

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА ИЗЛОМЫ РЕЛЬСОВ СВАРЕННЫХ ТЕРМИТНОЙ СВАРКОЙ

Михайлов. С. Я., Зайцев. Д. В.

Рижский технический университет г. Рига, Латвия

Метод термитной сварки широко применяется на Латвийской железной дороге. В настоящее время в зоне стрелочных переводов он является основным методом соединения рельсов.

Сущность термитной реакции заключается в том, что алюминий способен восстанавливать окислы металла со значительным выделением тепла в результате чего происходит изменение потенциального состояния энергии и рекристаллизация компонентов участвующих в процессе [2].

Химическая реакция выражается следующим образом:



Подставляя в эту формулу молекулярные веса входящих в неё элементов:

$$3(56 \times 3 + 16 \times 4) + 8 \times 27 = 9 \times 56 + 4(27 \times 2 + 16 \times 3) \text{ или } 696 + 216 = 504 + 408.$$

Получаем что 696 г железной окалины и 216 г алюминия дают после реакции 504 г железа и 408 г окиси алюминия, т.е. шлака.

На Латвийской железной дороге производится испытание сварного стыка при статической нагрузке [1]. При этом рельсы типа R65, UIC60 должны выдержать без разрушения статическую нагрузку $P=140\text{т}$; рельсы R50 $P=100\text{т}$ при этом стрела прогиба $f=14-19\text{мм}$. [1]

Твёрдость сварного шва и зоне термического влияния выполненного термитной сваркой составляет: 320÷360 НВ. Понижение твёрдости металла рельса в зонах температурного влияния (ЗТВ), то есть в 50 мм от оси термитного стыка в каждую сторону, должно быть по европейскому стандарту EN-14730 до 25 % от твёрдости металла свариваемого рельса.

Однако в ходе эксплуатации данных сварных стыков излом сварных стыков в пути выполненных термитной сваркой чаще всего происходил по схеме рисунка 1. Ежегодно по такой схеме имеют место изломы 3÷4 сварных стыка выполненных термитной сваркой (рис. 2)

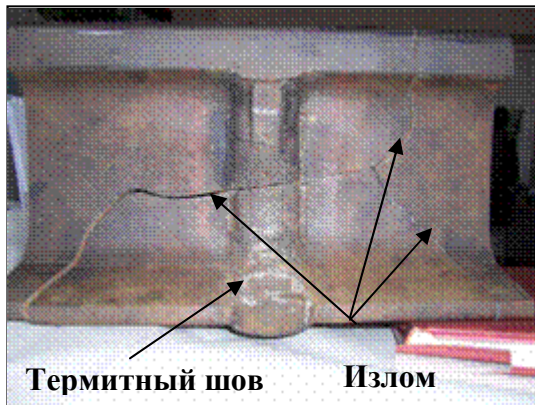


Рис1. Излом сварного термитного шва

фрезерной пилой говорят о том, что в термитном шве имеются напряжения.

При осмотре качества сварного шва (на предмет неметаллических включений) было констатировано, что качество металла сварного шва при визуальном осмотре не имеет отклонений.

После данных испытаний были произведён анализ структуры металла сварного термитного шва (рис.3). В области головки и шейки рельса термитного сварного шва были вырезаны шлифы, затем произведены тщательная обработка.

В лаборатории Института железнодорожного транспорта РТУ с целью выявления напряжений в сварном термитном шве были произведены надпилы пилой в зоне термитной сварки 6 образцов рельсов, которые укладываются и эксплуатируются на Латвийской железной дороге это: рельсы типа R65 – объёмно-закалённые и рельсы UIC-60 объёмно закалённые, но с сырой подошвой (подошва не закалена).

Рельсы выдержали поездные нагрузки в течении 1 года. В результате надпилы фрезерной пилой все 6 образцов рельсов сваренных термитной сваркой дали трещину.

Трещины в сварном шве после надпила его

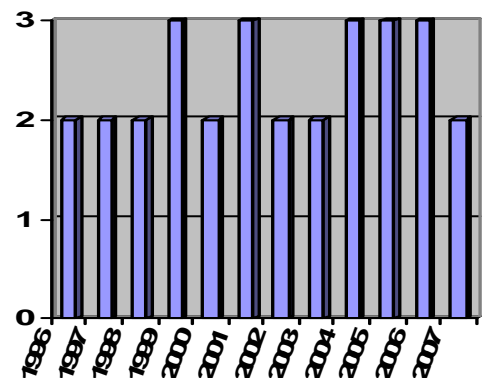


Рис 2. Количество изломов рельсовых стыков выполненных термитной сваркой на Латвийской железной дороге

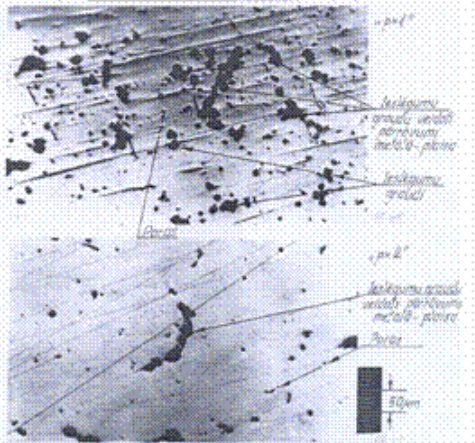


Рис 3. Структура металла в сварном термитном шве

окалина должна быть хорошо обожжена с целью удаления из неё влаги и масла. Температура термитной сварки рельсов $\sim 2600^{\circ}\text{C}$, при данной температуре плавления размеры железной окалины порошка термитной порции не должны превышать 2,5-3 мм и не должны содержать поры и трещины [3].

В результате анализа структуры порошка для термитной сварки рельсов было выявлено, что некоторые элементы железной окалины Fe_3O_4 ; Fe_2O_3 имеют размеры до 5-6 мм. Окислы железа таких размеров не успевают расплавиться полностью при такой температуре. Оставшиеся окислы железа в сварном шве и являются источником напряжений и трещин образцов. Это один из основных факторов, который существенно влияет на качество термитной сварки рельсов.

Выводы:

в результате данных исследований термитной сварки рельсов, применяемой на Латвийской железной дороге, было констатировано, что:

- в термитной сварке концентрируются большие напряжения в зоне термитного шва, свариваемых рельсов;
- напряжения в термитном шве вызваны не совершенностью технологических процессов при сварке рельсов, которые усугубляет – человеческий фактор;
- материал термитной сварки – термитная порция (термитный порошок), содержит отклонения в размерах и качестве отдельных элементов, таких как железная окалина Fe_3O_4 .

Анализ структуры металла в зоне термитной сварки рельсов показал, что металл не однороден и имеет поры, а так же нерасплавленные оксиды металла (железная окалина Fe_3O_4 ; Fe_2O_3). Некоторые нерасплавленные элементы железной окалины уже содержат дефекты, которые под действием остаточных напряжений являются источником развития трещин.

После исследования структуры металла в зоне сварного термитного шва был исследован сам порошок термитной порции. Порошок термитной порции был изъят у бригады сварщиков - термитчиков, а затем в Институте неорганической химии РТУ был произведён анализ содержания его структуры (рис.4).

Термитный порошок для сварки рельсов изготавливается из железной окалины - отходов сталепрокатного производства и металлического алюминия. Первичный алюминий должен содержать 0.98% - 0.99% чистого алюминия. Перед размолом

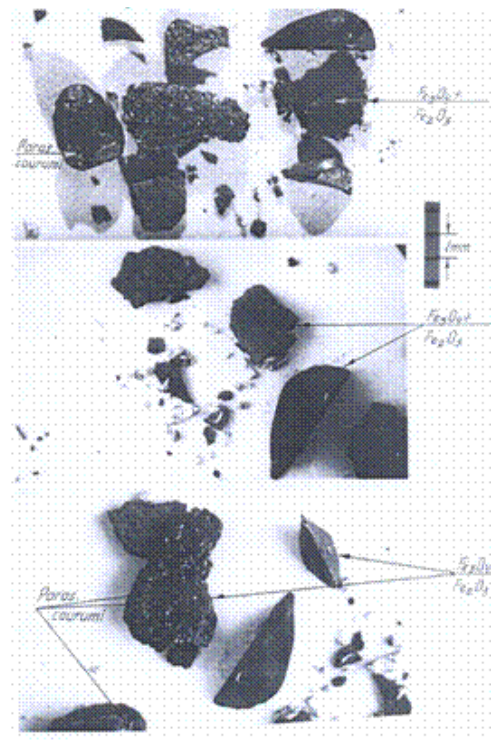


Рис 4. Структура порошка термитной порции

Список литературы

1. Sliežu termīta metināšana. Tehniskie noteikumi., Rīga. 2002.g.
2. Б.В.Малкин А.А.Воробьёв “Термитная сварка”, Москва. Машгиз. 1963 г
3. В.Н. Шепелев, А.В. Обухов “Сварка и наплавка рельсов и крестовин”, Трансжелдориздат. 1959 г.