УДК 629. 793

М. В. КІНДРАЧУК[1], О. Л. ДІДЕНКО[1], І. А. ГУМЕНЮК[1], А. Л. ГЛОВИН[2]

[1]Національний авіаційний університет
[2]ВП НУБІП «Бережанський агротехнічний інститут»

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ ЕВТЕКТИЧНИХ ПОКРИТТІВ МЕТОДОМ ВІДЦЕНТРОВОЇ БІМЕТАЛІЗАЦІЇ

Досліджений процес нанесення зносостійких евтектичних покриттів на внутрішню поверхню циліндричних тіл обертання з використанням нагрівання струмами високої частоти. Проаналізовано перебіг фізичних і хімічних процесів при кристалізації та структуроутворення і покриттів.

Ключові слова: *відцентрова біметалізація, струми високої частоти, евтектичне покриття, кристалізація, структуроутворення.*

Постановка задачі досліджень. Один з напрямів зміцнення робочих поверхонь конструкційних металевих матеріалів - нанесення покриттів з використанням концентрованих джерел енергії. Як порошковий матеріал для формування покриттів найбільш перспективні евтектичні сплави, оскільки вони мають незначну температуру плавлення (1200°С), а зі збільшенням швидкості охолодження вище 10^4 °С/с здатні суттєво змінювати структуру. Особливістю евтектичної реакції є формування в процесі кристалізації тонких, дуже розгалужених кристалів зміцнювальних фаз, що створюють каркас для армування металевої матриці. Така структура, на відміну від дисперсійно-твердіючих та дисперсно-зміцнених матеріалів, дає змогу поєднувати в сплавах різні властивості вихідних компонентів із забезпеченням високої жароміцності, змінювати форму і розміри вкраплень, співвідношення механічних властивостей основи та фаз втілення, тобто суттєво впливати на фізико-механічні властивості.

Оскільки нерівноважну евтектичну структуру формують шляхом кристалізації з рідкого стану, то доцільніше для отримання евтектичних покритті (ЕП) застосовувати методи, згідно з якими нанесений матеріал проходить через рідку фазу, зокрема, наплавлення струмами високої частоти (СВЧ), лазером, плазмою [1; 2].

Для покриттів можна застосовувати порошки евтектичних сплавів систем 12Х18Н9Т-TiB_2 (сплави марки ТН), 12Х18Н9Т-TiB_2-CrB_2 (ХТН) і 12Х18Н9Т-TiB_2-VC (ВТН). Металева матриця сплавів відповідає сталі 12Х18Н9Т, а зміцнювальними сполуками є дибориди титану та хрому і монокарбід ванадію[3].

Метою даного дослідження є отримання зміцненого шару великої товщини на внутрішній поверхні циліндричного зразка з підвищеною пластичністю і міцно зчепленого з основним металом.

Результати дослідження та їх обговорення. Одним з найбільш продуктивних економічних методів нанесення ЕП є наплавлення при нагріванні СВЧ, зокрема, відцентрова біметалізація при розплавлюванні порошкової суміші безпосередньо усередині обертового виробу.

При цьому створюються гарні умови для суміщення за часом процесів нагрівання виробу, розплавлення порошкової суміші і кристалізації розплаву, що утворюється, що в кінцевому підсумку забезпечує високу міцність зчеплення ЕП з осно-

вним металом. Сутність процесу нанесення покриттів на внутрішні поверхні тіл обертання з використанням нагрівання СВЧ полягає в наступному (рис.1).

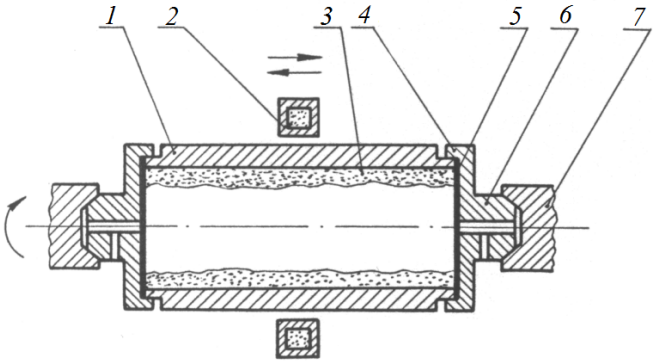


Рис. 1. Схема нанесення евтектичного покриття на внутрішню поверхню циліндричної деталі з використанням нагрівання СВЧ: *1* – стальна втулка; *2* – індуктор; *3* – шихта; *4* – фланець; *5* – ущільнення; *6* – отвори для виходу газів; *7* – зворотній центр

В закриту з торців полость втулки засипається порошкова суміш. Надається обертальний рух зміцнюваній деталі з визначеною кутовою швидкістю, при цьому формування наплавленого шару здійснюється в полі відцентрових сил. Далі за допомогою індуктора виконується нагрівання деталі, а після розплавлювання порошкової суміші - охолодження виробу. Специфічні умови підведення тепла, кінетики нагрівання, охолодження і кристалізації, дія гравітаційних сил дозволяють одержати зносостійкі шари з високими механічними властивостями, а в поєднанні з індукційним нагріванням досягти значних техніко-економічних переваг у порівнянні з іншими способами наплавлення.

До складу біметалізаційної установки входять: індукційна установка, що є джерелом нагрівання і модернізований шліфувальний верстат моделі ЗА250, що дозволяє здійснювати обертання і зворотнопоступальний рух деталі щодо нерухомого індуктора. Установка забезпечує оптимальне співвідношення часу нагрівання циліндрів заданих розмірів і встановленої потужності машинного перетворювача частоти. Технічні дані установки дозволяють робити наплавлення циліндрів (підшипників ковзання) діаметром від 50 до 200 мм і довжиною до 300 мм. Наплавлені покриття мають рівну, гладку поверхню, що дозволяє зміцнювати і відновлювати деталі з мінімальним припуском на кінцеву механічну обробку, підвищувати економічну ефективність технології.

У комплект індукційної установки входять: машинний перетворювач частоти, високочастотний понижуючий трансформатор, блок конденсаторів і шафа керування.

До числа нестандартних вузлів установки відносяться: індуктор, фланець для кріплення заготівлі, центр, екран. Технічні дані установки для відцентрового індукційного наплавлення наведенні в таблиці.

Заготовку з засипаною усередину необхідною кількістю порошку затискали у верстаті за допомогою центруючих фланців, встановлених на її торцях. З метою попередження приварювання фланців і для кращого ущільнення на них наносили спеціальну спиртово-ацетонову фарбу. Склад і технологія нанесення фарби підбиралися дослідним шляхом на основі фарби, призначеної для ливарних форм.

Таблиця

Технічні дані біметалізаційної установки

№ п/п	Найменування параметрів	Величина
1	Встановлена потужність, кВт	100
2	Номінальна частота, Гц	8000
3	Напруга живильної мережі з частотою 50 Гц, В	220/380
4	Об'ємна витрата охолоджуваної води, $м^3$	5,9
5	Тиск води в системі охолодження, МПа	0,3
6	Частота обертання деталі, об/хв	10-1600
7	Робоча швидкість переміщення супорта з деталлю, м/хв	1,5-5

Нагрівання втулки із шихтою проводили протягом певного часу, тривалість якого встановлювали за допомогою реле часу. Протягом усього періоду нагрівання режими нагрівача залишалися незмінними. Через 6 хв. після початку нагрівання, при досягненні на поверхні заготовки температури 1200–1300°С, за допомогою реле часу нагрівач автоматично відключався.

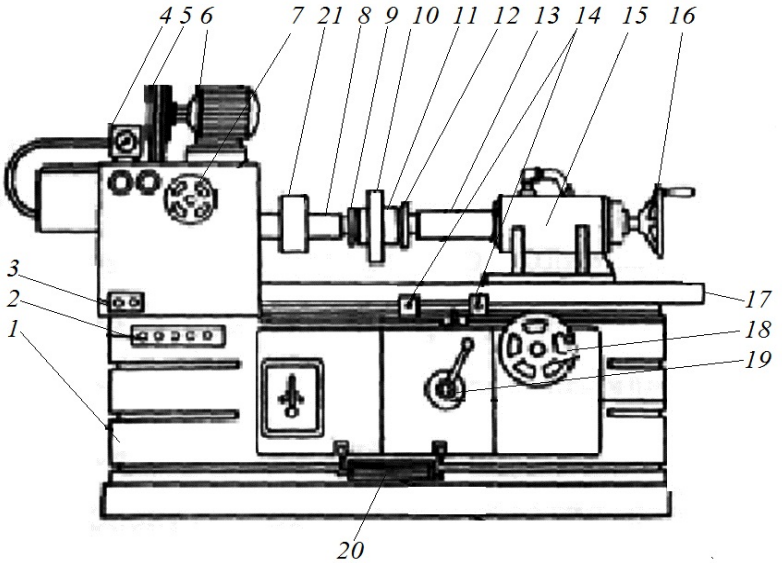


Рис. 2. Верстат моделі ЗА250, переустаткований для відцентрової біметалізації з індукційним нагріванням: *1* – станина верстата; *2* – пульт керування; *3* – кнопки вмикання і вимикання нагрівання; *4* – тахометр; *5* – шків клинопасової передачі; *6* – електродвигун; *7* – маховик варіатора; *8* – шпиндель верстата; *9*, *12* – кришки ущільнювальні; *11* – втулка, що нагрівається; *10* – кільцевий індуктор; *13* – піноль задньої бабки; *14* – кінцеві упори переключення зворотно-поступального руху столу верстата; *15* – задня бабка; *16* – механізм піджиму втулки; *17* – стіл верстата; *18* – маховик ручного переміщення столу; *19* – рукоятка включення приводу зворотно-поступального руху столу.

Оскільки температура плавлення суміші нижче температури плавлення матеріалу втулки (сталь 10, 20), то вона розплавлялася і рівномірно розподілялася

на внутрішній поверхні, що досягалося обертанням втулки. Після припинення нагрівання втулка продовжувала обертання до закінчення процесу кристалізації і при знижені температури зовнішньої поверхні до 600-700°С її знімали з верстата, ставили на теплоізоляційний лист і охолоджували на повітрі. З часу припинення нагрівання і до зняття з верстата втулка *1* охолоджувалась струменем стиснутого повітря. З метою зменшення температурних напружень, що сприяють виникненню внутрішніх тріщин, можна проводити повільне охолодження деталі в сухому піску або печі. Після нанесення покриттів проводили механічну обробку деталі до необхідних розмірів.

Проведені дослідження показали, що наплавлене евтектичне покриття являє собою область з колоніальною структурою, яка повністю відповідає литому стану цього сплаву.

Структура одержаного покриття така сама, як і сплаву, виготовленого в електродуговій печі на мідному поді зі швидкістю охолодження близько 400 °С/с. Товщина кристалів дибориду титану дещо менша і завдяки інтенсивному перемішуванню компонентів у рідкому стані в індукторі СВЧ у покритті спостерігається регулярніше чергування металевої і боридної фаз (рис. 3.).



Рис. 3. Мікроструктура евтектичного покриття ВТН, ×312

Локальний рентгеноспектральний аналіз отриманого ЕП показав, що в перехідній зоні має місце взаємне проникнення складових елементів покриття та основи. Це забезпечує високу міцність зчеплення, не змінюючи склад всього покриття.

Метод відцентрованої біметалізації пройшов відповідну апробацію в лабораторних і промислових умовах. Варто відмітити його економічність, високу продуктивність, простоту технології і можливість автоматизації.

Висновки. Висока твердість отриманих евтектичних покриттів, велика товщина, добра зчіплюваність з основним металом свідчать про доцільність розробки евтектичних порошкових сплавів, додатково легованих елементами, що зменшують пористість і збільшують дисперсність структури та їх використання в технологічному процесі відцентрової біметалізації для підвищення терміну служби конструкційних сталей.

Список літератури

1. Кіндрачук М.В. Променеві методи обробки: навчальний посібник. / М.В. Кіндрачук, В.С. Черненко, О.І. Дудка – К.: Кондор. – 2004. – 164с.

2. Трибологія : підруч. / М. В. Кіндрачук, В. Ф. Лабунець, М. І. Пашечко, Є. В. Корбут. – К. : Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк». – 2009. – 392 с.

3. А.с. № 1050179 СССР. Порошковый материал для износостойких покрытий. / Киндрачук М.В, Корнеев В.Г, Мелентев О.П, Панарин В.Е (СССР) – № 3411077/27 Заявл. 05.03.1982; Опубл. в БИ 1983.

Стаття надійшла до редакції 04.11.2015

M. V. KINDRACHUK, O. L. DIDENKO, I. A. GUMENIUK, A. L. GLOVIN

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF DEPOSITION OF WEAR RESISTANT EUTECTIC COATINGS BY METHOD OF CENTRIFUGAL BIMETALIZATION

The paper focuses on possibility to form coatings on the surface by method of rapid crystallisation, what will give mach benefits at their future application. It was investigated the process of deposition of wear resistant eutectic coatings to the internal surface of cylindrical elements with heating by high frequency current. We analysed the process of chemical and physical phenomena during crystallisation and forming of their structure. The resultant coating with high hardness has a columnar structure, good adhesion to the surface and promising wear resistance

Keywords: centrifugal bimetalization, high frequency current, eutectic coating, crystallization, structure development.

Кіндрачук Мирослав Васильович – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри машинознавства, Національний авіаційний університет, пр. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03058, тел./факс: +38 044 4067773, E-mail:Kindrachuk@ukr.net.

Діденко Олександр Леонідович – аспірант кафедри машинознавства, Національний авіаційний університет, пр. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03058, тел./факс: +38 044 4067773, E-mail: didenkos86@mail.ru.

Гуменюк Ігор Анатолійович – пошукач кафедри машинознавства, Національний авіаційний університет, пр. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03058.

Гловин Андрій Леонідович – старший викладач кафедри загальної інженерної підготовки, ВП НУБіПУ «Бережанський агротехнічний інститут», вул. Академічна, 20, м. Бережани, Україна, 47501, тел. 0974766893.