

**ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ
(ОСЖД)**

IV издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 9-11 июня 2021 г.,
Комитет ОСЖД, г. Варшава

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 8-10 ноября 2021 г.,
Комитет ОСЖД, г. Варшава

Дата вступления в силу: 10 ноября 2021 года.

Примечание: Теряет силу III издание Памятки от 26.10.2007 г.

P 704

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ СВАРКИ
РЕЛЬСОВ**

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К РЕЛЬСАМ	4
3. ПОДГОТОВКА РЕЛЬСОВ К СВАРКЕ.....	4
4. СВАРКА РЕЛЬСОВ	5
Давление осадки при сварке и совмещение торцов рельсов.....	5
Положение рельсов при сварке	5
Технология сварки рельсов в пути при замене части рельсовой плети	6
Технология сварки рельсовых плетей бесстыкового пути.....	7
Технология сварки рельсов, лежащих внутри колес.....	7
Технология сварки рельсов в стационарных условиях	8
5. МЕХАНИЧЕСКАЯ И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКИ СТЫКОВ	9
6. МАРКИРОВКА.....	10
7. КОНТРОЛЬ И ПРИЕМКА.....	10

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Контактная сварка – это процесс образования неразъемных соединений конструкционных материалов в результате их кратковременного нагрева электрическим током и пластического деформирования усилием сжатия. При этом, для образования физического контакта и активации соединяемых поверхностей, затрачивается тепловая и механическая энергия, подводимая извне.

1.2. Стыковая сварка – способ контактной сварки, когда детали соединяются по всей площади касания (по всему сечению). Образование соединения при стыковой сварке происходит в результате совместной пластической деформации при осадке нагретых электрическим током торцов деталей.

1.3. Стыковая контактная сварка происходит по схеме, состоящей из двух этапов: нагрева торцов деталей и осадки.

1.4. По степени нагрева металла торцов деталей различают стыковую сварку сопротивлением и оплавлением. Более широкое применение имеет стыковая сварка оплавлением, которая успешно используется при соединении железнодорожных рельсов в стационарных и полевых условиях.

1.5. Стыковая сварка оплавлением отличается тем, что сначала на детали подают напряжение от сварочного источника тока, а затем их сближают.

При соприкосновении деталей в отдельных точках (из-за неровностей поверхности) металл в месте контактов быстро нагревается и образуются жидкие перемычки, которые затем взрывообразно разрушаются. Нагрев торцов деталей происходит за счет их оплавления в результате непрерывного образования и разрушения множественных контактов – перемычек. К концу процесса на торцах образуется сплошной слой жидкого металла. В этот момент резко увеличивают скорость сближения торцов и усилие осадки деталей; торцы смыкаются, большая часть жидкого металла вместе с поверхностными пленками и частью твердого металла выдавливается из зоны сварки, образуя утолщение – грат. Формирование связей происходит преимущественно в твердом состоянии и частично – в жидком.

Детали с площадью сечения 5000-40 000 мм² (как напр. рельсы) сваривают непрерывным оплавлением на машинах с программным управлением напряжением сварочного трансформатора и скоростью подачи подвижного зажима.

1.6. При сварке среднеуглеродистых и низколегированных сталей в зоне сварки снижается пластичность металла в результате появления закалочных структур. При необходимости пластичность повышают подогревом, регулируемым охлаждением или последующей термической обработкой. Давление осадки по сравнению с низкоуглеродистыми сталями увеличивают до 50 %.

При сварке высокоуглеродистых сталей интенсивное выделение оксида углерода улучшает защиту оплавленных торцов от окисления, поэтому скорости оплавления и осадки могут быть умеренными. Пластичность соединения еще больше снижается, поэтому необходимо применять сварку с подогревом и последующую термообработку – отпуск. В околошовной зоне могут появиться усадочные рыхлоты из-за частичного расплавления, поэтому для их предотвращения необходимо использовать более жесткие режимы сварки, уменьшая глубину прогрева, и повышать давление осадки до 120 МПа.

1.7. С помощью стыковой сварки электроконтактным способом,

железнодорожные рельсы могут свариваться в пути (для изготовления бесстыкового пути или в случае необходимости замены дефектного рельса) и в стационарных условиях (для изготовления длинных рельсов).

2. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К РЕЛЬСАМ

2.1. Электроконтактным способом могут свариваться как новые, так и старогодные рельсы.

2.2. Не рекомендуется сваривать друг с другом рельсы, изготовленные из различных марок сталей, разного способа производства и вида упрочнения.

2.3. В одну плеть сваривают рельсы одного и того же профиля. Разница по высоте рельсов не должна быть более 1 мм, а по ширине головки более 2 мм. По отдельным заказам могут свариваться переходные стыки смежных типов рельсов.

2.4. Рельсы должны быть без болтовых отверстий и не иметь закаленных концов.

2.5. Старогодные рельсы в зависимости от возможности использования их после сварки в той или иной категории должны быть рассортированы по группам, согласно действующим на данной дороге-участнице положениям, осмотрены и проверены дефектоскопом.

2.6. Не допускаются к сварке дефектные рельсы и имеющие износ более предельного для данной группы годности.

Рельсы, имеющие трещины в любом сечении, могут быть допущены к сварке после удаления дефектной части.

3. ПОДГОТОВКА РЕЛЬСОВ К СВАРКЕ

3.1. Необходимо выправить рельсы в горизонтальной и вертикальной плоскости. Местная кривизна кусков не должна превышать 0,5 мм на длине 1 м.

Рельсы, имеющие искривления по спирали (скручивание), не допускаются к сварке.

3.2. Старогодные рельсы должны быть подобраны по износу и накату.

3.3. Обрезка рельсов производится механическими или другими, принятыми на дороге-участнице, способами. Торцы рельсов должны быть перпендикулярными к продольной оси. Перекос торцов не должен превышать 1 мм при измерении в любом направлении.

3.4. Плетти для бесстыкового пути свариваются из рельсов стандартной длины. Длина свариваемых кусков в рельсы стандартной длины рекомендуется не менее 6 м. Для получения необходимой стандартной длины сварного рельса допускается сваривать один кусок не короче 3 м.

3.5. Поверхности рельсов для обеспечения электрического контакта с зажимами машины должны быть зачищены до металлического блеска.

4. СВАРКА РЕЛЬСОВ

Давление осадки при сварке и совмещение торцов рельсов

4.1. Сварка рельсов может выполняться в стационарных и полевых условиях методами прерывистого подогрева, непрерывного и импульсного оплавления. Удельное время сварки в зависимости от принятого метода составляет 3,2; 2,3 и 1,2 с/см² соответственно. Давление осадки при сварке должно быть не менее 4 кг/мм² (40 МПа).

Сварка рельсов с объемной, поверхностной закалками и термически неупрочненных выполняется по одному из режимов.

4.2. Торцы свариваемых рельсов должны совмещаться по периметру. При этом поверхность катания свариваемых рельсов должна быть на одном уровне.

Несовпадение торцов стыкуемых новых рельсов должно быть смещено по высоте на подошву, а по ширине головки – на обе стороны.

Несовпадение свариваемых концов не должно превышать для новых рельсов, укладываемых на главных и второстепенных линиях, соответственно: по высоте – 1 мм и 1,6 мм; по ширине головки – 0,8 мм и 1,3 мм.

Несовпадение торцов, стыкуемых старогодных рельсов должно быть смещено по высоте на подошву, а по ширине головки – в сторону нерабочей грани.

Несовпадение свариваемых концов не должно превышать:

а) для рельсов, укладываемых в главные пути, по высоте – 1 мм и по ширине головки – 2 мм;

б) для рельсов, укладываемых в станционные пути, по высоте – 2 мм и по ширине головки – 3 мм.

4.3. Подготовленный переходный рельс выпресованной частью сваривается с рельсом более легкого типа. Общая длина свариваемых рельсов с переходным стыком определяется заказчиком.

При сварке переходного стыка вертикальные оси двух рельсов совмещаются; разрешается сварка рельсов головкой вниз.

Положение рельсов при сварке

4.4. Передвижной электроконтактной рельсо-сварочной машиной могут быть сварены в бесстыковые рельсовые плети.

4.4.1. Рельсы, лежащие в пути, при этом машина передвигается к каждому стыку по этим рельсам.

4.4.2. Рельсы, лежащие внутри колеи пути, по которому передвигается машина (рис. 1).

4.4.3. Рельсы, которые подаются по рольгангу или другими способами к машине, которая установлена неподвижно (при стационарной сварке).

Также передвижной машиной выполняются работы по сварке плетей бесстыкового пути при их изломе или при замене части плети, имеющей дефект.

4.5. Сварка рельсов в пути (рис. 1)



Рисунок 1 – Передвижная сварочная машина

Технология сварки рельсов в пути при замене части рельсовой плети

4.5.1. Сварка в пути производится при замене части рельсовой плети вследствие ее излома или появления других дефектов. При этом технология работ следующая:

а) от дефектного места или излома на расстоянии не менее 1-1,5 м намечается место реза;

б) часть плети с дефектным местом вырезается способом, применяемым на дороге-участнице, и удаляется;

в) грузоподъемными блоками над подкладками вывешивается новый рельс;

г) в случае, когда грузоподъемные блоки отсутствуют, рельс устанавливается на ролики, укладываемые между подкладкой и подошвой рельса. При этом конец плети разболчивается и выводится из подкладок;

д) измеряется с возможно большей точностью расстояние между концами плетей с целью установления необходимой длины рельсовой вставки;

е) на подготовленном к варке рельсе измеряют величину, равную длине расстояния между концами плетей с запасом на оплавление и осадку при сварке двух стыков;

ж) производится сварка первого стыка, при этом свободный конец должен быть уложен параллельно второму концу плети и установлен контроль за величиной оплавления и осадки при сварке. После сварки первого стыка и охлаждения до 400 °С свободный конец вставки должен заходить за конец плети на величину, равную осадке и оплавлению для второго стыка;

з) со сваренного стыка снимается грат и устанавливается поддерживающая опора во избежание деформации стыка. Плеть выгибается так, чтобы оба свободных конца были бы на одной оси и захватывается сварочной машиной для сварки второго стыка;

и) снимается грат, устанавливается поддерживающая опора и после остывания плеть устанавливается на место;

к) после производства работ должна быть выполнена разрядка напряжений с целью их перераспределения по длине пути. Устанавливаются прокладки-амортизаторы, затягиваются клемные болты, рельс шлифуется, работа считается законченной.

Технология сварки рельсовых плетей бесстыкового пути

4.5.2. Сварка плетей бесстыкового пути из стандартных или длинных рельсов, лежащих в пути, выполняется в следующем технологическом порядке:

а) снимаются накладки со стыка, который подлежит сварке, а также со следующего стыка по направлению работы машины и обрезаются при необходимости, торцы рельсов с болтовыми отверстиями;

б) шпальные ящики освобождаются от балласта, ослабляются клемные болты, шпалы сдвигаются для обеспечения работы сварочной головки машины;

в) клемные болты ослабляются по всей длине рельса для обеспечения возможности подтягивания рельса;

г) концы рельсов для лучшего контакта при сварке очищаются до металлического блеска от грязи и мазута;

д) машина продвигается к месту работы и выполняет сварку стыка;

е) по окончании сварки сварочная головка разъединяется, и машина освобождает стык для выполнения работ по снятию грата, по возможности по всему контуру рельса;

ж) сдвинутые шпалы устанавливаются на место, шпальные ящики заполняются балластом, подбиваются, закрепляются клемные болты;

з) рельс закрепляется через каждые 5 шпал, под сваренный стык до его остывания, укладываются деревянная или металлическая опора;

и) машина передвигается к следующему стыку. Во время выполнения операций, указанных в пунктах д) – и), на следующем стыке выполняются операции, указанные в пунктах а) – г);

к) одновременно ослабляются скрепления и снимаются накладки в стыке №3;

л) с помощью гидравлического прибора для регулировки зазоров или с помощью лебедки (при использовании машины ПРСМ-3) рельс № 3 подтягивается к рельсу № 2, на величину зазора, который образовался вследствие оплавления и осадки, при сварке стыка № 1;

м) далее производится работа по сварке следующих стыков в той же последовательности.

После перехода машины для работы на следующем стыке из-под сваренного стыка снимаются опоры, и рельс шлифуется.

После выполнения ряда сварок разрыв из-за потерь по обрезке концов рельсов и оплавления при сварке ликвидируется сваркой рельсовой вставки соответствующей длины.

Технология сварки рельсов, лежащих внутри колеи

4.6. При сварке стандартных, а также длинных рельсов, лежащих внутри колеи, они укладываются торец к торцу в два ряда и должны быть без болтовых отверстий и с термически неупрочненными концами.

Сварочная машина передвигается по обычному пути, сваривая рельсы,

уложенные внутри колеи.

Подготовка к сварке и обработке сварного стыка производится так же, как и при сварке в пути.

Длина рельсовых плетей, которые изготавливаются, зависит от длины пути, по которому движется сварочная машина, и от возможности транспортных средств для перевозки плетей к месту укладки.

Когда свариваемые плети укладываются в тот же путь, на котором производятся работы, то после окончания сварки плети длиной 500-1500 м укладываются с помощью малых порталных кранов специальной машиной или приспособлением для обмена рельсовых плетей.

Рельсы, снятые с пути, транспортируются на стройки с помощью специальных тележек.

Если свариваемые плети предназначены для укладки на перегоне, а сварка проводится на станции, тогда они транспортируются на перегон специальными тележками. Производится смена рельсов так, как было указано выше, и потом изношенные рельсы с перегона транспортируются теми же тележками на базу.

Технология сварки рельсов в стационарных условиях

4.7. При использовании стационарной машины (рис 2):

-рельсы должны удовлетворять тем же условиям, как и при сварке, непосредственно в пути, т.е. должны быть новыми или старогодными без внутренних поверхностных дефектов, без болтовых отверстий и без термообработанных концов;

- рельсы подаются к сварочной машине по рольгангу;

- обработка до и после сварки подобна той, как и при сварке в пути;

- транспортировка до места укладки в пути должна производиться поездами, составленными из специальных вагонов.



Рисунок 2 – Стационарная сварочная машина и туннель для охлаждения

5. МЕХАНИЧЕСКАЯ И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКИ СТЫКОВ

5.1. Грат и выдавленный металл в сварном стыке должны быть удалены механизированным способом или обрубкой пневматическим зубилом при температуре не ниже 800 °С (светло-красный цвет) – рис. 3.

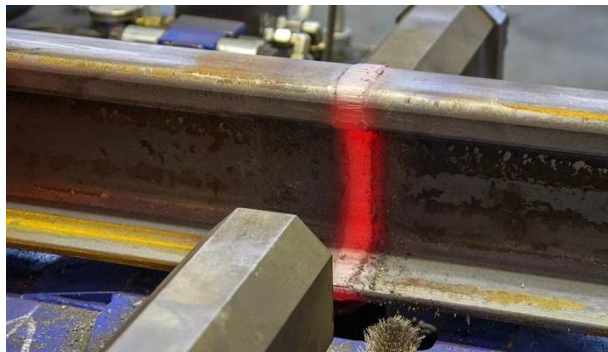


Рисунок 3 – Удаление грата и выдавленного металла в сварном стыке

5.2. Для повышения эксплуатационной надежности рельсов после удаления грата и выдавленного металла рекомендуется производить дифференцированную термическую обработку сварных стыков с индукционного или контактного их нагрева.

Термическая обработка сварных стыков упрочненных рельсов с индукционного нагрева производится в виде закалки головки с нормализацией подошвы и шейки.

Сварные стыки не упрочненных рельсов с индукционного нагрева подвергаются общей нормализации с подстуживанием головки.

Дифференцированная термическая обработка сварных закаленных и не упрочненных рельсов с нагревом стыков по всему сечению токами средней частоты на индукционных установках выполняется в виде единой и технологической операции.

В случае отсутствия индукционных установок при сварке термически упрочненных рельсов после снятия грата и выдавленного металла при температуре не менее 800 °С (светло-красный цвет) производится закалка головки с тепла сварки. При этом сварные стыки рельсов как закаленных, так и термически неупрочненных подвергаются нормализации подошвы с применением контактного нагрева. Закалка головки и нормализация подошвы выполняются как отдельные технологические операции. Вначале вблизи контактной машины производят закалку головки с помощью распылителей, а затем на другом посту – нормализацию подошвы на контактных установках.

Индукционный нагрев стыков по всему сечению рельсов или контактный нагрев подошвы может выполняться и после первичной механической обработки сварных стыков абразивным инструментом или другим способом.

Индукционный нагрев стыков по всему сечению или контактный нагрев подошвы рельсов для термической их обработки обычно производится с частичным использованием тепла от сварки. Температура металла сварных стыков перед нагревом их для термической обработки должна быть не выше 500 °С (цвета каления отсутствуют).

Индукционные и контактные установки для нагрева сварных стыков рельсов должны отстоять на 50 м от контактной машины.

5.3. Чистовая механическая обработка сварных стыков производится по всему периметру рельсов абразивным инструментом с крупной и мелкой зернистостью.

Шлифовку головки предпочтительно осуществлять специальными станками, обеспечивающими обработку сварных стыков по профилю рельсов.

Шлифовка подошвы должна производиться вдоль рельса, а шейки – поперек.

Шлифовка сварных стыков должна производиться без появления на поверхности цветов побежалости, без выхватов и возвышений. Неровности на рабочей поверхности головки и подошвы рельсов рекомендуется не допускать более 0,15 мм и на остальной части профиля более 0,5 мм.

6. МАРКИРОВКА

6.1. Сварные стыки на рельсах рекомендуется отмечать несмываемой белой краской путем нанесения полос шириной 20 мм на шейке и верхней части подошвы на расстоянии 100 мм с обеих сторон шва или другим способом.

6.2. Порядок дополнительной маркировки и учета сварных рельсов устанавливается согласно действующим правилам на данной железной дороге.

7. КОНТРОЛЬ И ПРИЕМКА

7.1. В процессе выполнения каждой технологической операции должен осуществляться тщательный визуальный контроль качества рельсов и проверка отсутствия дефектов, в том числе поверхностных прокатного металла и обработки сварных стыков.

7.2. Все сварные стыки рельсов после их полной обработки рекомендуется проверять ультразвуковым дефектоскопом. Температура металла сварных стыков при этом должна быть не выше 60 °С. Разрешается искусственное охлаждение головки рельса в зоне сварного стыка с температуры не более 250 °С.

Исправность дефектоскопа должна проверяться по эталону и натурным образом перед началом смены и в процессе работы.

7.3. При обнаружении в процессе контроля дефекта стык должен быть вырезан и испытан на статический изгиб согласно п. 7.7. При наличии в стыке дефектов или недостаточных показателей пластичности и прочности к данной партии рельсов, сваренных в смене, предъявляются требования п. 7.8.

7.4. При приемке готовой продукции осуществляется испытание контрольных полнопрофильных образцов на статический поперечный изгиб с предварительной проверкой твердости металла в зоне сварных стыков рельсов.

7.5. Для испытаний сваривают на каждой работающей контактной сварочной машине по два образца в смену по режиму, принятому по данной партии рельсов. При сварке рельсов различных типов в течение одной смены образцы для испытаний должны свариваться из рельсов каждого типа.

7.6. Твердость металла измеряется на прессе Бринелля по продольной оси

поверхности катания головки рельса шариком диаметром 10 мм через каждые 15 мм. Измерения проводятся в сварном шве в обе стороны от него на длине 200 мм. Допускается снижение твердости в сварном стыке по сравнению с основным упрочнением металлом на 10% в отдельных точках, но не более четырех – до 15%.

7.7. После проверки твердости металла в сварных стыках производятся испытания контрольных образцов рельсов на статический изгиб на прессе с пролетом между опорами 1000 мм. Контрольный образец должен иметь длину 1200-1300 мм со сварным стыком посередине. Нагрузка прикладывается посередине в месте сварных стыков.

Контрольные образцы должны испытываться в остывшем состоянии после термической и механической (первичной и чистовой) обработок. Один образец (по усмотрению мастера или главного инженера рельсосварочного предприятия) испытывается с приложением нагрузки на головку рельсов (подошва в растянутой зоне), второй – на подошву (головка в растянутой зоне).

Сварные, новые и старогодные рельсы, укладываемые в главные и станционные пути должны иметь стрелу прогиба и временное сопротивление, установленные на дороге.

Снижение разрушающей нагрузки на 20% при приведенном износе до 10 мм на 30% до 15 мм для станционных путей браковочным признаком не является.

Для проверки качества сварки и обработки стыки доводят до разрушения. В изломе по месту сварки не должно быть дефектов (горячих трещин, непроваров, кратерных усадок, пузырей, поджогов и серых силикатных скоплений в количестве свыше трех – общей площадью более 15 мм²).

Величина разрушающей нагрузки при испытании переходных стыков принимается для сварных рельсов меньшей массы.

7.8. В случае неудовлетворительных результатов испытаний хотя бы одного образца или выявления дефекта при ультразвуковом контроле из партии рельсов, сваренных этой сменой, вырезают два стыка и повторно проверяют показатели пластичности, прочности и качество при статическом изгибе с приложением нагрузки одному – на головку, второму – на подошву.

Если при этом хотя бы один из этих образцов не удовлетворяет требованиям п. 7.7 настоящих технических условий, вся партия бракуется и подлежит повторной сварке после вырезки стыков на длину не менее 100 мм (50 мм в обе стороны от шва).