

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2021.55.25.032

Экономическая эффективность восстановления бил молотковых мельниц электрошлаковой наплавкой

Комков Вячеслав ГригорьевичКандидат технических наук,
доцент,Тихоокеанский государственный университет,
680035, Российская Федерация, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136;
e-mail: 005550@pnu.edu.ru

Аннотация

Износ бил молотковых мельниц в условиях абразивного износа происходит быстротечно, что ограничивает период наработки на отказ. Замена бил на новые влечет большие финансовые потери. Восстановление изношенных бил молотковых мельниц методом электрошлаковой наплавки значительно удешевляет ремонт мельниц. При использовании дополнительного легирования при электрошлаковой наплавке повышается износостойкость бил, что приводит к повышению срока службы бил до трех раз. В результате исследования разработана технология восстановления БММ. Разработан стенд для электрошлаковой наплавки сильноизношенных деталей, который позволяет посредством одного привода обеспечить восстановление деталей на нескольких позициях не зависимо друг от друга. Полученная конструкция в полной мере отвечает современным требованиям, предъявляемым к устройствам данного типа. Разработанная система легирования повышает ресурс БММ в два раза по сравнению с применяемыми в настоящее время на теплоэлектростанциях. В результате расчета экономической эффективности, выявлено, что срок окупаемости налаженного производства составляет 0,3 года.

Для цитирования в научных исследованиях

Комков В.Г. Экономическая эффективность восстановления бил молотковых мельниц электрошлаковой наплавкой // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2021. Том 11. № 3А. С. 325-330. DOI: 10.34670/AR.2021.55.25.032

Ключевые слова

Легирование, электрошлаковая наплавка, била молотковых мельниц.

Введение

Увеличение срока службы детали особенно важно, если от нее зависит работа высокопроизводительного оборудования, а замена такой детали связана с длительными простоями. Этим обусловлена большая технико-экономическая эффективность наплавки в металлургии, горнодобывающей и нефтехимической промышленности, сельскохозяйственном машиностроении и в других отраслях промышленности.

Для наплавки могут быть использованы различные сварочные процессы, в том числе и электрошлаковые. В основе электрошлаковых технологий лежит процесс выделения теплоты в расплавленном шлаке при пропускании через него электрического тока. Способ электрошлаковой сварки был разработан в начале 50-х годов в ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины. Практически сразу вслед за этим электрошлаковый процесс начали применять и для наплавки.

Всё это обуславливает необходимость проектирования предприятий по восстановлению деталей методом электрошлаковой наплавки. Для этого также необходимо разрабатывать установки для электрошлаковой наплавки, а также устройства и приспособления, которые могут использоваться для совершенствования процесса наплавки.

Так анализ эксплуатации черпаковой цепи показал, что отдельные пальцы, работающие на глинистых и илистых грунтах, меняются с частотой от 3 до 7 дней, а при работе на песчаных грунтах максимальный износ на некоторых втулках может быть достигнут за одни сутки. Бывали случаи, когда при работе на крупнозернистых грунтах кольца, установленные в проушинах черпака, изнашивались катастрофически, и это приводило к длительным простоям и замене черпака полностью.

Основная часть

Для легирования наплавленного металла используют легирующие порошки или прутки из легирующих сплавов, не редко используют готовые порошковые проволоки с системами легирования Cr-Ni; Fe-Cr-Ni-Mn-Mo-Ti-Nb; Cr-Mn; Cr-B; Cr-W-V; Fe-Cr-Mn-N.

Электрошлаковая наплавка БММ имеет хорошие перспективы. Технологические особенности и преимущества электрошлаковой наплавки позволят поставить этот способ в один ряд с самыми распространенными методами наплавки. Применение ЭШН во многих случаях дает гораздо больший эффект, чем дуговая наплавка. Электрошлаковый процесс позволяет поднять производительность, удешевить электродный материал, упростить оборудование и механическую обработку. Кроме того, можно добиться улучшения качества наплавленного слоя – результат снижения количества макродефектов и применять новые наплавочные материалы.

Для проведения исследований по процессам наплавки разработана опытная установка для электрошлаковой наплавки с двумя рабочими. В данной установке можно проводить исследования по легированию рабочей поверхности, это осуществляется за счет установки легирующей вставки в паз, имеющий форму ласточкиного хвоста и находящийся в кристаллизаторе.

Применение двухпозиционного станда значительно повышает производительность.

Проведем расчет калькуляции затрат на восстановление бил молотковых мельниц. Для расчета принимаем значение трудоемкости восстановления одного била молотковых мельниц равное $t = 0,66$ чел.·ч.

Для разработки участка по восстановлению бил молотковых мельниц методом электрошлаковой наплавки используются собственные источники финансирования.

Тарифная заработная плата ЗП_Т, в рублях на единицу работы (р./ед.)

$$ЗП_T = ч_{ст} \cdot t,$$

где ч_{ст} - часовая тарифная ставка, р. Принимаем среднюю часовую тарифную ставку 150 р. Тогда

$$ЗП_T = 150 \cdot 0,66 = 99 \text{ р./ед.}$$

Учитывая все доплаты, принятые для Хабаровского края для семи работников годовой фонд оплаты труда производственных рабочих:

$$ФОТ = 4247000 \text{ р.}$$

Затраты материалов для восстановления бил молотковых мельниц определяется в зависимости от норм расхода материалов. Необходимое количество материалов Н, в кг, для каждого вещества определяется по нормам расхода.

Расходуемые материалы:

пруток из арматурной стали диаметра 20мм(электрод);

флюс А-348;

легирующая вставка (включая шеелит для легирования через флюс).

Расчет затрат на материалы сводим в табл. 1.

Таблица 1 - Расчет затрат на материалы на единицу продукции (по ценам на 11.04.2021)

Материал	Единицы измерения	Расход	Затраты, руб.
Электрод	кг.	3,15	315
Флюс	кг.	0,43	262
Легирующая вставка	-	1	112

Расход силовой электроэнергии при ЭШН бил молотковых мельниц по результатам расчёта в технологической части - 5кВт/ед., а расход бытовой электроэнергии составил 0,5 кВт/ед.

Так как производственные площади арендуются, то в статью расходов входит только отчисления за аренду (с учётом затрат на содержание оборудования) и составляют 60тыс.р. в месяц.

Тогда на единицу продукции:

$$З_{уч} = 60000 \cdot 12 / 20000 = 36 \text{ р./ед.}$$

Сумму капитальных вложений составляют расходы на приобретение оборудования. Приобретаемое оборудование приведено в табл. 2.

Таблица 2 - Приобретаемое оборудование

Наименование	Количество, шт	Стоимость, р.
Стенд для ЭШН	2	120000
Верстак слесарный мод. ВС-1	3	4800
Весы механические мод. ВМС-30	1	3430
Комплект оборудования для плазменной резки	1	290000
Ручная отрезная электромашина мод. 8Е-230	1	5900
Гидравлический пресс мод. Р-342М2	1	50000
Термическую печь мод. Г-30А	1	103000
Сварочный трансформатор мод.ТФЖД-2002	2	300000

Наименование	Количество, шт	Стоимость, р.
Сварочный трансформатор мод.ТДМ-503	1	9300
Сварочный стол мод. ССН-01	1	44604
Итого	-	1360634

Составляющие участковой производственной себестоимости единицы работы C_3 , в рублях, сводим в таблицу 3.

Таблица 3 - Участковая производственная себестоимость единицы

Составляющая	Обозначение	Значение
Основная заработная плата	$Z_{\text{осн}}$	189,6
Дополнительная заработная плата	$Z_{\text{доп}}$	22,75
Единый социальный налог	$Z_{\text{есн}}$	55,2
Аренда	$Z_{\text{уч}}$	36
Расходы на амортизацию	A_o	9,73
Затраты на расход силовой электроэнергии	$C_{\text{эл}}$	8,25
Затраты на расход бытовой электроэнергии	$C_{\text{быт}}$	0,825
Затраты на материалы	C_x	689
Участковая производственная себестоимость единицы работы		725

Прочие производственные расходы составляют 0,5 % от заводской себестоимости.

Полная себестоимость

$$C_{\text{п}} = 1,005 \cdot C_3 = 725 \cdot 1,005 = 728,6 \text{ р./ед.}$$

Налоговые отчисления берутся от себестоимости в размере 0,2%

$$Z_{\text{н.р}} = 0,002 \cdot C_{\text{п}} = 0,002 \cdot 728,6 = 1,4 \text{ р./ед.}$$

Расходы на маркетинговые исследования (для обеспечения спроса на продукцию) также берётся от себестоимости в размере 0,05%

$$Z_{\text{н.ми}} = 0,0005 \cdot C_{\text{п}} = 0,0005 \cdot 728,6 = 0,4 \text{ р./ед.}$$

Итого отчислений $Z_{\text{н}}$ — 1,8 р./ед.

Отпускная цена с учетом НДС (18 %) и других отчислений определяется по формуле /39, с.16/.

$$Z_{\text{ндс}} = 1,2 \cdot (728,6 + 1,8) = 876,5 \text{ р./ед.}$$

Цены новых бил молотковых мельниц, покупаемых у заводов производителей, имеют цену от 1250 до 1850 р./ед. Для сравнительного расчета примем цену новой БММ 1300 р./ед., как близкое к нижнему значению. Предполагается установить цену 1100 р./ед. для появления спроса и повышения конкурентоспособности. Следовательно, прибыль для потребителя от внедрения технологии восстановления БММ методом электрошлаковой наплавки определяется по формуле:

$$P_{\text{р}} = Z_{\text{н}} - Z_{\text{в}} = 1100 - 876,5 = 223,5 \text{ р./ед.}$$

Коэффициент эффективности

$$K_{\text{э}} = P_{\text{р}} / Z_{\text{в}} = 223,5 / 876,5 = 0,25.$$

Причинами низкой стоимости восстановления БММ являются:

высокая эффективность процесса электрошлаковой наплавки;

низкий расход присадочного материала и малая стоимость флюса и графитовой вставки.

Таким образом стоимость восстановленного била молотковых мельниц составляет 876,5 р., что значительно ниже стоимости нового поставляемого заводом изготовителем по цене 1300 рублей. Годовая прибыль от реализации проекта на $N = 20000$ ед. составляет 4470000р.

Срок окупаемости рассчитываемого предприятия

$$\text{Ток} = K_{\text{вл}} / (P_{\text{р}} + A_o) = 1360634 / (4470000 + 194571) = 0,3 \text{ г.}$$

Заключение

В результате исследования разработана технология восстановления БММ. Разработан стенд для электрошлаковой наплавки сильноизношенных деталей, который позволяет посредством одного привода обеспечить восстановление деталей на нескольких позициях не зависимо друг от друга. Полученная конструкция в полной мере отвечает современным требованиям, предъявляемым к устройствам данного типа. Разработанная система легирования повышает ресурс БММ в два раза по сравнению с применяемыми в настоящее время на теплоэлектростанциях. В результате расчета экономической эффективности, выявлено, что срок окупаемости налаженного производства составляет 0,3 года.

Библиография

1. Гаркунов Д. Н. Триботехника (конструирование, изготовление и эксплуатация машин). 5-е изд., перераб. и доп. Москва: Изд-во МСХА, 2002. 632 с.
2. Тененбаум М. М. Сопrotивление абразивному изнашиванию. Москва: Машиностроение, 1976. 271 с.
3. Усольцев А. А., Кибко Н. В., Козырев Н. А., Башенко Л. П., Гусев А. И. Исследование качества металла, наплавленного порошковыми проволоками системы Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2018. № 1. С. 5–10.
4. Петровский В. А., Рубан А. Р. Результаты исследования абразивного износа деталей черпаковой цепи земснаряда // Вестник АГТУ. Сер. Морская техника и технология. 2014. № 1. С. 94–99.
5. Артемьев А. А., Соколов Г. Н., Дубцов Ю. Н., Лысак В. И. Формирование композиционной структуры износостойкого наплавленного металла с боридным упрочнением // Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. 2011. № 2. С. 44–48.
6. Язики А., Чавдар Ю. Исследование пахотного инструмента из борированного спеченного железа // Металловедение и термическая обработка металлов. 2016. № 12. С. 56–60.
7. Сенчишин В. С. Пулька Ч. В. Современные методы наплавки рабочих органов почвообрабатывающих и уборочных сельскохозяйственных машин // Автоматическая сварка. 2012. № 9 (13). С. 48–54.
8. Ишков А. В., Кривочуров Н. Т., Мишустин Н. М. Износостойкие боридные покрытия для почвообрабатывающих органов сельхозтехники // Вестник АГАУ. 2010. № 9 (71). С. 71–75.
9. Ожегов Н. М., Капошко Д. А., Будко С. И. Методы снижения изнашивающей способности почвы при трении деталей почвообрабатывающих машин // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2009. № 13. С. 132–133.
10. Кусков Ю. М., Соловьев В. Г., Жданов В. А. Торцевая электрошлаковая наплавка электродом большого сечения в токоподводящем кристаллизаторе // Автоматическая сварка. 2017. № 12. С. 40–45. DOI: 10.15407/as2017.12.05.
11. Прияткин Д. В., Артемьева А. А., Лойко П. В., Соколов Г. Н., Лысак В. И. Исследование структуры и свойств износостойкого наплавленного сплава системы Fe-C-Cr-Ni-Mn-Mo-Ti-Nb // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2020. № 6. С. 71–75. DOI: 10.35211/1990-5297-2020-6-241-71-75.
12. Дергачев А.Ф. Экономика авторемонтного производства.—М.: Транспорт, 1985.—160с.

Economic efficiency of restoration of hammer mills by electroslag surfacing

Vyacheslav G. Komkov

PhD in technical science,

Associate Professor,

Pacific State University,

680035, 136, Tikhookeanskaya st., Khabarovsk, Russian Federation;

e-mail: 005550@pnu.edu.ru

Abstract

The wear of hammer mill bits under conditions of abrasive wear occurs rapidly, which limits the operating time to failure. Replacing the BIL with new ones entails large financial losses. Restoration of worn-out hammer mill bits by electroslag surfacing significantly reduces the cost of mill repairs. When using additional alloying in electroslag surfacing, the wear resistance of the billets increases, which leads to an increase in the service life of the billets up to three times. As a result of the research, a technology for restoring BMM was developed. A stand for electroslag surfacing of highly worn parts has been developed, which allows for the restoration of parts in several positions independently of each other by means of a single drive. The resulting design fully meets the modern requirements for devices of this type. The developed doping system increases the resource of BMM twice as compared to those currently used in thermal power plants. As a result of the calculation of economic efficiency, it was revealed that the payback period of the established production is 0.3 years.

For citation

Komkov V.G. (2021) Ekonomicheskaya effektivnost' vosstanovleniya bil molotkovykh mel'nits elektroshlakovoi naplavkoi [Economic efficiency of restoration of hammer mills by electroslag surfacing]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 11 (3A), pp. 325-330. DOI: 10.34670/AR.2021.55.25.032

Keywords

Alloying, electroslag surfacing, hammer mill beaters.

References

1. Garkunov D. N. Tribotechnika (design, manufacture and operation of machines). 5th ed., reprint. and add. Moscow: MSHA Publishing House, 2002. 632 p.
2. Tenenbaum M. M. Resistance to abrasive wear. Moscow: Mashinostroenie, 1976. 271 p.
3. Usoltsev A. A., Kibko N. V., Kozyrev N. A., Baschenko L. P., Gusev A. I. Investigation of the quality of metal deposited by powder wires of the Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo system. 2018. No. 1. pp. 5-10.
4. Petrovsky V. A., Ruban A. R. Results of the study of abrasive wear of parts of the dredger scoop chain // Bulletin of AGTU. Ser. Marine engineering and technology. 2014. No. 1. pp. 94-99.
5. Artemyev A. A., Sokolov G. N., Dubtsov Yu. N., Lysak V. I. Formation of composite structure of wear-resistant surfaced metal with boride hardening // Izvestiya vuzov. Powder metallurgy and functional coatings. 2011. No. 2. pp. 44-48.
6. Yaziki A., Chavdar Yu. Research of plowing tools made of borated sintered iron // Metallology and heat treatment of metals. 2016. No. 12. pp. 56-60.
7. Senchishin V. S. Pulka Ch. V. Modern methods of surfacing of working bodies of tillage and harvesting agricultural machines // Automatic welding. 2012. No. 9 (13). pp. 48-54.
8. Ishkov A.V., Krivochurov N. T., Mishustin N. M. Wear-resistant boride coatings for tillage bodies of agricultural machinery // Bulletin of the AGAU. 2010. No. 9 (71). pp. 71-75.
9. Ozhegov N. M., Kaposhko D. A., Budko S. I. Methods of reducing the wear capacity of the soil during the friction of parts of tillage machines // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2009. No. 13. pp. 132-133.
10. Kuskov Yu. M., Solov'ev V. G., Zhdanov V. A. End-face electroslag surfacing with a large-section electrode in a current-carrying mold // Automatic welding. 2017. No. 12. pp. 40-45. DOI: 10.15407/as2017.12.05.
11. Pleasant D. V., Artemyeva A. A., Loiko P. V., Sokolov G. N., Lysak V. I. Investigation of the structure and properties of a wear-resistant deposited alloy of the Fe-C-Cr-Ni-Mn-Mo-Ti-Nb system // Proceedings of the Volgograd State Technical University. 2020. No. 6. pp. 71-75. DOI: 10.35211/1990-5297-2020-6-241-71-75.
12. Dergachev A. F. Economy of auto repair production. - M.: Transport, 1985— - 160c.