



Ремонт рельсовых путей на месте методом сварки



Ремонт рельсовых путей на месте методом сварки

Авторы:

Bengt Dahl и Björn Mogard, «Национальные Железные Дороги Швеции» SE-781, Бурленге. Швеция.

Bibi Grefott и Björn Ulander, «ESAB AB», п/я 8004, SE-402 77, Гетеборг, Швеция.

В данной статье дан обзор того, как методом сварки производилось восстановление изношенных железнодорожных рельсов. Описанные процедуры являются обычной практикой на Национальных Железных Дорогах Швеции.

Введение

Свою первую поездку паровой железнодорожный локомотив осуществил 21 февраля 1804 г. в Уэльсе. Он имел одноцилиндровый паровой двигатель и тянул состав весом около 10 тонн с 70-ю пассажирами. Однако данная поездка не была закончена из-за поломки рельсового пути. Рельсы имели длину 1 м и изготавливались из чугуна. С появлением парового локомотива возникла необходимость в применении рельсов с более высокими эксплуатационными характеристиками. В итоге чугунные рельсы были заменены на стальные кованные.

Первое прямое упоминание о соединении рельсов датируется 1820 годом. Однако, из-за того что соединение выполнялось кузнечной сваркой, требовались кузнецы очень высокой квалификации. Представляя процесс дуговой сварки, дается обзор применимости данного процесса, и этапы его развития в зависимости от характерных и специфических требований к данному виду конструкций, связанными с обслуживанием и ремонтом железнодорожных путей.

Процесс ремонта и замены компонентов железнодорожного полотна – достаточно дорогостоящее мероприятие для любой железной дороги. Также необходимо учитывать дополнительные затраты, вызванные задержками в движении поездов или работами, которые невозможно заранее спрогнозировать. Поддержание рельсового пути в идеально гладком состоянии позволяет снизить эксплуатационные расходы на подвижной состав, а также приостановить дальнейшее разрушение рельсов, крестовин и стрелок. Износ рельсов начинается сразу же после их укладки, независимо от того, какой вид транспорта по ним перемещается. Периодический стук колес, который слышат пассажиры во время движения поезда, является звуковым проявлением возникающих на рельсовых стыках ударных нагрузок, которые в конечном итоге приводят к деформации концов рельсов. Аналогичное явление происходит и при прохождении вагона через перекрещивание рельсовых путей. Срок эксплуатации рельсового пути до того момента, когда возникает необходимость в его ремонте, может варьироваться от нескольких месяцев до многих лет, в зависимости от загруженности этой дороги.

Поверхности стыков, рельсовых перекрещиваний, стрелок и прочих элементов рельсового пути подвергаются большему износу, чем вся рабочая поверхность рельсов, которая значительно дольше сохраняет свои эксплуатационные характеристики, а потому восстановительная наплавка отдельных участков элементов рельсового пути обходится дешевле, чем замена этих элементов целиком на новые. Например, стоимость восстановительной наплавки стрелки составляет 20% от стоимости ее замены на новую. В железнодорожной сети Британии насчитывается около 30 000 стрелок и рельсовых перекрещиваний, из которых 17 000 требуют ежегодного ремонта. Соответствующих элементов в Шведской железнодорожной сети насчитывается около 21 000 и 7 000 из них необходимо ежегодно ремонтировать.

Компания ЭСАБ, тесно сотрудничая с Национальными Железными Дорогами Швеции, разработала и предлагает на рынок пакет сварочных материалов, идеально подходящий для ремонта рельсовых путей. Сварочные материалы из этого пакета охватывают широчайший диапазон ремонтно-восстановительных работ, не зависимо от типа транспорта, скоростей и нагрузок.

Рельсы

1.1. Типы рельсов

Рельсы должны обладать высокой прочностью и высокой стойкостью к износу. Это достигается за счет применения высокоуглеродистых сталей легированных марганцем. Типы рельсов, которые обычно применяются в Западной Европе, классифицируются в соответствии со стандартом на рельсовые стали UIC 860 (сейчас заменен на EN 13674-1).

Крестовины и стрелки изготавливаются из С/Mn сталей. Конструктивно они могут стыковаться с рельсами, как болтовыми соединениями, так и электрошлаковой сваркой. Для того чтобы рельсовые перекрещивания и стрелки имели значительно более высокую износостойкость по сравнению с рельсовыми путями, их изготавливают из аустенитных марганцовистых сталей (АМ-сталей), которые приобрели большую популярность из-за их более высокой стойкости к комбинации ударных и изнашивающих нагрузок. Химический состав и механические характеристики различных рельсовых сталей приведены в табл. 1.

Таблица 1. Рельсовые стали

Тип	Класс	Химический состав				Предел прочности, МПа
		%C	%Mn	%Si	%Cr	
700	R200	0,40-0,60	0,80-1,25	0,05-0,35	-	680-830
800	R220	0,50-0,65	0,80-1,20	0,15-0,50	-	<780
900A	R260	0,60-0,80	0,80-1,30	0,10-0,50	-	880-1030
900B	R260Mn	0,55-0,75	1,30-1,70	0,10-0,50	-	880-1030
1100	R360Cr	0,60-0,82	0,80-1,30	0,30-0,90	0,80-1,30	≥1030
Стрелочные АМ-стали по UIC 866		0,90-1,30	11,00-14,00	0,40	-	~670

Свариваемость рельсовых сталей рассматривается как один из важнейших показателей, т.к. сварка является важнейшим процессом, используемым при укладке рельсовых путей и последующем их обслуживании и ремонте. Стремление повысить прочность и износостойкость рельсов влечет за собой усложнение их свариваемости при сохранении требуемой вязкости, т.к. это связано с применением сталей обладающих более низкой свариваемостью. Следовательно, технологический процесс сварки и ремонта, как самих рельсов, так и крестовин (стрелок) требует от сварщиков их более высокой квалификации.

1.2. Рельсы и их длина

Длина рельсов производимых в Швеции составляет 40 м, которые затем в цеховых условиях состыковываются в длинномерные сварные рельсы (LWR – long welded rails) контактно-стыковой сваркой оплавлением. Стандартная длина LWR в Швеции составляет 360 м. Для различных стран длины рельсов и LWR могут варьироваться. Затем LWR на специальных вагонах транспортируются к месту укладки рельсового пути, где их сваркой соединяют в еще более длинные прогоны, укладывая так называемый бесстыковый («бархатный») путь.

В настоящее время бесстыковые пути получили очень широкое распространение. Например, длина железнодорожных путей Британии составляет 38 000 км, 50% из которых бесстыковые. Длины железнодорожных путей Швеции соответственно составляют 12 000 и 5 500 км. В Норвегии и Дании все железнодорожные пути являются бесстыковыми. Общая протяженность их путей соответственно составляет 4 500 и 2 500 км. При прокладке таких путей может использоваться как термитная сварка, так и сварка штучными покрытыми электродами (ММА-сварка), где сварной шов кристаллизуется в так называемых формирующих башмаках.

2. Повреждения рельсов

Все эти повреждения характерны для любого из видов рельсовых путей. Их обычно вызывают ударные нагрузки, усталость металла и износ поверхности рельсов от движения по путям железнодорожного транспорта, а также самопроизвольное пригорание металла рельсов к колесам при скольжении и последующей остановке заблокированных колес вагонов или локомотива. Дефекты металла, такие как трещины, поры, неметаллические включения, также могут ускорить повреждение рельсов.

Значительный объем повреждений поверхности пути составляют трещины на какой либо из сторон рельса, вызванные контактной усталостью при гибке или прокатке рельсов. Также имеет место деформация концов рельсов, вызываемая ударными нагрузками при прохождении вагонных колес через зазор в рельсовых стыках (что не наблюдается у бесстыковых путей).

Наибольшим повреждениям подвергаются рельсовые перекрещивания:

- Места пересечений рельсовых путей подвергаются ударным нагрузкам. Наибольшую концентрацию эти нагрузки имеют на крестовинах и усовиках, когда колесо прокатывается с крестовины на усовик или обратно см. рис. 1. Поврежденные участки деформируются и часто обламываются.

Крестовины на усовики – наиболее подвергаемые ударному износу элементы:



Рис. 1а

- Острия стрелочного перевода – наиболее незащищенная и повреждаемая ребордой колеса деталь. В процессе эксплуатации она постепенно изнашивается.

- То же самое относится и к несущим частям стрелки



Рис.1б

На рис. 2-7 показаны наиболее характерные повреждения рельсов



Рис. 2. Повреждение концов рельсов



Рис. 3. Место пригорания колеса к поверхности рельса



Рис.4. Дефект, образовавшийся в процессе прокатки рельса



Рис. 5. Повреждение острьяка стрелочного перевода



Рис. 6. Износ крестовины



Рис.7. Дефект литья

3. Технология сварки и наплавки, сварочные материалы и оборудование.

3.1. Дуговая сварка покрытым электродом (ММА)

В период так называемого «золотого века железных дорог» с 1910 по 1935 г.г. преимущества дуговой сварки плавлением были очень быстро оценены, и данный процесс получил широкое практическое применение в различных отраслях промышленности.

До настоящего времени, с целью исключения стыков в рельсовом полотне, для соединения рельсов применяют термитную сварку, а также процессы ацетилено-кислородной сварки и ручной дуговой сварки покрытым электродом. В середине 20-х годов ММА-сварка была впервые применена для восстановления изношенных участков стрелочных переводов и рельсовых перекрещиваний. С тех пор процесс ММА-сварки начал успешно применяться для решения данных задач. Компания ЭСАБ предлагает рынку разработанные ей, при сотрудничестве со Шведскими Национальными Железными дорогами, покрытые электроды и технологию для ремонта на месте рельсовых путей. Ответы на наиболее часто возникающие вопросы можно найти в данном справочнике в разделах под заголовком «Применение» и в Приложении 1.

3.2. Механизированная сварка порошковой проволокой (FCAW)

Т.к. сплавы, применяемые для ММА-сварки, показали свою жизнеспособность при эксплуатации, вполне логичным шагом стал их перенос на процесс механизированной сварки. Отделом Перспективного Проектирования ЭСАБ была проделана огромная работа по отработке материалов и технологических приемов для наплавки различных элементов рельсовых путей самозащитными порошковыми проволоками. Лабораторные тесты в сочетании с натурными испытаниями показали, что проведенные разработки полностью отвечают требованиям, которые были поставлены данной отраслью. Применение именно самозащитных порошковых проволок открыло огромные перспективы перед применением данного вида сварки для ремонта на месте рельсовых путей, т.к. они не требуют дополнительных приспособлений для защиты зоны сварки от ветра и снимают вопросы, связанные с транспортировкой газов. Описания и рекомендации по применению данных материалов можно найти в разделах под заголовком «Применение» и в Приложении 1.

Применение механизированной сварки позволяет уменьшить количество наплавляемых слоев и гашений/зажиганий дуги, что значительно снижает вероятность образования дефектов и несоответствий наплавленного металла. Использование проволоки небольшого диаметра (1,6 мм) позволяет сварщику легко контролировать сварочную ванну и легче влиять на процесс сварки. При этом производительность процесса находится на высоком уровне, а соответственно и скорость наплавки. Все это позволяет ускорить процесс выполнения работ и снизить трудозатраты. В сравнении с ММА-сваркой стоимость работ по восстановлению крестовины можно снизить на 50%. Конечно FCAW-сварка не везде может заменить ММА. При ремонте всегда могут возникнуть ситуации, при которых ММА-сварка будет более предпочтительной из-за труднодоступности к зоне сварки.

3.3. Оборудование для ремонта рельсовых путей на месте

Процесс механизированной сварки самозащитной порошковой проволокой можно успешно адаптировать под часть данных задач, т.к. для него можно применять те же портативные электрогенераторы, что и для ММА-сварки.

Современный универсальный сварочный выпрямитель ESAB AristoMig 400, предназначенный для механизированной дуговой сварки самозащитными (SMAW) и газозащитными (GMAW) проволоками в комплекте с подающим механизмом AristoFeed 48 MA4, великолепно подходит для дуговой сварки флюсонаполненными порошковыми проволоками. И хотя AristoMig 400 относительно легкий аппарат, он достаточно прочен для условий внецеховой сварки. Альтернативой ему может служить сварочный генератор KHM 350 Silinced EDW в комплекте с подающим механизмом AristoFeed 48 или AVC подающим MobilMaster. KHM 350 Silinced можно также использовать для питания вспомогательного электрооборудования, освещения и т.п. Особенно это важно, когда работы выполняются в темное время суток. Более полную информацию по данному оборудованию можно получить в региональных представительствах компании ЭСАБ.

4. Процесс и технология сварки.

4.1. Введение

Материалами, применяемыми для рельсовых путей, являются углеродистые марганцовистые стали либо аустенитные марганцовистые стали (см. таб.1). Сварка данных сталей может вызвать некоторые затруднения. Углеродистые марганцовистые стали склонны к закалке на воздухе, поэтому для них необходимо выдерживать температуру предварительного подогрева и между проходами, а также скорость охлаждения. Аустенитные марганцовистые стали наоборот склонны к высокотемпературной хрупкости и могут треснуть, если их температура значительно превысит 200°C. Данные стали можно проидентифицировать по их немагнитным свойствам.

Некоторые основные аспекты сварки:

- Сварку нельзя выполнять во время дождя или снегопада, а при сильном ветре необходимо использовать ветрозащитные экраны.
- Покрытые электроды перед сваркой необходимо просушивать, и если они тут же не используются, то должны храниться в термопеналах при температуре около 120°C.
- Трещину или деформированный участок рельсового металла перед сваркой необходимо тщательно удалить. Полноту удаления дефектного участка необходимо проконтролировать одним из видов неразрушающего контроля (наиболее применима цветная дефектоскопия).
- Сильнодеформированные участки или глубокие трещины в углеродисто-марганцовистых сталях удаляют кислородно-флюсовой резкой или огневой строжкой. При этом материал необходимо предварительно подогрет до 100°C. В аустенитных марганцовистых сталях данные дефекты наоборот удаляются абразивной зачисткой без предварительного подогрева.
- При зачистке, во избежание перегрева, не допускать сильного давления на абразивный инструмент.
- Для удаления наклепанного слоя, наплавляемый участок должен быть зачищен на глубину не менее 2 мм с выходом по диагонали к ширине рельса. Выход к поверхности рельса должен плавным и составлять примерно 45°.
- Сварку необходимо начинать немедленно, сразу же после достижения рельсом требуемой температуры предварительного подогрева (для С/Мп сталей).
- Перед наплавкой очередного прохода, с предыдущего валика необходимо тщательно удалить шлак и зачистить его щеткой. Это необходимо для снижения вероятности образования дефектов в наплавленном металле.
- Точки зажигания и гашения дуги у каждого из проходов должны быть смещены друг относительно друга. На рис.8 показаны два альтернативных варианта таких наплавов.



Рис. 8

- Каждый слой наплавленного металла должен быть зачищен щеткой и слегка выровнен абразивным кругом до получения гладкой поверхности, чтобы ее можно было проконтролировать цветной дефектоскопией.
- Предварительному подогреву углеродисто-марганцовистых рельсов подвергают всю зону, на которую будет выполняться наплавка, плюс 100-200 мм в каждую сторону от этой зоны. За счет этого достигается более медленная скорость охлаждения. Отклонения от рекомендуемой температуры должны быть не менее -50°C и не более +150°C.

4.2. Описание применения

Данные процедуры были разработаны, и базируется на практическом опыте компании Национальные Железные Дороги Швеции, но принципиально не отличается от аналогичных процедур большинства стран Западной Европы. Единственный отличающимся типом рельсов, является классифицируемый по стандарту UIC тип 700 (см табл.1). В Швеции применяется для аналогичных задач так называемый тип 800. Однако различия между данными типами настолько незначительны, что эта разница не сказывается на процедуре сварки.

Ниже указаны наиболее часто встречающиеся случаи применения для рельсов дуговой сварки (наплавки):

- 1 – дефекты на поверхности рельса
- 2 – повреждения концов рельса
- 3 – соединения рельсов
- 4 – повреждения острияков и рельсовых опор стрелочных переводов
- 5 – восстановление геометрии рельсовых перекрещиваний из углеродисто-марганцовистых и аустенитных марганцовистых сталей.

4.2.1. Поверхность рельса

Несмотря на различия в причинах образования и формы проявлениях этих дефектов, принципы их ремонта совершенно идентичны.

А. Последовательность операций

Чтобы избежать деформацию рельса после сварки, освободите крепления опор на 1-3 шпалах с каждой стороны от поврежденного участка. Поднимите с помощью клина рельс примерно на 5 мм. Прогрейте зону ремонта и прилегающие к ней на 100 мм зоны до требуемой температуры. Наплавку выполняйте продольными швами с поперечными колебаниями электрода амплитудой 30-35 мм. Немедленно после наплавки валик проковать и зачистить. Удалить клинья, после чего нагретая часть должна остыть. Рельсы из сталей типа 900В и 1100 должны остывать очень медленно. После охлаждения выполните окончательную зачистку наплавленной поверхности.

Температуры предварительного подогрева:

Класс стали	Температура °С	Примечание
R200	300-350	Если наплавляется узкий валик шириной менее 30 мм, температуру предварительного подогрева следует увеличить на 50°С
R260/260Mn	300-350	
R320Cr	400-450	

В. Рекомендуемые сварочные материалы:

MMA			FCAW			
OK 74.78	Ø 5,0 мм	190-260 A	OK Tubrodur 15.41	Ø 1,6 мм	200-240 A	28-30 B
OK 74.79	Ø 5,0 мм	250-300 A	OK Tubrodur 15.43	Ø 1,6 мм	200-240 A	28-30 B

Рис. 9-10 Демонстрация ремонта участка рельса поврежденного пригоранием колеса



Рис.9 После сварки



Рис.10 После зачистки

4.2.2. Концы рельса

Концы рельсов необходимо ремонтировать, если их износ составляет около 2 мм.

А. Последовательность операций

Прогрейте зону ремонта и прилегающую к ней на 100 мм зону до требуемой температуры.

Наплавку выполняйте от конца рельса продольными швами. Валик укладывается с поперечными колебаниями амплитудой 30-35 мм.

Немедленно после наплавки валик проковать и зачистить.

После небольшого охлаждения поправьте абразивной зачисткой профиль рельса.

Если выполнялся капитальный ремонт, когда производилось восстановление около половины головки рельса, необходимо обеспечить движение поездов по данному отремонтированному участку пути.

Если зазор между концами рельсов небольшой, т.е. <5 мм, их восстановление можно выполнять одновременно. При этом зазор перемыкается наплавленным металлом, для чего в зазор закладывается в качестве подкладки электродный пруток. При больших зазорах необходимо использовать специальную формирующую подкладку ОК Backing 21.21, обычно применяемую для наплавки корневого валика при сварке рельсов встык, которую вставляют между концами рельсов как подушку, поддерживающую наплавляемый валик. Шведский опыт показал, что для обеспечения оптимальной долговечности наплавки, твердость металла, наплавляемого на концы рельсов и крестовин, должна на 20-30% превышать твердость основного металла на расстоянии около 100 мм от конца рельса. На большем расстоянии твердость наплавляемого металла должна быть соизмерима с твердостью металла рельса. Соответствующий пример наплавки показан на рис.11.



Рис.11

Температуры предварительного подогрева:

Класс стали	Температура °С	Примечание
R200	350	Если наплавляется узкий валик шириной менее 30 мм, температуру предварительного подогрева следует увеличить на 50°С
R260/260Mn	400	
R320Cr	450	

В. Рекомендуемые сварочные материалы:

MMA			
ОК 83.29	Φ 4,5 мм	250-300 А	
ОК 74.79	Φ 4,5 мм	250-300 А	
FCAW			
ОК Tubrodur 15.43	Φ 1,6 мм	200-240 А	28-30 В

4.2.3. Соединение рельсов – сварка с заформовкой

Описанные технические процедуры используются Национальными Железными Дорогами Швеции уже в течение многих лет. Аналогичные технологии, разработанные компанией ЭСАБ, имеют одобрения для Национальных Железных Дорог Дании и Железных Дорог Норвегии.

А. Последовательность операций

Зазор между свариваемыми торцами рельсов должен составлять 15-18 мм.

Чтобы скомпенсировать эффект усадки, концы рельсов необходимо приподнять на 1,5-2 мм.

Выполнить предварительный подогрев на расстоянии 200 мм от концов рельсов.

Подкладку ОК Backing 21.21 размером 200x60x13 мм устанавливают и фиксируют под зазором, рис.12. Данная подкладка обеспечивает плавный переход между наплавляемым металлом и материалом рельса. Это очень важно, т.к. усталостная прочность сварного шва сильно зависит от его формы и отсутствия концентраторов напряжений.

Сварка начинается с подошвы рельса, рис.13. Корневые валики наплавляются в соответствии со схемой, представленной на рис.14. Наплавляемые сверху валики на подошве должны образовывать максимально гладкий шов с плавными переходами к основному металлу. Подрезы не допускаются. Подкладка удаляется, и качество формирования корня шва контролируется визуально с помощью зеркала.

После контроля рабочей температуры, с обеих сторон рельса закрепляются медные башмаки, рис.15. Далее, тем же электродом, промежуточных без обрывов дуги, шейка и головка рельса заправляются до полного заполнения.

При заварке шейки рельса, электрод необходимо вести по прямоугольному контуру, образованному стенками рельса и башмаков с небольшими остановками в углах, рис.16. Удлинение дуги может вызвать образование пор в наплавленном металле. Длина дуги контролируется путем периодических кратковременных погружений конца электрода в сварочную ванну. Смену электродов надо выполнять очень быстро, пока шлак не успел затвердеть. Когда наплавленный металл достигнет головки рельса, движение электрода надо изменить на колебательное. Когда до конца наплавки останется 6-8 мм, необходимо перейти на сварку другим, более мягким электродом, который будет обеспечивать твердость наплавленного слоя, соизмеримую с твердостью металла рельса.

После окончания сварки медные башмаки удаляются, а головка рельса проковывается, пока она не остыла. На рис.17 показан готовый шов.

Пока стык не остыл ниже 350°C, необходимо произвести термическое снятие напряжений, нагрев сварное соединение и околошовную зону на расстоянии 100 мм от стыка до 600-650°C с выдержкой при этой температуре в течение 10 мин. После этого нагретую зону надо обложить теплоизолирующей минеральной ватой, чтобы обеспечить ее плавное охлаждение.

Головку и подошву рельса зачищают до придания сварному шву соответствующего профиля. Все концентраторы напряжений, такие, как подрезы на внешней поверхности подошвы, должны быть зачищены.

Температуры предварительного подогрева:

Класс стали	Температура °C
R200	350
R260	400

В. Рекомендуемые сварочные материалы:

ОК Backing 21.21			Подкладка для сварки подошвы рельса
ОК 74.78	Ø 5,0 мм	240-250 А	Сварка подошвы, шейки и головки рельса
ОК 83.28	Ø 5,0 мм	240-250 А	Сварка верхних слоев головки рельса



Рис.12 Установка подкладки



Рис.13 Сварка корневого шва

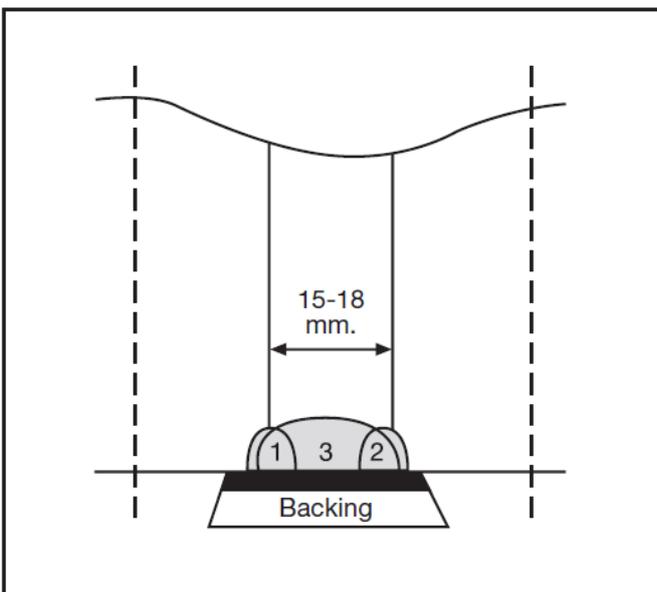


Рис.14 Последовательность наложения корневых швов



Рис.15 Зафиксированные медные башмаки перед сваркой шейки рельса

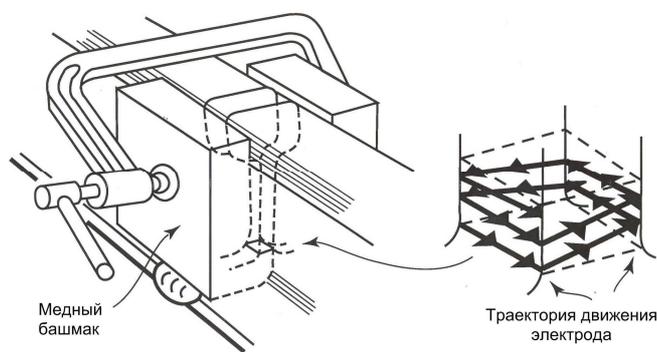


Рис.16 Траектория движения электрода при заварке шейки рельса



Рис.17 Выполненный сварной шов перед зачисткой

4.2.4. Остряки стрелочных переводов

А. Последовательность операций

Очень тонкий участок остряка или участок, на котором произошел излом, обязательно должен быть удален абразивной зачисткой, как это показано на рис.18. Чтобы избежать остаточных деформаций, наплавляемый участок необходимо приподнять примерно на 20 мм, и придать ему искривленную форму. Это выполняется за счет подклинивания остряка и надавливания вниз на его конец. Ремонтируемый участок и зоны, прилегающие к нему на 100 мм, необходимо предварительно подогреть.

Температура предварительного подогрева:

Класс стали	Температура °С
R200	400
R260	

Наплавка первого валика выполняется в положении вертикаль на подъем, как это показано на рис.19а. Следующие горизонтальные наплавляемые валики необходимо заканчивать на 1-ом валике, как это показано на рис.19б и с. Когда эти слои наложены, их необходимо зачистить абразивом пока они горячие. Новые валики выполняются аналогично вплоть до полной наплавки остряка, как показано на рис.19д. После остывания клин удаляется, остряк окончательно зачищают и подгоняют под контррельс.

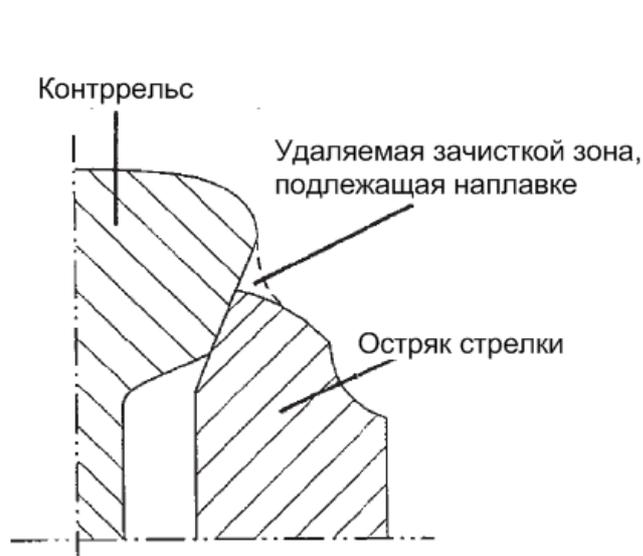


Рис.18 Обработка верхней части остряка

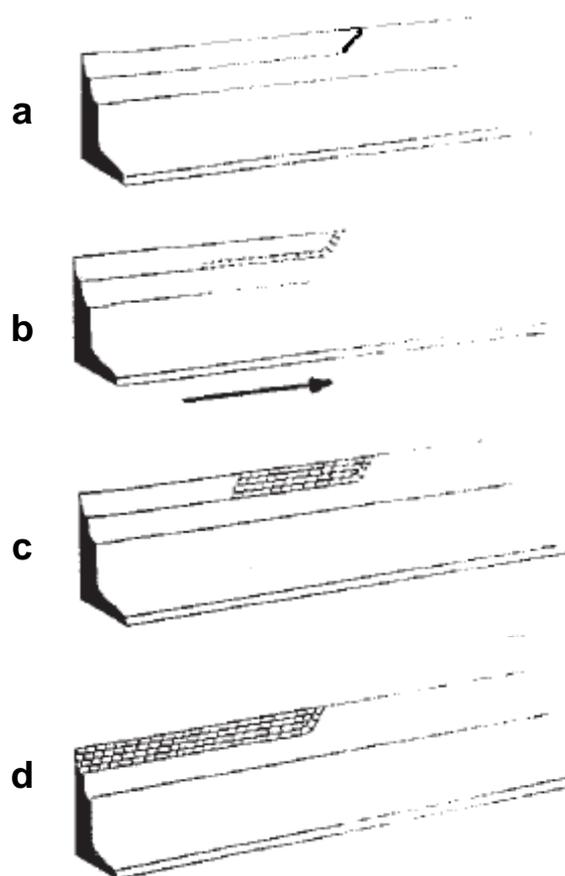


Рис.19 Последовательность наложения валиков. Стрелкой показано направление наплавки.

Рекомендуемые сварочные материалы:

MMA			FCAW		
OK 83.28	Ø 3,2 мм	120-140 А	OK Tubrodur 15.43	Ø 1,6 мм	140-300 А
	Ø 4,0 мм	130-180 А			24-30 В

4.2.5. Контррельс

При выполнении ремонта остряка необходимо оценить и состояние контррельсов.

А. Последовательность операций

Чтобы скомпенсировать деформации после сварки, наплавляемый рельс необходимо приподнять на 5 мм, а если это невозможно, то необходимо подвергнуть проковке каждый наплавленный валик. Длина наплавляемого валика должна быть не менее 500 мм по зоне прилегания остряка к поддерживающему рельсу. С зоны наплавки должен быть удален наклепанный слой, эта и плюс по 100 мм прилегающей зоны с каждой стороны подвергнута предварительному подогреву.

Наплавка выполняется также, как и наплавка остряка, см. п.4.2.4.

Температуры предварительного подогрева:

Класс стали	Температура °С
R200	350
R260	400

В. Рекомендуемые сварочные материалы:

MMA				
OK 74.78	Ø 4,0 мм	150-190 A	ферритного класса	
OK 83.28	Ø 4,0 мм	150-190 A	ферритного класса	
OK 67.45	Ø 4,0 мм	120-140 A	аустенитного класса	
FCAW				
OK Tubrodur 15.43	Ø 1,6 мм	200-240 A	28-30 B	ферритного класса
OK Tubrodur 14.71	Ø 1,6 мм	140-300 A	24-27 B	аустенитного класса

Примечание:

Среди железнодорожников до сих пор не сложилось единого мнения по вопросу, какой из двух применяемых типов наплавочных материалов имеет максимальную долговечность – аустенитный или ферритный. По нашему мнению, оба типа успешно решают поставленную задачу.

4.2.6. Крестовины из С/Мп сталей

Ремонт этих крестовин выполнять предпочтительнее непосредственно на путях, если глубина износа или деформации не превышает 6 мм.

А. Последовательность операций

Для предотвращения искривления тонкого конца крестовины в процессе наплавки, в зону ремонта необходимо освободить от крепления к шпалам. Наплавляемый участок необходимо подклинить, подняв на высоту 5-10 мм.

С зоны наплавки должен быть удален наклепанный слой, эта зона и плюс по 100 мм прилегающей зоны с каждой стороны подвергнута предварительному подогреву. Наплавка покрытыми электродами выполняется продольными валиками с поперечными колебаниями электрода, по возможности с амплитудой 30-35 мм. Поверхность наплавляется на всю рабочую ширину, после чего по отремонтированному участку надо сразу обеспечить движение поездов. При наплавке FCAW-сваркой, сначала надо по самой изношенной кромке наплавить продольный валик. Он будет поддерживать последующие валики, которые уже будут наплавляться с поперечными колебаниями горелки на всю ширину ремонтируемой зоны, как это показано на рис.20.

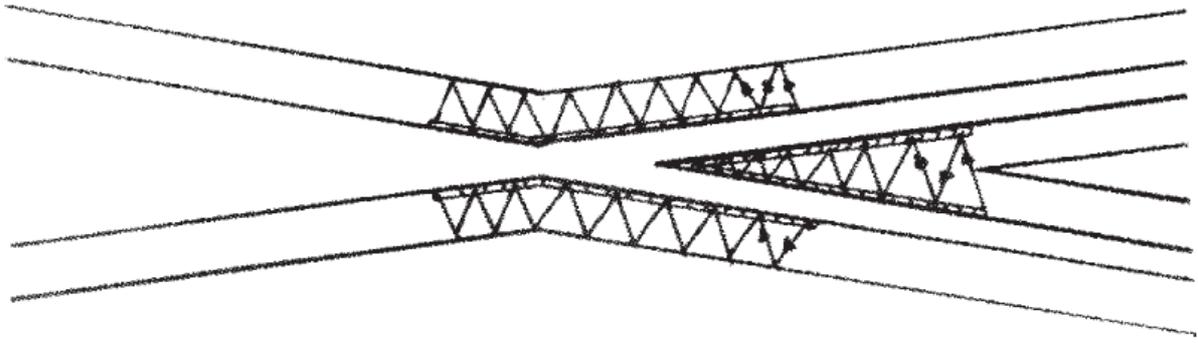


Рис.20 Последовательность наплавки

Последний слой, пока наплавленный металл не остыл, необходимо проковать и зачистить. Далее, после полного остывания отремонтированного участка, подклинивание надо убрать, после чего ему зачисткой придают окончательную требуемую форму. После этого рельс надо снова притянуть к шпалам. На рис.21 показана отремонтированная крестовина.

Температуры предварительного подогрева:

Класс стали	Температура °С	Примечание
R200	300	Если наплавляется узкий валик шириной менее 30 мм, температуру предварительного подогрева следует увеличить на 50°С
R260/260Mn	400	

В. Рекомендуемые сварочные материалы:

MMA				
OK 83.28	Ø 5,0 мм	около 250 А		
OK 83.29	Ø 4,5 мм	около 300 А		
FCAW				
OK Tubrodur 15.43	Ø 1,6 мм	200-240 А	28-30 В	



Рис.21 Отремонтированная С-Мп крестовина после придание ей окончательного профиля

4.2.7. Крестовины из аустенитной марганцовистой стали

Ремонт этих крестовин желательно производить до того, как глубина износа достигнет 6 мм.

А. Последовательность операций

Зону ремонта необходимо освободить от крепления к шпалам, а с наплавляемой поверхности должен быть удален зачисткой наклепанный слой. Предварительный подогрев крестовины из данного типа сплава не требуется, а при наплавке температура изделия необходимо поддерживать на невысоком уровне. Межпроходная температура не должна превышать 200°C.

Удельное тепловложение необходимо ограничивать, валики наплавлять прямолинейными швами без поперечных колебаний. Длина одного валика не должна превышать 100 мм при наплавке MMA-сваркой и 600 мм при FCAW. Перед наплавкой следующего валика, место старта и кратер в зоне гашения дуги у предыдущего надо тщательно зачистить. Валики последовательно наплавляются до тех пор, пока вся восстанавливаемая поверхность не будет наплавлена в один слой. Каждый валик, пока металл не остыл, необходимо слегка проковать молотком. Исправление, как сердечника крестовины, так и усовика выполняется, как правило, одинаково. На рис.22 а-f показана последовательность наплавки валиков на сердечник.

Наплавка первого «поддерживающего валика» выполняется в соответствии со схемой, показанной на эскизе «а». Потом на сердечник наплавляют три поперечных валика, эскиз «b». Участок длиной 100 мм при MMA-сварке и от 100 до 600 мм при FCAW наплавляют валиками, параллельными одной из сторон сердечника, как показано на эскизах «с-е». После того, как наплавку выполнили до самого острия сердечника, поперечными швами выполняют наплавку с обратной стороны от трех поперечных валиков. При этом зажигание и гашение дуги надо выполнять на поддерживающих валиках, см. эскиз «d».

Всю наплавленную поверхность немедленно после окончания сварки надо подвергнуть зачистке.

Клин из-под отремонтированного участка крестовины удаляют, после чего выполняют окончательную зачистку до придания рельсу соответствующей формы. Не забывайте крестовину снова притянуть к шпалам.

В. Рекомендуемые сварочные материалы:

MMA			FCAW			
OK 67.45	Ø 4,0 мм	120-140 А	OK Tubrodur 14.71	Ø 1,6 мм	140-300 А	24-27 В
OK 67.25	Ø 3,2 мм	120-140 А	OK Tubrodur 15.65	Ø 1,6 мм	200-240 А	28-30 В
OK 86.28	Ø 4,0 мм	~180 А				

Примечание:

Среди железнодорожников до сих пор не сложилось единого мнения по вопросу, какой из двух применяемых типов наплавочных материалов имеет максимальную долговечность – аустенитный или ферритный. По нашему мнению, оба типа успешно решают поставленную задачу.

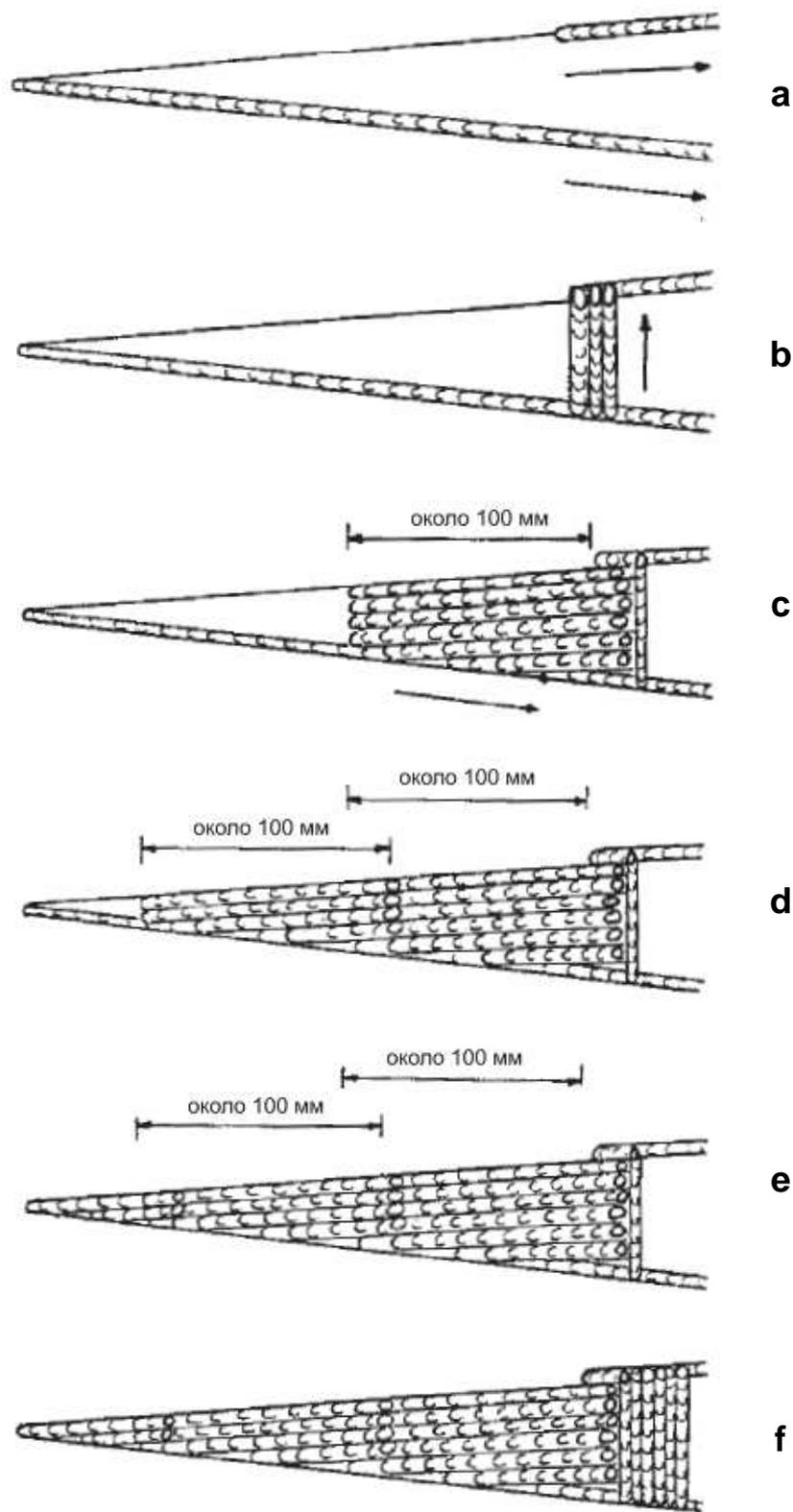


Рис. 22 а-ф

Последовательность наплавки валиков при ремонте крестовины из аустенитной марганцовистой стали. ММА-сварка. Стрелками показано направление наплавки.

Резюме:

Не вызывает сомнения, что ремонт рельсового пути требует гораздо меньших затрат, чем замена изношенных компонентов на новые. В среднем считается, что в стоимости материалов одного километра железнодорожного пути 40% – это стоимость самих рельсов. Следовательно, такая высокая доля стоимости показывает, что мероприятия, связанные продлением жизненного цикла рельсов позволяют сэкономить значительные финансовые средства.

Компания ЭСАБ всегда поддерживала технический диалог и кооперацию с потенциальными клиентами относительно их технических решений по сварке и проблем, которые у них возникли. Кооперация знаний и практического опыта, в сочетании с производимой нами продукцией, гарантируют значительный экономический эффект при выполнении ваших работ.

Информация по сварочным материалам

Покрытые электроды

OK 74.78, OK 74.79 (высокопроизводительная разновидность)

Типичный хим. состав наплавленного металла

C	Si	Mn	Mo
0,06	0,35	1,5	0,35
Твердость наплавленного металла			
~250 HV			

Электроды с основным покрытием, предназначенные для сварки на переменном и постоянном токе (AC/DC) высокопрочных сталей. Хорошие показатели по ударной вязкости наплавленного металла при температурах до -60°C. Применяются для сварки рельсов с заформовкой и для наплавки рабочей поверхности рельсов.

OK 83.28, OK 83.29 (высокопроизводительная разновидность)

Типичный хим. состав наплавленного металла

C	Si	Mn	Mo
0,1	0,5	0,7	3,2
Твердость наплавленного металла			
~34 HRC			

Электроды с основным покрытием, легированные хромом, предназначенные для ремонта и наплавки на переменном и постоянном токе (AC/DC) рельсов и секций стрелок и крестовин.

OK 67.45, OK 67.52 (высокопроизводительная разновидность)

Типичный хим. состав наплавленного металла

C	Si	Mn	Cr	Ni
0,1	0,5	6	18	8,5
Твердость наплавленного металла				
После сварки ~190 HV				
После механического упрочнения 350-400 HB				

Электроды стойкие к образованию трещин, предназначенные для сварки сталей с ограниченной свариваемостью, аустенитных марганцовистых сталей, термоупрочняемых сталей, а также для наплавки крестовин.

OK 86.28

Типичный хим. состав наплавленного металла

C	Mn	P	S	Ni
0,75	14	0,02	0,01	3,5
Твердость наплавленного металла				
После сварки 160-180 HV				
После механического упрочнения ~45 HRC				

Высокопроизводительный наплавочный электрод с основной обмазкой, обеспечивающий в наплавленном слое холодноупрочняемый в процессе эксплуатации износостойкий аустенитный марганцовистый сплав легированный никелем. Предназначен для восстановления изношенных стрелок из аустенитных марганцовистых сталей и в некоторых случаях литых стрелок из C-Mn сталей.

OK Backing 21.21

Это спеченная керамическая пластина, покрытая фиброгласом, размером 200x60x13 мм.

Применяется в качестве подкладки для соединения сваркой с заформовкой концов рельсов.

Эта подкладка позволяет получить гладкий наплавленный металл с плавным переходом между рельсом и швом, что особенно важно для сварных соединений, испытывающих высокие циклические нагрузки.

Порошковые проволоки

OK Tubrod 15.41

Типичный хим. состав наплавленного металла

C	Si	Mn	Cr	Al
0,15	max 0,8	1,6	3,5	1,6
Твердость наплавленного металла				
28-36 HRC				

Самозащитная порошковая проволока, обеспечивающая наплавленный слой из низколегированной хромо-марганцовистой стали. Применяется для восстановительной наплавки изношенных рабочих поверхностей C-Mn железнодорожных рельсов, мест пригорания колеса к поверхности рельса и т.п., где основной причиной износа являлись высокие контактные нагрузки. Она также применяется для наплавки буферных и промежуточных слоев под наплавку твердых слоев.

OK Tubrod 15.43

Типичный хим. состав наплавленного металла

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Al
0,15	max 0,5	1,1	1,0	2,3	0,5	1,4
Твердость наплавленного металла						
34-40 HRC						

Самозащитная порошковая проволока, обеспечивающая наплавленный слой из низколегированной хромо-никель-марганцовистой стали. Будучи самозащитной, она является идеальным решением для восстановительной наплавки изношенных рабочих поверхностей C-Mn железнодорожных рельсов, мест пригорания колеса к поверхности рельса и т.п., где основной причиной износа являлись высокие контактные нагрузки. Она также применяется для наплавки буферных и промежуточных слоев под наплавку твердых слоев.

OK Tubrod 15.65

Типичный хим. состав наплавленного металла

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Al
0,3	0,55	13,3	16	1,7	0,8	0,6

Твердость наплавленного металла

После сварки ~24 HRC

После механического упрочнения ~53 HRC

Универсальная, стойкая к изнашивающим нагрузкам, применяемая как самозащитная, так и газозащитная порошковая проволока, предназначенная для механизированной сварки, обеспечивающая механически упрочняемый наплавленный слой из аустенитной марганцовистой стали. Применяется для восстановительной наплавки на низкоуглеродистые, низколегированные и 13%Mn стали. Наплавленный металл обладает великолепной стойкостью к абразивному износу и ударным нагрузкам. Может также использоваться для ремонта мест пригорания колеса к поверхности рельса и т.п.

OK Tubrod 14.71

Типичный хим. состав наплавленного металла

C	Mn	Ni	Cr
0,04	5,6	8,5	19,0

Твердость наплавленного металла

После сварки ~20 HRC

После механического упрочнения ~41 HRC

Нержавеющая 18Cr-8Ni-6Mn самозащитная порошковая проволока, предназначенная для сварки, и наплавки 13%Mn сталей, а также для сварки других типов сталей, таких как сталей с ограниченной свариваемостью с углеродистыми и низколегированными сталями. Наплавленный металл сочетает в себе высокую вязкость и способность сопротивляться высоким нагрузкам. Может также применяться под наплавку буферных слоев перед упрочняющей наплавкой.

Офисы ESAB по всему миру



За дополнительной информацией обращайтесь в офисы ООО «ЭСАБ».

Москва т.+7 (495) 663 20 08, ф. 663 20 09,
Санкт-Петербург т. +7 (812) 336 70 80, ф. 336-70-62,
Екатеринбург т. +7(343) 220 10 07, 220 12 95, 220 13 03, ф. 220 11 57,
Казань т/ф +7(843) 291 75 37; 291 75 38,
Нижний Новгород т./ф. +7 (831) 278 00 03,
Орел моб. т. +7 (919) 209 52 15,
Ростов-на-Дону т./ф. +7 (8632) 95 03 85,
Южно-Сахалинск т./ф. +7 (4242) 45 35 06,
Киев т. +38 (044) 593 86 08, ф. 593 86 07,
Алматы т. +7 (727) 259-86-60, ф. 727 259 86 61,
Минск т. +375 (17) 328 60 49, ф.328 60 50

e-mail esab@esab.ru Полный список дистрибьюторов на www.esab.ru

