УДК 621.791.925

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, СЛОИСТОЙ СТРУКТУРЫ ДЕТАЛИ «ОСЬ» СОЕДИНЕНИЯ ПОДЪЕМНОЙ ПРОУШИНЫ КОВША И КОРОМЫСЛА ЭКСКАВАТОРА P&H 2800 XPC

THE MECHANICAL PROPERTIES AND CHEMICAL COMPOSITION OF THE LAYERED STRUCTURE DETAILS OF THE "AXIS" OF A COMPOUND LIFTING EYE SCOOP AND ROCKER DREDGE P & H 2800 XPC

Князьков Виктор Леонидович[1],
канд. техн. наук, доцент, e-mail: vntk50@mail.ru
Knjaz'kov Viktor L.[1], C. Sc. in Engineering, Associate Professor
Петрова Елена Евгеньевна[1],
аспирант, старший преподаватель, e-mail: pee5152@rambler.ru
Petrova Elena E.[1], graduate student, senior lecturer
Мелкозерных Николай Владимирович[2],
ведущий инженер-технолог, e-mail: n.melkozernykh@sds-ugol.ru
Melkozernyh Nikolay V. [2], Senior Engineer

[1]Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, Россия, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28.
[1] T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28, Vesennyaya st., Kemerovo, 650000, Russia
[2]АО ХК «СДС-Уголь», Россия, 650066, г. Кемерово, пр. Притомский, 7/2.
[2] AO Holding Company "SDS-Ugol", Russia, 650066, Kemerovo, pr. Pritomsky, 7/2.

Аннотация: *В статье показаны исследования детали «ось» мощного экскаватора P&H 2800 XPC, обеспечивающего грузоподъемность 80 тонн. Целью работы является определение механических свойств детали ось для разработки технологии ее восстановления и обеспечения свойств детали на уровне не ниже эксплуатируемой, а также пути повышения ее механических и специальных свойств.*

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

Abstract: *The study of the "axis" detail of the powerful P&H 2800 XPC dredge with a capacity of 80 tons is presented in the article. The aim is to define the mechanical properties of the axis for the development of technology for its recovery and maintaining the detail properties at the level not less than exploited, as well as the ways of improving its mechanical and special properties.*

The validity of research results is achieved by using calibration instruments and equipment, as well as specially trained and certified KuzGTU lab personnel.

Ключевые слова: *механический свойства, упрочняющая наплавка, микротвердость, металлографические исследования, спектральный анализ.*

Keywords: *mechanical properties, reinforcing welding, micro-hardness, metallographic examination, spectral analysis.*

Экскаваторы P&H 2800 XPC (рис. 1) грузоподъемностью около 80 тонн и номинальным объемом ковша 33,6 м^3 эксплуатируются в тяжелых условиях горнодобывающих предприятий. Высокая производительность экскаватора и его эксплуатация при температурах около - 40 °С в зимних условиях при ударных нагрузках обеспечивается комплексом механических и специальных свойств деталей машин, таких как твердость поверхности стойкость к ударным нагрузкам при низких температурах, износостойкость поверхности трения и др. [1 – 4], изучение которых является основой для совершенствования технологий их восстановления и производства более совершенных деталей.

Наиболее нагруженной деталью, которая периодически требует замены, является ось (палец) диаметром 200 и длиной 688 мм соединения ковша и стрелы экскаватора (рис. 2).

Методики исследования

Металлографические исследования проводили на микроскопе Axio Observer с увеличением х500. Травление проводили 4% раствором азотной кислоты.

Измерение микротвердости, выполняли на приборе DuraScan-20 по [5] вдавливанием наконечника (четырехугольной пирамидой с квадратным основанием), под нагрузкой 1 кг приложенной в течение 15 с при увеличении 100 крат, схема

и результаты измерений представлены в работе, анализ полученных данных проводился согласно [6].

Рис.1. Экскаватор P&H 4100 XPC
Fig.1. Digger P & H 4100 XPC

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

Результаты исследований

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. 3а,б и 5.

Твердость выявленных участков измеряли в соответствие со схемой рис.3с. Численные значения твердости наплавленного и основного металлов представлены в табл.1 и 2 соответственно.

Диаграмма распределения твердости в поперечном сечении оси, представлена на рис. 4.

Твердость зон сплавления и термического влияния наплавленного слоя представлены на рис. 5.

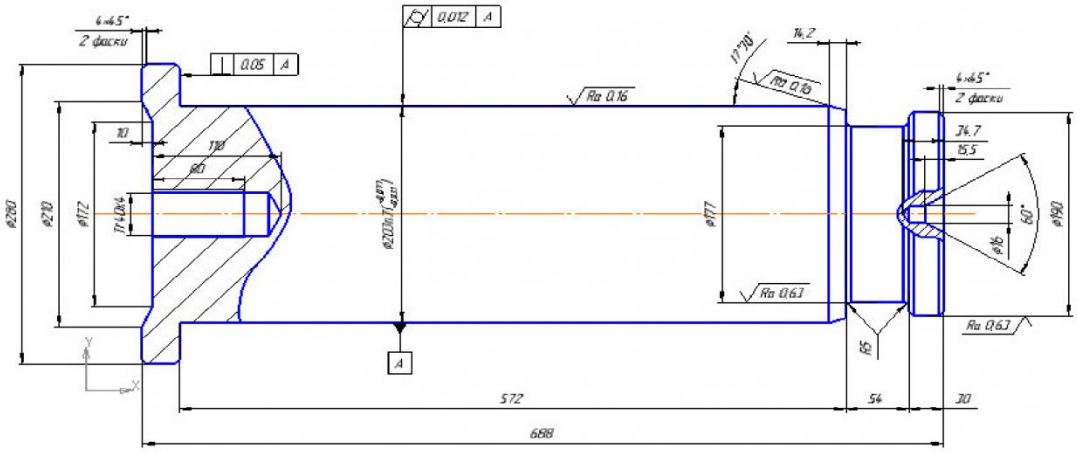
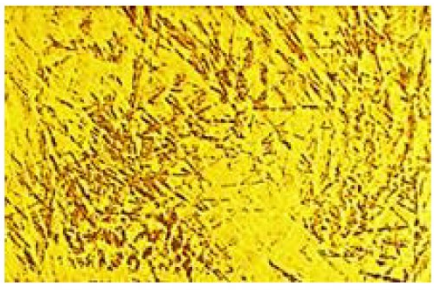
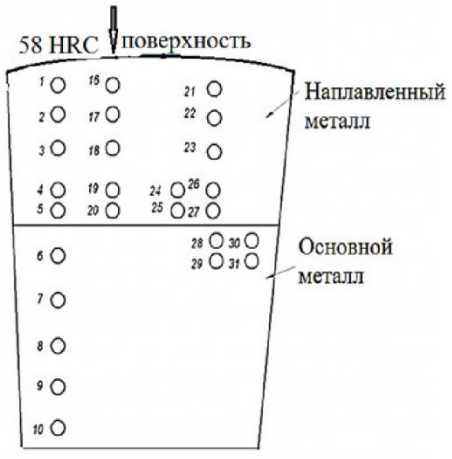


Рис. 2. Чертеж детали «ось» экскаватора P&H 4100 XPC
Fig. 2. Drawing details of the "axis" of the excavator P&H 4100 XPC



а

б



с

Рис. 3. Структура наплавленного слоя – *а*, структура основного металла – *б* и схема измерения твердости – *с*
Fig. 3. Structure of the deposited layer -*a*, the structure of the base metal – *b* and hardness measurement circuit - *c*

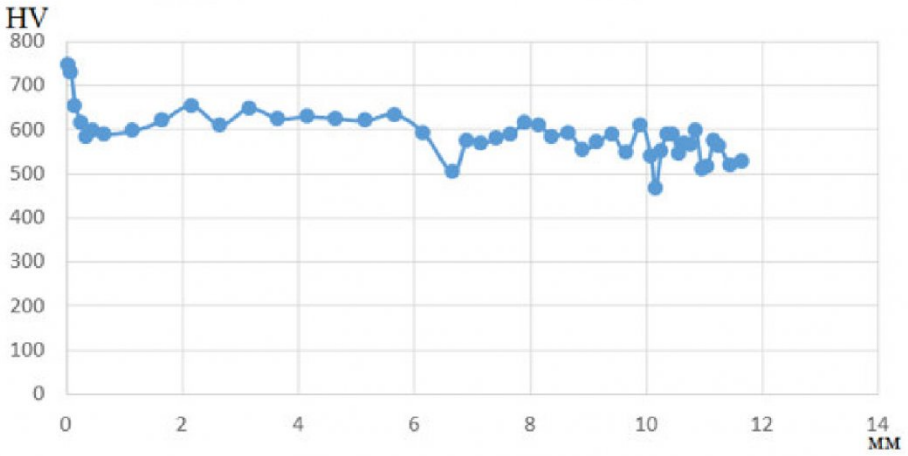


Рис. 4. Распределение значений твердости HV в поперечном сечении оси
Fig. 4. Distribution of hardness HV cross-sectional axis

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

По химическому составу основной металл относится к перлитному классу сталей. Наплавленный металл к мартенситному классу [7].

Свойства оси соединения подъемной проушины ковша и коромысла экскаватора обеспечиваются слоистой структурой детали. Повышенная твердость поверхности наплавки, представленной на диаграмме рис. 4, относительно полной толщины наплавленного слоя, указанного в табл. 1 и рис.4, вероятно связана с поверхностной закалкой ТВЧ.

Выводы

1. Установлены 6 характерных зон (слоев) поперечного сечения оси, обладающих характерной твердостью: 1 – поверхность вала, твердость которой составляет 57 – 59HRC,толщиной около 0,3 мм; 2 – наплавленный металл, твердостью 53 – 56HRC, толщиной 4 – 5 мм; 3 – зона сплавления, твердостью около 40 HRC, толщиной около 0,5 мм; 4 – мягкая прослойка, твердостью 46 – 52HRC и толщиной 1 – 1,5 мм; 5 – зона термического влияния, твердость которой составляет 50 – 54 HRC, толщиной 3 – 4 мм; 6 – основной металл, твердостью 32 – 37HRC.

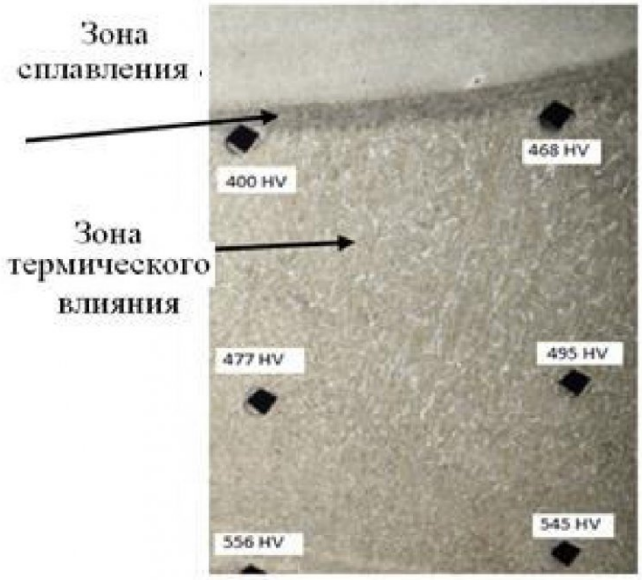


Рис. 5. Снижение твердости в зоне сплавления основного и наплавленного металлов

Fig. 5. Reduction of hardness in the fusion zone and weld metal core

2. К основным слоям, обеспечивающим функциональные свойства достаточные для работы детали ось в условиях ударных нагрузок и низких температур пары трения ось-втулка, следует отнести поверхностный слой наплавки 1 – твердостью 57-59HRC и основной металл – 6, выполненный из легированной перлитной стали твердостью 32 – 37HRC.

Таблица 1. Твердость наплавленного металла, $HRC_э$
Table 1. Hardness of deposited metal, HRC

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

Таблица 2. Твердость основного металла, $HRC_э$
Table 2. The hardness of the base metal, HRC

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

Таблица 3. Химический состав основного металла, %
Table 3. Chemical composition of the base metal, %

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, %
Table 4. Chemical composition of welded metal, %

C	**Si**	**Mn**	**P**	**S**	**Cr**	**Mo**	**Ni**	**Cu**	**Al**	**V**	**W**	**Fe**
0,267	0,560	1,678	0,019	0,014	5,318	1,061	0,746	0,048	0,048	0,179	0,714	89,1

3. Результаты исследований могут быть полезны для разработки технологии восстановления ресурса работы или изготовления новой детали ось соединения подъемной проушины ковша и коромысла экскаватора P&H 2800 XPC.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пантелеенко В. П. Восстановление деталей машин: Справочник. – М. Машиностроение, 2003. – 79 с.
2. Кавалейро А., де Хоссона Д. Мир материалов и технологий. Наноструктурные покрытия. – М. Техносфера, 2011. – 18 с.
3. Фрумин И.И. Теоретические и технологические основы наплавки. Наплавленный металл. – Киев: Наукова думка, 1977. – 20 с.
4. Сучков Износостойкая наплавка деталей. – Москва: Колос, 1974. – 15 с.
5. ГОСТ Р ИСО 6507-1-2007. Металлы и сплавы. Измерение твердости по Виккерсу. Часть 1. Метод измерения. – Москва: Изд-во Стандартинформ, 2008. – 2 с.
6. ГОСТ Р ИСО 6507-4-2009. Металлы и сплавы. Измерение твердости по Виккерсу. Часть 4. Таблицы определения твердости. – Москва: Изд-во Стандартинформ, 2010. – 25 с.
7. Большавиков В.И., Сухомлин Г.Д., Лаухин Д.В. Атлас структур металлов и сплавов. – Днепропетровск: ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектура» - 2010. – 31с.

REFERENCES

1 Panteleenko V. P. Vosstanovlenie detalej mashin: Spravochnik. – M. Mashinostroe-nie, 2003. – 79 s.
2] Kavalejro A., de Hossona D. Mir materialov i tehnologij. Nanostruk-turnye pokrytija. – M. Tehnosfera, 2011. – 18 s.
3 Frumin I.I. Teoreticheskie i tehnologicheskie osnovy naplavki. Naplavlennyj metall. – Kiev: Naukova dumka, 1977. – 20 s.
4 Suchkov Iznosostojkaja naplavka detalej. – Moskva: Kolos, 1974. – 15 s.
5 GOST R ISO 6507-1-2007. Metally i splavy. Izmerenie tverdosti po Vikkersu. CHast' 1. Metod izmerenija. – Moskva: Izd-vo Ctandartinform, 2008. – 2 s.
6 GOST R ISO 6507-4-2009. Metally i splavy. Izmerenie tverdosti po Vikkersu. CHast' 4. Tablicy opredelenija tverdosti. – Moskva: Izd-vo Ctandartinform, 2010. – 25 s.
7 Bol'shavikov V.I., Suhomlin G.D., Lauhin D.V. Atlas struktur metallov i splavov. – Dnepropetrovsk: GVUZ «Pridneprovskaja gosudarstvennaja akademija stroitel'stva i arhitektura» - 2010. – 31s.

Поступило в редакцию 04.02.2016
Received 4 February 2016