

Міністерство освіти і науки України
 Національний університет «Чернігівська політехніка» (Україна)
 Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського» (Україна)
 Oerlikon Barmag GmbH (Німеччина)
 Херсонський національний технічний університет (Україна)
 Донбаська державна машинобудівна академія (Україна)
 Національний авіаційний університет (Україна)
 ТОВ «БАХ-Інжиніринг» (Україна)
 Інженерна академія України
 Академія наук вищої освіти України
 Лодзький технічний університет (Польща)
 Технічний університет в Кошице (Словаччина)
 Thyssenkrupp Materials International GmbH (Німеччина)
 Національний університет «Львівська політехніка» (Україна)
 Батумський державний університет ім. Ш. Руставелі (Грузія)
 Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
 Українське товариство механіки ґрунтів, геотехніки і фундаментобудування
 Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння
 та військової техніки (Україна)



Матеріали X міжнародної
 науково-практичної конференції

«КОМПЛЕКСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ»

Том 2

29 - 30 квітня 2020 р.
 м. Чернігів

УДК 621; 624; 674; 684; 621.22; 621.51-54; 661; 664; 620.268; 621.791; 004
К63

Рекомендовано до друку вченою радою Національного університету «Чернігівська політехніка» (протокол № 3 від 27.04.2020)

Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2020): матеріали тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 29–30 квітня 2020 р.): у 2-х т. / Національний університет «Чернігівська політехніка» [та ін.]; відп. за вип.: Єрошенко Андрій Михайлович [та ін.]. – Чернігів : ЧНТУ, 2020. – Т. 2. – 252 с.

ISBN 978-617-7571-90-1

Видання індексується у наукометричній базі даних РІНЦ (Ліцензійний договір № 611-03/2016К від 17.03.2016р.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

к.т.н., доц. Єрошенко Андрій Михайлович, (Секція №1)
к.т.н., доц. Космач Олександр Павлович, (Секція №2)
к.т.н., доц. Сапон Сергій Петрович, (Секція № 3)
к.т.н., доц. Хребтань Олена Борисівна, (Секція № 4)
к.т.н., доц. Прибисько Ірина Олександрівна, (Секція №5)
к.т.н., доц. Корзаченко Микола Миколайович, (Секція №6)
к.т.н., доц. Терещук Олексій Іванович, (Секція № 6)
к.т.н., доц. Приступа Анатолій Леонідович, (Секція №7)
к.т.н., доц. Базилевич Володимир Маркович, (Секція № 8)
к.пед.н., доц. Коленіченко Тетяна Іванівна (Секція №9)

Відповідальний координатор конференції:

к.т.н., доц. Сапон Сергій Петрович, тел. (097) 3844197, e-mail: s.sapon@gmail.com або kzyatps@gmail.com
<https://www.facebook.com/kzyatps/>
www.conference-chernihiv-polytechnik.com

*За зміст матеріалів, викладених в тезах доповідей персональну відповідальність несуть автори



УДК 621; 624; 674; 684; 621.22; 621.51-54; 661; 664; 620.268; 621.791; 004
ISBN 978-617-7571-90-1

© Національний університет
«Чернігівська політехніка»

Головащук М.В., аспірант
Національний транспортний університет, м. Київ, mineralisimys@ukr.net
Ивченко Т.І., канд. техн. наук, доцент
Херсонська державна морська академія, ivchenko_tata@i.ua
Дудан О.В., канд. техн. наук, доцент
Полоцький державний університет, м. Новополицьк, Білорусь

ВПЛИВ ПОПЕРЕДНЬОЇ ПІДГОТОВКИ ПОВЕРХОНЬ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ НА ВЛАСТИВОСТІ ПОКРИТТІВ

Відновлювані поверхні деталей засобів транспорту (ЗТ) перед нанесенням покриттів електродуговим напиленням (ЕДН) необхідно підготувати, оскільки зчеплення шару матеріалу покриття і матеріалу деталі залежать від їх чистоти і шорсткості [1, 2]. Міцність зчеплення покриттів з поверхнею, що відновлюється, залежить від природи матеріалу системи "покриття-відновлюєма поверхня деталі" і обумовлюється їх механічними і фізико-хімічними властивостями [3]. Попередня обробка відновлюваної поверхні забезпечує надійний контакт матеріалу покриття, що розпилюється, з матеріалом деталі шляхом активації поверхневого шару основи і видалення забруднень. Така підготовка поверхні не тільки очищає її, а і виводить із стану термодинамічної рівноваги з середовищем, звільняючи міжатомні зв'язки поверхневих атомів, тобто хімічно активує цю поверхню. Активність поверхні, що відновлюється, знижується внаслідок окислення і хімічної адсорбції газів із атмосфери. Тому необхідно максимально скорочувати час між підготовкою поверхні і напиленням.

Попередня обробка поверхні перед нанесенням покриття виконується різними технологічними методами [1, 2]. На першій стадії підготовки поверхні проводиться знежирення для видалення забруднень. Далі проводять механічну обробку (МО) поверхні. На практиці застосовують наступні методи підготовки поверхні перед напиленням: нанесення "рваного різьблення", обробка методом поверхневої пластичної деформації (ППД), нанесення канавок або "рваного різьблення" з накопченням роликком, струменево-абразивна обробка (САО), інші методи підготовки поверхні. Метод підготовки поверхні залежить від властивостей матеріалу покриття і його товщини, матеріалу деталі, конфігурації і розмірів поверхні, що відновлюється, способу обробки покриття. При підготовці поверхні треба враховувати:

- а) спосіб підготовки повинен створювати шорсткість, що забезпечує необхідне зчеплення покриття з основою;
- б) відновлювані деталі повинні знаходитися при кімнатній температурі, оскільки при температурі нижче 0⁰С на їх поверхнях утворюється шар конденсату, який знижує міцність зчеплення покриття з основою;
- в) краї ділянки поверхні, що необхідно обробляти перед напиленням, повинні заходити на 20 мм за краї поверхні, що напилюється;
- г) підготовку поверхні слід здійснювати без застосування засобів, що можуть її охолоджувати;
- д) після підготовки поверхню не слід чіпати руками. При перевертанні деталі під час обробки або напилення необхідно застосовувати чистий знежирений інструмент або рукавиці;
- е) напилювати деталь після обробки треба обов'язково того ж дня, тобто обробляти поверхню можна у тому випадку, якщо за обробкою послідує напилення;
- ж) при транспортуванні підготовлену деталь необхідно упакувати в папір щоб уникнути забруднення.

Серед методів підготовки поверхні перед напиленням найбільше поширення має струменево-абразивна обробка (САО). Простота і ефективність цього методу зумовили

його широке використання в технологічних процесах (ТП) нанесення покриттів. Рекомендується оснащувати дільниці електродугового напилення (ЕДН) устаткуванням для САО. Струменево-абразивна обробка здійснюється за допомогою дробоструменевих апаратів або аналогічного устаткування, що забезпечує необхідну шорсткість поверхні. Обробка повинна здійснюватися при температурі навколишнього повітря не нижче $+10^{\circ}\text{C}$ при відносній вологості не вище 70 %. Тиск стиснутого повітря при САО залежить від типу використовуваного устаткування, матеріалу деталі, товщині її стінок і складає 0,10...0,60 МПа. Наявність в стиснутому повітрі води і оливи не допускається. Для контролю міри очищення стиснутого повітря, на обробляемому поверхню необхідно нанести краплю швидковисихаючого розчинника. Якщо після його висихання залишається темна пляма, то це вказує на присутність оливи в повітрі. Поверхні, що не підлягають обробці, мають бути захищені від дії абразиву екранами. Зона обробки має бути на 15...20 мм більше зони напилення.

В якості матеріалу для САО застосовуються: 1) електрокорунд марки ІЗА або І5А; 2) карбід кремнію зернистістю 80...150; 3) подрібнена сталева крихта (ПСК); 4) чавунний колений дріб (ЧКД) з розмірами часток 0,8...1,6 мм. Абразивні матеріали не повинні містити оливи, забруднення і іржу. Дріб зі сферичними частками не створює необхідної шорсткості і тому може бути використаний тільки для попереднього очищення деталей від окалини [1, 2]. При обробці деталей з тонкими стінками ($<0,5$ мм) необхідно приймати заходи обережності для виключення викривлення. Відстань від зрізу сопла дробоструменевих апарату до поверхні деталі повинна складати 60...150 мм. В залежності від використовуваного методу підготовки поверхні кут між віссю полум'я і поверхню деталі повинен бути в межах $65...90^{\circ}\text{C}$. Коли доступ до поверхні при САО ускладнений і обробка здійснюється під гострим кутом до поверхні, то ЕДН повинно здійснюватися під тим же кутом. Після САО деталь обдувають стиснутим повітрям для видалення часток абразиву з поверхні. Оброблена поверхня має бути матовою, сірого кольору, без блискучих ділянок. Тривалість обдування повинна перевищувати час, після якого вже не настає зміна зовнішнього вигляду поверхні. Завдяки ефекту наклепу, САО підвищує втомну міцність деталей. Параметр шорсткості після САО повинен складати $R_z = 10...150$ мкм і залежить від властивостей матеріалів покриття і деталі та товщини покриття [4]. Площа активної розвиненої поверхні, що отримується в результаті САО ділянки деталі, в три рази перевищує площу поверхні до обробки. Шорсткість поверхні контролюють профілометрами або профілографами.

При дослідженні підготовка відновлюваних поверхонь до ЕДН покриттів здійснювалася за допомогою установки для струменно-абразивної обробки УСАО-1300Пв (рис. 1). Установка УСАО-1300По завдяки пістолету інжекторного типу дозволяє регулювати такі параметри, як тиск стисненого повітря, швидкість його витоку із сопла, відстань від сопла до оброблюваної поверхні, кут атаки та обробляти різні матеріали (тверді, м'які, крихкі, тонкостінні та інші). Конструкція камери з підключеною витяжною вентиляцією захищає від проникнення зовні пилу і абразиву.

САО забезпечує активацію поверхні і надає їй необхідну шорсткість для забезпечення покриття достатньою міцністю зчеплення з основою. Параметри ТП САО поверхні залежать від фізико-механічних властивостей абразиву, тиск стисненого повітря, швидкість його витоку із сопла, відстань від сопла до оброблюваної поверхні, кут атаки.

При САО потік дробу (сталевий або чавунний) діаметром 0,6...1,2 мм спрямовується на оброблювану поверхню з швидкістю до 100 м/с, внаслідок чого поверхневий шар підлягає наклепу. Шорсткість поверхні досягає значень $R_z = 20...40$ мкм і забезпечує механічне зчеплення напилюємих часток з мікронерівностями поверхні. САО дробом перед ЕДН забезпечує необхідну адгезію (табл. 1) при підвищенні межі витривалості матеріалу деталі.



Рис. 1 – Установа для струменево-абразивної обробки УСАО-1300По

Таблиця 1 – Вплив способу підготовки поверхні на міцність зчеплення ЕДН-покриттів і ефективний коефіцієнт концентрації напруження

Спосіб підготовки відновлюваної поверхні	Міцність зчеплення покриття з основою, МПа	Ефективний коефіцієнт концентрації напруження
Обробка дробом	25	0,78
Обдування піском	20	0,91
Нанесення різьблення	23	1,3
Нанесення насічок	22	1,29
Електроіскрова обробка	23	1,08

Спосіб надання шорсткості залежить від необхідної товщини покриття, напружень в ньому, конфігурації і габаритних розмірів поверхні та наступної обробки ЕДН-покриття. САО робить відновлювану поверхню деталі перед ЕДН покриття шорсткою, що збільшує температуру в контакті під напиленими частками на виступах шорсткостей і підвищує сумарну площу ділянок приварювання. Шорстка поверхня має велику площу ділянок приварювання в порівнянні з гладкою, що сприяє збільшенню міцності зчеплення. Недостатня шорсткість при великій товщині покриття може привести до його відшарування, а груба поверхня при тонкому покритті може бути причиною корозії. Вплив шорсткості поверхні на міцність зчеплення [4] представлено на рис. 2.

Збільшення R_z супроводжується зростанням міцності зчеплення ($\sigma_{зч}$) покриття з основним металом (рис. 2). Це необхідно враховувати при розробці технологічного процесу і виборі методів попередньої підготовки поверхні [4].

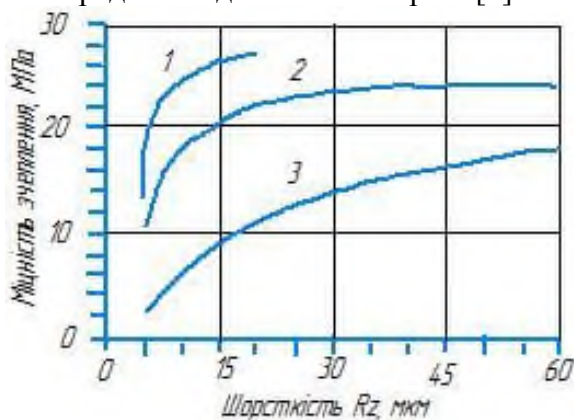


Рис. 2 – Вплив шорсткості відновлюваної поверхні на міцність зчеплення ЕДН-покриттям: 1, 3 – дистанція напилення $L_n=100$ мм; 2 – дистанція напилення $L_n = 50$ мм.

Список посилань

1. Соколов И.К. Влияние способа подготовки напыляемой поверхности на прочность сцепления газотермического покрытия. / Соколов И.К., Еремичев А.Н. // Порошковая металлургия. – 1993. – № 2. – с. 26-30.
2. Управляемая дробеструйная обработка. Controlled shot peening. Surface Eng. 1992. – № 3. – С. 169-171.
3. Сорокин Г.М. Об эволюции структурно-фазового состояния сталей при воздействии абразива. / Сорокин Г.М., Краузе Г.А., Сафонов Б.П., Жаворонков В.В. //Трение и износ. 1991. – Т. 12, №3. – С. 396-402.
4. Brusilo Y.V. Investigation of properties of coatings deposited by different arc spraying methods. / Brusilo Y.V., Cherepko A.E. // Науковий журнал «Наукоемні технології №4(20) –2013. – С. 366-371.
5. Обработка износостойких покрытий / Под общ. ред. Ж.А. Мрочка. Мн.: Дизайн ПРО, 1997. – 208 с.
6. Точение износостойких защитных покрытий. / [Клименко С.А., Муковоз Ю.А., Полонский Л.Г. и др.] – К.: Техніка, 1997. – 146 с.
7. Кондратьев В.А. Особенности назначения припуска на механическую обработку при восстановлении деталей. / Кондратьев В.А., Кондратьев М.В. // Инновационные технологии и оборудование машиностроительного комплекса: Межвуз. сборн. науч. трудов Вып. 3. – Воронеж: Изд-во ВГТУ. Воронеж, 2005. – С. 132-134.
8. Рыжов Э.В. Технологическое обеспечение качества деталей с покрытиями. / Рыжов Э.В., Клименко С.А., Гуцаленко О.Г. – К.: Наукова думка, 1994. – 181 с.

УДК 621.941-229.3:531.133

Ганчук А.В. завідувач групи

Майданчук Т.Б. канд. техн. наук, наук. співробітник

Ллюшенко В.М., канд. техн. наук, старший наук. співробітник

Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, м. Київ, pwi_37@ukr.net

ПІДВИЩЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ПРОЦЕСУ ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ З КОМБІНОВАНИМ ЗАХИСТОМ

Дугове зварювання знаходить широке застосування майже у всіх галузях машинобудування. Однак при використанні даного способу фіксується невисока стабільність процесу (особливо при наплавленні), присутнє розбризкування металу, що призводить не тільки до втрат зварювального дроту а й погіршує зовнішній вигляд виробу після зварювання.

З метою підвищення стабільності процесу дугового зварювання сталей та наплавленні мідних сплавів на сталь досліджено вплив комбінованого захисту зварювальної ванни з використанням флюсів АН-60СМ, АН-348, ОСЦ-45 та захисних газів CO₂, MIX і аргону. Використовували дроти діаметром 1,2...1,6 мм марок Св08Г2С та Бр.КМц3-1. Реєстрація стабільності процесу та режимів наплавлення проводились з використанням модуля ADA 1406/U/DAC.

Проведені дослідження показали, що отримати оптимальні результати при зварюванні та наплавленні з комбінованим захистом можливо у широкому діапазоні режимів незалежно від марки флюсу. Критичними є витрати захисного газу, товщина шару і розмір фракцій флюсу. При значних витратах захисного газу на виході з сопла його тиск може здувати флюс, що призведе до зменшення шару і погіршення захисту.

Встановлено, що граничні витрати захисних газів не повинні перевищувати 15 л/хв.

Визначено, що для механізованої подачі флюсу в зону горіння дуги найбільш доцільно використання флюсу з фракцією 1,0...3,0 мм, що дозволяє забезпечити не тільки стабільність його подачі в зону горіння дуги, а й відбувається певне підвищення стабільності процесу.