

УДК 621.785.542

МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОССТАНОВЛЕННОЙ ДЕТАЛИ КАРЬЕРНОГО ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА ПОСЛЕ УПРОЧНЕНИЯ

Левашова Е. Е., старший преподаватель, аспирант гр. МТа-151, 4 курс

Научный руководитель: Князьков В.Л., к.т.н. доцент

Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева

1. Введение

При эксплуатации карьерных экскаваторов вследствие больших нагрузок, приходящихся на оборудование (например, у экскаватора P&H 2800 XPC номинальная полезная нагрузка 59,0 м. тонн и номинальной емкостью ковша 26,8 - 33,6 м³, а у экскаватора P&H 4100XPC - 108,9 м. тонн и 52,8 – 61,2 м³ соответственно), происходит интенсивный износ подвижных соединений рабочего оборудования [1]. Наиболее нагруженным и быстроизнашиваемым элементом в карьерном экскаваторе, является ось в соединении ковша и пропущин стрелы, воспринимающая основные нагрузки при работе ковша. Частой причиной поломки экскаватора является износ данной детали, из-за появления на поверхности задиров, микротрещин, выкрашивания металла в процессе трения, что приводит к увеличению зазоров и ускоренному износу детали (рис. 1).

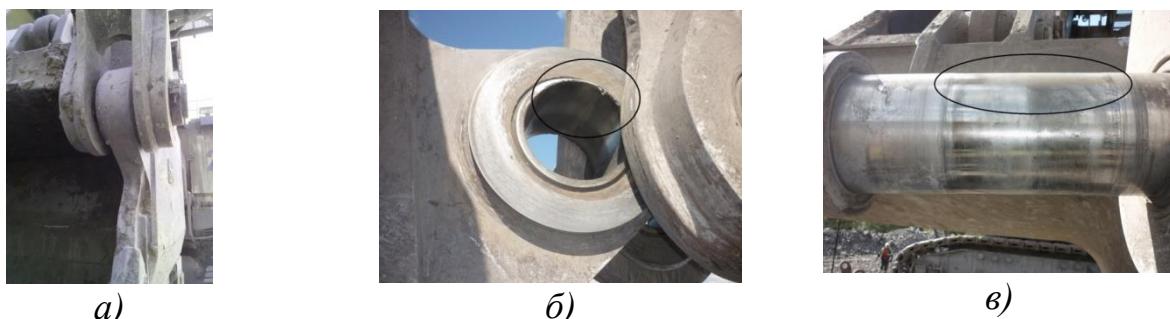


Рис. 1 – Характер повреждения пары ось-втулка, *a* – пара ось-втулка; *б* – повреждение втулки; *в* – повреждение оси

В работах [2, 3] представлена технология восстановления габаритных размеров и эксплуатационных свойств детали, с анализом механических свойств поверхностного слоя. Технология восстановления заключается в выполнении наплавки механизированным способом в среде защитного газа с последующим электродуговым термическим упрочнением для повышения механических свойств.

При проектировании технологии восстановления, следует спрогнозировать структуру поверхностного слоя, размер зерен и возможность образования

ния внутренних дефектов, для этого требуется проводить металлографические исследования.

На долговечность деталей влияют такие механические характеристики, как способность материала противостоять изнашиванию, высокие значения твердости, мелкозернистая структура [4]. Измельчение зерна способствует повышению ударной вязкости, из-за уменьшения зародышевых трещин и затруднением их развития. В этом случае трещине приходится изменять свою траекторию, за счет чего увеличивается сопротивление ее развитию.

Настоящая статья посвящена рассмотрению способа повышения механических свойств деталей горных машин за счет наплавки с последующим электродуговым упрочнением восстановленного поверхностного слоя наплавкой. В работе представлен алгоритм восстановления быстроизнашивающихся деталей карьерного экскаватора [5]. Сущность предлагаемого способа заключается в нагреве поверхности детали электрической дугой, зажигаемой между неплавящимся вольфрамовым электродом и поверхностью детали, с последующим охлаждением водой. Способ позволяет проводить упрочнения на предприятиях, не приобретая специального оборудования.

Целью работы является сравнительный анализ металлографических исследований упрочненной поверхности такими способами как, электродуговое термическое упрочнение (далее ЭТУ), закалка и комбинированное воздействие на наплавленный слой.

2. Материалы и методики эксперимента

Объект исследования – наплавленные образцы в два слоя в среде защитного газа (CO_2) порошковой проволокой 35Х5ГНФВМ на подложку из стали 30ХГСА, диаметром 200 мм, режимы наплавки: $I_{\text{св}}=170-250\text{A}$, $U=15-18\text{V}$. Для наплавки использовали сварочное оборудование KEMMPI FastMig MXF65. Перед наплавкой выполнили предварительный подогрев детали (до 300°C), для предотвращения образования холодных трещин, после наплавки проводили отпуск при температуре 250°C с охлаждением в печи.

План исследований состоял в анализе изменения структуры наплавленного слоя (образец 1), наплавленного слоя после ЭТУ (образец 2), наплавленного слоя после закалки (образец 3), наплавленного слоя после комбинированного воздействия закалкой и ЭТУ (образец 4).

В качестве присадочного материала для ЭТУ применяли вольфрамовый электрод на прямой полярности, защитный газ – аргон, охлаждающая жидкость – вода, шаг ЭТУ составлял 1 мм. Режим ЭТУ представлен в таблице 1. Исходный наплавленный слой был подвергнут закалке при $T=880-900^\circ\text{C}$ на протяжении 120 мин с охлаждением в масле.

Таблица 1 - Режим ЭТУ

Сила тока, А	Плотность тока, $\text{A}/\text{мм}^2$	Напряжение на дуге, В	Погонная энергия, $\text{КДж}/\text{мм}$	Скорость вращения детали, $\text{м}/\text{с}$	Угол заточки электрода, $^\circ$
70-80	22,3	22,5-22,8	0,03	0,02	60

Металлографические исследования проводили на микроскопе AxioObserver при увеличении 100, 200, 500 крат.

При микроскопическом исследовании определяли структурные составляющие – размер, форма, ориентация, а также тип и характер межзеренных границ. Схема анализа структуры представлена на рис. 1.

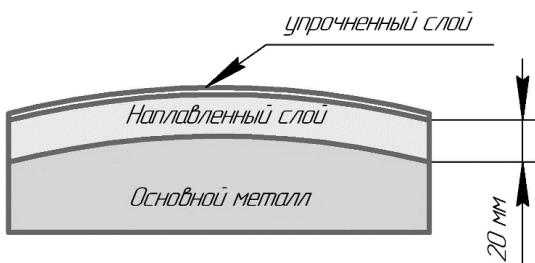


Рис. 1 – Схема образца для металлографических исследований

3. Результаты и их обсуждение

По металлографическим исследованиям определена глубина упрочнения у образца 2 – 1 мм, образца 4 – 0,45 мм (рисунок 2), структура дендритная, зерна направлены к источнику тепла. Также определен балл зерна, процентное соотношение перлита и феррита (таблица 2).



a) наплавка *б) после* *в) после* *г) после*
ЭТУ *закалки* *ЭТУ+закалка*

Рис. 2 – Микроструктура поверхностного слоя

Таблица 2

Образец	Балл зерна (ГОСТ 5639)	Содержание $\frac{\% \text{ перлита}}{\% \text{ феррита}}$ (ГОСТ 8233)
Образец 1	9	35/65
Образец 2	11	20/80
Образец 3	8	5/95
Образец 4	10-11	20/80

При металлографическом исследовании установлено, что при разных способах упрочнения получается разная структура, отличающаяся баллом и формой зерна. Электродуговое термическое упрочнение приводит к образованию мелкого зерна, что благоприятно влияет на механические свойства, в том числе препятствует распространению микротрещин, глубина упрочненного слоя составляет 1 мм.

4. Вывод

При металлографическом исследовании установлено, что при разных способах упрочнения получается структура, отличающаяся баллом и формой зерна. Электродуговое термическое упрочнение приводит к образованию мелкого зерна, что благоприятно влияет на механические свойства, в том числе препятствует распространению микротрещин.

Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда Содействия Инновациям, договор №12838ГУ/2018.

Список литература:

1. https://mining.komatsu/docs/default-source/product-documents/surface/electric-rope-shovels/electric-rope-shovel-brochure-russian.pdf?Status=Temp&sfvrsn=f4ffcf6b_48.
2. Князьков В. Л. Механические и трибологические характеристики восстановленной детали горного оборудования после упрочнения/ В. Л. Князьков, Е. Е. Левашова, М. В. Пимонов// XVII Международная научно-практическая конференция «ПРИРОДНЫЕ И ИНТЕЛЕКТУАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ СИБИРИ. СИБРЕСУРС – 2018». – Кемерово, 2018 – С. 406.1 – 406.7.
3. Левашова Е. Е. Анализ изменения акустических и магнитных характеристик, наплавленных образцов до и после электродугового термического упрочнения поверхностных слоев/ Е. Е. Левашова, В. Л. Князьков, Н. В. Абабков, М. В. Пимонов//Сборник трудов IV Всероссийской молодежной научно-практической школы с международным участием "УПРОЧНЯЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ". – Кемерово, 2018 – С. 21.1 – 21.5.
4. Трегубов Н.М., Акастелов Л.Ф. Ремонт горных машин. – М.:Недра, 1978
5. Левашова, Е.Е. Разработка алгоритма технологического процесса восстановления быстроизнашиваемых деталей карьерного экскаватора / Е.Е. Левашова // Горное оборудование и электромеханика. – 2019. - №6. – С. 25 – 32.