

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАРГАНЦОВИСТОЙ СТАЛИ 90ХАФ

**Г. А. Околович, С. В. Резниченко, Н. А. Беленко,
К. А. Шульга, М. В. Гертер**

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

Исследования механических свойств разрушенного ЖД рельса не выявили отклонений от требований ТУ. Продольная волокнистость стали 90ХАФ снижает ударную вязкость и при резком (сильном) ударе приводит к разрушению рельса.

Ключевые слова: сталь, марганец, ударная вязкость, волокнистость, железнодорожный рельс, механические свойства

TECHNOLOGICAL PECULIARITIES OF MANGANESE STEEL 90ХАФ

**G. A. Okolovich, S. V. Reznichenko, N. A. Belenko,
K. A. Shulga, M. V. Gerter**

Altai State Technical University, Barnaul, Russia

The study of the mechanical properties of the destroyed railway rail did not reveal deviations from specification requirements. Longitudinal fibration 90ХАФ steel reduces the toughness and sharp (strong) shock leads to the destruction of the rail.

Ключевые слова: steel, manganese, toughness, fibration, rail, mechanical properties

После термической обработки, применяемой для изготовления железнодорожных рельсов, сталь 90ХАФ практически не содержит карбидов, так как при нагреве выше A_{c1} почти все карбиды переходят в твердый раствор и сталь приобретает равномерную структуру, и твердость в закаленном состоянии. Вследствие повышенной вязкости (после улучшения) она может применяться в условиях ударных нагрузок. В тоже время, отсутствие карбидных включений способствует образованию крупных зерен при нагреве. Поэтому сталь склонна к перегреву при закалке, которую следует подавить в процессе выплавки.

Вследствие изменения объема, который претерпевает сталь с 0,9 % С при образовании мартенсита, она приобретает максимальные напряжения в закаленном состоянии. Поэтому для изделий из этой стали необходимо уделять особое внимание при выплавке и термической обработке, особенно при закалке. При закалке в воде увеличивается опасность закалочных трещин, так как склонность к образованию крупнозернистой

структуры определяет и большую прокаливаемость. При введении в состав стали таких карбидообразующих элементов, как хром, ванадий и др., можно расширить интервалы нагрева под закалку. Другим нежелательным свойством является, так называемая, продольная волокнистость, которая ухудшает свойства в поперечном направлении, особенно ударную вязкость.

Различие в свойствах марганцевых сталей в поперечном и продольном направлении связано с сильной ликвацией марганца, которая объясняется его специфическим влиянием в процессе металлургического производства. Марганец, как известно, связывает кислород и серу, присутствующие в стали. В результате этого возникает большое количество закиси марганца и сернистого марганца, которые в процессе горячего деформирования подвергаются пластической деформации и вытягиваются в продолговатые линзы. Пластинчатая форма включений сульфида марганца не влияет на свойства в направлении вдоль прокатки, но в поперечном направле-

нии ударная вязкость снижается в 2 – 3 раза (рисунок 1).

При весьма больших ударных нагрузках создаются условия, аналогичные тем, какие имеются при испытании ударных образцов. В деталях, которые нагружены только в продольном направлении, можно достигнуть известного повышения сопротивления разрушению при увеличении содержания оксидных и сульфидных включений. Для деталей, подвергающихся поперечным нагрузкам, наблюдается обратная зависимость. Необходимо помнить, что все сказанное справедливо для случаев разрушений (излома) при резком (сильном) ударе.

При обычных нагрузках решающее значение имеет предел усталости применяемой стали, т. е. предельное напряжение выше которого наступает излом усталости. Вытянутые в длину и расположенные вблизи поверхности неметаллические включения ухудшают качество стали, так как влияют как мягкие участки, снижающие предел усталости. При изгибающих нагрузках в поперечном направлении, вследствие расположения включений поперек направления действия напряжений, имеет место ухудшение вибрационной прочности. Наиболее неблагоприятное влияние на усталостную прочность оказывают крупные включения, вытянутые в длину и расположенные вблизи поверхности.

Испытаниям подвергались образцы из проб деформированного (разрушенного) в процессе эксплуатации рельса (рисунок 2) железнодорожного типа Р65 (ДТ 370ИК).

С целью определения механических свойств рельса (предела текучести, временное сопротивление на разрыв, относительное удлинение, относительное сужение, ударная вязкость при температуре 20 °С, твердость).

Испытания образцов при растяжении проводили при комнатной температуре на цилиндрических образцах типа III № 6 диаметром 6 мм и начальной расчетной длиной рабочей части 30 мм по ГОСТ 1497-84 «Металлы. Методы испытаний на растяжение» на универсальной испытательной машине» WDW=200E.

Испытания по определению ударной вязкости проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 5954-78 «Металлы. Методы испытаний на ударный изгиб» в соответствии с требованиями ГОСТ 9454-78. Заготовки для изготовления образцов были вырезаны из головки пробы ближе к поверхности катания вдоль направления прокатки. Параметры U-образного надреза на образцах контролировали при помощи измерительного микроскопа УИМ-23.

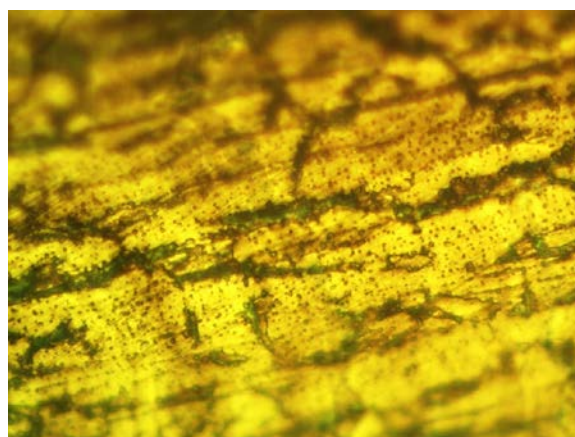


Рисунок 1 – Включения сульфида марганца



Рисунок 2 – Разрушенный рельс

Таблица 1 – Результаты испытаний на растяжение

Наименование показателя	Нормативное значение	Ед. измерения	Фактическое значение показателя	
			Образец с усл. № 1	Образец с усл. № 2
Временное сопротивление, не менее	1280	Н/мм ²	1400	1400
Предел текучести, не менее	870		1250	1240
Относительное удлинение, не менее	9,0	%	9,0	10,5
Относительное сужение, не менее	14,0		27,5	27,0

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАРГАНЦОВИСТОЙ СТАЛИ 90ХАФ

Таблица 2 – Результаты испытаний по определению ударной вязкости

Номер образца	Нормативное значение, Дж/см ²	Вид испытания	Сторона Н ₁ , мм	Сторона В, мм	Площадь поперечного сечения, см ²	Работа удара, Дж	Ударная вязкость, Дж/см ²
1	Не менее 15	КСУ	8,1	10,05	0,81	15,0	18,5
2			8,1	10,05	0,81	12,5	15,4
3			8,2	10,05	0,82	18,0	22,0
4			8,1	10,05	0,81	13,5	16,7

Дефекты металла в изломах образцов ударных испытаний не выявлены.

Таблица 3 – Определение твердости

Место определения	Нормативное значение твердости, НВ	Фактическое значение	
		Диаметр отпечатка, мм	Твердость, НВ
На глубине 10 мм от поверхности катания головки по вертикальной оси рельса (точка 1), не менее	363	3,05	401
На глубине 10 мм от поверхности выкружки рельса (точка 2), не менее		3,10	388
На глубине 10 мм от поверхности выкружки рельса (точка 3), не менее		3,10	388
На глубине 22 мм от поверхности катания головки по вертикальной оси рельса (точка 4), не менее	352	3,10	388
В шейке (точка 5), не более	352	3,35	331
В подошве (точка 6), не более	388	3,20	363
В подошве (точка 7), не более		3,20	363

Таблица 4

Наименование показателя	Нормативное значение показателя, %	Фактическое значение, %			
		Изм. 1	Изм. 2	Изм. 3	Среднее
Углерод	0,83 – 0,95	0,94	0,92	0,96	0,94
Марганец	0,75 – 1,25	0,81	0,82	0,82	0,82
Кремний	0,25 – 0,60	0,55	0,55	0,54	0,55
Ванадий	0,08 – 0,15	0,08	0,08	0,08	0,08
Хром	0,20 – 0,60	0,42	0,43	0,42	0,42
Фосфор, не более	0,020	0,006	0,006	0,008	0,007
Сера, не более	0,020	0,007	0,007	0,008	0,007
Алюминий, не более	0,004	0,005	0,004	0,004	0,004
Медь, не более	0,20	0,13	0,13	0,13	0,13
Никель, не более	0,15	0,08	0,09	0,08	0,08
Никель+медь, не более	0,27	0,21	0,22	0,21	0,21
Титан, не более	0,010	0,003	0,003	0,004	0,003

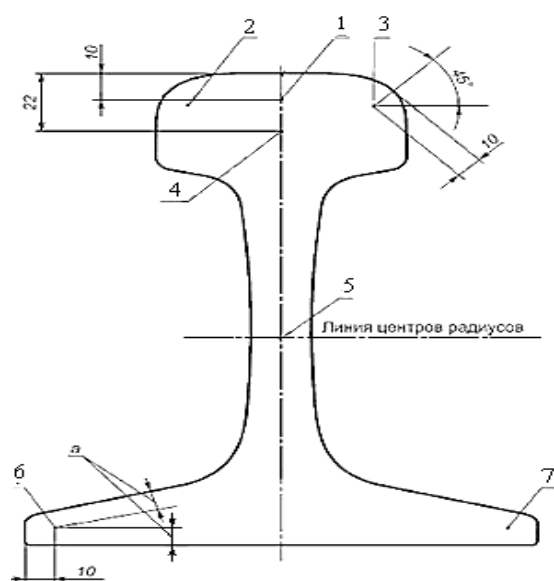


Рисунок 3 – Схема измерения твердости

Определение твердости проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 9012-59 «Металлы. Методы измерения твердости по Бринеллю» на приборе ТШ-2М, с шариком диаметром 10 мм при величине испытательной нагрузки (3000 кгс) и продолжительности выдержки под нагрузкой 10 сек.

Определение химического состава проводилось методом спектрального анализа по ГОСТ 18895-97 «Сталь. Метод фотоэлектрического спектрального анализа» на образце, вырезанном из рельса.

Результаты испытаний приведены в таблице 4.

Исследование показало, что микроструктура головки рельса представляет собой пластинчатый перлит балл 1 по шкале 1 ГОСТ 8233-56, что соответствует ТУ.

ВЫВОДЫ:

1. Приведенные характеристики марганцевой стали показывают, что понятие о качестве металла меняется в зависимости от вида напряженного состояния и от тех свойств, какие требуются от металла.

2. Представленные на испытания образцы, изготовленные из проб деформированного (разрушенного) в процессе эксплуатации рельса железнодорожного типа Р65 категории ДТЗ70ИК марки стали 90ХАФ соответствуют требованиям ТУ 0921-276-01124323-2012.

3. Однако рельс разрушился вследствие удара при поперечном приложении вибрационных нагрузок в зоне концентратора напряжений.

Список литературы

1. Э.Гудремон. Специальные стали. Том первый. Металлургия, М., 1952, -952с.
2. Арзамасов Б.Н. материаловедение. Учебник для вузов. изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003, - с.646
3. Иванова В.С. Синергетика. Прочность и разрушение металлических материалов, М.:Наука, 1992, 158с.
4. Терентьев В.Ф., Оксогоев А.А. Циклическая прочность металлических материалов: Учеб. пособие. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2001. 61 с;

Околович Геннадий Андреевич – д.т.н., профессор

Резниченко С. В.

Беленко Н. А.

Шульга К. А.

Гертер М. В.

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ), г. Барнаул, Россия