

**ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ  
(ОСЖД)**

II издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 22-23 октября 2020 г.,  
Комитет ОСЖД, г. Варшава

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 9-10 ноября 2020 года, Комитет ОСЖД,  
г. Варшава

Дата вступления в силу: 10 ноября 2020 года.

Примечание: Теряет силу I издание Памятки Р 778 от 30.10.2015 г.

**Р 778**

**РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО КОНСТРУКЦИИ, УКЛАДКЕ И СОДЕРЖАНИЮ  
БЕССТЫКОВОГО ПУТИ**

## Содержание

<b>1. Основные положения.....</b>	<b>2</b>
1.1. Определение бесстыкового пути.....	3
1.2. Температура в рельсах бесстыкового пути.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.3. Укладка бесстыкового пути.....	3
<b>2. Конструкция бесстыкового пути .....</b>	<b>3</b>
2.1. Земляное полотно .....	3
2.2. Балластный слой .....	4
2.3. Шпалы .....	4
2.4. Промежуточные рельсовые скрепления .....	4
2.5. Рельсы, рельсовые плети .....	5
2.6. Соединение рельсовых плетей .....	6
2.7. Бесстыковой путь на мостах.....	6
2.8. Бесстыковой путь в тоннелях .....	11
<b>3. Укладка бесстыкового пути.....</b>	<b>11</b>
3.1. Общие требования .....	11
3.2. Требования к укладке бесстыкового пути .....	11
3.3. Разрядка температурных напряжений в рельсовых плетях .....	13
3.4. Принудительный ввод плетей в оптимальную температуру закрепления .....	15
<b>4. Содержание и ремонт бесстыкового пути.....</b>	<b>18</b>
4.1. Основные требования .....	18
4.2. Требования к содержанию бесстыкового пути .....	18
4.3. Требования по предупреждению выбросов (нарушения устойчивости пути) .....	19
4.4. Требования к выполнению ремонтно-путевых работ на бесстыковом пути с применением путевых машин .....	20
4.5. Восстановление целостности рельсовых плетей бесстыкового пути .....	21
Краткосрочное восстановление .....	21
Временное восстановление.....	23
Окончательное восстановление.....	23

## **1. Основные положения**

### **1.1. Определение бесстыкового пути**

Характеристика параметров бесстыкового пути описаны в Памятке ОСЖД Р 709/10 «Рекомендации по терминологии «Бесстыковой путь» (II издание от 26.10.2007 г.).

### **1.2. Укладка бесстыкового пути**

Бесстыковой путь является основной конструкцией пути, применяемой железными дорогами и может эксплуатироваться с соблюдением технических требований, установленных железными дорогами, на путях всех классов. При этом рекомендуется, чтобы минимальный радиус кривой составлял 300 м.

При использовании дополнительных средств по повышению сопротивления сдвигу рельсошпальной решетки поперек оси пути (применении шпал с повышенным сопротивлением сдвигу, омоноличивании плеча и откоса балластной призмы, увеличении в пределах, допускаемых из условия обслуживания пути эпюры шпал и т.д.) допускается снижать минимальный радиус кривых до 250 м.

Крутизна уклонов продольного профиля на участках бесстыкового пути не ограничивается, кроме дышащих концов. Они должны не заканчиваться в участках с уклоном более 20‰.

Укладка бесстыкового пути должна проводиться в соответствии с проектами, разработанными для конкретных участков пути, которыми устанавливаются границы укладки, конструкция бесстыкового пути, длины плетей, способы их стыкования и температурный интервал закрепления плетей на постоянный режим работы.

Все работы по укладке, эксплуатации и ремонту бесстыкового пути должны проводиться в соответствии с техническими требованиями, установленными отдельными железными дорогами.

## **2. Конструкция бесстыкового пути**

### **2.1. Земляное полотно**

Земляное полотно должно быть прочным, устойчивым и иметь достаточные размеры для размещения балластной призмы. Минимальная ширина обочины земляного полотна для линий различных классов определяется техническими требованиями, установленными отдельными железными дорогами.

На стадии проектирования земляное полотно должно быть обследовано. Выявленные дефекты, пучины, просадки, сплывы и оползни откосов насыпей земляного полотна должны быть устранены до укладки бесстыкового пути.

Не рекомендуется укладывать бесстыковой путь в районах подземных разработок, карстов, оползней.

## 2.2. Балластный слой

В бесстыковом пути применяется щебеночный балласт из камней твердых пород, размеры и качественные характеристики которого должны соответствовать техническим требованиям железных дорог.

Поперечные сечения балластной призмы, толщина балласта под шпалой определяются действующими нормативными документами.

Размер и состояние балластной призмы имеют решающее значение для устойчивости бесстыкового пути против выброса.

Балласт перед краями шпалах и между ними должен быть хорошо уплотнен.

## 2.3. Шпалы

На бесстыковом пути применяются железобетонные, стальные и деревянные шпалы, типы которых и их эпюры устанавливаются железными дорогами.

Обычно в горизонтальных кривых с меньшими радиусами шпалы укладываются более плотно.

## 2.4. Промежуточные рельсовые скрепления

Скрепления должны обеспечивать прижатие рельса к основанию, а также его устойчивость к продольным силам.

Промежуточные рельсовые скрепления в бесстыковом пути могут быть упругими или жесткими, бесподкладочными или подкладочными. В кривых радиусами 500 м и менее применяются преимущественно подкладочные скрепления.

Усилие сжатия в скреплениях обеспечивается затягиванию гаек и шурупов с необходимым крутящим моментом.

Допускается (при положительных температурах рельсов) ослабление прижатия рельса к основанию, но не более чем на 40 %, по достижению которого необходимо восстановить первоначальное прижатие рельса к основанию (до наступления зимнего периода).

Требования к скреплениям определяются железнодорожными дорогами в зависимости от размера амплитуд температуры и наличия горизонтальных кривых в пути. В следующей таблице приведены примерные требования к упругим скреплениям.

Таблица 1. Требования к упругим скреплениям

Каждый узел промежуточных рельсовых скреплений	Ширина колеи бесстыкового пути 1435 мм	Ширина колеи бесстыкового пути 1520 мм	
		Усилие прижатия рельса	≥ 2x9 kN
≥ 2x10 kN	TA = 100÷110 °C		

		$\geq 2 \times 12,5$ kN	$T_A > 110 \text{ }^\circ\text{C}$
Сопротивление рельса продольным силам	$\geq 9$ kN	$\geq 14$ kN	$T_A \leq 110 \text{ }^\circ\text{C}$
		$\geq 16,5$ kN	$T_A > 110 \text{ }^\circ\text{C}$
Сопротивление рельса боковым силам		$\geq 50$ kN	прямые участки $R > 650$ м
		$\geq 100$ kN	$R = 350 \div 650$ м
		$120 \div 140$ kN	$R < 350$ м
Крутящий момент для затяжки скреплениях	$2 \times 250$ N.m*	бесподкладочные	
	$2 \times (180-200)$ N.m	подкладочные	

$T_A$  – амплитуда температуры

$R$  – радиус горизонтальных кривых

\* крутящий момент для затяжки жестких подкладочных скреплениях.

## 2.5. Рельсы, рельсовые плети

В бесстыковом пути применяются рельсы, технические требования к которым соответствуют стандартам на новые, старогодные и отремонтированные, при этом для нитей кривых радиусами 500 м и менее применяются рельсы повышенной износостойкости и прочности, а в регионах с годовыми амплитудами температуры рельсов более  $110 \text{ }^\circ\text{C}$  применяются рельсы низкотемпературной надежности.

Дефектоскопия старогодных и отремонтированных рельсов является обязательной.

Привариваемые к основному пути рельсы должны быть без стыковых отверстий на концах, за исключением рельсов стрелочных переводов.

Рельсы свариваются в плети бесстыкового пути в заводских условиях или на специальных предприятиях в соответствии с техническими требованиями, установленными железными дорогами. После укладки в путь плети удлиняются сваркой.

Плети из новых рельсов свариваются между собой преимущественно электроконтактной сваркой с использованием передвижной рельсосварочной машины (ПРСМ), а из старых рельсов как электроконтактной, так и алюминотермитной и электродуговой сваркой.

Электроконтактная сварка новых рельсов в плети и плетей из новых рельсов также, как и сварка старогодных рельсов должна производиться в соответствии со стандартами (техническими требованиями) на сварку, разработанными железными дорогами.

Алюминотермитная сварка должна производиться в соответствии с техническими требованиями на алюминотермитную сварку.

Каждая эксплуатируемая плеть должна иметь маркировку, которая

наносится в соответствии с техническими требованиями железных дорог.

## 2.6. Соединение рельсовых плетей

При укладке бесстыкового пути необходимо стремиться к минимизации количества рельсовых стыков, а, следовательно, числа и длин уравнильных пролетов, укладываемых между концами рельсовых плетей. При невозможности сварки стыков между плетями, независимо от их длины, при отсутствии изолирующих стыков, укладываются две или три пары уравнильных рельсов.

Изолированные участки пути строятся с помощью изолирующих стыков путем склеивания их или сварки склеенных накладок к рельсам бесстыкового пути.

На концах бесстыкового пути размещаются уравнильные приборы (устройства расширения) или одна или две буферные секции со стандартными рельсами длиной 25 или 30 м. Расширительные устройства состоят из острых и рамных рельсов.

При временном закреплении плетей при температуре рельсов ниже или выше оптимальной (расчетной) в уравнильном пролете укладываются заранее подготовленные соответственно удлиненные или укороченные рельсы.

При закреплении плетей на постоянный режим работы, удлиненные или укороченные рельсы должны быть заменены на рельсы стандартной длины.

Уравнильные рельсы между собой и с концами плетей соединяются шестидырными накладками, стянутыми полным комплектом стыковых болтов. Как правило, должны применяться высокопрочные стыковые болты и гайки, которые затягиваются требуемым крутящим моментом. На отдельных железных дорогах для соединения уравнильных рельсов и концов плетей могут применяться четырехдырные накладки. Затяжка стыковых болтов при этом осуществляется в соответствии с техническими требованиями железных дорог.

В следующей таблице приведены примерные значения крутящего момента, прилагаемого к гайкам, необходимого для затяжки стыковых болтов, в зависимости от типа рельса.

Таблица 2. Затяжка стыковых болтов

Крутящий момент затяжки гаек стыковых болтов, N.m				
Накладка	Тип рельсов			
	49 кг/м	60 кг/м	50 кг/м	65 кг/м
обычная	350	350	400	600
высокопрочная	850	1350	1100	1100

## 2.7. Бесстыковой путь на мостах

В зависимости от конструкции, длин пролетных строений, схем размещения опорных частей, годовых перепадов температуры рельсов бесстыковой путь может укладываться без разрывов или с проектными разрывами плетей в пределах моста.

Под проектными разрывами плетей подразумевается укладка между их концами уравнильных рельсов, уравнильных стыков (одноточных уравнильных приборов) или уравнильных приборов.

Укладка бесстыкового пути на мостах должна проводиться в соответствии с проектом. Проект должен учитывать характеристику моста, включая конструкцию, длины пролетных строений, тип мостового полотна, схему размещения подвижных и неподвижных опорных частей, поездную нагрузку, максимальные и минимальные температуры воздуха и рельсов в районе моста и подходов.

Наибольшие температуры рельсов для летних условий на мостах через водотоки принимаются на 10 °С, а на мостах через суходолы на 15 °С больше, чем температура воздуха или некоторые другие в соответствии с техническими требованиями, установленными отдельными железными дорогами.

До укладки бесстыкового пути мост должен быть обследован. Не разрешается до установления дефектов и повреждений укладывать бесстыковой путь на мостах: с опорами, подверженными осадкам, сдвигу и другим деформациям; имеющим пустоты в теле; с опорными частями, закрепление которых не соответствует требованиям технических норм; с железобетонными безбалластными плитами, имеющими разрушенный прокладной слой, поперечные трещины; с дефектными деревянными мостовыми брусками и металлическими поперечинами, а также на мостах с ездой на балласте, в пределах которых нижняя постель шпалы выше верха борта балластного корыта.

После устранения приведенных дефектов бесстыковой путь может укладываться в соответствии с техническими требованиями железных дорог.

Бесстыковой путь без разрывов плетей на однопролетных и многопролетных мостах может укладываться в соответствии с таблицей 3 или в соответствии с техническими требованиями железных дорог.

Закрепление плетей в пределах моста должно исключать образование опасного для прохода поезда зазора (более 50 мм) в случае излома плети зимой, а летом появление больших сжимающих сил в плетях на подходах к мосту (при размещении подвижных опорных частей пролетных строений на устоях) и соответствовать требованиям железных дорог.

Бесстыковой путь с разрывами плетей на мостах укладывается:

- в регионах с годовыми амплитудами температуры рельсов менее 100°С, как правило, с длинами температурных пролетов 89 м и более;
- в регионах с годовыми амплитудами температуры рельсов 100÷110°С, как правило, с длинами температурных пролетов 78 м и более;
- в регионах с годовыми амплитудами температуры рельсов более 110°С, как правило, с длинами температурных пролетов 67 м и более.

Закрепление на мостах плетей с уравнильными рельсами, уравнильными стыками, уравнильными приборами производится так же, как и на подходах к мостам или в соответствии с техническими требованиями железных дорог.

Укладка на мостах бесстыкового пути с разрывами плетей должна производиться по отдельным проектам, включающим разделы по укладке уравнильных рельсов, уравнильных стыков, уравнильных приборов.

Конструкция охранных приспособлений (контруголки (контррельсы) и др.) и их укладка должны соответствовать техническим требованиям железных дорог.



Таблица 3. Максимально допустимые расчетные длины пролетных строений и температурных пролетов, при которых на мостах возможна укладка бесстыкового пути без разрывов плетей

Вид мостового полотна	Годовая температурная амплитуда рельсов, °С					
	менее 100		от 100 до 110		более 110	
	Максимально допустимая расчетная длина пролетных строений (для однопролетных мостов) и суммарная длина пролетных строений (для многопролетных мостов), м	Максимально допустимая длина температурного пролета*, м	Максимально допустимая расчетная длина пролетных строений (для однопролетных мостов) и суммарная длина пролетных строений (для многопролетных мостов), м	Максимально допустимая длина температурного пролета*, м	Максимально допустимая расчетная длина пролетных строений (для однопролетных мостов) и суммарная длина пролетных строений (для многопролетных мостов), м	Максимально допустимая длина температурного пролета*, м
<b>1. Однопролетные мосты</b>						
Мостовое полотно с деревянными мостовыми брусьями	55	-	55	-	55	-
Мостовое полотно с железобетонными плитами БМП	77	-	66	-	55	-
Балластное мостовое полотно	88	-	77	-	66	-
<b>2. Многопролетные мосты</b>						
Мостовое полотно с деревянными мостовыми брусьями	77	56	66	56	55	56
Мостовое полотно с железобетонными плитами БМП	350	78	300	67	250	56
Балластное мостовое полотно	440	89	385	78	330	67

\*За температурный пролет принимается расстояние от неподвижных опорных частей одного пролетного строения до неподвижных опорных частей смежного пролетного строения или до шкафной стенки устоя. В консольных мостах учитываются только опорные части, расположенные на промежуточных опорах и устоях. В арочных мостах (без затяжки) температурный пролет равен половине пролета арки.

К мостам с балластной призмой особых требований не предъявляется и для них соблюдаются нормативные требования для бесстыкового пути на земляном полотне. На мостах с недостаточным сопротивлением балласта боковому смещению пути укладываются уравнильные приборы.

Для мостов длиной до 40 м без балластной призмы соблюдаются требования, показанные на рисунке 1. Под угрозой перемещения мостовых шпалах, последние должны объединяться с продольными тягами.



Рисунок 1. Схема закрепления бесстыкового пути на мостах без балласта со суммарной длиной несущих конструкции до 40 м

В случае мостов длиной более 40 м без балластной призмы длина бесстыкового участка на мосту должна быть равна длине температурного пролета моста  $L_t$ . Если мост имеет несколько температурных пролетов, то и бесстыковой путь на мосту должен быть разделен на соответствующее количество бесстыковых участков. Рельсы на мосту должны быть надежно связаны к мосту, так что под влиянием изменений температуры могут изменить свою длину вместе с ним. На каждом подвижном конце температурного пролета  $L_t$ , а также на концах бесстыковых участков, укладываются уравнильные приборы (рис.2).

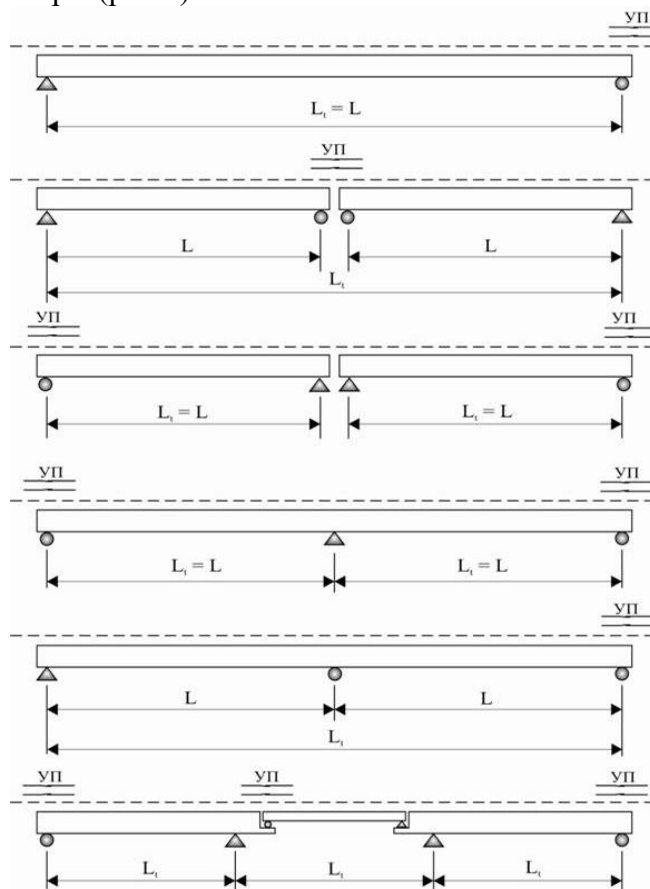


Рисунок 2. Схема расположения уравнильных прибор (УП) на мостах без балласта со суммарной длиной несущих конструкции более 40 м

## **2.8. Бесстыковой путь в тоннелях**

Бесстыковой путь в тоннелях устраивается также, как и на подходах.

Температуру закрепления плетей при этом устанавливают, как для открытых участков.

При расположении рельсовых плетей полностью внутри тоннеля расчетную амплитуду температур рельсов, а соответственно и температуру закрепления плетей можно принимать на 20°С меньше, чем вне тоннеля. Другой подход к ее определению – это измерение температуры рельсов в туннеле летом и зимой, при этом среднее значение между максимальной и минимальной температурами  $\pm 5$  °С принимается в качестве температуры закрепления.

Концы плетей, перекрывающих тоннели, должны выноситься за пределы тоннеля длиной, указанной в нормативных документах железных дорог.

Конструкция бесстыкового пути в тоннелях может быть, как с балластным, так и с безбалластным основанием и должна соответствовать техническим требованиям железных дорог.

Устройство уравнительных пролетов в зоне порталов тоннеля  $\pm 25$  м считается нецелесообразным.

Количество подрельсовых опор на балластном и безбалластном основании в тоннелях и на подходах к ним должно быть на один порядок выше, чем на прямых участках подходов.

## **3. Укладка бесстыкового пути**

### **3.1. Общие требования**

Укладка бесстыкового пути может производиться:

- при реконструкции (модернизации), капитальных ремонтах пути, когда заменяется рельсошпальная решетка и балласт;

- при средних ремонтах пути, когда производится очистка балласта с заменой дефектных шпал и элементов промежуточных рельсовых скреплений.

В отдельных случаях при соответствии состояния балласта, шпал и промежуточных рельсовых скреплений техническим требованиям железных дорог, укладка бесстыкового пути может включать только замену рельсов звеньевого пути (эксплуатируемых плетей бесстыкового пути) на плети, сваренные из новых или старогодных (отремонтированных) рельсов.

Укладка бесстыкового пути как с заменой рельсошпальной решетки, так и без замены должна производиться в соответствии с проектами и по утвержденным железными дорогами технологиям.

### **3.2. Требования к укладке бесстыкового пути**

Укладка бесстыкового пути на участках ремонтно-путевых работ должна производиться после постановки пути в проектное положение и стабилизации балластной призмы. Для стабилизации балластной призмы нужно пропустить не менее 100 тыс. тонн груза (брутто) подвижного состава или прохождение динамического стабилизатора (один или несколько раз).

Плети должны надвигаться на штатные места шпал (блоков, плит, рам) с

лежащими на них прокладками-амортизаторами последовательно, начиная с одного конца.

Укладка плетей должна производиться при оптимальной (расчетной) температуре их закрепления  $\pm 5^\circ\text{C}$ .

Если укладка плетей производится при температуре рельсов выше оптимальной (расчетной) температуры закрепления более чем на  $5^\circ\text{C}$ , то при наступлении температуры рельсов равной  $t_{\text{опт}} \pm 5^\circ\text{C}$ , плети необходимо раскрепить, снять в них напряжения, т.е. разрядить и снова закрепить. Для более качественной разрядки напряжений в плетях они должны быть вывешены на специальные парные пластины с низким коэффициентом трения, роликовые опоры или другие средства, обеспечивающие снижение сопротивления перемещению плети относительно подрельсового основания.

В случае укладки плетей при температуре рельсов ниже оптимальной (расчетной) температуры закрепления более чем на  $5^\circ\text{C}$ , плети должны быть введены в оптимальную (расчетную) температуры закрепления путем равномерного растяжения их на расчетную величину гидравлическими приборами, специальными передвижными рельсосварочными машинами или специальными нагревательными установками. При этом, как и при разрядке напряжений, должны быть использованы средства, обеспечивающие снижение сопротивлений перемещению плетей.

В конце каждого рабочего «окна» необходимо провести соединение проложенного бесстыкового пути со соседним участком стыкового пути. На следующем рисунке показаны примерные решения для него.

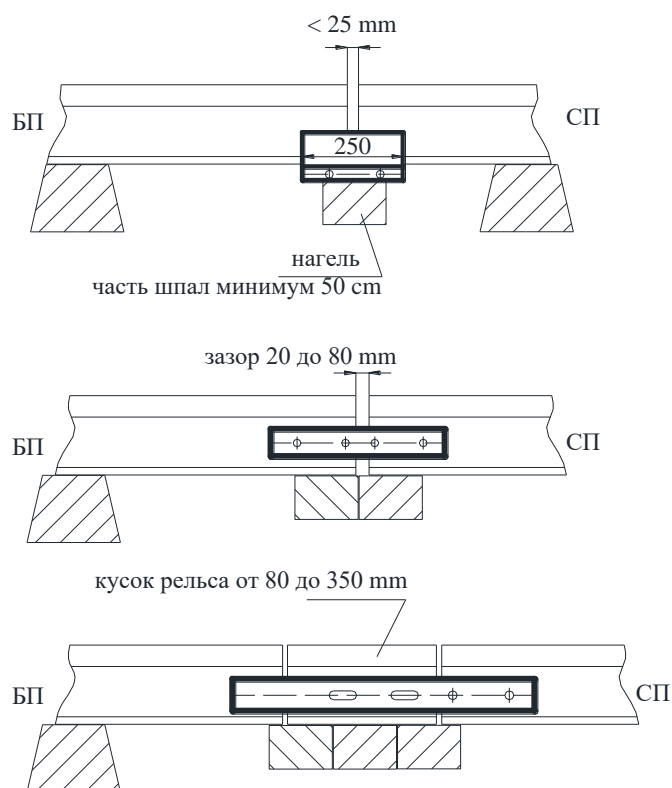


Рисунок 3. Временное соединение проложенного бесстыкового пути со соседним участком стыкового пути

После укладки и ввода плетей в оптимальную (расчетную) температуру закрепления, за несколько дней до сдачи отремонтированного участка бесстыкового пути, должно быть проведено обследование бесстыкового пути с проверкой соответствия его конструкции, состояния техническим требованиям железных дорог и проекту.

### 3.3. Разрядка температурных напряжений в рельсовых плетях

Разрядка температурных напряжений в плетях бесстыкового пути выполняется в процессе его эксплуатации в следующих случаях:

- при перезакреплении плетей на постоянный режим эксплуатации после их закрепления во время укладки при температуре выше или ниже расчетной (оптимальной) более чем на 5 °С;

- перед сваркой коротких плетей в длинные, если разность температуры закрепления соседних плетей превышает 5 °С, а всех плетей, свариваемых в длинную, 10 °С;

- после восстановления сваркой целостности плетей, если оно выполнялось при температуре ниже или выше расчетной (оптимальной) температуры закрепления более чем на 5 °С;

- при «потере» температуры закрепления плетей в результате их угона, рихтовки со сдвигами поперек оси пути на величины 10 см и более;

- при неотложной необходимости ремонтно-путевых работ при температуре рельсов, превышающей температуру закрепления, в том числе при исправлении образовавшегося в пути резкого угла в плане, при выявлении в летнее время роста стрелы неровности пути в плане и т.д.

Разрядка температурных напряжений в плетях должна производиться по типовым (опытным) технологическим процессам, разработанным для прямых и кривых участков пути с различными типами промежуточных рельсовых скреплений, утвержденным железными дорогами.

Для полного снятия температурных напряжений плети после освобождения от закрепления на шпалах и в стыках должны быть вывешены на подвесные ролики или парные полиэтиленовые пластины, или на металлические роликовые опоры, устанавливаемые на каждой 10-ой или 15-ой шпале.

При использовании парных полиэтиленовых пластин работы по разрядке напряжений на участках с подкладочными скреплениями при наличии инвентарных накладок и рельсовых вкладышей могут производиться без перерыва движения поездов, но с ограничением их скорости.

При вывешивании плетей на ролики независимо от конструкции скреплений и при установке парных пластин при бесподкладочных скреплениях, работы по разрядке температурных напряжений должны выполняться в «окно».

В кривых радиусами 800 м и менее устанавливаются специальные боковые ролики, разработанные в соответствии с требованиями железных дорог. Для полного снятия и выравнивания температурных напряжений, остающихся в рельсах после вывешивания их на парные пластины или ролики, необходимо дополнительно встряхивать плети механизмом ударным с клиновым упором.

Качество разрядки напряжений контролируется по продольным перемещениям концов рельсовых плетей и расчетных рисков, нанесенных на плети через 50 м. Качественная разрядка обеспечивается при смещении расчетных рисков на рельсе относительно рисков на шпале или боковых граней подкладок на расчетную величину.

Расчетные удлинения наносятся на плети в виде рисков со смещением относительно контрольных на величины, определяемые из условия:

$$\Delta l = \alpha \cdot l_i \cdot \Delta t, \text{ где:}$$

$\alpha = 0,0000118$  – коэффициент температурного расширения рельсовой стали

$l_i$  – расстояние от торца неподвижного конца плети до  $i$ -ой риски на плети

$\Delta t = t_n - t_0$  – перепад температуры закрепления плети относительно температуры ее в момент производства разрядки напряжений, °С

$t_n$  – температура закрепления плети (нейтральная температура), °С

$t_0$  – температура рельсов после снятия напряжений, °С

Разрядка температурных напряжений в плетях длиной 800 м и менее, расположенных в прямых и в кривых радиусами более 650 м производится, как правило, в одном направлении. Перед началом раскрепления плети должна быть обеспечена возможность свободного перемещения ее подвижного конца. При наличии на плети длиной 600÷800 м кривых радиусами 650 м и менее и тем более S-образных кривых, разрядку температурных напряжений следует выполнять полуплетями. В этом случае должна быть обеспечена возможность свободного перемещения обоих концов плети. Плетей длиной менее 600 м при наличии указанных кривых разряжаются в одном направлении.

Плетей, начиная от подвижных концов освобождают от закрепления так, чтобы обеспечить возможность укладки под рельсы парных пластин или подвесных роликов и, в тоже время, не допустить выхода подошвы рельса из реборд подкладок подкладочных скреплений.

Если при выполнении неотложной разрядки температурных напряжений в стыках уравнительного пролета отсутствуют зазоры, то предварительно необходимо создать зазор бензорезом (газовой резкой) в соответствии с технологией, разработанной железными дорогами.

Во время разрядки температурных напряжений необходимо выполнить все текущие работы, относящиеся к содержанию промежуточных рельсовых скреплений.

Сразу же после окончания разрядки рельсовая плеть должна быть закреплена. Для более точного фиксирования температуры плеть необходимо закреплять сначала на каждой пятой шпале, затем на остальных шпалах подряд.

На время разрядки температурных напряжений в зависимости от организации работ участок должен быть огражден сигналами в соответствии с инструкциями по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ, разработанными железными дорогами.

### 3.4. Принудительный ввод плетей в оптимальную температуру закрепления

В случаях укладки рельсовых плетей при температуре рельсов ниже оптимальной более чем на 5 °С, следует использовать принудительные способы ввода плетей в оптимальную температуру закрепления.

Принудительные способы ввода плетей в оптимальную температуру закрепления также применяются:

- перед сваркой эксплуатируемых плетей, ранее уложенных и закрепленных при температуре ниже оптимальной более чем на 5 °С;

- при восстановлении оптимальной температуры закрепления плетей, подверженных угону или на участках, где плети восстанавливались сваркой, при температурах ниже оптимальной температуры закрепления более, чем на 5 °С.

Принудительный ввод плетей в оптимальную температуру закрепления выполняется с использованием гидравлических натяжных устройств или нагревательных установок.

Основными условиями применения гидравлических натяжных устройств и нагревательных установок являются обеспечение снижения сопротивлений перемещениям плетей и равномерность их удлинения.

Перед началом работ с использованием гидравлических натяжных устройств необходимо, исходя из плана линии на участках бесстыкового пути, где плети планируется вводить в оптимальную температуру закрепления, определить потребность средств для снятия сопротивлений перемещениям плети, включающих парные пластины, ролики для прямых участков пути, специальные боковые ролики для кривых участков пути, выполнить расчеты по определению изменения длины плети  $\Delta L$ , растягивающего усилия  $N_p$  и длин анкерных участков.

В прямых и кривых радиусами не более 500 м при наличии средств, снижающих сопротивление продольному перемещению плети, последние могут вводиться в температуру закрепления с использованием гидравлических натяжных устройств при перепадах температуры плети относительно оптимальной не более 25 °С с растяжением плети в одном направлении.

При наличии на плети S-образных и одиночных кривых радиусом 500 м и менее, ввод плетей длиной более 650 м производится полуплетями.

Удлинение плетей перед вводом их в оптимальную температуру закрепления определяется по формуле:

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta t, \text{ где:}$$

$\alpha = 0,0000118$  – коэффициент температурного расширения рельсовой стали

$L$  – длина плети, мм

$\Delta t = t_n - t_0$  – перепад температуры рельсовой плети при проведении работ относительно планируемой температуры закрепления, °С

$t_n$  – температура закрепления плети (нейтральная температура), °С

$t_0$  – температура рельсов после снятия напряжений, °С

Усилия для создания расчетных удлинений в плетях  $N_p$  определяются из условия:

$$N_p = N_t + N', \text{ где:}$$

$N_t = \alpha \cdot E \cdot F \cdot \Delta t$  – продольные усилия, соответствующие разнице температур  $\Delta t$

$E = 2,1 \cdot 10^3$  МПа – модуль упругости рельсовой стали

$F$  – площадь поперечного сечения рельса, см<sup>2</sup>

$N'$  – усилия, необходимые для преодоления сопротивления перемещению плети при ее удлинении

Есть разные варианты их расчета:

– первый вариант:  $N' = 0,1 \cdot N_t$

– второй вариант:  $N'_1 = L \cdot f_1 \cdot q \cdot g$  – в прямых участках, где:

$f_1$  – коэффициент трения между пяткой рельса и ее основанием

$q$  – тип рельса, kg/m

$g = 9,81$  m/s<sup>2</sup> – ускорение грунта

$$N'_2 = N_t \cdot \left( e^{\frac{\mu \cdot L}{R}} - 1 \right) \text{ – в кривых участках, где:}$$

$e = 2,718$  – основание натуральных логарифмов

$R$  – радиус горизонтальной кривой, m

Также существуют разные варианты определения длины анкерных участков:

- первый вариант:

$$l_{ан} \geq \frac{N_t}{r} + 5 \text{ – длина анкерного участка со стороны}$$

неподвижного торцевого сечения конца плети, m

$$l_{ан} \geq \frac{N_p}{r} + 5 \text{ – длина анкерного участка в месте установки}$$

гидравлических натяжных устройств со стороны подвижного конца плети, m

$r$  – погонное сопротивление сдвигу рельсошпальной решетки в балласте по одной рельсовой нити, kN/m

- второй вариант:

$$l_{ан} \geq 3 \cdot \Delta t \text{ – длина анкерного участка с рельсами типа}$$

49 kg/m, но не менее 50 m, m

$$l_{ан} \geq 3,5 \cdot \Delta t \text{ – длина анкерного участка с рельсами типа}$$

60 kg/m, но не менее 50 m, m

Анкерные участки должны размещаться вне плети, вводимой в оптимальную температуру закрепления, и, как правило, со стороны неподвижного конца включать уравнильный пролет и часть примыкающей к нему плети. Анкерный участок со стороны подвижного конца также может включать уравнильный пролет и часть примыкающей к нему плети. При отсутствии уравнильного пролета анкерный участок полностью будет размещаться на примыкающей плети. В пределах анкерных участков стыковые



болты и шурупы креплений должны быть затянуты с нормативным моментом затяжки. Балластная призма должна быть заполнена и уплотнена. При перепаде температуры закрепления плети относительно температуры ее при производстве работ на 20 °С и более обычные стыковые болты в пределах анкерных участков необходимо заменить на высокопрочные.

Для контроля равномерности удлинения плети на подошву рельса в створе с краем подкладки или боковой гранью упорной скобы (анкера) через каждые 50 м контрольные риски, а затем расчетные.

После совпадения расчетных рисков на рельсе с контрольными сечениями на шпалах ( $\pm 3$  мм), плети должны быть закреплены.

Плеть закрепляют от ее неподвижного конца к подвижному. Для более точного фиксирования температуры, закрепление плетей осуществляется на протяжении  $N_p/r + 5$  м подвижного конца плети – на каждой шпале и на каждой 3÷5-ой шпалах на остальном протяжении, после чего снимают гидравлические натяжные устройства, собирают стыки и открывают движение поездов со скоростью в соответствии с техническими требованиями железных дорог. Затем плети закрепляют на остальных шпалах и отменяют предупреждение об уменьшении скорости движения поездов.

Нагревательные установки применяют при удлинении плетей длиной 800 м и менее. Нагрев плетей осуществляется от неподвижного конца к подвижному.

При длинах плетей более 800 м, но не более 1600 м, нагрев плетей осуществляется полуплетями от середины плети. При длине плетей 800 м и менее анкерный участок устраивается на уравнительном пролете, при необходимости с заходом на соседнюю плеть. Длина анкерного участка определяется лишь с учетом сил сопротивления при удлинении нагреваемой плети, которые для плети длиной 800 м, вывешенной на парные пластины, в сумме не превышают 100÷150 кН, т.е. достаточно в зоне уравнительного пролета затянуть с нормативной затяжкой стыковые болты и подтянуть до нормативного значения шурупы (болты) промежуточных рельсовых креплений.

При принудительном вводе плетей в оптимальную температуру закрепления с использованием нагревательных установок необходимо обеспечить сохранность неметаллических элементов промежуточных рельсовых креплений при воздействии на них пламени горелок.

После разбивки плети на участки длиной 50 м, нанесения на них контрольных и расчетных рисков приступают к нагреву плетей.

В процессе нагрева отслеживается совпадение расчетных рисков на плети с контрольными на шпале. При их несовпадении уменьшается рабочая скорость движения нагревательной установки, используется ударный механизм с клиновым упором и с его помощью добиваются, чтобы расчетные риски на рельсовой плети совпали с контрольными на шпале.

Закрепление плетей при нагреве производится вслед за нагревательной установкой.

## **4. Содержание и ремонт бесстыкового пути**

### **4.1. Основные требования**

Работы по текущему содержанию и ремонтам бесстыкового пути должны проводиться при допустимых отступлениях температуры рельсовых плетей от их температуры закрепления по технологическим картам, технологическим процессам, утвержденным железными дорогами.

При планировании работ необходимо учитывать суточные и длительные прогнозы температуры рельсов. Во время работ должен быть организован непрерывный контроль за температурой рельсовых плетей, осуществляемый с помощью переносных рельсовых термометров.

Перед выполнением текущих работ и особенно ремонтно-путевых работ с применением путевых машин и механизмов на участках со сложным планом и профилем и участках, где наблюдается угон плетей, должна быть установлена фактическая температура закрепления рельсовых плетей. Перед началом работ должно быть зафиксировано положение плетей относительно «маячных» шпал (створов, реперов) и, при необходимости выполнена затяжка болтов, шурупов до нормируемой величины, установленной техническими требованиями железных дорог.

Максимальные летние и зимние перепады температуры рельсовых плетей относительно их температуры закрепления, при наступлении которых надзор за состоянием бесстыкового пути должен быть усилен, устанавливаются техническими требованиями железных дорог.

### **4.2. Требования к содержанию бесстыкового пути**

Основной особенностью бесстыкового пути является наличие в плетях в летнее время сжимающих, а в зимнее время растягивающих температурных сил. Величины их определяются разностью между температурой рельсовой плети и температурой ее закрепления, которая может изменяться в процессе эксплуатации. Поэтому в течение всего периода эксплуатации бесстыкового пути необходимо осуществлять контроль за изменениями температуры закрепления плетей.

Изменение температуры закрепления определяется по изменению длин участков плетей между реперами, створами, «маячными» шпалами или другими способами, утвержденными железными дорогами. Если расстояние между соседними рисками на плети, наносимыми в зоне устройства «маячных» шпал, створов, реперов, устанавливаемых, как правило, против пикетных столбиков, изменилось не более чем на 5 мм, то это свидетельствует о необходимости подтягивания гаек болтов, шурупов промежуточных рельсовых скреплений, т.е. об увеличении усилия прижатия рельсов к основанию.

При увеличении длины плети между рисками до 10 мм необходимо определить изменение температуры закрепления плети ( $\Delta t$ ).

При увеличении длин контрольных участков более чем на 10 мм необходимо восстановить ее первоначальную температуру закрепления путем разрядки напряжений в плети или регулировки напряжений, если необходимая

длина участка регулировки напряжений не превышает половины длины короткой плети (800 м).

С учетом специфики бесстыкового пути, работы по его содержанию разделяются на две категории:

- категория I – работы, выполнение которых не нарушает устойчивость пути, и включающие: подтягивание болтов, шурупов; устранение недостатков балластной призмы (пополнение, уплотнение балласта);

- категория II – работы, выполнение которых понижает устойчивость бесстыкового пути, к ним относятся: замена дефектных рельсов, не обеспечивающих безопасность движения поездов; замена элементов рельсовых скреплений более чем на 3-х шпалах подряд; исправление просадок, толчков и перекосов с вывеской путевой решетки; вывеска путевой решетки домкратами; рихтовка пути гидравлическими приборами; вырезка балласта до уровня подошвы на длине пути до 3-х шпал; смена шпал.

Работы I категории не зависят от температурных условий и величин температурных сил в плетях бесстыкового пути и их можно выполнять независимо от температуры рельсовых плетей.

Работы II категории можно выполнять только в пределах допустимых превышений температуры плетей относительно их температуры закрепления, устанавливаемых железными дорогами для каждого вида работ. Поэтому перед выполнением работ II категории необходимо устанавливать фактическую температуру закрепления плетей.

#### **4.3. Требования по предупреждению выбросов (нарушения устойчивости пути)**

Предупреждение выбросов пути состоит в том, чтобы не допускать мест на всей длине бесстыкового пути, в которых образуются:

- местные (локальные) концентрации продольных сил;
- понижение допустимых критических сил в результате нарушения норм содержания пути, в том числе в содержании балластной призмы (уменьшение плеча балластной призмы, недостаточное заполнение балластом шпальных ящиков, разрыхление балласта при выполнении путевых работ – без последующего уплотнения его после завершения), промежуточных рельсовых скреплений (затяжка болтов, шурупов ниже допустимых значений, наличие более 10 % дефектных элементов скреплений и т.д.);

- понижение допустимых критических сил в результате нарушения норм содержания пути в плане, проявляющееся в появлении неровностей наиболее опасными из которых являются длиной до 10 м и стрелами 10 мм и более; появление таких неровностей в наиболее жаркие летние периоды свидетельствует о возможном выбросе пути;

- понижение допустимых критических сил, что связано прежде всего с уменьшением сопротивления сдвигу рельсошпальной решетки при нехватке и разрыхлении балласта и т.д. в процессе производства работ.

Обеспечение постоянного мониторинга, в том числе контроля за подвижками плетей, требований по конструкции, укладке, эксплуатации

бесстыкового пути, установленных нормативными документами, в полной мере обеспечивает его безопасную эксплуатацию. Тем не менее в процессе эксплуатации бесстыкового пути необходимо уделять особое внимание:

- постоянному контролю за усилиями прижатия рельса к основанию и за продольными подвижками плетей, выявлять причины появления последних и устранять;

- своевременному подтягиванию болтов и шурупов промежуточных рельсовых скреплений и стыковых болтов, замене их дефектных элементов;

- своевременному пополнению плеча балластной призмы и балласта в шпальных ящиках, а также уплотнению (стабилизации) балласта на участках производства путевых работ с разрыхлением балластной призмы;

- выявлению неровностей пути в плане и углов при температуре рельсовых плетей, превышающих их температуру закрепления более чем на 15°C.

При обнаружении последних необходимо немедленно закрыть путь для движения поездов и произвести разрядку напряжений в плетях. Если рассмотренные отступления выявлены на концевых участках плетей (не более 150 м), то разрядка напряжений должна быть выполнена на участке от концов плетей до неровности (угла в плане) плюс 50 м. При расположении неровностей (углов в плане) на расстоянии более 150 м от концов плетей разрядка напряжений производится путем их разрезки с последующей разрядкой примыкающих к месту реза с обеих сторон концов плетей на протяжении по 100 м.

После разрядки напряжений, временного или окончательного восстановления плетей сваркой движение поездов открывается. При наступлении нейтральной (оптимальной) температуры на участке производства работ, включающем участки разрядки плюс по 50 м с обеих его сторон, должна быть выполнена регулировка напряжений (температурных сил).

#### **4.4. Требования к выполнению ремонтно-путевых работ на бесстыковом пути с применением путевых машин**

Работы с применением путевых машин на бесстыковом пути выполняются при допускаемых изменениях температуры рельсовых плетей относительно температуры их закрепления, установленных для машин различных типов железными дорогами.

Перед выполнением работ с использованием путевых машин должны быть установлены фактические температуры закрепления плетей и зафиксировано их положение относительно реперов (створов). В процессе производства работ с применением путевых машин необходимо постоянно осуществлять контроль за температурой рельсовых плетей и их смещениями относительно реперов (створов).

При завершении работ щебнеочистительных машин вне уравнильных пролетов в плетях на участке разрядки рабочих органов плюс 75 м с обеих их сторон должна быть выполнена регулировка напряжений.

По окончании работ путевых машин, включая динамический стабилизатор

пути, на участке их производства необходимо проверить усилия прижатия плетей к основанию и наличие угона плетей (продольных подвижек). При несоответствии усилий прижатия рельсов к основанию существующим на дорогах техническим требованиям и обнаружения угона плетей надо принять меры по их устранению и, при необходимости, по восстановлению температуры закрепления плетей.

#### **4.5. Восстановление целостности рельсовых плетей бесстыкового пути**

В бесстыковом пути после выявления излома или повреждения рельса нужно:

- померить ширину зазора и температуру рельса;
- затянуть болты (шурупы) промежуточных рельсовых скреплений на смежных с изломом участках пути длиной (по 50 м или 100 м), в соответствии с требованиями отдельных дорог);
- в зависимости от температурных условий и возможностей приступить к временному или окончательному восстановлению, в соответствии с условиями, установленными дорогами.

Восстановление рельсовых плетей выполняется как: краткосрочное, временное или окончательное.

##### *Краткосрочное восстановление*

Краткосрочное восстановление производится с целью пропуска одного или нескольких поездов с ограничением скорости их движения и применяется при развитии трещины или изломе рельса с образованием зазора не более 30-40 мм.

Для пропуска поездов в месте повреждения рельса устанавливаются накладки, стягиваемые с помощью струбцин или тисков (без сверления отверстий в рельсах). Они могут находиться в пути не более нескольких часов, в течение которых должно быть организовано временное или окончательное восстановление плети. Примеры временных стыков показаны на рисунке 1 (с высокопрочными болтами) и рисунке 2 (с обычными болтами).

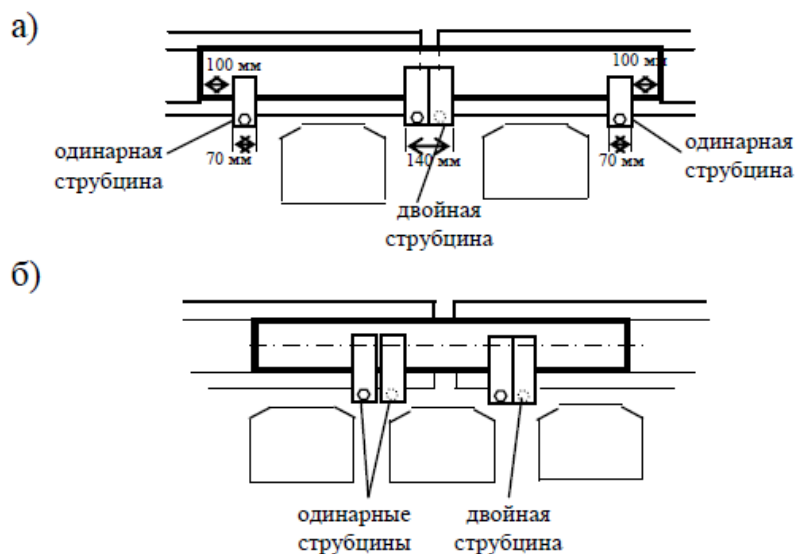
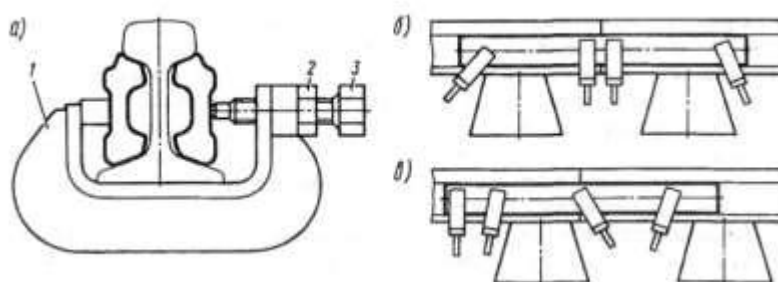


Рисунок 4. Схемы установки струбцин с высокопрочными болтами  
 а) при дефекте или изломе плети середине шпального ящика  
 б) при дефекте или изломе плети над шпалой



1 – струбцина; 2 – гайка; 3 – болт

Рисунок 5. Струбцина для стягивания накладок с обычными болтами (а) при изломе плети и схемы установки струбцин между шпалами (б) и на шпале (в)

В случае излома сварки при отсутствии модифицированных накладок для срочного восстановления движения можно принять решение с деревянным бревном из шпалы и ребристой подкладкой, предварительно нарезанной посередине (рис. 6).

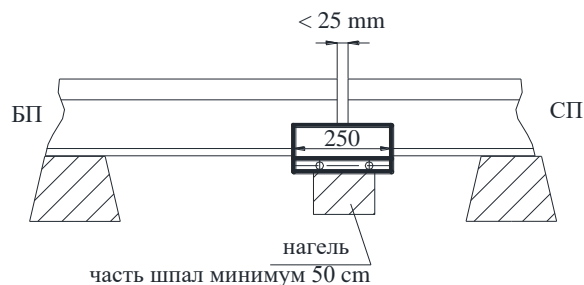


Рисунок 6. Нагель из шпалы с ребристой подкладкой в случае излома сварки при отсутствии накладок

### *Временное восстановление*

Временное восстановление производится с целью обеспечения безопасного движения поездов в период до окончательного восстановления, по участку пути, где произошел излом рельса, с установленной скоростью или с ограничением скорости движения.

Временное восстановление состоит в том, что в месте излома или опасного дефекта вставляется кусок рельса (длиной 8-11 м или в соответствии с требованиями отдельных дорог длиной не менее 6 м), соединенная с концами плетей бесстыкового пути шестидырными накладками.

Дефектное место рельса вырезаются пилой с пропилом плети с двух сторон не менее, чем 3 м от места излома или опасного дефекта и сварного стыка. В рельсах бесстыкового пути просверливаются отверстия для укладки накладок.

Временный рельс, с болтовыми отверстиями по обоим концам, должен соответствовать плети по термообработке, иметь одинаковый боковой и вертикальный износ и близкую грузонаработку (пропущенный тоннаж). Вставляя его необходимо обеспечивать величины зазоров, которые зависят от температуры рельса, зафиксированной во время излома.

### *Окончательное восстановление*

Окончательное восстановление целостности рельсовой плети заключается в вваривании в рельсовую плеть заранее подготовленного рельса без болтовых отверстий взамен временного.

Для восстановительных работ используются старогодные рельсы того же типа, что и в пути, проверенные ультразвуковыми дефектоскопами. Ввариваемый рельс должен соответствовать плети по виду термообработки, иметь близкий боковой и вертикальный износ и близкую грузонаработку. В исключительных случаях для окончательного восстановления плети могут быть использованы новые рельсы.

Окончательное восстановление осуществляется при температуре:

- закрепления рельсов  $\pm 5$  °С – прежде, чем приступить к сварке, нужно отвернуть болты скреплений или освободить клеммы упругих скреплений на участках длиной не менее по 100 м (определяется расчетом) с каждой стороны;

- ниже температуры закрепления рельсов – прежде, чем приступить к сварке, нужно отвернуть болты скреплений или освободить клеммы упругих скреплений на участках длиной по 100 м с каждой стороны, затем, применяя нагреватели или компенсирующие рельсовые приборы, создать на этих участках продольные силы, соответствующие разнице температур;

- выше температуры закрепления рельсов, но не более чем на 10 °С – прежде сварки отвернуть болты скреплений или освободить клеммы упругих скреплений на участках длиной не менее по 200 м (определяется расчетом) с каждой стороны и уравновесить продольные силы.

Вваривание рельса может производиться электроконтактным способом с применением передвижной рельсосварочной машины или алюминотермитной

сваркой, по технологиям, разработанным в соответствии с техническими требованиями железных дорог.

Восстановление целостности плетей с применением ПРСМ может производиться двумя способами: с подтягиванием привариваемой рельсовой плети и с предварительным изгибом.

Сварка с подтягиванием плети выполняется, если расстояние от конца ее до места восстановления не превышает 150 м. Сначала приваривают к плети рельсовую вставку, а затем к ней короткую (не более 150 м) подтягиваемую плеть. Для этого подтягиваемую плеть раскрепляют, вывешивают на каждой 10-ой или 15-ой шпале на ролики или на парные пластины, изготовленные из материалов с низким коэффициентом трения. При установке роликов подрельсовые прокладки снимаются, а парные пластины устанавливаются на подрельсовые прокладки.

При сварке с предварительным изгибом раскрепляется только часть плети. В процессе сварки изогнутая часть плети выпрямляется под действием продольного усилия, создаваемого сварочной машиной. По окончании сварки плеть не должна занимать исходного положения: стрела остаточного изгиба должна оставаться в пределах 15-30 см.

Окончательное восстановление целостности плетей алюминотермитной сваркой может производиться сразу же после выявления опасного дефекта, требующего вырезки, или после временного восстановления плети.

При восстановлении плети сразу же после обнаружения дефекта, в случаях, если температура рельсовой плети выше ее температуры закрепления, из нее вырезается кусок рельса с дефектом и обрезаются рельсорезными пилами концы плетей с созданием между ними расстояния, равного длине ввариваемой рельсовой вставки, которая на отдельных дорогах может быть равной 6 м и более, и двух зазоров  $\delta=25\pm 1$  мм для алюминотермитной сварки, рисунок 7.

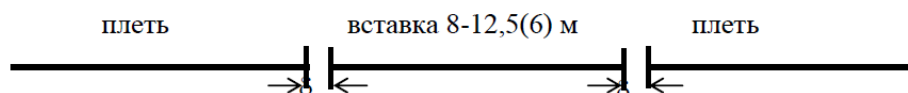


Рисунок 7. Схема алюминотермитной сварки рельсовой вставки с концами плети после вырезки рельса с дефектом

Регулировка напряжений на участке восстановления плети – это конечное действие взаимосвязанное с окончательным восстановлением.

Регулировка напряжений (продольных сил) проводится с целью получения и зафиксирования одинаковых температур закрепления в обеих рельсовых нитях на всей их длине за исключением дышащих участков.

Перед началом регулировки продольных сил необходимо, на основе анализа графика скорректированных температур закрепления, определить длину участка регулировки и цель регулировки (выравнивание значений температур закрепления, понижение или повышение температур закрепления). В соответствии с этим нужно применять соответствующий метод регулировки. Регулировка продольных сил при температурах, отличающихся от нейтральных,



проводится в соответствии технологическими процессами одновременно с анализом изменений температуры закрепления после регулировки.

В зависимости от температурных условий и технического оснащения регулировку продольных сил можно проводить разными методами:

- методом свободного уравнивания без разрезания рельсовых ниток;
- методом свободного уравнивания с разрезанием рельсовых ниток;
- методом принудительного уравнивания с применением рельсовых приборов, компенсирующих продольные силы в рельсах (рельсовые нагреватели или компенсаторы).

Все методы требуют снятия рельсовых скреплений и прекращения движения поездов на период проведения этих работ.

