

УДК 621.791.925

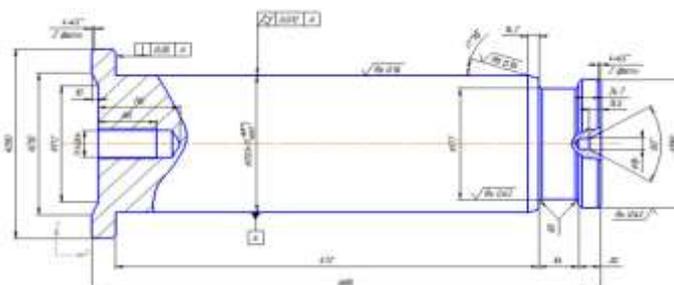
ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕТАЛИ «ОСЬ» СОЕДИНЕНИЯ КОВША И СТРЕЛЫ ЭКСКАВАТОРА R&H 4100 ХРС

Петрова Е.Е., аспирант,
Кочманов С.А., магистрант,
Научный руководитель: Князьков В.Л., к.т.н, доцент
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет»
г. Кемерово
Е.А. Худынцев, ИУ СО РАН, г. Кемерово

В период эксплуатации детали горнодобывающего оборудования, валы, оси, шестерни, втулки и т.д. испытывают нагрузки, успешно противостоять которым достаточно долгое время без существенной потери свойств и геометрических размеров могут только специальные материалы расположенные таким образом, чтобы конструкция изделия в полной мере соответствовала ее функциональному назначению. Примером является экскаваторы R&H 4100 ХРС (рис.1), грузоподъемностью около 120 тонн и ковшом с номинальным объемом $58,6 \text{ м}^3$ эксплуатируются в тяжелых условиях горнодобывающих предприятий. Высокая производительность экскаватора и его эксплуатация при температурах в зимних условиях около минус $40 \text{ }^\circ\text{C}$ при ударных нагрузках обеспечивается комплексом специальных свойств деталей машин, таких как стойкость к ударным нагрузкам при низких температурах, износостойкость поверхности трения и др. [1], изучение которых является основой для совершенствования технологий их восстановления и производства более совершенных деталей.



а)



б)

Рис. 1.
Экскаватор R&H 4100 ХРС – а;
чертеж детали «ось» экскаватора R&H 4100 ХРС – б

Металлографические исследования проводили на микроскопе Axio Observer с увеличением $\times 500$ и $\times 100$. Травление проводили 4% раствором азотной кислоты.

Измерение микротвердости, выполняли на приборе DuraScan-20 по [2] вдавливанием наконечника (четырёхугольной пирамидой с квадратным основанием), под нагрузкой 1 кг приложенной в течение 15 с, при увеличении $\times 100$, схема и результаты измерений представлены в работе, анализ полученных данных проводился согласно [3].

Для определения химического состава основного и наплавленного металлов применяли спектральный анализ, который проводили на оптическом эмиссионном спектрометре «Q4 TASMАN».

Достоверность результатов исследований обеспечивается применением поверенных приборов и оборудования, а также специально обученным и аттестованным персоналом лаборатории КузГТУ.

Маятниковой пилой отрезали «пятаки» толщиной около 25 мм, с применением смазочно-охлаждающей жидкости. Выровняли плоскость образца шлифованием, затем последовательно полировкой и травлением выявили границу раздела, а также микроструктуру наплавленного и основного металлов, которые представлены на рис. 2а и 2б.

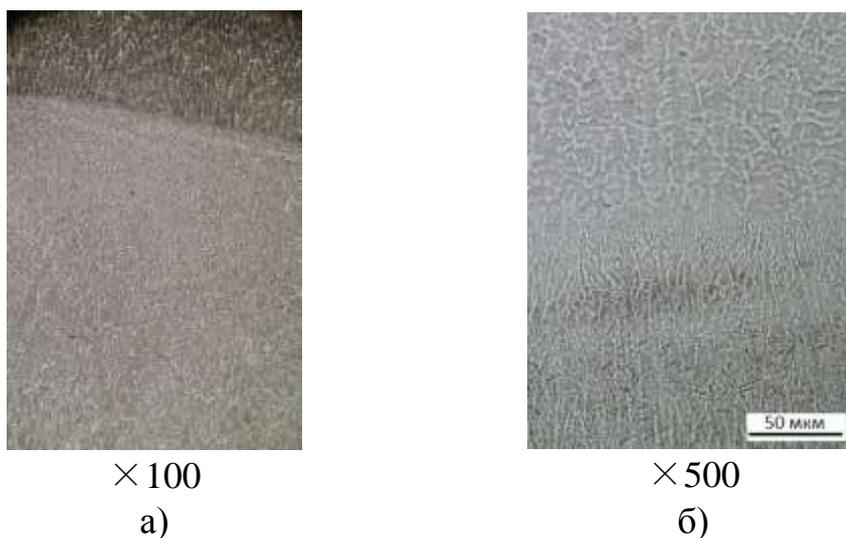


Рис. 2. Структура послойной наплавки:
микроструктура ЗТВ при увеличении 100^{\times} - а
микроструктура ЗТВ при увеличении 500^{\times} – б

Металлографическое исследование проводили на микроскопе Axio Observer с увеличением $\times 500$, $\times 100$. Шлиф был подготовлен для выявления структуры в зонах наплавки. Микроструктура ЗТВ ферритно-перлитная, неравномерная (рис. 2), выражена полосчатость перлита, зерно изменяется от №6 (шкала 3) к №7 (дополнительной шкалы №1 при 100^{\times}) ГОСТ 5639-82.

Микроструктура наплавки феррито-перлитная, перлит смешанного строения, соответствует баллу 7 - 9 (дополнительная шкала №1 при $\times 100$) ГОСТ 5639-82.

Твердость выявленных участков измеряли в соответствии со схемой рис.2с. Численные значения твердости наплавленного и основного металлов представлены в Таблицах 1 и 2 соответственно. Диаграмма распределения твердости в поперечном сечении оси, представлена на рис. 3.

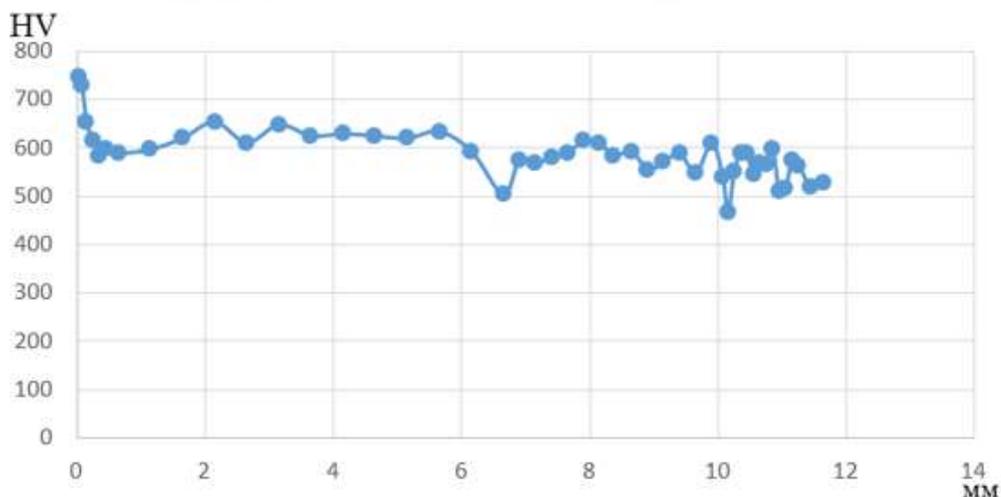


Рис. 3. Распределение значений твердости HV в поперечном сечении оси

Таблица 1. – Твердость наплавленного металла, HRC₃

1	2	3	4	5	16	17	18
53,6	55,4	54,2	51,8	50,7	54,9	54,4	55,1
19	20	21	22	23	24	25	26
53,8	52,2	55,6	54,4	55,1	49,8	50,9	49,8

Таблица 2. – Твердость основного металла, HRC₃

6	7	8	9	10	28	29	30	31
34,8	32,3	35,9	38,4	37,9	34,2	33,1	34,65	32,53

Химический состав металла определяли спектральным способом. Химический состав основного металла представлен в таблице 3. Химический состав наплавленного металла представлен в табл.4.

Таблица 3. – Химический состав основного металла, %

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	Al	Fe
0,339	0,242	0,541	0,011	0,0037	1,209	0,341	3,792	0,164	0,016	93,24

Таблица 4. – Химический состав наплавленного металла, %

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	Al	V	W	Fe
----------	-----------	-----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	----------	----------	-----------

0,26	0,56	1,67	0,01	0,01	5,31	1,06	0,74	0,04	0,04	0,17		89
7	0	8	9	4	8	1	6	8	8	9	0,714	,1

По химическому составу основной металл относится к перлитному классу сталей. Наплавленный металл к мартенситному классу [4].

Повышенная твердость поверхности наплавки, представленной на диаграмме рис. 3, относительно указанной в таблице 1, вероятно связана с поверхностной закалкой ТВЧ. Провал значений твердости на глубине 6,3 мм указывает на наличие мягкой прослойки в зоне термического влияния наплавленного металла, упрочняющего слоя.

Выводы.

Высокие эксплуатационные свойства оси соединения стрелы и ковша экскаватора обеспечиваются слоистой структурой детали. Материал каждого слоя выбран с учетом обеспечения их высоких механических и специальных свойств, таких как:

1. Высокая твердость поверхности оси, которая обеспечивается поверхностной закалкой наплавленного металла мартенситного класса.

2. Стойкость к ударным нагрузкам оси, в том числе и при низких температурах обеспечивается достаточными свойствами пластичности металла основы оси, изготовленной из стали перлитного класса, содержащей 3,8% никеля.

3. Плавное снижение твердости от поверхности к центральной части оси, показанное на рис.3 и в таб. 1, 2 обеспечивает высокие эксплуатационные свойства в условиях тяжело нагруженной пары трения втулка-ось соединения стрелы и 58-и кубового ковша при низких температурах и ударных нагрузках.

4. Мягкая прослойка в зоне термического влияния упрочняющей наплавки позволяет утверждать об отсутствии объемной термической обработки (улучшения) после наплавки.

Литература

1. Пантелеенко В. П. Восстановление деталей машин: Справочник. – М. Машиностроение, 2003. – 79 с.

2. ГОСТ Р ИСО 6507-1-2007. Металлы и сплавы. Измерение твердости по Виккерсу. Часть 1. Метод измерения. – Москва: Изд-во Стандартиформ, 2008. – 2 с.

3. ГОСТ Р ИСО 6507-4-2009. Металлы и сплавы. Измерение твердости по Виккерсу. Часть 4. Таблицы определения твердости. – Москва: Изд-во Стандартиформ, 2010. – 25 с.

4. Большавиков В.И., Сухомлин Г.Д., Лаухин Д.В. Атлас структур металлов и сплавов. – Днепропетровск: ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры» - 2010. – 31с.