условиям (ТУ) предприятий-изготовителей (производителей) на отдельные марки сварочных материалов. Указанные ТУ должны быть согласованы с разработчиком настоящего стандарта организации.

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

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

Т а б л и ц а 2а – Марки сварочных материалов для монтажной автоматической сварки стыковых соединений

Марка стали Класс прочности Группа материала	СПОСОБ СВАРКИ											
	Автоматическая под флюсом в нижнем положении (АФ) с подваркой корня шва (РД/МП/МПП+АФ)			Автоматическая под флюсом с металлохимической присадкой в нижнем положении (АФ с МХП)				Автоматическая вертикальная (наклонная)				
								Под слоем расплавленного флюса («расщеплённым электродом») с принудительным формированием шва в медных ползунах <sup>2</sup>		В смеси защитных газов <sup>1</sup> со свободным формированием шва в вертикальном (наклонном) и горизонтальном положениях		
	Проволока сплошного сечения Ø 4,0 мм	Флюс	Область применения по климатическому исполнению м/к	Проволока сплошного сечения Ø 4,0 мм	Флюс	МХП	Область применения по климатическому исполнению м/к	Проволока сплошного сечения Ø 1,6 мм	Флюс	Область применения по климатическому исполнению м/к	Бесшовная порошковая проволока Ø 1,2 мм	Область применения по климатическому исполнению м/к
Листовой прокат марок 15ХСНД 15ХСНДА 09Г2С(Д) 12Г2СБД С345-1 (М01) Трубы из проката С345-1 (М01)	Св-08ГА	OK Flux 10.71	Обычное	Св-08ГА	OK Flux 10.71	Св-10НМА 2x2 мм + диоксид титана TiO <sub>2</sub> 0,3 %	Обычное	Св-10ГНА (2x1,6 мм)	АН-67 АН-67А, АН-67Б	Обычное	Power Arc 60R NSSW SF-3AM ППР-61Р	Обычное, Северное А, Северное Б
	OK Autrod 12.32	OK Flux 10.71	Обычное, Северное А	OK Autrod 12.32	OK Flux 10.71		Обычное, Северное А					
	Св-08ГА	СФМ-201	Обычное	Св-08ГА	СФМ-201		Обычное					
	Св-08ГА	UF-02	Обычное, Северное А	Св-08ГА	UF-02		Обычное, Северное А					
	Св-10НМА	АН-47	Обычное, Северное А, Северное Б	Св-10НМА	АН-47 (70%) АН-348А (30%) АН-47		Обычное, Северное А, Б					
Листовой прокат марок 10ХСНД 10ХСНДА 12Г2СФБД С390-2 (М03) Трубы из проката С390-2 (М03)	Св-08ГА	OK Flux 10.71	Обычное	Св-08ГА	OK Flux 10.71	Св-10НМА 2x2 мм + диоксид титана TiO <sub>2</sub> 0,3 %	Обычное	Св-10ГНА (2x1,6 мм)	АН-67 АН-67А, АН-67Б	Обычное	Power Arc 60R NSSW SF-3AM ППР-61Р	Обычное, Северное А, Северное Б
	OK Autrod 12.32	OK Flux 10.71	Обычное, Северное А	OK Autrod 12.32	OK Flux 10.71		Обычное, Северное А					
	Св-08ГА	СФМ-201	Обычное	Св-08ГА	СФМ-201		Обычное					
	Св-08ГА	UF-02	Обычное, Северное А	Св-08ГА	UF-02		Обычное, Северное А					
	Св-10НМА	АН-47	Обычное, Северное А, Северное Б	Св-10НМА	АН-47 (70%) АН-348А (30%) АН-47		Обычное, Северное А, Б					

Окончание таблицы 2а

Марка стали Класс прочности Группа материала	СПОСОБ СВАРКИ											
	Автоматическая под флюсом в нижнем положении (АФ) с подваркой корня шва (РД/МП/МПГ+АФ)			Автоматическая под флюсом с металлохимической присадкой в нижнем положении (АФ с МХП)				Автоматическая вертикальная (наклонная)				
	Проволока сплошного сечения Ø 4,0 мм	Флюс	Область применения по климатическому исполнению М/К	Проволока сплошного сечения Ø 4,0 мм	Флюс	МХП	Область применения по климатическому исполнению М/К	Под слоем расплавленного флюса («расщеплённым электродом») с принудительным формированием шва в медных ползунах* <sup>2</sup>		В смеси защитных газов* <sup>1</sup> со свободным формированием шва в вертикальном (наклонном) и горизонтальном положениях		
Проволока сплошного сечения Ø 1,6 мм								Флюс	Область применения по климатическому исполнению М/К	Бесшовная порошковая проволока Ø 1,2 мм	Область применения по климатическому исполнению М/К	
Биметалл 09Г2С/12Х18Н10Т С345-1/9 (М01/М09)	По указаниям технологического регламента (ТР) по монтажной сварке элементов пролётногo строения моста из биметалла в зависимости от применяемых технологий сварки: раздельная, по которой сваривают основной слой стали марки 09Г2С и затем плакирующий слой стали марки 12Х18Н10Т или совместная технология сварки на всю толщину металла											
Листовой атмосферостойкий прокат марки 14ХГНДЦ и трубы из проката 14ХГНДЦ С345-1 (М01) С390-2 (М03)	По указаниям соответствующих стандартов, технических условий (ТУ) и технологических регламентов (ТР) по монтажной сварке 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 организации											
*1 Смесь защитных газов (Гз) должна быть в диапазонах по 6.11 настоящего стандарта организации. *2 Эту технологию вертикальной (наклонной) сварки разрешается применять только для стыковых соединений толщиной до 20 мм включительно в конструкциях пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад обычного исполнения (до минус 40 °С).												

Т а б л и ц а 26 – Марки сварочных материалов для монтажной механизированной и ручной дуговой сварки стыковых соединений

Марка стали Класс прочности Группа материала	СПОСОБ СВАРКИ							
	Механизированная сварка под флюсом в нижнем положении (МФ)			Механизированная сварка в смеси защитных газов* <sup>1</sup> во всех положениях			Ручная дуговая сварка во всех положениях (РД)	
	Проволока Ø 2,0 мм	Флюс	Область применения по климатическому исполнению м/к	Порошковой (металлопорошковой) проволокой (МПП) Ø 1,2 мм* <sup>5</sup>	Проволокой сплошного сечения (МП) Ø 1,2 мм* <sup>5</sup>	Область применения по климатическому исполнению м/к	Тип и марка электродов	Область применения по климатическому исполнению м/к
Листовой прокат марок 15ХСНД 15ХСНДА 09Г2С(Д) 12Г2СБД С345-1 (М01) Трубы из проката С345-1 (М01)	Св-08ГА	OK Flux 10.71	Обычное		Св-08ГЦМТ* <sup>3</sup>	Обычное	МТГ-01К МТГ-02 УОНИ(И)-13/55 Basic One	Обычное, Северное А, Северное Б
	Св-08ГА	UF-02	Обычное, Северное А		Lincoln SG2* <sup>3</sup>	Обычное, Северное А		
	Св-08ГА	СФМ-201	Обычное	Power Bridge 60M Power Arc 60R* <sup>4</sup> NSSW SF-3AM* <sup>4</sup> Filarc PZ6138* <sup>2</sup> ППР-61P* <sup>4</sup> ППМ-61М	AS SG2* <sup>3</sup> OK AristoRod 12.50* <sup>3</sup> Weldo SG2* <sup>3</sup> Ultramag* <sup>3</sup> SM-70* <sup>3</sup> Екатерина 70S-6* <sup>3</sup> EVO 2* <sup>3</sup>	Обычное, Северное А, Северное Б		
	OK Autrod 12.32	OK Flux 10.71	Обычное, Северное А					
	Св-10НМА	АН-47	Обычное, Северное А, Северное Б					
Листовой прокат марок 10ХСНД 10ХСНДА 12Г2СФБД С390-2 (М03) Трубы из проката С390-2 (М03)	Св-08ГА	OK Flux 10.71	Обычное		Св-08ГЦМТ* <sup>3</sup>	Обычное	МТГ-01К МТГ-02 УОНИ(И)-13/55 Basic One	Обычное, Северное А, Северное Б
	OK Autrod 12.32	OK Flux 10.71	Обычное, Северное А		Lincoln SG2* <sup>3</sup>	Обычное, Северное А		
	Св-08ГА	СФМ-201	Обычное	Power Bridge 60M Power Arc 60R* <sup>4</sup> NSSW SF-3AM* <sup>4</sup> Filarc PZ6138* <sup>2</sup> ППР-61P* <sup>4</sup> ППМ-61М	AS SG2* <sup>3</sup> OK AristoRod 12.50* <sup>3</sup> Weldo SG2* <sup>3</sup> Ultramag* <sup>3</sup> SM-70* <sup>3</sup> Екатерина 70S-6* <sup>3</sup> EVO 2* <sup>3</sup>	Обычное, Северное А, Северное Б		
	Св-08ГА	UF-02	Обычное, Северное А					
	Св-10НМА	АН-47	Обычное, Северное А, Северное Б					
Биметалл 09Г2С/12Х18Н10Т С345-1/9 (М01/М09)	По указаниям технологического регламента (ТР) по монтажной сварке элементов пролётногo строения моста из биметалла в зависимости от применяемых технологий сварки: раздельная, по которой сваривают основной слой стали марки 09Г2С и затем плакирующий слой стали марки 12Х18Н10Т или совместная технология сварки на всю толщину металла							



Окончание таблицы 26

Марка стали Класс прочности Группа материала	СПОСОБ СВАРКИ							
	Механизированная сварка под флюсом в нижнем положении (МФ)			Механизированная сварка в смеси защитных газов* <sup>1</sup> во всех положениях			Ручная дуговая сварка во всех положениях (РД)	
	Проволока Ø 2,0 мм	Флюс	Область применения по климатическому исполнению м/к	Порошковой (металлопорошковой) проволокой (МПГ) Ø 1,2 мм* <sup>5</sup>	Проволокой сплошного сечения (МП) Ø 1,2 мм* <sup>5</sup>	Область применения по климатическому исполнению м/к	Тип и марка электродов	Область применения по климатическому исполнению м/к
Листовой атмосферостойкий прокат марки 14ХГНДЦ и трубы из проката 14ХГНДЦ С345-1 (М01) С390-2 (М03)	По указаниям соответствующих стандартов, технических условий (ТУ) и технологических регламентов (ТР) по монтажной сварке 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 организации							
<p>*1 Смесь защитных газов (Гз) должна быть в диапазонах по 6.11 настоящего стандарта организации.</p> <p>*2 Этот материал разрешается применять по указаниям технологического регламента по монтажной сварке конкретного пролётного строения при обеспечении температуры воздуха и проволоки в зоне сварочных работ не менее плюс 15 °С и среднем значении относительной влажности воздуха не более 70 %.</p> <p>*3 Эти материалы разрешается применять для монтажной сварки стыковых соединений конструкций пролётных строений только автодорожных мостов, лутепроводов и эстакад согласно указанной области применения по климатическому исполнению м/к.</p> <p>*4 Эти материалы рекомендуется применять для монтажной механизированной сварки в смеси защитных газов стыковых соединений в вертикальном (наклонном) положении и в горизонтальном положении на вертикальной плоскости.</p> <p>*5 Проволоку диаметрами 1,4 мм и 1,6 мм разрешается применять по указаниям Технологического регламента по монтажной сварке конкретного пролётного строения после отработки технологии сварки.</p>								

Т а б л и ц а 2в – Марки сварочных материалов для монтажной механизированной и ручной дуговой сварки 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* <sup>1</sup> во всех положениях			Ручная дуговая сварка во всех положениях (РД)	
	Проволока Ø 2,0 мм	Флюс	Область применения по климатическом у исполнению м/к	Порошковой (металлопорошковой) проволокой (МПП) Ø 1,2 мм <sup>5</sup>	Проволокой сплошного сечения (МП) Ø 1,2 мм <sup>5</sup>	Область применения по климатическом у исполнению м/к	Тип и марка электродов	Область применения по климатическом у исполнению м/к
Листовой прокат марок 15ХСНД 15ХСНДА 09Г2С(Д) 12Г2СБД С345-1 (М01) Трубы из проката С345-1 (М01)	Св-08ГА	OK Flux 10.71	Обычное	Power Bridge 60M Power Arc 60R NSSW SF-3AM Filarc PZ6138* <sup>2</sup> ППР-61Р ППМ-61М	Екатерина 70S-6* <sup>3</sup> EVO 2* <sup>3</sup> AS SG2* <sup>3</sup> OK AristoRod 12.50* <sup>3</sup> Weldo SG2* <sup>3</sup> Ultramag* <sup>3</sup> SM-70* <sup>3</sup>	Обычное, Северное А, Северное Б	МТГ-01К МТГ-02 УОНИ(И)-13/55 УОНИ(И)-13/45* <sup>4</sup> Basic One	Обычное, Северное А, Северное Б
	OK Autrod 12.32	OK Flux 10.71	Обычное, Северное А					
	Св-08ГА	UF-02	Обычное, Северное А					
	Св-08ГА	СФМ-201	Обычное					
	Св-10НМА	АН-47	Обычное, Северное А, Б					
	Св-10НМА	АН-348-АМ* <sup>4</sup>	Обычное					
Листовой прокат марок 10ХСНД 10ХСНДА 12Г2СФБД С390-2 (М03) Трубы из проката С390-2 (М03)	Св-08ГА	OK Flux 10.71	Обычное	Power Bridge 60M Power Arc 60R NSSW SF-3AM Filarc PZ6138* <sup>2</sup> ППР-61Р ППМ-61М	Екатерина 70S-6* <sup>3</sup> EVO 2* <sup>3</sup> AS SG2* <sup>3</sup> OK AristoRod 12.50* <sup>3</sup> Weldo SG2* <sup>3</sup> Ultramag* <sup>3</sup> SM-70* <sup>3</sup>	Обычное, Северное А, Северное Б	МТГ-01К МТГ-02 УОНИ(И)-13/55 Basic One	Обычное, Северное А, Северное Б
	OK Autrod 12.32	OK Flux 10.71	Обычное, Северное А					
	Св-08ГА	UF-02	Обычное, Северное А					
	Св-08ГА	СФМ-201	Обычное					
	Св-10НМА	АН-47	Обычное, Северное А, Б					
	Св-10НМА	АН-348-АМ* <sup>4</sup>	Обычное					
Биметалл 09Г2С/12Х18Н10Т С345-1/9 (М01/М09)	По указаниям технологического регламента (ТР) по монтажной сварке элементов пролётного строения моста из биметалла в зависимости от применяемых технологий сварки: раздельная, по которой сваривают основной слой стали марки 09Г2С и затем плакирующий слой стали марки 12Х18Н10Т или совместная технология сварки на всю толщину металла							

Окончание таблицы 2в

Марка стали Класс прочности Группа материала	СПОСОБ СВАРКИ							
	Механизированная сварка под флюсом в нижнем положении (МФ)			Механизированная сварка в смеси защитных газов* <sup>1</sup> во всех положениях			Ручная дуговая сварка во всех положениях (РД)	
	Проволока Ø 2,0 мм	Флюс	Область применения по климатическом у исполнению м/к	Порошковой (металлопорошковой) проволокой (МПП) Ø 1,2 мм <sup>*5</sup>	Проволокой сплошного сечения (МП) Ø 1,2 мм <sup>*5</sup>	Область применения по климатическом у исполнению м/к	Тип и марка электродов	Область применения по климатическом у исполнению м/к
Листовой атмосферостойкий прокат марки 14ХГНДЦ и трубы из проката 14ХГНДЦ С345-1 (М01) С390-2 (М03)	По указаниям соответствующих Стандартов (СТО), Технических условий (ТУ) и Технологических регламентов (ТР) по монтажной сварке 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 организации							
<p>*1 Смесь защитных газов (Гз) должна быть в диапазонах по 6.11 настоящего стандарта организации.</p> <p>*2 Этот материал разрешается применять по указаниям Технологического регламента по монтажной сварке конкретного пролётного строения при обеспечении температуры воздуха и проволоки в зоне сварочных работ не менее плюс 15° С и среднем значении относительной влажности воздуха не более 70 %.</p> <p>*3 Эти материалы разрешается применять для монтажной сварки угловых швов тавровых соединений конструкций пролётных строений только автодорожных мостов, путепроводов и эстакад согласно указанной области применения по климатическому исполнению м/к.</p> <p>*4 Эти материалы разрешается применять только для монтажных угловых швов при катетах до 8,0 мм включительно на сталях класса прочности С345.</p> <p>*5 Проволоку диаметрами 1,4мм и 1,6мм разрешается применять по указаниям Технологического регламента по монтажной сварке конкретного пролётного строения после отработки технологии сварки.</p>								

Для монтажной автоматической сварки под флюсом стыковых соединений в нижнем положении следует применять сварочную проволоку сплошного сечения диаметром 4,0 мм. Для механизированной (полуавтоматической) сварки под флюсом в нижнем положении стыковых швов и угловых швов «в угол» рекомендуется проволока сплошного сечения диаметром 2,0 мм. Для механизированной сварки в смеси защитных газов любых соединений рекомендуются проволоки сплошного сечения и порошковые проволоки диаметрами 1,2–1,6 мм. Для автоматической сварки под флюсом стыковых соединений в вертикальном (наклонном) положении с принудительным формированием шва в медных водоохлаждаемых ползунах следует применять проволоки сплошного сечения диаметром 1,6 мм. Для автоматической сварки в смеси защитных газов стыковых соединений в вертикальном (наклонном) положении со свободным формированием шва следует применять беспровные порошковые проволоки диаметром 1,2 мм.

Очищенную и намотанную в кассеты сварочную проволоку сплошного сечения необходимо хранить в сухом помещении при температуре воздуха не ниже плюс 15 °С. 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 проволоки, намотанные в кассеты, следует хранить на стройплощадке в заводской упаковке в электродных кладовых при температуре не менее плюс 15 °С.

6.4 Для монтажных стыковых и угловых швов железнодорожных пролётных строений обычного и северного А и Б исполнений, выполняемых согласно указаниям технического проекта (чертежей КМ) механизированной сваркой в смеси защитных газов, следует применять только беспровные порошковые проволоки, т.е. способ (технология) сварки МПГ.

6.5 Для автоматической сварки под флюсом стыковых соединений с металлахимической присадкой (МХП) в нижнем положении следует применять сварочную проволоку сплошного сечения диаметром 4,0 мм и МХП по указаниям таблицы 2а настоящего стандарта организации. В качестве МХП необходимо применять стальную крупку (гранулят) сечением 2x2 мм, приготовленную из неомеднённой сварочной проволоки сплошного сечения марки Св-10НМА диаметром 2,0 мм, и смешанную с химической добавкой  $TiO_2$  (диоксид титана). Стальная крупка должна представлять собой гранулы цилиндрической формы длиной 2 мм (с допуском плюс 0,3 мм, минус 0,5 мм).

Гранулят перед смешиванием с химической добавкой  $TiO_2$  следует прокалить при температуре 150° С в течение 2-х часов с перемешиванием.

Химическую добавку (диоксид титана пигментный –  $TiO_2$ ) перед смешиванием также необходимо прокалить при температуре 150 °С в течение 2-х часов. Диоксид титана входит в МХП в количестве 0,3 % от массы крупки.

Готовую МХП перед применением (засыпкой в сварочный зазор) встряхивают на сите 1x1 мм для удаления излишков химической добавки. МХП хранят в закрытой таре в резервной электропечи при температуре (80–90) °С. Срок её хранения не должен превышать одного месяца после изготовления. Время доставки готовой МХП от резервной печи до засыпки в сварочный зазор должно быть не более 15 минут.

6.6 Флюсы должны поставляться по ГОСТ Р 52222, ГОСТ 9087 или по техническим условиям (ТУ) заводов-изготовителей (при условии, что качество поставляемых по ТУ флюсов отвечает требованиям указанных ГОСТов) и храниться в упаковке поставщика в сухом отапливаемом помещении при температуре воздуха не ниже плюс 15 °С. В сертификате на флюс должна быть указана дата производства флюса производителем и гарантийный срок хранения. Если флюс хранится свыше указанного срока, необходимо проверить его технологические свойства при сварке на оптимальном режиме с последующим испытанием сварных соединений. Не допускаются засорения флюса окалиной, керамической крошкой, шлаком и прочими инородными включениями.

Перед употреблением флюсы прокаливают, как правило, по режимам, указанным в сертификатах или ТУ заводов-изготовителей этих флюсов. Для плавящихся флюсов температура прокалики должна составлять (350–400) °С, время прокалики – 1,5–2,0 часа; для керамических флюсов – (300–350) °С в течение 2 час. После прокалики флюсы хранят в сушильных шкафах (резервных печах) при температуре (80–100) °С. Срок хранения прокалённых флюсов в резервной печи при указанной температуре не должен превышать семь суток. Если прокалённый флюс не был использован в течение указанного срока хранения, необходимо вновь произвести его прокалику. При этом общее время прокалики флюсов не должно превышать 10 часов. Прокалённый флюс должен поступать на участок сварки по мере необходимости в металлической таре с крышкой, например, в 10–15 литровых термосах. 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 полусмены.

На участке в помещении по подготовке сварочных материалов должны быть вывешены выписки из раздела 6 настоящего стандарта организации, при этом в обязательном порядке следует вести Журнал подготовки и выдачи сварочных материалов в соответствии с указаниями Технологического регламента по монтажной сварке конкретного пролётного строения.

6.7 Омедненные бесшовные порошковые и металлопорошковые проволоки диаметрами 1,2–1,4 мм, приведённые в таблицах 2а, 2б и 2в настоящего стандарта организации, поставляют в кассетах с рядной намоткой и специальной подготовки перед сваркой не требуют. Указанные омеднённые бесшовные порошковые проволоки после вскрытия заводской упаковки следует применять в течение трёх суток в случае хранения вскрытой кассеты на открытом воздухе под навесом и в течение 6-ти суток, если вскрытая кассета хранится в закрытом складском помещении при температуре +15 °С.

6.8 Допускается применение самозащитных порошковых шовных проволок марки Fabshield XLR-8 диаметрами 1,6 и 2,0 мм и марки Coreshield 8 диаметром 1,6 мм для монтажной механизированной сварки только угловых швов катетом до 8 мм включительно тавровых и нахлёсточных соединений во всех пространственных положениях (способ МПС) и только для конструкций автодорожных мостов, путепроводов и эстакад обычного исполнения (до минус 40° включительно). При применении данного способа сварки (МПС) с указанными самозащитными порошковыми проволоками сварщикам рекомендуется применять средства защиты органов дыхания от сварочных аэрозолей.

6.9 Порошковая шовная проволока марки Filarc PZ 6138 Ø 1,2–1,6 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 по указаниям Технологического регламента по монтажной сварке конкретного пролётного строения при обеспечении температуры воздуха и кассеты с проволокой в зоне сварочных работ не менее плюс 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-х суток.

6.10 Электроды по таблицам 2б и 2в для ручной дуговой сварки и постановки электроприхваток должны соответствовать по типу и маркам ГОСТ 9466, 9467 и/или ТУ заводов-изготовителей электродов. Прокалику электродов 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 прокалики. На рабочем месте прокалённые электроды следует хранить в специальных термопеналах.

Для воздушно-дуговой резки при исправлении дефектов монтажных 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.

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

- 1) (78-82)% Ar + (18-22)% CO<sub>2</sub>;
- 2) (95-97)% Ar + (3-5)% O<sub>2</sub>;
- 3) (81-85)% Ar + (12-14)% CO<sub>2</sub>+(3-5)% O<sub>2</sub>.

Газовые смеси на стройплощадку поставляют, как правило, в стальных баллонах.

Газовые смеси перед началом монтажных сварочных работ следует принимать по данным сертификатов и/или паспортов качества с проверкой диапазона каждого компонента защитной газовой смеси.

Применение других газовых смесей (по компонентам и их диапазонам) допускается только после проведения соответствующих исследований в специализированной организации и получения от неё положительного Заключения с последующей аттестацией такой газовой смеси по группе ТУ ОПО «КСМ».

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

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

#### ***Сварочное оборудование***

6.13 Для выполнения монтажных сварных соединений мостовых конструкций рекомендуется применять сварочное оборудование (СО), перечень которого приведён в приложении Е настоящего стандарта организации.

При выборе источников питания сварочной дуги и оборудования для производства монтажных 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 Е следует в зависимости от применяемого способа сварки, типа сварного соединения и конкретных условий производства сварочных работ.

Выбранное мостостроительной организацией сварочное оборудование для применения на стройплощадке для монтажной сборки и сварки Конструкций Стальных Мостов («КСМ») подлежит первичной, если оно не аттестовано производителем оборудования, и затем периодической аттестации в АЦ НАКС в соответствии с РД 03-614-03 [6]. Применение СО отечественных или зарубежных производителей для автоматической сварки (АФ, АППГ), не указанного в приложении Е, допускается после проведения опытных работ в специализированной организации и получения от неё положительного Заключения с последующей аттестацией такого оборудования по группе ТУ ОПО «КСМ».

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

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

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

а) мощность, потребляемая сварочными постами, составляет:

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

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

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

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

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

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

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

6.17 Рекомендуется следующая периодичность осмотра и ремонта сварочного оборудования:

	осмотр	текущий ремонт	капитальный ремонт
Сварочные выпрямители .....	2 раза в месяц	1 раз в 1,5 года	1 раз в 5 лет
Сварочные преобразователи.....	еженедельно	1 раз в 1,5 года	1 раз в 5 лет
Сварочные автоматы и полуавтоматы....	ежедневно	1 раз в 1,5 года	1 раз в 5 лет

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

6.18 Для ручной дуговой сварки монтажных стыковых и тавровых соединений рекомендуется применять современные электрододержатели закрытого типа любой марки, рассчитанные на сварочный ток не менее 300 А.

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

- по силе сварочного тока  $\pm$  5 %;
- по напряжению на дуге  $\pm$  2 В;
- по скорости сварки  $\pm$  10 %.

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

сварочный ток, А .....	240	300	400	600	800
площадь сечения кабеля, мм <sup>2</sup> – не менее.....	35	50	70	95	150

Плотность тока в сварочных кабелях не должна превышать 7–8 А/мм<sup>2</sup>.

Обратный провод должен быть того же сечения, что и прямой.

6.20 Сварочное оборудование должно иметь приборы (амперметры и вольтметры) для контроля режимов сварки. Приборы стрелочного типа должны быть поверены государственными метрологическими службами и проверены в соответствии с графиком проверок мостостроительной организации, но не реже 1 раза в квартал с занесением результатов таких проверок в специальный журнал.

Амперметр и его шкала должны соответствовать шунту прямого сварочного провода.

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

6.22 Обрезку технологических припусков различных элементов монтируемых металлоконструкций следует выполнять полуавтоматами кислородной резки любых марок, 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 ( $\leq 600$  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.

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

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

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

6.25 Точность оборудования для монтажной сборки под сварку элементов конструкции из круглых труб должна удовлетворять следующим характеристикам:

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

6.26 Для прокатки сварочных материалов на участке должны быть прокаточные электропечи любой марки, обеспечивающие температуру прокатки до плюс 450 °С включительно, а также резервные (дежурные) электропечи с рабочей температурой до плюс 120 °С включительно, в которых находятся перед применением прокатанные сварочные материалы.

6.27 Для намотки сплошной неомедненной проволоки диаметром 4 мм в кассеты следует применять специальный намоточный станок. Для приготовления рубленой сварочной проволоки («крупки») на стройплощадке следует применять специальный рубочный станок. Приготовление металлохимической присадки МХП (смешивание «крупки» с химической добавкой  $TiO_2$ ) следует



выполнять в специальном смесителе. Равномерное обволакивание («опудривание») химической добавкой металлических гранул «крупки» достигается при перемешивании в течение 4-5 минут.

6.28 При односторонней монтажной автоматической сварке стыковых соединений, в т.ч. с применением МХП, для направления движения сварочного автомата следует применять специальные регулируемые направляющие устройства, либо другие приспособления (копиры), обеспечивающие при движении сварочного автомата по зазору копирование оси стыка по всей его длине (с точностью  $\pm 1$  мм от оси стыка).

## **7 Подготовка и сборка монтажных сварных соединений.**

### **Типы формирующих подкладок**

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

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

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

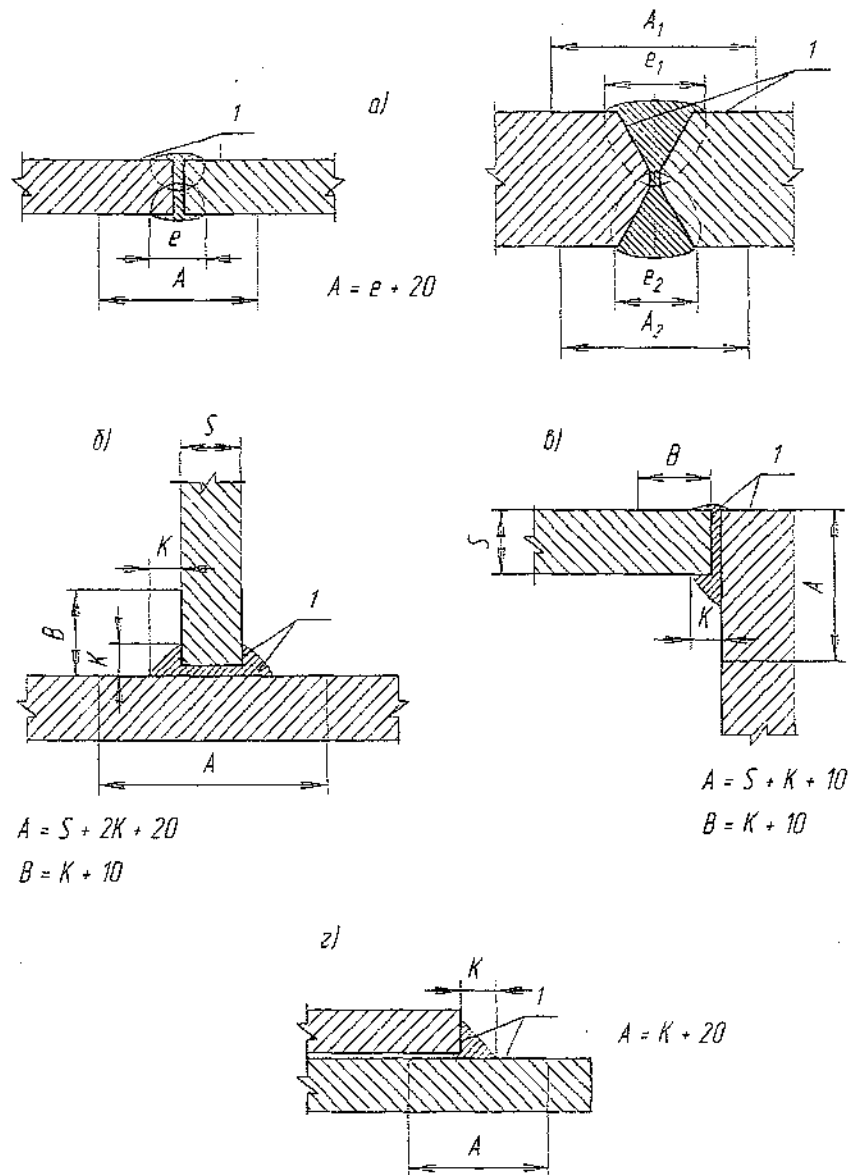
7.2 Несвободные кромки, не полностью проплавляемые при монтажной сварке, в т.ч. верхние кромки вставок стенок главных балок в цельносварных монтажных стыках главных балок, после термической резки следует обрабатывать абразивным инструментом на глубину, обеспечивающую удаление дефектов поверхности, но не менее 1 мм; поверхность кромок не должна иметь надрывов и трещин. Шероховатость поверхности указанных кромок после механической обработки должна быть не грубее 3 класса по ГОСТ 2789 при высоте неровностей по 10 точкам на базе длиной 8 мм в пределах  $R_z = 40-80$  мкм.

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

7.3 Проплавляемые при сварке поверхности и прилегающие к ним зоны металла шириной не менее 20 мм, а также кромки листов в местах примыкания выводных планок перед монтажной сборкой-сваркой должны быть очищены до чистого металла от ржавчины, окалины пескоструйной (абразивоструйной) обработкой (рисунок 15) или механизированным способом очистки.

При наличии графа и заусениц, кромки обрабатывают шлифмашинками. Поверхность металла, расположенную по обе стороны от стыкового шва с лицевой стороны на расстоянии  $\approx 150$  мм, при необходимости, следует очищать механизированными металлическими щётками (например, типа «Волна») от грязи и ржавчины с целью предохранения флюса от загрязнений при уборке его после сварки. Повторное применение загрязнённого флюса не допускается. Перед непосредственной постановкой прихваток свариваемые кромки в зоне прихватки на ширину по 20 мм в каждую сторону от оси стыка должны быть отпескоструены или зачищены шлифмашинкой и затем прогреты до температуры (100–120) °С. Контроль указанной температуры следует выполнять по электронному цифровому термометру или пирометру, поверенными в установленном порядке или термокарандашами.

Масляные загрязнения и конденсационную влагу следует удалять перед постановкой прихваток прогревом кромок по всей длине стыка до температуры  $\approx 100$  °С.



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

Рисунок 15 – Зачистка кромок и поверхности металла перед сваркой соединений

7.4 При сборке стыковых соединений под монтажную сварку необходимо выдержать требуемый сварочный зазор в соединении согласно указаниям чертежей КМ, КМД и Технологического регламента по монтажной сварке, а также обеспечить совпадение стыкуемых кромок в одной плоскости путём устранения депланации кромок  $\Delta_1$ , рисунок 16, а.

При устранении депланации (вертикального смещения) кромок до 4-х мм следует применять различные сборочные приспособления (рамки, домкраты и другие механические приспособления). Если депланация стыкуемых кромок монтажных соединений 4 мм и более, то устранять её следует сначала с применением термической или термомеханической правки и окончательно (при наличии депланации до 4-х мм) – с применением вышеуказанных сборочных механических приспособлений.

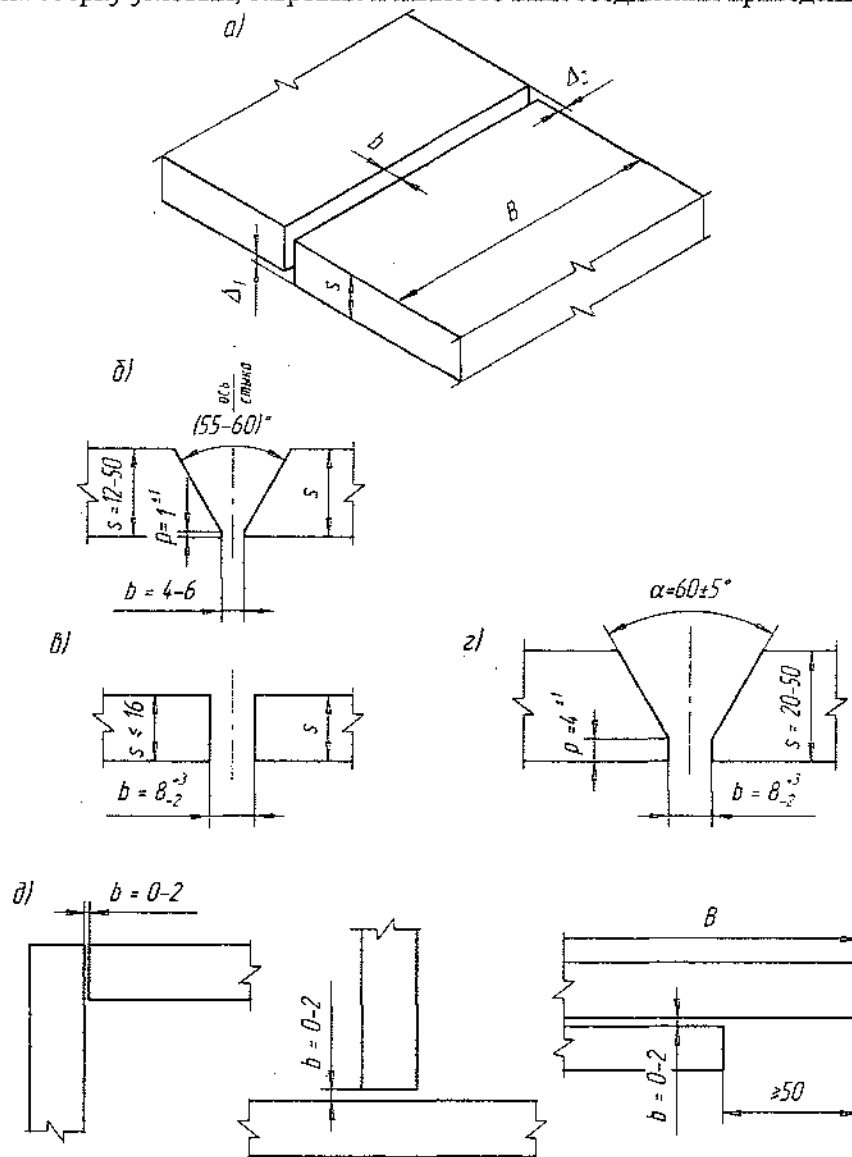
Уступы  $\Delta_2$  (см. рисунок 16, а) в плоскости соединения по торцам листов для свободных кромок, например, поясов двутавровых и коробчатых балок без примыкания к ним ребристых или ортотропных плит, не должны превышать 3 мм – для поясов шириной до 400 мм включительно и  $\Delta_2 \leq 4$  мм – для поясов шириной более 400 мм.

Уступы  $\Delta_2$  кромок по торцам листов в соединениях, входящих в замкнутый контур, в том числе поясов балок и коробок, примыкающих встык к ребристым и ортотропным плитам, не должны превышать 2 мм.

7.5 Зазоры в стыковых соединениях при автоматической сварке под флюсом по ручной подварке корня шва и ручной дуговой сварке должны быть 4-6 мм (рисунок 16, б).

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

Допуски на сборку угловых, тавровых и нахлесточных соединений приведены на рисунке 16, д.



Соединения: а – стыковое; б – стыковое с V-образной разделкой кромок;

в – стыковое толщиной до 16 мм включительно под сварку с МХП;

г – стыковое толщиной 20-50 мм включительно под сварку с МХП;

д – угловое, тавровое, нахлесточное;

$\Delta_1$  – депланация кромок;  $\Delta_2$  – уступ по торцам кромок;

b – зазор; p – притупление; B – ширина пояса

Рисунок 16 – Параметры подготовки кромок и допуски при сборке монтажных соединений под сварку

В стыковых соединениях в случае полного отсутствия сварочного зазора или в случае, когда величина зазора недостаточна, допускается повторная подрезка одной из стыкуемых кромок по разметке газовой резкой или шлифмашинкой до проектного профиля. При зазоре в стыке, превышающем проектный с учётом плюсового допуска, следует выполнять указания 11.6 настоящего стандарта организации.

7.6 Для поджатия медных подкладок к обратной стороне стыковых соединений следует применять различные талрепы, домкраты и винтовые приспособления, не требующие их приварки. Использовать привариваемые скобы с клиньями для крепления подкладок не рекомендуется, но допускается в автодорожных мостах, путепроводах и эстакадах при невозможности применения не привариваемых приспособлений с обязательной последующей срезкой скоб, подваркой (при необходимости) и зачисткой мест приварки скоб заподлицо с основным металлом. Использовать привариваемые скобы с клиньями для крепления медных подкладок в стыковых соединениях железнодорожных мостов не допускается.

В стыках листа настила ортотропных плит поджатие медных подкладок следует выполнять с помощью специальных винтовых не привариваемых приспособлений, фиксируемых или за полосовые продольные рёбра, или за спецоснастку в плитах с трапециевидными рёбрами. Приварка оснастки к трапециевидным продольным рёбрам не допускается.

Для поджатия медных подкладок допускается применять специальные прижимы (приспособления) на постоянных магнитах.

7.7 Монтажные соединения следует собирать под сварку с помощью электроприхваток, располагаемых в местах наложения швов.

Прихватки должны иметь следующие размеры:

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

Расстояние между прихватками (по осям прихваток) должно быть не более 450 мм и не менее 120 мм. Крайние прихватки следует располагать сразу за выводными планками или по концам шва, если стык сваривается без выводных планок, при этом длина прихватки в начале шва должна быть не менее 50 мм, а в конце шва – не менее 100 мм. При необходимости более прочного закрепления собираемых элементов допускается увеличение длины и количества прихваток.

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

7.8 При сборке монтажных стыковых соединений под сварку рекомендуется проверять наличие остаточного магнетизма (магнитного поля) в металле свариваемых кромок с помощью прибора-индикатора магнитного дугтя. Участки стыковых соединений, имеющие остаточную намагниченность 25 и более гауссов (Гс), подлежат размагничиванию (созданию магнитного поля противоположного направления) перед сваркой.

Для размагничивания до допустимого предела рекомендуется применять мобильные размагничивающие устройства, магниты компенсационные регулируемые (МКР-1) и др.

Для снижения влияния магнитного дугтя и улучшения стабильности горения сварочной дуги при монтажной сварке конструкций с остаточной намагниченностью до 20–25 Гс необходимо:

- провести симметричное заземление конструкций;
- обеспечить пост сварки отдельным обратным кабелем с минимальным расстоянием между обратным кабелем и местом сварки;
- располагать сварочные кабели параллельно свариваемым кромкам;
- не допускать контакта оголённого сварочного провода или электрододержателя с поверхностью конструкций;

- выполнять сварку в направлении крепления обратного кабеля.

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

В начале и в конце каждой прихватки на длине 10-16 мм необходимо сделать с лицевой стороны шлифмашинкой «заход» и «сход» (плавное уменьшение толщины монолитного металла прихватки) по рисунку 17.

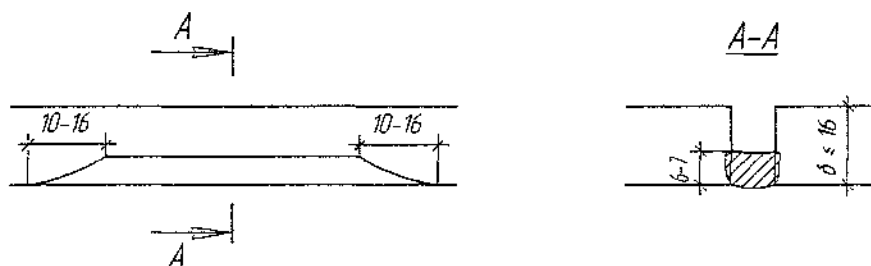


Рисунок 17 – Конфигурация прихватки в стыке под автоматный шов с МХП

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

7.10 Стыковые соединения, выходящие при сварке на свободные кромки, следует сваривать с применением выводных планок.

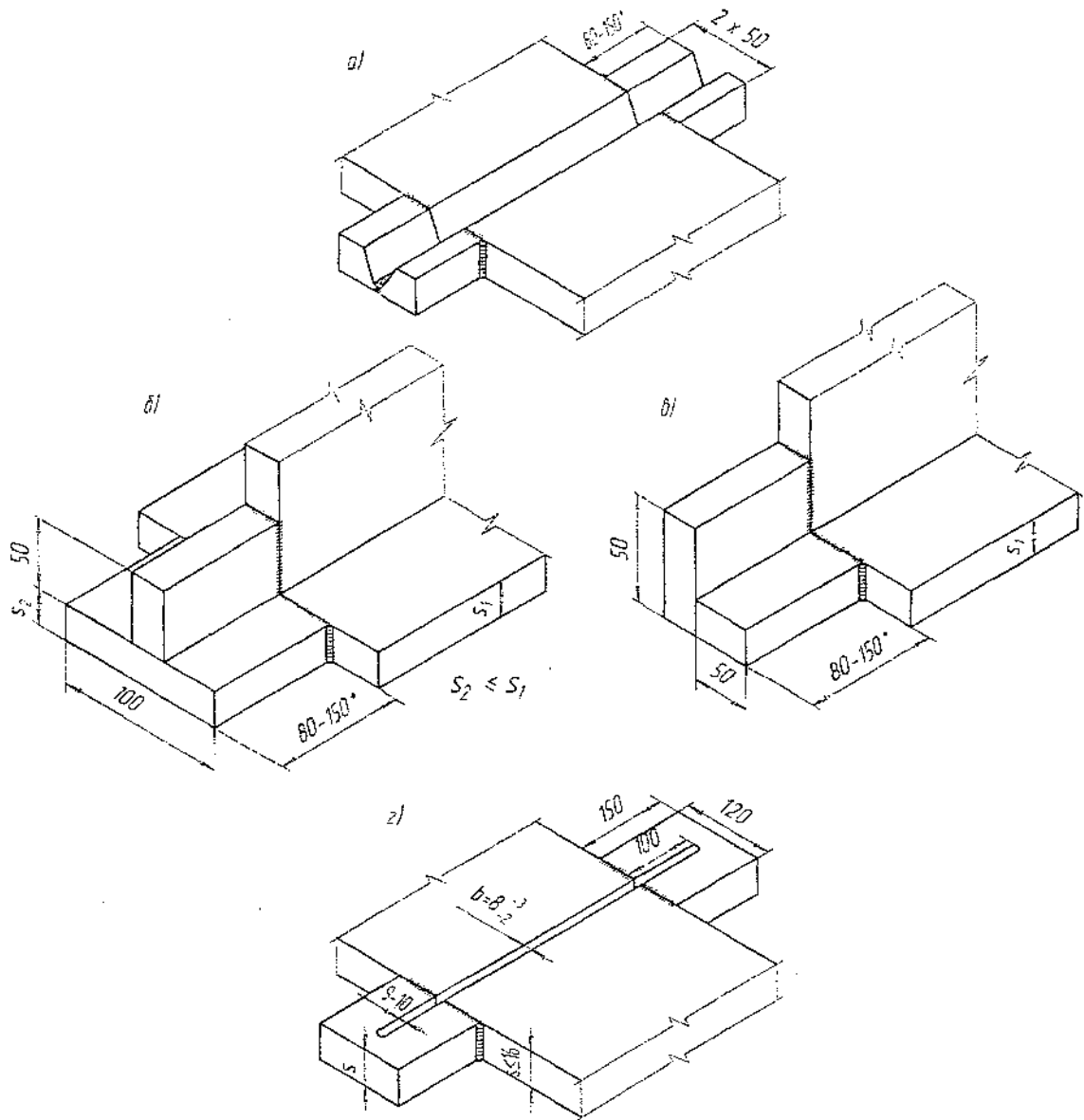
В стыковых соединениях с разделкой кромок, а также в угловых, тавровых и нахлесточных соединениях следует применять съемные (сборные) выводные планки (рисунок 18, а, б, в). Тип разделки кромок на свариваемых листах и выводных планках должен быть одинаковым. Сборные выводные планки в стыковых швах должны быть качественно проварены между собой по разделке кромок и на всю длину планок с высотой шва не менее 8 мм.

При автоматической сварке под флюсом с металлохимической присадкой (АФ с МХП) стыковых соединений толщиной до 16 мм включительно рекомендуется применять цельные выводные планки с прорезью, ширина которой равна 9–10 мм (рисунок 18, г).

Приварку выводных планок к свариваемым деталям производят сначала по двум вертикальным торцевым кромкам (для уменьшения угловой деформации), а затем по верхней горизонтальной плоскости на всю ширину планки. Для приварки выводных планок следует применять ручную дуговую сварку электродами типа Э50А. Допуски на точность установки планок такие же, как для свариваемых деталей.

Выводные планки должны изготавливаться и поставаться заводом-изготовителем мостовых металлоконструкций из сталей марок, примененных в основных конструкциях, одновременно с поставкой первой партии металлоконструкций на стройплощадку. Выводные планки срезают газовой резкой сразу после сварки и разборки стыка, исключая возможность врезки в основной металл конструкции, и затем выполняют контроль качества стыкового шва методом ВИК и УЗД. Места реза планок зачищают шлифмашинкой и осматривают с лупой 7<sup>x</sup> увеличения; видимые дефекты по торцам швов устраняют; риски от абразивного круга должны располагаться вдоль оси пролётного строения.

7.11 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, 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.



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

г – цельные с прорезью для сварки с металлохимической присадкой при толщине свариваемых листов до 16 мм включительно

Рисунок 18 – Выводные планки для монтажных сварных соединений

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

7.12 Собранные на прихватках стыки до постановки формирующих подкладок следует принимать лицам, ответственными за соблюдение установленной технологии сборки и сварки и обеспечение проектного стройподъема, геометрии и положения собираемых конструкций в плане.

Любые недопустимые отклонения по сборке от требований настоящего стандарта организации (по депланации кромок, зазору, размерам и качеству прихваток и т.д.) или по строительному подъему, геометрии и положению конструкции в плане согласно чертежам КМ следует устранять путём частичной или полной разрезки прихваток стыка с последующей сборкой и повторной приёмкой.

Результат приёмки сборки следует отражать в соответствующей графе журнала сварочных работ и фиксировать подписью ответственного лица (лиц).

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

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

Рекомендуются следующие типы формирующих подкладок для монтажных стыковых соединений металлоконструкций пролётных строений:

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

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

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

- керамические плоские – для механизированной сварки в смеси защитных газов и ручной дуговой сварки и керамические цилиндрические подкладки диаметром 8 мм для вертикальной (наклонной) и горизонтальной сварки с применением любого способа монтажа конструкций.

Для медных подкладок следует применять листовую или полосовую медь марок М1, М1р, М2, М2р, М3, М3р, ГОСТ 859 и ГОСТ 1173.

Толщину медных подкладок следует принимать:

- 16 мм – для сварки стыков на токах до 600 А;

- 18–20 мм – для сварки корневого прохода при силе тока более 600 А.

Ширину формирующей канавки в подкладке следует принимать:

- 12–16 мм – для ручной дуговой сварки и механизированной сварки в смеси защитных газов;

- 16–20 мм – для сварки способом АФ на токах до 600 А включительно;

- 22–24 мм – при сварке способом АФ на токах свыше 600 А.

Глубину канавки следует принимать:

- 1,5–2,0 мм для автоматической сварки;

- 1,0–1,5 мм для ручной и механизированной сварки.

Длину медных подкладок принимают равной 400–800 мм.

Медные подкладки могут укладываться в стальную обойму, прикрепляться к стальной полосе винтами впотай или просто поджиматься к стыкуемым кромкам через стальную полосу толщиной 10–12 мм.

Схемы сборки монтажных стыковых соединений под одностороннюю автоматическую сварку под флюсом показаны на рисунке 19.

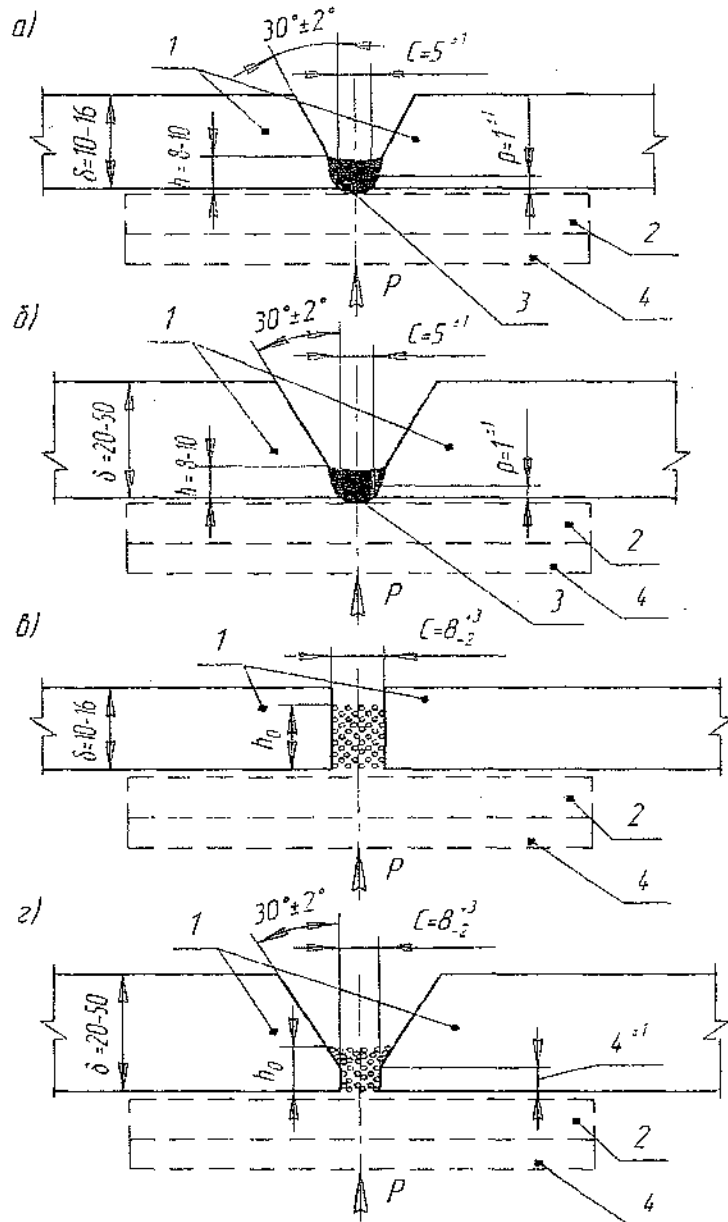
Между изделием и стекло-медными или медными подкладками следует уложить (натянуть) два-три слоя плотной стеклоткани толщиной 0,25–0,30 мм марок Т10, Т11 или Т13 по ГОСТ 19170. Стеклоткань перед применением прокалывают при температуре (150–200) °С в течение двух часов.

7.13 При сборке под сварку монтажных соединений металлоконструкций пролётных строений следует осуществлять пооперационный контроль качества выполнения сборочных операций. Особенно тщательно следует выполнять геодезический контроль в плане, в профиле по строительному подъему и по длине собираемых металлоконструкций до их сварки согласно указаниям технологического регламента на монтажную сборку и сварку элементов конкретного пролётного строения, и после их сварки.

7.14 Монтажную сборку и сварку металлоконструкций пролётных строений при температуре наружного воздуха до минус 20 °С включительно следует выполнять в укрытиях с предварительным подогревом свариваемых кромок и участков основного металла до температуры (150–200) °С.

Монтажную сборку и сварку металлоконструкций пролётных строений при температуре наружного воздуха ниже минус 20 °С до минус 30 °С включительно следует выполнять в специальных теплоизолированных защитных укрытиях («тепляках») с лицевой и обратной сторон свариваемых элементов, обогреваемых калориферами или теплогенераторами. При этом температура воздуха внутри «тепняка» должна быть не ниже минус 10 °С на расстоянии  $\approx 1$  метр от кромки стыка по вертикали. Технологические особенности сборки и сварки металлоконструкций при указанных отрицательных температурах должны быть изложены в технологическом регламенте на монтажную сварку конкретного объекта.

Монтажная сборка и сварка металлоконструкций пролётных строений стальных мостов при температуре наружного воздуха ниже минус 30 °С запрещается.



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

Рисунок 19 – Схемы сборки монтажных стыковых соединений под одностороннюю автоматическую сварку под флюсом



## 8 Технология сварки монтажных соединений

### Общие требования сварки листовых конструкций

8.1 Монтажную сварку конструкций пролётных строений стальных мостов следует выполнять в соответствии с утверждённым главным инженером (техническим директором) строительно-монтажной организации технологическим регламентом (ТР). В Технологическом регламенте на монтажную сварку конкретного пролётного строения на основе настоящего стандарта организации устанавливают последовательность сборочно-сварочных операций, применяемую оснастку, сварочное оборудование, сварочные материалы, режимы сварки и порядок наложения швов, операции по контролю качества и др.

К указанному регламенту, на основании его положений, монтажной организацией должны быть разработаны операционные карты технологического процесса сварки (КТПС) по каждому применяемому на стройплощадке способу (технологии) сварки стыковых и тавровых соединений соответствующих толщин и маркировочные схемы монтажных сварных швов. Форма типовой операционной КТПС приведена в приложении Ж настоящего стандарта организации.

8.2 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.

Сварку монтажных соединений мостовых конструкций следует выполнять на постоянном токе обратной полярности (минус на конструкции). Способ монтажной сварки должен быть указан в чертежах КМ, а технология, режимы монтажной сварки и другие технологические детали (например, размеры электроприхваток, высоту засыпки МХП в сварочный зазор и др.) – в технологическом регламенте на выполнение сварных монтажных соединений конкретного объекта.

8.3 Способы и технологические особенности сварки монтажных соединений и области их применения в мостовых конструкциях приведены в таблице 3.

8.4 В монтажных стыковых, тавровых и угловых соединениях из сталей класса прочности С345 и С390 независимо от применяемых сочетаний толщин указанных сталей, необходимо выполнять на стройплощадке предварительный подогрев свариваемых кромок и прилегающих к ним участков основного металла шириной не менее 60 мм для толщин до 25 мм включительно и не менее 80 мм для толщин более 25 мм до температуры 100–120 °С при положительной температуре окружающего воздуха (выше 0 °С) и до температуры 150–200 °С при отрицательной температуре окружающего воздуха (ниже 0 °С).

Вышеуказанный предварительный подогрев свариваемых кромок сначала следует выполнять с обратной стороны стыка до постановки стеклоткани и соответствующих подкладок, а после постановки подкладок – выполнять с лицевой стороны монтажного соединения непосредственно перед сваркой или в процессе сварки с опережением её. При многопроходной сварке в случае перерыва, сопровождающегося охлаждением металла шва до плюс 80 °, предварительный подогрев повторяют.

8.5 Монтажную сборку и сварку металлоконструкций пролётных строений в зимний период при отрицательных температурах следует выполнять с применением специальных защитных укрытий по указаниям 7.14 настоящего стандарта организации и указаниям технологического регламента на выполнение монтажных сварных соединений конкретного объекта строительства.

Т а б л и ц а 3 – Способы (технологии) монтажной сварки мостовых конструкций

Способ (технология) сварки	Область применения в мостовых конструкциях
1. Автоматическая под флюсом с МХП на формирующих подкладках (АФ с МХП)	<p>Односторонняя сварка стыковых соединений толщиной до 16 мм включительно без разделки и с V-образной разделкой кромок в нижнем положении по рисунку 21</p> <p>Односторонняя сварка стыковых соединений толщиной 20–50 мм и более с V-образной разделкой кромок в нижнем положении по рисунку 23</p>
2. Автоматическая под флюсом по ручной подварке корня стыкового шва (РД+АФ) с применением подкладок и «на весу» (без подкладок)	Односторонняя сварка стыковых соединений толщиной 10–50 мм и более с V-образной разделкой кромок в нижнем положении по рисунку 25
<p>Автоматическая под флюсом по механизированной подварке в смеси защитных газов* корня стыкового шва с применением подкладок и «на весу»:</p> <p>3. Подварка корня шва проволокой сплошного сечения (МП+АФ)</p> <p>4. Подварка корня шва порошковой проволокой (МПГ+АФ)</p>	Односторонняя сварка стыковых соединений толщиной 10–50 мм и более с V-образной разделкой кромок в нижнем положении по рисунку 25
<p>Автоматическая в смеси защитных газов* с применением подкладок и «на весу» (без подкладок):</p> <p>5. Порошковой проволокой (АППГ)</p>	Стыковые соединения толщиной 8–50 мм, свариваемые во всех положениях, кроме потолочного, с V-, K-, и X-образной разделкой кромок
6. Автоматическая в смеси защитных газов* по механизированной в смеси газов* подварке корня стыкового шва с применением подкладок и «на весу» порошковыми проволоками (МПГ+АППГ)	Стыковые соединения толщиной 8–50 мм с разделкой кромок, свариваемые в вертикальном (наклонном) положении и в горизонтальном положении на вертикальной плоскости
7. Автоматическая в смеси защитных газов* порошковыми проволоками по ручной подварке корня стыкового шва с применением подкладок и «на весу» (РД+АППГ)	Стыковые соединения толщиной 8–50 мм с разделкой кромок, свариваемые в вертикальном (наклонном) положении и в горизонтальном положении на вертикальной плоскости

## Продолжение таблицы 3

Способ (технология) сварки	Область применения в мостовых конструкциях
8. Автоматическая вертикальная (наклонная) под слоем расплавленного флюса проволоками сплошного сечения («расщеплённым электродом») с принудительным формированием стыкового шва в медных водоохлаждаемых ползунах** (АФ <sub>верт.</sub> )	Стыковые соединения толщиной до 20 мм включительно без разделки кромок, свариваемые в вертикальном (наклонном) положении
9. Механизированная под флюсом (МФ)	Односторонняя сварка стыковых соединений толщиной 8–50 мм с V-образной разделкой кромок в нижнем положении
	Угловые, тавровые и нахлесточные соединения металла толщиной 8–50 мм, выполняемые в нижнем положении сваркой «в угол»
Механизированная в смеси защитных газов* с применением подкладок и «на весу»: 10. Порошковой проволокой (МП) 11. Проволокой сплошного сечения (МП)	Стыковые соединения толщиной 8–50 мм, свариваемые во всех пространственных положениях, с V-, K-, и X-образной разделкой кромок
	Угловые, тавровые и нахлесточные соединения металла толщиной 8–50 мм, свариваемые во всех пространственных положениях
Механизированная в смеси защитных газов* по ручной подварке корня стыкового шва с применением подкладок и «на весу»: 12. Порошковой проволокой (РД+МП) 13. Проволокой сплошного сечения (РД+МП)	Стыковые соединения толщиной 8–50 мм с разделкой кромок, свариваемые во всех пространственных положениях
	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 6.8 настоящего стандарта организации

Окончание таблицы 3

Способ (технология) сварки	Область применения в мостовых конструкциях
15. Ручная электродуговая (РД)	Швы стыковых, угловых, тавровых и нахлесточных соединений металла толщиной 8–50 мм и более с разделкой кромок в стыковых соединениях, а также без разделки и с разделкой кромок в тавровых соединениях во всех пространственных положениях.  Исправление дефектов после автоматической или механизированной сварки.
16. Контактно-стыковая сварка оплавлением упоров с применением защитных керамических колец (КСО)	Приварка упоров (шпилек) диаметром 22 и 24 мм по СТП 015-2001, СТП 016-2002
<p>*- Смесь защитных газов по указаниям 6.11 настоящего стандарта организации</p> <p>** - Этот способ (технология) сварки разрешается применять только для вертикальных (наклонных) стыковых соединений толщиной до 20 мм включительно пролётных строений автодорожных мостов, путепроводов и эстакад обычного исполнения (расчётная минимальная температура до минус 40 °С включительно).</p>	

8.6 Режимы монтажной сварки стыковых и тавровых соединений из сталей по ГОСТ 6713, ГОСТ Р 55374, а также по СТО 13657842-1-2009 следует назначать на основе рекомендуемых режимов сварки, приведённых в данном разделе настоящего стандарта организации и уточняемых в технологическом регламенте по монтажной сварке конкретного объекта с учётом:

- 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, в т.ч. с применением МХП, при диаметре проволоки 4,0 мм не более 4,5 кДж/мм (10800 кал/см);
  - для способа сварки МФ при диаметре проволоки 2,0 мм не более 2,0 кДж/мм (4800 кал/см);
  - для способов сварки в смеси защитных газов МП, МПГ, АППГ при диаметре проволоки 1,2...1,4 мм не более 1,8 кДж/мм (4300 кал/см);
  - для способа сварки РД при диаметре электрода 4,0 мм не более 1,4 кДж/мм (3400 кал/см).

Расчёт погонной энергии сварки следует выполнять по следующей формуле:

$$q_n = \frac{0,24 \cdot I_{св} \cdot U_d \cdot \eta}{V_{св}}$$

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

$I_{св}$  – сварочный ток, А;

$U_d$  – напряжение дуги, В;

$\eta$  – эффективный к.п.д. процесса нагрева металла сварочной дугой;

(0,7-0,8) – для способов сварки открытой дугой – РД, МП, МПГ, АППГ;

(0,85-0,95) – для способов сварки под флюсом – АФ, МФ;

$V_{св}$  – скорость сварки, см/сек.

8.7 При назначении параметров режима сварки следует соблюдать следующие условия (рисунок 20):

а) коэффициент формы провара должен составлять  $\frac{e}{h} \geq 1,2$  для стыковых и угловых швов;

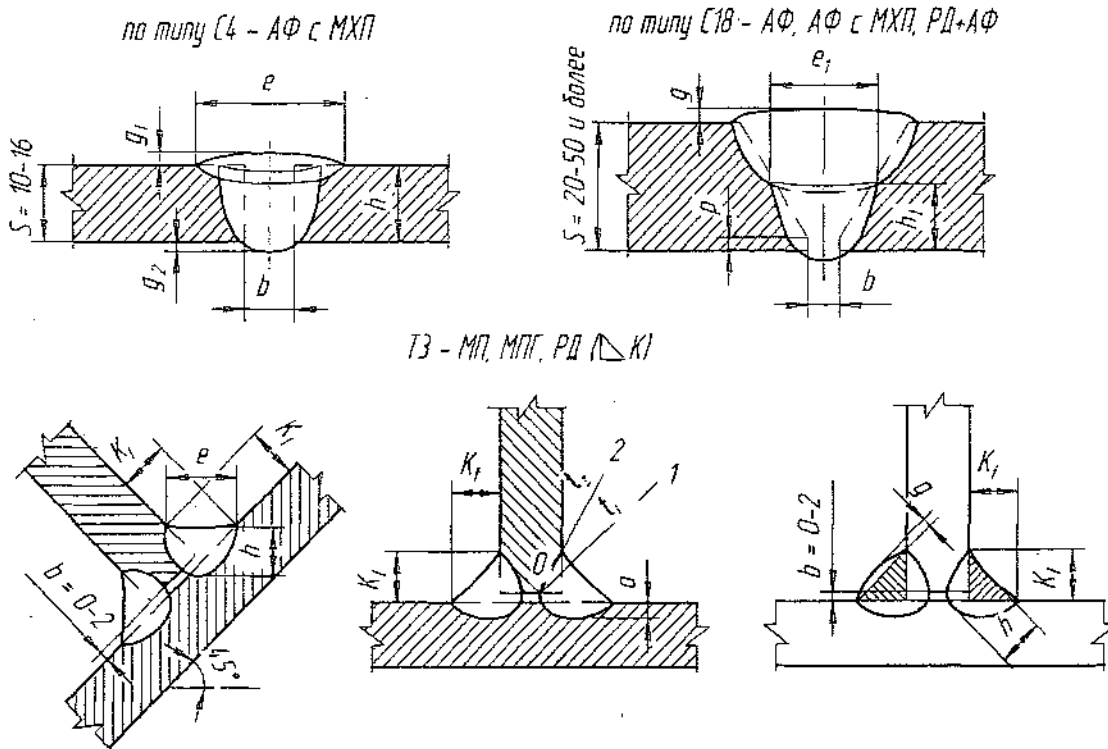
$\frac{e_1}{h_1} \geq 1,4$  – для корневого прохода, выполненного автоматической сваркой под флюсом, в т.ч. и с применением МХП, при сварке листов толщиной 20...50 мм и более, при этом проплавление должно быть симметричным для обеих кромок. При многослойной сварке стыковых соединений с разделкой кромок допускается  $\frac{e}{h} = 1,0$ ;

б) в угловых швах (см. рисунок 20) 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;  $\beta_f$  и  $\beta_z$  – коэффициенты расчетных сечений угловых швов, принимаемые по СП 35.13330.2011;

в) оптимальными следует считать угловые швы с вогнутым или прямолинейным очертанием их поверхности в поперечном сечении и с плавными переходами к основному металлу по зонам сплавления без наплывов и подрезов. Такие угловые швы получают при сварке «в угол» при правильно подобранном режиме сварки и при достаточном опыте исполнителя;

г) оптимальными следует считать стыковые швы, геометрические параметры которых соответствуют указаниям 12.7 настоящего стандарта организации;

д) допускаемая выпуклость стыковых и угловых швов, а также вогнутость стыковых швов – по таблице 15 настоящего стандарта организации; вогнутость угловых швов – не более 30 % значения катета шва, но не более 3 мм (см. таблицу 16); при этом вогнутость не должна приводить к уменьшению значения катета шва  $K_f$ , установленного при проектировании. Сопряжение поверхности усиления стыкового и углового шва с основным металлом – по 1.17 таблицы 15. Отклонения катетов угловых швов не должны превышать значений, указанных в таблице 16; допуски по подрезам следует принимать по таблице 15 настоящего стандарта организации.



$h$  – глубина проплавления;  $p$  – притушение;  $e$  – ширина шва;  $g, g_1, g_2$  – высота усиления;  $K_f$  – катеты угловых швов;  $b$  – зазор.

Рисунок 20 – Схемы поперечных сечений стыковых и угловых швов

8.8 Режимы сварки, применяемые технологии сварки, сварочные материалы и 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 нормативным документам;

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

в) минимальное значение относительного удлинения металла стыкового и углового швов на пятикратных образцах  $\delta_5$  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 КСУ (Менаже) при расчетной отрицательной температуре, указанной в чертежах КМ конкретного пролётногo строения, для стыковых соединений должны быть не менее 29 Дж/см<sup>2</sup>.

Температура испытания образцов сварных стыковых соединений на ударный изгиб (КСУ) должна соответствовать для конструкций железнодорожных, совмещённых, автодорожных и пешеходных мостов, путепроводов и эстакад – минус 40 °С в обычном исполнении, минус 50 °С в северном А и минус 60 °С в северном Б исполнении.

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

8.10 Сварку конструкций следует производить после приемки операций сборки. Перед сваркой соединение должно быть очищено от шлака на прихватках, пыли и других загрязнений, появившихся уже после подготовки кромок под сварку. При наличии в соединении пересекаемых (заваренных на заводе или на монтаже) стыковых швов, усиление их в местах 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.

Направление оси электродной проволоки при сварке стыковых соединений должно быть по оси симметрии зазора. При многопроходной сварке с V-образными скосами кромок это требование относится лишь к сварке первых слоёв. Последующее заполнение разделки кромок следует производить со смещением электродной проволоки влево и вправо от оси стыка так, чтобы каждый последующий слой шва перекрывал предыдущий на 1/3 его ширины.

В процессе выполнения сварного шва, при выполнении промежуточных слоёв и особенно облицовочных слоев, необходимо каждый проход выполнять только после того, как температура металла шва предыдущего слоя не будет превышать плюс 250 °С и не ниже плюс 80 °С.

При обрыве дуги в процессе наложения 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 на основном металле и вывод кратера на него.

Начинать и заканчивать сварку следует на выводных планках (если шов не входит в «замкнутый контур»), которые удаляют сразу после сварки и разборки стыка, и затем следует выполнить контроль качества шва методами ВИК и УЗД.

8.11 По окончании сварки металл шва и прилегающие к нему участки основного металла следует очистить от шлака и брызг, шов осмотреть и сразу же устранить все видимые дефекты.

Номер каждого выполненного сварного соединения по маркировочной схеме и дату сварки следует занести в Журнал сварочных работ с росписями сварщика и руководителя сварочных работ. Маркировать монтажные сварные соединения ударным способом (клеймением) запрещается.

После механической обработки и термической (термомеханической) правки (при необходимости) сварных соединений выполняют контроль их качества методами ВИК и УЗД.

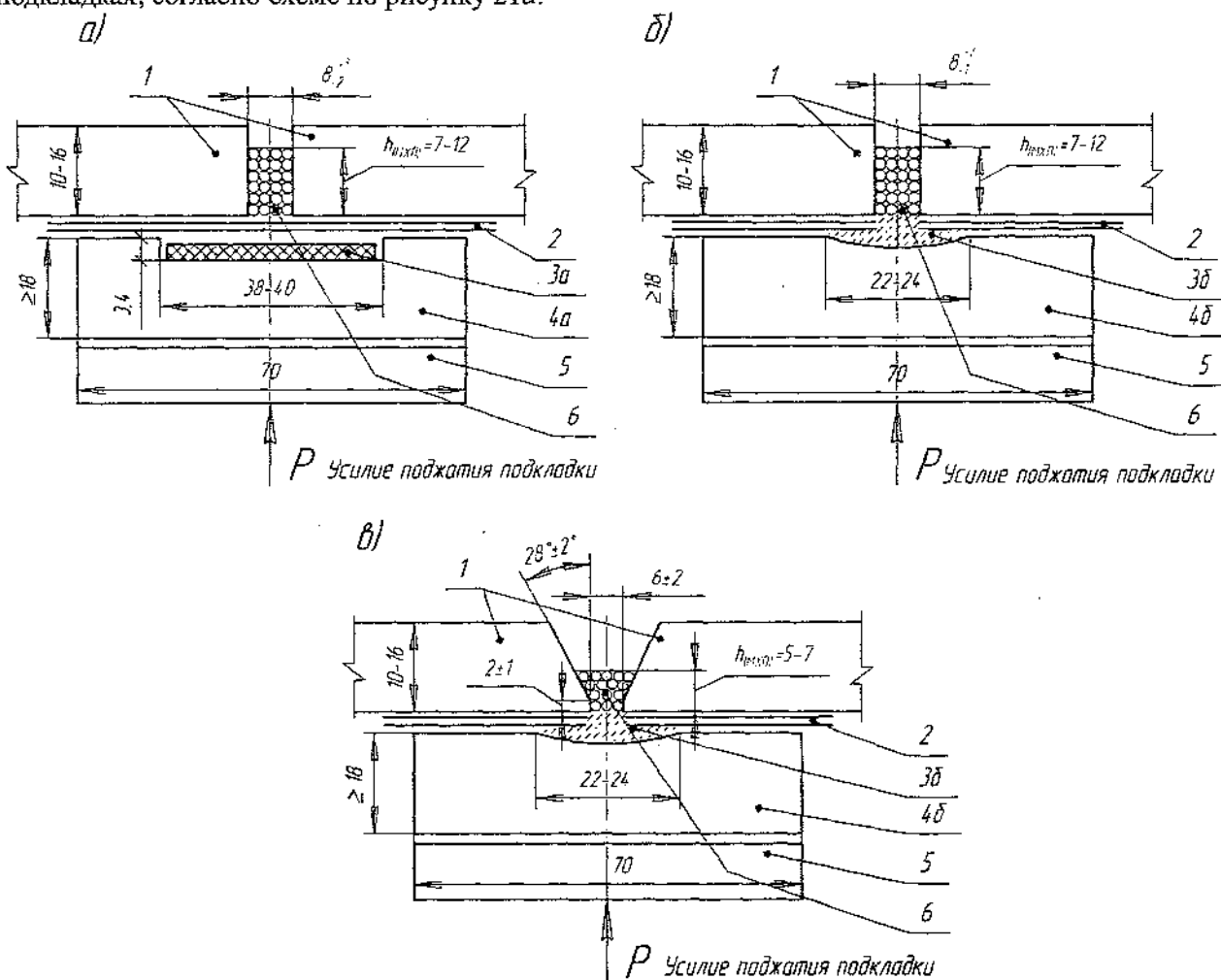
8.12 Элементы, свариваемые на монтаже двусторонними швами с перекантовкой, допускается перекантовывать только после остывания шва ( $\delta \leq 20$  мм) первого прохода до

температуры не выше +100 °С и принять меры против динамических нагрузок, а для стыков толщиной 25–50 мм и более – не выше +40 °С.

**I Технологии монтажной сварки листовых конструкций**

**I Способ сварки АФ с МХП монтажных стыков толщиной от 10 до 16 мм включительно**

8.13 Монтажные стыковые соединения толщиной от 10 до 16 мм включительно конструкций автодорожных пролётных строений стальных мостов, путепроводов и эстакад из сталей по ГОСТ 6713, ГОСТ Р 55374 и СТО 13657842-1-2009 обычного исполнения собирают под автоматическую сварку под флюсом с МХП без разделки кромок на формирующих стекло-медных подкладках, согласно схеме по рисунку 21а.



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

Рисунок 21 – Схемы сборки монтажных стыковых соединений толщиной 10–16 мм включительно под одностороннюю автоматическую сварку под флюсом с МХП (АФ с МХП)

- а* – для конструкций автодорожных мостов обычного исполнения (до минус 40 °С включительно);
- б* – для конструкций автодорожных мостов северного исполнения зоны А (до минус 50 °С включительно) и железнодорожных мостов обычного исполнения;
- в* – для конструкций автодорожных мостов северного исполнения зоны Б (до минус 60 °С включительно) и железнодорожных мостов северного исполнения зоны А

Стыковые соединения металлоконструкций автодорожных мостов северного исполнения А (до минус 50 °С включительно) и железнодорожных мостов обычного исполнения собирают под монтажную сварку без разделки кромок на медных подкладках по рисунку 21б, а автодорожных мостов северного исполнения Б (до минус 60 °С) и железнодорожных мостов северного исполнения зоны А – по рисунку 21в с V-образной разделкой кромок на медных подкладках.

8.14 Перед установкой полосок стеклоткани и медных подкладок выполняют подогрев кромок с обратной стороны стыка пламенем газовой горелки до температуры, указанной в 8.4 настоящего стандарта организации.

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

Перед сваркой выполняют подогрев стыкуемых кромок с лицевой стороны стыка по указаниям 8.4 настоящего стандарта организации. В стыках собранных на медных подкладках по рисункам 21б и 21в следует перед засыпкой МХП сжечь стеклоткань в зазоре стыка и затем удалить продукты сжигания стеклоткани.

8.15 Металлохимическую присадку (МХП) следует засыпать в сварочный зазор перед первым проходом сварочного автомата после подогрева кромок стыка с лицевой стороны до температуры, указанной в 8.4 настоящего стандарта организации.

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

Для стыков  $\delta = 10\text{--}16$  мм включительно, выполняемых без разделки свариваемых кромок по рисункам 21а и 21б следует принимать:

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

Для стыков  $\delta = 10\text{--}16$  мм включительно, выполняемых с V-образной разделкой кромок по рисунку 21в, МХП следует засыпать на высоту 5–7 мм (при зазоре 4–6мм – на высоту 5 мм, а при зазоре 6–8 мм – на высоту 7 мм).

8.16 Режимы односторонней автоматической сварки под флюсом с МХП стыковых соединений толщиной 10–16 мм включительно следует устанавливать по указаниям таблицы 4.

Т а б л и ц а 4 – Режимы односторонней автоматической сварки под флюсом с МХП монтажных стыковых соединений толщиной 10–16 мм включительно

Слой стыкового шва	Параметры режима автоматической сварки проволокой $\varnothing 4$ мм		
	Сила тока $I_{св}$ , А	Напряжение дуги, $U_{д}$ , В	Скорость сварки $V_{св}$ , м/час
Первый с МХП по рис. 21а и 21б (без разделки кромок)	750–800	36–38	18–19
Первый с МХП по рис. 21в (с V-образной разделкой кромок)	600–650	35–36	19–21
	Вылет электрода – 36–38 мм		
Второй и последующие без МХП по рис. 21а	550–600	38–40	19–21



## Окончание таблицы 4

Второй и последующие без МХП по рис.21б и 21в (север А и Б)	450–500	36–38	23–25
	Вылет электрода – 38–40 мм		
Примечание – При усилении шва с лицевой стороны более 3,5 мм механическая обработка поверхности стыков обязательна.			

Перед выполнением второго и последующих проходов необходимо проконтролировать температуру шва и околошовной зоны, при этом температура указанных зон монтажного сварного стыкового соединения должна быть не ниже плюс 80 °С и не выше плюс 250 °С.

8.17 Медные подкладки следует снимать после полного окончания сварки стыка и его остывания до температуры  $\approx +40$  °С.

8.18 Геометрические параметры монтажных сварных стыковых соединений толщиной 10-16 мм включительно, выполненных автоматической сваркой под флюсом с МХП, должны соответствовать указаниям рисунка 22. При этом в стыках, выполненных на стекло-медных подкладках по рисунку 21а, допускаются «подмывы» по линии сплавления обратного валика шва с основным металлом на глубину до 1,0 мм, а радиус в дне «подмыва» должен составлять  $R \geq 2,0$  мм.

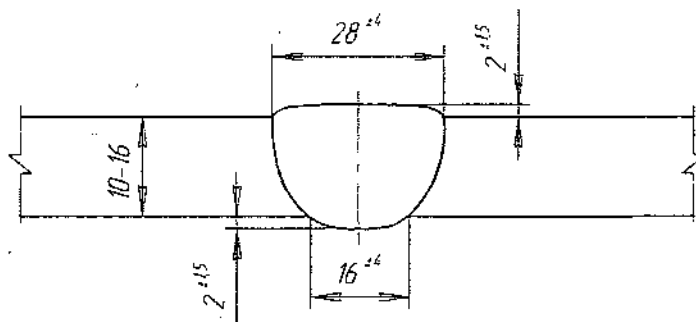
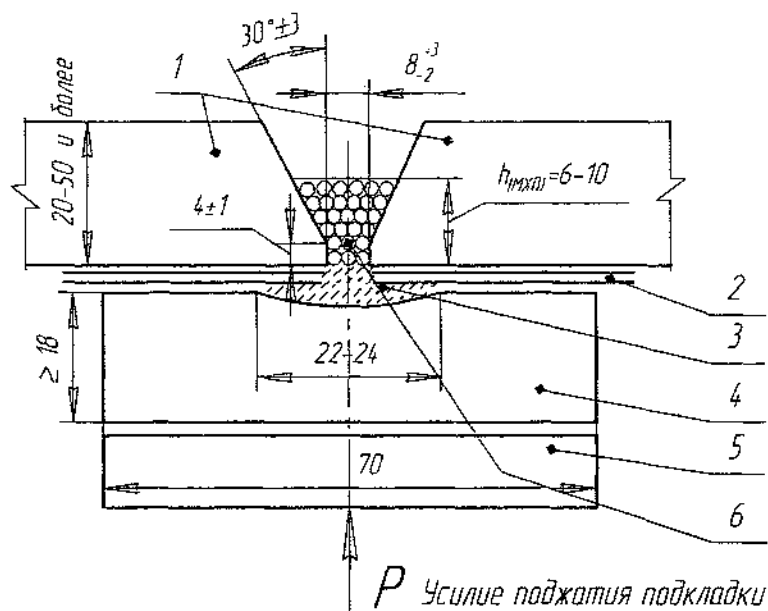


Рисунок 22 – Геометрические параметры стыковых швов сварных соединений толщиной 10–16 мм включительно, выполненных автоматической сваркой под флюсом с МХП

### 2 Способ сварки АФ с МХП монтажных стыков толщиной 20–50 мм и более

8.19 Стыковые соединения, выполняемые автоматической сваркой под флюсом с МХП, толщиной 20–50 мм и более собирают под сварку с V-образной разделкой кромок на медных подкладках по рисунку 23.



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

Рисунок 23 – Схема сборки монтажных стыковых соединений толщиной 20–50 мм и более под одностороннюю автоматическую сварку под флюсом с МХП для конструкций автодорожных мостов любого типа исполнения и железнодорожных мостов обычного и северного исполнения зоны А

Металлохимическую присадку засыпают в сварочный зазор перед первым проходом сварочного автомата после подогрева кромок стыка с лицевой стороны до температуры 100–140 °С (см. 8.4). Перед засыпкой МХП следует сжечь стеклоткань в зазоре стыка и затем удалить продукты сжигания стеклоткани.

Высота засыпки МХП при первом проходе сварочного автомата в стыках  $\delta = 20\text{--}50$  мм и более должна составлять 6–8 мм при зазоре в стыке 6–8 мм и 9–10 мм при зазоре 9–11 мм.

8.20 Режимы автоматической сварки под флюсом с МХП данных стыковых соединений с V-образной разделкой кромок сварочной проволокой диаметром 4,0 мм следует принимать по указаниям таблицы 5.

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

В процессе сварки необходимо контролировать температуру шва и околошовных зон. Перед началом сварки каждого прохода температура шва и околошовных зон должна быть не ниже плюс 80 °С и не выше плюс 250 °С.

Т а б л и ц а 5 – Режимы односторонней автоматической сварки под флюсом с МХП монтажных стыковых соединений с V-образной разделкой кромок толщиной 20–50 мм и более

Слой стыкового шва	Параметры режима автоматической сварки проволокой диаметром 4,0 мм		
	Сила сварочного тока $I_{св}$ , А	Напряжение дуги $U_{д}$ , В	Скорость сварки $V_{св}$ , м/ч
1-й слой с МХП	740–780	36–38	18–19
промежуточные без МХП	600–650	37–39	18–19
облицовочные без МХП	550–600	38–40	18–19

Вылет электрода составляет:

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

8.21 Геометрические параметры сварных стыковых соединений с V-образной разделкой кромок толщиной 20–50 мм и более, выполненных автоматической сваркой под флюсом с МХП, должны соответствовать указаниям рисунка 24.

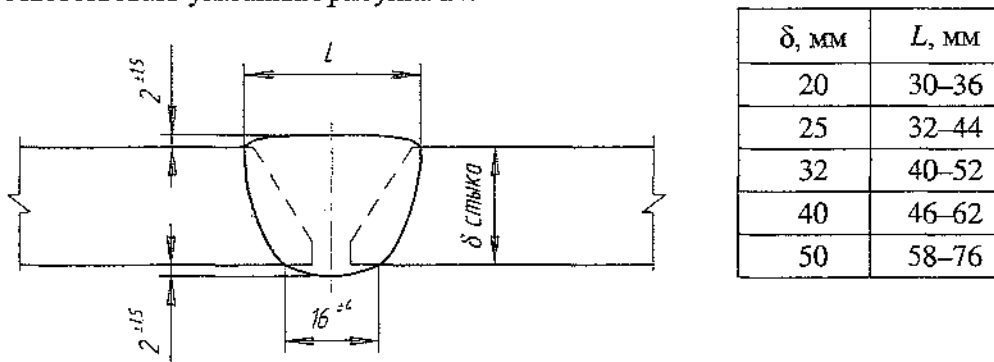
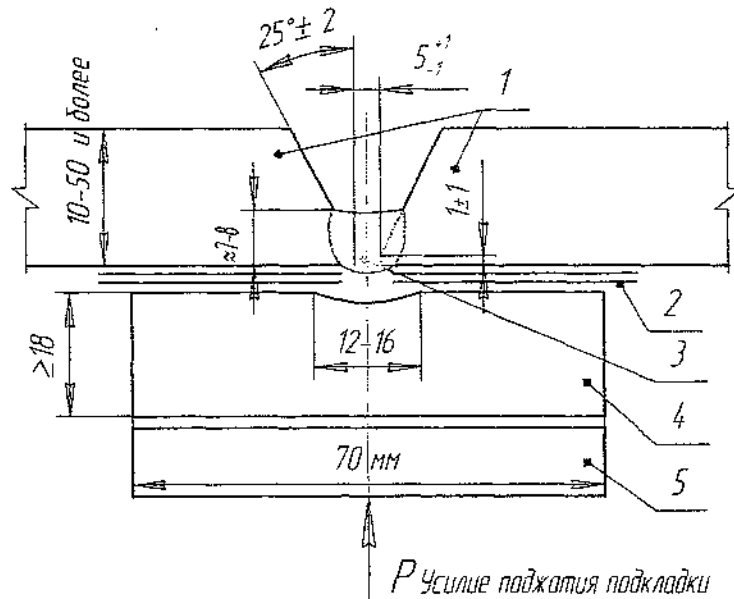


Рисунок 24 – Геометрические параметры стыковых швов толщиной 20–50 мм с V-образной разделкой кромок, выполненных автоматической сваркой под флюсом с МХП

### 3 Способ автоматической сварки под флюсом монтажных стыков толщиной 10–50 мм и более по ручной или механизированной подварке корня шва (РД/МП/МПП+АФ)

8.22 Стыковые соединения толщиной 10–50 мм и более с V-образной разделкой кромок, выполняемые автоматической сваркой под флюсом по ручной или механизированной подварке корня шва (способ РД/МП/МПП+АФ), следует собирать под сварку на медных подкладках с узкой канавкой шириной 12–16 мм по рисунку 25.



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

Рисунок 25 – Схема сборки монтажных стыков толщиной 10–50 мм и более с V-образной разделкой кромок под автоматическую сварку под флюсом по ручной или механизированной подварке корня шва (РД/МП/МПГ+АФ) для конструкций автодорожных и железнодорожных мостов любого типа исполнения

8.23 Перед сваркой необходимо выполнить подогрев стыкуемых кромок с обратной стороны стыка до постановки стеклоткани и медных подкладок и затем с лицевой стороны стыка перед сваркой по указаниям 8.4 настоящего стандарта организации.

При использовании данной технологии сварки корневые проходы следует выполнять ручной дуговой сваркой или механизированной сваркой в смеси защитных газов, а заполняющие и облицовочные проходы – автоматической сваркой под флюсом.

8.24 Ручную подварку корня шва следует выполнять электродами диаметром 4 мм по таблице 26 настоящего стандарта организации на следующем режиме:

$$I_{св} = 140-160 \text{ А}$$

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

Механизированную в смеси защитных газов подварку корня шва следует выполнять сварочной проволокой диаметром 1,2 мм по таблице 26 настоящего стандарта организации на следующем режиме:

$$I_{св} = 200-220 \text{ А}, U_{д} = 18-20 \text{ В}, V_{св} = 12-14 \text{ м/час.}$$

Корневой проход выполняют ручной дуговой или механизированной сваркой по меди после сжигания стеклоткани в зазоре стыка и удаления продуктов сжигания стеклоткани. Высота ручной или механизированной подварки после выполнения механической обработки должна составлять ≈ 7-8 мм.

8.25 Автоматическую сварку под флюсом по ручной или механизированной подварке корня шва следует выполнять на режимах, указанных в таблице 6.

Т а б л и ц а 6 – Режимы автоматической сварки под флюсом по ручной или механизированной подварке корня шва монтажных стыковых соединений толщиной 10–50 мм и более с V-образной разделкой кромок

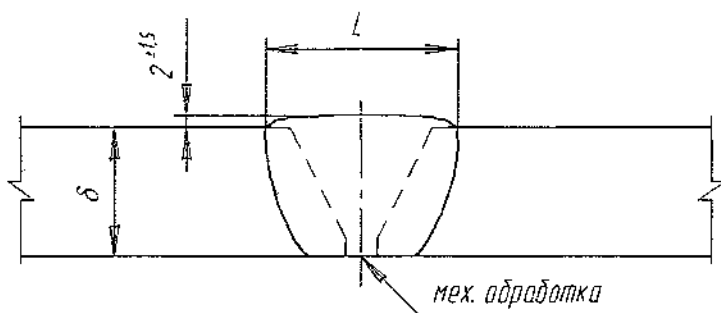
Слой стыкового шва	Параметры режима автоматической сварки проволокой диаметром 4,0 мм		
	Сила сварочного тока $I_{св}$ , А	Напряжение дуги $U_{д}$ , В	Скорость сварки $V_{св}$ , м/ч
1-й проход автомата по ручной (механизированной) подварке корня шва	500–550	36–38	18–19
промежуточные проходы	600–650	38–39	18–19
облицовочные проходы	550–600	38–40	18–21

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

В процессе сварки необходимо контролировать температуру шва и околошовных зон. Перед началом сварки каждого прохода температура шва и околошовных зон должна быть не ниже плюс 80 °С и не выше плюс 250 °С.

8.26 В стыковых соединениях, выполненных автоматической сваркой под флюсом по ручной или механизированной подварке корня шва, при выполнении механической обработки шва обратный валик следует зачистить шлифмашиной заодно с основным металлом на всей длине шва.

8.27 Геометрические параметры монтажных сварных стыковых соединений толщиной 10-50 мм, выполненных автоматической сваркой под флюсом по ручной или механизированной подварке корня шва, должны соответствовать указаниям рисунка 26.



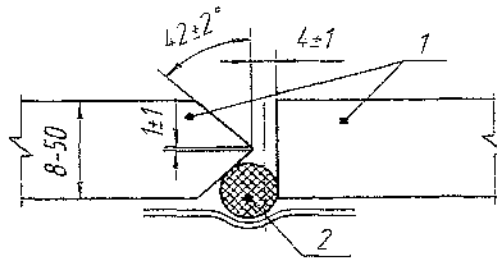
$\delta$ , мм	$L$ , мм
10	16–24
12	18–26
14	20–30
16	22–32
20	30–36
25	32–44
32	40–50
40	46–58
50	58–72

Рисунок 26 – Геометрические параметры стыкового шва с V-образной разделкой кромок, выполненного автоматической сваркой под флюсом по ручной или механизированной подварке корня шва (РД/МП/МПГ+АФ)

**4 Способ монтажной сварки АППГ сварочными комплексами в вертикальном (наклонном) положении со свободным формированием стыкового шва**

8.28 Для монтажной автоматической сварки в смеси защитных газов в вертикальном (наклонном) положении стыковых соединений толщиной 8–50 мм следует применять специальное сварочное оборудование по приложению Е настоящего стандарта организации.

Монтажную автоматическую сварку в смеси защитных газов в вертикальном (наклонном) положении стыковых соединений следует выполнять специальными бесшовными порошковыми проволоками по таблице 2а настоящего стандарта организации. Разделку кромок следует выполнять по типу С15 (ГОСТ 14771) с общим углом в диапазоне  $42 \pm 2^\circ$  и притуплением кромок  $1 \pm 1$  мм (рисунок 27).



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

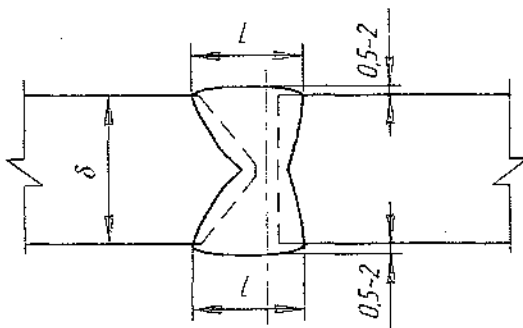
Рисунок 27 – Схема сборки монтажных стыков толщиной 8–50 мм с К-образной разделкой кромок (С15) под автоматическую сварку в смеси защитных газов в вертикальном (наклонном) положении со свободным формированием шва (АППГ) для конструкций автодорожных и железнодорожных мостов любого типа исполнения

8.29 Сварку корневого прохода выполняют с применением гибких цилиндрических керамических подкладок диаметром 8 мм, при этом сварочный зазор в стыке должен быть  $4 \pm 1$  мм.

Перед установкой керамических подкладок следует предварительно подогреть кромки стыкового соединения по указаниям 8.4 настоящего стандарта организации. Подогрев стыкового соединения следует выполнять с 2-х сторон стыка. Перед сваркой температуру стыкового соединения контролируют пирометром, при снижении температуры до плюс  $80^\circ\text{C}$  выполняют дополнительный подогрев зоны сварки.

8.30 Основные и вспомогательные технологические параметры монтажной автоматической сварки в смеси защитных газов стыковых соединений порошковыми проволоками по таблице 2а настоящего стандарта организации в вертикальном (наклонном) положении применительно к сварочному комплексу «ВОСХОД» следует принимать соответственно по таблицам 7 и 8.

8.31 Геометрические параметры монтажных стыковых швов, выполненных способом АППГ, должны соответствовать приведённым на рисунке 28.



$\delta$ , мм	$L$ , мм
8–12	10–15
14	13–17
16	
20	15–19
25	18–21
32	20–24
40	23–28
50	27–33

Рисунок 28 – Геометрические параметры монтажных стыковых швов по типу С15, выполненных способом АППГ в вертикальном (наклонном) положении

Т а б л и ц а 7 – Основные параметры режима монтажной автоматической сварки в смеси защитных газов в вертикальном (наклонном) положении стыковых соединений с разделкой кромок по типу С15 порошковыми проволоками Ø 1,2 мм по таблице 2а

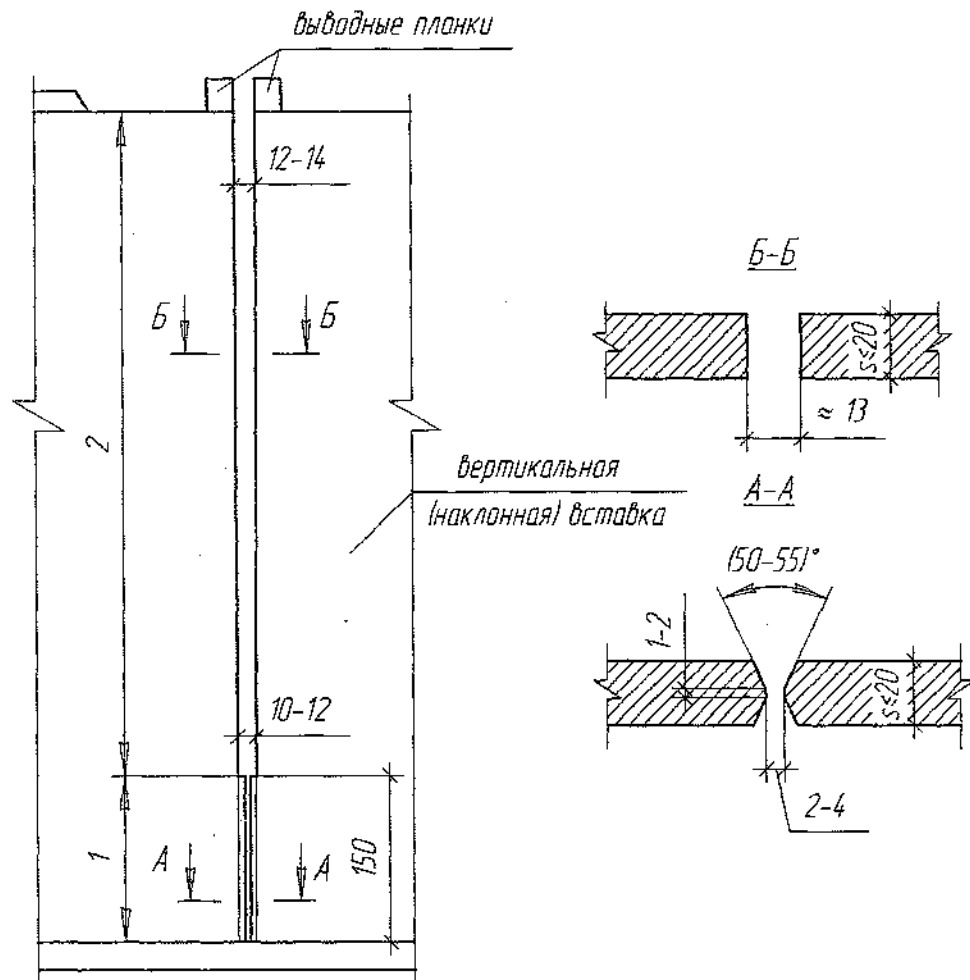
№ п/п	Наименование параметра	Значения		
		Корневой проход	Заполняющие проходы	Облицовочный проход
1	Скорость подачи порошковой проволоки диаметром 1,2мм, см/мин	580–600	600–650	600–650
2	Сила тока, А	180–200	210–220	210–220
3	Напряжение дуги, В	20–22В	22–24В	22–24В
4	Скорость сварки, см/мин	14 <sup>+5</sup> <sub>-3</sub>	16 <sup>+6</sup> <sub>-6</sub>	18 <sup>+6</sup> <sub>-6</sub>
5	Частота колебания горелки, 1/см	8	8	9
6	Амплитуда колебания горелки, мм	4 <sup>+2</sup> <sub>-2</sub>	6 <sup>+2</sup> <sub>-2</sub>	10 <sup>+4</sup> <sub>-4</sub>
7	Время задержки колебания на стороне с разделкой кромки, м/сек	60	110	110
8	Время задержки колебания на стороне без разделкой кромки, м/сек	80	130	130
9	Расход защитной газовой смеси (80%Ar+20%CO <sub>2</sub> )	22–26 л/мин		

Т а б л и ц а 8 – Вспомогательные параметры режима монтажной автоматической сварки в смеси защитных газов в вертикальном (наклонном) положении стыковых соединений с разделкой кромок по типу С15 порошковыми проволоками Ø 1,2 мм по таблице 2а

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

**5 Способ сварки АФ в вертикальном (наклонном) положении с принудительным формированием стыкового шва в медных водоохлаждаемых ползунах**

8.32 Для монтажной автоматической сварки под флюсом в вертикальном (наклонном) положении стыковых соединений толщиной до 20 мм включительно следует применять специальное сварочное оборудование по приложению Е настоящего стандарта организации. Для автоматической сварки под флюсом указанных стыковых соединений в вертикальном (наклонном) положении следует применять сварочные материалы по таблице 2а настоящего стандарта организации. Данные стыковые соединения следует собирать под указанный способ сварки (АФ) в вертикальном (наклонном) положении без разделки свариваемых кромок с зазором 12–14 мм по рисунку 29.



1 – участок ручной или механизированной сварки; 2 – участок автоматической сварки.

Рисунок 29 – Схема сборки стыковых соединений толщиной до 20 мм включительно под автоматическую сварку под флюсом в вертикальном (наклонном) положении (АФ) с принудительным формированием шва в медных водоохлаждаемых ползунах только для конструкций автодорожных мостов обычного исполнения (до минус 40 °С)

8.33 Автоматическую сварку стыковых соединений в вертикальном (наклонном) положении толщиной до 20 мм включительно выполняют способом АФ («расщеплённым электродом») за один проход сварочного аппарата с принудительным формированием шва в медных водоохлаждаемых ползунах. Перед сваркой указанных соединений следует выполнить

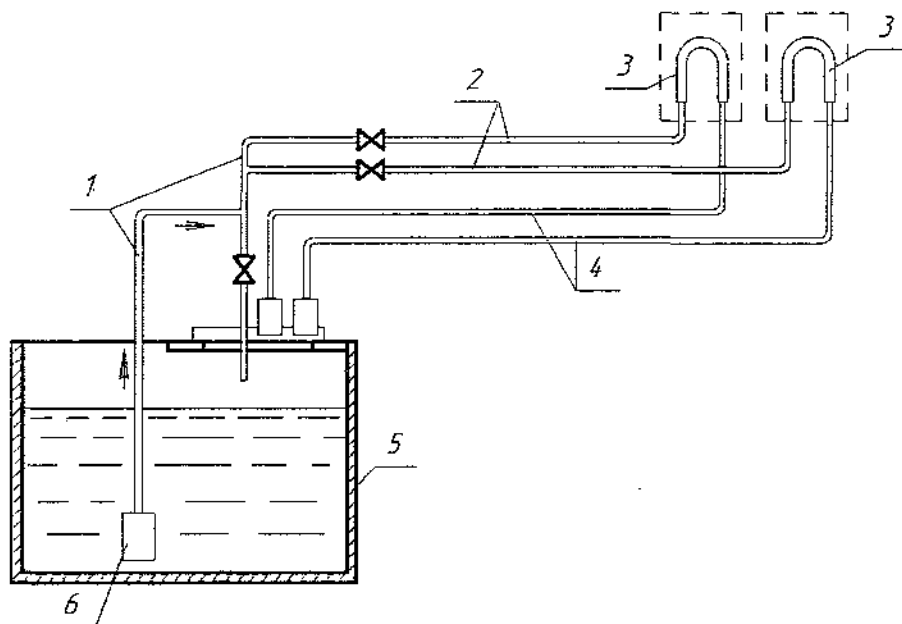


предварительный подогрев кромок таких стыков по указаниям 8.4 настоящего стандарта организации.

8.34 Стыки толщиной до 20 мм включительно сваривают способом АФ в вертикальном (наклонном) положении без скоса кромок. В нижней части таких стыков на длине 150 мм должна быть предусмотрена X-образная разделка кромок по типу С25 по ГОСТ 5264 под ручную дуговую сварку или механизированную сварку в смеси защитных газов (см. рисунок 29).

8.35 Автоматическую сварку стыковых соединений толщиной более 20 мм в вертикальном (наклонном) положении следует выполнять способом АППГ с разделкой кромок по рисунку 27 порошковыми проволоками по таблице 2а со свободным формированием шва.

8.36 В стыках, выполняемых способом АФ с принудительным формированием шва, охлаждение формирующих медных ползунов сварочного аппарата осуществляют посредством замкнутой системы охлаждения (рисунок 30), состоящей из бака емкостью 0,8–1,0 м<sup>3</sup>, водяного насоса производительностью 30–40 л/мин при напоре 30–60 м и двух шлангов – напорного и сливного. При сварке зимой (ниже 0 °С) вода в баке должна постоянно подогреваться или бак должен быть заполнен незамерзающей жидкостью (антифризом).



1 – трубы диаметром 3/4", 2 – подводные шланги, 3 – медные ползуны,  
4 – отводящие шланги, 5 – бак с водой, 6 – насос

Рисунок 30 – Схема охлаждения медных формирующих ползунов при вертикальной (наклонной) сварке стыковых соединений способом АФ

Автоматическую сварку вертикальных (наклонных) стыков толщиной до 20 мм включительно способом АФ с принудительным формированием шва следует выполнять постоянным током обратной полярности на режиме:

- сила сварочного тока – 300–340 А;
- напряжение дуги – 26–30 В;
- скорость сварки – 2,5–3,5 м/час;
- вылет электрода (проволоки) диаметром 1,6 мм – 30–35 мм.

#### 6 Способы механизированной сварки МФ, МП, МПГ и МПС

8.37 Монтажные стыковые соединения толщиной 8...50 мм с V-образной разделкой кромок можно выполнять односторонней механизированной сваркой под флюсом способом МФ в нижнем положении сварочными материалами по таблице 2б (проволокой Ø 2,0 мм) на следующих режимах:

- корневой слой –  $I_{св} = 320-380$  А,  $U_{д} = 30-32$  В,  $V_{св} = 18-22$  м/час;
- последующие слои –  $I_{св} = 400-450$  А,  $U_{д} = 32-34$  В,  $V_{св} = 16-22$  м/час.

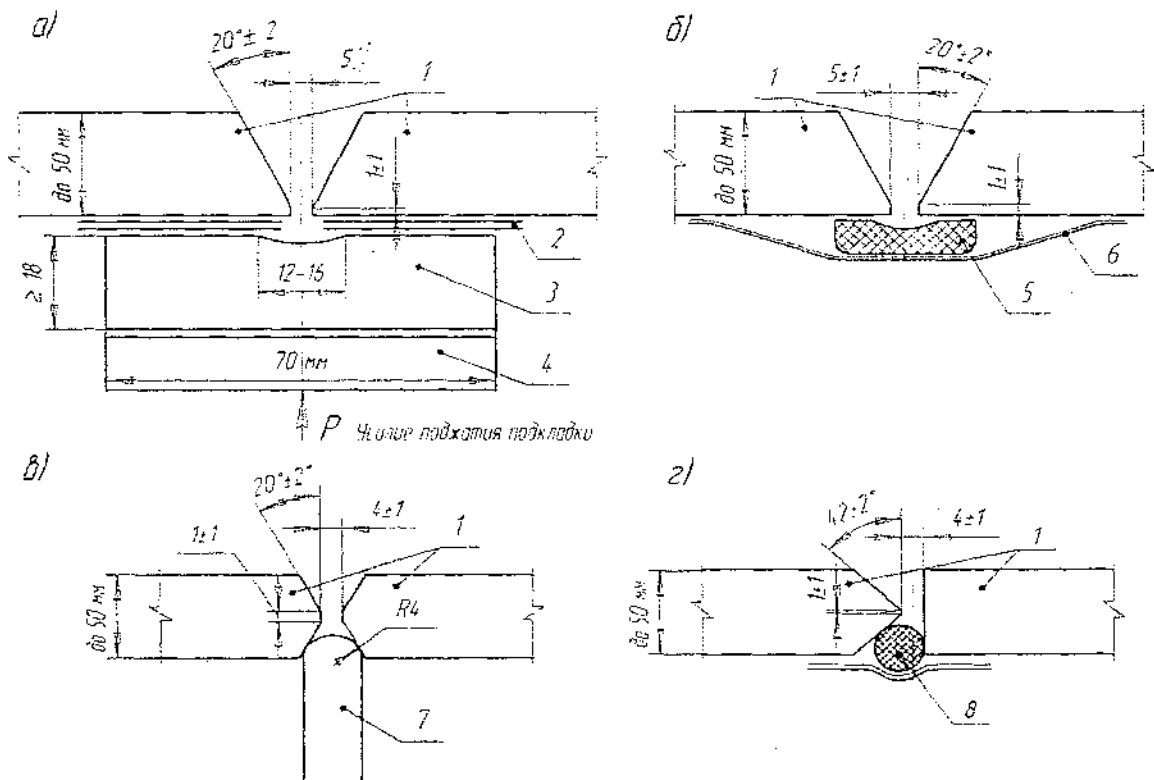
Монтажные угловые, тавровые и нахлесточные соединения металла толщиной 8...50 мм можно выполнять способом МФ в нижнем положении сваркой «в угол» сварочными материалами по таблице 2в (проволокой  $\varnothing 2,0$  мм) на следующих режимах:

- катет шва 6 мм –  $I_{св} = 250-300$  А,  $U_{д} = 24-26$  В,  $V_{св} = 26-27$  м/час;
- катет шва 8 мм –  $I_{св} = 350-400$  А,  $U_{д} = 26-30$  В,  $V_{св} = 24-26$  м/час.

8.38 Механизированной сваркой в смеси защитных газов проволоками сплошного сечения способом МП и порошковыми проволоками способом МПГ следует выполнять стыковые соединения толщиной до 50 мм включительно и угловые швы тавровых (угловых) соединений любых сочетаний толщин. Стыковые и тавровые соединения допускается выполнять способами МП и МПГ во всех пространственных положениях.

8.39 Стыковые соединения в нижнем положении следует выполнять способами МП и/или МПГ на медных формирующих подкладках или на плоских керамических подкладках, при этом сварочный зазор должен составлять 4–6 мм (рисунок 31 а, б).

Стыковые соединения, собираемые под сварку в вертикальном (наклонном) и горизонтальном положении, следует выполнять способом МПГ бесповными порошковыми проволоками на специальных медных подкладках или на цилиндрических керамических подкладках диаметром 8,0 мм (рисунок 31 в, г) или «на весу», без подкладок. Перед сваркой стыковых и тавровых соединений необходимо предварительно подогреть стыкуемые кромки по указаниям 8.4 настоящего стандарта организации.



- 1 – стыкуемые элементы, 2 – два-три слоя стеклоткани, 3 – медная подкладка с узкой канавкой, 4 – стальная полоса толщиной 10–12 мм, 5 – керамическая плоская подкладка, 6 – алюминиевая фольга с клеем; 7 – специальная медная подкладка; 8 – керамическая подкладка  $\varnothing 8$  мм

Рисунок 31 – Схемы сборки монтажных стыковых соединений под механизированную сварку в смеси защитных газов способами МПГ или МП:

а, б – в нижнем положении; в, г – в вертикальном и горизонтальном положении

8.40 Для сварки стыковых соединений способом МП и/или МПГ следует применять сварочные материалы по таблице 2б, а для сварки угловых швов тавровых, угловых и нахлесточных соединений способом МП и/или МПГ – сварочные материалы по таблице 2в настоящего стандарта организации.

8.41 Ориентировочные режимы механизированной сварки в смеси защитных газов монтажных стыковых соединений способом МП и/или МПГ сварочными проволоками  $\varnothing 1,2$  мм с разделкой кромок в нижнем, вертикальном (наклонном) и потолочном положении следует принимать по таблице 9, а угловых швов тавровых соединений – по таблице 10 настоящего стандарта организации.

Геометрические параметры сварных соединений, выполненные способами МПГ и/или МП, должны соответствовать указаниям чертежей КМ, Технологического регламента по монтажной сварке конкретного пролётногo строения, а также ГОСТ 14771 и ГОСТ 23518.

Т а б л и ц а 9 – Ориентировочные режимы механизированной сварки монтажных стыковых соединений в смеси защитных газов проволокой  $\varnothing 1,2$  мм способами МПГ и/или МП

Положение стыка при сварке	Слой шва	Параметры режима сварки	
		Сила сварочного тока $I_{св}$ , А	Напряжение дуги $U_d$ , В
Нижнее	корневой	220-240	22-24
	последующие	240-280	24-26
Вертикальное	корневой	200-220	20-22
	последующие	220-240	24-26
Потолочное	корневой	180-200	22-24
	последующие	200-220	22-24

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

Т а б л и ц а 10 – Ориентировочные режимы механизированной сварки монтажных угловых швов тавровых соединений в смеси защитных газов проволоками  $\varnothing 1,2$  мм способами МПГ и/или МП

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

- Вылет электрода диаметром 1,2 мм равен 12–18 мм;
- Расход защитной газовой смеси  $Q = 22-24$  л/мин

8.42 Монтажные угловые швы катетом до 8 мм включительно тавровых и нахлесточных соединений металла толщиной до 50 мм допускается выполнять механизированной сваркой во всех пространственных положениях с применением самозащитных шовных порошковых проволок по 6.8 настоящего стандарта организации (способ сварки МПС). Способом МПС можно выполнять указанные угловые швы только для конструкций автодорожных мостов, путепроводов

и эстакад обычного исполнения (до минус 40 °С) с применением специальных средств защиты органов дыхания от сварочных аэрозолей и выполнения 6.9 настоящего стандарта организации.

Способом МПС самозащитными порошковыми проволоками по 6.8 диаметром 1,6 мм допускается выполнять указанные угловые швы на следующих режимах:

- катет шва 6 мм –  $I_{св} = 220-260$  А,  $U_{д} = 23-25$  В,  $V_{св} = 20-22$  м/час;
- катет шва 8 мм –  $I_{св} = 240-280$  А,  $U_{д} = 24-28$  В,  $V_{св} = 18-20$  м/час.

8.43 Обратные валики односторонних стыковых швов, выполненных механизированной сваркой способами МФ, МПГ или МП, должны быть зачищены абразивным инструментом заподлицо с основным металлом по всей длине стыкового шва.

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

### 7 Способ сварки РД

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

Стыковые соединения в нижнем положении выполняют на медных формирующих подкладках, допускается применение плоских керамических подкладок. Сварочный зазор в стыках, собранных под ручную дуговую сварку на формирующих подкладках должен составлять 4–6 мм.

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

Схемы сборки монтажных стыковых соединений под ручную дуговую сварку покрытыми электродами по таблице 26 представлены на рисунке 32.

8.46 Перед сваркой выполняют предварительный подогрев стыкового или таврового соединения по указаниям 8.4 настоящего стандарта организации.

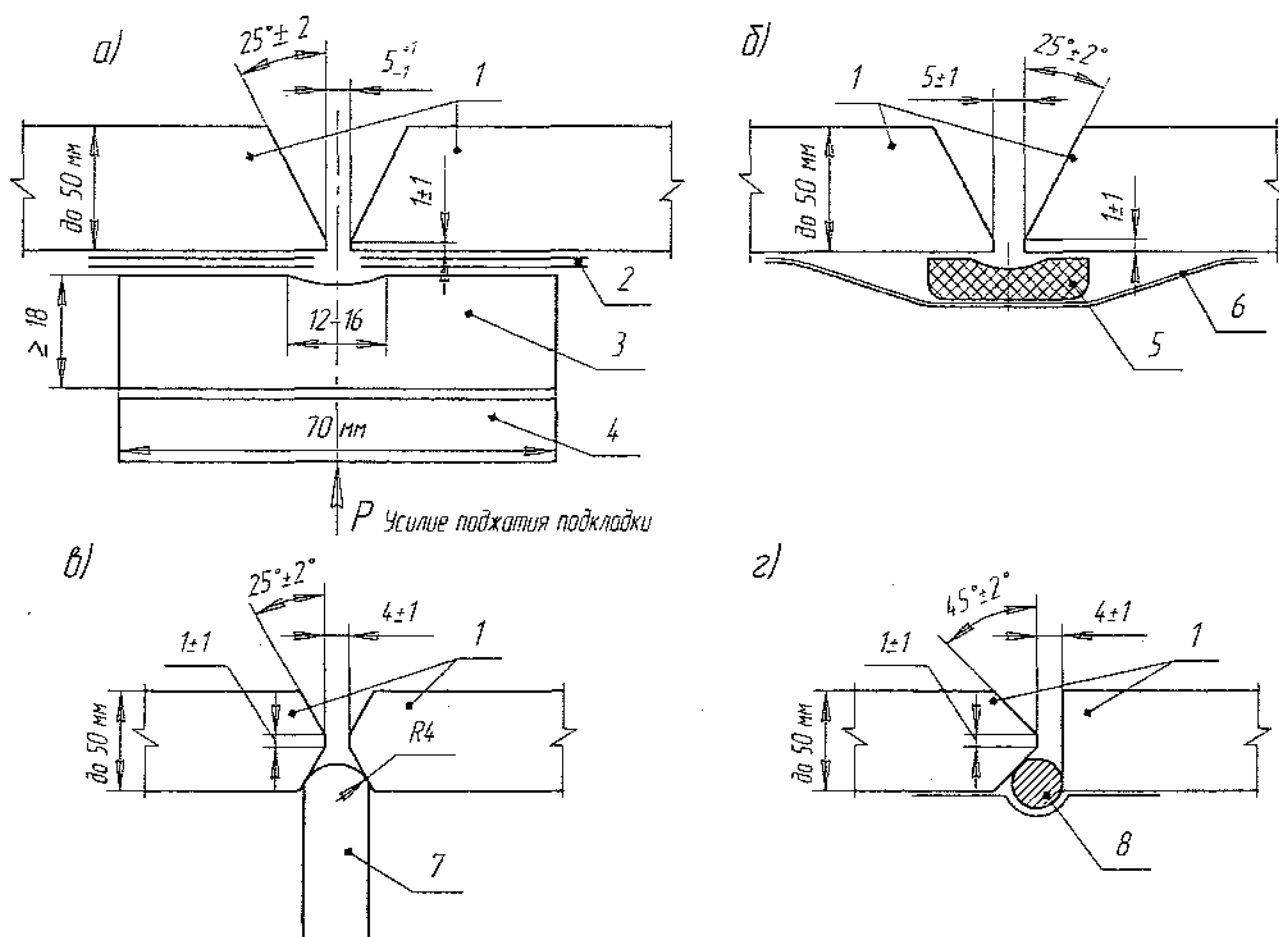
8.47 Режимы ручной дуговой сварки монтажных стыковых и угловых швов в нижнем, вертикальном и потолочном положениях приведены в таблицах 11 и 12 соответственно.

Т а б л и ц а 11 – Режимы ручной дуговой сварки монтажных стыковых соединений электродами по таблице 26 диаметром 4 мм

№ прохода	Режим ручной дуговой сварки в зависимости от пространственного положения стыкового шва		
	Нижнее положение	Вертикальное положение	Потолочное положение
Корневой	$I_{св} = 150-180$ А	$I_{св} = 130-150$ А	$I_{св} = 120-140$ А
Второй и все последующие	$I_{св} = 160-190$ А	$I_{св} = 140-160$ А	$I_{св} = 120-140$ А
Один электрод диаметром 4,0 мм сжигают на длине «захватки» $\approx 120-140$ мм (ориентировочная скорость сварки)			

Т а б л и ц а 12 – Режимы ручной дуговой сварки монтажных угловых швов электродами по таблице 26 диаметром 4 мм

Режим ручной дуговой сварки в зависимости от пространственного положения углового шва		
Нижнее положение	Вертикальное положение	Потолочное положение
$I_{св} = 140-160$ А	$I_{св} = 120-140$ А	$I_{св} = 110-140$ А



- 1 – стыкуемые элементы, 2 – два-три слоя стеклоткани, 3 – медная подкладка с узкой канавкой,  
 4 – стальная полоса толщиной 10–12 мм, 5 – керамическая плоская подкладка,  
 б – алюминиевая фольга с клеем; 7 – специальная медная подкладка;  
 8 – керамическая подкладка  $\varnothing$  8 мм

Рисунок 32 – Схемы сборки монтажных стыковых соединений под ручную дуговую сварку покрытыми электродами:

а, б – в нижнем положении; в, г – в вертикальном и горизонтальном положении

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

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

Монтажные угловые швы должны иметь проектные катеты (размеры) и соответствовать ГОСТ 5264 и ГОСТ 11534.

8.49 Для монтажной ручной дуговой сварки рекомендуется применять электроды диаметром 4 мм. Электроды диаметром 5 мм допускаются для сварки монтажных стыковых соединений толщиной 32 мм и более в нижнем положении. При ремонте сварных швов рекомендуется применять электроды диаметром 3 мм.

Площадь поперечного сечения наплавленного металла при ручной дуговой сварке ориентировочно составляет:

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

Число проходов при ручной дуговой сварке стыковых соединений с V-образной разделкой кромок зависит от толщины свариваемых листов, величины зазора, пространственного положения и может быть ориентировочно принято в следующих пределах:

толщина листов, мм	12	14	16	20	25	32	40
количество проходов (слоев)	6-7	6-8	7-10	10-14	14-20	20-28	30-40

8.50 Ручную дуговую сварку монтажных угловых швов любых катетов в различных пространственных положениях – нижнем, вертикальном, горизонтальном и потолочном – допускается применять на монтаже мостов без каких-либо ограничений при обеспечении требуемого качества сварных соединений. Основные объёмы ручной дуговой сварки приходится на заварку роспусков (заводских недоваров угловых швов) и приварку вставок продольных рёбер жесткости к стенкам и поясам главных балок, а также к листам плит.

8.51 Ручную сварку мостовых конструкций надлежит выполнять короткой дугой, равной 2–2,5 мм, и методом опирания электрода. Число проходов в угловых швах зависит от проектного катета (геометрии) шва.

8.52 При ручной сварке в нижнем положении «в угол» катет шва, выполняемого за один проход, должен быть оптимально 6 мм и во всяком случае не более 8 мм, во избежание подрезов на вертикальном листе и наплывов с несплавлениями – на горизонтальном. При сварке тавровых соединений типа ТЗ с катетами 8–16 мм число проходов можно ориентировочно принять по нижеприведенным рекомендациям:

катет углового шва ТЗ, мм	8	10	12	14	16
количество проходов	1-2	2	2-3	3-4	5-6

8.53 Ручную сварку угловых швов в вертикальном положении выполняют короткой дугой, электродами диаметром 3–4 мм, снизу вверх, формируя требуемое сечение шва и проплавление кромок соответствующими колебаниями конца электрода.

### 8 Способы сварки упоров: КСО и другие

8.54 В конструкциях сталежелезобетонных пролётных строений широко применяются различные типы сварных упоров, которые объединяют на монтаже пояса стальных конструкций с железобетонной плитой проезжей части. Жёсткие типы упоров (гребенчатые, уголковые и др.) выполняют в зонах монтажных стыков конструкций по указаниям чертежей КМ с применением, как правило, механизированной сварки под флюсом (МФ) или в смеси защитных газов (МП).

При применении гибких штырьевых упоров типа SD1 приварку их к поясам (элементам) монтажных стыков конструкций следует выполнять способом КСО по указаниям СТП 015-2001, СТП 016-2002 и ГОСТ Р 55738, при этом применяемое сварочное оборудование и технологии сварки подлежат аттестации в АЦ НАКС согласно указаниям 4.1 настоящего стандарта организации.

8.55 На монтажные вставки стыкуемых конструкций допускается приваривать гибкие штырьевые упоры типа SD1 ручной дуговой сваркой (РД) в необходимом количестве согласно указаниям или по согласованию с проектной организацией. При применении ручной дуговой сварки гибкий упор должен плотно, без зазора, опираться рабочим торцом на поверхность конструкции. Для этого ионизирующий наконечник на рабочем торце упора необходимо удалить. Сварку кольцевого углового шва следует выполнять электродами УОНИ(И) 13/55 диаметром 3,0 мм на сварочном токе  $\approx 110$  А. Катет кольцевого шва следует принимать равным  $0,25D_{\text{упора}}$ , но не менее 5 мм. Качество такого кольцевого шва каждого упора следует контролировать методом ВИК, и оно должно соответствовать указаниям таблицы 15 настоящего стандарта организации как для углового шва III категории.

**Примечание** – Приведённые в 8.13 – 8.55 настоящего стандарта организации параметры режимов сварки стыковых и тавровых соединений листовых конструкций различными способами (технологиями) сварки являются ориентировочными и подлежат уточнению в пределах указанных диапазонов при сварке контрольных технологических проб в зависимости от особенностей применяемого сварочного оборудования и параметров сети «по высокой стороне» на стройплощадке.

## II Технологии монтажной сварки труб и конструкций из труб

8.56 Монтажные кольцевые стыковые сварные соединения труб при их укрупнении в монтажные плиты в поворотном варианте следует выполнять в специальных вращателях (кантователях), обеспечивающих постоянную скорость сварки.

Для труб диаметром более 550 мм, например 610–1420 мм, указанные поворотные кольцевые стыки труб можно выполнять автоматической сваркой под флюсом (АФ) на подкладках или без подкладок («на весу») согласно указаниям проектной организации. При применении съёмных керамических подкладок или при сварке способом АФ «на весу» необходима предварительная подварка корня шва способами МП, МПГ или РД на высоту 8–10 мм.

Для труб диаметром 550 мм и менее, например 190–510 мм, указанные поворотные кольцевые стыки труб при их укрупнении в плиты следует выполнять способами МП, МПГ, РД или сочетанием перечисленных способов сварки, например, РД+МПГ, на подкладках или «на весу» по указаниям проектной организации.

8.57 Кольцевые стыки труб при их укрупнении в монтажные плиты в неповоротном варианте можно выполнять на подкладках или «на весу» (без подкладок) с предварительной подваркой корня шва с применением следующих способов (технологий) сварки:

- механизированной сваркой в смеси защитных газов по ручной подварке корня шва (РД+МП/МПГ);
- автоматической сваркой в смеси защитных газов по механизированной в смеси газов или ручной подварке корня шва (МПГ/РД+АПГ);
- механизированной сваркой в смеси защитных газов на 100 % сечения стыка (МПГ/МП);
- ручной дуговой сваркой на 100 % сечения стыка (РД).

8.58 Кольцевые стыки труб в поворотном и неповоротном вариантах при их укрупнении в монтажные плиты, т.е. при расположении стыкуемых труб в горизонтальном положении, должны иметь V-образную разделку свариваемых кромок с общим углом разделки ( $50 \pm 5$ )°, сварочный зазор  $5 \pm 1,5$  мм, а притупление кромок трубы –  $2 \pm 1$  мм.

8.59 Неповоротные кольцевые стыки труб при расположении стыкуемых труб в вертикальном (наклонном) положении следует выполнять без подкладок («на весу») с применением способов (технологий) сварки, указанных в 8.57 настоящего стандарта организации, при этом конструкция данного стыка и подготовка кромок должны соответствовать рисунку 33.

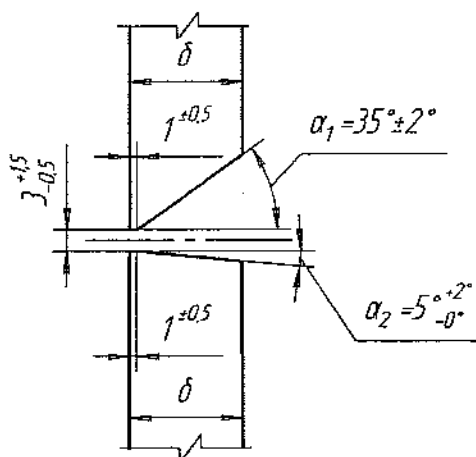


Рисунок 33 – Конструкция горизонтального (наклонного) кольцевого стыка труб при расположении стыкуемых плит труб в вертикальном (наклонном) положении

8.60 Рекомендуется укрупнять трубы в монтажные плиты на специальных трубосварочных базах (БТС) с применением двусторонней автоматической сварки под флюсом по специальному технологическому регламенту.

8.61 При сборке кольцевых стыков труб депланация стыкуемых кромок (превышение одной кромки над другой по высоте) не должна превышать 0,1 толщины стыкуемых труб, но не более 2-х мм.

8.62 Перед сваркой монтажных стыков труб и элементов из труб следует выполнить предварительный подогрев кромок по указаниям 8.4 настоящего стандарта организации.

8.63 Сварные соединения типа «труба к трубе», например приварка трубчатых связей к трубчатым поясам конструкций, следует выполнять механизированной сваркой в смеси защитных газов или ручной дуговой сваркой. Угол раскрытия свариваемых кромок в таких соединениях должен составлять не менее 45°, а притупление кромок –  $1 \pm 1$  мм.

8.64 При сварке соединений труб следует контролировать температуру кромок металла во время сварки, которая у зоны горения дуги в процессе заполнения разделки не должна быть более 550 °С. При превышении температуры более 550 °С, измеряемой с отставанием от точки горения дуги на расстоянии  $\approx 250$  мм, следует сделать перерыв в сварке до охлаждения всего соединения до температуры (120–150) °С.

8.65 При сварке многопроходных швов труб каждый последующий слой следует накладывать после тщательной зачистки шлака и/или окисной плёнки предыдущего слоя и остывания его до температуры (120–150) °С.

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

8.67 Технология сборки и параметры режимов монтажной сварки элементов и соединений из труб должны быть изложены в соответствующих Технологических регламентах на монтажную сварку указанных конструкций.

## **9 Технологические особенности сборки и сварки конструктивных элементов пролётных строений**

### *Технология сборки и сварки цельносварных стыков главных двутавровых балок*

9.1 При выполнении цельносварных стыков главных двутавровых балок на строительной площадке рекомендуется следующая технология производства работ:

- установка блоков главных балок на сборочные (стапельные) опоры с учетом проектного строительного подъема, обратного выгиба на величину сварочных деформаций согласно указаниям регламента с проверкой проектного положения балок в плане;

- подготовка под сварку нижних поясов, включающая в себя (рисунок 34): точное совмещение поясов смежных блоков с обеспечением сварочного зазора, зачистку кромок и околошовных зон металла, приварку выводных планок, постановку электроприхваток, установку и поджатие к стыку стеклоткани и формирующих медных подкладок;

- сварка стыка нижних поясов балок, контроль качества стыкового шва, в т.ч. и методом УЗД;

- разметка и прирезка припусков, сборка с подгонкой по месту вертикальной (наклонной) вставки стыка стенок балок с обеспечением технологических сварочных зазоров в зависимости от применяемой технологии сварки;

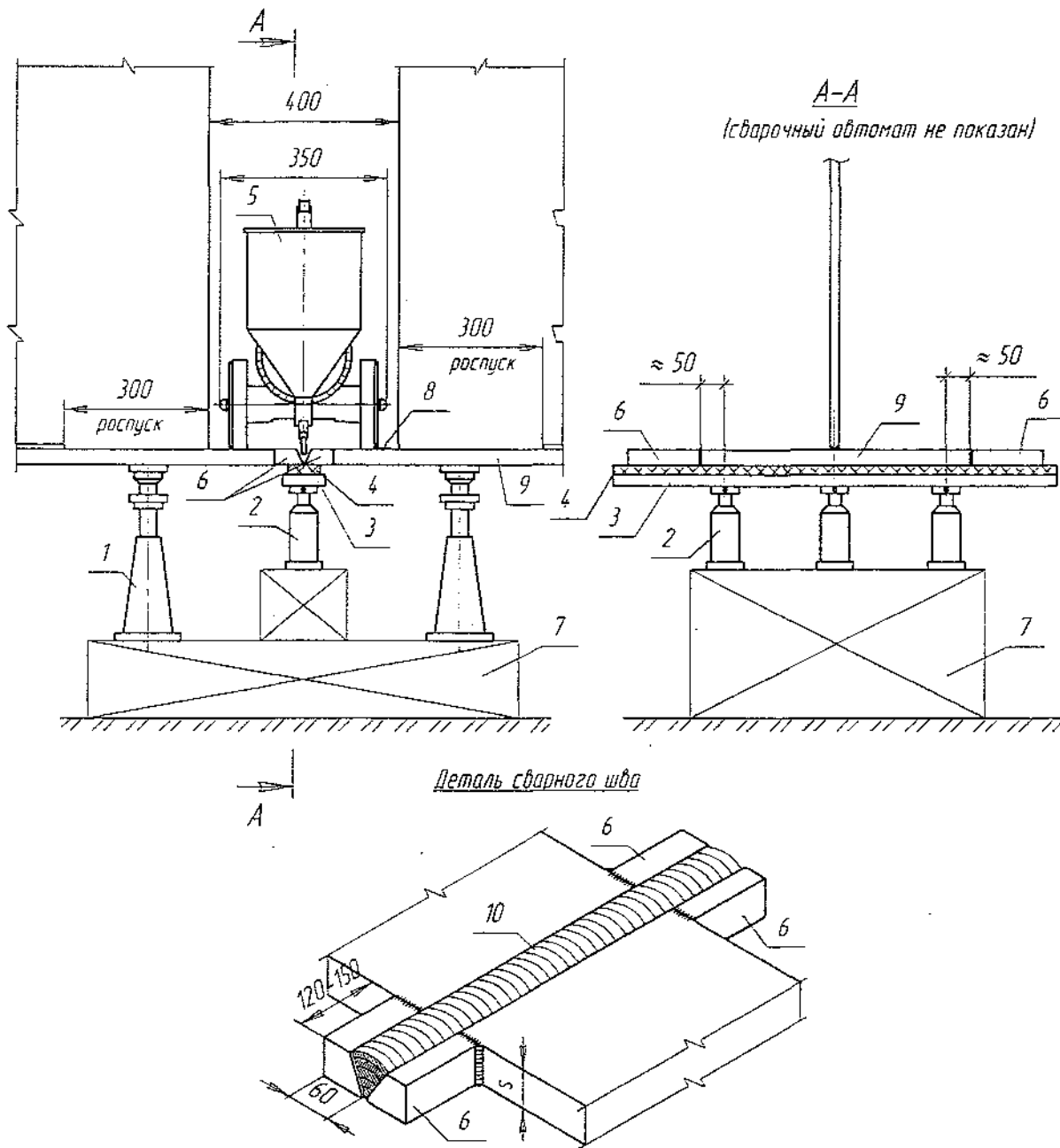
- зачистка свариваемых кромок и прилегающих к ним зон основного металла;

- сборка вертикальных (наклонных) стыков стенок балок под соответствующую технологию сварки согласно указаниям технологического регламента;

- приёмка подготовленных под сварку вертикальных (наклонных) стыковых соединений руководителем сварочных работ;

- поочередная сварка вертикальных (наклонных) стыковых швов по указаниям технологического регламента;





- 1 – монтажный домкрат; 2 – прижимной домкрат; 3 – металлическая обойма;  
 4 – стеклоткань (2-3 слоя) и медная формирующая подкладка; 5 – сварочный автомат;  
 6 – выводные планки; 7 – монтажная клетка; 8 – направляющая дорожка для автомата;  
 9 – нижний пояс балки; 10 – сварной шов

Рисунок 34 – Технология сборки блоков главных балок и автоматической сварки стыков нижних поясов

- контроль качества вертикальных (наклонных) стыковых швов вставки стенок главных балок методами ВИК и УЗД. Устранение выявленных дефектов и повторный УЗД-контроль;
- разметка, прирезка, монтаж, сборка на прихватках (но не сварка) вставок продольных ребер по стенкам главных балок;
- сварка роспусков и угловых поясных швов в уровне нижних поясов главных балок; контроль качества угловых швов методом ВИК;
- прирезка и монтаж вставки верхних поясов главных балок;

- поочередная сварка стыковых швов вставки верхних поясов главных балок по указаниям Технологического регламента. К окончанию сварки второго (замыкающего) стыка вставки верхних поясов главных балок свободный торец стыкуемого блока главной балки выводят по строительному подъёму практически в проектное положение. Контроль качества данных стыковых швов методами ВИК и УЗД;

- сварка снизу вверх всех проектных вставок продольных рёбер по стенкам главных балок. Сначала выполняют поочередно стыковые швы, а затем роспуски и угловые швы примыканий этих вставок к стенкам и вставке стенок главных балок. Контроль качества стыковых швов методами ВИК и УЗД, а угловых швов – методом ВИК;

- сварка роспусков и угловых поясных швов в уровне верхних поясов главных балок; контроль качества угловых швов методом ВИК;

- геодезический контроль состыкованных цельносварным стыком блоков главных балок.

9.2 При сборке и сварке цельносварных стыков главных балок необходимо предусматривать предварительные выгибы (переломы, развалы) в стыкуемых балках и другие технологические приемы для компенсации сварочных деформаций, влияющих на окончательные размеры и форму конструкций. Всё это должно быть указано в Технологическом регламенте на монтажную сборку и сварку конкретного пролётного строения и уточнять эти параметры должна монтажная организация по факту при монтажной сборке и сварке конкретных конструкций по результатам сварки первых блоков. В конструкциях с цельносварными стыками технологические отверстия нельзя располагать ближе, чем на 150 мм от монтажного стыкового шва.

#### ***Технология выполнения комбинированных фрикционных болтосварных стыков главных балок***

9.3 Сборку и сварку комбинированных стыков (см. рисунок 6) основных несущих конструкций сплошностенчатых пролётных строений (балок, коробок, L-образных элементов) при монтаже указанных металлоконструкций на сборочном стапеле, а также при навесном и полунавесном монтаже, рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

- пескоструйная (абразивоструйная) обработка контактных поверхностей фрикционных соединений стыкуемых стенок и нижних поясов главных балок и соответствующих накладок. Стыкуемые монтажные блоки главных балок устанавливают краном, предварительно выполнив «черновую» прирезку имеющегося припуска по стыку верхних поясов балок. Подрезку технологического припуска нижних поясов главных балок (если он имеется) следует выполнять с учётом промеров расстояний между осями опираний конструкций в пролётах с оформлением проектной разделки кромок. Стенки стыкуемых блоков главных балок фиксируют по стройподъёму в проектное положение с плюсовым допуском калиброванными пробками и высокопрочными болтами по основным вертикальным стыковым накладкам. Проводят геодезический контроль их положения в профиле по стройподъёму и в плане. Число пробок и болтов принимают по проекту производства работ. Болты затягивают гайковертами на усилие, равное 60–70 % от проектного, при этом определённое количество рядов болтов сверху и внизу стыка следует завернуть обычным «рожковым» ключом с длиной плеча 300 мм «от руки». Количество этих рядов болтов должно быть указано в Технологическом регламенте на монтажную сварку конкретного объекта. Производят окончательный геодезический контроль положения монтируемых блоков и герметизацию фрикционных соединений по контуру накладок;

- монтажный стык блоков главных балок обстраивают подмостями для безопасного и качественного производства сварочных работ на нижнем и верхнем поясах;

- стык балок до сварки стыка нижних поясов поддомкрачивают с опиранием домкратов на жёсткое основание до отрыва стыкуемых балок от монтажных столиков, и в этом положении он должен удерживаться на страховочных кольцах (клетках) до полного завершения сварки стыка как нижних, так и верхних поясов балок;

- стык нижних поясов коробчатых балок выполняют с разделкой кромок по типу С18 способами РД+АФ, РД и/или РД+МПП, а двутавровых балок с разделкой кромок по типу С18 способами РД и/или РД+МПП;

- окончательная прирезка припуска по стыку верхних поясов главных балок с проверкой величины притупления кромок, зазора и последующей пескоструйной (абразивоструйной) обработкой;

- сборка и сварка стыка верхних поясов балок согласно указаниям Технологического регламента;

- снятие усилия с домкратов под стыком нижних поясов балок и проверка выгиба стенки и строительного подъёма состыкованных главных балок после сварки;

- устранение возможных деформаций стенки в зоне болтового соединения;

- срезка выводных планок и контроль качества стыков нижних и верхних поясов балок сначала визуально (методом ВИК), затем – методом ультразвуковой дефектоскопии (УЗД); свободные кромки стыков поясов балок следует притупить фаской 1-2 мм со скруглением углов абразивным инструментом;

- в уровне состыкованных нижних, а затем и верхних поясов блоков главных балок необходимо заварить ручной дуговой сваркой или механизированной сваркой в смеси защитных газов распуски угловых поясных швов согласно указаниям проекта с закольцовкой их «по контуру». Места перехода от заводского углового поясного шва к монтажному необходимо зачистить шлифмашинкой на длине  $\approx 60$  мм. Затем следует подрезать газовой резкой «носики» в выкружках стенок главных балок, после чего необходимо шлифмашинкой зачистить места реза с обеспечением требуемого по проекту радиуса; расстояние от края сварного стыкового шва пояса до плавного перехода должно быть около 50–60 мм;

- закрытие технологического отверстия по стыку стенок балок прокладками, установка в проектное положение соответствующих накладок по стенкам балок на высокопрочных болтах с затяжкой их гайковёртом на усилие 60–70 % от проектного;

- геодезическая съёмка состыкованных главных балок с проверкой их положения в профиле (по стройподъёму) с уточнением плюсового допуска и в плане; разметка, сверловка отверстий и установка уголков (после струйной обработки контактных поверхностей) по стыкам продольных рёбер стенок главных балок с затяжкой высокопрочных болтов гайковёртом на усилие 60–70 % от проектного;

- после полного окончания всех сварочных работ на стыке блоков главных балок по длине и проверки стройподъёма – все высокопрочные болты на состыкованных балках следует затянуть на проектное усилие (на 100 %), и затем по всем фрикционным соединениям следует выполнить герметизацию по контуру накладок и временную их защиту согласно указаниям технологического регламента на монтажную сварку конкретного объекта.

### ***Сборка и сварка ортотропных плит***

#### ***а) Укрупнение плит***

9.4 Укрупнительную сборку и сварку монтажных блоков ортотропных и ребристых плит следует производить на специально оборудованных стендах, обслуживаемых монтажными кранами грузоподъемностью, достаточной для подъёма и перемещения укрупненных блоков плит («двоек», «троек», «четвёрок» и даже «пятёрок»).

Стенды, как правило, оборудуют навесами. В холодное время года их превращают в закрытые отапливаемые помещения, где поддерживается температура воздуха не ниже 0 °С. При небольших объемах работ по укрупнению плит стенды закрывают переносными защитными укрытиями.

9.5 Сборку блоков плит на укрупнительном стенде производят на высокопрочных болтах и монтажных пробках, устанавливаемых в стыках поперечных балок, с соблюдением заданных в проекте поперечных уклонов мостового полотна и обеспечением в продольных стыках настильных (горизонтальных) листов требуемых по технологии сварки зазоров.

9.6 Продольные кромки стыков плит, свариваемых на укрупнительном стенде, должны быть подготовлены полностью на заводе-изготовителе конструкций.

Продольные кромки плит в соединениях их с главными балками и поперечные кромки ортотропных и ребристых плит могут обрабатываться на заводе или иметь технологические припуски на последующую подрезку при их установке в пролётное строение. Этот вопрос следует

решать проектной организации на стадии разработки чертежей КМ с монтажной организацией и разработчиком технологического регламента на монтажную сварку конкретного объекта. Номинальный размер припусков – 50 мм.

9.7 При сварке продольных стыковых швов на съёмных медных подкладках для установки их в узлах пересечения с поперечными балками в стенках последних должны быть предусмотрены проёмы (вырезы), ширина которых с каждой стороны назначается не менее 50 мм, а высота – не менее 40 мм.

9.8 Стенды для укрупнения ортотропных и ребристых плит в монтажные блоки, например, «двойки», должны иметь устройства для образования предварительного перелома продольных стыков до сварки и фиксирующие устройства (прижимы) для закрепления плит в процессе сварки.

Последовательность технологических операций по укрупнению плит в монтажные блоки, например, «двойки», следующая:

- очистить с помощью пескоструйной (абразивоструйной) установки контактные поверхности поперечных рёбер плит и накладок;
- установить на стенд две плиты согласно монтажной схеме проекта;
- с помощью монтажных приспособлений установить зазор в монтажном продольном стыке плит 9–10 мм;
- создать предварительный перелом в стыке, для этого в укрупняемых «двойках» свободные кромки обеих плит опустить вниз от проектных отметок на величину ординаты  $f$ , которая зависит от толщины  $\delta$  свариваемых листов плит, а также от фактической ширины и массы укрупняемых плит. Ориентировочные величины ординат перелома плит  $f$  должны указываться в Технологическом регламенте на монтажную сварку конкретного пролётногo строения моста;
- собрать стыкуемые поперечные рёбра плит на высокопрочных болтах проектного диаметра, при этом в 2-х верхних рядах высокопрочные болты следует затянуть обычным «рожковым» ключом с длиной плеча 300 мм от руки, все остальные болты затягивают гайковёртом на 60–70 % проектного усилия; пробки заменяют высокопрочными болтами, которые также затягивают гайковёртом на 60–70 % проектного усилия;
- проверить геометрию укрупняемого блока плит в профиле и в плане геодезическими приборами и мерительным инструментом;
- очистить соответствующим способом свариваемые кромки продольного стыка плит, устранить деформацию кромок и собрать стык на прихватках и выводных планках; наложение прихваток выполнять в порядке, не допускающем уменьшение (стягивание) зазора в соединении (в направлении от середины стыка к краям); выводные планки качественно приварить к плитам;
- зачистить прихватки и свариваемые кромки от шлака, брызг и т.п. дефектов; каждую прихватку осматривают, и дефектные прихватки с трещинами и порами вырезают и ставят новые качественные прихватки; на каждой прихватке шлифмашинкой делают «заход» и «сход» (плавное увеличение и уменьшение толщины прихватки);
- предъявить собранный на прихватках стык лицам, ответственным за сварочные работы и обеспечение предварительного перелома плит и только с их разрешения приступить к постановке стеклоткани и формирующих медных подкладок; при необходимости (по указанию мастера) делается повторная очистка стыка перед постановкой стеклоткани и медных подкладок;
- с помощью приспособлений установить с нижней стороны стыка формирующие подкладки согласно указаниям технологического регламента на монтажную сварку конкретного объекта, предварительно выполнив подогрев кромок сначала с нижней стороны стыка до постановки медных подкладок, а затем с верхней стороны стыка – после постановки подкладок;
- заварить автоматической сваркой с МХП собранный продольный стык плит на режимах, указанных в разделе 8 настоящего стандарта организации. Данный продольный стык выполняется участками обратноступенчатым методом по указаниям Технологического регламента на монтажную сварку конкретного пролётногo строения;
- после сварки стыка и остывания его до температуры не выше плюс 40 °С следует разобрать медные подкладки, срезать выводные планки газовой резкой, места реза зачистить шлифмашинкой. Усиление стыкового шва с лицевой и обратной сторон на конце стыка с

непререзаемой стороны снять шлифмашиной заподлицо с основным металлом на длине по 50 мм;

- проконтролировать заваренный стыковой шов сначала методом ВИК и, после устранения всех видимых дефектов, – методом ультразвуковой дефектоскопии (УЗД); при необходимости здесь же на стенде следует выполнить термическую или термомеханическую правку соответствующих участков заваренного стыка, предварительно проверив геодезическими приборами профиль укрупнённой плиты;

- заварить ручной дуговой или механизированной сваркой роспуски угловых швов по поперечным рёбрам плит;

- затянуть все высокопрочные болты на проектное усилие (на 100 %), выполнить герметизацию по контуру накладок и временную защиту фрикционных соединений по указаниям Технологического регламента.

#### ***б) Сборка и сварка плит с поясами главных балок***

9.9 При монтаже пролетного строения, в том числе с применением укрупнённых и/или одиночных блоков ортотропных и ребристых плит, прирезку кромок с технологическими припусками по продольным и поперечным стыкам следует выполнять переносными газорезательными полуавтоматами по копиру или разметке. Допускается ручная подрезка указанных припусков на небольших участках (до 600 мм) с последующей зачисткой кромок абразивным инструментом и обеспечением требуемого сварочного зазора и качества кромок согласно проектной документации.

9.10 Сборка и сварка блоков главных балок должна опережать сборку и сварку укрупнённых или одиночных блоков плит между этими балками как минимум на длину одного блока главной балки.

9.11 До начала монтажа укрупнённых или одиночных блоков плит между поясами главных балок необходимо проверить проектное расстояние между поясами главных балок и габарит монтируемой плиты. Сборка нижних ребристых плит под сварку с нижними поясами главных балок выполняется с обязательным предварительным «развалом» главных балок. Величины ординат «развала» главных балок должны быть указаны в технологическом регламенте на монтажную сварку конкретного пролётного строения.

9.12 Последовательность технологических операций по сборке и сварке ортотропных плит, расположенных между верхними поясами главных балок, следующая:

- установить в проектное положение первый монтажный блок ортотропной плиты между верхними поясами главных балок. Зазоры в продольных стыках примыкания данного блока плиты к верхним поясам (листу настила) главных балок после возможной подрезки отдельных участков листа настила плиты и последующей сборки должны быть в пределах 9–11 мм до постановки электроприхваток в стыках. Очистить с помощью пескоструйного (абразивоструйного) аппарата соответствующие поперечные рёбра плиты и балок, а также накладок;

- собрать на высокопрочных болтах и пробках узлы стыков поперечных рёбер плиты с главными балками. Высокопрочные болты следует затянуть на усилие 60–70 % от проектного, а по два верхних ряда болтов в этих стыках завернуть обычным «рожковым» ключом от руки; пробки поочерёдно заменить болтами, которые также затянуть на усилие 60–70 % от проектного. Выполнить герметизацию фрикционных соединений по контуру накладок;

- собрать на электроприхватках и затем заварить автоматической сваркой с МХП первый продольный стык, оставив в конце шва (с одной стороны) роспуск длиной 0,8–1,0 м до первого поперечного стыка плит; затем аналогичный комплекс работ по сборке и сварке выполнить для второго продольного стыка первой плиты. Автоматическую сварку с МХП указанных продольных стыков выполняют «на подъём»;

- после снятия медных подкладок с продольных стыков швы тщательно осматривают, все видимые дефекты устраняют и выполняют контроль качества заваренных продольных стыковых швов методами ВИК и УЗД;

- смонтировать второй монтажный блок ортотропной плиты между главными балками с обеспечением зазоров после прирезки технологического припуска в поперечном стыке плит и в продольных стыках примыкания этой второй плиты к верхним поясам главных балок – 9–10 мм до постановки электроприхваток. Все высокопрочные болты в узлах примыкания второй плиты к главным балкам затягивают также на 60–70 % от проектного усилия, а по два верхних ряда болтов заворачивают обычным ключом от руки; пробки поочередно заменяют болтами, которые также затягивают на усилие 60–70 % от проектного. Выполнить герметизацию фрикционных соединений по контуру накладок;

- устранить деформацию кромок и собрать первый поперечный стык ортотропных плит на электроприхватках, при этом сварку примыканий плит к балкам («полукресты») и пересечений данных стыков («кресты») следует выполнять с учётом указаний 9.16 настоящего стандарта организации;

- заварить автоматической сваркой с МХП первый поперечный стык ортотропных плит – «на подъём»; снять медные подкладки и проверить качество шва внешним осмотром и затем устранить все видимые дефекты как со стороны корня шва, так и с лицевой стороны; обратный валик поперечного стыка данных плит в районе «крестов» и «полукрестов» зачищают шлифмашинкой заподлицо с основным металлом по 150 мм в каждую сторону. Выполнить контроль качества этого поперечного шва плит методами ВИК и УЗД;

- выполнить поочередную сборку и автоматическую сварку с МХП продольных стыков примыкания второй плиты к верхним поясам главных балок согласно указаниям технологического регламента на монтажную сварку конкретного объекта, оставив в конце швов роспуски длиной 0,8–1,0 м до следующего (уже второго) поперечного стыка ортотропных плит; направление автоматической сварки – всегда «на подъём»; проконтролировать заваренные продольные стыки методами ВИК и УЗД;

- заварить способом РД или МПГ угловые швы роспусков в узлах примыкания поперечных рёбер второй плиты к блокам главных балок; затем все высокопрочные болты в этих узлах следует затянуть на проектное усилие (на 100 %) и выполнить временную защиту болтовых соединений по указаниям Технологического регламента на монтажную сварку конкретного объекта; торцы затарированных высокопрочных болтов пометить краской;

- затем шлифмашинкой снять усиление обратного валика в поперечном стыковом шве ортотропных плит в местах его пересечения со вставками продольных рёбер (полосовых или трапециевидных) плит. Выполнить сборку монтажных стыков продольных рёбер на высокопрочных болтах или на сварке по указаниям проекта;

- если стыки продольных рёбер выполняются на высокопрочных болтах, то на 1-ом этапе сборки болты затягивают на усилие 60–70 % от проектного с герметизацией фрикционных соединений по контуру накладок. Затем заваривают угловые швы роспусков продольных рёбер и их вставок, после чего высокопрочные болты в этих стыках продольных рёбер затягивают на проектное усилие (на 100 %). По каждому стыку продольных рёбер выполняют временную защиту этих болтовых соединений по указаниям проекта и Технологического регламента на монтажную сварку конкретного объекта. При сборке на накладках и высокопрочных болтах стыков продольных рёбер смежных ортотропных плит необходимо следить, чтобы максимальное смещение стыкуемых продольных рёбер смежных плит составляло до 4 мм. При большем смещении следует применять в болтовых стыках таких продольных рёбер кососимметричные прокладки, которые следует заказать на заводе-изготовителе конструкций с учётом фактических смещений рёбер в стыках;

- если монтажные стыки продольных рёбер (полосовых или трапециевидных) выполняются полностью на сварке, то сначала необходимо прирезать припуск вставок рёбер, затем выполнить их монтаж и сборку на прихватках. После этого в первую очередь выполняют поочередно стыковые швы продольных рёбер, затем заваривают угловые швы примыканий вставок продольных рёбер к листу настила, в т.ч. и роспуски угловых швов по указаниям Технологического регламента на монтажную сварку конкретного объекта;

- далее процесс сборки и сварки ортотропных плит между верхними поясами главных балок повторяется по вышеизложенной технологии. Автоматическую сварку с МХП всех стыковых соединений по ортотропной проезжей части следует выполнять только «на подъём».

9.13 Сборку и сварку консольных ортотропных плит с верхними поясами главных балок выполняют в аналогичном порядке, т.е. в той же технологической последовательности, что и для плит, расположенных между главными балками. Отличительной особенностью здесь является то, что перед сваркой каждого продольного стыка примыкания консольной плиты к верхнему поясу главной балки необходимо свободную продольную кромку листа настила такой плиты опустить вниз от проектной отметки на определённую величину. Ориентировочное значение ординаты опускания консольной плиты должно быть указано в Технологическом регламенте на монтажную сварку конкретного объекта.

При сварке поперечных стыков консольных ортотропных плит выводные планки приваривают в обязательном порядке по свободным торцам консольных плит, на продольных стыках – только в начале и в конце монтируемого пролетного строения. В поперечных и продольных стыках листа настила консольных ортотропных плит направление автоматической сварки с МХП – только «на подъём».

9.14 В углах перехода лидерной части пролётного строения к основному проектному поперечному сечению следует вваривать специальные монтажные временные треугольные элементы (деконцентраторы) с обеспечением определённых радиусов перехода в углах согласно указаниям проектной документации (чертежам КМ), если монтаж пролётного строения принят методом продольной надвигки.

9.15 Продольные стыки нижних ребристых плит с поясами главных балок допускается выполнять по рисунку 35а, если на то есть указание проектной документации. При разной толщине листов пояса и нижней ребристой плиты завод-изготовитель производит механическую обработку кромки более толстого листа с обеспечением плавного перехода не круче 1:4 (рисунок 35б).

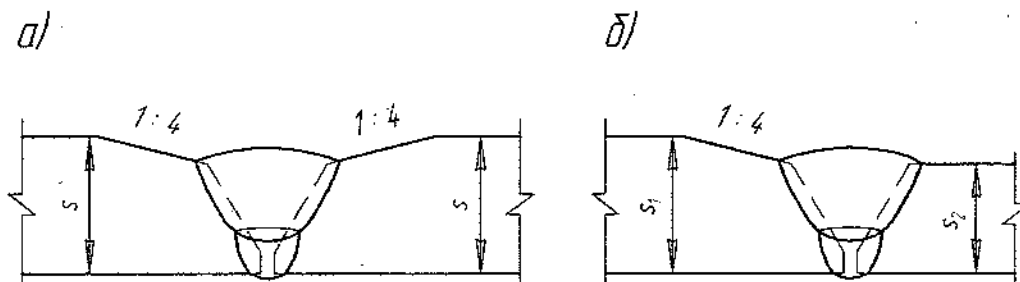


Рисунок 35 – Варианты продольного стыка нижних ребристых плит между собой и/или с нижним поясом главной балки

**в) Сборка и сварка стыковых соединений плит в зоне пересечений и примыканий швов («крестов» и «полукрестов»)**

9.16 При сборке и сварке стыковых соединений ортотропных и ребристых плит между собой и с поясами главных балок в зоне пересечений и примыканий швов (в «крестах» и «полукрестах») следует выполнять следующие указания.

По поперечным стыкам плит:

а) после окончания прирезки (где это необходимо) технологических припусков поперечной кромки листа настила ортотропных плит или горизонтального листа нижних ребристых плит на концевых участках поперечного стыка плит (в «полукрестах»), а также в зонах пересечения поперечного стыка с продольными стыковыми швами, заваренными на стендах (в «крестах»), следует обеспечить небольшую V-образную разделку кромок длиной по 250 мм с общим углом раскрытия около  $45^\circ$  при зазоре в стыке  $\approx 9$  мм и притуплении кромок 3-4 мм;

б) после постановки электроприхваток в поперечных стыках ортотропных и ребристых плит необходимо ручной дуговой сваркой заварить вышеуказанные участки данного стыка длиной по 250 мм на формирующей медной подкладке с высотой стыкового шва около 12 мм;

в) первый проход сварочного автомата по поперечным стыкам плит выполняют определёнными участками обратноступенчатым методом – «на подъем» по указаниям технологического регламента, при этом начало и окончание автоматической сварки первого слоя шва по каждому участку выполняют на зонах ручной дуговой сварки с удалением возможных кратеров и ручной подваркой этих мест, т.е. при первом проходе сварочного автомата с МХП зоны ручной дуговой сварки здесь не переваривают автоматом;

г) второй проход (слой) сварочного автомата по поперечным стыкам плит выполняют также обратноступенчатым методом «на подъем», в т.ч. и по зонам ручной дуговой сварки по указаниям Технологического регламента на монтажную сварку конкретного пролётного строения.

По продольным стыкам плит:

д) после постановки электроприхваток по продольным стыкам примыкания ортотропных и ребристых плит к главным балкам необходимо также ручной дуговой сваркой заварить зоны пересечений швов и зоны стыковки участков шва длиной по 250 мм с высотой стыкового шва около 12 мм; для обеспечения хорошего качества шва на этих продольных участках следует также под РДС выполнить небольшую V-образную разделку кромок ( $\alpha = 45^\circ$  при зазоре  $\approx 9$  мм и притуплении кромок 3-4 мм);

е) первый проход сварочного автомата по продольным стыкам плит выполняют несколькими участками обратноступенчатым методом и зоны ручной дуговой сварки здесь не переваривают автоматом;

ж) второй проход сварочного автомата по данным продольным стыкам плит также выполняют обратноступенчатым методом, в т.ч. и по зонам ручной дуговой сварки согласно указаниям Технологического регламента на монтажную сварку конкретного пролётного строения.

9.17 Обратный валик (усиление шва) на участках стыковых швов, выполненных в корневой части ручной дуговой сваркой на формирующих медных подкладках по всем вышеперечисленным зонам (по 9.16), подлежит механической обработке шлифмашинкой заподлицо с основным металлом конструкций по всей длине зон «крестов» и «полукрестов».

#### ***Сборка и сварка стыковых соединений двухлистовых пакетов поясов главных балок***

9.18 В цельносварных и комбинированных стыках главных балок стыковые соединения двухлистовых пакетов поясов главных балок (см. рисунок 6б, Узел Д) можно выполнять двумя способами:

- комбинированной сваркой (автоматической и ручной) по толщине пакетного стыка (РД+АФ);
- ручной дуговой сваркой (РД) на всё сечение пакетного стыка (как вариант).

В комбинированных стыках главных балок, при применении автоматической сварки для стыков нижних поясов главных балок, к серийному сварочному автомату рекомендуется применять специальный удлинитель, который проходит через нижнее технологическое окно в стенках балок. В комбинированных стыках коробчатых главных балок в пакетных стыках нижних поясов таких коробок при отсутствии указанного удлинителя участки стыка в зоне стенок выполнять способом РД на 100 % сечения стыка.

9.19 Перед сборкой стыков двухлистовых пакетов поясов главных балок под монтажную сварку необходимо провести осмотр монтажных торцов таких поясов балок на предмет качества выполненных на заводе-изготовителе соединительных швов листов пакета пояса.

При выявлении внешним осмотром (с применением 7<sup>x</sup> лупы) в этих соединительных швах пакетов дефектов типа цепочек или одиночных пор, а также надрывов, трещин и др., последние тщательно вырезают шлифмашинкой, предварительно обжав пакет пояса струбцинами, и затем



выполняют качественную ручную дуговую сварку данных соединительных швов как минимум за два прохода, причём корневой проход выполняют электродами УОНИИ 13/55 диаметром 3,0 мм.

9.20 При сварке поперечных стыков двухлистных пакетов поясов главных балок с целью снижения вероятности образования «домиков» в монтажном стыке и обеспечения проектного стройподъёма необходимо использовать домкраты или монтажные тумбочки, подклиненные в зоне монтажного стыка балок, с установкой их на жесткое основание.

Сборку стыковых соединений пакетных поясов балок под монтажную сварку осуществляют на медных формирующих подкладках.

9.21 В пакетных стыках должна быть выполнена «ломаная» V-образная разделка кромок (см. рисунок 6, Узел Д), при этом притупление кромок должно быть  $2 \pm 1$  мм, зазор в корне стыка  $\approx 5-6$  мм.

После выполнения сборки стыка пакетных поясов балок на прихватках и выводных планках производят ручную подварку корня шва электродами УОНИИ 13/55 диаметром 4 мм обратноступенчатым способом на следующем режиме:

а)  $I_{св} = 140-160$  А,

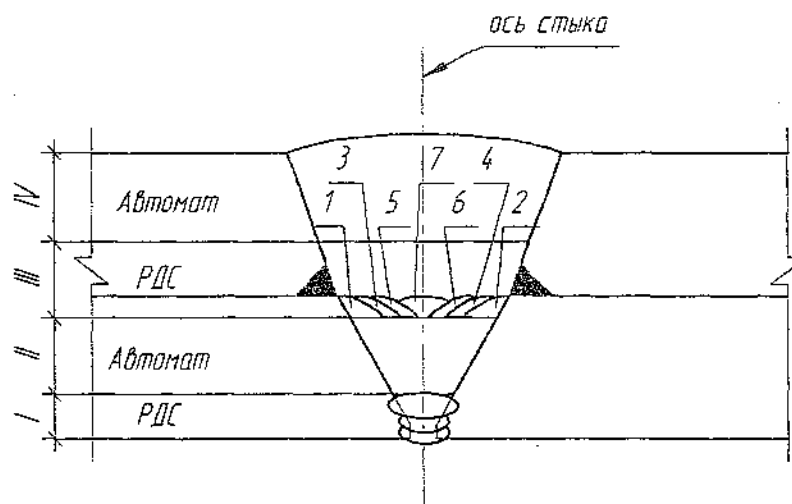
б) один электрод диаметром 4,0 мм сжигают на длине около 110–130 мм (скорость сварки).

При этом разрешается выполнять корневой проход по меди после сжигания стеклоткани в зазоре стыка и удаления продуктов сгорания стеклоткани как с подсыпкой прокалённого измельчённого флюса в канавку медной подкладки, так и без него (на усмотрение сварщика-оператора).

9.22 В стыках, выполняемых комбинированной (автоматической и ручной) сваркой, после удаления шлака и зачистки лицевой поверхности ручной подварки, тщательно осматривают данную лицевую поверхность, при этом толщина ручной подварки корня стыка должна быть не менее 10 мм. Все видимые дефекты (поры, подвороты, несплавления, кратеры, трещины и др.) вырезают, подваривают, зачищают, повторно контролируют. Только после этого следует производить последующую автоматическую сварку стыка под флюсом по выполненной ручной подварке корня шва, причём перед началом автоматической сварки необходимо дополнительно проверить поджатие медных формирующих подкладок.

9.23 В стыках двухлистных пакетов поясов главных балок, выполняемых комбинированной сваркой (автоматической и ручной), следует применять следующий порядок сварки.

Сначала выполняют ручную дуговую сварку корневых проходов (подварку) стыка нижнего листа на высоту около 10–12 мм (зона I). Затем автоматической сваркой под флюсом выполняют промежуточные проходы по стыку нижнего листа, не заполняя верхнюю часть толщины нижнего листа около 5 мм (зона II). Далее ручной дуговой сваркой заваривают оставшиеся 5 мм толщины нижнего листа плюс 10 мм толщины верхнего листа (зона III), после чего автоматической сваркой под флюсом заваривают оставшуюся часть разделки пакетного стыка по верхнему листу (зона IV) – рисунок 36.



- I и III* – зоны по толщине пакета, выполняемые ручной дуговой сваркой (РДС);  
*II и IV* – зоны по толщине пакета, выполняемые автоматической сваркой под флюсом;  
*1–7* – порядок наложения слоёв шва при выполнении зоны *III* способом РДС

Рисунок 36 – Последовательность выполнения слоёв шва на различных участках по толщине и ширине двухлиствого стыка поясов главных балок

9.24 Автоматическую сварку зон II и IV пакетного стыка поясов балок выполняют сварочными материалами по таблице 2а настоящего стандарта организации с применением режимов сварки по указаниям Технологического регламента на монтажную сварку конкретного объекта строительства.

Перед началом выполнения каждого прохода сварочного автомата необходимо контролировать температуру металла шва, она должна быть не ниже плюс 80 °С и не превышать 250 °С.

9.25 Автоматическую сварку стыков пакетных поясов главных балок выполняют с применением метода «реверсирования», т.е. сначала варят два прохода автомата в одном направлении, после чего сварочный трактор разворачивают и варят два прохода в противоположном направлении. Затем направление сварки вновь меняют, и т.д. до полного заполнения разделки соответствующей зоны стыка. Этот технологический приём позволяет избежать отклонения свободного конца пристыковываемой главной балки «в плане».

При автоматической сварке соответствующих зон стыка пакетных поясов главных балок поперечные смещения электрода диаметром 4 мм влево и вправо от оси стыка необходимо выполнять так, чтобы каждый последующий проход перекрывал предыдущий на 1/3 его ширины.

При выполнении средних и облицовочных проходов в данных стыках необходимо следить за тем, чтобы:

- наплавляемые валики перекрывали друг друга на величину не менее 1/3 ширины валика;
- между валиками, а также между крайними валиками и стенками разделки не образовывались глубокие межваликовые впадины, заполняемые шлаком;
- межваликовые впадины облицовочных слоёв шва зоны IV не должны превышать 0,5 мм (при большей величине требуется механическая обработка лицевой поверхности пакетного стыка шлифмашинкой).

9.26 При выполнении стыков пакетных поясов главных балок ручной дуговой сваркой на 100 % сечения стыка слои сварного шва следует выполнять от стыкуемых кромок (от стенок разделки) к оси стыка поочередно (см. рисунок 36, слои 1-6), и в последнюю очередь выполнить по оси стыка замыкающий (объединяющий) слой 7 (см. рисунок 36).

Все швы, выполняемые ручной дуговой сваркой, следует выполнять одновременно двум сварщикам от середины стыка к выводным планкам, при этом окончания швов РДС не должны попадать в одно вертикальное сечение.

9.27 После сварки стыка пакетных поясов главных балок и снятия медных подкладок необходимо срезать выводные планки, места реза зачистить шлифмашиной, а острые свободные грани стыковых соединений притупить по указаниям 7.11 настоящего стандарта организации. Усиление обратного валика стыкового шва зачищают заподлицо с основным металлом по всей длине шва. Усиления на свободных концевых участках стыковых швов пакетных поясов главных балок с лицевой стороны следует зачистить заподлицо с основным металлом на длине около 50 мм. После выполнения комплекса механической обработки стыковые швы контролируют методом УЗД.

Затем необходимо заварить роспуски соединительных швов пакета пояса и в последнюю очередь заварить роспуски угловых поясных швов главных балок.

## **10 Требования к качеству сварки и сварных соединений.**

### **Контроль качества**

#### *Общие положения*

10.1 Контроль качества на всех стадиях монтажных сборочно-сварочных работ осуществляют под руководством главного инженера (технического директора) мостостроительной организации специалисты службы главного сварщика и/или технического отдела, а также производители работ и мастера монтажного участка в соответствии со своими должностными инструкциями.

Службы технического контроля должны быть оснащены техническими средствами, обеспечивающими необходимую достоверность и полноту контроля. Инженерно-технический персонал должен быть ознакомлен с рабочей документацией, технологическим регламентом на монтажную сварку металлоконструкций пролётного строения конкретного объекта и настоящим стандартом организации.

Авторский и технический надзор за монтажом металлоконструкций осуществляют Заказчик и проектная организация, а технический надзор за качеством поэтапных сборочно-сварочных работ осуществляет разработчик технологического регламента на монтажную сварку металлоконструкций конкретного пролётного строения.

Для выполнения специальных методов контроля качества сварки, например радиографического контроля, допускается привлекать специализированные организации.

Ответственность за качество собранных и сваренных конструкций на всех этапах монтажа металлических конструкций пролётных строений несут исполнители, руководители данного вида работ и работники технического контроля монтажной организации согласно соответствующим должностным инструкциям.

Руководство сварочными работами в мостостроительной организации при монтаже металлических конструкций пролётных строений осуществляет специалист сварочного производства (Главный сварщик), имеющий практический опыт работы по монтажной сварке КСМ. Руководитель сварочных работ должен пройти аттестацию в АЦ НАКС не ниже, чем по 3-му уровню в соответствии с Правилами аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства [1] на группу ТУ ОПО «КСМ», п.2. Линейные инженерно-технические работники (мастера, прорабы), выполняющие и непосредственно руководящие сварочными работами на участке при монтаже стальных конструкций, должны пройти аттестацию в вышеуказанных Аттестационных Центрах НАКС не ниже, чем по 2-му уровню на группу ТУ ОПО «КСМ», п.2. Руководитель сварочных работ (главный сварщик) подчиняется непосредственно главному инженеру (техническому директору) мостостроительной организации и работает в соответствии с должностной инструкцией, определяющей его обязанности и права.

10.2 Основными задачами контроля качества монтажных сборочно-сварочных работ являются:

- обеспечение соблюдения технологии сборочно-сварочных работ и требований нормативной документации, в т.ч. и технологического регламента по монтажной сварке металлоконструкций пролётного строения конкретного объекта;
- своевременное предупреждение и выявление дефектов;
- повышение ответственности непосредственных исполнителей за качество выполняемых работ.

10.3 Для выполнения требований по обеспечению качества монтажных сварных соединений в мостостроительной организации следует проводить трехступенчатый контроль качества:

- входной контроль качества поступающих в производство технической документации, материалов (в т.ч. сварочных), технологий сварки и оборудования, в т.ч. сварочного, а также входной контроль качества заводских отправочных марок пролётного строения на стройплощадке;
- пооперационный контроль качества при монтажной сборке и сварке заводских отправочных марок;
- приёмочный контроль качества укрупнённых и смонтированных металлоконструкций.

Результаты контроля следует фиксировать в исполнительной документации (журналах и актах), составленной по утвержденным формам. В этих документах должны быть отражены результаты наблюдений на всех стадиях входного, пооперационного контроля, контроля готовых монтажных сварных соединений и контроля смонтированной конструкции в целом.

Перечень основной исполнительной документации по выполнению монтажных сборочно-сварочных работ с металлоконструкциями пролётного строения конкретного объекта должен быть изложен в Технологическом регламенте на монтажную сварку конкретного пролётного строения.

10.4 Для создания сквозной системы контроля за качеством сборочно-сварочных работ мостостроительная организация должна разработать под конкретный объект маркировочную схему монтажных сварных швов, в которой присваивается наименование и порядковый номер каждому сварному шву, выполненному на монтаже, а также наименование, порядковый номер швам и конструкциям, прошедшим укрупнительную сборку. Марки швов и элементов, принятые в маркировочной схеме, едины для записи во всей исполнительной документации. Маркировочную схему следует разрабатывать на каждое пролетное строение и прикладывать к исполнительной документации.

Укрупненным монтажным блокам одного типа, многократно повторяющимся в пролётном строении, после укрупнения присваивают марку, содержащую в себе тип плит, из которых блок укрупнён, и порядковый номер в ряду блоков этого типа. Маркировку укрупнённых блоков следует наносить несмываемой краской на крайнее поперечное ребро у его правого конца. При установке укрупнённого блока, имеющего порядковый номер, в пролётное строение на маркировочной схеме в месте установки этого блока следует ставить его порядковый номер. Конструкции, не требующие укрупнения или однократно устанавливаемые в пролетном строении, маркируют по маркам заводских блоков без присвоения порядкового номера.

10.5 К сварке стальных конструкций пролётных строений мостов на монтаже допускают сварщиков 3–6 разрядов, достигших 18-летнего возраста, прошедших специальную подготовку и аттестацию в АЦ НАКС. Сварщик, выполняющий сварочные работы по монтажной сборке и сварке стальных конструкций мостов, должен иметь аттестационное удостоверение сварщика 1-го уровня на группу ТУ ОПО «КСМ», п.2 с указанием способа сварки, к выполнению которого он допущен.

Для вновь принимаемых на работу сварщиков, в т.ч. и молодых специалистов-сварщиков – выпускников ПТУ, сварочных курсов и т.п., – следует проводить на производственной базе монтажной организации или на стройплощадке согласно утверждённому главным инженером (техническим директором) графику контроль и испытания допускных контрольных сварных соединений (КСС). При получении положительных результатов неразрушающего контроля качества допускных КСС методами ВИК и УЗД данных сварщиков допускают к работе в соответствии с действующими в монтажной организации документами системы менеджмента качества (СМК). Указанных сварщиков допускают затем к аттестации в АЦ НАКС по группе ТУ

ОПО «КСМ», п.2 после стажировки на стройплощадке в звене с аттестованным сварщиком не менее 2-х месяцев.

Главный сварщик мостостроительной организации принимает решение о привлечении определённых работающих в этой организации сварщиков к выполнению допусковых сварных соединений согласно утверждённому графику.

#### ***Входной контроль***

10.6 Входной контроль качества включает следующие операции:

- проверку полноты проектно-технологической документации и ее соответствие требованиям СП 35.13330, СП 46.13330 и настоящего стандарта организации;
- контроль качества поступающих на монтаж основных металлоконструкций;
- контроль качества поступающих в производство сварочных материалов путём проверки качества заводской упаковки СМ, наличия и срока годности свидетельств НАКС об их аттестации по группе «КСМ» и проверки каждой партии сварочных материалов по 10.11 настоящего стандарта организации;
- проверку состояния сварочного оборудования, наличия и срока годности свидетельств НАКС об его аттестации по группе «КСМ»;
- проверку срока действия аттестационных удостоверений у электросварщиков, инженерно-технических работников и дефектоскопистов, выданных в соответствующих АЦ.

10.7 Документация, выдаваемая в производство, должна быть проверена и иметь штампы и подписи главного инженера (технического директора) группы Заказчика «Утверждаю к производству работ» и главного инженера (технического директора) Генерального подрядчика (мостостроительной организации) «Согласовано к производству работ».

10.8 Поступающие на монтаж металлоконструкции перед их сборкой должны проходить приёмку (входной контроль). При приёмке поступающих с завода-изготовителя основных металлоконструкций (отправочных марок), монтажных элементов и деталей следует проверять наличие маркировки и её соответствие монтажной схеме. Не допускается применение металлоконструкций, не имеющих сертификатов качества заводов-изготовителей, а также не имеющих маркировки. Кроме того, осуществляется контроль следующих параметров: правильность геометрических форм и линейных размеров, отсутствие или наличие недопустимых остаточных деформаций и повреждений, форма и качество подготовленных кромок под монтажные сварные соединения, качество скругления свободных кромок, а также (внешним осмотром) – качество заводских сварных соединений. Конструкции по допускам на линейные размеры и геометрическую форму должны соответствовать требованиям действующих норм на заводское изготовление (СТО 012-2018).

10.9 Каждая марка и диаметр сварочных материалов каждого производителя, применяемая мостостроительной организацией при монтаже стальных конструкций мостов, должна иметь Свидетельство НАКС об её аттестации по группе ТУ ОПО «КСМ». При отсутствии Свидетельства требуется проведение аттестации применяемых марок сварочных материалов или предприятием-поставщиком материалов (производителем) или мостостроительной организацией (потребителем) на группу ТУ ОПО «КСМ». К каждой марке сварочных материалов, поступившей на сборку и сварку конструкций, должен прилагаться сертификат качества от организации-поставщика СМ. Копии сертификатов качества сварочных материалов должны быть заверены оригинальной печатью поставщика СМ.

Аттестацию марки сварочных материалов (процедура аттестации и порядок оформления аттестации) проводит АЦ НАКС по группе ТУ ОПО «КСМ» в соответствии с [5], [9].

Требования по подготовке сварочных материалов и порядок их применения для соответствующих типов пролётных строений и климатического исполнения указаны в разделе 6 настоящего стандарта организации.

10.10 Каждая применяемая мостостроительной организацией технология сварки при монтаже стальных конструкций мостов подлежит производственной аттестации в АЦ НАКС с

учётом применяемых групп толщин металлопроката по И1.4 приложения И1 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 [7], [10].

10.11 Перед началом монтажных сварочных работ на конкретном объекте, а также перед передачей каждой новой партии одного из сварочных материалов на монтаж, их качество следует проверять путём сварки и испытания контрольных технологических проб с определением механических свойств. Сварку контрольных технологических проб выполняют на стройплощадке конкретного строящегося объекта в реальных условиях монтажа. По результатам испытаний таких контрольных сварных проб для мостостроительной организации должны быть выданы Протоколы испытаний и Заключение по возможности применения конкретных партий аттестованных сварочных материалов в определённой их комбинации на стройплощадке при монтаже металлоконструкций конкретного пролётного строения. Данные испытания и выдачу указанных документов осуществляют независимые организации (как правило, это разработчик Технологического Регламента). Изготовление и испытание образцов из указанных контрольных сварных технологических проб следует выполнять в соответствии с указаниями обязательного приложения И (подраздел И.1 «Методы и объёмы испытаний контрольных сварных технологических проб»).

10.12 Каждая единица сварочного оборудования (источники питания сварочной дуги, сварочные автоматы и полуавтоматы) мостостроительной организации, выполняющей монтаж стальных пролётных строений, 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 определённую 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 [6].

10.13 Контроль качества сварных соединений стальных конструкций мостов неразрушающими методами выполняют специалисты – дефектоскописты мостостроительной или сторонней организации 1 и 2-го уровня квалификации по неразрушающему контролю. Данные специалисты, а также лаборатория неразрушающего контроля качества, должны быть аттестованы в независимых органах СЭПБ-СНК в соответствии с требованиями [4] и [3] по п. 11.1 «Металлические конструкции, в том числе: Стальные конструкции мостов». Оценку качества сварных соединений и выдачу Заключений по результатам неразрушающего контроля качества сварных соединений проводят дефектоскописты 2-го уровня квалификации.

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

При проверке технического состояния дефектоскопической аппаратуры следует оценивать соответствие её основных параметров требованиям нормативно-технической документации на неразрушающий метод контроля. Все средства измерений и дефектоскопическая аппаратура, применяемая для неразрушающего контроля качества сварных соединений конструкций мостов, 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.

#### ***Операционный контроль***

10.14 Выполнение каждой последующей операции при монтаже металлоконструкций пролётного строения разрешается только после осуществления контроля качества работ на предыдущей операции. Пооперационный контроль следует проводить в соответствии с операционными технологическими картами на сборку и сварку монтажных соединений (КТПС), разработанными на основании технологического регламента на монтажную сварку

металлоконструкций пролётного строения конкретного объекта. Операционный контроль качества возлагается на мастеров и прорабов.

Перед подачей на сборку отпавочных марок, монтажных элементов и деталей следует проверить качество исправления всех отклонений, зафиксированных при входном контроле, и произвести при необходимости дополнительные исправления.

Сборку монтажных соединений под сварку следует выполнять в полном соответствии с указаниями технологического регламента на монтажную сварку металлоконструкций пролётного строения моста. Перед сваркой собранных соединений пооперационно контролируют: правильность проектного положения элементов конструкции (в плане, в профиле по стройподъёму и по длине); правильность (в пределах допусков) всех размеров и формы подготовленных кромок (величину зазора, притупления, прямолинейность, постоянство сечения разделки, угол раскрытия разделки и пр.); плотность и надёжность закрепления формирующих подкладок; величину деформации и уступов стыкуемых кромок; правильность обработки и чистоту свариваемых кромок; соответствие применяемой при сборке технологической оснастки и др. Результат сборки соединения под сварку следует фиксировать в журнале сварочных работ.

Контроль над выполнением установленной технологии сборки и сварки следует осуществлять периодически – не реже одного раза в сутки и при выполнении каждого нового типа монтажного соединения. В процессе выполнения сварочных работ пооперационно проверяют соответствие применяемых при сварке марок электродной проволоки, флюса и электродов, соответствие параметров режима сварки и предварительного подогрева, правильность наложения слоев шва при заполнении разделки, качество наплавленного металла (визуально) и сечение швов.

#### *Приёмочный контроль качества сварных соединений*

10.15 Все монтажные сварные соединения подлежат приёмке непосредственно после выполнения сварки.

По окончании сварки металл шва и прилегающие к нему участки основного металла следует подготовить под контроль качества методами ВИК и УЗД с фиксацией выполненного сварного соединения в исполнительной документации по указаниям 8.11 настоящего стандарта организации.

Номер (шифр) каждого выполненного монтажного сварного соединения согласно маркировочной схеме и дату сварки заносят в исполнительную документацию (журнал сварочных работ) с росписями сварщиков и руководителя сварочных работ.

Все исходные данные по сварщикам и швам, которые они выполнили согласно монтажной маркировочной схеме, должны быть отражены в журналах сварочных работ, которые следует хранить в течение всего периода эксплуатации пролётного строения.

10.16 В зависимости от конструктивного оформления, условий эксплуатации и монтажа стальных конструкций пролётных строений, все монтажные сварные соединения разделены на три категории (таблица 13). Внутри каждой категории швам присвоен порядковый номер (тип шва сварного соединения). Категории монтажных сварных соединений назначает проектная организация согласно указаниям таблицы 13 с учётом условий эксплуатации и монтажа конструкций. При отсутствии в чертежах КМ категории сварных монтажных угловых швов конкретных тавровых соединений мостостроительная организация должна назначить для всех таких тавровых соединений третью категорию угловых швов, метод контроля – ВИК (визуально-измерительный контроль) и объём контроля – 100 %.

10.17 При приёмке сварных швов проводят визуально-измерительный контроль по [8], 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 контрольных сварных соединений по ГОСТ 6996. Методы и объёмы контроля швов монтажных сварных соединений приведены в таблице 14. По требованию Заказчика может быть назначен дополнительный контроль иными неразрушающими методами (магнитопорошковый,

капиллярный контроль и др.) сверх установленных в таблице 14 объемов по отдельной смете. Указанный дополнительный объем контроля не является обязательным.

10.18 Наименование дефектов, их характеристика по расположению, форме и размерам, а также допуски на дефекты по категориям сварных швов приведены в таблице 15.

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

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

Отклонения размеров сечения швов от проектных не должны превышать величин, указанных в ГОСТ 8713 и 11533 (автоматическая и механизированная сварка под флюсом), ГОСТ 14771 и 23518 (дуговая сварка в защитных газах), ГОСТ 5264 и 11534 (ручная дуговая сварка) и в соответствующих указаниях настоящего стандарта организации.

Размеры монтажных угловых швов должны соответствовать величине катетов по чертежам КМ с учётом 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 монтаже мостовых конструкций, приведены в таблице 16.



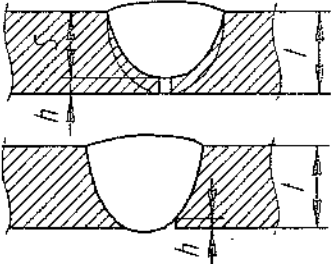
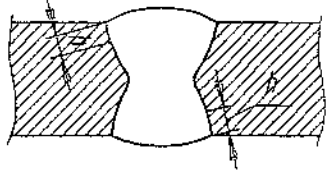
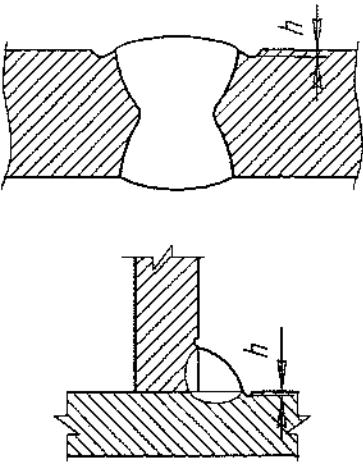
Т а б л и ц а 13 – Категории швов монтажных сварных соединений

Категория швов сварных соединений	Типы швов монтажных сварных соединений, входящих в данную категорию, характеристика условий их эксплуатации и монтажа
I	<p>1 Поперечные и продольные стыковые швы поясов и стенок главных балок, элементов ферм, элементов ортотропных и ребристых плит, элементов из труб и кольцевые стыковые швы труб.</p> <p>2 Стыковые швы, прикрепляющие узловые фасонки или фасонки связей к поясам балок и элементам ферм.</p> <p>3 Угловые поясные швы нижних и верхних поясов главных балок, элементов ферм, а также угловые швы тавровых соединений, работающие на отрыв и срез при растяжении или изгибе со сплошным проплавлением по чертежам КМ.</p>
II	<p>4 Стыковые швы трапециевидных продольных ребер главных балок, ортотропных и ребристых плит.</p> <p>5 Угловые поясные швы нижних и верхних поясов главных балок, элементов ферм, а также угловые швы тавровых, угловых и нахлесточных соединений, работающие на отрыв и срез при растяжении или изгибе с неполным проплавлением по чертежам КМ.</p> <p>6 Стыковые швы, прикрепляющие гибкие упоры контактно-стыковой сваркой оплавлением (КСО) всей площади упора к поясам главных балок сталежелезобетонных пролётных строений.</p>
III	<p>7 Угловые поясные швы, а также угловые швы тавровых, угловых и нахлесточных соединений, работающие на сжатие с неполным проплавлением по чертежам КМ.</p> <p>8 Угловые швы, прикрепляющие к основным металлоконструкциям вертикальные и горизонтальные ребра жёсткости, диафрагмы и фасонки связей.</p> <p>9 Угловые швы, прикрепляющие элементы связей к фасонкам и ребрам жёсткости.</p> <p>10 Угловые швы, прикрепляющие упоры, в т.ч. гибкие, ручной дуговой или механизированной сваркой к вставкам поясов главных балок сталежелезобетонных пролётных строений.</p> <p>11 Стыковые и угловые швы вспомогательных конструкций стальных мостов (водоотвода, кабельных коробов, перил и заполнения смотровых ходов, крепления кабельных галерей и барьерного ограждения и др.).</p>

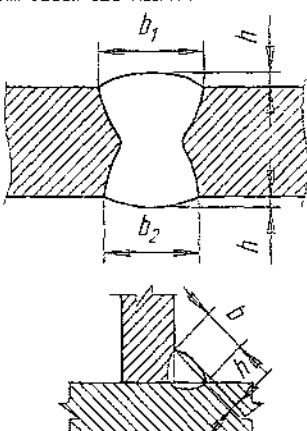
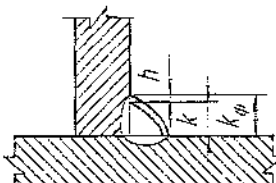
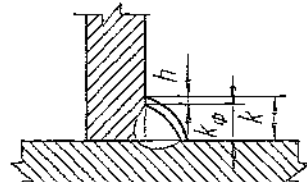
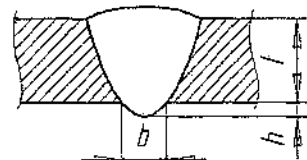
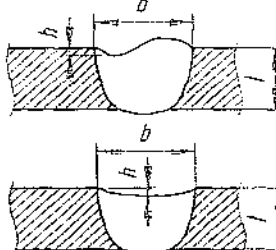
Т а б л и ц а 14 – Методы и объёмы контроля швов монтажных сварных соединений стальных конструкций мостов

Метод контроля	Категория шва	Типы контролируемых швов по таблице 13	Объём контроля	Примечания
Визуально-измерительный (ВИК)	I-III	Все	100 %	Наличие отклонений от требований проекта и нормативно-технической документации, выявленных методом ВИК, фиксируют в журнале сварочных работ
Ультразвуковой (УЗД) ГОСТ Р 55724	I	1, 2, 3	100 %	
	II	4	100 %	
		6	50 %*	
III	-	-	-	
Радиографический (R) по ГОСТ 7512 (просвечивание проникающим излучением)	I II III	Швы стыковых соединений 1, 2 - -	Участки стыковых швов, которые не могут быть подвергнуты УЗД по конструктивным признакам и/или результаты проверки которых методом УЗД требуют уточнения	-
Металлографические исследования макрошлифов	I	Стыковые швы растянутых или сжато-растянутых элементов конструкций	По указанию контролирующей организации	-
Механические испытания контрольных сварных соединений по ГОСТ 6996	Тип контролируемых соединений и объём контроля следует назначать по указанию контролирующей организации			
<p>* При выявлении дефектов, выходящих за пределы допусков, контролю подлежат 100 % длины швов типа 6 категории II.</p> <p><b>П р и м е ч а н и я</b></p> <p>1 Методы и объём контроля монтажных сварных соединений в узлах повышенной жёсткости, где увеличивается опасность образования трещин, должны быть дополнительно указаны в проектно-технологической документации.</p> <p>2 В сварных элементах и узлах с пересечениями и примыканиями монтажных стыковых швов (в зонах «крестов» и «полукрестов») следует производить повторный контроль качества этих зон по 150 мм в каждую сторону методом УЗД не ранее чем через двое суток (48 ч.) после первичного контроля швов методом УЗД в этих зонах.</p> <p>3 Первичный контроль качества сварных соединений инструментальными неразрушающими методами с выдачей заключений по УЗК следует выполнять не ранее 24 ч. с момента завершения их сварки при температуре окружающего воздуха выше плюс 5 °С и не ранее 48 ч. – при температуре окружающего воздуха плюс 5 °С и ниже.</p> <p>4 Категория и тип шва согласно указаниям таблицы 13 должны быть указаны в проектной документации.</p> <p>5 При контроле участка стыкового шва методами УЗД и R и выявлении при этом дефектов одним из этих методов решение о качестве шва принимается по результатам того метода, который является наиболее надёжным для обнаружения дефектов данного типа.</p>				

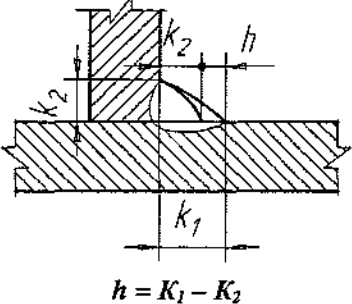
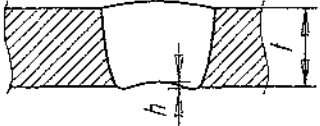
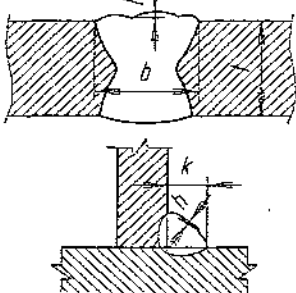
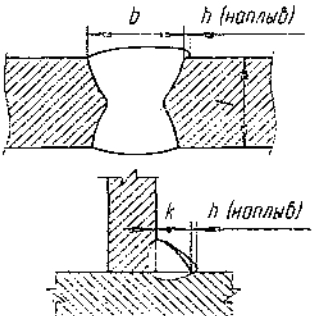
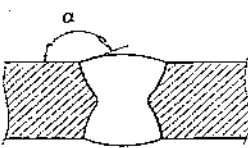
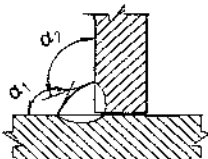
Т а б л и ц а 15 – Допуски на дефекты в монтажных сварных швах

Наименование дефектов	Характеристика дефектов по расположению, форме и размерам	Допустимые дефекты по категориям швов		
		I	II	III
<b>1 Поверхностные дефекты</b>				
1.1 Трещины	Трещины всех видов, размеров и ориентации	Не допускаются		
1.2 Непровары (в корне шва и неполное проплавление)	Для односторонних стыковых швов 	Не допускаются		
1.3 Несплавления поверхностные по стыкуемым свариваемым кромкам		Не допускаются		
1.4 Прожоги (проплавление насквозь)	-	Не допускаются		
1.5 Поверхностные одиночные поры в стыковых и угловых швах	Максимальный размер (диаметр) одиночного дефекта по п.1.5 в стыковых и угловых швах	1 мм	1,5 мм	2,0 мм
1.6 Поверхностные поры в стыковых и угловых швах	При расстоянии между дефектами по п. 1.6 не более $20t$ и менее 400 мм	Не допускаются		
1.7 Подрезы вдоль и поперёк усилия*		<p>Без исправления не допускаются.</p> <p>Подрезы глубиной <math>h</math> до 1 мм разрешается исправлять зачисткой <math>R \approx 3,0</math> мм и более.</p> <p>Подрезы глубиной более 1 мм необходимо заварить, с последующей механической обработкой</p>	<p>Глубиной до 1,0 мм допускаются без исправления.</p> <p>Подрезы глубиной <math>h</math>, мм <math>1 &lt; h \leq 2</math> разрешается исправлять зачисткой <math>R \approx 3,0</math> мм и более.</p> <p>Подрезы глубиной более 2 мм необходимо заварить, с последующей механической обработкой</p>	Согласно указаниям для швов II категории
* Переход от шва к основному металлу должен быть плавный. Очертания подрезов должны быть плавные				

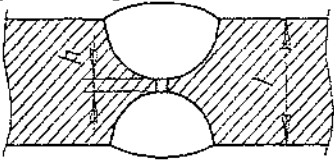
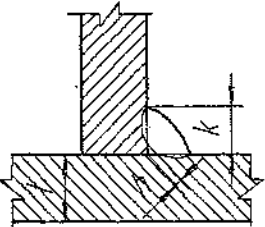
Продолжение таблицы 15

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

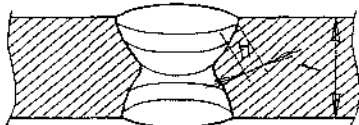
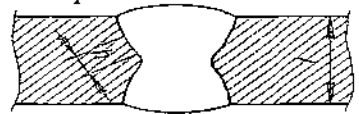
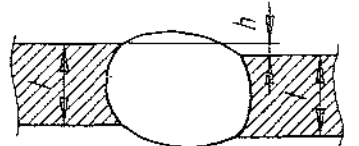
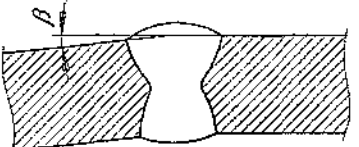
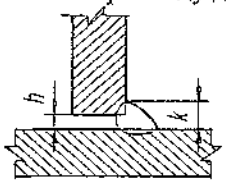
Продолжение таблицы 15

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

Продолжение таблицы 15

Наименование дефектов	Характеристика дефектов по расположению, форме и размерам	Допустимые дефекты по категориям швов		
		I	II	III
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 пп. 1.8 и 1.17 для швов III категории
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 п. 1.12 для каждой категории шва; дефекты большей глубины устраняются подваркой и последующей зачисткой		
<b>2 Внутренние дефекты</b>				
2.1 Трещины	Трещины всех видов, размеров и ориентации	Не допускаются		
2.2 Непровары и несплавления	а) в стыковых швах по оси стыка или притупления кромок 	Не допускаются		
	б) в корне угловых швов 	Не допускаются		Длинные дефекты не допускаются Короткий дефект $h \leq 0,1K$ , но не более 1 мм при расстоянии между дефектами $L \geq 30r$

Продолжение таблицы 15

Наименование дефектов	Характеристика дефектов по расположению, форме и размерам		Допустимые дефекты по категориям швов		
			I	II	III
	в) между слоями стыкового шва 		Не допускаются		
	г) недостаточное проплавление боковой кромки стыка 				
2.3 Одиночные внутренние поры, газовые полости и шлаковые включения	а) Максимальный размер $d$ одиночного дефекта, мм:	стыковой шов	При $t \leq 25$ $d \leq 1$ , при $t > 25$ $d \leq 0,04t$	При $t \leq 25$ $d \leq 1$ при $t > 25$ $d \leq 0,05t$	При $t \leq 25$ $d \leq 1$ , при $t > 25$ $d \leq 0,06t$
		угловой шов	$d \leq 0,05K$	$d \leq 0,08K$	$d \leq 0,1K$
	б) Расстояние $L$ между дефектами, мм		$L \geq 45$	$L \geq 15$	$L \geq 10$
	в) Количество дефектов $n$ на участке шва длиной 400 мм		$n \leq 4$	$n \leq 5$	$n \leq 6$
2.4 Скопления и цепочки внутренних пор, газовых полостей или/и шлаковых включений	Стыковые и угловые соединения		Не допускаются		
2.5 Включения меди, бронзы, вольфрама и другого металла	Инородные металлические включения		Не допускаются		
<b>3 Дефекты геометрии соединений</b>					
3.1 Линейное смещение кромок			$h \leq 0,05t$ , но не более 1,0 мм	$h \leq 0,1t$ , но не более 2,0 мм	$h \leq 0,15t$ , но не более 3,0 мм
3.2 Угловое отклонение от прямолинейности («домик»)			$\beta \leq 1,0^\circ$	$\beta \leq 1,5^\circ$	$\beta \leq 2^\circ$
3.3 Неудовлетворительный зазор в тавровом соединении	Чрезмерный зазор между деталями  Превышение зазора в некоторых случаях может быть компенсировано увеличением катета шва на величину зазора		$h \leq 0,5+0,1K$ , мм, но не более 2 мм	$h \leq 0,5+0,15K$ , мм, но не более 2,5 мм	$h \leq 1+0,2K$ , мм, но не более 3,0 мм

Окончание таблицы 15

Наименование дефектов	Характеристика дефектов по расположению, форме и размерам	Допустимые дефекты по категориям швов		
		I	II	III
<b>Примечания</b>				
1 Длинные дефекты – это один или несколько дефектов суммарной длиной более 25 мм на каждые 100 мм шва или минимум 25 % длины шва менее 100 мм.				
2 Короткие дефекты – это один или несколько дефектов суммарной длиной не более 25 мм на каждые 100 мм шва или максимум 25 % длины шва менее 100 мм.				
3 Условные обозначения:				
<i>S</i> – толщина стыкового шва, мм;				
<i>k</i> – номинальная величина катета углового шва, мм;				
<i>b</i> – фактическая ширина стыкового шва, мм;				
<i>k<sub>ф</sub></i> – фактическая величина катета углового шва, мм;				
<i>t</i> – толщина металла, мм;				
<i>d</i> – диаметр поры, мм;				
<i>h</i> – размер (высота или ширина) дефекта, мм;				
<i>L</i> – расстояние между дефектами или дефектными участками, мм				

Т а б л и ц а 16 – Допуски на монтажные угловые швы

Номинальный размер катета углового шва в тавровых, угловых и нахлесточных соединениях, мм	Предельное отклонение катета, мм, при способе сварки		
	Автоматическая и механизированная под флюсом по ГОСТ 8713, ГОСТ 11533	Автоматическая и механизированная в смеси защитных газов по ГОСТ 14771, ГОСТ 23518	Ручная по ГОСТ 5264, ГОСТ 11534
До 5 включительно.	+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		

10.20 Швы монтажных сварных соединений должны удовлетворять следующим требованиям:

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 4-х 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 величин, указанных в таблице 15;

в) все кратеры должны быть вырезаны и заварены;

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 15 настоящего стандарта организации. Допускается наличие «замков» в закольцовках, при этом допускается угол сопряжения металла углового шва закольцовок с основным металлом 90°.



В зонах «закольников» 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 15;

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

ж) все свободные кромки сварных конструкций, в т.ч. после срезки выводных планок и зачистки торцов швов, следует скруглять по указаниям 7.11 настоящего стандарта организации;

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

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

л) в стыковых швах любых толщин с усилением лицевой поверхности шва более 3,5 мм следует выполнить механическую обработку;

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

н) по всем зонам пересечений и примыканий стыковых швов (зоны «крестов» и «полукрестов») их усиления с лицевой и обратной сторон на длине по 100 мм в каждую сторону следует зачистить шлифмашинкой заподлицо с основным металлом;

п) в вертикальных монтажных стыковых швах вставок полосовых продольных рёбер поясов балок (коробчатых блоков) усиления концевых участков свободных стыковых швов на длине  $\approx 30$  мм должны быть сняты заподлицо с основным металлом, а свободные кромки в зоне этих стыков должны быть скруглены по 7.11 настоящего стандарта организации; полная зачистка усилений этих вертикальных стыковых швов браковочным признаком не является;

р) зоны перехода от заводского углового поясного шва к монтажному угловому поясному шву по стенкам главных балок, элементам ферм и указанные зоны перехода угловых швов по нижним продольным рёбрам, следует обработать шлифмашинками на длине  $\approx 60$  мм;

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

т) в сварных стыковых соединениях, выполненных односторонней автоматической сваркой под флюсом с МХП на стекло-медных подкладках, допускаются «подмывы» по линии сплавления обратного валика шва с основным металлом с размерами по 8.18 настоящего стандарта организации;

у) во всех монтажных стыковых швах железнодорожных пролётных строений, расположенных поперёк основного усилия, усиление шва должно быть зачищено заподлицо с основным металлом с двух сторон стыка по всей длине.

10.21 При неразрушающем контроле качества швов сварных соединений следует определить наличие, число, характер и размеры поверхностных и внутренних дефектов, указанных в таблице 15 настоящего стандарта организации.

Контроль качества монтажных сварных соединений ультразвуковой дефектоскопией (УЗД) должны проводить дефектоскописты неразрушающего контроля качества по 10.13 настоящего стандарта организации (см. приложение И2) в соответствии с методикой ультразвукового контроля (УЗК), изложенной в подразделах И2-И8 приложения И и в объёмах по таблице 14 настоящего стандарта организации. При выполнении УЗК монтажных сварных соединений дефектоскописты должны вести журналы ультразвукового контроля качества.

10.22 Перед ультразвуковым контролем 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 мостостроительной организации.

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.

10.23 Поиск дефектов следует вести по схеме поперечно-продольного и продольно-поперечного перемещения преобразователя при превышении чувствительности поиска над чувствительностью оценки  $N_{хо}$  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 И, разделы И2 – И8.

Для выявления дефектов, расположенных у торцов стыковых соединений, следует дополнительно прозвучивать зону у каждого торца, постепенно поворачивая преобразователь приблизительно до угла в  $45^\circ$  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  $10-40^\circ$ .

10.24 Участок шва с дефектами считают негодным и подвергают ремонту, 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  $10^\circ - 40^\circ$ ;
3.  $N_{хо} \geq N_{дmax} \geq N_{хо} - 6$ , но условная протяженность  $\Delta L_{д}^i$ , измеренная относительным способом, превышает значение  $\Delta L_{бр}^i$ , установленное в инструкции на контроль с учетом толщины сваренных листов, т.е.  $\Delta L_{д}^i > \Delta L_{бр}^i$ ;
4.  $N_{хо} \geq N_{дmax} \geq N_{хо} - 6$ , но расстояние  $\Delta L$  между ближайшими дефектами меньше:  $\Delta L < 45$  мм,  $< 15$  мм и  $< 10$  мм соответственно для швов I, II и III категорий.
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 I, II и III категорий.

10.25 Первичный контроль качества монтажных сварных стыковых соединений методом ультразвуковой дефектоскопии (УЗД) с выдачей заключений по УЗД следует производить не ранее 24 часов с момента завершения сварки при температуре окружающего воздуха выше плюс  $5^\circ\text{C}$  и не ранее 48 часов – при температуре окружающего воздуха плюс  $5^\circ\text{C}$  и ниже.

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 производится повторный контроль полной (100 %) длины сварного соединения, о результатах которого делается соответствующая запись в журналах ультразвукового контроля и сварочных работ. Сроки выполнения повторного контроля следует принимать по требованию к первичному контролю.

Результаты контроля качества сварных швов методом УЗД следует фиксировать в Журналах сварочных работ и ультразвукового контроля качества швов, а также в Заключении по контролю качества швов методом УЗД. 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 [4] и начальник лаборатории неразрушающего контроля, подписи которых заверяют печатью. Заключения по контролю качества монтажных

сварных соединений методом УЗД мостостроительная организация представляет Заказчику по первому его требованию.

10.26 Швы сварных соединений просвечивают проникающим излучением (при необходимости, см. таблицу 14), как правило, по нормали к плоскости свариваемых листов, а в отдельных случаях (для выявления возможного непровара) – по скосам кромок. Источник излучения следует выбирать в зависимости от толщины контролируемого соединения, 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.

10.27 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 зон термического влияния (ЗТВ), измеряют твердость различных зон сварного шва.

10.28 Швы монтажных сварных соединений не могут быть признаны годными, если по одному из использованных методов контроля согласно таблице 14 получены отрицательные результаты.

## **11 Исправление дефектов сварки и правка деформированных конструкций**

### *Исправление дефектов сварки*

11.1 Сварные соединения, не отвечающие требованиям к их качеству по таблице 15, следует исправлять. Способ исправления назначает руководитель сварочных работ (главный сварщик) мостостроительной организации с учётом требований настоящего стандарта организации. Дефектные швы могут быть исправлены посредством частичного или полного их удаления с последующей переваркой.

11.2 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.

11.3 При обнаружении в металле сварных соединений трещин должна быть установлена их протяженность и глубина с помощью УЗД.

Процесс по исправлению сварного шва с трещиной должен включать следующие операции. В начале и в 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  $60^\circ$  с помощью:

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

Заваривают подготовленный участок.

Удаление участка шва с трещиной, если не производилось 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.

11.4 Подготовленный к ремонту дефектный участок длиной более 1 м необходимо заварить, как правило, тем способом сварки, который предусмотрен для выполнения данного шва. Короткие дефектные участки длиной до 1 м с внутренними дефектами, выполненные автоматической и механизированной сваркой, а также участки любой протяжённости с внешними дефектами в виде подрезов, шлаковых включений и др. допускается исправлять ручной дуговой сваркой электродами диаметром 3-4 мм. Внутренние дефекты устраняют с разделкой дефектного участка, внешние – без разделки или с частичной разделкой армированными наждачными кругами.

При ремонте швов механизированной сваркой в смеси защитных газов следует применять бесшовные порошковые проволоки по таблицам 2б и 2в диаметром 1,2 мм.

11.5 Исправление дефектного участка удалением с последующей заваркой допускается не более двух раз. Исправление такого дефектного участка второй раз следует выполнять ручной дуговой сваркой под руководством лица, ответственного за производство сварочных работ. Исправленные швы следует контролировать так же, как и швы вновь сваренных соединений.

11.6 При величине сварочного зазора в стыках более проектного (с учётом плюсового допуска) кромки монтажных сварных стыковых соединений разрешается ремонтировать наплавкой с учётом следующих требований: для стыковых соединений, выполняемых в нижнем положении, сварочный зазор должен быть не более 25 мм; для стыков, выполняемых в вертикальном (наклонном) положении и в горизонтальном положении на вертикальной плоскости – не более 12 мм; для тавровых соединений – не более 15 мм. Наплавку кромок следует выполнять механизированной сваркой в смеси защитных газов бесшовной порошковой проволокой и/или ручной дуговой сваркой на медных подкладках. Наплавку следует выполнять по специально разработанным и утверждённым главным сварщиком операционным технологическим картам (КТПС) 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 визуально-измерительным методом (ВИК) с применением лупы 7<sup>x</sup> увеличения. Наплавку кромок следует выполнять под контролем руководителя сварочных работ монтажной организации.

Ремонтные кромки наплавкой должны быть зафиксированы в 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.

11.7 При величине зазоров в стыковых и тавровых соединениях более, чем указанные в 11.6 настоящего стандарта организации, выполняют обрезку одной дефектной кромки с шириной обрезаемого проката  $\approx 200$  мм, и затем производят пристыковку металлопроката сваркой по указаниям раздела 8 настоящего стандарта организации с последующей обрезкой и подготовкой проектной формы и размеров кромки и элемента.

#### ***Правка деформированных конструкций***

11.8 Мостовые металлоконструкции, получившие в процессе транспортирования, погрузки-выгрузки и монтажа деформации и повреждения, освидетельствованные комиссионно и признанные по акту годными после устранения дефектов, подлежат термической или термомеханической правке.

Любые виды остаточных деформаций, превышающих допустимые после монтажной сварки во всех элементах пролётного строения, можно исправлять термической и/или термомеханической правкой.

11.9 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 (700–900) °С.

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

11.10 Рабочие, выполняющие термическую и/или 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 17);

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, при этом температуру нагрева контролируют с помощью оптического пирометра излучения или цифровых термометров и др.

Т а б л и ц а 17 – 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

11.11 Поверхность металла в зоне правки нагревом необходимо очищать от грунтовок и других загрязнений во избежание искажения цвета каления (см. таблицу 17) и образования газов, вредных для здоровья рабочих.

11.12 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).

11.13 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.

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

11.15 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 ту же зону нагревать более 2-х раз не допускается.

11.16 Интенсивность нагрева намеченных зон должна обеспечивать равномерный нагрев зоны правки. Горючий газ – ацетилен, пропан, пропан-бутан или природный газ. Рекомендуется использовать одновременно несколько горелок с номером сопла не ниже 5 (таблица 18). Металлы толщиной более 20 мм рекомендуется нагревать одновременно с двух сторон (при наличии доступа к противоположной стороне). Металлы толщиной 25 мм и выше допускается нагревать многопламенной горелкой с диаметром огневого сопла не более 25 мм и работающей на газах-заменителях ацетилена.

Т а б л и ц а 18 – Ориентировочная эффективная мощность пламени горелки для термической правки металла

Тип горючего газа	Номер наконечника горелки	Расход кислорода, $\text{дм}^3/\text{с}$	Расход горючего газа, $\text{дм}^3/\text{с}$	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

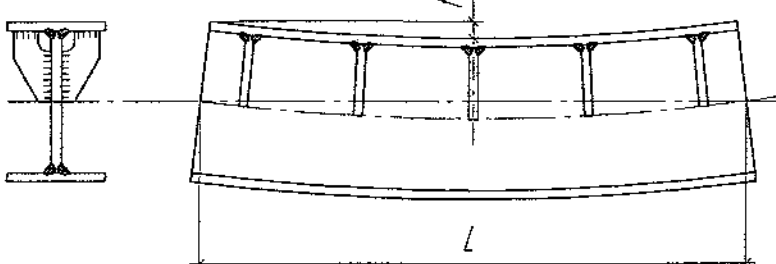
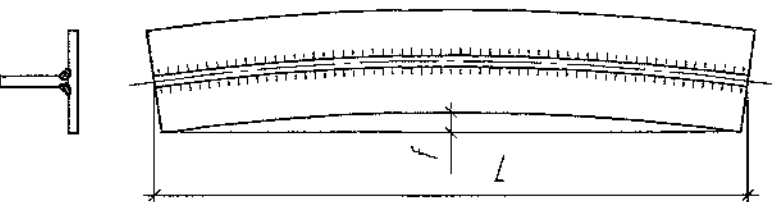
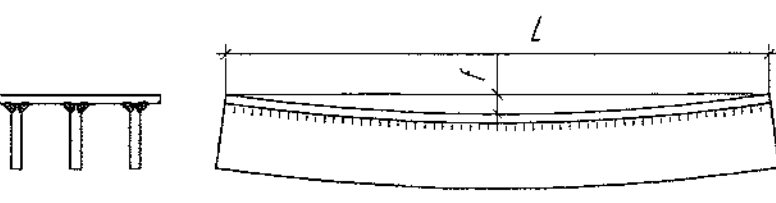
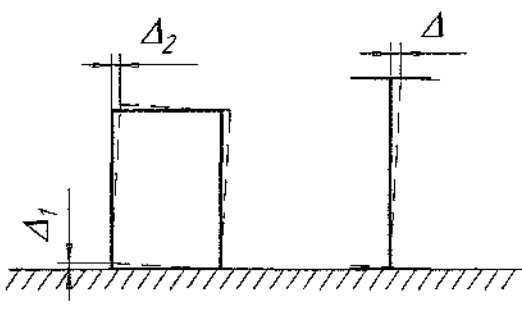
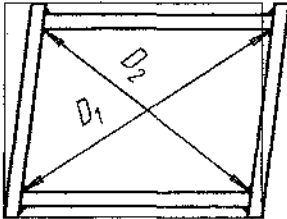
11.17 Возникающие в процессе сварки деформации следует разделять на две группы:

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

б) местные, когда деформируются отдельные части свариваемой конструкции (грибовидность, перекося полка, «домики», выпучивание).

Классификация общих сварочных деформаций приведена в таблице 19, а местных сварочных деформаций – в таблице 20.

Т а б л и ц а 19 – Общие деформации от сварки

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

Т а б л и ц а 20 – 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 её длине	
6 Выпучивание (волнистость, хлопун) стенки на концах балочных и коробчатых сплошностенчатых элементов при свободной высоте стенки $h$	



Для измерения остаточных деформаций в деталях или элементах отправочных марок, последние необходимо укладывать на плоские поверхности.

Перечень стандартных средств измерений и контроля приведен в приложении К. С использованием стандартного измерительного инструмента и индивидуальных устройств, изготавливаемых в мастерских (цехах) мостостроительной организации, можно создать набор средств измерения любых деформаций в сварных конструкциях.

Метрологическое обслуживание измерительного инструмента в соответствии с требованиями соответствующих стандартов необходимо производить ежегодно в региональных ЦСМ с оформлением свидетельств о госповерке.

При измерении и контроле качества длины поступивших на стройплощадку конструкций следует пользоваться одной и той же рулеткой, прошедшей указанный контроль.

Приёмы измерений величины отдельных видов деформаций приведены на рисунках 37 – 42. 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 37) или другими линейками, кривизна которых не превышает 0,2 мм на длине 1000 мм.

Грибовидность измеряют двумя линейками – поверочной по ГОСТ 8026 и измерительной с ценой деления 0,5 мм (рисунок 38). Перекос поясов тавровых и двутавровых элементов измеряют угольниками типа УШ и измерительными линейками (рисунок 39). Деформацию саблевидности по всей длине измеряют с помощью струны или лазерной линейки и металлической линейки; для оценки саблевидности на базе длиной 1 м (рисунок 40) пользуются устройством для измерения выпучивания (см. рисунок 37). Измерение выпучивания (хлопунов) в замкнутом контуре с выпуклой стороны выполняют таким же устройством, но с базой, равной расстоянию между ребрами или поясами балки (рисунок 41). С противоположной стороны величину хлопуна измеряют двумя линейками – измерительной и поверочной. Винтообразность измеряют с помощью геодезических приборов (рисунок 42).

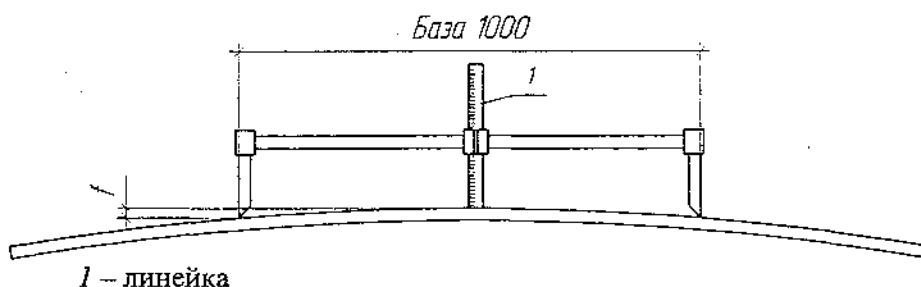


Рисунок 37 – Измерение выпучивания и волнистости листа

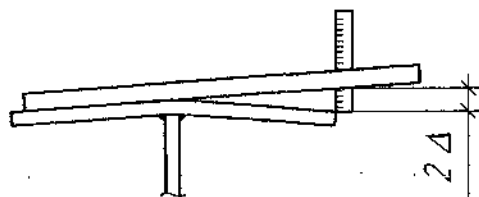


Рисунок 38 – Измерение симметричной грибовидности линейками

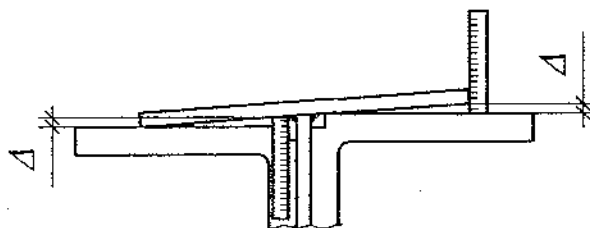


Рисунок 39 – Измерение перекоса двумя угольниками и линейками

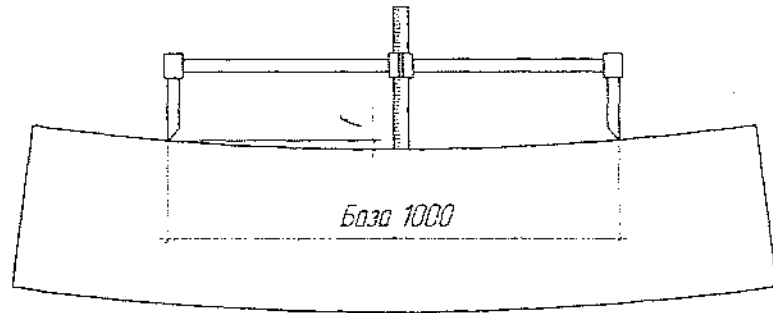


Рисунок 40 – Измерение саблевидности на базе 1 м

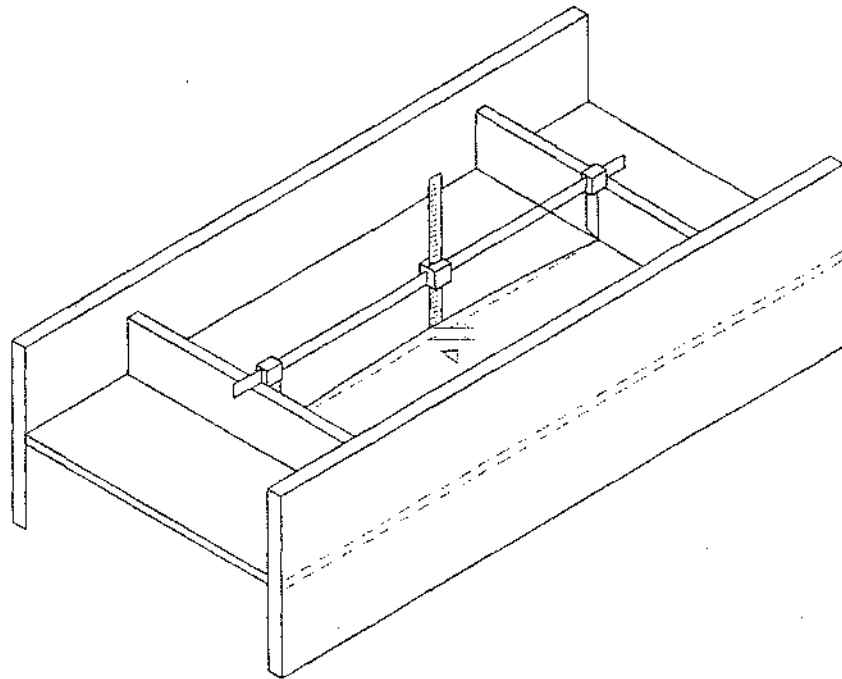
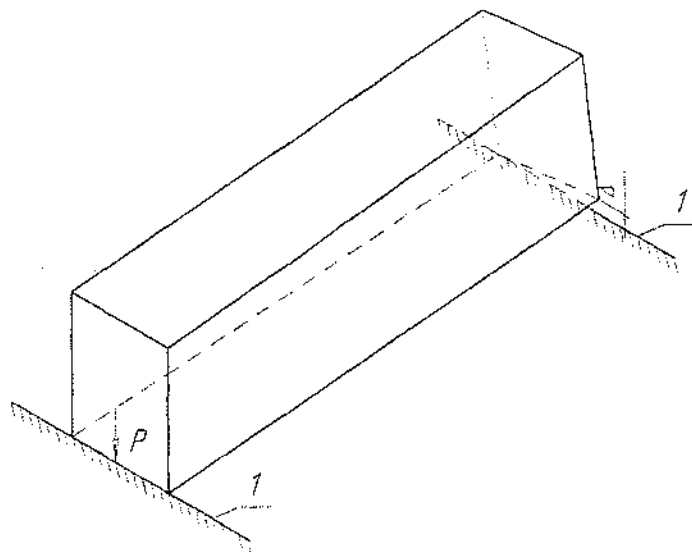


Рисунок 41 – Измерение выпучивания (хлопуна) в замкнутом контуре



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

Рисунок 42 – Измерение винтообразности коробчатого элемента

11.18 Для нагрева металла до температур, указанных в 11.9, следует применять газопламенные инжекторные горелки, работающие на ацетилене или газах-заменителях (таблица 21).

Т а б л и ц а 21 – Свойства горючих газов

Наименование, химическая формула	Максимальная температура горения в кислороде, °С	Низшая теплотворная способность, кДж/м <sup>3</sup>
Ацетилен C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	3200	53
Метан CH <sub>4</sub>	2200	33
Пропан C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	2700	87
Бутан C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	2700	120
Природный газ	2000–2200	34

11.19 Горелки должны иметь наибольшую эффективную мощность (см. таблицу 18) 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.

11.20 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.

11.21 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.

С целью создания механических усилий при выполнении термомеханической правки рекомендуется применять гидравлические или механические домкраты.

11.22 Винтообразность (таблица 19, п. 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.

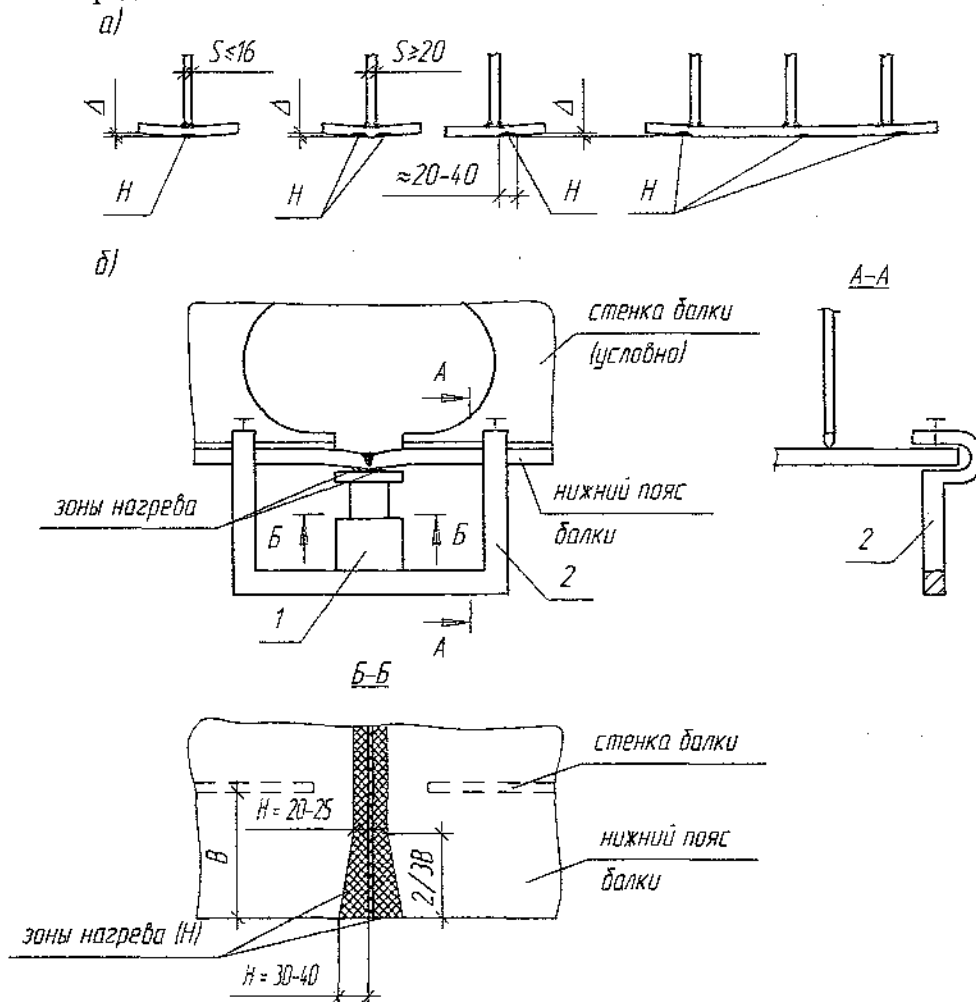
Термическая правка винтообразности жестких коробчатых элементов практически невозможна и экономически нецелесообразна. Неправильно собранный и сваренный коробчатый элемент подлежит отбраковке или роспуску по сварным угловым соединениям посредством газокислородной резки и сборке заново.

11.23 В монтажном стыке блоков главных балок в первую очередь заваривают стык нижних поясов, и если после сварки этого стыка имеется недопустимая остаточная деформация «домик вниз» с раскрытием зазора между вертикальной (наклонной) стенкой и нижним поясом, то до заварки угловых поясных швов следует устранить «домик» в стыке и тем самым исключить в пределах допуска зазор между вертикальной (наклонной) стенкой балки и нижним поясом. Затем необходимо выполнить сварку угловых поясных швов, проверить наличие грибовидности нижнего пояса и при её недопустимой величине выполнить термическую правку грибовидности.

11.24 Остаточную деформацию типа «домик вниз» в стыках нижних поясов главных балок следует устранять с помощью специального приспособления (скобы), гидравлического домкрата и горелки (рисунок 43 б) в следующей последовательности:

- установить скобы в требуемое положение (см. рисунок 43 б);
- прогреть горелкой зоны термической правки с выпуклой стороны (металл стыкового шва не прогревать);
- быстро установить домкраты под деформированным участком и выжать «домик» с небольшим «плюсом» (2-3 мм) в обратную сторону;
- дать исправленному участку полностью остыть;
- снять приспособления и с помощью металлической линейки проверить величину остаточной деформации (стрелы прогиба), которая не должна превышать допуска по п. 13 таблицы 22.

11.25 Термическую правку грибовидности полок (поясов) элементов балок двутаврового, таврового, Н-образного и L-образного сечений, а также ребристых и ортотропных плит следует выполнять посредством нагрева газопламенными горелками зон металла, указанных на рисунке 43 а. Зоны нагрева ( $H$ ) размечают снизу пояса или листа настила за линией сплавления углового поясного шва (рисунок 43 а справа). Ширина зоны нагрева ориентировочно 20–40 мм, длина равна длине выправляемого участка грибовидности элемента. Зона нагрева должна быть очищена от заводской грунтовки. Нагрев следует выполнять горелками большой мощности от концов зоны термоправки к её середине, постепенно увеличивая температуру нагрева от 500–550 °С на концах до 700 °С в середине зоны.

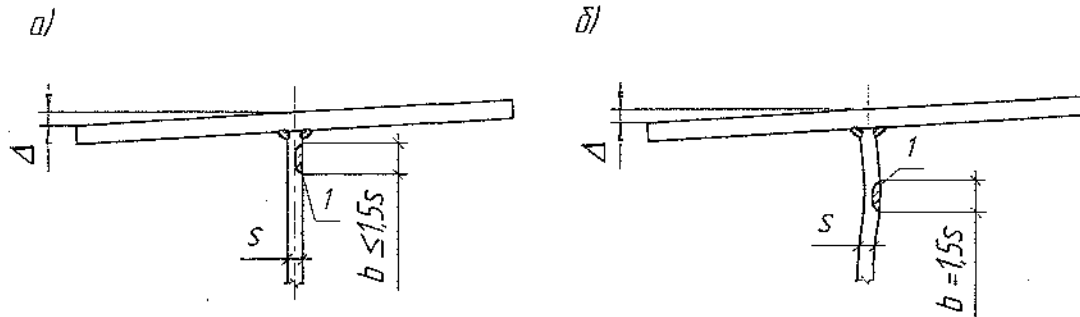


$H$  – зоны нагрева,  $\Delta$  – деформация, 1 – домкраты, 2 – скобы

Рисунок 43 – Схемы термической правки грибовидности поясов (а) и термомеханической правки «домика» в стыке (б)

Степень исправления грибовидности определяют после полного остывания металла. Остаточная грибовидность не должна превышать допуска по таблице 22 раздела 13 настоящего стандарта организации.

11.26 Перекосы полок (поясов) относительно стенок балок при полном отсутствии грибовидности пояса являются результатом нарушения технологии сборки и сварки, другой причиной перекаса может быть изгиб стенки по её высоте. В первом случае перекас следует выправлять нагревом полосы на стенке рядом с угловым поясным швом со стороны тупого угла. Оптимальная ширина полосы нагрева составляет 1,5 толщины стенки ( $1,5 S_{ст}$ ), рисунок 44 а. Во втором случае полосу нагрева следует намечать на выпуклой стороне стенки так же шириной  $1,5 S_{ст}$  (рисунок 44 б).



а – элемент с прямой стенкой; б – элемент с искривлённой стенкой; 1 – полоса нагрева

Рисунок 44 – Правка перекаса полок (поясов)

11.27 Недопустимые деформации укрупненных блоков средних ортотропных плит (грибовидность по контуру настильных листов и «домики» в стыках) следует выправлять до их установки в конструкцию монтируемого пролетного строения. Правка термическая и термомеханическая по технологии, описанной в 11.24, 11.25 и на рисунке 45 а.

В консольных ортотропных плитах (рисунок 45 б) деформации грибовидности свободного свеса настильного листа и «домики» в стыковых поперечных швах выправляют также термическим и термомеханическим способами.

11.28 При сборке под вертикальную (наклонную) автоматическую или механизированную сварку стенок главных балок с односторонними вертикальными рёбрами (рисунок 46) требуется совпадение кромок с высокой точностью ( $\pm 1$  мм) в плоскости стенки. Такая точность достигается термической правкой стенки при монтаже дополнительно к заводской правке, если последняя не обеспечивает требуемую точность.

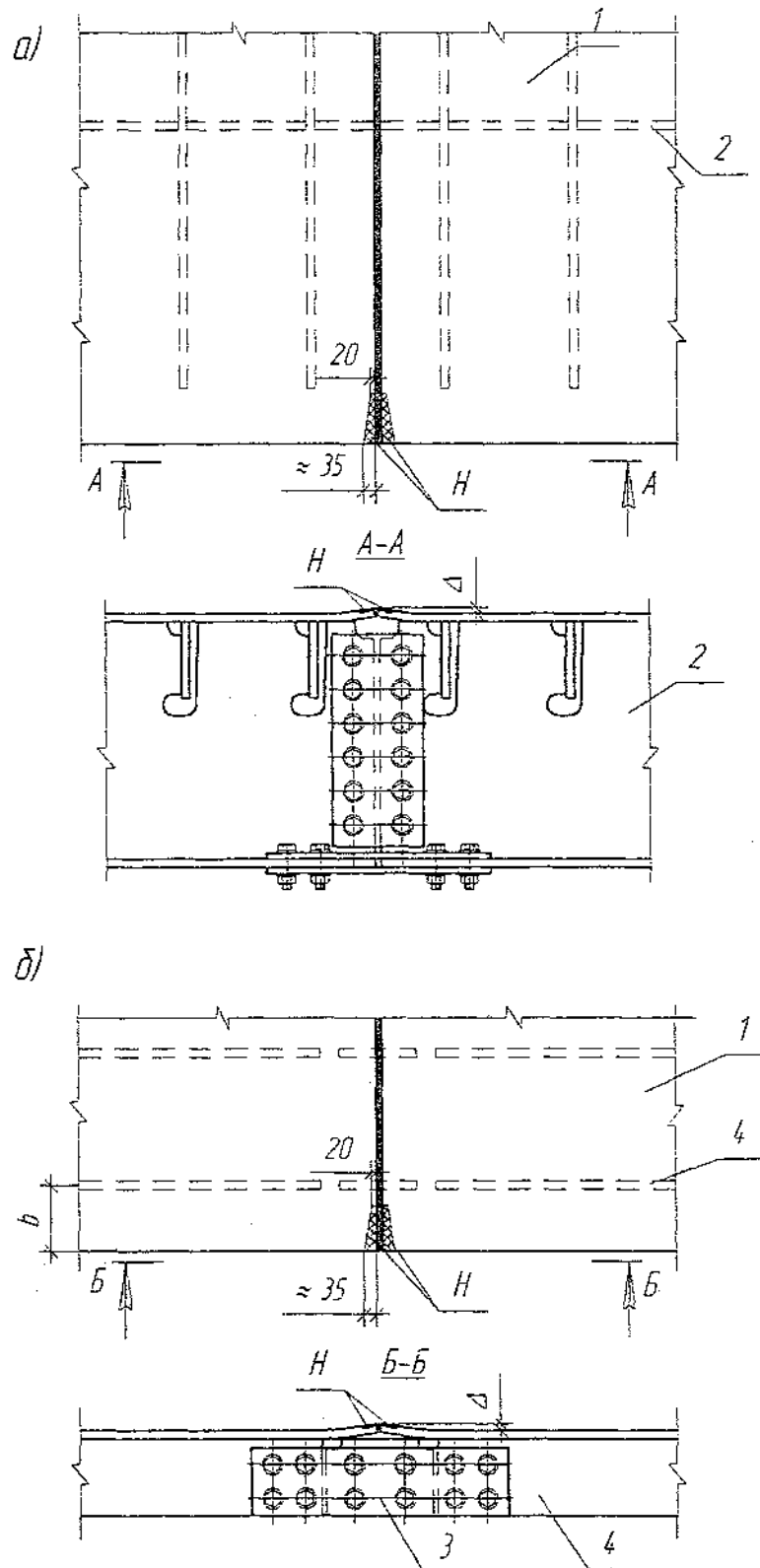
Зоны нагрева  $H$  следует намечать со стороны, противоположной вертикальным рёбрам, за линией сплавления крайнего заводского углового шва по всей высоте рёбер. Ширину зоны нагрева принимают равной 20–40 мм (рисунок 46).

Термомеханическую правку волнистости кромок на торцах стыкуемых стенок главных балок следует выполнять в соответствии с рисунком 47.

11.29 Продольный изгиб (саблевидность) элементов таврового, двутаврового, Н-образного и коробчатого сечений следует править термическим и/или термомеханическим способами посредством нагрева выпуклой кромки листа в виде клиньев, полосы вдоль кромки или их сочетания. Наиболее эффективный способ нагрева – клиновидный (рисунок 48). Нагрев клина следует вести от вершины к основанию. Механические усилия к элементам в процессе правки прикладывают, как правило, в виде пригруза.

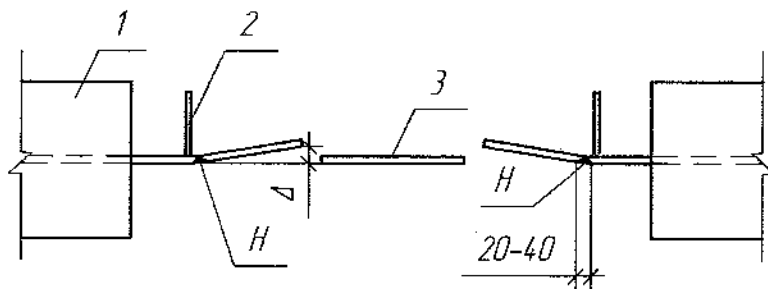
11.30 Выпучивание стенок балочных и коробчатых пролётных строений («хлопуны») правят термическим или термомеханическим способами в последнюю очередь, после завершения правки остаточных деформаций других видов.

Правку выпучивания (хлопуна) следует начинать с замера стрелы  $\Delta$  (см. таблицу 20, п.5, рисунок 49). Замер производят с любой (выпуклой или вогнутой) стороны. При замере определяют границы основания и вершину (центр) хлопуна. Разметку выполняют мелом с выпуклой стороны.



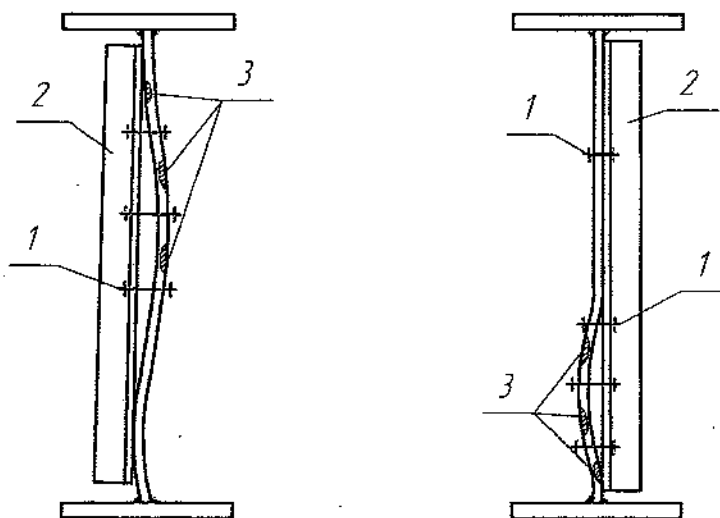
*a* – укрупнённый блок средних ортотропных плит; *б* – укрупнённый блок консольных плит;  
*1* – настильный лист; *2* – поперечная балка; *3* – вставка продольного ребра плиты;  
*4* – продольное ребро плиты;  
 $\Delta$  – деформация, *b* – свес настильного листа консольной плиты; *H* – зоны нагрева

Рисунок 45 – Схемы термической и термомеханической правки плит в зоне монтажных стыков



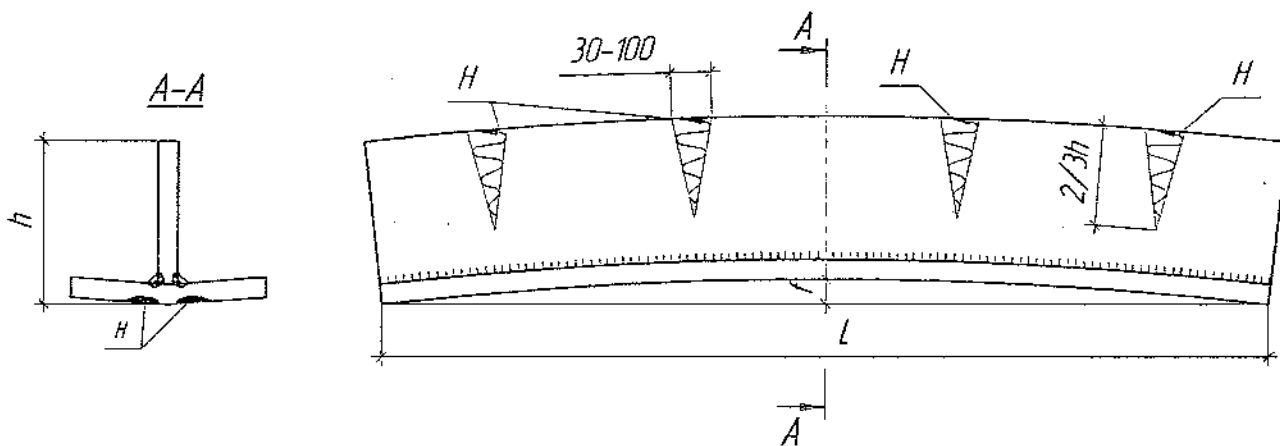
1 – пояс главной балки, 2 – вертикальное ребро, 3 – вставка;  
H – зоны нагрева, Δ – деформация

Рисунок 46 – Схема сборки стенки цельносварного стыка главных балок с правкой грибовидности свободных свесов



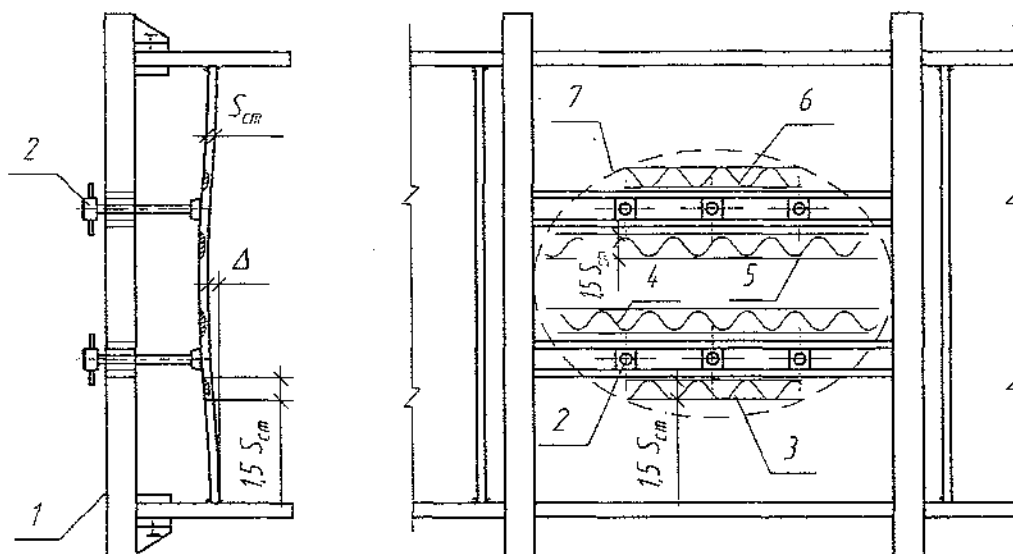
1 – струбцины или болты; 2 – уголок жёсткости 125x125x12; 3 – полосы нагрева металла

Рисунок 47 – Термомеханическая правка волнистости кромки на торце стенки главной балки



H – зоны нагрева, f – стрела выгиба

Рисунок 48 – Схема правки саблевидности элемента



1 – рама; 2 – винтовой прижим (домкраты); 3, 6 – полосы нагрева первого этапа правки; 4, 5 – то же второго этапа; 7 – граница хлопуна

Рисунок 49 – Термомеханическая правка выпучивания (хлопуна) в замкнутом контуре на двутавровой балке

Внутренние остаточные напряжения в хлопунах, возникшем в замкнутом контуре стенки между рёбрами 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  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$  может привести к значительному увеличению деформации выпучивания. Для исключения такого явления намеченные зоны следует нагревать только после установки на выпуклую сторону специальных приспособлений, препятствующих росту деформаций (рисунок 49). Величину механического усилия, прикладываемого к хлопунах, и площадь его распределения подбирают опытным путём до начала правки.

При наличии в стенке двояковыпуклых в разные стороны деформаций термомеханическую правку выполняют последовательно, начиная с меньшей величины выгиба.

Выпучивания стенок (хлопуны) следует править нагревом с выпуклой стороны полос, параллельных одна другой и направленных вдоль большего основания выпучивания. При сферической (круглой) форме хлопуна направление полос нагрева принимают параллельно рёбрам жёсткости. Примерное расположение полос нагрева и винтовых прижимов приведено на рисунке 49 при форме хлопуна в виде эллипса.

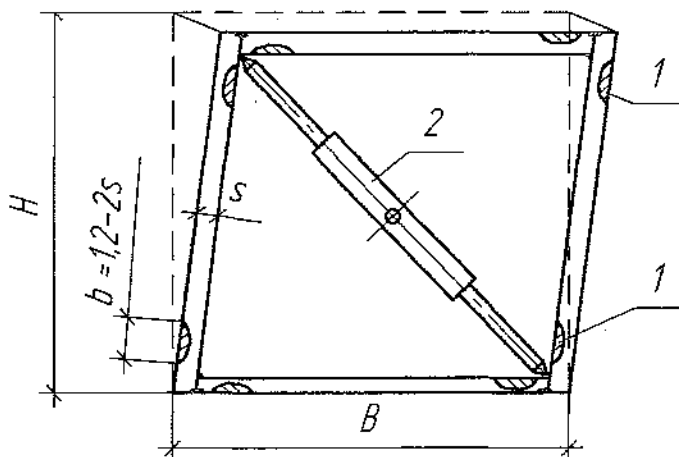
Порядок правки следующий:

- замер границ зоны выпучивания и деформации  $\Delta$ ;
- 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  $1,5 S_{cr}$  до расчётной температуры правки с постепенным увеличением механической нагрузки;
- замер деформации  $\Delta$  после полного остывания металла;
- наметка положения и длины полос № 4 и № 5 в зависимости от результатов первого этапа правки.

Дальнейшую последовательность правки повторяют до полного выправления выпучивания (хлопуна).

11.31 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 50). Полосы нагрева намечают снаружи и, по возможности, изнутри по схеме рисунка 50. В процессе нагрева полос регулируют усилия на домкратах до полного исправления ромбовидности.





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

Рисунок 50 – Правка ромбовидности коробчатого сечения

11.32 Для снятия внутренних напряжений и предотвращения трещинообразования в зонах сосредоточения монтажных сварных швов допускается выполнять высокий отпуск указанных зон конструкции путём нагрева этих зон газовыми горелками до температуры  $\approx (600-650)^\circ\text{C}$ . 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 минуты. Выдержка при температуре  $600-650^\circ\text{C}$  не регламентируется, остывание – постепенное на воздухе.

11.33 О результатах правки можно судить только после полного остывания зон нагрева. Если деформации остаются за пределами допусков, то намечают новые зоны нагрева. Одну и ту же зону нагревать более двух раз не допускается. Поверхность металла после правки не должна иметь вмятин забоин и других повреждений. Если после допустимого числа правок фактические деформации превышают размеры предельных отклонений, то конструкция должна быть забракована. В отдельных случаях по согласованию с проектной организацией допускается усиление выправляемых участков или их замена.

## 12 Механическая обработка сварных соединений

12.1 Механическую обработку монтажных сварных соединений в стальных конструкциях пролётных строений железнодорожных, автодорожных, совмещённых 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 стандарте организации, проектная организация с участием специализированной организации разрабатывает конструктивное оформление и технологические требования к обработке зон концентрации напряжений.

12.2 Механическую обработку монтажных сварных соединений следует выполнять после исправления дефектных участков шва. Технологические дефекты, выявленные в зоне обработки (в т.ч. неполное проплавление, если обязательно полное проплавление), должны быть устранены. Допускаемые нормами подрезы, попавшие в зону механической обработки, должны быть полностью удалены. Подлежат тщательной зачистке следы газовой резки выводных планок.

12.3 Механическая обработка монтажных сварных соединений должна обеспечить сопряжение поверхности усиления сварного шва с основным металлом в соответствии с п. 1.17 таблицы 15 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 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 7.11 настоящего стандарта организации.

12.4 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 производить локальную (местную) подварку зон ослабления проката площадью до 100 см<sup>2</sup> с последующей зачисткой по требованиям настоящего стандарта организации. Подварку локальных зон ослабления проката большей площадью допускается выполнять по соответствующему согласованию в установленном порядке. Все ожоги сваркой на поверхности металла должны быть зачищены абразивным инструментом до полного удаления следов ожогов (на глубину до 1 мм).

12.5 Местные наплывы, чрезмерное усиление шва, натёки, 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 15 настоящего стандарта организации.

12.6 Способ, оборудование и инструмент для механической обработки монтажных сварных соединений назначает мостостроительная организация. 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.

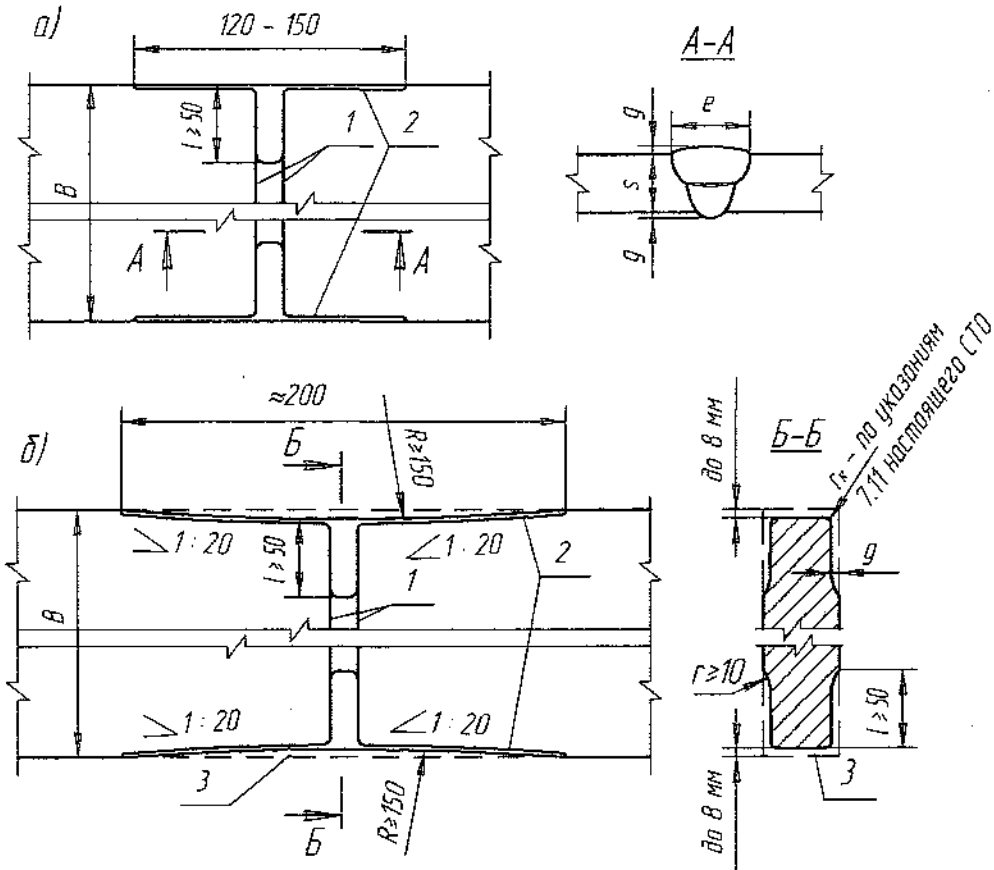
Для удаления технологических припусков в зоне «носиков» стенок балок и других частей свариваемых деталей, выступающих за проектный контур, допускается применение газокислородной резки с последующей механической обработкой зон реза. При этом наличие окисленного (оплавленного) металла на свободных и/или 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.

12.7 Стыковые сварные соединения (рисунки 51 и 52) 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 технологического регламента на монтажную сварку конкретного объекта, указаниям настоящего стандарта организации и проектной документации (чертежам КМ). Если отклонения размеров швов превышают допустимые по указанным стандартам, чертежам КМ, настоящему стандарту организации и технологическому регламенту, необходима 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 7.11 настоящего стандарта организации.

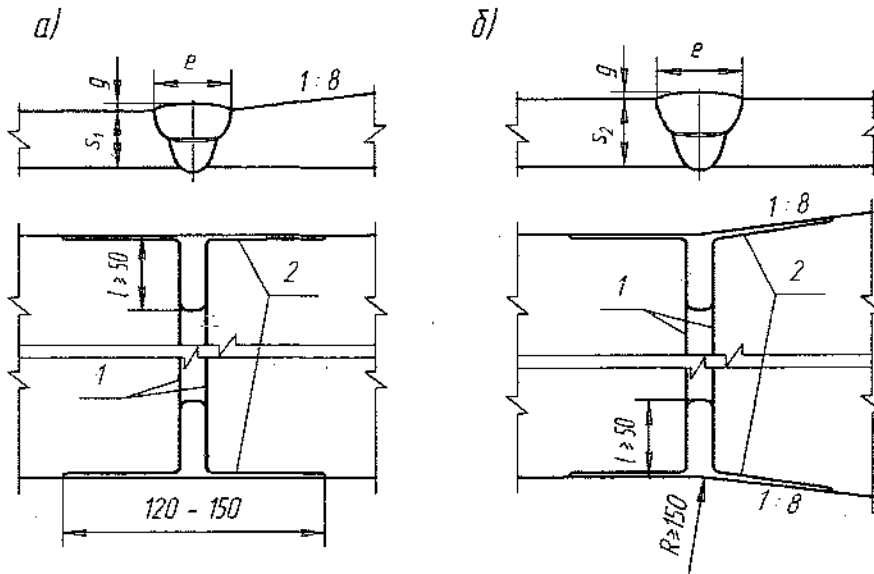
Для удаления поверхностных дефектов с торца шва механической обработкой допускается плавно, с уклоном не более 1:20 и сопрягаемым радиусом не менее 150 мм на свободных кромках углубляться в основной металл без подварки на величину 0,02 ширины свариваемого листа, но не более чем на 8 мм с каждой стороны (рисунок 51 б) и не более 12 мм с – одной стороны. После обработки торцов шва углы кромок листов следует плавно скруглять по указаниям 7.11 настоящего стандарта организации.

При механической обработке стыковых сварных соединений листов разной толщины или разной ширины должны быть выполнены требования, указанные на рисунке 52, 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  $0,02B$ , 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;  $l \geq 50$  мм (с двух сторон шва);  $r \geq 10$  мм

Рисунок 51 – Схемы обработки стыковых соединений листов одинаковой толщины

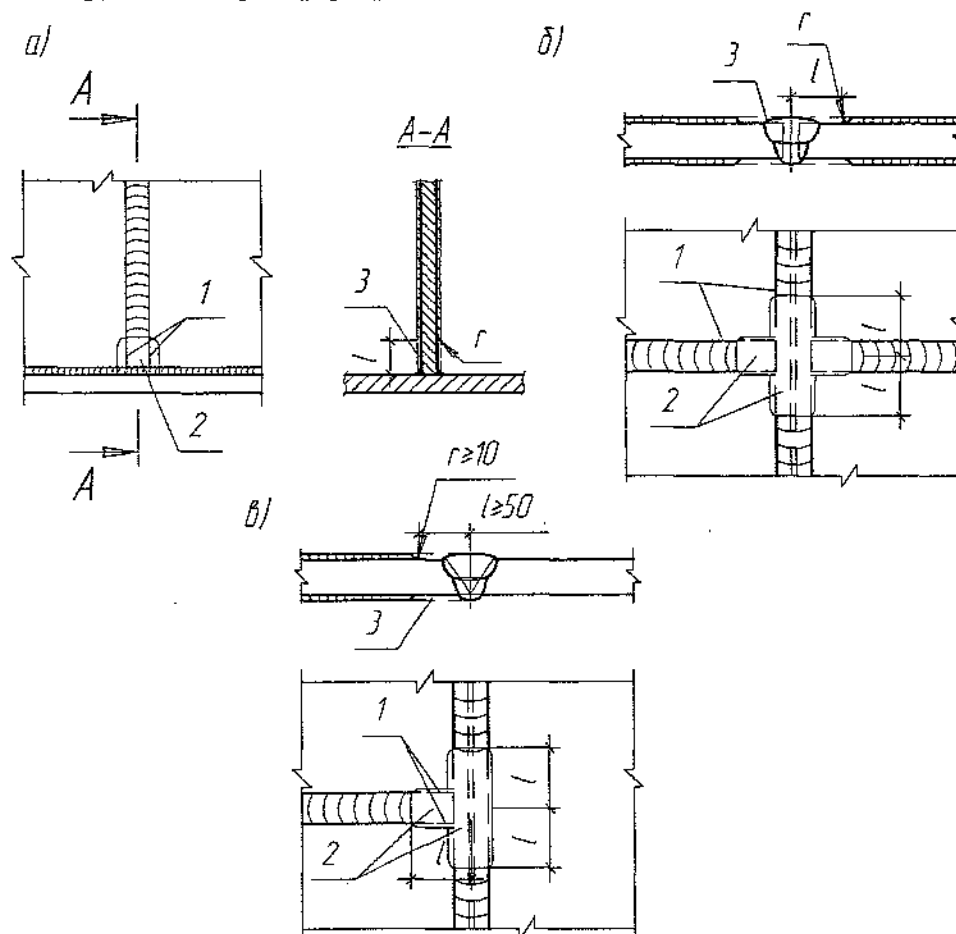


а – стыковое соединение листов разной толщины;  
 б – стыковое соединение листов разной ширины; 1 – границы шва по зонам сплавления;  
 2 – границы зон механической обработки;  $l \geq 50$  мм (с двух сторон шва)

Рисунок 52 – Схемы обработки стыковых соединений листов разной толщины и ширины

12.8 Концевые участки всех монтажных 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 51 и 52), обеспечивая при этом постепенный переход к не зачищенному участку шва радиусом  $r \geq 10$  мм.

12.9 При пересечении сварных швов перед наложением шва, пересекающего (рисунок 53, б) или примыкающего к другому шву (рисунок 53, а, 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  $\ell$  не менее 50 мм от кромки листа или оси пересекаемого шва, обеспечивая при этом постепенный переход к не зачищенному участку шва радиусом  $r \geq 10$  мм. Указанное требование обработки усиления стыкового шва относится также к пересечению его с другими элементами конструкции, например, рёбрами жесткости.

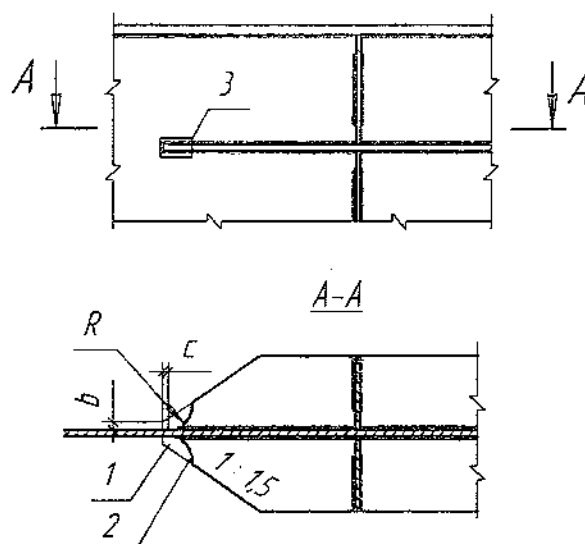


- а – примыкание стенки к поясу;  
 б – пересечение стыков на полотнище;  
 в – Т-образное пересечение стыковых швов;  
 1 – границы шва;  
 2 – зона механической обработки;  
 3 – металл, удаляемый при обработке;  $r \geq 10$  мм;  $\ell \geq 50$  мм (с двух сторон шва)

Рисунок 53 – Схемы обработки пересечений и примыканий стыковых соединений между собой и с угловыми швами тавровых соединений

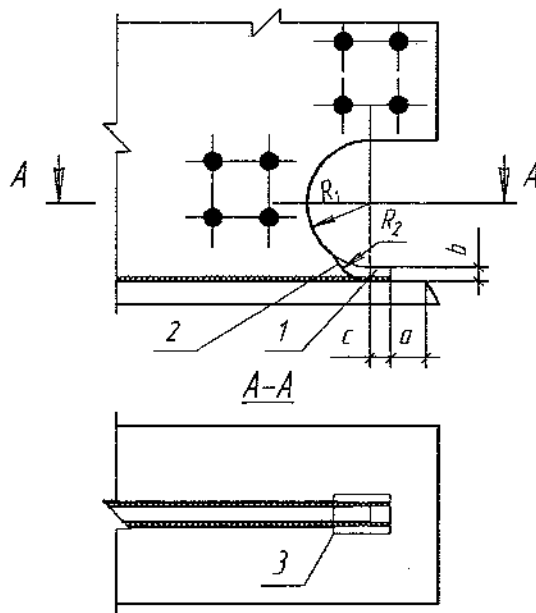
12.10 Механическую обработку концов горизонтальных рёбер жёсткости, привариваемых к плоскости стенки «в тавр» и обрываемых вблизи монтажных болтовых или комбинированных болтосварных стыков балочных и/или коробчатых пролётных строений, следует выполнять в соответствии с требованиями, приведенными на рисунке 54.

12.11 Механическую обработку концов стенок в двутавровых, L-образных или коробчатых главных балках с комбинированными болтосварными монтажными стыками следует выполнять в соответствии с требованиями, приведенными на рисунке 55.



1 – технологический припуск; 2 – контур, по которому припуск удаляют газовой резкой;  
 3 – зона механической обработки;  $b$  – ширина припуска у конца ребра,  $b \geq 20$  мм;  
 $c$  – расстояние от края припуска до начала плавного перехода,  $c \geq 15$  мм;  
 $R$  – радиус перехода,  $R \geq 60$  мм

Рисунок 54 – Схема обработки конца горизонтального ребра жёсткости стенки балки, обрываемого вблизи монтажного болтового или комбинированного болтосварного стыка главных балок



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;

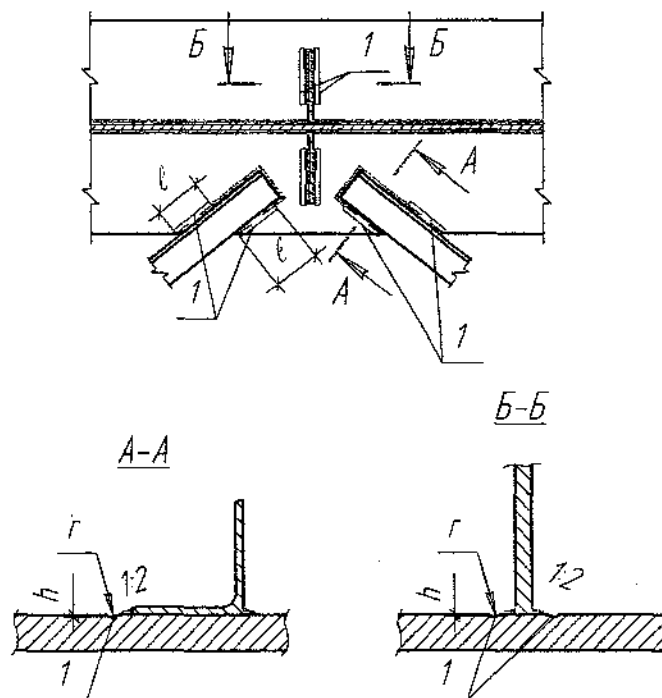
Рисунок 55 – Схема обработки концевой участка стенки при обрыве её не у торца элемента

## 12.12 Лобовые и фланговые монтажные угловые швы:

- в креплениях связей к поясам и рёбрам главных балок и к фасонкам связей,
- вертикальных рёбер жесткости и диафрагм к поясам главных балок,
- рёбер жёсткости к стенкам главных балок и к горизонтальному настильному листу ортотропных и ребристых плит,

в растянутой зоне допускается не подвергать механической обработке после механизированной сварки в смеси защитных газов или ручной дуговой сварки при обеспечении формы и размеров поверхностных дефектов, геометрии углового шва и сопряжения углового шва с основным металлом по указаниям таблицы 15 настоящего стандарта организации.

Если вышеуказанные условия при сварке не выполнены, то геометрические параметры углового шва и плавные переходы от металла углового шва к основному металлу следует обеспечить механической обработкой таких угловых швов, в т.ч. и по рисунку 56.



- 1 – зона механической обработки;
- $\ell$  – длина обрабатываемого участка косоугольного шва ( $\ell \geq 50$  мм);
- $r$  – радиус перехода ( $r \geq 3,0$  мм);  $h < 1,0$  мм

Рисунок 56 – Схема обработки сопряжений угловых швов по 12.12 с основным металлом, расположенных в растянутой зоне

12.13 Контроль качества механической обработки сварных монтажных соединений следует выполнять внешним осмотром с применением в необходимых случаях эталонов, измерительного инструмента и шаблонов.

Качество обработки признается удовлетворительным, если установлено:

- а) полное снятие прокатной окислы, 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 12.4 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 относительно указанных в настоящем стандарте организации не допускается. Увеличение размеров зон обработки и радиусов не является браковочным признаком.

12.14 Механическую обработку монтажных сварных соединений в стальных конструкциях мостов выполняют лица, освоившие правила работы электрическими и пневматическими шлифмашинками или другим переносным зачистным оборудованием, изучившие методы механической обработки сварных соединений и инструкции по эксплуатации применяемого оборудования, а также имеющие профессиональную квалификацию, соответствующую необходимому уровню трудовых функций, определённую по профессиональному стандарту для данного вида деятельности.

### **13 Приёмка смонтированных сварных мостовых конструкций**

13.1 Конструкции пролётных строений мостов со сварными монтажными соединениями после их сборки и сварки подлежат комиссионной приёмке. В состав комиссии, как правило, включают представителей проектных организаций и разработчика технологического регламента на выполнение монтажных сварных соединений. Работу комиссии следует оформить соответствующим актом.

Периодичность приёмки следует указать в проекте производства работ (ППР) в зависимости от способа монтажа конструкций и объёмов выполняемых монтажно-сварочных работ.

Так, например, при конвейерно-тыловой сборке и продольной надвижке неразрезных пролётных строений приёмку осуществляют перед надвижкой каждого очередного смонтированного и сваренного участка пролётного строения.

13.2 При приёмке необходимо проверять:

- соответствие проектным линейным размерам и геометрической формы отдельных элементов, соединений и в целом смонтированных конструкций;
- правильность положения смонтированных конструкций в плане и в профиле по результатам инструментальной съёмки;
- качество сварных соединений и отсутствие внешних дефектов в элементах;
- выполнение специальных требований проекта КМ по обработке плавных переходов в элементах и соединениях и обработке свободных кромок;
- состояние поверхности конструкций как с антикоррозионной защитой, так и без неё из атмосферостойкой стали;
- полноту и правильность оформления исполнительной документации на монтажные сборочно-сварочные работы согласно приложению Г настоящего стандарта организации.

13.3 Если в определённом элементе будут обнаружены недопустимые дефекты в виде трещин в металле шва или в основном металле, расслоения по кромкам, то вопросы браковки этого элемента или его ремонта должны решаться мостостроительной организацией совместно с контролирующей организацией с привлечением к решению этих вопросов, как правило, проектной организации и разработчика технологического регламента на монтажную сварку конкретного объекта.

Ремонт конструкций, вызванный отступлениями от проекта и технологического регламента на монтажную сварку объекта, следует производить по разработанной мостостроительной организацией технологии, согласованной с проектным институтом и разработчиком технологического регламента на монтажную сварку конкретного объекта.

13.4 Допускаемые отклонения линейных размеров и геометрической формы смонтированных конструкций пролётных строений стальных мостов следует принимать по таблице 22.

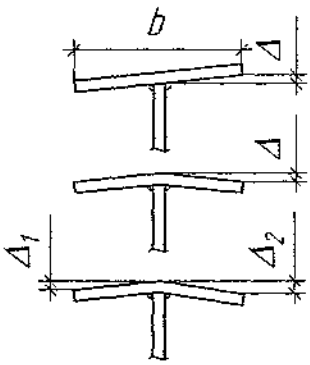
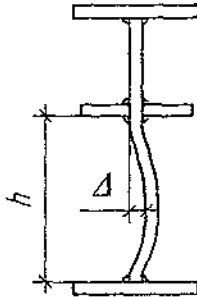

13.5 Для измерения и контроля линейных размеров и геометрической формы смонтированных металлоконструкций необходимо применять средства измерений и контроля по приложению К настоящего стандарта организации, поверенные в установленном порядке.

Т а б л и ц а 22 – Допускаемые отклонения линейных размеров и геометрической формы смонтированных конструкций

Наименование отклонения	Значение предельного отклонения
1 Отклонения длины каждой главной балки или фермы пролётного строения от проектной длины при длине $L$ , м: до 50 включительно свыше 50	$\pm 10$ мм $0,0002L$
2 Отклонения расстояний между соседними узлами главных ферм и связей при расстоянии $\ell$ , м: до 9 включительно свыше 9	$0,0003\ell$ $\pm 3$ мм
3 Отклонение от проектных ординат строительного подъёма пролётного строения, смонтированного целиком или частично при ординатах $h$ , мм: до 100 включительно свыше 100	$\pm 10$ мм $0,1h$
4 Отклонение в плане оси главной балки или фермы от проектной оси при пролёте $L$	$0,0002L$
5 Отклонение в плане одного из узлов от прямой, соединяющей два соседних с ним узла при длине панели $L$	$0,001L$
6 Отклонение расстояний между осями вертикальных стенок сплошностенчатых балочных и коробчатых пролётных строений	$\pm 4$ мм
7 Отклонение расстояний по длине балок и коробок между смежными вертикальными рёбрами жёсткости, к которым прикрепляются поперечные балки ортотропных и ребристых плит; соответствующие расстояния между поперечными балками ортотропных и ребристых плит	$\pm 2$ мм
8 Отклонение расстояний между осями продольных рёбер ортотропных плит: - в зоне стыков и пересечений с поперечными балками - на других участках	$\pm 2$ мм $\pm 4$ мм
9 Отклонения по высоте сплошностенчатых балок и коробок в зоне цельносварных или комбинированных стыков	$\pm 2$ мм
10 Допускаемая стрела выгиба осей элементов длиной $\ell$ : - элементов главных ферм, балок, коробок, балок проезжей части - элементов связей	$0,0015\ell$ , но не более 15 мм $0,0020\ell$ , но не более 18 мм



Окончание таблицы 22

Наименование отклонения	Значение предельного отклонения
<p>11 Грибовидность, перекос, грибовидность с перекосом поясов сварных балок, коробок, ортотропных плит (для коробок и ортотропных плит <math>b</math> – величина свободного свеса пояса или настила, для двутавровых балок – ширина пояса)</p> <p>11.1 В стыках, в местах сопряжения балок с другими элементами и в зонах установки опорных частей</p> <p>11.2 На других участках</p>	 <p><math>b/200</math>, но не более 1 мм</p> <p><math>b/100</math> при <math>\Delta_1 - \Delta_2 \leq 3</math> мм</p>
<p>12 Выпучивание стенки балок и коробок при свободной высоте стенки <math>h</math>:</p> <p>12.1 Для балок и коробок с поперечными рёбрами жёсткости</p> <p>12.2 Для балок без поперечных рёбер жёсткости</p>	 <p>0,006<math>h</math></p> <p>0,003<math>h</math></p>
<p>13 Остаточные угловые деформации в сварных стыковых соединениях I категории («домики»), определяемые стрелой прогиба <math>\Delta</math> на базе 400 мм при толщине <math>S</math> стыкуемых листов, мм:</p> <p>до 20 включительно</p> <p>свыше 20</p>	 <p>0,15<math>S</math></p> <p>3,5 мм</p>
<p>14 Допускаемая разность (в поперечном направлении) отметок узлов пролётного строения:</p> <p>а) после установки его на опорные части</p> <p>на опорах</p> <p>в пролёте</p> <p>(<math>B</math> – расстояние между осями ферм, балок, коробок)</p> <p>б) при сборке на подмостях, стапеле, насыпи</p> <p>(<math>B</math> – расстояние между стенками одной коробки или между осями смежных коробок)</p>	<p>0,001<math>B</math></p> <p>0,002<math>B</math></p> <p>0,001<math>B</math></p>

## 14 Охрана труда

14.1 При монтаже стальных конструкций пролётных строений мостов, включая полный цикл транспортных, погрузочно-разгрузочных и сборочно-сварочных работ, следует соблюдать требования по охране труда, охране окружающей среды и пожарной безопасности, изложенные в действующих в мостостроительной организации руководствах по охране труда, инструкциях, положениях и других документах, разработанных и утвержденных в данной организации согласно действующим в РФ СНиПах по безопасности труда в строительстве, соответствующих ГОСТах и «Правилах», а также в настоящем стандарте организации.

14.2 Руководителей и исполнителей, ответственных за охрану труда и пожарную безопасность, следует назначать приказом по мостостроительной организации.

**Приложение А  
(рекомендуемое)**

**Примерное содержание технологического регламента по монтажной  
сварке металлоконструкций пролётного строения моста**

- 1 Особенности конструкции и типы монтажных сварных соединений.
  - 2 Входной контроль основных металлоконструкций пролётного строения на стройплощадке.
  - 3 Квалификация сварщиков.
  - 4 Оборудование для выполнения монтажных сварных соединений.
  - 5 Сварочные материалы и требования по их подготовке.
  - 6 Конструкция формирующих подкладок.
  - 7 Сварка и испытание контрольных сварных технологических проб.
  - 8 Организация сборочно-сварочного участка монтажа металлоконструкций.
  - 9 Сборка монтажных соединений под сварку. Последовательность операций по сборке и сварке конструктивных элементов пролётного строения.
  - 10 Технология и режимы сварки монтажных соединений.
  - 11 Контроль качества сборочно-сварочных работ.
  - 12 Исправление дефектных участков монтажных сварных швов и термическая (термо-механическая) правка элементов пролётного строения.
  - 13 Основные положения охраны труда.
- Приложения.

**Приложение Б  
(рекомендуемое)**

**Акт-рапортчика  
выгрузки металлоконструкций**

1. Мостостроительная организация .....
2. Объект строительства .....
3. Наименование конструкций .....
- .....
4. Номер вагона, автотранспорта ..... Накладные №.....
5. Отправитель завод-изготовитель ....., Заводской заказ №.....
6. Начало разгрузки .....
7. Окончание разгрузки .....
8. Способ разгрузки .....
9. Разгрузку производил бригадир .....
10. Разгрузкой руководил .....

№№ п/п	Наименование элемента	Марка элемента	Коли- чество, шт.	Общая масса, тонн	Наличие или отсутствие дефектов (с указанием: по геометрической форме, линейным размерам, в заводских швах, в основном металле, в заводской грунтовке и т.д.)
1	2	3	4	5	6

**Приложение В  
(обязательное)**

**Форма  
страниц журнала входного контроля металлоконструкций**

Дата

Объект строительства \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

1 Марка элемента \_\_\_\_\_

2 Наличие недопустимых отклонений по линейным размерам конструкции  
\_\_\_\_\_

3 Наличие недопустимых отклонений по геометрической форме конструкции  
\_\_\_\_\_

4 Наличие и характер недопустимых дефектов по заводским сварным швам и по зонам  
перехода этих швов к основному металлу (осмотром) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5 Наличие и характер недопустимых дефектов по основному металлу конструкции  
(например, забоины по свободным кромкам поясов и др. элементов, выхваты основного металла  
от газовой резки кромок, расслой проката на свободных кромках и др.) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6 Качество скругления свободных кромок \_\_\_\_\_

7 Состояние и качество заводской грунтовки \_\_\_\_\_

8 Толщина заводской грунтовки \_\_\_\_\_

9 Вывод (заключение) о возможности монтажа \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Исполнители: \_\_\_\_\_  
(организация, должность, ФИО, подпись)

**Приложение Г**  
**(обязательное)**

**Перечень основной исполнительной документации на производство  
монтажных сварочных работ при строительстве мостов**

Таблица Г.1

№№ п/п	Наименование исполнительной документации
1	Комплект рабочих чертежей КМ и КМД, имеющих штамп «к производству работ» и подписи Главных инженеров со всеми внесёнными в них изменениями и дополнениями
2	Сертификаты, технические паспорта и другие документы, удостоверяющие качество применяемых материалов, в т.ч. и сварочных материалов, а также и на металлоконструкции
3	Технологический регламент на выполнение монтажных сварных соединений металлоконструкций пролетного строения
4	Заключения и Протоколы по испытаниям применяемых партий сварочных материалов, а также Свидетельства НАКС по аттестации применяемых марок сварочных материалов, технологий сварки и сварочного оборудования для монтажной сварки металлоконструкций пролётногo строения моста
5	Журнал входного контроля металлоконструкций
6	Журнал по монтажу металлоконструкций пролетного строения
7	Общий журнал работ
8	Журнал сварочных работ
9	Журнал ультразвукового контроля качества монтажных сварных стыковых соединений
10	Журнал авторского надзора разработчиков проектной документации (чертежей КМ)
11	Журнал авторского надзора разработчиков Технологического регламента на выполнение монтажных сварных соединений
12	Заключения по результатам контроля качества монтажных сварных стыковых швов неразрушающими методами (методом ультразвуковой дефектоскопии – УЗД)
13	Опись Аттестационных удостоверений рабочих-сварщиков (I уровень), производивших монтажную сварку металлоконструкций, с указанием срока действия удостоверений
14	Опись Аттестационных удостоверений специалистов сварочного производства (II-III уровни), допущенных к руководству и организации монтажных сварочных работ стальных конструкций мостов
15	Маркировочные схемы монтажных сварных соединений – приложение к Журналу сварочных работ
16	Операционные технологические карты процессов монтажной сварки (КТПС) – приложение к Журналу сварочных работ
17	Акты поэтапного освидетельствования и приёмки сварных конструкций пролётногo строения согласно указаниям в чертежах КМ
18	Акты промежуточных геодезических съёмок пространственного положения металлоконструкций (поэтапно) в процессе строительства согласно указаниям в чертежах КМ
19	Акты окончательной приёмки смонтированных металлоконструкций

**Приложение Д  
(обязательное)**

**НАИМЕНОВАНИЕ (ШТАМП)  
СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ,  
ВЫПОЛНЯЮЩЕЙ МОНТАЖНУЮ СВАРКУ  
с указанием адреса, телефона**

**АКТ  
СВАРКИ КОНТРОЛЬНОЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ  
ПРОБЫ**

№ \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Объект строительства		Строительная организация:	
Сварка выполнена в присутствии:	Ф.И.О. ответственных лиц:	Место работы:	Подпись:
Ф.И.О. электросварщика:		Сведения о квалификации и аттестации:	
Место проведения сварки:		Дата выполнения сварки:	

**УСЛОВИЯ СВАРКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЫ**

Метод сварки:			Тип шва:			
Основной металл (марка):		Толщина металла, мм:	Пространственное положение шва:			
Размер контрольной пробы, мм:		Температура воздуха, °С:	Тип и параметры разделки:			
Род и полярность тока:		Тип формирующей подкладки:				
Сварочные материалы: номер сертификата и номер партии	Электроды:	Проволока:	Флюс:	Смесь защитных газов:	Присадка (МХП):	
Сварка корневого прохода:	Способ:	$D_{эл}, мм$	$I_{св}, А$	$U_{д}, В$	$V_{св}, м/ч$	Примечание
Сварка средних слоев:	Способ:	$D_{эл}, мм$	$I_{св}, А$	$U_{д}, В$	$V_{св}, м/ч$	Примечание
Сварка наружных слоев:	Способ:	$D_{эл}, мм$	$I_{св}, А$	$U_{д}, В$	$V_{св}, м/ч$	Примечание
Вид и температура подогрева:					Общее количество проходов:	

**РЕЗУЛЬТАТЫ КОНТРОЛЯ**

Размеры шва, мм:	Ширина наружного валика, мм	Высота наружного валика, мм	Ширина обратного валика, мм	Высота обратного валика, мм
Результаты ультразвукового контроля:	Заключение УЗД:		Подпись дефектоскописта:	

**Приложение Е**  
**(рекомендуемое)**

**Сварочное оборудование\* для монтажной сварки мостовых конструкций**

Таблица Е.1

Способ сварки	Марка сварочного оборудования (СО)	Шифр СО согласно РД 03-614-03
Автоматическая сварка под флюсом (АФ) в нижнем положении	<b>Сварочные выпрямители</b>	
	ВДМ-1201, ВДМ-1201-1, ВДМ-1201-2, ВДМ-1202, ВДМ-1202С, ВДМ-1202 СА, ВДМ-1203, ВДМ-1601	A3
	ВДУ-1202, ВДУ-1204	A3
	КИУ-1201, КИМ-1201	A3
	МС-1000	A3
	LAF 800, LAF 1000, LAF 1001, LAF 1250	A3
	IDEALARC DC1000, IDEALARC DC1500	A3
	КЕДР МZ-1250	A3
	Armada 1000К, Armada 1250К, МZ-1250	A3
	<b>Сварочные автоматы</b>	
	АДФ-1002, АДФ-10030 (ТС-30)	A10
	АДФ-1000 УЗ	A10
	ТС-16-1, ТС-16-2, ТС-17, ТСФ-101	A10
	КА001	A10
	ТС-1000	A10
	A2 Multitrac A2TF, A2T Multitrac SAW, A6T Mastertrac	A10
	ST-3 1000 (1250), АТ-1	A10
	КЕДР FD12-200T	A10
	Автоматическая вертикальная (наклонная) сварка под флюсом с принудительным формированием стыкового шва в медных ползунах (АФ <sub>верт</sub> )	Сварочный аппарат (автомат) А-1150-2
со сварочным выпрямителем ВДУ-506, ВДУ-601, ВДУ-511, Форсаж-500		A3
Механизированная сварка под флюсом (МФ)	<b>Сварочные выпрямители</b>	
	ВДУ-506, ВДУ-511, ВДУ-601, ВС-600С, ВД-306ДК, ВД-506ДК	A3
	<b>Механизмы подачи сварочной проволоки (полуавтоматы)</b>	
	ПДФ-502	A6
	А-1197Ф, ПДФО-601, ПДФ-508, ПДФО-510	A5/A6



Продолжение таблицы Е.1

Способ сварки	Марка сварочного оборудования (СО)	Шифр СО согласно РД 03-614-03
Механизированная сварка в смеси защитных газов и самозащитной порошковой проволокой (МП, МПГ, МПС)	<b>Сварочные выпрямители</b>	
	BC-600С, ВДУ 506, ВДУ-511, ВДУ-601, ВД-306ДК, ВД-320КС, ВД-506ДК, КИГ-601, ПИОНЕР- 5000	A3
	ФОРСАЖ-302, ФОРСАЖ-315, ФОРСАЖ-500, ФОРСАЖ-502, ФОРСАЖ-515	A3
	МС-500, МС-501	A3
	EWM Phoenix 351/521/421/451/500	A3
	ESAB, Origo, Aristo модели: Mig 320/325/402/405/420/500/502/510/625/4002/5002/6502	A3
	KempeWeld 3200/4200/5500 WeldForce KPS 3500/4500/5500 FastMigKM, KMS 300/400/500	A3
	Powertec-505/500, Power Wave 350/455, I DEALARCDC 400, Invertec V 350, Fiextec 450, Speedtec 500S, Powertec 505S	A3
	Megatronic MIG 385/545	A3
	MIG 500, MAXI 5005	A3
	КИГ 305/358/500	A3
	Evo MIG 500	A3+A5
	DECAMIG 6500	A3+A5
	КЕДР-500F	A3+A5
	ДС400.33М	A3
	P3500, P4500, P5500, S8 Speed Pulse, S8 Pulse	A3
	<b>Механизмы подачи сварочной проволоки (полуавтоматы)</b>	
	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	A5
	ФОРСАЖ-МП	A5
	МПО-10, МПО-17, МПО-41	
	Drive 4.4L, Drive 4L	A5
	ESAB, Origo, Aristo модели: Feed 30/30-4/3004/48/48-4/4804	A5
	Wire 200/400/550; KWF 300	A5
	КИГ-2-4	A5
	Feed 10, LN10/ 15/ 25, LF 24/ 33/ 37/ 40/ 45/ 72/ 74	A5
	MWF 8/10	A5
	WF-23 /32, ES5, FP60-100E	A5
	Montagekoffer P3500-5500, Montagekoffer S Speed Pulse	A5
ПМ 4.33	A5	

Окончание таблицы Е.1

Способ сварки	Марка сварочного оборудования (СО)	Шифр СО согласно РД 03-614-03
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	A3
	ВДМ-1201, ВДМ-1201-1, ВДМ-1201-2, ВДМ-1202, ВДМ-1202С, ВДМ-1202 СА, ВДМ-1203, ВДМ-1601, ВДУ-1204, ВДМ 2х313, Строитель-306, Магма-315	A3
	КИМ 1201	A3
	ФОРСАЖ-301, ФОРСАЖ-302, ФОРСАЖ-500	A3
	МС-315, МС-500, МС-501	A3
	ARC 160, 180, 200, 400	
	Minarc 220 INVERTEC V275, V 350,	
Контактная сварка оплавлением гибких упоров (КСО)	КОСО ЕЛОТОР-3002, КОСО ЕЛОТОР-3010, КОСО ЕЛОТОР-3000Е, КОСО ЕЛОТОР-3004, КОСО 3000Е, КОСО 2603Е, INOTOP 3004, NelWeld 6000, DA-2600, RSN 3150HD, RSN7-3150	C5
Автоматическая вертикальная и горизонтальная на вертикальной (наклонной) плоскости сварка в смеси защитных газов со свободным формированием шва (АППГ)	ВД-320КС, ВД-506ДК, ВДУ-506, ВДУ-601 – сварочные выпрямители	A3
	«ВОСХОД» – сварочный аппарат	A11
	сварочный выпрямитель VelSmart 400 с подающим устройством VelFeed 67, каретка VelTrac	A3 A5 A11
	сварочный выпрямитель NB-500 с подающим устройством FR60-100Е, каретка КАТ 200ЖЛС	A3 A5 A11
	УАСТ-1 сварочный автомат с комплектным сварочным выпрямителем ДС400.33М	A11 A3
<p>Пр и м е ч а н и е – Аттестация сварочного оборудования для автоматических способов монтажной сварки АФ, АППГ по группе ТУ ОПО «КСМ», не указанного в приложении Е, требует согласования с разработчиком настоящего стандарта организации.</p> <p>Аттестация сварочного оборудования для способов монтажной сварки МФ, МП, МПГ, МПС, РД, КСО по группе ТУ ОПО «КСМ», не указанного в приложении Е, допускается без дополнительных согласований.</p>		

Приложение Ж  
(рекомендуемое)

**Форма операционной Карты Технологического Процесса Сварки (КТПС)**

Объект	Организация	Шифр карты	Всего листов	Лист
КСМ, п. 2			2	1
<b>Характеристика процесса</b>				
№ 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		
<b>Сварочное оборудование (марка):</b>				
<b>Подготовка и очистка кромок:</b>				
Разработано: <u>Главный сварщик</u>		Согласовано:		Утверждаю: <u>Главный инженер (Технический директор)</u>
(подпись)	(расшифровка подписи)	(подпись)	(расшифровка подписи)	(подпись) (расшифровка подписи)

Окончание приложения Ж

Объект	Организация	Шифр карты	Всего листов	Лист
КСМ, п. 2			2	2

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	Объём контроля
Визуальный и измерительный	РД 03-606-03	СТО-005-2018	100 %
УЗК	ГОСТ Р 55724	СТО-005-2018	

**Приложение И**  
**(обязательное)**

**Методы и объёмы испытаний контрольных сварных технологических проб.**  
**Организация неразрушающего контроля качества сварки**

**И1 Методы и объёмы испытаний контрольных сварных технологических проб**

И.1.1 Для проверки качества каждой партии сварочных материалов, поступивших в мостостроительную организацию для монтажной сварки конструкций стального (стале-железобетонного) пролётного строения моста, следует проводить испытания контрольных технологических проб с определением механических свойств металла шва и сварных соединений согласно указаниям 10.11 настоящего стандарта организации.

И.1.2 При испытании стыковых соединений на контрольных сварных технологических пробах определяют:

а) по металлу шва – предел текучести  $\sigma_T$ , временное сопротивление  $\sigma_B$ , относительное удлинение  $\delta_5$ ;

б) по сварному соединению – временное сопротивление, угол статического загиба, ударную вязкость по оси шва и по линии сплавления КСУ, твердость по Виккерсу *HV*.

При испытании *тавровых* соединений на контрольных сварных технологических пробах определяют:

а) твердость по Виккерсу (*HV*) сварного соединения при любых катетах швов;

б) предел текучести, временное сопротивление и относительное удлинение для угловых швов с катетами 12 мм и более на образцах типа I–III по ГОСТ 6996.

При испытании *стыковых* соединений двухслойной коррозионностойкой 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 вырезанных из контрольных сварных стыковых и тавровых технологических проб макрошлифах, сделанных для замера твердости, проверяют 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.

И.1.3 Монтажную сварку и последующие испытания контрольных сварных технологических проб необходимо проводить:

- перед началом монтажно-сварочных работ на каждом новом объекте;

- при изменении технологии монтажной сварки металлоконструкций пролётного строения (способа сварки, формы разделки (подготовки) кромок, параметров режима сварки, комбинации сварочных материалов и т.п.);

- при поступлении на монтаж (стройплощадку) каждой новой партии сварочных материалов (сварочной проволоки, МХП, флюса и электродов);

- по требованию заказчика или проектной организации в случае появления при сварке монтажных соединений опасных дефектов (трещин большой протяжённости, хрупких разрушений сварных швов и т.п.) или большого количества дефектов в сварных швах.

И.1.4 Контрольные сварные технологические пробы следует выполнять из металла той же марки, которая применяется в реальных сварных соединениях пролётного строения. Толщина

металла стыковой пробы должна быть из той же группы толщин, что и в реальных сварных соединениях.

Для стыковых соединений контрольные технологические пробы сваривают из листа одной из толщин для каждой группы:

- I группа – от 6 до 16 мм включительно;
- II группа – свыше 16 до 25 мм включительно;
- III группа – свыше 25 до 50 мм включительно;
- IV группа – свыше 50 мм, в т.ч. двухлистовые пакеты

Если пролётное строение изготовлено из сталей двух классов прочности (С345 и С390) и сварочный материал применяется для сталей этих классов прочности, то контрольные технологические пробы следует выполнять из одной марки стали более высокого класса прочности (С390 – 10ХСНД или 10ХСНДА).

Контрольное сварное стыковое соединение должно полностью повторять условия сварки реальных монтажных соединений (подготовка кромок, зазор, сварочные материалы, режимы сварки, пространственное положение). Длина пластин металла для контрольных сварных стыковых технологических проб должна составлять 1000 мм; ширина каждой пластины должна быть не менее 300 мм при толщине металла до 20 мм включительно и не менее 350 мм при толщине металла более 20 мм.

Размер пластин для тавровых контрольных сварных соединений: длина – 1000 мм, ширина горизонтальной пластины 300 мм, толщина 20-25 мм, высота вертикальной пластины 200 мм, толщина 14–16 мм. Контрольное сварное тавровое соединение следует заварить в нижнем положении «в угол» с одной стороны (тип Т1), при этом на длине 500 мм угловых швов выполняют катетом 7-8 мм, а на следующих 500 мм – катетом 14–16 мм.

Количество контрольных сварных стыковых соединений определяется по каждому применяемому способу сварки с учётом вышеуказанных групп толщин металла, пространственного положения и количества конкретных марок и партий сварочных материалов (испытывается каждая марка и партия сварочных материалов на отдельной контрольной пробе). Количество контрольных сварных тавровых соединений определяется по каждому применяемому способу сварки с учётом количества конкретных марок и партий сварочных материалов.

И.1.5 Мостостроительная организация при заказе стальных мостовых конструкций должна предусматривать также заказ пластин металлопроката для контрольных сварных стыковых и тавровых технологических проб на конкретный объект.

При вырезке пластин для контрольных проб необходимо, чтобы направление прокатки металла было поперёк сварного шва.

Поставляемые пластины металлопроката для контрольных сварных технологических проб должны иметь маркировку клеймением с указанием марки стали и номера плавки, а также в обязательном порядке должны сопровождаться сертификатами.

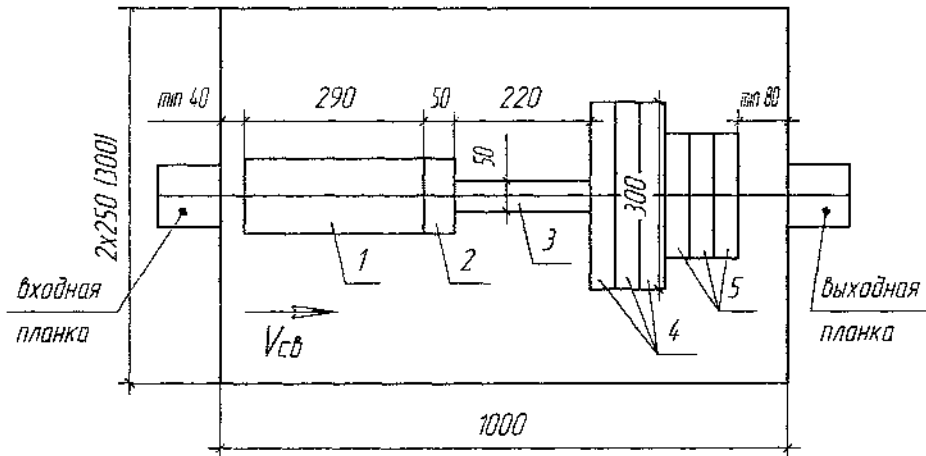
И.1.6 Сварку контрольных технологических проб выполняют в обязательном порядке на стройплощадке конкретного объекта, при фактических параметрах электроэнергии «по высокой стороне» на участке, в реальных климатических условиях монтажа по указаниям Технологического регламента на монтажную сварку металлоконструкций пролётного строения конкретного объекта.

Сварку контрольных технологических проб выполняют аттестованные на I уровень в системе НАКС сварщики монтажной организации на аттестованном сварочном оборудовании на группу объектов «КСМ» в присутствии руководителя сварочных работ. Сварные контрольные технологические пробы должны быть замаркированы, проконтролированы внешним осмотром (ВИК), а стыковые, кроме того, должны быть подвергнуты ультразвуковому контролю.

Контрольные сварные технологические пробы, имеющие в швах недопустимые наружные или внутренние дефекты, а также несовпадение плоскостей листов в сварном стыковом соединении толщиной  $t$  более  $0,05t$  (для  $t = 12 - 20$  мм) и более 1,0 мм (для  $t = 25 - 50$  мм), или недопустимую стрелу поперечного изгиба пробы, не подлежат отправке на испытания. По факту

сварки контрольных технологических проб на каждую пробу необходимо составить Акт по форме, указанной в приложении Д настоящего стандарта организации.

И.1.7 При вырезке заготовок образцов для испытаний из контрольной сварной технологической пробы концевые участки шва длиной 40 и 80 мм, соответственно в начале и в конце шва, для изготовления образцов не используют (рисунок И.1). 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.



1 – образцы на ударный изгиб; 2 – макрошлиф; 3 – цилиндрические образцы; 4 – плоско-разрывные образцы; 5 – гибовые образцы

Рисунок И.1 – Схема вырезки образцов из стыкового соединения

Резка образцов на ножницах не допускается.

При вырезке образцов газовой резкой необходимо предусмотреть припуски, исключаяющие влияние теплового воздействия на металл шва и околошовной зоны: не менее 8 мм при толщине металла 10...16 мм и не менее 14 мм при толщине металла 20–50 мм от рабочей части каждого образца.

Усиление шва в плоских образцах следует снимать заподлицо с основным металлом механическим способом с двух сторон в направлении поперёк шва.

И.1.8 Для определения механических свойств необходимо изготовить образцы согласно ГОСТ 6996. По каждому виду испытаний должно быть изготовлено не менее трёх образцов, а для испытаний на ударный изгиб – по 6 образцов с надрезом по оси шва и по линии сплавления шва с основным металлом.

И.1.9 Для испытания на статическое растяжение изготавливают: цилиндрические образцы типов I и II (рисунок И.2, таблица И.1). плоские образцы типа XII или XIII (рисунок И.3, таблица И.2).

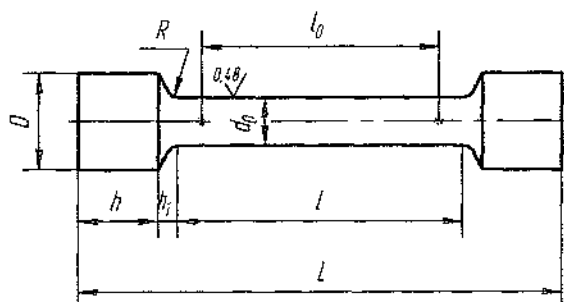


Рисунок И.2 – Образец для испытания металла шва на статическое растяжение

Таблица И.1

Размеры в мм

Тип образца	$d_0$	$K$	$D$	$h$	$h_1$	$R$	$L_0$	$l$	$L$
I	$3 \pm 0,1$	0,03	6	4	2,0	1,0	15	18	$30 \pm 1$
II	$6 \pm 0,1$	0,03	12	10	2,5	1,5	30	36	$61 \pm 1$

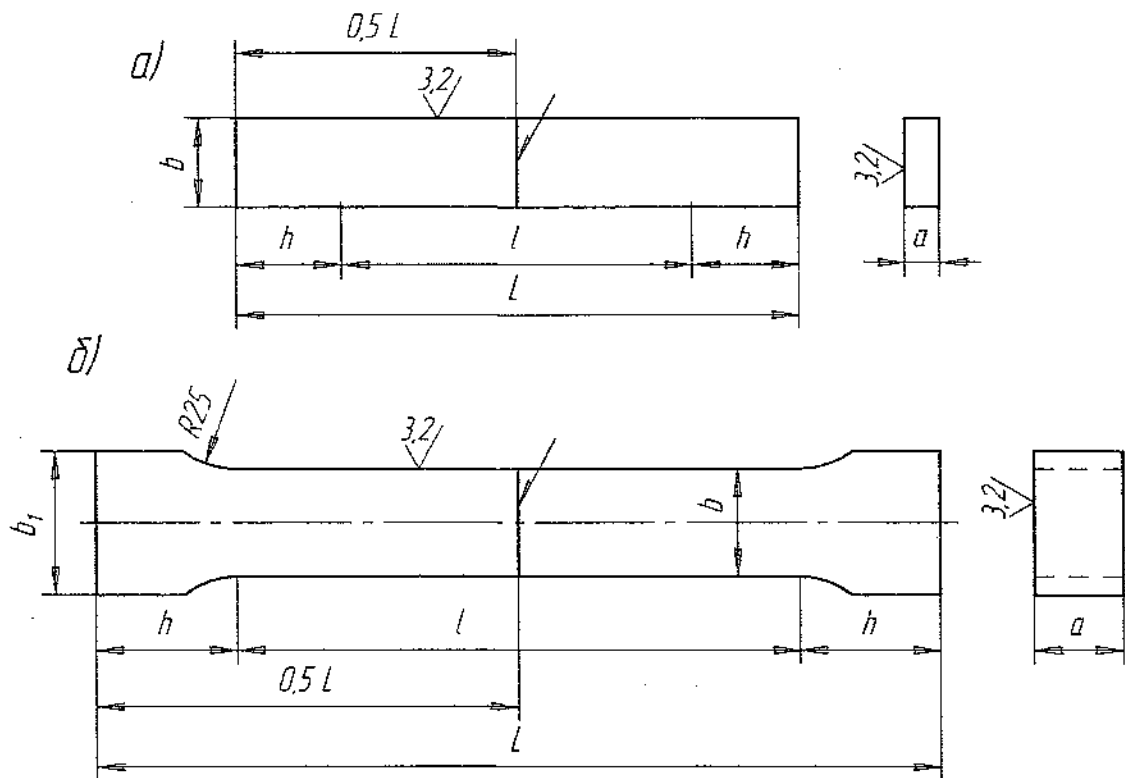
Примечание – Здесь  $K$  – допускаемая разность наибольшего и наименьшего диаметров на длине рабочей части образца.

Таблица И.2

Размеры в мм

Толщина основного металла	Ширина рабочей части образца, $b$	Ширина захватной части образца, $b_1$	Длина рабочей части образца, $l$	Общая длина образца, $L$
От 10 до 25	$25 \pm 0,5$	35	100	$L=l+2h$ (XII)
Более 25 до 50	$30 \pm 0,5$	40	160	$L=l+2h+30$ (XIII)

Примечание – Длину  $h$  захватной части образца устанавливают в зависимости от конструкции испытательной машины.



$a$  – образец XII типа;  $b$  – образец XIII типа

Рисунок И.3 – Образцы для определения равнопрочности сварного соединения при растяжении

И.1.10 На статический изгиб с поперечным швом изготавливают образцы типа XXVII или XXVIII (рисунок И.4, таблица И.3)



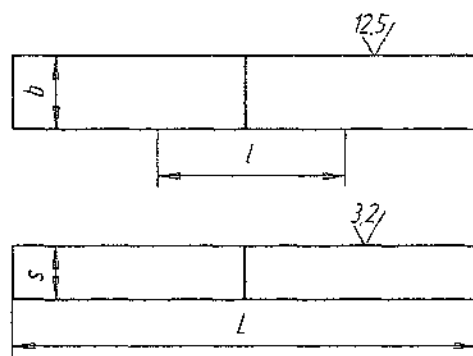


Рисунок И.4 – Образец для испытания сварного соединения на статический изгиб

Т а б л и ц а И.3

Размеры в мм

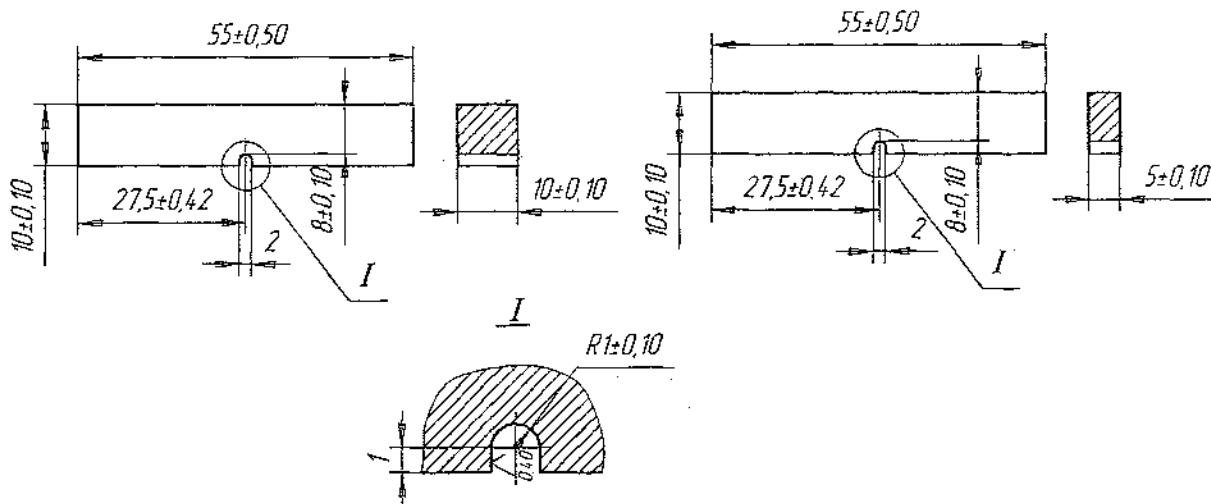
Тип образца	Толщина основного металла ( $S$ ), мм	Ширина образца, $b$	Общая длина образца, $L$	Длина рабочей части образца, $l$
XXVII	до 50	$1,5S$ , но не менее 10 мм	$2,5D + 80$	$L/3$
XXVIII	свыше 10 до 50	30	$3D + 80$	$L/3$

Примечание – Здесь  $D$  – диаметр оправки в мм.

И.1.11 Для испытания на ударный изгиб изготавливают образцы типа VI или VII по ГОСТ 6996 (рисунок И.5). Надрезы располагают по оси шва и по линии сплавления со стороны облицовочного прохода в шве, выполненном односторонней сваркой, или со стороны, заваренной последней, при двусторонней сварке.

а) Тип VI

б) Тип VII



а – образец для металла шва толщиной 10 мм и более;  
 б – образец для металла шва толщиной менее 10 мм

Рисунок И.5 – Образцы для испытания металла шва, зоны термического влияния (в различных участках) на ударный изгиб (КСУ)

Заготовки для образцов со стороны расположения надреза обрабатывают фрезерованием на глубину не более 1 мм от поверхности проката.

Разметку для нанесения надреза по оси шва и по линии сплавления шва с основным металлом производят по макрошлифам, изготовленным на боковых гранях сечением  $10 \times 10$  мм, обработанных шлифованием с чистотой поверхности не ниже  $R_z 0,4$ .

Надрезы на образцах Менаже следует выполнять способами, обеспечивающими строгое соблюдение геометрии надреза по ГОСТ 6996.

При разметке и выполнении надреза по линии сплавления необходимо, чтобы основание надреза упиралось в линию сплавления шва с основным металлом на глубине 2 мм от верхней плоскости образца на его обеих боковых гранях. Образцы, не удовлетворяющие данному требованию, к испытаниям не допускают.

При автоматической сварке под слоем расплавленного шлака вертикальных (наклонных) стыковых соединений с принудительным формированием шва в медных ползунах, надрезы в этих образцах располагают вдоль толщины листа.

И.1.12 Для изготовления макрошлифов и замеров твердости металла сварного соединения вырезают темплеты, включающие металл шва, околошовную зону и основной металл (рисунок И6).

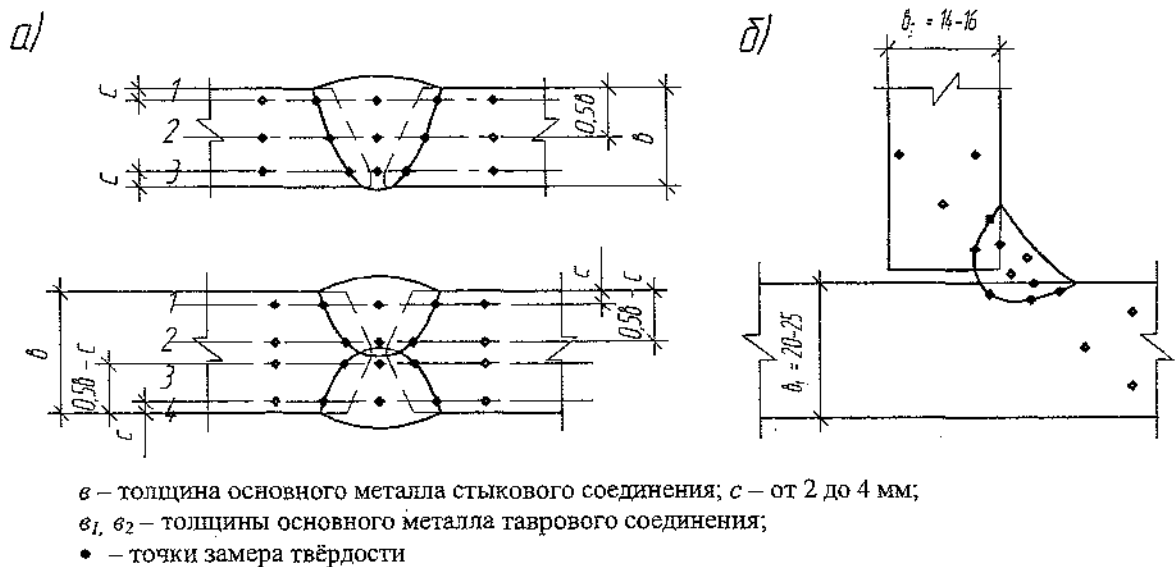


Рисунок И.6 – Образцы для определения твердости сварного соединения:

а) стыковые соединения; б) тавровое соединение

И.1.13 Перед испытанием все готовые образцы должны быть тщательно осмотрены, измерены, 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.

И.1.14 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; 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, ГОСТ 6996.

При оценке ударной вязкости по металлу шва и по линии сплавления сварных стыковых соединений результаты испытаний считаются положительными, если по каждому образцу

получены значения ударной вязкости не менее 29 Дж/см<sup>2</sup>. При этом, у одного из шести образцов с надрезом по линии сплавления допускается значение ударной вязкости не менее 24 Дж/см<sup>2</sup>. Снижение ударной вязкости менее 29 Дж/см<sup>2</sup> у образцов с надрезом по оси шва не допускается.

В случае невыполнения указанного условия проводятся повторные испытания на удвоенном количестве образцов. При повторных испытаниях на образцах с надрезом по линии сплавления допускается значение ударной вязкости не менее 24 Дж/см<sup>2</sup> у двух из 12 испытанных образцов. Для образцов с надрезом по оси шва снижение ударной вязкости при повторных испытаниях не допускается.

Результат повторных испытаний является окончательным.

Температура испытания образцов сварных стыковых соединений на ударную вязкость (КСУ) должна соответствовать минус 40° С в обычном исполнении, минус 50 °С в северном А и минус 60 °С – в северном Б.

И.1.15 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. Сопоставление единиц твердости по Виккерсу, Роквеллу и Бринеллю приведено в приложении К (пункт К18).

Замеры твердости каждой зоны (шва, линии сплавления и основного металла) следует производить по схемам, представленным на рисунке И.6.

И.1.16 Испытания образцов сварных соединений считаются недействительными:

- при разрыве образца по кернам (рискам), если при этом какая-либо характеристика по своей величине 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. Количество 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 15 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, испытания повторяют по этим же показателям на удвоенном количестве 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, сварочного оборудования и технологии сварки. Проверку проводят путём сварки технологических проб с применением сварочных материалов других партий и плавок и другого (аналогичного) сварочного оборудования.

До выяснения причин отклонений механических свойств монтажных сварных соединений применение проверяемой технологии сварки (конкретной партии сварочных материалов, режимов

сварки от конкретного сварочного оборудования) для монтажа мостовых конструкций должно быть приостановлено.

И.1.17 Механические свойства монтажных сварных соединений должны удовлетворять требованиям 8.8 настоящего стандарта организации.

И.1.18 По требованию заказчика или проектной организации проверяют химический состав металла монтажных сварных швов. Проба для определения химического состава может быть взята из любой части шва на расстоянии не меньше 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, окалина 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.

Химический состав металла сварных швов и основного металлопроката следует выполнять методом спектрального анализа по ГОСТ 18895. Допускается определять химический состав сварного шва и основного металла методом химического анализа.

Взятие стружки возможно 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; брать ее надо в количестве 50 г.

Определять механические свойства и химический состав металла монтажных сварных швов по результатам испытаний имеют право аккредитованные лаборатории.

## **И.2 Организация неразрушающего контроля качества швов**

И.2.1 Приемочный контроль качества монтажных сварных швов неразрушающими методами выполняют специалисты лаборатории неразрушающих методов контроля (ЛНМК) мостостроительной или сторонней организации.

ЛНМК подчиняется непосредственно главному инженеру (техническому директору) мостостроительной организации и в своей деятельности должна быть независима от руководства монтажных участков, осуществляющих сборочно-сварочные работы.

ЛНМК сварных соединений должна быть аттестована в СЭПБ-СНК на право выполнения работ на объектах по п. 11.1 перечня объектов по ПБ 03-372-00 (Металлические конструкции, в т.ч. Стальные конструкции мостов).

И.2.2 ЛНМК организуется и действует на основании «Положения о ЛНМК», утвержденного Главным инженером (Техническим директором) мостостроительной организации.

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 нормативной документации, которой 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.

И.2.3 Администрация мостостроительной организации 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 выдают спецодежду.

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;
- 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;
- ёмкостями для приготовления и хранения контактирующей жидкости;
- обтирочным материалом и контактирующими жидкостями;
- соответствующей оргтехникой.

И.2.4 Необходимое в ЛНМК число дефектоскопов обуславливается числом бригад, функционирующих в ЛНМК, и выбирается по таблице И.4.

Т а б л и ц а И.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.

И.2.5 При контроле в условиях строительной площадки:

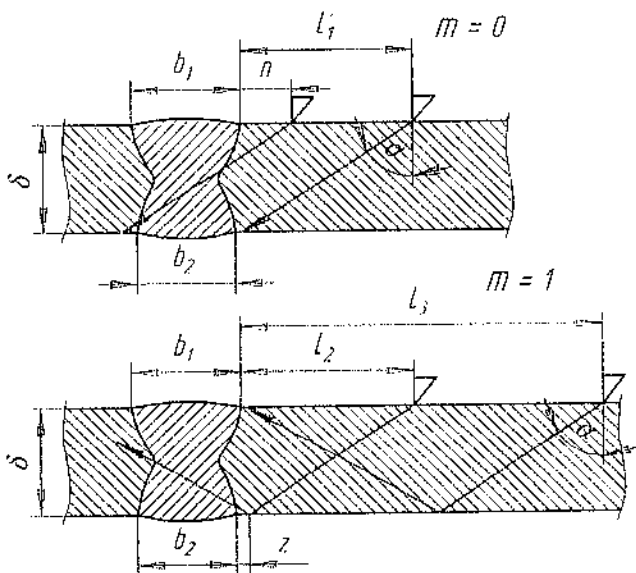
- температура воздуха в зоне контроля, а также металла вива и основного металла сварного соединения в зоне перемещения преобразователя, должна быть не ниже плюс 5° С (при необходимости следует применять защитные укрытия с установленными в них калориферами или теплогенераторами) и не выше плюс 40 °С;
- вблизи места контроля не должно быть ярких источников света (работ 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 от попадания прямого света при работе в дневное время или при основном искусственном освещении;
- 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.

И.2.6 Ультразвуковой контроль качества монтажных сварных соединений должен проводиться звеном из двух дефектоскопистов. Допускается выполнение контроля одним дефектоскопистом, если при этом гарантируется безопасность работы и достоверность результатов контроля.

### И.3 Способы прозвучивания и чувствительность оценки при контроле стыковых соединений листов толщиной 6–9,9 мм

Схема прозвучивания преобразователями, выпускаемыми промышленностью, (n = 8 мм)



δ, мм	α, град	z, мм	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>
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.

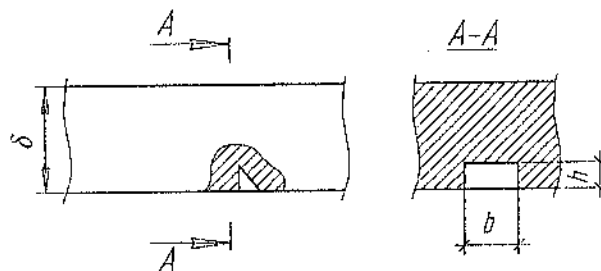
Примечания

1 Условие прозвучивания:

$$\frac{0,5b_1 + n}{\operatorname{tg}\alpha} + \frac{0,5b_2 + z}{\operatorname{tg}\alpha} \leq \delta;$$

2 Контроль 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 <sub>0</sub> .	
	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

$$|N_{\text{ис}}| = |N_0| - |\Delta N|:$$

1 Измерить амплитуду эхо-сигнала от соответствующего отражателя типа «зарубка» в испытательном образце  $|N_0|$ , дБ.

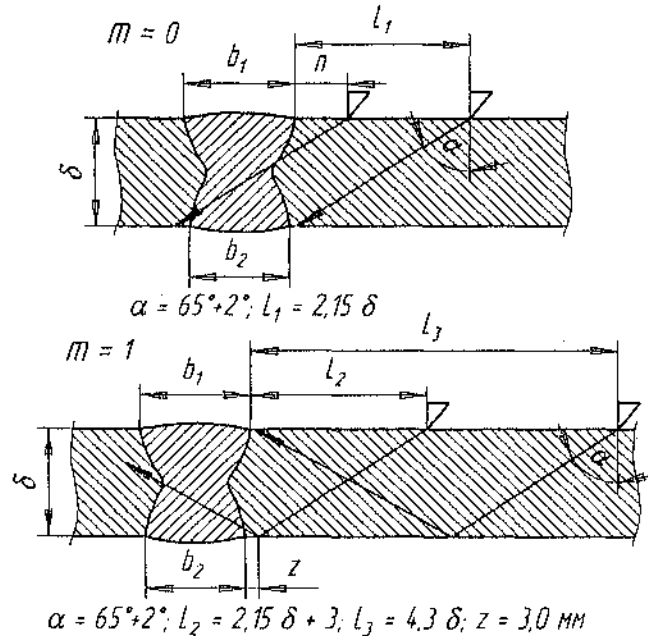
2 Уменьшить показания аттенюатора на величину  $\Delta N$ .

3 Убедиться, что мёртвая зона  $M \leq 3$  мм.

Примечание – При одинаковых шероховатостях рабочей поверхности испытательного образца и контролируемого соединения  $\Delta N = 0$ , в противном случае  $\Delta N$  определяется по подразделу И.7 приложения И

#### И.4 Способы прозвучивания и чувствительность оценки при контроле сварных стыковых соединений листов толщиной $\delta = 10\text{--}20\text{ мм}$

Способы прозвучивания преобразователями, выпускаемыми промышленностью ( $n \leq 15\text{ мм}$ )



Частота ПЭП – 2,5 МГц

Примечания

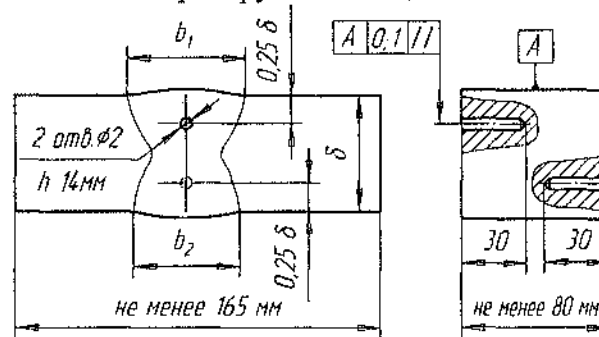
1 Условие прозвучивания:

$$\frac{0,5b_1 + n}{\text{tg}\alpha} + \frac{0,5b_2 + z}{\text{tg}\alpha} \leq \delta;$$

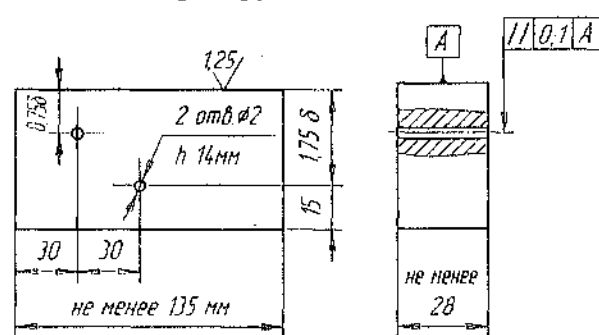
2 Контроль вести с двух сторон шва одной плоскости.

Испытательные образцы для настройки чувствительности

1. Изготавливается из образца контролируемого соединения



2. Изготавливается из материала контролируемого соединения



Порядок настройки чувствительности оценки, которой соответствует показание аттенюатора

$$|N_{\text{зо}}| = |N_0| - |\Delta N| - |K_d|:$$

1 Измерить амплитуду эхо-сигнала от соответствующего цилиндрического отражателя в испытательном образце  $|N_0|$ , отр. дБ.

2 Уменьшить показание аттенюатора на величину поправки чувствительности  $K_d$ , определяемой по таблице:

$\delta$ , мм	10	12	14	16	18	20
$K_d$ $m=0$	4	5	5	6	7	8
$K_d$ $m=1$	8	8	9	9	9	10

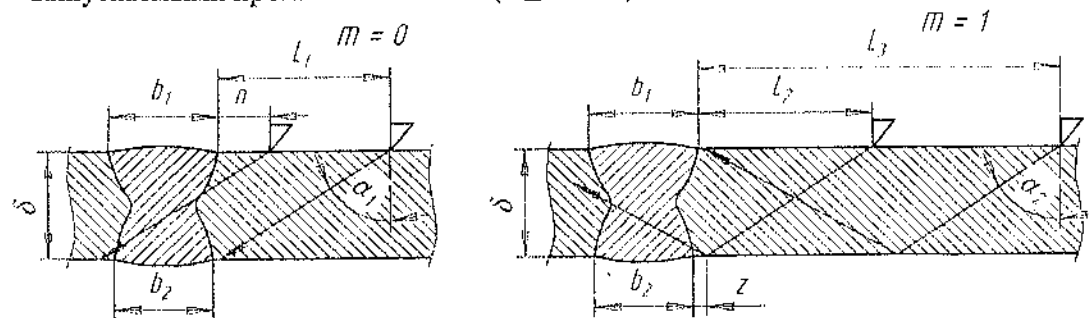
3 Уменьшить показание аттенюатора на величину  $\Delta N$ .

4 Убедиться, что мёртвая зона  $M \leq 3\text{ мм}$ .

Примечание – При применении испытательного образца первого вида  $\Delta N = 0$ ; при применении испытательного образца второго вида  $\Delta N$  определяется по подразделу И.7 приложения И.

### И.5 Способы прозвучивания и чувствительность оценки при контроле сварных стыковых соединений листов толщиной $\delta = 21-50$ мм

Способы прозвучивания преобразователями, выпускаемыми промышленностью ( $n \leq 15$  мм)



$\delta$ , мм	$\alpha_1$ , град	$\alpha_2$ , град	$z$ , мм	$L_1$	$L_2$	$L_3$	Условия прозвучивания
21-30	$65 \pm 2$	$65 \pm 2$	3	$2,15\delta$	$2,15\delta + 3$	$4,3\delta$	$\frac{0,5b_1 + n}{\text{tg}\alpha_1} + \frac{0,5b_2 + Z}{\text{tg}\alpha_2} \leq \delta;$
31-50	$65 \pm 2$	$50 \pm 2$	5	$2,15\delta$	$1,19\delta + 5$	$2,4\delta$	

Частота ПЭП – 2,5 МГц

Примечания

- 1 Контроль подлежат соединения при соблюдении условия прозвучиваемости.
- 2 Контроль вести с двух сторон шва одной плоскости.

Порядок настройки чувствительности оценки, которой соответствует показание аттенюатора

$$|N_{x0}| = |N_0| + K_d - |\Delta N|;$$

1 Измерить амплитуду эхо-сигнала от цилиндрического отражателя на глубине 44 мм в стандартном образце СО-2 или СО-2Р  $|N_0|$ , дБ.

2 Определить по соответствующей SKH-диаграмме значение  $K_d$  для  $S\alpha = 3 \text{ мм}^2$  и

$N_0 = 0,75\delta$  при  $m = 0$  и

$N_0 = 1,75\delta$  при  $m = 1$ .

3 Уменьшить показание аттенюатора на значение  $K_d$ , если величина  $K_d$  отрицательная, или увеличить показание аттенюатора на значение  $K_d$ , если величина его положительная.

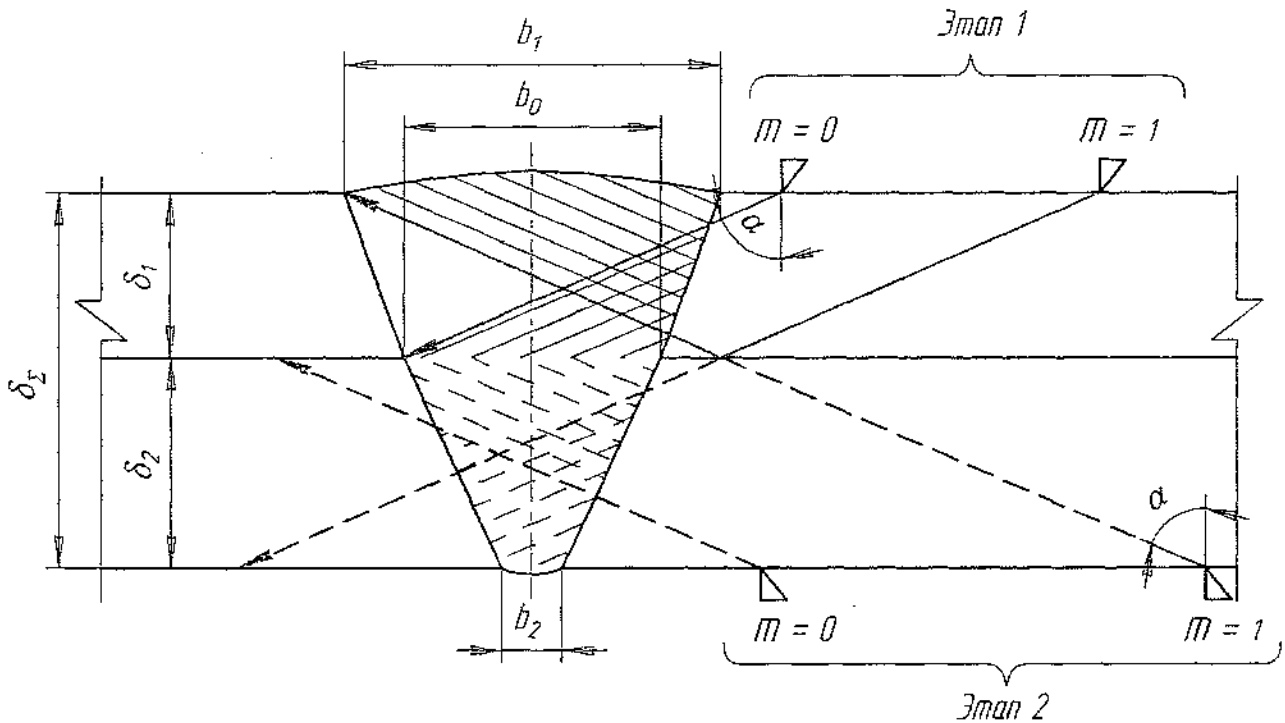
4 Уменьшить показание аттенюатора на величину  $\Delta N$ .

5 Убедиться, что мёртвая зона  $M \leq 3$  мм при  $\alpha = 65^\circ \pm 2^\circ$  и  $M \leq 8$  мм при  $\alpha = 50^\circ \pm 2^\circ$ .

Примечание –  $\Delta N$  определяется по подразделу И.7 приложения И



**И.6 Способы прозвучивания и чувствительность оценки при контроле стыковых соединений двухлистовых пакетов толщиной  $\delta_{\Sigma} = 45-100$  мм**



Контроль соединения выполняют в два этапа:  
 Этап 1 – контроль с верхней плоскости пакета листов;  
 Этап 2 – контроль с нижней плоскости пакета листов

На этапе 1 контролируют по типовой методике для стыкового соединения толщиной  $\delta_1$  с валиками шва размерами  $b_1$  и  $b_0$ .

На этапе 2 контролируют по типовой методике для стыкового соединения толщиной  $\delta_2$  с валиками шва размерами  $b_2$  и  $b_0$ .

На каждом этапе контроль следует вести с двух сторон шва одной плоскости.

Параметры  $\alpha$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ ,  $N_{x0}$  определяют в зависимости от значений толщин  $\delta_1$  и  $\delta_2$  по подразделам И.4 или И.5 приложения И.

$\Delta N$  определяют для каждой плоскости по подразделу И.7 приложения И.

### И.7 Методика оценки отношения коэффициентов прозрачности

Отношение  $\Delta N$ , 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  $\pm 10\%$ , 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.

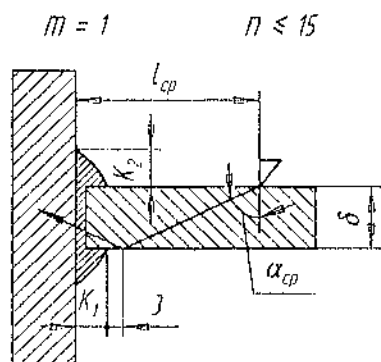
Если контролируемое соединение и испытательный образец второго вида имеют различную толщину, то в образце контролируемого соединения высверливают цилиндрическое отверстие диаметром 2 мм на глубине, равной глубине расположения одного из отверстий в испытательном образце. Отношение  $\Delta N$  коэффициентов 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.

## И.8 Способы прозвучивания и чувствительность оценки при контроле сварных тавровых соединений с полным проваром

### ЭТАП 1



$$\alpha_{cp} = 65^\circ \pm 2^\circ$$

$$L_{cp} = 3,22\delta$$

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 мёртвую зону определяют в зависимости от толщины  $\delta$  привариваемого листа с учётом приложений И.3, И.4 и И.5.

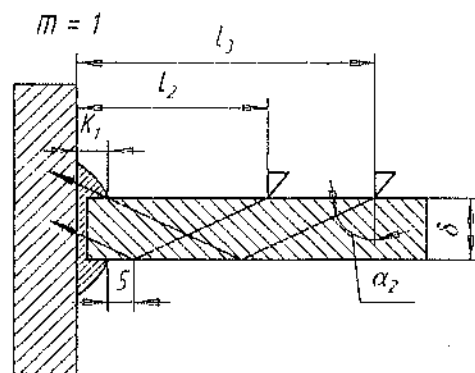
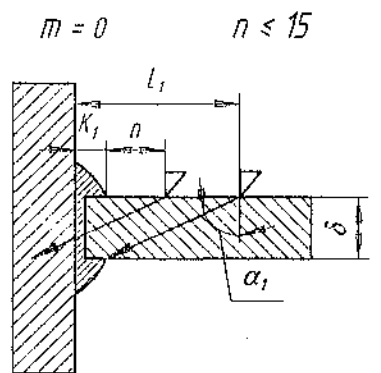
### Примечания

1 При  $\delta \leq 20$  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  $K_d$  приведены в таблице

$\delta$ , мм		$m$	10	12	14	16	18	20	
$ K_d $	$K_2=0,5\delta$	$\alpha_1 = 65^\circ$	0	6	6	8	8	8	8
		$\alpha_{cp}=65^\circ$	1	8	8	10	10	10	10
		$\alpha_2 = 50^\circ$	1	6	8	8	8	10	10
$ K_d $	$K_2=0,9\delta$	$\alpha_1 = 65^\circ$	0	6	8	8	8	10	10
		$\alpha_{cp}=65^\circ$	1	8	8	10	10	10	10
		$\alpha_2 = 50^\circ$	1	6	8	8	8	10	10

2 При  $\delta \geq 21$  мм следует использовать образцы СО-2 или СО-2Р с соответствующими SKH-диаграммами; значения  $K_d$  определяют по SKH-диаграмме для  $S_s = 3 \text{ мм}^2$  и  $H_0 = 0,75\delta + 0,5K_2$ ;  $H_0 = 1,5\delta$ ;  $H_0 = 1,75\delta + 0,5K_2$  в зависимости от этапа контроля и способа прозвучивания.

### ЭТАП 2



$$\delta = 10-20 \text{ мм}$$

$$\alpha_1 = 65 \pm 2^\circ,$$

$$\alpha_2 = 50 \pm 2^\circ$$

$$L_1 = K_1 + 2,15\delta;$$

$$L_2 = K_1 + 1,19\delta + 5;$$

$$L_3 = K_1 + 2,4\delta.$$

$$\delta = 21-50 \text{ мм}$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 = 50 \pm 2^\circ,$$

$$L_1 = K_1 + 1,19\delta$$

Частота ПЭП – 2,5 МГц

**Приложение К**  
**(справочное)**

**Средства измерений и контроля**

К.1 Рулетки измерительные металлические со штриховыми шкалами по точности  
не ниже 2-го класса по ГОСТ 7502

Конструкция	Типоразмер	Допускаемые отклонения действительной длины ( $\pm$ ), 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:	Все	0,3
	Дециметровые и метровые	0,2
	Сантиметровые	0,1
	Миллиметровые	0,1

## К.2 Ручные лазерные рулетки (безотражательные дальномеры)

Техническая характеристика	Модель					
	TruPaiso 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 7х	нет		оптическое увеличение 4х	цифровое увеличение 3х	
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	2 батарейки AA	1 батарейка Крона 9В	2 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.

## К.3 Линейки измерительные металлические со штриховыми шкалами по ГОСТ 427

Длина, мм	150	300	500	1000
Допускаемые отклонения общей длины линейки 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

## К.4 Штангенциркули по ГОСТ 166 и штангенглубиномеры по ГОСТ 162

## Штангенциркули

Параметр	ШЦ-1, ШЦТ-1	ШЦ-П	ШЦ-Ш
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

ШЦ-1 – двусторонний с глубиномером;

ШЦТ-1 – односторонний с покрытием из твердого сплава, с глубиномером;

ШЦ-П – двусторонний;

ШЦ-Ш – односторонний.

К.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

К.6 Микрометры рычажные по ГОСТ 4381 изготавливают с верхним пределом измерений до 2000 мм и отсчетным устройством с 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).

К.7 Толщиномеры ультразвуковые для замера толщины металла, например А1207, А1208, УТ-301, УТ-111, ТУЗ-2

К.8 Универсальный шаблон сварщика – УШС-3

К.9 Нутромеры микрометрические по ГОСТ 10-88 предназначены для измерения диаметров отверстий и других внутренних размеров более 50 мм

К.10 Глубиномеры микрометрические по ГОСТ 7470 используют для измерения глубин глухих отверстий, пазов, высот и уступов до 150 мм

К.11 Щупы по ТУ 2-034-225-87 используют для определения величины зазоров с точностью до 0,01 мм. Их изготавливают 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

К.12 Линейки поверочные по ГОСТ 8026 изготавливают следующих типов:

ЛТ – лекальные трехгранные;

ЛЧ – лекальные четырехгранные;

ШП – с широкой рабочей поверхностью прямоугольного сечения;

ШД – с широкой рабочей поверхностью двутаврового сечения

К.13 Угольники поверочные 90° по ГОСТ 3749 типов УЛ – лекальные, УЛП – лекальные плоские, УЛЦ – лекальные цилиндрические, УП – слесарные плоские, УШ – слесарные с широким основанием

К.14 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°

К.15 Калибры для контроля отверстий:

Пробки двусторонние с неполными непроходными вставками, которыми контролируют отверстия 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 изготавливают для контроля отверстий диаметром 50–100 мм

К.16 Геодезический инструмент

- Теодолиты по ГОСТ 10529.

- Нивелиры по ГОСТ 10528.

- Комплекты реек (базисная дальномерная, инвентарная и др.)

К.17 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

К.18 Таблица перевода твердости металла

По Виккерсу	По Бринелю	По Роквеллу	По Виккерсу	По Бринелю	По Роквеллу
HV	HB <sub>3000</sub>	HRC	HV	HB <sub>3000</sub>	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

## Библиография

- [1] ПБ 03-273-99 Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
- [2] РД 03-495-02 Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
- [3] ПБ 03-372-00 Правила аттестации и основные требования к лабораториям неразрушающего контроля
- [4] ПБ 03-440-02 Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля
- [5] РД 03-613-03 Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
- [6] РД 03-614-03 Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
- [7] РД 03-615-03 Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
- [8] РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю
- [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)



**Ключевые слова:** монтажные сварные соединения, 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**  
Технология монтажной сварки  
Технические условия

Отпечатано в типографии "БиомикАктив"  
Россия, 394026, г. Воронеж, ул. Солнечная, 33  
Подписано в печать 01.08.2019  
Формат 60x84/8. Усл. печ. л. 17,2  
Заказ 949. Тираж 100 экз.