

М.М. Студент, В.М. Гвоздецький, Т.Р. Ступницький, Ю.В. Дзьоба

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України,
вул. Наукова, 5, Львів-60, 79060, Україна,
тел. +380 32 263 3088, факс +380 32 264 9467,
student-m-m@ipm.lviv.ua

РОЗРОБЛЕННЯ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРОДУГОВОЇ МЕТАЛІЗАЦІЇ ТА НОВІТНІХ ВИТРАТНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ЗАХИСНИХ І ВІДНОВНИХ ПОКРИТТІВ НА ДЕТАЛІ ГІРНИЧОДОБУВНОЇ, ТРАНСПОРТНОЇ ТА ХАРЧОПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ



Розроблено конструкторську документацію та виготовлено дослідно-промислові прототипи стаціонарного та ручного металізаторів. Пристрої призначено для нанесення захисних і відновних покриттів методом електродугової металізації. Проведено комплектацію виготовлених металізаторів джерелами живлення, комутуючими кабелями, пультами керування власної розробки. Металізатори дозволяють наносити антифрикційні, фрикційні, зносостійкі, корозійнотривкі та інші види покриттів з різних електродних матеріалів — суцільних та порошкових дротів.

Державним малим підприємством «Газотермік», як партнером науково-технічного проекту, проведено дослідно-промислово перевірку виготовленого устаткування для електродугової металізації та визначено ефективність розроблених та оптимізованих порошкових дротів. Розробленим обладнанням із використанням нових електродних матеріалів нанесено покриття на штоки циліндрів для обладнання гірничодобувної та харчової промисловості.

Ключові слова: стаціонарний та ручний металізатори, електродугові покриття, електродні дроти.

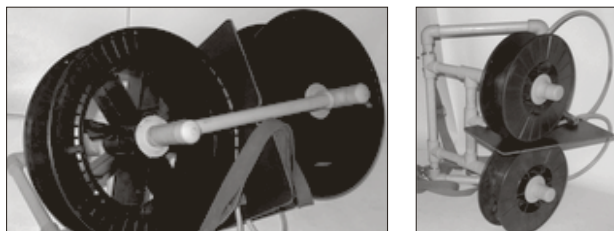
Для відновлення геометричних розмірів деталей машин та конструкцій різного призначення, підвищення зносостійкості та корозійної стійкості їхньої поверхні, в останні роки широко застосовують нанесення покриттів газотермічними методами. Серед них економічно вигідним та найбільш ефективним методом для нанесення захисних і відновних покриттів із заданими властивостями є електродугове напилення. Саме в такий спосіб на поверхні деталей можна створити покриття товщиною від 0,1 до десятків міліметрів. При

цьому не відбувається термічного короблення деталей та не змінюються фізико-хімічні властивості основного матеріалу.

Як електродні матеріали для електродугового напилення спершу використовували суцільні дроти для відновлення геометричних розмірів деталей та їх антикорозійного захисту, що значно звужувало межі його застосування. Використання порошкових дротів як електродних матеріалів дало змогу значно розширити галузі застосування електродугового напилення. Наприклад, для створення зносостійких дисперсійно-твердіючих покриттів, які можуть захищати металеві конструкції від абразивного та газоабразивного зношування



a



б

Рис. 1. Ручний електродуговий металізатор (а) та комплект для виконання напилення (б)

як при кімнатній температурі, так і при її підвищенні (наприклад, нагрівні елементи котлів ТЕС), працювати за умов граничного навантаження, мастильного голодування (штоки гідроциліндрів шахтного обладнання), підвищених питомих навантажень (деталі двигунів). Однак електродугові металізатори серійно в Україні не виробляють, а відомий асортимент порошкових дротів для електродугового напилення покриттів не дозволяє отримувати зно-



Рис. 2. Комплект стаціонарного обладнання для нанесення покриттів

стійкі покриття для роботи в корозійно небезпечних середовищах.

Метою роботи було розроблення прототипів ручного та стаціонарного металізаторів та порошкових дротів базової системи Fe-Cr-

Таблиця 1

Загальна технічна характеристика металізатора ручного

Параметр	Значення
Робочий струм дуги (ПН = 100 %), А	50–250
Робоча напруга дуги, В	17–35
Діаметр використовуваного дроту, мм	1,6–2,0
Номінальна продуктивність розпилювання матеріалу (робочий струм – 250 А), кг/год:	
сталі	6
алюмінію СвА5 ГОСТ 7871-75	8
цинку ЦІ ГОСТ 13073-77	20,0
Коефіцієнт використання матеріалу при нанесенні покриття на плоскі вироби, розміри яких виключають розпилення матеріалу за межі виробу, не менше:	
сталі (робоча напруга дуги 28 В)	0,65
алюмінію (робоча напруга дуги 28 В)	0,7
цинку (робоча напруга дуги 18 В)	0,6
Витрата газу (повітря), м ³ /год	60–90
Робочий тиск стисненого повітря, МПа	0,5–0,6
Максимальна споживана потужність, кВт	≤8
Габаритні розміри, мм	≤210 × 240 × 95
Маса апарату, кг	≤2,5



Рис. 3. Відновлена поверхня штоків гідроциліндрів шахтного кріплення (обладнання гірничодобувної галузі) методом електродугового напилення покриттів із порошкових дротів з наступним шліфуванням: довжина штоків 600–1000 мм, діаметр штоків 40–100 мм

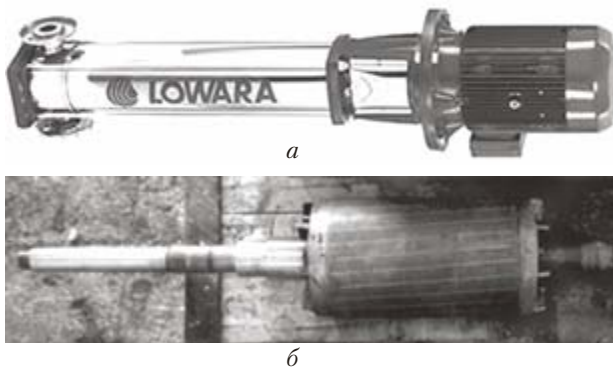


Рис. 4. Відновлений в місцях ущільнення вал ротора насоса фірми Lovara Shoe з нержавіючої сталі, який використовують в агресивних корозійних середовищах при виробництві олії. Покриття виконано з порошкового дроту ПД90Х17РГС: *а* – загальний вигляд насоса фірми Lovara Shoe, *б* – вал ротора насоса фірми Lovara Shoe

В–С для захисту поверхонь деталей від корозійно-абразивного зношування.

В рамках виконання проекту розроблено конструкторську документацію для виготовлення дослідно-промислових зразків стаціонарного та ручного металізаторів, виготовлено їх дослідно-промислові прототипи для нанесення захисних і відновних покриттів методом електродугової металізації.

Металізатор ручний (рис. 1) призначено для нанесення захисних і відновних покриттів у стаціонарних (цехових) та польових умовах. Він дозволяє виконувати роботи, що пов'язані з відновленням зношених поверхонь, нанесенням антикорозійних, жаростійких, зносостійких та інших покриттів. Технічні характеристики розробленого зразка наведено в табл. 1. При цьому можливо використовувати будь-які металеві матеріали у вигляді дроту з температурою плавлення до 3000 °С. Апарат можна експлуатувати за температури навколишнього середовища від –5 до +40 °С та відносній вологості до 80 %.

Таблиця 2

Загальна технічна характеристика металізатора стаціонарного

Параметр	Значення
Робочий струм дуги (в діапазоні регулювання швидкості подачі дроту і напруги для заданих матеріалів), А	50–300
Робоча напруга дуги, В	17–35
Діаметр використовуваного дроту, мм	1,6–2,0
Номінальна продуктивність розпилювання матеріалу (робочий струм – 300 А), кг/год:	
сталі Св-08 02,0 мм ГОСТ 2246-70 (робоча напруга дуги 28 В)	10
алюмінію СвАМц 02-2,5 мм ГОСТ 7871-75 (робоча напруга дуги 24 В)	8,0
цинку Ц1 02,5 мм ГОСТ 13073-77 (робоча напруга дуги 18 В)	25
Коефіцієнт використання матеріалу при нанесенні покриття на плоскі виробни, розміри яких виключають розпилення матеріалу за межі виробу, не менше:	
сталі (робоча напруга дуги 28 В)	0,65
алюмінію (робоча напруга дуги 28 В)	0,7
цинку (робоча напруга дуги 18 В)	0,6
Витрата газу (повітря), м ³ /год	90–140
Робочий тиск стисненого повітря, МПа	0,4–0,7
Максимальна споживана потужність, кВт	≤15
Габаритні розміри, мм	≤620 × 120 × 190
Маса апарату, кг	≤15

Металізатор стаціонарний (рис. 2) призначено для нанесення захисних і відновних електродугових покриттів у цехових та польових умовах. Апарат дозволяє виконувати роботи, що пов'язані з утворенням антифрикційних, фрикційних, зносостійких, антикорозійних та інших видів покриттів, його технічні характеристики наведено в табл. 2. Як електродні матеріали можна використовувати суцільні цинкові, алюмінієві, а також порошкові дроти з температурою плавлення до 3000 °С. Апарат слід експлуатувати за температури навколишнього середовища від +5 до +40 °С та відносній вологості до 80 %.

На підставі виконаних досліджень розроблено порошкові дроти базової системи Fe–Cr–В–С та здійснено оптимізацію їх хімічного складу (ПД90Х17РГС, ПД20Х16РЗН2СЮ). Склад шихти на основі ферохромбору та ферохрому, ферокремнію, феромарганцю та самофлюсного сплаву ПН-10Н-01 забезпечує високу твердість електродугових покриттів — 700–800 НВ, їх низьку гетерогенність за вмістом хрому у ламелях покриття і, як наслідок, високу корозійну стійкість (на рівні нержавіючої сталі).

Виготовлено експериментальні партії оптимізованих порошкових дротів марок ПД90Х17РГС та ПД20Х16РЗН2СЮ діаметрами 1,8–2,0 мм та оптимізовано режими нанесення цих електродних матеріалів розробленими металізаторами.

Новостворене стаціонарне та мобільне обладнання, а також запропоновані витратні матеріали дають можливість суттєво продовжити ресурс роботи деталей транспортної та броньованої техніки, обладнання теплових

електростанцій, деталей агрегатів гірничодобувної та харчопереробної техніки, газоперекачувальних станцій, складових частин поліграфічних машин тощо.

Розроблено нормативно-технічну документацію (інструкцію з експлуатації устаткування, технологічний регламент нанесення покриттів) для нанесення покриттів виготовленим обладнанням.

Партнером науково-технічного проекту Державним малим підприємством «Газотермік» проведено дослідно-промислово перевірку виготовленого металізаційного устаткування та доведено ефективність покриттів із оптимізованих порошкових дротів на деталях шахтного обладнання та устаткування харчової промисловості (рис. 3–4).

ВИСНОВКИ

Розроблено конструкторську документацію та виготовлено дослідно-промислові прототипи стаціонарного та ручного металізаторів для нанесення захисних і відновних покриттів методом електродугової металізації, які апробовано партнером науково-технічного проекту Державним малим підприємством «Газотермік» при нанесенні захисного покриття на деталі шахтного обладнання та елементи устаткування харчової промисловості.

Оптимізовано хімічний склад та діаметр розроблених порошкових дротів марок ПД90Х17РГС та ПД20Х16РЗН2СЮ системи Fe–Cr–В–С для отримання покриттів з корозійною стійкістю на рівні нержавіючої сталі в нейтральних середовищах та в умовах підвищеного абразивного зношування деталей.

Стаття надійшла до редакції 11.05.17

*Student, M.M., Hvozdetzkyi, V.N.,
Stupnytskyi, T.R., and Dzioba, Yu.V.*

Karpenko Physico-Mechanical Institute, the NAS
of Ukraine, 5, Naukova St., Lviv-60,
79060, Ukraine,
tel. +380 32 263 3088, fax +380 32 264 9427,
student-m-m@ipm.lviv.ua

DEVELOPMENT
OF ELECTROMETALLIC EQUIPMENT
AND NEWEST CONSUMABLES
FOR APPLYING PROTECTIVE
AND REDUCTIVE COATINGS TO PARTS
OF MACHINERY USED
IN MINING, TRANSPORT, AND FOOD
PROCESSING INDUSTRIES

Design documentation has been developed and pilot industrial prototypes of stationary and manual arc spray gun have been manufactured. The manufactured equipment is intended for spraying protective and reductive coatings by the electric arc metallization method. The manufactured arc spray gun has been provided with power sources, commuting cables, and with control panels designed and manufactured by the author team. The arc spray gun enables to apply antifriction, friction, wear-resistant, corrosion-resistant and some other types of coatings from various electrode materials – solid and cored wires. *Gazotermik* small state-owned corporation as partner of R&D project has tested the manufactured arc spray gun equipment and determined the efficiency of developed and optimized cored wires.

Cylinder shafts for mining and food processing machinery have been coated using the developed equipment and new electrode materials.

Keywords: stationary and manual arc spray guns, electric arc coatings, and electrode wires.

*М.М. Студент, В.Н. Гвоздецкий,
Т.Р. Ступницький, Ю.В. Дзьоба*

Физико-механический институт
им. Г.В. Карпенко НАН Украины,
ул. Научная, 5, Львов-60, 79060, Украина
тел. +380 32 263 3088, факс +380 32 264 9467,
student-m-m@ipm.lviv.ua

РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ
И НОВЕЙШИХ РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ
И ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ
НА ДЕТАЛИ ОТВЕТСТВЕННОГО
ОБОРУДОВАНИЯ

Разработано конструкторскую документацию и изготовлено опытно-промышленные прототипы стационарного и ручного металлаторов. Устройства предназначены для нанесения защитных и восстановительных покрытий методом электродуговой металлзации. Проведено комплектацию изготовленных металлаторов источниками питания, коммутирующими кабелями, пультами управления собственной разработки. Металлизаторы позволяют наносить антифрикционные, фрикционные, износостойкие, коррозионностойкие и некоторые другие виды покрытий из различных электродных материалов – сплошных и порошковых проволок.

Государственным малым предприятием «Газотермик», как партнером научно-технического проекта, проведено опытно-промышленную проверку изготовленного металлзационного оборудования и определено эффективность разработанных и оптимизированных порошковых проволок. Разработанным оборудованием с использованием новых электродных материалов нанесено покрытие на детали горнодобывающей и пищевой промышленности.

Ключевые слова: стационарный и ручной металлзаторы, электродуговые покрытия, электродные провода.