УДК 621.791.048:621.793

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КОМПОНЕНТОВ ФЛЮСА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ ПОЛУЧЕННЫХ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ АЭРОЗОЛЬНОГО ФЛЮСОВАНИЯ

В.Н. Логачев, А.А. Измалков

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье представлены результаты данных по износам коленчатых валов двигателей Briggs&Stratton модели 115400. Описаны методики по определению микротвердости и проведению испытаний на изнашивание. Представлены результаты исследований влияния содержания компонентов флюса на физико-механические свойства покрытий, полученных электродуговой металлизацией (ЭМ) с применением аэрозольном флюсовании (АФ), сформированных на стали 45Г2 ГОСТ 4543-71.

Ключевые слова: электродуговая металлизация, аэрозольное флюсование, износ, микротвердость, флюс.

Введение. Для получения данных по износам шатунных шеек коленчатых валов двигателей Briggs&Stratton модели 115400 были произведены замеры изношенных деталей. Измерению подвергали выборку деталей в количестве 50 штук. Выбор плоскостей измерений проводили согласно ГОСТ 18509-88. Для измерения износов использовали микрометр МКЦ-50-0,001 ГОСТ 6507-90 с ценой деления 0,001 мм. Результаты замеров коленчатого вала показали, что износ шатунной шейки достигает 0,35 мм на сторону. При износе шатунных шеек коленчатого вала свыше 0,12 мм, что составляет около 84% от общего числа изношенных деталей подвергшихся выборке, их восстанавливают [1].

Наиболее распространенным и доступным способом восстановления является ЭМ, но проволоки обеспечивающие высокие физико-механические показатели напыляемых покрытий (50ХФА, 40Х13, ПП-ПН-100Х15, ПП-ТП-1) имеют высокую стоимость, поэтому

предлагается использовать сварочную проволоку Св08Г2С (с твердостью получаемых покрытий 300 HV) и легировать ее при ЭМ за счет компонентов флюса [2…8].

Методы испытаний. Микротвердость является одной из важнейших характеристик, определяющих физико-механические и триботехнические свойства покрытий. Микротвердость сформированных покрытий, измеряли на приборе ПМТ-3М-01 согласно ГОСТ 9450-76. Исследования проводили на поперечных шлифах образцов, по толщине сформированных ЭМ-покрытий (рисунок 1). Микротвердость определяли вдавливанием алмазной пирамиды перпендикулярно в исследуемую поверхность покрытия. Нагрузка на алмазный наконечник в форме четырехгранной пирамиды с углом при вершине 136º±20´ составляла 1,96 Н. Измерение отпечатков производили с помощью видеоустройства, подключенного к персональному компьютеру, посредством специализированного программного обеспечения, со статистической обработкой и возможностью автоматического анализа изображения в соответствии со стандартами измерения твердости.



Рисунок 1 – Образец для исследований микротвердости ЭМ-покрытий

Износостойкость поверхностей образцов исследовали в соответствии с ГОСТ 23.224-86 на машине трения МТУ-01 ТУ 4271-001-29034600-2004.

Метод испытаний основан на взаимном перемещении прижатых друг к другу с заданным усилием испытуемых образцов в смазочном материале. При испытании регистрируются момент трения с графическим отображением его изменения на экране, а также изменение веса испытуемых образцов.

Контробразцы изготавливали из алюминиевого сплава АК9М2 (100…107 HV). Образец изготавливали стали 45Г2 ГОСТ 4543-71

(539…580 HV) с последующим напылением электродуговой металлизацией. За эталон сравнения принимали соединение из материалов стали 45Г2 ГОСТ 4543-71 и алюминиевого сплава АК9М2 ГОСТ 1583-93, из которого соответственно изготовлены коленчатый вал и шатун двигателя Briggs&Stratton модели 115400 [9].

Экспериментальные исследования и их результаты. Из исследований проеденных ранее в ФГБНУ ГОСНИТИ было установлено, что наиболее рационально использовать флюс из компонентов Na_2CO_3, Na_3AlF_6, $Na_2B_4O_7$, а также установлены границы варьирования содержания компонентов флюса в водном растворе. Для проведения исследований на микротвердость использовали флюс следующего состава: дистиллированная вода, кальцинированная сода CNa_2CO_3=14…70 г/л, тетратбурат натрия (бура) $CNa_2B_4O_7$=4…20 г/л, криолит CNa_3AlF_6=6 г/л [10…14].

Изменение микротвердости в зависимости от содержания CNa_2CO_3 в водном растворе представлено на рисунке 2.

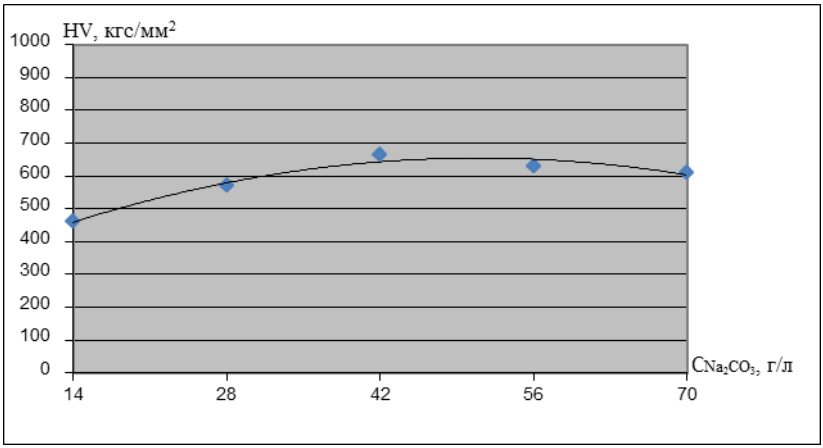


Рисунок 2 – Зависимость микротвердости ЭМ-покрытий, полученных с применением АФ, от содержания Na_2CO_3 в водном растворе: ЭМ-покрытие Св-08Г2С + АФ (CNa_2CO_3=14…70 г/л, CNa_3AlF_6=6 г/л, $CNa_2B_4O_7$=16 г/л)

Из графика (рисунок 2) видно, что наибольшая твердость (667 HV) достигается при содержании CNa_2CO_3=42 г/л, поэтому дальнейшие испытания будут проводиться с этим значение содержания Na_2CO_3.

Зависимость микротвердости от содержания $Na_2B_4O_7$ в водном

растворе представлена на рисунке 3.

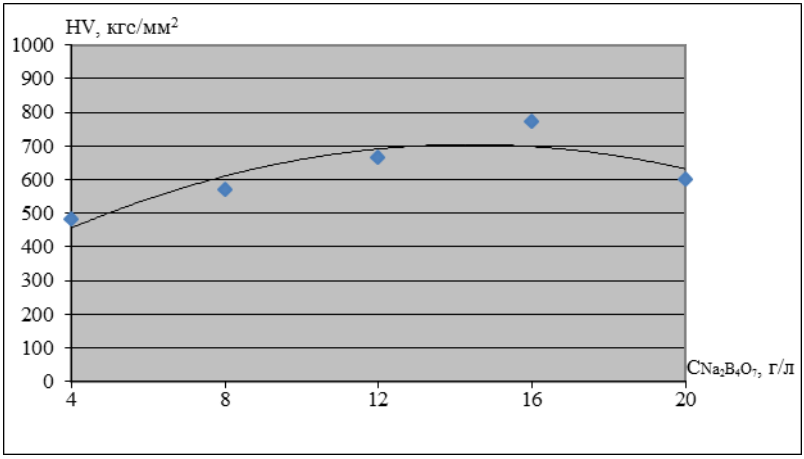


Рисунок 3 – Зависимость микротвердости ЭМ-покрытий, полученных с применением АФ, от содержания $Na_2B_4O_7$ в водном растворе: Св-08Г2С + АФ (CNa_2CO_3=42 г/л, CNa_3AlF_6=6 г/л, $CNa_2B_4O_7$=4…20 г/л)

Проанализировав зависимость твердости от содержания $Na_2B_4O_7$ в водном растворе представленную на графике (рисунок 3) можно сделать вывод, что для получения оптимальной твердости, наилучшими будут являться флюсы с содержанием $CNa_2B_4O_7$=12…16 г/л, поэтому исследования на износостойкость будем проводить с флюсами со следующими составами компонентов: флюс №1 (665 HV) CNa_2CO_3=42 г/л, CNa_3AlF_6=6 г/л, $CNa_2B_4O_7$=12 г/л и флюс №2 (771 HV) CNa_2CO_3=42 г/л, CNa_3AlF_6=6 г/л, $CNa_2B_4O_7$=16 г/л. Такая твердость ЭМ-покрытий объясняется тем, что бор, содержащийся в тетратбурате натрия $Na_2B_4O_7$, как наиболее эффективный легирующий элемент, способствует образованию упрочняющих структур за счет получения твердых растворов (цементита, нитрида и карбидов) в результате термодиффузионных процессов.

Для применения покрытий, сформированных ЭМ с использованием АФ, в ремонтном производстве наибольший интерес представляет исследование их триботехнических характеристик, представление о которых можно получить, при проведении испытаний на изнашивание.

Для проведения испытаний использовали образцы: сталь 45Г2 (эталон), и сформированные на этой стали ЭМ-покрытия из Св-08Г2С,

Св-08Г2С + АФ (флюс №1), Св-08Г2С + АФ (флюс №2) и контробразцы из алюминиевого сплава АК9М2. Результаты изнашивания сравниваемых пар трения представлены на рисунке 4.

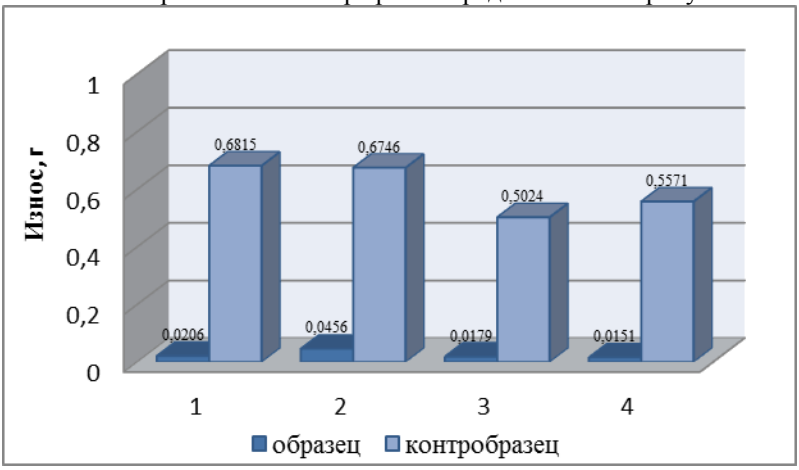


Рисунок 4 – Значения износа пар трения: 1 – сталь 45Г2 (эталон); 2 – ЭМ-покрытие Св-08Г2С; 3 – ЭМ-покрытие Св-08Г2С + АФ (флюс №1); 4 – ЭМ-покрытие Св-08Г2С + АФ (флюс №2); контробразцы – алюминиевый сплав АК9М2

Из рисунка 4 видно, что наибольшее значение износа поверхности образца (0,0456 г) получено на проволоке Св-08Г2С без применения флюса, это можно объяснить тем, что покрытия полученные данным способом имеют низкую микротвердость (300 HV). Из данной диаграммы так же видно, что наименьший износ (0,0179 г) имеет образец, полученный с применением флюса №2, что объясняется тем, что он обладает наибольшей микротвердостью (771 HV) из числа исследуемых образцов. Также можно отметить то, что износ образцов с покрытиями полученных с применением АФ в 1,1…1,3 ниже, чем у эталонных образцов, что объясняется меньшей твердостью эталонного образца (539 HV).

Из диаграммы рисунка 5 видно, что наименьшее значение суммарного износа соединения (0,5203 г) получено не на флюсе №2, это объясняется тем, что наибольшая микротвердость образца (771 HV) вызывает повышенный износ контробразца испытуемой пары трения.

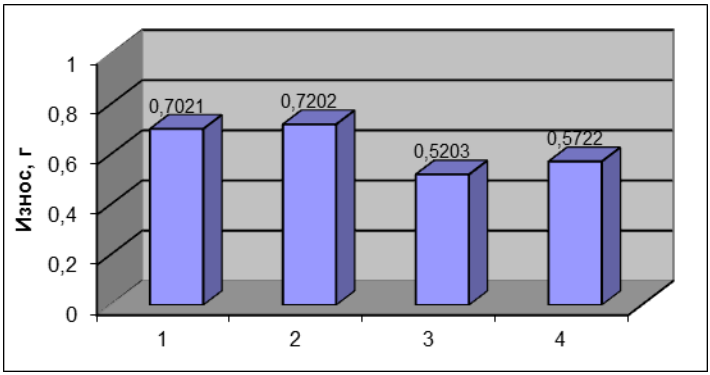


Рисунок 5 – Суммарный износ пар трения: 1 –сталь 45Г2 (эталон); 2 – ЭМ-покрытие Св-08Г2С; 3 – ЭМ-покрытие Св-08Г2С + АФ (флюс №1); 4 – ЭМ-покрытие Св-08Г2С + АФ (флюс №2)

Проведенные сравнительные исследования на износостойкость позволили установить, что пары трения с покрытиями, полученные ЭМ с применением АФ на флюсе №1 (CNa_2CO_3=42 г/л, CNa_3AlF_6=6 г/л, $CNa_2B_4O_7$=12 г/л), имеют износостойкость в 1,3 выше, чем пары трения образцов, принятых за эталон сравнения.

Вывод. Результаты исследований позволили установить оптимальное соотношение компонентов флюса, при котором достигается наименьший износ соединения с ЭМ-покрытием. Наибольшая износостойкость пар трения получена с использованием покрытий ЭМ с АФ на флюсе №1 (CNa_2CO_3=42 г/л, CNa_3AlF_6=6 г/л, $CNa_2B_4O_7$=12 г/л), которая в 1,3 раза выше износостойкости эталонного соединения. Исходя из этого можно сделать вывод, что ЭМ-покрытия, полученные с применением АФ, обладают высокими физико-механическими свойствами и могут применяться для восстановления изношенных деталей сельскохозяйственной техники.

Список использованных источников:

1. Комбинированные технологии восстановления с упрочнением деталей гидросистем сельскохозяйственной техники/Коломейченко А.В., Титов Н.В., Логачев В.Н.//Тракторы и сельхозмашины. 2011. №4. С. 46-49.

2. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники электродуговой металлизацией с аэрозольным флюсованием / Литовченко Н.Н., Логачев В.Н. // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Особенности технического и

технологического оснащения современного сельскохозяйственного производства». 2013. С. 210–214.

3. Влияние скорости истечения гетерофазного потока на физико-механические свойства электрометаллизационного потока / Н.Н. Литовченко, Б.И. Петряков, А.А. Толкачев, С.А. Блохин // Сварочное производство. 2013. №6. С. 43–47.

4. Восстановление деталей электродуговой металлизацией / Литовченко И.Н., Денисов В.И., Воробьев П.А., Юсим М.Ю. // Техника в сельском хозяйстве. 2008. № 2. С. 28–32

5. Влияние воздушного потока на качество электродугового напыления / Гусев В.М., Буклаков А.Г. // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. 2010. Т. 3. С. 34–38.

6. Активация процесса электродуговой металлизации жидким углеводородным топливом / Денисов В.И., Литовченко Н.Н., Логачёв В.Н., Толкачёв А.А. // Труды ГОСНИТИ. 2015. Т. 120. С. 160–165.

7. Совершенствование оборудования и технологии при электродуговой металлизации / Коломейченко А.В., Логачев В.Н., Литовченко Н.Н. // Образование, наука и производство. 2015. №4 (13). С. 27–32.

8. Способ измерения давления гетерофазного потока при сверхзвуковой электродуговой металлизации / Денисов В.И., Литовченко Н.Н., Логачев В.Н., Толкачев А.А. // Труды ГОСНИТИ. 2016. Т. 122. С. 163–166.

9. Технология восстановления коленчатых валов малогабаритных двигателей электродуговой металлизацией / Логачев В.Н., Измалков А.А. // Агротехника и энергообеспечение. 2016. № 3 (12). С. 71–77.

10. Улучшение физико-механических свойств покрытий полученных электродуговой металлизацией / Коломейченко А.В., Кравченко И.Н., Логачев В.Н., Литовченко Н.Н., Пузряков А.Ф. // Строительные и дорожные машины. 2015. № 7. С. 25–29.

11. Электродуговая металлизация: пути совершенствования оборудования и технологии / Логачев В.Н., Литовченко Н.Н. // Труды ГОСНИТИ. 2014. Т. 117. С. 228–234.

12. Пути совершенствования оборудования и технологии электродуговой металлизации / Литовченко Н.Н., Логачев В.Н. // Тракторы и сельхозмашины. 2013. №11. С. 52–54.

13. Метод аэрозольного флюсования при электродуговой металлизации / Воробьев П.А., Юсим М.Ю., Литовченко Н.Н., Денисов В.И. // Труды ГОСНИТИ. – Том 101. Москва. 2008. С 201–204.

14. Восстановление и упрочнение деталей машин сельскохозяйственного назначения сверхзвуковым газодинамическим

напылением / Коломейченко А.В., Коренев В.Н., Логачев В.Н., Титов Н.В., Семешин А.Л. // Практические рекомендации для руководителей и специалистов инженерно-технических служб АПК. Орел, 2012. – 47 с.

Логачев Владимир Николаевич, кандидат технических наук, доцент, logvovan@mail.ru. Россия, Орел, ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Измалков Александр Андреевич, магистр. Россия, Орел, ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

INFLUENCE OF CONTENT OF FLUX COMPONENTS ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF COATINGS OBTAINED BY ARC SPRAYING WITH APPLICATION OF AEROSOL FLUXING

Logatchev V.N., Izmalkov A.A.

Abstract. The article presents the results of wear data of crankshafts of engines Briggs & Stratton model 115400. Methods for determining the microhardness and carrying out tests for wear are described. The results of studies of the influence of the content of flux components on the physical and mechanical properties of coatings obtained by electroarc metallization (EM) using aerosol fluxing (AF) formed on 45G2 steel are issued. GOST 4543-71.

Keywords: electric arc metallization, aerosol fluxing, wear, microhardness, flux.

Logatchev Vladimir Nikolaevich, candidate of technical sciences, Associate professor, logvovan@mail.ru. Russia, Orel, FSBEI HE "Orel State Agrarian University named after N.V. Parachin"

Izmalkov Alexandr Andreevich, magistrate. Russia, Orel, FSBEI HE "Orel State Agrarian University named after N.V. Parachin"