

УДК 631.312.021

Повышение абразивной износостойкости деталей варьированием техники наплавки двухслойных покрытий с твердой поверхностью

Increase of abrasive wear resistance of parts by means of variation of welding technique of double-layer coatings with hard surface

И. В. КОЗАРЕЗ, канд. техн. наук**М. А. МИХАЛЬЧЕНКОВА, инж.****В. И. ЛАВРОВ, инж.****Н. В. СИНЯЯ, канд. техн. наук****Брянский государственный аграрный университет,
с. Кокино, Брянская обл., Россия, spo@bgsha.com****I. V. KOZAREZ, PhD in Engineering****M. A. MIKHAL'CHENKOVA, Engineer****V. I. LAVROV, Engineer****N. V. SINYAYA, PhD in Engineering****Bryansk State Agrarian University,
Kokino, Bryansk region, Russia, spo@bgsha.com**

Двухслойная наплавка, применяемая при восстановлении деталей строительной, дорожной и почвообрабатывающей техники, позволяет создавать покрытие, которое хорошо сопротивляется ударным нагрузкам и противостоит абразивному изнашиванию. Это обусловлено существенными различиями между свойствами нижнего относительно мягкого слоя и верхнего твердого. Известные исследования данного метода не рассматривают вопрос о влиянии техники наплавки на стойкость полученного покрытия к изнашиванию в среде с высоким содержанием абразивных включений. Цель данной работы — определить степени влияния технологических приемов формирования двухслойных покрытий на износостойкость деталей при их использовании в почвенной среде. Наплавка проводилась ручным способом по четырем вариантам технологии при восстановлении лемехов с лучевидным износом. Износ контролировался по потере массы. Проведенные эксперименты позволили установить, что износ в функции наработки подчиняется прямолинейной зависимости для всех вариантов технологии. Наработка до достижения установившегося режима изнашивания и предельного состояния зависит от техники наплавки. Рассмотрено влияние приемов технологии формирования покрытий на абразивную износостойкость, обусловленное различием термических воздействий на наплавленный металл. Оптимальный технологический вариант, обеспечивающий максимальную износостойкость покрытия, — охлаждение каждого валика при нанесении как первого, так и второго слоя. Применение такой технологии наплавки позволяет увеличить абразивную стойкость на 30 % в сравнении с другими приемами. Использование технологии двухслойной наплавки повышает ресурс восстановленного лемеха в два раза в сравнении с заводским.

Ключевые слова: двухслойная наплавка; износостойкость; техника наплавки; термический режим; абразивное изнашивание; наработка; ресурс.

The double-layer welding applied for restoration of parts of construction, road and tillage machinery allows to create a coating that resists shock loading and prevents abrasive wear. It is determined by significant differences between the properties of the lower layer that is relatively soft and the upper hard layer. Known researches of this method do not consider the influence of welding technology on the wear resistance of obtained coating in an environment with high content of abrasive inclusions. The aim of the paper is to determine the degree of influence of technological methods of double-layer coatings formation on the wear of parts used in soil medium. The welding was carried out manually during restoration of ploughshares with ray-shaped wear according to four variants of technology. The wear was controlled by weight loss. Experiments reveal that the wear in function of operating time is in straight-line dependence for all technology variants. Operating time before reaching the steady state mode of wear and the limit state depends on welding technique. The influence of methods of coating formation technology on abrasive wear resistance that is due to the difference of thermal influences on weld metal is considered. The optimal technology variant for maximum wear resistance of coating is cooling of each bead by applying both first and second layers. The implementation of such welding technology allows to increase the abrasive wear resistance by 30 % in comparison with other methods. The use of double-layer welding technology increases the resource of restored ploughshare by two times in comparison with a factory-made one.

Key words: double-layer welding; wear resistance; welding technique; thermal regime; abrasive wear; operating time; service life.

Введение

Изнашивание конструктивных элементов технических средств, предназначенных для разработки грунтов (строительных, мелиоративных, дорожных машин) и обработки почвы (почвообрабатывающих орудий), нередко сопровождается ударными нагрузками и образованием износов сложной пространственной конфигурации на рабочих поверхностях. Например, в условиях динамических нагрузений эксплуатируются ковши экскаваторов, сложную геометрию износов (лучевидный износ) имеют лемеха и отвалы плужных корпусов [1, 2].

При восстановлении деталей в этом случае используется двухслойная наплавка: первый слой наплавляется

электродным материалом с низким содержанием углерода (до 0,1 %), а второй, поверхностный, — электродом, обеспечивающим наплавленный металл высокой твердости с наличием в структуре карбидных включений [3, 4]. Нижний слой способствует сопротивлению изделия динамическим силовым воздействиям, а поверхностный обеспечивает сравнительно высокий уровень стойкости к абразивному изнашиванию. Применение такого способа также позволяет экономить дорогостоящие электродные материалы для износостойкой наплавки.

Имеющиеся работы [5] по данному вопросу, как правило, посвящены исследованиям специфики распределения микротвердости в наплавленном покрытии и основном металле. Влияние же техники двухслойной

наплавки на износостойкость поверхностного твердого слоя изучено недостаточно.

Цель исследования

В связи с этим целью исследования стало выявление влияния техники (приемов) двухслойной наплавки на абразивную износостойкость покрытий.

Материалы и методы

Эксперименты проведены в полевых условиях при вспашке суглинистых почв восстановленными лемехами. Восстановление заключалось в устранении лучевидного износа носка лемеха путем двухслойной наплавки. Выбор этих изделий в качестве экспериментальных образцов связан с их максимальными нагруженностью и интенсивностью изнашивания по сравнению с деталями, работающими в аналогичных средах. Полученные практические результаты могут применяться и для других конструктивных элементов техники для работы с почвой.

Формирование слоев осуществляли ручной электродуговой наплавкой. Первый слой наносили электродом для сварки углеродистых сталей Э42А, второй — электродом Т-590 для наплавки металла высокой твердости (60 HRC). Параметры режима наплавки принимали в соответствии с рекомендациями [6].

Исследовали лемеха, восстановленные по следующим технологическим приемам (вариантам):

- 1 — наплавка без остывания валиков;
- 2 — наплавка первого слоя с остыванием каждого валика до температуры 40–60 °С и второго слоя без остывания;
- 3 — наплавка первого слоя без остывания и второго слоя с остыванием каждого валика до температуры 40–60 °С;
- 4 — наплавка первого и второго слоев с остыванием каждого валика до температуры 40–60 °С.

Износ оценивали по потере массы детали Δm , кг, которую контролировали периодически после определенной наработки T , га. Такой критерий принят в связи с возможностью комплексной характеристики процесса изнашивания, так как линейный износ определяет изменение размеров только на локальном участке.

Предельным состоянием испытуемых лемехов считали образование трапецевидной формы.

Результаты и их обсуждение

Износ по массе в функции наработки носит линейный характер, одинаковый для всех вариантов рассматриваемой технологии (рис. 1), что подтверждает результаты, полученные ранее рядом исследователей.

Предельное состояние лемехов, выраженное в образовании трапецевидной формы, наступает при вспашке примерно 14,5–19,5 га и соответствует потере массы примерно 0,45 кг независимо от варианта восстановления. Лемеха с большей наработкой имеют несколько увеличенный износ Δm , но для упрощения анализа полученных результатов и их сравнимости за предельный износ приняли массу, равную 0,45 кг, что не отразилось на анализе результатов. Нужно отметить, что такая наработка превышает ресурс лемехов заводского исполнения более чем в 2 раза.

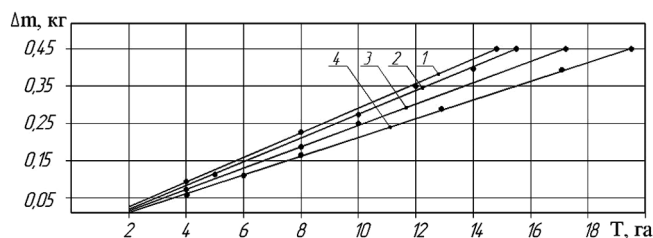


Рис. 1. Изменение износа Δm восстановленных лемехов в зависимости от наработки T (здесь и далее цифры соответствуют номерам технологических приемов)

Как следует из графиков, представленных на рис. 1, предельное состояние лемехов, восстановленных по разным технологическим вариантам, достигается за разную наработку, хотя наплавочные материалы и параметры режима для всех вариантов остаются неизменными. Это говорит о влиянии технологических приемов на ресурс реставрированного лемеха. Данное обстоятельство необходимо рассмотреть подробнее.

Зависимости Δm в функции T не могут отразить всю полноту процесса износа исследуемых покрытий. Поэтому дальнейший анализ результатов проводили по критерию абразивной износостойкости S . Показатель износостойкости S определяли как отношение наработки T к потере массы Δm .

Согласно полученным данным, наиболее интенсивно изнашивание происходит в первый период эксплуатации при наработке 4–10 га, как показывают кривые на рис. 2, хотя износостойкость в данном случае максимальна. Увеличенная износостойкость объясняется относительно высокой шероховатостью поверхности, что создает предпосылки для роста сопротивления перемещению абразивных частиц почвенной среды. Нужно учитывать факт наличия высокой твердости контактирующей поверхности. Не исключено и положительное влияние интерметаллидных составляющих структур, которые, как правило, концентрируются в поверхностных слоях.

Снижение износостойкости обусловлено приработкой испытуемых лемехов. Прежде всего происходит адаптация рабочей поверхности, а точнее ее шероховатости, к свойствам истирающей среды. При этом имеет место удаление высокотвердых интерметаллидов.

Стабилизация процесса износа лемехов, реставрированных по разным технологическим вариантам, наступает через неодинаковые промежутки времени. Так, для варианта 1 она наступает примерно через 10–11 мин, тогда как для варианта 4 — через 14–15 мин. Таким образом, время приработки определяется используемым технологическим приемом.

Наряду с вышеизложенным выявлено, что износостойкость в установившемся режиме изнашивания зависит от технологического варианта формирования покрытия (см. рис. 2) и связана с ресурсом лемеха (рис. 3). Минимальное значение износостойкости $S = 14,5$ га/кг наблюдается при варианте 1, максимальное $S = 19,5$ га/кг соответствует варианту 4.

Механика изменения износостойкости деталей, восстановленных по разным вариантам, лежит в различии термических режимов наплавки.

Сравнительно невысокое значение износостойкости лемехов, восстановленных по технологическому вари-

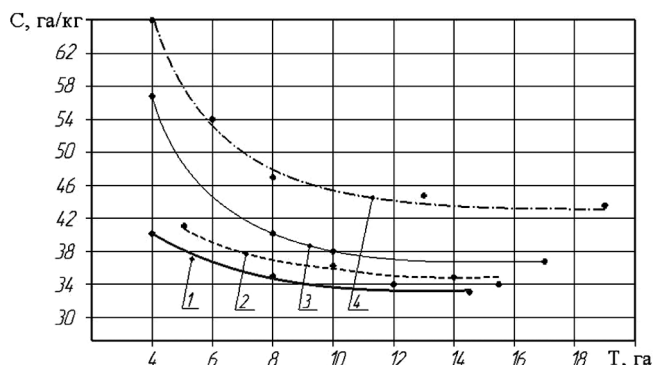


Рис. 2. Влияние наработки на изменение износостойкости

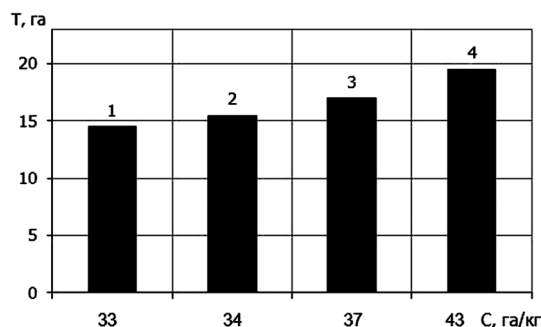


Рис. 3. Влияние технологических приемов на абразивную износостойкость опытных лемехов и их ресурс

анту 1, связано с двумя факторами: максимально возможное проявление отжигающего эффекта и повышенная склонность к перемешиванию металла первого и второго слоев приводят к снижению твердости поверхности. При восстановлении по варианту 2 отжигающий эффект не проявляется, однако наплавка второго слоя без перерыва обеспечивает замедление его остывания, тем самым снижая вероятность образования закалочных и карбидных фаз. Применение наплавки по варианту 3 создает определенные условия для более полного формирования (в сравнении с вариантом 2) твердых структур, однако и в этом случае существенное отрицательное влияние оказывает высокая температура первого слоя.

Наиболее приемлемый термический режим имеет место при реставрации лемеха по технологическому варианту 4. Поэтапное остывание валиков как первого, так и второго слоя перед нанесением последующих создает благоприятные термические условия для формирования структур, обеспечивающих высокую износостойкость поверхности, соответствующую техническим нормативам на электрод Т-590.

Из анализа полученных результатов следует, что путем использования рационального приема формирования двухслойного покрытия можно увеличить износостойкость не только лемехов, но и других деталей, эксплуатируемых в почвенной среде, примерно в 1,3 раза без существенных затрат.

Таким образом, анализ технологий двухслойной наплавки показывает, что эти приемы можно использовать при восстановлении поверхности при лучевидном износе в области носка лемеха для достижения ресурса 25–35 га соответственно технологическим вариантам и условиям эксплуатации.

Выводы

1. Техника наплавки двухслойных покрытий с высокой твердостью поверхности при восстановлении деталей рабочих органов почвообрабатывающих орудий оказывает существенное влияние на их стойкость к абразивному изнашиванию.

2. Повышение износостойкости зависит от термического режима формирования слоев.

3. Максимальное значение износостойкости достигается, когда наплавка и первого, и второго слоя сопровождается остыванием каждого валика перед нанесением последующего.

Литература и источники

1. Михальченко А. М., Бутарева Е. В., Михальченкова М. А. Изнашивание локальноупрочненных деталей при свободном перемещении в абразивной среде (на примере плужного лемеха) // Упрочняющие технологии и покрытия. 2014, № 3. С. 39–44.
2. Тюрева А. А., Прудников С. Н., Паршикова Л. А. Методика изучения износов и твердости отвалов после их эксплуатации и восстановления // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2016, № 2. С. 97–102.
3. Михальченко А. М., Тюрева А. А., Козарез И. В. и др. Способ восстановления и упрочнения плужных лемехов устранением лучевидного износа двухслойной наплавкой. Патент РФ № 2370351, 2008.
4. Михальченко А. М., Козарез И. В., Будко С. И. и др. Структура и свойства одно- и двухслойной износостойкой наплавки при восстановлении деталей // Упрочняющие технологии и покрытия. 2012, № 1. С. 30–32.
5. Михальченко А. М., Михальченкова М. А., Орехова Г. В. Изменение механических свойств абразивостойкой системы основной металл — двухслойное покрытие при наплавке порошковой проволокой с учетом времени между нанесением слоев // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2015, № 5. С. 28–33.
6. Руководство по ручной дуговой сварке для начинающих [Электронный ресурс]. URL: http://motoblokov.net/d/123344/d/rukovodstvo_po_svarke.pdf (дата обращения 23.07.2016).

References

1. Mikhal'chenkov A. M., Butareva E. V., Mikhal'chenkova M. A. Wear of locally reinforced parts in free movement in the abrasive media (on the example of ploughshare). *Uprochnyayushchie tekhnologii i pokrytiya*, 2014, no. 3, pp. 39–44 (in Russ.).
2. Tyureva A. A., Prudnikov S. N., Parshikova L. A. Method for studying the wear and hardness of mouldboards after their use and restoration. *Vestnik Bryanskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*, 2016, no. 2, pp. 97–102 (in Russ.).
3. Mikhal'chenkov A. M., Tyureva A. A., Kozarez I. V., Komogortsev V. F. *Sposob vosstanovleniya i uprochneniya pluzhnykh lemehov ustraneniem luchevidnogo iznosa dvukhsloynoy naplavkoy* [Method for restoration and hardening of ploughshares by elimination of radial wear with double-layer surfacing]. RF patent no. 2370351, 2008.
4. Mikhal'chenkov A. M., Kozarez I. V., Budko S. I., Kovalev A. P. Structure and properties of one- and double-layer wear-resistant surfacing in parts restoration. *Uprochnyayushchie tekhnologii i pokrytiya*, 2012, no. 1, pp. 30–32 (in Russ.).
5. Mikhal'chenkov A. M., Mikhal'chenkova M. A., Orekhova G. V. Change in mechanical properties of the abrasion-resistant system "basic metal — double-layer coating" during surfacing with a flux-cored wire, taking into account the time between coats application. *Remont. Vosstanovlenie. Modernizatsiya*, 2015, no. 5, pp. 28–33 (in Russ.).
6. Beginners guide to manual arc welding. URL: http://motoblokov.net/d/123344/d/rukovodstvo_po_svarke.pdf (accessed 07.23.2016).