

ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ФУТЕРУВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОШЛАКОВОГО НАПЛАВЛЕННЯ В СТРУМОПІДВІДНОМУ КРИСТАЛІЗАТОРІ

А.В. Нетяга, Ю.М. Кусков, В.М. Проскудін, В.О. Жданов

ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України. 03150, м. Київ, вул. Казимира Малевича, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

Показано, що в умовах жорсткого абразивного зношування, властивого деталям обладнання гірничо-металургійного комплексу, необхідно використовувати наплавлення високозносостійкими матеріалами, зокрема, високохромистим чавуном. Такі футерувальні шари можна наносити за допомогою електрошлакового наплавлення в струмопідвідному кристалізаторі різного перерізу. При цьому можливе застосування як відновлювального, так і виготовлюваного наплавлення. Показано особливості наплавлення кожним із цих способів. Проводяться промислові випробування наплавлених футеровок стосовно деталей шокової дробарки СМД-11 і ковша навантажувача. Бібліогр. 7, табл. 1, рис. 3.

Ключові слова: електрошлакове наплавлення, струмопідвідний кристалізатор, футерувальні елементи, зношування

Вступ. За масою і розмірами устаткування, що використовується, гірничо-металургійний комплекс можна віднести до найбільш металомістких галузей промисловості. Зростання одиначної потужності дробильно-розмольного обладнання підвищує його продуктивність, збільшує час роботи внаслідок зменшення простоїв у ремонті. Потужна дорожньо-будівельна техніка дозволяє здійснювати вилучення, перенесення і навантаження великих мас різних типів порід, що розробляються.

Чорна металургія України виробляє близько 30 % обсягу промислової продукції та забезпечує майже половину валютних надходжень країни. За обсягами виробництва та експорту металопродукції Україна впевнено входить до першої десятки світових виробників сталі [1, 2].

Створення все більш потужного обладнання та інтенсивне його використання в жорстких умовах експлуатації призводить до великих втрат зношеного металу робочих органів та їх передчасного виходу з ладу. Одним із способів продовження терміну його служби є електрошлакове наплавлення (ЕШН), яке отримало свій розвиток практично відразу ж з відкриттям електрошлакового процесу.

Однією з перспективних технологій виготовлення та відновлення деталей, що зношуються, є електрошлакове наплавлення в струмопідвідному кристалізаторі (СПК). Основою його є використання при ЕШН оригінальної конструкції порожнистого водоохолоджуваного невитратного електрода, що забезпечує одночасно виконання кількох функцій: підтримка електрошлакового процесу із забезпеченням формування наплавного металу і обертання шлакової та металевої ванни в горизонтальній площині [3].

Основний досвід його використання було отримано за відновлення валків прокатних станів на металургійних підприємствах України та Російської Федерації. В даний час накопичені знання дозволяють розширити його застосування і на інші об'єкти, що експлуатуються в умовах навіть складніших, ніж прокатні валки.

Метою даної роботи є обговорення особливості і можливості використання технології ЕШН в СПК стосовно деталей і вузлів обладнання, експлуатація якого супроводжується великими втратами металу робочих поверхонь і прискореним виходом їх з ладу, зокрема, шокових дробарок і ковшів кар'єрних екскаваторів і навантажувачів.

Обговорення. Враховуючи, що при експлуатації даного обладнання процес зношування відбувається з великою інтенсивністю, для його зниження робочі органи оберігають від зношування установкою захисних футеровок (броні), найчастіше виготовлених зі сталі 110Г13Л. Однак, як видно з таблиці, довговічність таких футеровок вимірюється кількома днями [4].

У разі переробки залізистих кварцитів Інгулецького ГЗК швидкість зносу броней дробарок КМДТ-2000 змінюється від 0,15 до 0,20 мм/ч [5].

ЕШН в СПК дозволяє використовувати як наплавні матеріали, сплави більш зносостійкі, ніж сталь 110Г13Л, зокрема, високохромисті чавуни з 15...30 % Cr.

Основною відмінністю даної технології наплавлення такого типу матеріалів від отримання футерувальних біметалічних листів методом дугового наплавлення порошковими стрічками [6] є повна відсутність у наплавленому металі тріщин, що визначається особливостями протікання теплових процесів за наявності високотемпературної шлакової ванни.

Термін служби деяких футеровок (з бронєю) зі сталі 110Г13Л гірничо-металургійного виробництва

Агрегат	Відливка	Маса відливок, кг	Термін служби, дні	Причини виходу із ладу
Щекова дробарка	Бронь середньої нижньої щоки	1145	6...8	Стирання, злам
	Бронь крайньої нижньої щоки	690	6...8	Стирання
Кульовий млин	Футеровка	250	12	«-»
Конусна дробарка	Бронь конусу	890	12	«-»
	Бронь нерухома	900	12	«-»

Наплавні матеріали можуть виготовлятися у вигляді дискретних присадок [7] або у вигляді електродів великого перерізу.

В даний час найбільше випробування технології пройшло при напавленні в СПК круглого перерізу 80...180 мм. У зв'язку з тим, що в більшості випадків ставиться завдання отримання футеровок з товщиною наплавленого шару не більше 30...50 мм, тому використовується техніка напавлення в стаціонарному кристалізаторі. При таких напавлюваних товщинах напавлений шар має можливість кристалізуватися в формувальній секції СПК без порушення стабільності електрошлакового процесу. Крім того, відсутність при напавленні відносного переміщення СПК і шару, що наплавляється, дозволяє виключити стеження за рівнем металевої ванни і спростити конструкцію СПК, перетворивши її з звичайно застосовуваного трисекційного пристрою в двосекційний (без наявності проміжної секції).

Незалежно від умов експлуатації зношувальних деталей та економічної ефективності технології їх зміцнення запропоновано кілька способів виконання напавних робіт. Насамперед, це напавлення зносостійких шарів на окремі сталеві заготовки з низьколегованої сталі з розмірами, що відповідають діаметру формувальної секції СПК. Надалі ці біметалічні «кнопки» локально приварюються по сталевій основі до робочих поверхонь деталі. Останні теж можуть бути виготовлені з того ж типу сталі (виготовлювальне напавлення) або бути попередньо механічно обробленою поверхнею зношеної деталі (відновлювальне напавлення). У другому випадку необхідно ретельний вибір зварювальних матеріалів, особливо якщо зношена поверхня є сталь 110Г13Л.



Рис. 1. Біметалічна заготовка діаметром 180 мм, призначена для приварювання до робочої поверхні, що зношується

На рис. 1 показана біметалічна заготовка діаметром 180 мм (сталь + високохромистий чавун), призначена для приварювання до робочої поверхні деталі.

Технологія дозволяє наносити локальні напавлювані шари і безпосередньо на робочу поверхню деталі, призначену під відновлювальне або виготовлювальне напавлення. Основна складність виконання такого напавлення це накопичення зварювальних напруг і поява деформацій в деталі у разі порушення оптимального технологічного процесу. У зв'язку з тим, що часто напавлювані деталі як за масою, так і розмірами досить великі і мають різноманітні форми, більш раціонально використовувати СПК, що забезпечують отримання біметалічних заготовок квадратного або прямокутного перерізу.

На рис. 2 показано двосекційний кристалізатор перетином 200×200 мм. Напавлений біметал,



Рис. 2. Струмопідвідний двосекційний кристалізатор перетином 200×200 мм

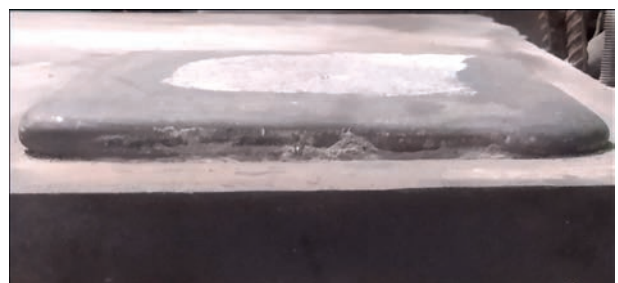


Рис. 3. Біметалеве футерування, отримане напавленням в СПК перерізом 200×200 мм

отриманий у такому кристалізаторі, має добре сформований шар без наявності як у ньому, так і в зоні сплавлення з основним металом будь-яких дефектів (рис. 3).

В даний час обидва типи кристалізаторів знаходяться в експлуатації. З їх допомогою наплавлено футерування щоклової дробарки СМД-111 та ковша навантажувача, які зараз проходять промислові випробування.

Висновок

Перспективним способом підвищення довговічності деталей гірничо-металургійного комплексу є забезпечення їх захисту від зношування шляхом виготовлення зносостійких футеровок методом електрошлакового наплавлення в стаціонарному струмопідвідному кристалізаторі.

При використанні захисних біметалічних футеровок може застосовуватися як відновлювальне, так і виготовлювальне наплавлення в залежності від умов експлуатації деталей, що зношуються, і економічної ефективності способу їх зміцнення.

Список літератури

1. Дюдкин Д.А. (2002) Конкурентоспособность металлопродукции – важнейший фактор развития черной металлургии Украины. *Металл и литье Украины*, 7-8, 70–71.
2. Мазур В.Л., Голубченко А.К. (2007) Анализ тенденций развития горно-металлургического комплекса Украины. *Сталь*, 4, 83–93.
3. Кусков Ю.М. (1999) Наплавка в токоподводящем кристаллизаторе – перспективное направление развития электрошлаковой технологии. *Автоматическая сварка*, 9, 76–80.

4. Крылова С.Е., Грызунов В.И., Фирсова Н.В., Соколов С.О. (2011) Условия формирования структуры экономнолегированных сталей, предназначенных для работы при повышенном износе. *Металловедение и терм. обработка металлов*, 5, 38–46.
5. Баранов Е.Г., Корниенко Я.П., Беляев Ю.В., Шолудько Н.М. (1981) Оптимизация режима работы конусных дробилок мелкого дробления. *Металлургическая и горнорудная промышленность*, 45–46.
6. Рябцев И.А., Демченко Ю.В., Панфилов А.И. (2020) Износостойкий и коррозионноустойчивый биметалл. Киев, ИЭС им. Е.О. Патона.
7. Кусков Ю.М. (2014) Дискретные присадочные материалы для наплавки в токоподводящем кристаллизаторе. *Автоматическая сварка*, 6-7, 101–106.

References

1. Dyudkin D.A. (2002) The competitiveness of metal products – the most important factor in the development of ferrous metallurgy of Ukraine. *Metall i Lityo Ukrainy*, 7-8, 70–71 [in Russian].
2. Mazur, V.L., Golubchenko, A.K. (2007) Analysis of development of mining-metallurgical complex of Ukraine. *Stal*, 4, 83–93 [in Russian].
3. Kuskov, Yu.M. (1999) Surfacing in current-conducting mould - perspective direction of development of electroslag technology. *Avtomatich. Svarka*, 9, 76–80 [in Russian].
4. Krylova, S.E. Gryzunov, V.I., Firsova, N.V., Sokolov, S.O. (2011) Conditions of structure formation of sparcely-alloyed steels designed for operation at higher wear. *Metallovedenie i Term. Obrabotka Metallov*, 5, 38–46 [in Russian].
5. Baranov, E.G., Kornienko, Ya.P. Belyaev, Yu.V., Sholudko, N.M. (1981) Optimization of operation mode of cone fine crushers. *Metallurgicheskaya i Gornorudnaya Promyshlennost*, 45–46 [in Russian].
6. Ryabtsev, I.A., Demchenko, Yu.V., Panfilov, A.I. (2020) *Wear- and corrosion-resistant bimetall*. Kiev, PWI [in Russian].
7. Kuskov, Yu.M. (2014) Discrete filler materials for surfacing in current-conducting mould. *The Paton Welding J.*, 6-7, 101–106.

TECHNOLOGIES OF MANUFACTURING LINING ELEMENTS BY THE METHOD OF ELECTROSLAG HARDFACING IN A CURRENT-CONDUCTING MOULD

A.V. Netyaga, Yu.M. Kuskov, V.M. Proskudin, V.O. Zhdanov

E.O. Paton Electric Welding Institute of the NAS of Ukraine. 11 Kazymyr Malevych Str., 03150, Kyiv, Ukraine.

E-mail: office@paton.kiev.ua

It is shown that under the conditions of hard abrasive wear, characteristic for parts of mining industry equipment, hardfacing with wear-resistant materials, in particular high-chromium cast iron, should be used. Such lining layers can be applied by electros slag hardfacing in a current-conducting mould of different cross-sections. Here, it is possible to apply both restorative and fabrication hardfacing. Features of hardfacing by each of these methods are shown. Industrial tests of deposited lining were performed in the case of components of jaw crusher SMD-11 and loader bucket. 7 Ref., 1 Tabl., 3 Fig.

Keywords: electros slag hardfacing, current-conducting mould, lining elements, wear

Надійшла до редакції 08.11.2021

III Міжнародний форум-виставка
KHARKIV PROM DAYS в 2022!

Основною метою виставки-форуму є налагодження комунікації між підприємствами та потенційними замовниками, висвітлення технологічних можливостей підприємств Харківської області в промисловій сфері.

Формат заходу передбачає паралельно з виставкою продукції підприємств учасників онлайн-презентації найбільших промислових підприємств як для українських, так і для іноземних замовників. Минулого разу виставка проходила за участю представників посольств, торгових палат та бізнес-місії Пакистану, Туреччини, Німеччини, Італії, КНР, Саудівської Аравії, Ізраїлю та інших зацікавлених в співробітництві країн. Всього в заході приймали участь представники 20 країн близького та далекого зарубіжжя. В 2022 р. буде запрошено ще більше країн-учасників, для демонстрації можливостей українських підприємств.