

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Хмельницький національний університет
Центральноукраїнський національний технічний університет,
Приазовський державний технічний університет
Національний технічний університет України "КПІ"
Університет "Стефан чел Маре", м. Сучава, Румунія
Технічний університет «Georghe Asachi», м. Яси, Румунія

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

V-ої МІЖНАРОДНОЇ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ

“ПРОБЛЕМИ ДОВГОВІЧНОСТІ МАТЕРІАЛІВ, ПОКРИТТІВ ТА КОНСТРУКЦІЙ”

1-2 грудня 2017 року

Частина 1

ВНТУ, Вінниця, 2017

Відповідальні за випуск **В. І. Савуляк, Д. В. Бакалець**

Рецензенти: **Козлов Л.Г.**, доктор технічних наук, професор
Севостьянов І.В., доктор технічних наук, професор

Тези доповідей V-ої міжнародної інтернет-конференції «Проблеми довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій», 1 - 2 грудня 2017 року: збірник наукових праць. Частина 1 / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 66 с.

Збірник містить тези доповідей IV-ої міжнародної інтернет-конференції за такими основними напрямками: способи і технологічні процеси ремонту транспортних засобів шляхом відновлення їх деталей; підвищення зносостійкості та ресурсу деталей, вузлів, агрегатів засобів транспорту в технологіях ремонту; методи управління ресурсом, надійністю і технічним станом засобів транспорту; забезпечення триботехнічних властивостей поверхонь тертя шляхом нанесення функціональних покриттів; прогнозування результатів контактної взаємодії твердих тіл в заданих умовах; матеріалознавчі аспекти процесів зварювання і споріднених технологій; неруйнівний контроль деталей, заготовок, матеріалів; розробка та вдосконалення обладнання для нанесення покриттів; технології нанесення та матеріалознавство функціональних покриттів.

Роботи публікуються в авторській редакції. Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність інформації, яка наведена в роботах, та залишає за собою право не погоджуватися з думками авторів на розглянуті питання.

УДК 621.891:621.791:669.1

ЗМІСТ

УПРАВЛІННЯ НАДІЙНІСТЮ ФЛАНЦЯ МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ ТРАКТОРА ДТ-75М Рудик О.Ю., Франківський Є.В.	6
ВЛИЯНИЕ ОТПУСКА НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕССОРНОЙ СТАЛИ, ПОДВЕРГНУТОЙ Q-n-P ОБРАБОТКЕ Зурнаджи В.И., Ефременко В.Г., Цветкова Е.В., Джеренова А.В., Ксенита М.А.	7
МИКРОСТРУКТУРА И ЭРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ НАПЛАВКИ, ПОЛУЧЕННОЙ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ ПЛ АН-111 Белик А.Г., Ефременко Б.В., Чигарев В.В.	8
АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ГРАНИЧНОГО ЗМАЩУВАННЯ ТРИБОСИСТЕМ Диха О.В., Купельський Д.О., Франчук Д.Л.	9
ІНТЕНСИВНІСТЬ ЗНОШУВАННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ШНЕКІВ Куликівський В.Л.	10
АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ Макаренко Н.О., Івченко М.Ю., Наталенко В.В.	11
ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМУ ТЕРТЯ НАПРЯМНИХ КОВЗАННЯ МАШИН Диха М.О., Бійчук Д.Р., Кондюба С.М.	12
АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЕКЗОТЕРМІЧНИХ СУМІШЕЙ В ПОКРИТТІ ЕЛЕКТРОДІВ НА ПРОЦЕС НАГРІВАННЯ ТА ПЛАВЛЕННЯ Власов А.Ф., Кущій Г.М., Кончич П.І.	13
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ ПРОВОЛОК В ПРОМЫШЛЕННОСТИ. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ Голуб Д. М., Авагян В.Ш. Ивченко Н.Ю.	14
ЗБІЛЬШЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ ДІСЛОКАЦІЙ І ДИСЛОКАЦІЙНІ БАР'ЄРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ДЕФОРМОВАНОГО МЕТАЛУ Макаренко Н.О., Куліков В.П.	15
МИКРОСТРУКТУРА И ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ СТАЛИ 75Г, МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПЛАЗМЕННЫМ ИМПУЛЬСОМ Чабак Ю.Г., Пастухова Т.В., Федун В.И., Булавка А.А.	16
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ БАРЬЕРОВ В ЛИТЫХ ДЕТАЛЯХ, РАБОТАЮЩИХ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ Лоза А.В., Шишкин В.В.	17
ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ КЛІЦЕВОГО КЛАПАНА КОМПРЕСОРА АВТОМОБІЛЬНОЇ ГАЗОНАПОВНЮВАЛЬНОЇ КОМПРЕСОРНОЇ СТАНЦІЇ Свідерський В. П., Кириченко Л. М., Фурман А.Ю.	18
ОСНОВНІ ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ МАШИН Кондратюк А.М., Куликівський В.Л.	19
КЛАСИФІКАЦІЯ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ Дворук В.І., Борак К.В., Марчук І.В.	20
КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ СОШНИКІВ Міненко С.В., Нараєвський П.Ю.	21
КЛАСИФІКАЦІЯ ЗНОШУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН Палійчук В.К., Ксензук О.М.	22
ФУНЦІЇ ОЛИВ ДЛЯ МАЩЕННЯ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ Савченко В.М., Добровинський М.С.	23

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН	23
Савченко В.М., Сущук І.Г.	
ЩОДО ПИТАННЯ, ПРО МАЙБУТНЄ ІНТЕГРОВАНИХ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	24
Маршуба В.П., Мирошніченко Н.Н., Соловей Л.В., Широков С.	
ЗНОШУВАННЯ АБРАЗИВНИМИ ЧАСТКАМИ, ЩО ЗНАХОДЯТЬСЯ В ЩІЛИНАХ СПОРІДНЕНИХ ДЕТАЛЕЙ	25
Крахмальов О. В., Ситников П. А., Чекердес М. М.	
ОСОБЕННОСТИ МОДИФИЦИРОВАНИЯ МЕТАЛЛА ПРИ НАПЛАВКЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ПОРОШКОВЫМ ЭЛЕКТРОДОМ	26
Зусин В.Я., Костраш В.Н.	
ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДСТВА И УСЛОВИЯ РАБОТЫ ВАЛКОВ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ	27
Чигарев В.В., Плис С.Г.	
ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ЭКЗОТЕРМИЧЕСКОЙ СМЕСИ НА СТРУКТУРУ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА	28
Жариков С.В., Гринь А.Г., Соловьев В.М., Головченко Д.А.	
ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОМАТЕРІАЛІВ	29
Савуляк В.І., Панібрацький В. О., Виговський В. Є., Солоненко В.І.	
ПРИНЦИП СОЗДАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ИЗНОСОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УСЛОВИЙ АБРАЗИВНОГО ИЗНАШИВАНИЯ	31
Брыков М.Н., Ефременко В.Г., Капустян А.Е, Андрущенко М.И., Осипов М.Ю.	
СПОСІБ ЗВАРЮВАННЯ ТОНКОСТІННОГО ЧАВУНУ	32
Калін М.А.	
ВИКОРИСТАННЯ ПЛАЗМИ ТЛЮЧОГО РОЗРЯДУ ІНІЦІЙОВАНОЇ В ПОРОЖНИСТОМУ КАТОДІ В УМОВАХ ПОВЕРХНЕВОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ	33
Болотов М.Г., Нагорна І.В.	
ЗНОСОСТІЙКИЙ КОМПОЗИЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ, ОТРИМАНИЙ З ВИКОРИСТАННЯМ СВС-ПРОЦЕСУ	34
Лузан С.О., Сідашенко О.І., Лузан А.С.	
ВДОСКОНАЛЕННЯ НАГРІВАЧА СТИСНУТОГО ПОВІТРЯ ГАЗОДИНАМІЧНОГО НАПИЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ	35
Гайдамак О. Л., Дмитрієв М. С.	
ФОРМУВАННЯ ГЕРМЕТИЧНИХ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ РІЗНОТОВЩИННИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ	37
Савуляк В.І., Поступайло О.В.	
ВДОСКОНАЛЕННЯ НАГРІВАЧА СТИСНУТОГО ПОВІТРЯ ГАЗОДИНАМІЧНОГО НАПИЛЮЮЧОГО ПРИСТРОЮ	39
Гайдамак О.Л., Кліменко С.Д.	
ВДОСКОНАЛЕННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДЕТОНАЦІЙНОГО НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТІВ	40
Гайдамак О.Л., Пушкар М.В.	
ВПЛИВ КОНТАКТНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА СТРУКТУРУ ТА ЗМІНУ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАПЛАВЛЕНИХ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ МОЛОТКІВ ЗЕРНОДРОБАРКИ	41
Шиліна О. П., Кліменко С.Д.	
СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ В ПОВЕРХНЕВИХ ШАРАХ ЛЕГОВАНИХ ВАНАДІЄМ	43
Шиліна О. П., Сідлак М. П.	

ВПЛИВ КОНТАКТНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ВЛАСТИВОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ НАПЛАВЛЕНИХ ШАРІВ	
Шиліна О. П., Бучковський К. В.	44
ЕЛЕКТРОІМПУЛЬСНА ОБРОБКА ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ СТАЛЕЙ	
Шиліна О. П., Левандовський П. В.	45
ВПЛИВ ШВИДКОСТІ ОХОЛОДЖЕННЯ ВИСОКОВУГЛЕЦЕВИХ ПОКРИТТІВ ОТРИМАНИХ НАПЛАВЛЕННЯМ З ВИКОРИСТАННЯМ ВВМ НА ДЮРОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ.	
Савуляк В.І., Шенфельд В.Й.	46
ВПЛИВ ВУГЛЕЦЮ НА ВЛАСТИВОСТІ ПОКРИТТІВ ОТРИМАНИХ НАПЛАВКОЮ ЛЕЖАЧИМ ЕЛЕКТРОДОМ ПІД ШАРОМ ФЛЮСУ	
Бакалець Д.В.	50
ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАНОВУГЛЕЦЕВИХ МАТЕРІАЛІВ.	
Савуляк В.І., Шаргородський К.С.	52
КОНСТРУКЦІЯ ЕЛЕКТРОДОТРИМАЧА ДЛЯ РУЧНОГО ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ	
Бакалець Д.В., Довгань О.В.	53
РОЗПОДІЛ ТИСКІВ ПРИ ШНЕКОВІЙ ЕКСТРУЗІЇ ПОЛІМЕРІВ	
Хоменко О.С.	54
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ ПОКРИТТЯ ПРИ ХОЛОДНОМУ ГАЗОДИНАМІЧНОМУ НАПИЛЕННІ	
Гайдамак О.Л.	56
ПРОДУКТИВНІСТЬ ЗВАРЮВАННЯ ЛЕЖАЧИМ ЕЛЕКТРОДОМ ПІД ШАРОМ ФЛЮСУ	
Бакалець Д. В., Тарасюк В. М.	58
РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ТЕРМООБРОБКИ ЗНОСОСТІЙКОГО БЕЙНІТНОГО ЧАВУНУ	
Савуляк В.І., Грига Г.А.	59
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ЛЕГУВАННЯ НА ПОВЕРХНЮ	
Савуляк В.І., Криворучко В. О.	60
РОЗРОБКА ГАЗОПОЛУМЕНЕВОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ НАДЗВУКОВОГО НАПИЛЕННЯ	
Гайдамак О.Л., Бучковський К.В.	61
ЕЛЕКТРОКОНТАКТНА ЦЕМЕНТАЦІЯ СТАЛЕВИХ ПОВЕРХОНЬ	
Савуляк В.І., Осадчук А.А.	63
ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ НАПЛАВЛЕННЯ ВИСОКОВУГЛЕЦЕВИХ ШАРІВ НА СТАЛЕВІ ПОВЕРХНІ ПРИ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ ВУГЛЕЦЮ	
Савуляк В.І., Фуштей М. В.	64
ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ СМІТТЄВОЗІВ	
Березюк О.В.	65

УПРАВЛІННЯ НАДІЙНІСТЮ ФЛАНЦЯ МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ ТРАКТОРА ДТ-75М

Рудик О.Ю., к.т.н., доцент, Франківський Є.В., студент

Головна муфта зчеплення трактора ДТ-75 плавно з'єднує працюючий двигун з механізмами силової передачі при рушанні трактора з місця й відокремлює колінчатий вал двигуна від цих механізмів при включенні або вимиканні передач. При неправильному вмиканні муфти виникають ударні навантаження, які можуть призвести до руйнування її деталей, зокрема – фланця. Тому з використанням 3D системи гібридного автоматизованого проектування SolidWorks виконано його силовий аналіз (максимальний крутний момент 600 Нм; прямобічне шлицеве з'єднання: моделювалась недостатня точність центрування по внутрішньому діаметру – зміщення). При цьому досліджувалась можливість підвищення надійності фланця за рахунок заміни матеріалу – сталі 20Х на сталь 45.

З бібліотеки SolidWorks Simulation вибрано сталь AISI 4130 (аналог сталі 20Х) та сталь 45 ГОСТ 535-88 з границями міцності на розтяг 731 і 980 МПа відповідно. Параметри сітки: щільність висока, 4 точки Якобіана, розмір елемента 7.6526 мм, допуск 0.38263 мм, всього вузлів 14292, всього елементів 8252, максимальне співвідношення сторін 7.0635.

Встановлено, що максимальні вузлові напруження Von Mises і переміщення URES для фланця складають 191.993 МПа і 0.129108 мм відповідно (рис. 1), тобто не перевищують допустимих значень.

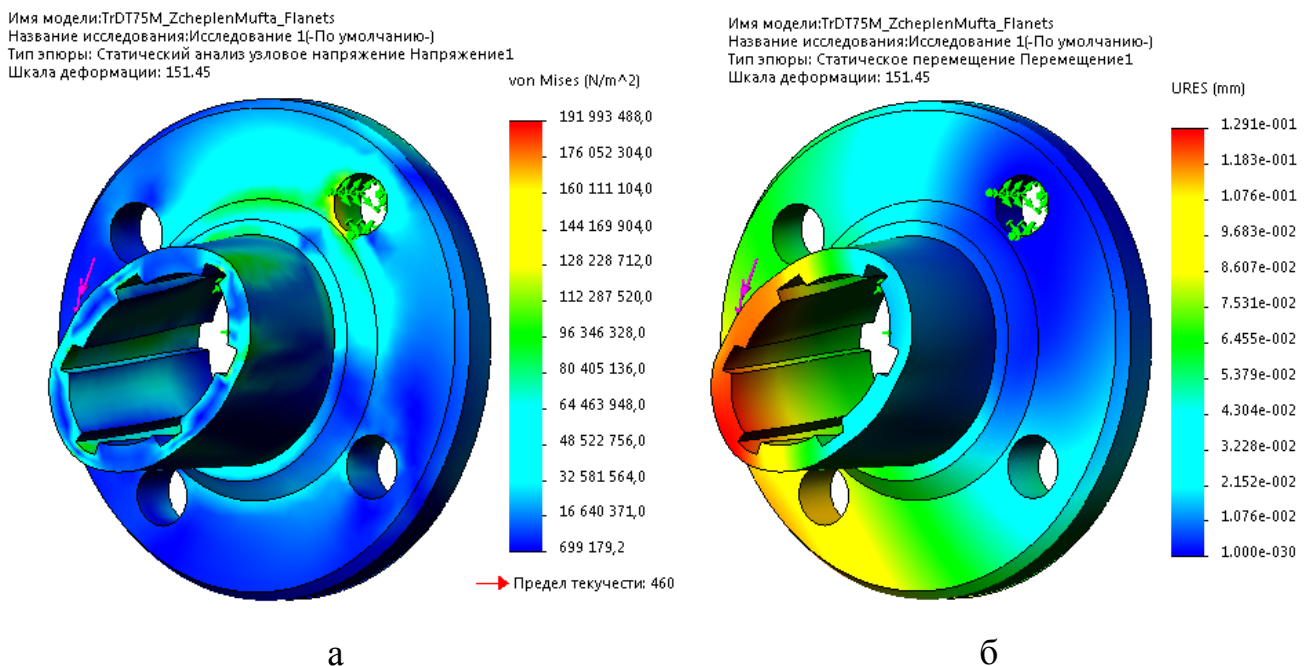


Рисунок 1 – Вузлові напруження фланця Von Mises (а) та його переміщення URES (б)

При цьому мінімальний коефіцієнт запасу міцності для фланця зі сталі 20Х становить $k = 2.39591$, а зі сталі 45 – $k = 4.33396$. Тобто, у випадку заміни сталі 20Х на сталь 45 для виготовлення фланця запас міцності підвищується в 1,81 раз, сприяючи покращенню надійності.

Рудик Олександр Юхимович – к.т.н., доцент кафедри зносостійкості та надійності машин, Хмельницький національний університет

Франківський Євген Віталійович – магістрант кафедри зносостійкості та надійності машин, Хмельницький національний університет

УДК 691.87:691.714:539.434

ВЛИЯНИЕ ОТПУСКА НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕССОРНОЙ СТАЛИ, ПОДВЕРГНУТОЙ Q-n-P ОБРАБОТКЕ

Зурнаджи В.И., Ефременко В.Г., д.т.н., проф.

Цветкова Е.В., к.ф.-м.н., доц., Джеренова А.В., Ксенита М.А.

В последние годы активно развивается технология термообработки под названием «Quenching and Partitioning» (Q-n-P), позволяющая достигать высокопрочного состояния в низколегированных сталях без дефицитных легирующих элементов. При Q-n-P возникает многофазная структура с повышенным содержанием аустенита, позволяющим реализовать TRIP-эффект при нагружении. В работе применили Q-n-P-обработку для повышения механических свойств рессорной стали 60С2ХФА. Q-n-P обработку стандартных образцов проводили следующим образом: а) аустенизация от 880 °С с выдержкой 10 мин; б) охлаждение до 160 °С в ванне с расплавом Вуда в течение 15 с; в) перенос в ванну с расплавом ПОС-61 с температурой 300 °С и выдержка в течение 300 с; г) охлаждение на воздухе. После Q-n-P обработки следовал отпуск (200 °С, 250 °С, 350 °С) в течение 90 мин. Часть образцов была подвергнута закалке от 880 °С в масле и отпуску при 300 °С в течение 90 мин. Результаты испытаний на механические свойства представлены в таблице.

Таблица - Механические свойства стали 60С2ХФА в термообработанном состоянии

Термообработка	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_b , МПа	δ , %	ψ , %	КСУ, Дж/см ²	HRC
Закалка+отпуск 300 °С	1861	1878	1,5	0	16	54,5
Q-n-P	1867	2022	4	21	59	51,5
Q-n-P+200 °С	1709	2047	6	22	62	52,0
Q-n-P+250 °С	1938	2065	8	22	63	51,5
Q-n-P+300 °С	1743	2023	9	24	48	52,0

После закалки и отпуска сталь 60С2ХФА обладает высокой прочностью и твердостью при практически нулевом уровне пластичности (δ , ψ) и низкой ударной вязкости. По сравнению с этим режимом Q-n-P обработка обеспечила рост предела прочности на 150 МПа, при этом сталь стала проявлять пластичность при испытаниях на растяжении, а ее ударная вязкость возросла в 3,7 раза. Отпуск после Q-n-P при 200-250 °С вызвал некоторое увеличение прочностных характеристик (до $\sigma_b = 2065$ МПа) при одновременном 1,5-2-кратном росте удлинения (до 6-8 %) и достижении максимальных значений ударной вязкости (КСУ=62-63 Дж/см²). Отпуск при более высокой температуре (300 °С) дополнительно повысил пластичность, однако вызвал снижение ударной вязкости до 48 Дж/см². Улучшение комплекса механических свойств стали 60С2ХФА в результате Q-n-P обработки связано с повышением доли остаточного аустенита до 24,1 % (11,5 % – после З+О). По мере роста температуры отпуска количество остаточного аустенита снижается до 21,8 %; 14,1 % и 13,7 % – после 200 °С, 250 °С и 300 °С, соответственно. Оптимальной является Q-n-P обработка с дополнительным отпуском при 200-250 °С.

Зурнаджи Вадим Иванович - аспирант, Приазовский государственный технический университет

Ефременко Василий Георгиевич - д.т.н., проф., зав. кафедрой физики, Приазовский государственный технический университет

Цветкова Елена Валентиновна – к.ф.-м., доцент кафедры физики, Приазовский государственный технический университет

Джеренова Антонина Васильевна - старший преподаватель кафедры физики, Приазовский государственный технический университет

Ксенита Маргарита Александровна – студентка, Приазовский государственный технический университет

УДК 621.658.012.531

МИКРОСТРУКТУРА И ЭРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ НАПЛАВКИ, ПОЛУЧЕННОЙ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ ПЛ АН-111

Белик А.Г., к.т.н., доц., Ефременко Б.В., аспирант, Чигарев В.В., д.т.н., проф.

Порошковая лента ПЛ АН-111 применяется при электродуговой наплавке контактных и промежуточных поясов конусов и чаш засыпных аппаратов доменной печи, элементов агломашин и другого металлургического оборудования, работающего в условиях абразивного (эрозионного) изнашивания при нормальных и повышенных температурах. Она обеспечивает формирование наплавки следующего номинального химсостава, масс. %: 5,0 С; 40,0 Cr; 40,0 Ni; 1,0 Mn; 2,0 Si; до 1 Zr; до 0,5 В; Fe - ост. Имеющиеся относительно ПЛ АН-111 публикации посвящены, главным образом, технологии и оборудованию нанесения наплавки, в то же время остаются практически не освещенными вопросы взаимосвязи микроструктуры наплавки с ее поведением при высокотемпературном изнашивании.

Наплавку проводили при следующих параметрах: ток дуги - 700 ± 50 А, напряжение - 32 ± 2 В, вылет – 50 мм, скорость наплавки – 32 м/ч, скорость подачи – 41 м/ч. Наплавку производили в два слоя, общая толщина валика составила 15-18 мм. После этого наплавленные образцы были подготовлены для испытаний на изнашивание. Для этого их подвергали фрезерованию и шлифовке таким образом, чтобы испытываемая поверхность соответствовала поверхности наплавки и ее промежуточному слою на половине высоты валика. Для испытаний на высокотемпературную эрозию использовали установку, состоящую из нескольких камер-печей для подогрева (по отдельности) воздуха, абразива и испытываемого образца. Эродент (остроугольный корундовый песок диаметром 0,5-1,0 мм) направлялся на поверхность образца под углом 30° потоком воздуха, подаваемого с интенсивностью 450 л/мин. Температура образца, эродента и воздуха составляла 500°C . Микроструктуру наплавленного слоя исследовали с применением сканирующего электронного микроскопа JSM-6510 LV (JEOL) и рентгеновского дифрактометра Rigaku-IV Pro.

Было установлено, что наплавка обладает градиентной по сечению микроструктурой, изменяющейся от доэвтектической в зоне сплавления с основной до заэвтектической с крупными столбчатыми карбидами M_7C_3 у поверхности валика. Матричные межкарбидные прослойки (аустенит) имеют неоднородное строение. В большей части сечения валика присутствуют включения пластинчатого графита. Наличие графита подтверждено рентгеноструктурным анализом, а также локальным определением химического состава.

Результаты испытаний показали, что слой наплавки, залегающий на половине высоты валика, обладает более высокой (в 1,57 раза) эрозионной стойкостью по сравнению с

поверхністю валика, що пов'язано з більш мелкими карбидними і графітними включеннями. Ерозионне изнашивание наплавки протікає по механізму глибокого растрескивання первинних карбидів внаслідок пластичного оттеснення матриці під ударами абразивних частинок з наступуючим викрашиванням отколовшихся фрагментів з поверхності. Зменшення розмірів карбидів приводить до того, що їх руйнування протікає в неопосередкованій близькості до поверхності, що підвищує енергоємність изнашивания і, відповідно, зносостійкість металу.

Белик Александр Григорьевич - к.т.н., доцент кафедри металургії і технології зварювального виробництва, Приазовський державний технічний університет

Ефременко Богдан Васильевич - аспірант кафедри теорії металургічних процесів і литого виробництва, Приазовський державний технічний університет

Чигарев Валерий Васильевич - д.т.н., проф., завідуючий кафедрою металургії і технології зварювального виробництва, Приазовський державний технічний університет

УДК 621.891

АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ГРАНИЧНОГО ЗМАЩУВАННЯ ТРИБОСИСТЕМ

Диха О.В., д.т.н., проф., Купельський Д.О., магістрант, Франчук Д.Л., магістрант

Граничне змащування (ГЗ) це найпоширеніший і тому найважливіший стан твердих мастильних поверхонь вузлів тертя машин. Граничне змащування було відкрито і вивчене У. Харді в 1922 році. Суть відкриття полягала в тому, що вплив мастила на процеси тертя виявляється вже при молекулярних розмірах товщини шару мастила. При цьому, чим більше молекулярна вага і відповідно довжина молекул, тим менше тертя або опір зсуву поверхонь.

При вивченні явища граничного змащування з точки зору хімії високомолекулярних з'єднань було встановлено, що за наявності полярних або поверхнево активних речовин (ПАВ) плівка ГЗ складається з одного або декількох шарів полярних молекул, розташованих перпендикулярно твердій поверхні. Полярні молекули містяться тільки в рослинних оліях і відсутні в мінералах. Для створення оптимальної структури ГЗ в мінеральну оливу необхідно додавати малі кількості ПАВ.

При взаємодії твердих поверхонь, розділених ГЗ структура ГЗ періодично перетворюється по напрямку адсорбція - десорбція від стійкого стану до руйнування. При цьому відбувається знос ГЗ причому чим більше моношарів в плівці ГЗ, тим повільніше ГЗ зношується.

Головна позитивна властивість ГЗ полягає в здатності зменшувати тертя і знос твердих контактуючих поверхонь. Вивчені деякі закономірності впливу зовнішніх чинників: тиск, температура на знос. При ГЗ знос твердих поверхонь не виключається, знос є, але цей знос істотно менше зносу за відсутності ГЗ.

Закономірності зношування при ГЗ отримані на основі вивчення змін коефіцієнта тертя при різних співвідношеннях площ металевої і мастильної частин контакту, корисні для розуміння процесів, але несуть швидше якісний, чим кількісний характер. Це тим більше важливо, що у міру взаємодії поверхонь виникають вторинні модифіковані стани плівок з важко передбачуваними закономірностями.

Встановлена відома експериментально складна узагальнена залежність коефіцієнта тертя від температури. На цій залежності виділені три критичні точки, v_{kp1} , v_{kp2} , v_{xm} в яких за запропонованими уявленнями досить різко змінюється структура ГЗ. На підставі хімічної кінетики розроблені математичні моделі, що описують стани ГЗ, і формули для орієнтовних розрахунків критичних температур. На нашу думку ці формули корисніші для розуміння протікаючих процесів, чим для практичного використання.

Диха Олександр Володимирович - д.т.н., проф., завідувач кафедри зносостійкості і надійності машин, Хмельницький національний університет

Купельський Денис Олександрович - магістрант, Хмельницький національний університет

Франчук Дмитро Леонідович - магістрант, Хмельницький національний університет

УДК 631.358

ІНТЕНСИВНІСТЬ ЗНОШУВАННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ШНЕКІВ

Куликівський В.Л., к.т.н.

Шнекові робочі органи сільськогосподарського призначення працюють в складних умовах взаємодії з зерновим матеріалом, який в своєму складі містить певну кількість абразивних частинок.

Спостереження за зношуванням шнеків вказують на нерівномірність його розподілу як в радіальному напрямленні витка, так і по довжині шнека.

Досвід експлуатації шнекових робочих органів і проведені дослідження показують, що найбільше зношування спостерігається на периферії витків (рис. 1). Особливо це відмічається для нижніх витків похилих шнеків, що орієнтовані під кутом до горизонту, який перебільшує кут тертя зернової маси по матеріалу кожуха.



а)



б)

Рисунок 1 – Поверхня робочої ділянки шнека (а) та периферійна частина витка (б)

Зношування робочих поверхонь шнеків слід розглядати, як природний процес втрати форми і маси при контактній взаємодії робочого органу з матеріалом, що транспортується. Проте, на особливу увагу заслуговує нерівномірність його розподілення по окремих ділянках. Так, найбільша інтенсивність зношування спостерігається на робочій поверхні витка в периферійній його частині. Поступово початкова, практично прямокутна форма

нового витка при зношуванні заокруглюється і набуває в перерізі криволінійного робочого профілю (рис. 1).

Біля завантажувальних лотків горизонтальних шнекових живильників інтенсивність зношування периферійної частини витка у 1,2...1,3 рази більша ніж на інших аналогічних робочих ділянках по довжині гвинта, в напрямку переміщення, вивантажування зернового матеріалу.

Причиною цього є протидія робочої поверхні гвинта, рух якої протилежний переміщенню зернового матеріалу в завантажувальному лотку. Чим частіше торцева поверхня гвинта діє на зерновий матеріал, тим швидше він загальмовується та знижується його проникність в транспортувальну частину, спричиняючи інтенсивніше зношування периферійної частини витка біля завантажувального лотка. Крім того, прохідні отвори в забірній частині при обертанні робочого органу змінюються за величиною і положенням, що створює додаткові пульсації потоку матеріалу в процесі його захоплення.

Для раціональної конструктивної побудови найбільш відповідальної частини робочої поверхні шнека – периферії витка, важливо проаналізувати зусилля, що діють на неї. Безпосередньо ці зусилля, які виникають в зазорі між гвинтом та кожухом, обумовлюють руйнування частинок зерна і призводять до інтенсифікації зношування периферії витка.

Куликівський Володимир Леонідович -к.т.н., доцент кафедри машиновикористання та сервісу технологічних систем, Житомирський національний агроекологічний університет.

УДК 621.791.011

АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ

Макаренко Н.О., д.т.н., проф.; Івченко М.Ю., студент;
Наталенко В.В. студент;

Всесвітнє зростання промислового потенціалу робить особливо актуальним завдання підвищення міцності та експлуатаційної надійності машин і конструкцій шляхом підвищення якості та поліпшення властивостей металів, тому передбачається значне поліпшення якості, розширення сортаменту металопродукції, збільшення випуску прокату з зміцнюючої термічною обробкою. Але для проведення самостійних операцій термообробки необхідне спеціальне обладнання, підготовка якого вимагає певних витрат часу, у зв'язку з цим є доцільним виконувати термічну обробку в комплексі з іншими виробничими операціями, зокрема, поєднувати операції гарячої пластичної деформації, зварювання, наплавлення з термічною обробкою.

Відомо, що підвищення міцності сталі в результаті термічного зміцнення призводить до великої економії металу (від 15 до 60%), а економія металу в народному господарстві зумовлює велику економію капіталовкладень (але капіталовкладення, що необхідні для термічного зміцнення, відносно невеликі, відповідно, низькі і експлуатаційні витрати).

В даний час проведено велику кількість робіт по високотемпературній термомеханічній обробці всіляких сплавів, в яких використані різні способи деформації, прокату смуг, пластин і прутків, кування і штампування, волочіння та інші види обробки. Така обробка дозволяє підвищити міцність металу більш ніж в 1,5 рази при збереженні високої пластичності і в'язкості. Однак, відомо, що цей спосіб також має низку істотних недоліків, основними з яких є формозміна виробу і труднощі узгодження роботи прокатного і гартувального обладнання, що практично виключає широке застосування способу в промисловості. Відомий спосіб термомеханічної обробки, в якому деформування прокаткою

замінено циклічною знакозмінною згинаючою деформацією виробу в правильних машинах. При якій виключається формозміна виробу і, крім того, потрібен значно менший питомий тиск, ніж наприклад, при прокатці, волочінні, пресуванні (цей спосіб обробки названо високотемпературною термопластичною обробкою).

Науковцями проведена наукові дослідження з метою визначення впливу параметрів високотемпературної термопластичної обробки смуги, таких як: температура аустенізації, ступінь деформації, післядеформаційна витримка, оптимальний режим для підвищення міцності властивостей смуги. Це перспективний метод, бо передбачає скорочення витрат сталі, заміни дорогої легованої сталі більш дешевими, забезпечує підвищення міцності і надійності конструкції і зниження її ваги.

Макаренко Наталія Олексіївна – д.т.н., проф., завідувачка кафедри «Обладнання і технологій зварювального виробництва», Донбаська державна машинобудівна академія.

Івченко Микола Юрійович – студент кафедри «Обладнання і технологій зварювального виробництва», Донбаська державна машинобудівна академія.

Наталенко Володимир Володимирович – студент кафедри «Обладнання і технологій зварювального виробництва», Донбаська державна машинобудівна академія.

УДК 621.891

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМУ ТЕРТЯ НАПРЯМНИХ КОВЗАННЯ МАШИН

Диха М.О., к.т.н., доц., Бійчук Д.Р., магістрант, Кондюба С.М., магістрант

Напрямні ковзання відносяться до опорних деталей машин, які забезпечують задане взаємне розміщення рухомих вузлів і можливість їх переміщення в напрямі прямолінійного руху.

З огляду на те, що основною галуззю застосування напрямних ковзання є верстатобудування, а точність та довговічність напрямних у значній мірі визначає працездатність верстатів, то особливості навантаження і зношування напрямних металорізальних верстатів, досліджені найбільш досконало.

Визначено, що переважна кількість верстатів виходять з ладу через знос деталей, який різко знижує точність обробки, зменшує продуктивність через простой, вимагає значних виробничих потужностей і кваліфікованих кадрів для ремонту. Витрати на ремонт верстатного обладнання загального призначення, віднесені до року експлуатації, складають до 10% його початкової вартості.

Умови роботи напрямних металорізальних верстатів характеризують наступні чинники: тиск та його змінність під час реверсивного руху; швидкість ковзання та змащування напрямних; температура та забруднення напрямних або мастила відходами обробки (стружкою, піском, окалиною, абразивом) тощо.

Навантаження на напрямні у більшості верстатів в процесі робочого циклу не однакове. За умови зворотно-поступального руху тиск на напрямні від сил різання складає лише частку загального навантаження, а більше половини шляху тертя відбувається режимі холостого ходу при зниженому тиску.

Встановлено, що найважливішою характеристикою роботи напрямних ковзання верстатів вважається режим тертя. Зокрема показано, що залежно від умов роботи, типу мастильного матеріалу і його розподілу напрямні ковзання можуть працювати в режимі граничного, змішаного, гідродинамічного і гідростатичного тертя.

За результатами експериментальних досліджень наведені чисельні графічні залежності коефіцієнту тертя від часу нерухомого контакту і швидкості ковзання для різних мастильних матеріалів, значень контактного тиску і матеріалів пар тертя. Загалом показано, що при збільшенні часу нерухомого контакту коефіцієнт тертя дещо збільшується, а при збільшенні швидкості ковзання значно зменшується. Так, наприклад, при терті по чавуну СЧ 21 (масло індустріальне 40, тиск 2 МПа) при збільшенні тривалості контакту до 20 год коефіцієнт тертя збільшується від 0,25 до 0,3, а при збільшенні швидкості ковзання від 5 до 80 мм/хв – зменшується від 0,2 до 0,05.

Диха Максим Олександрович - к.т.н., доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій, Хмельницький національний університет

Бійчук Дмитро Русланович - магістрант, Хмельницький національний університет

Кондюба Сергій Миколайович - магістрант, Хмельницький національний університет

УДК 621.791

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЕКЗОТЕРМІЧНИХ СУМІШЕЙ В ПОКРИТТІ ЕЛЕКТРОДІВ НА ПРОЦЕС НАГРІВАННЯ ТА ПЛАВЛЕННЯ

Власов А.Ф., д.т.н., проф., Куцій Г.М., к.т.н., ст. викл, Кончич П.І., студент

На машинобудівних підприємствах з розвинутою інфраструктурою виготовлення металоконструкцій проблема підвищення продуктивності та якості дугового зварювання й наплавлення вирішується використанням автоматичних та напівавтоматичних методів зварювання, пов'язаних з використанням високопродуктивного дорогого устаткування. Але для підприємств металургійної галузі і організацій, що займаються ремонтом деталей машин і металоконструкцій, що вийшли з ладу, такий підхід економічно і технічно недоцільний. Наприклад, при заварюванні дефектів виливків і тріщин станин металообробних верстатів ручне дугове зварювання і наплавлення покритими електродами залишається найбільш ефективним способом ремонту. Для забезпечення рівномірності плавлення електродного осердя і покриття доцільно використовувати ефект екзотермічних реакцій методом введення до складу використовуваних матеріалів екзотермічних сумішей у вигляді відповідних окислювачів (окаліни, марганцевої руди та ін.) і розкислювачів (феротитана, алюмінієвого порошку та ін.), при нагріванні і плавленні яких протікає екзотермічний процес. Проведеними дослідженнями встановлено, що при зміні вмісту в покритті електродів екзотермічної суміші (з окаліни і алюмінієвого порошку) від 35 до 64% приріст температури склав 1280°C, що є достатнім для повного розплавлення покриття.

До теперішнього часу дослідниками достатньо не вивчено питання розподілу тепла, що виділяється при екзотермічній реакції, між електродом і виробом. Проведені дослідження впливу кількості екзотермічної суміші в покритті електродів на теплові характеристики їх плавлення показали, що введення в покриття електродів екзотермічної суміші в кількості до 53,4% призводить до збільшення: коефіцієнтів розплавлення стержня (8,7...11,6 г/А·год) і наплавлення (8,1...13,0 г/А·ч); ефективних к.к.д. нагріву основного металу (0,715...0,815) і електрода (0,28...0,415); швидкість розплавлення електродів за рахунок збільшення теплової потужності дуги; тепла, що виділяється при протіканні екзотермічної реакції; зниження витрат на плавлення газшлакоутворюючої частини покриття та покращення технологічних характеристик дуги.

Електроди з екзотермічної сумішшю в покритті найбільш ефективно можуть бути використані при зварювальних і наплавочних роботах, при виконанні яких необхідний попередній і супутній підігрів і сповільнене охолодження.

Власов Анатолій Федорович – д.т.н., проф. кафедри «Обладнання і технологій зварювального виробництва», Донбаська державна машинобудівна академія.

Куцій Ганна Михайлівна – к.т.н., ст. викл. кафедри «Обладнання і технологій зварювального виробництва», Донбаська державна машинобудівна академія.

Кончич Павло Ігорович – студент кафедри «Обладнання і технологій зварювального виробництва», Донбаська державна машинобудівна академія.

УДК 621.791

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ ПРОВОЛОК В ПРОМЫШЛЕННОСТИ. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

Голуб Д. М., к.т.н., ассистент; Авагян В.Ш. д.т.н.; Ивченко Н.Ю., студент

Потребителями порошковых проволок являются многие предприятия легкой и машиностроительной отраслей.

При использовании порошковой проволоки в сталеплавильном производстве ее вводят в металлургический расплав при помощи трайб-аппарата обеспечивая корректировку химического состава выплаваемого металла. Технология позволяет снизить расход лигатуры на раскисление, модифицирование, и легирование, а также повысить экологическую безопасность производства.

На сегодняшний день применение порошковых проволок становится все более неотъемлемой частью сварочной технологии повышения стойкости инструмента различного назначения. Преимущества порошковых проволок в качестве наплавочного материала обеспечивают постоянный рост их потребления на мировом рынке. Данная тенденция, наблюдаемая в США, Европе и Японии с середины 80-х годов XX века, привела к завоеванию около 30 % рынка.

Ряд ведущих мировых компаний-производителей сварочных материалов, таких как южнокорейская фирма Hyundai Welding Co. Ltd, англо-французский концерн Welding Alloys Group, австрийская компания Böhler Welding, а также ряд компаний, работающих в странах бывшего СНГ, таких ООО «НПФ «Элна», группа компаний «WELDTES», ЧАО «Вистек» и др. определили эту тенденцию и занимаются разработкой и производством порошковых проволок многие годы.

Несмотря на ряд присущих порошковым проволокам недостатков, таких как более высокая стоимость по сравнению с проволоками сплошного сечения и неравномерность плавления они, тем не менее имеют и серьезные преимущества, такие как повышенная производительность, более широкий диапазон оптимальных режимов сварки, близкий к струйному перенос металла через дуговой промежуток, высокая степень защиты сварочной ванны за счет комбинированного действия шлака и защитного газа, снижение общих расходов, за счет более высокой производительности процесса и сокращения непроизводительных простоев.

Голуб Денис Михайлович – кандидат технічних наук, асистент кафедри «Оборудования и технологий сварочного производства», Донбасская государственная машиностроительная академия.

Авагян Вардан Шаваршович – доктор технічних наук, советник директора НИИ "CANDLE" – Институт синхротронных исследований (Ереванский государственный университет).

УДК 621.791.011

ЗБІЛЬШЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ ДІСЛОКАЦІЙ І ДИСЛОКАЦІЙНІ БАР'ЄРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ДЕФОРМОВАНОГО МЕТАЛУ

Макаренко Н.О., д.т.н., проф.; Куліков В.П., д.т.н., проф.

Зміцнення при термомеханічній обробці пов'язано з наступними факторами: зі збільшенням щільності дислокацій; дислокаційними бар'єрами; розміру зерна; розміру частинок дисперсної фази; поліморфним перетворенням попередньо деформованого металу.

Відомо, що при деформації в металі накопичуються заблоковані дислокації, збільшується їх щільність і відбувається пружня взаємодія їх з рухливими дислокаціями. В результаті підвищується енергетичний потенціал зміцнюваного матеріалу, тобто опір зовнішнього механічного навантаження внаслідок збільшення внутрішніх напружень і щільності лісу дислокацій з гвинтовою компонентою. Незважаючи уваги на підвищену щільність, дислокації більш рівномірно розподіляються по об'єму металу, ніж в початковому стані, що сприяє однорідності дислокаційної структури. Не виключається можливість руху дислокаційних петель або сегментів всередині субоб'ємів, так як в них щільність дислокацій не перевищує щільності для відпаленого металу. Таким чином, дислокації всередині субзерен мають можливість перерозподілятися, що впливає на релаксацію напружень на межі розділу і знижує схильність зміцненого матеріалу до крихкого руйнування.

Звісно, що межі зерен також істотно впливають на міцність металу, будучи ефективною перешкодою для поширення деформацій та визначають її неоднорідність і вигин кристалітів біля меж (при цьому велику роль відіграє кут їх розорієнтування). Слід зазначити, що опір пластичної деформації збільшує не власне межа, а взаємодія дислокаційних джерел, розділених цією межею (при достатній локалізації деформації в мікрооб'ємах). Це досягається для кожного матеріалу і конкретних умов при певному оптимальному кількості зерен, що визначає максимальний опір деформації.

Ефективними бар'єрами є межі субзерен, особливо при дії тривалих навантажень, внаслідок щодо високого опору стінок дислокацій, що утворюють субмежу, дії термічних флуктуацій. На зміцнення металу впливає ступінь дисперсності частинок через створення внутрішньої напруги, а також напруги в матриці, що перешкоджає руху дислокацій.

Макаренко Наталія Олексіївна – д.т.н., проф., завідувачка кафедри «Обладнання і технологій зварювального виробництва», Донбаська державна машинобудівна академія.

Куліков Валерій Петрович – д.т.н., проф., завідувач кафедри «ОІТЗВ», БРУ

МИКРОСТРУКТУРА И ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ СТАЛИ 75Г, МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПЛАЗМЕННЫМ ИМПУЛЬСОМ

Чабак Ю.Г., к.т.н., Пастухова Т.В., к.т.н., Федун В.И., Булавка А.А.

Импульсно-плазменная обработка (ИПО) применяется для упрочняющей модификации стальных поверхностей путем скоростной закалки при плазменном воздействии. В результате образуется измененный слой, имеющий мелкокристаллическую мартенситную структуру с повышенными плотностью дефектов и искаженностью кристаллической решетки, что обеспечивает более высокие твердость и сопротивление хрупкому разрушению. Целью работы являлось исследование строения и свойств стали в зависимости от динамики тепловых полей,

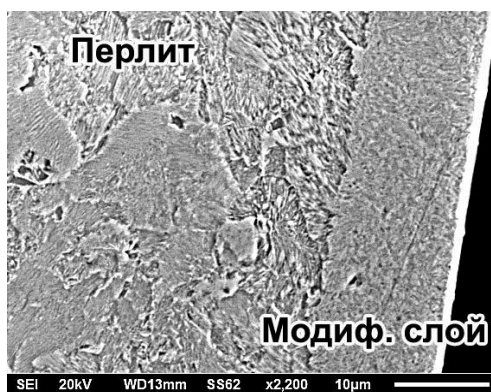


Рис. 1 Плазменно модифицированный слой на стали

возникающих в образце при ИПО с применением электротермического аксиального плазменного ускорителя (ЭАПУ). В работе предложена и апробирована расчетная модель температурного поля стального образца при взаимодействии с плазменным импульсом, возникающим в результате высокоточного импульсного разряда в камере ЭАПУ. Моделированием установлено, что при ИПО по режимам, обеспечивающим плотности теплового потока в пределах $(1,4...1,75) \cdot 10^9$ Вт/м², температура поверхности стали 75Г может повыситься до 1400...1680 °С, достигая или превышая температуру плавления. При этом глубина максимального прогрева образца на аустенитную

структуру может составлять до 15...27 мкм, а нагрев и охлаждение поверхности могут протекать со скоростью порядка $(3,7...5,5) \cdot 10^6$ К/с.

Апробирование модели проводили путем анализа микроструктуры экспериментального образца стали 75Г, плазменно модифицированного без оплавления поверхности. ИПО проводили при следующих параметрах: напряжение предварительной зарядки накопителя энергии емкостью 1,5 мФ и подаваемое на электроды - не более 4,0 кВ; расстояние между электродами ~50 мм; расстояние от торца ЭАПУ до поверхности образца - 50 мм; количество импульсов - шесть. Центральным электродом (катодом) служил вольфрамовый стержень диаметром 5 мм. Обработке подвергали образцы размерами 10x10x20 мм, изготовленные из горячекатаной стали 75Г (0,75 % С, 0,91 % Мn, 0,28 % Si).

Установлено, что при однократном выполнении импульсов без оплавления при мощности поверхностного источника энергии, равной $1,4 \cdot 10^9$ Вт/м², на поверхности стали 75Г возникает модифицированный слой толщиной 20...22 мкм (рис. 1) с микротвердостью 900...1000 НВ, что в три раза выше микротвердости основы. Зафиксированная толщина модифицированного слоя близка к расчетному значению. Испытаниями на изнашивание по схеме «Pin-on-Disc» при трении о корундовый шарик установлено, что плазменное модифицирование обеспечивает 1,5-кратный рост износостойкости по сравнению с исходным состоянием.

Чабак Юлия Геннадьевна - к.т.н., старший преподаватель кафедры физики, Приазовский государственный технический университет

Пастухова Татьяна Васильевна – к.т.н., младший научный сотрудник, Приазовский государственный технический университет

Федун Виктор Иванович - старший преподаватель кафедры физики, Приазовский

УДК 669.02.09: 620.169.1

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ БАРЬЕРОВ В ЛИТЫХ ДЕТАЛЯХ, РАБОТАЮЩИХ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Лоза А.В., к.т.н., Шишкин В.В., к.т.н., ГВУЗ «ПГТУ»

В металлургии и других отраслях промышленности эксплуатируются массивные литые изделия, которые работают при высоких температурах. Локальный перегрев даже небольшой площади таких деталей приводит к преждевременному выходу из строя всего изделия, в то время как ресурс прочности основной его массы не исчерпан в полной мере. Направленное одностороннее распространение тепла в массивном теле сопровождается его неравномерным нагревом и возникновением температурных напряжений, которые могут привести к остаточным деформациям. Для некоторых узлов оборудования такие деформации являются недопустимыми. Например, сверхнормативные деформации в головках затравок слябовых МНЛЗ могут возникать уже после трех месяцев эксплуатации. Срок службы затравок может быть увеличен за счет предотвращения коробления.

Для уменьшения деформаций массивных литых изделий в технике применяют различные методы. Одним из таких методов является применение внутренних тепловых барьеров. При этом конструктивное изменение изделия придает ему новые технологические свойства, в частности, повышает устойчивость к тепловым деформациям. В то же время, такое усовершенствование требует дополнительных расчетов конструкции на прочность, т.к. за счет новых конструктивных элементов несколько ослабляется монолитное сечение изделия. Для головок затравок МНЛЗ, изготавливаемых из литой стали, были смоделированы несколько вариантов усовершенствованной конструкции. В качестве тепловых барьеров рассматривались закладные детали и дополнительные сквозные каналы в монолитном корпусе головки, которые препятствуют передаче тепла и уменьшают перегрев основной части корпуса. Модели адаптированы к условиям работы действующих металлургических комбинатов.

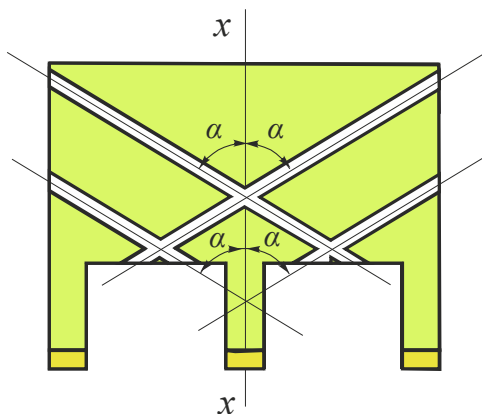


Рис.1 – Схема усовершенствованной головки затравки МНЛЗ

Применение указанных тепловых барьеров в литых изделиях перспективно с точки зрения увеличения их долговечности при незначительных материальных затратах и практически не изменяет технологию эксплуатации оборудования. Прочность усовершенствованной конструкции может быть оценена расчетным путем с применением моделирования.

Лоза Аркадий Васильевич – к.т.н., доц. кафедры подъемно-транспортных машин и деталей машин, Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь

Шишкин Владимир Викторович - к.т.н., доц. кафедры подъемно-транспортных машин и деталей машин, Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь

УДК 620.178

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ КІЛЬЦЕВОГО КЛАПАНА КОМПРЕСОРА АВТОМОБІЛЬНОЇ ГАЗОНАПОВНЮВАЛЬНОЇ КОМПРЕСОРНОЇ СТАНЦІЇ

Свідерський В. П., к. т. н., доц., Кириченко Л. М., науковий співробітник,
Фурман А. Ю., студент

Самодіючі клапани поршневих компресорів, що працюють без мащення циліндро-поршневих груп відносять до найбільш відповідальних вузлів компресора. Вони суттєво впливають на дві характеристики поршневого компресора – економічність роботи і надійність.

Пластини і пружини клапанів повинні мати достатню міцність, тобто вони повинні на протязі довгого часу витримувати статичні і динамічні навантаження, що виникають при роботі клапана. Іншими словами, клапан повинен мати достатню надійність, тобто зберігати працездатність на протязі заданого напрацювання: не менше 1000 годин до відмови пластини клапана.

З метою підвищення зносостійкості обмежувачів в окремих конструкціях направляючі для пластин виконують в вигляді самостійних деталей (вкладень) підвищеної твердості не менше HRC 60 з азотуванням поверхневого шару або з неметалевих матеріалів з низьким коефіцієнтом тертя і високою теплостійкістю.

Нами розроблені антифрикційні модифіковані фторопластові матеріали. Встановлено, що нанесення на вуглецеві волокна або тканини фторопластового покриття підвищує їх зносостійкість і втомну міцність. Одночасно при цьому збільшується міцність, модуль пружності і термостійкість. Тому для покращення антифрикційних і фізико-механічних властивостей карбопластика Ф4ВВ20 розроблено технологію нанесення фторопластового покриття (фторопласт-4МБ) на поверхню вуглецевої тканини "Текарм" з наступним введенням її до складу композиційного матеріалу.

Встановлено, що для підвищення адгезії фторопластового покриття до поверхні тканини необхідно створювати ґрунтовий шар, а зовнішній шар фторопластового покриття повинен містити стабілізатор: дисульфід молібдену або оксид кадмію в кількості від 1 до 2 мас. %.

Відпрацьована технологія нанесення фторопластового покриття електроосадженням. При нанесенні ґрунтового шару напруженість електростатичного поля складала $E = 50$ кВ, а наступних шарів - $E = 60 \div 70$ кВ.

Антифрикційні дослідження виконувались на машині тертя за схемою контакту - «сфера - площа». Режим змінних граничних питомих навантажень при постійному нормальному навантаженні, зразки висотою $(10 \pm 0,1)$ мм і діаметром $(10 \pm 0,1)$ мм з кінцевою сферою радіусу 6,35 мм контактували сферою по площині металевого контртіла діаметром $(60 \pm 0,15)$ мм і висотою

(10±0,15) мм; металеве контртіло було виготовлено із сталі 45 (HB 4,5±0,18 ГПа) і оброблено до початкового середнього арифметичного відхилення профілю поверхні $Ra_0 = 0,2±0,03$ мкм.

Нормальне навантаження на один зразок дорівнювало $N_i = 100\text{Н}$, швидкість ковзання $v = 0,3\text{ м/с}$, температура на відстані 0,5 – 1 мм від поверхні контртіла складала $T = (323±2)\text{К}$ при випробуванні без мащення. Випробування проводили на шляху тертя $S_1 = 0...3$ км, $S_2 = 3...20$ км.

Встановлено, що нанесення фторопластового покриття (фторопласт–4МБ) на поверхню вуглецевої тканини «Текарм» приводить до підвищення зносостійкості карбопластика Ф4ВВ20 на 20%.

Свідерський Владислав Петрович - к.т.н., доц., кафедри зносостійкості і надійності машин, Хмельницький національний університет

Кириченко Людмила Мефодіївна – науковий співробітник лабораторії композиційних матеріалів, Хмельницький національний університет

Фурман Андрій Юрійович - студент групи МТВАм-12-1 факультету інженерної механіки, Хмельницький національний університет

УДК 631.3.004

ОСНОВНІ ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ МАШИН

Кондратюк А.М., магістрант, Куликівський В.Л., к.т.н.

При системному підході до розробки технології діагностування техніки за вихідний принцип приймають врахування специфіки стану конкретної машини і високу якість перевірки при мінімальній трудомісткості. В результаті такого системного підходу створюється гнучка універсальна технологія, що відображає все можливе різноманіття ситуацій і враховує кожен результат попередньої операції перевірки.

Технічне діагностування організують так, щоб з мінімальними затратами праці вирішити такі завдання:

- перевірити певну сукупність параметрів і якісних ознак технічного стану машини та прийняти рішення про необхідність відновлення до номінального значення тих параметрів, які вийшли за допустимі межі;

- при усуненні наслідків відмови техніки перевірити правильність функціонування, знайти несправність та прийняти рішення про відновлення працездатності машини;

- після досягнення машиною доремонтного або післяремонтного напрацювання перевірити працездатність та правильність функціонування, отримати інформацію для прогнозування залишкового ресурсу і при необхідності підготувати (прийняти) рішення по відновленню ресурсу машини або її складових частин;

- при ремонті визначити необхідність повного розбирання та проведення капітального ремонту вузлів і агрегатів (передремонтне діагностування), оцінити якість ремонту машин та агрегатів (післяремонтне діагностування).

Зменшувати трудомісткість діагностування та відповідно підвищувати продуктивність діагностичних засобів можна за рахунок проведення спеціальних заходів (рис. 1).

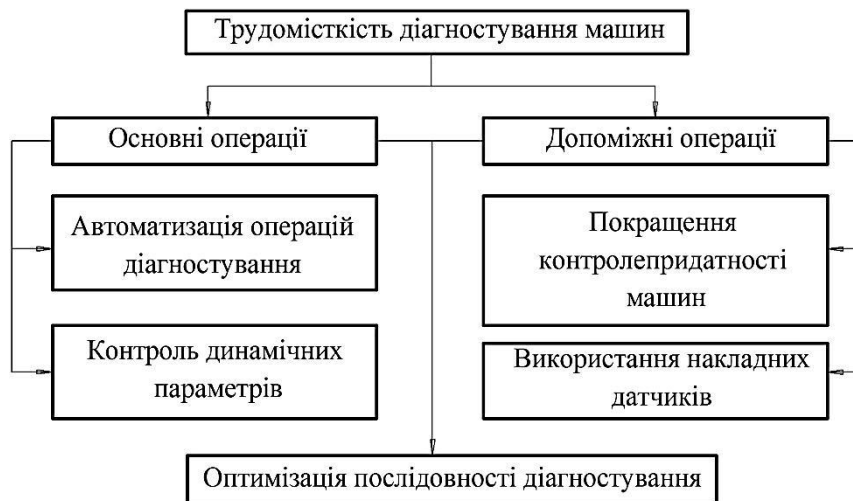


Рисунок 1 – Основні шляхи скорочення трудомісткості діагностування

В даний час машини оснащуються бортовими та вбудованими системами діагностування, при цьому не втрачають актуальність і традиційні системи зовнішнього діагностування. Отже, для зниження трудомісткості технологічного процесу, при виборі діагностичних параметрів необхідно враховувати, які з них доцільно контролювати бортовими системами, а які – за допомогою зовнішніх засобів технічного діагностування.

Кондратюк Андрій Михайлович - магістрант кафедри машиновикористання та сервісу технологічних систем, Житомирський національний агроєкологічний університет.

Куликівський Володимир Леонідович - к.т.н., доцент кафедри машиновикористання та сервісу технологічних систем, Житомирський національний агроєкологічний університет.

УДК 621.891

КЛАСИФІКАЦІЯ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ

Дворук В.І., д.т.н., проф., Борак К.В. к.т.н., Марчук І.В. студент

В сучасному розумінні абразивне зношування (abrasive wear) це механічне зношування в результаті ріжучої або царапаючої дії твердих тіл або частинок, які знаходяться в закріпленому або вільному стані.

Стандартний поділ розділяє абразивне зношування на зношування закріпленими частинками (two-body abrasive wear) та зношування незакріпленими частинками (three-body abrasive wear). Перший процес має місце, коли абразив ковзає вздовж поверхні (grooving abrasion), другий – коли тверда частинка вільно перекатується між двома поверхнями, що знаходяться у відносному русі (rolling abrasion). Це так називаємо закрите абразивне зношування (closed abrasion), на відміну від відкритого процесу (open abrasion), коли потік не закріплених абразивних частинок переміщується по твердій поверхні.

На мою думку такий поділ абразивного зношування можна вважати неповним. Так Хрущовим М.М. відмічається, що тертя робочих органів в ґрунті є результатом взаємодії поверхні з твердими частинками "сцепленими в непрочную массу". Тобто абразивні частинки можуть знаходитися в закріпленому та вільному стані, але в процесі тертя можуть змінювати свою зв'язаність, як в більшу так і в меншу сторону. В роботах Ауліна В.В. такий стан абразивної маси названий «напівзакріплений абразив». Добровольський А.Г.

посилаючись на ГОСТ 23.002-78 дав наступне визначення абразивного зношування – це механічне зношування матеріалу в результаті, в основному ріжучої або царапаючої дії на нього твердих частинок, що знаходяться в вільному, напівзакріпленому або закріпленому стані. В ГОСТ 23.002-78 слово «напівзакріпленому» відсутнє, але Добровольський А.Г. в одній зі своїх робіт розглядає «Стойкість матеріалів при изнашивании о нежесткозакрепленные абразивные частицы», на його думку піддаються такому виду абразивного зношування ґрунтообробний інструмент, інструмент дорожніх та будівельних машин, ковші екскаваторів та канавокопачів.

Дворук Володимир Іванович – д.т.н., проф., професор кафедри теоретичної та прикладної фізики, Національний авіаційний університет м. Київ

Борак Костянтин Вікторович – к.т.н., завідувач відділення «Агроінженерія», Житомирський агротехнічний коледж

Марчук Іван Вікторович – студент першого (бакалаврського) ступеня вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія», Житомирський агротехнічний коледж

УДК 631.33.024.2

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ СОШНИКІВ

Міненко С.В. к.т.н., доцент, Нараєвський П.Ю. студент

Конструктивно наральникові сошники виконуються, як правило, легкоз'ємними. Це є елементом передбачення можливості швидкої заміни їх у випадку пошкоджень або переходу до використання інших більш ефективних робочих елементів для конкретних умов експлуатації. Так, фірма „HORSH” (Германія) випускає цілий ряд сошників обладнаних необхідними наральниками для кращої реалізації оптимальних умов посіву. Механічне кріплення знімних деталей передбачає заміну їх у випадку зношення або механічних пошкоджень.

Фірма „ZEPPELIN” (Канада) в своїх розробках сівалок прямого посіву Bourgault 5710, Bourgault 8810 на протязі багатьох років використовує вузькі анкерні сошники. Сівалки знайшли широку експлуатацію в США, Австралії і все більше застосовуються на Україні. Довговічність сошників, які працюють в складних умовах ущільненого ґрунту, підвищено шляхом зміцнення їх карбідною наплавкою. Очевидно під карбідною наплавкою в проспектах фірми більше розуміється пластинування робочих поверхонь наральників твердими спеченими вставками на основі карбідів вольфраму або титану.

Ефективними проти зношування і перевіреними на практиці експлуатації робочих машин є технологічні методи. Вони, насамперед, включають в себе застосування різних матеріалів і технологій підвищення зносостійкості поверхонь. Але робочі органи ґрунтообробних машин мають свою специфіку експлуатації втрати роботоздатності при зношуванні, які обумовлені зміною геометрії робочої частини. Як правило робоча частина займає по площі незначну поверхню, але дуже суттєво впливає на роботоздатність. Тому зміцнення в якості тільки підвищення фізико-механічних властивостей матеріалу поверхні робочого органу без урахування особливостей його взаємодії з технологічним середовищем є або малоефективним або потребує застосування високозносостійких матеріалів.

Міненко Сергій Вікторович – к.т.н., доцент, доцент кафедри машиновикористання та сервісу технологічних систем, Житомирський національний агроекологічний університет
Нараєвський Павло Юрійович – студент освітнього ступеня магістр, спеціальності 208 «Агроінженерія», Житомирський національний агроекологічний університет

УДК 621.43

КЛАСИФІКАЦІЯ ЗНОШУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Палійчук В.К., к.т.н., доцент, Ксензук О.М. студент

Залежно від умов тертя і матеріалів пар тертя має місце той чи інший вид порушення фрикційних зв'язків і зношування. Класифікація видів зношування представлена на рис. 1.



Рисунок 1 – Класифікація видів зношування

За даними Костецького Б.І. найбільш поширеними видами зносу є абразивний, адгезійний, втомлювальний, кавітаційний, корозійний і ерозійний. Як видно з діаграми (рис. 2), більшість деталей виходить з ладу в результаті абразивного, гідро- і газоабразивного зношування. Його характер може значно змінюватися в залежності від фізико-механічних властивостей матеріалу і абразиву, тиску в зоні контакту, швидкості деформування поверхневого шару, температури нагріву матеріалу і агресивності середовища.

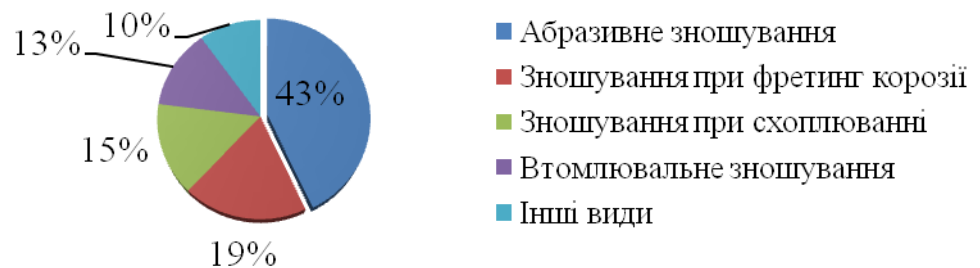


Рисунок 2 – Діаграма розподілу різних видів зношування деталей сільськогосподарських машин.

Палійчук Володимир Костянтинович – к.т.н., доцент, доцент кафедри машиновикористання та сервісу технологічних систем, Житомирський національний агроекологічний університет

Ксензук Олексій Михайлович – студент освітнього ступеня магістр, спеціальності 208 «Агроінженерія», Житомирський національний агроекологічний університет

ФУНЦІЇ ОЛИВ ДЛЯ МАЩЕННЯ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ

Савченко В.М. к.т.н., доцент, Добровинський М.С. студент

Оливи для змащення підшипників ковзання виконують наступні основні функції:

- зниження контактних напружень, тертя й зношування деталей за рахунок створення на їхніх поверхнях міцного змашувального шару;
- ущільнення зазорів у сполученнях деталей;
- ефективний відвід тепла від поверхонь тертя й видалення із зон тертя продуктів зношування та інших сторонніх речовин;
- надійний захист поверхонь підшипників від корозійного впливу продуктів окислювання мастила, згоряння палива та інш.

Природно, для виконання зазначених функцій оливи повинні мати високі й досить різноманітні експлуатаційні властивості залежно від різного ступеня завантаженості, конструктивного виконання тощо. В найбільш жорстких умовах працюють підшипники ковзання двигунів внутрішнього згоряння, тому до моторних олив пред'являють більш жорсткі вимоги.

Основу сучасних олив для підшипників ковзання становлять добре очищені базові мастила тієї або іншої в'язкості, якість яких поліпшують шляхом уведення різних присадок (депресорних, антиокислювальних, антикорозійних, "миючих" тощо) у кількостях 3 – 15 %. Базову оливу одержують шляхом переробки нафти первісної перегонки на фракції, до складу яких входять вуглеводні приблизно однакової молекулярної маси. Це можливо тому, що температура кипіння нафтових вуглеводнів приблизно пропорційна їхнім молекулярним масам.

Найбільш широко використовуються для змащення підшипників ковзання моторні оливи. До них висувають жорсткі вимоги, які обумовлюються специфічними умовами роботи вузлів тертя. У першу чергу до них відноситься тепловий режим.

Савченко Василь Миколайович – к.т.н., доцент, завідувач кафедри машиновикористання та сервісу технологічних систем, Житомирський національний агроекологічний університет

Добровинський Максим Сергійович – студент освітнього ступеня магістр, спеціальності 208 «Агроінженерія», Житомирський національний агроекологічний університет

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Савченко В.М. к.т.н., доцент, Сущук І.Г. студент

Підвищення зносостійкості деталей машин можливе наступними методами: конструктивними; технологічними; експлуатаційними.

Конструктивні можливості підвищення зносостійкості деталей машин досить різноманітні, але всі вони зводяться переважно до покращення режиму роботи деталей (виключення зовнішнього тертя, покращення умов тертя та ін.).

До експлуатаційних методів підвищення зносостійкості можна віднести: оптимізацію режимів роботи, вчасне виконання ТО й ремонту вузлів тертя та ін.

Найбільш суттєво підвищити зносостійкість деталей можливо технологічними методами, які представлено на рис. 1.

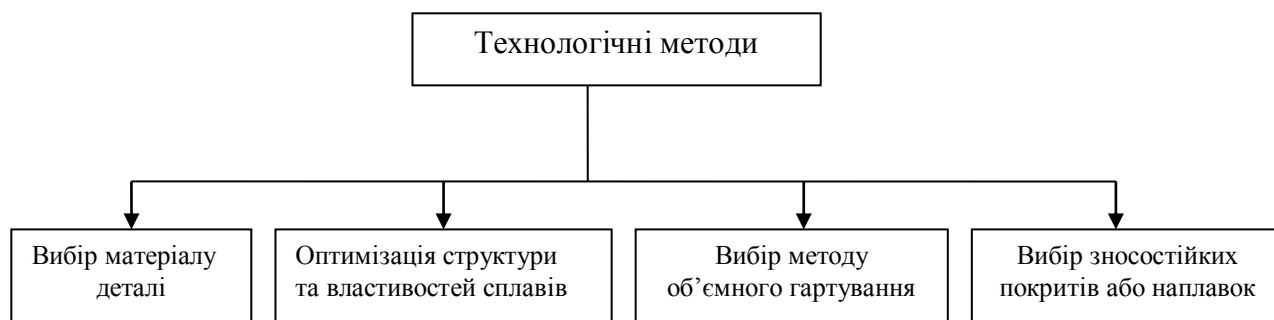


Рисунок 1.10 – Технологічні методи підвищення зносостійкості деталей

Вибір матеріалу повинен здійснюватися залежно від умов роботи деталі – напруженого стану, зовнішніх умов тертя, температурних режимів, властивостей навколишнього середовища.

Поверхнєве зміцнення застосовують для підвищення зносостійкості, коли не ставляться підвищені вимоги до об'ємної міцності деталей, але необхідна їх висока поверхнева міцність. У деяких випадках найкращі результати дає поєднання різних видів зміцнення.

Савченко Василь Миколайович – к.т.н., доцент, завідувач кафедри машиновикористання та сервісу технологічних систем, Житомирський національний агроєкологічний університет

Суцук Іван Григорович – студент освітнього ступеня магістр, спеціальності 208 «Агроінженерія», Житомирський національний агроєкологічний університет

УДК 621.791

ЩОДО ПИТАННЯ, ПРО МАЙБУТНЄ ІНТЕГРОВАНІХ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Маршуба В.П., к.т.н., доц., Мирошніченко Н.Н., к.т.н., доц., Соловей Л.В., ст. викл., Широков Стефан студ.гр. ІТ-47

Відповідно до існуючої на даний час термінології, термін "зварювання" означає з'єднання, різання і обробку поверхні матеріалів усіх типів з використанням термічних та інших споріднених процесів. Вище згаданий перелік включає в себе управління, забезпечення якості, неруйнівний контроль, гігієну праці та охорону здоров'я обслуговуючого персоналу.

Звідси впливає основне завдання зварювального виробництва - з проектування та виготовлення різноманітних зварних конструкцій. На основі існуючих переваг, в наш час виготовляють конструкції, як з однорідних матеріалів, так композитних зі сталі, кольорових металів, або різних сплавів. Все глибше технологія зварювання проникає у виробництво виробів з синтетичних матеріалів, засвоєно зварювання композиційних матеріалів.

На основі зварювальних технологій в даний час виготовляють не тільки інженерні споруди, цивільні та військові машини, а також і багато іншого. У зв'язку із зростанням споживання конструкцій виготовлених за допомогою зварювальних технологій, рік від року зростають вимоги до якості зварних конструкцій, підвищуються їх надійність і їх довговічність.

Про масштаби застосування зварювання можна судити за даними статистики: приблизно 70% всього виробленого в світі сталевого прокату використовується в зварних конструкціях; річний обсяг світового виробництва зварювальних матеріалів і устаткування досягне в нинішньому році в грошовому вираженні 40 мільярдів доларів.

У різних країнах світу в зварювальному виробництві зайняті мільйони різних фахівців. Звичайно, все це відноситься до виробництва і будівництва в земних умовах. Однак на всіх етапах розвитку людства його залучали Всесвіті (тобто у ближній і дальньому космосі), а також у гідросфера (Світовий океан). Так, як у всі віки люди прагнули опанувати небесним і водним просторами.

Безсумнівно, в наступаючому ХХІ столітті будуть інтенсивно розвиватися космічні дослідження, спрямовані на рішення земних проблем. Подальше проникнення людини в космос дозволить створити такі нові життєво важливі галузі, як глобальна інформаційна система, видобуток позаземних ресурсів та інші.

Говорячи про гідросферу, перш за все, варто згадати, що три чверті поверхні нашої планети становлять водна поверхня. Це завжди привертало увагу людей своїми неосяжними просторами і глибинами. Зараз розробляється технологія будівництва і експлуатації на дні морів і океанів газоперекачувальних і нафтових насосних станцій, без безпосередньої участі людини. У зв'язку з цим виникають надзвичайно складні завдання діагностики і ремонту всіх підводних споруд паливно-енергетичного комплексу. Потрібно зауважити, що поки найкваліфікованіші водолази можуть діяти на глибині лише до 300 метрів.

Цілком очевидно, що проблеми освоєння гідросфери, так само як і космічного простору, не можуть бути вирішені без широкого застосування різноманітних процесів і технологій, що притаманні технологічним процесам зварювання та, різання, нанесення покриттів та зміна поверхневих властивостей. Водне середовище і величезний гідростатичний тиску, відсутність повітря та іншого, що характеризує ці середовища - дуже складні умови для практичного застосування зварювальних супутніх технологій, тому для створення новітніх технологій, знадобляться дорогі і трудомісткі дослідження.

Підсумовуючи вище викладене, можна стверджувати, що в наступаючому ХХІ столітті нас очікують великі, надзвичайно складні роботи в космосі і в глибинах Світового океану. При цьому величезне значення матимуть зварювальні технології, що використовують для створення складного обладнання та апаратури в земних умовах. Частково вони вже існують. Крім того у ХХІ столітті з'являться нові, екзотичні матеріали. Для їх обробки і з'єднання знову-таки знадобляться зовсім нові зварювальні технології.

УДК 621.179.112

ЗНОШУВАННЯ АБРАЗИВНИМИ ЧАСТКАМИ, ЩО ЗНАХОДЯТЬСЯ В ЩІЛИНАХ СПОРІДНЕНИХ ДЕТАЛЕЙ

Крахмальов О. В., к.т.н., доц., Ситников П. А., студент,
Чекердес М. М., студент

Абразивні частки, які потрапляють в щілини кінематичної пари споріднених деталей тертя машин та механізмів, під дією динамічного та циклічного навантажень можуть

впресовуватися в робочі поверхні матеріалу деталей, роздавлюватися на більш дрібні фракції, ковзати або перекочуватися, пружно та пластично деформуватися та призводити до руйнування деталей. Основною причиною кінетики руйнування є механізм втомленості при контактному навантаженні вдавлюванням абразиву з наступним витисненням основного матеріалу деталі внаслідок дряпання [1]. Матеріал, який зношується абразивними частками (вони знаходяться в щілинах пари тертя), може мати структуру, яка складається з основної матриці та надлишкової зміцненої фази. Розмір надлишкової зміцненої фази повинен бути мінімальним, аби при сколі не утворювалися мікро- та макротріщини, здатні спричинити крихке руйнування зовнішніх поверхонь деталей. Такий матеріал повинен мати структуру з великим запасом в'язкості та стійкості до абразивного руйнування. Зношування та руйнування абразивом в широкому діапазоні навантажень зумовлюється дією таких факторів:

- низькою стійкістю до тріщин робочого покриття, та структурною неоднорідністю;
- дефектністю покриття, наявністю пор та мікротріщин, слабких зв'язків між границями зерен.

Дослідження механізму абразивного зношування поверхонь та шляхи створення оптимальної групи структур сплавів має дві особливості. По-перше, пошкодження реальних деталей машин в багатьох випадках є комбінацією двох зазначених факторів. По-друге, в нафтохімічній та гірничій галузях деталі контактують з абразивом в середовищі агресивних та хімічно активних речовин [1].

Таким чином, можна зробити наступні висновки:

1. Зношування абразивними частками характеризується значними локальними напруженнями на поверхні деталей, короткочасністю та циклічністю.
2. Важливим для абразивної зностійкості є співвідношення між межею плинності та тріщиностійкістю (в'язкістю руйнування) матеріалу. Інтенсивність усіх видів абразивного зношування знижується при підвищенні межі плинності матеріалу.

Література:

1. Тушинский Л. И. Теория и технология упрочнения металлических сплавов / Л. И. Тушинский. // - Новосибирск: Наука, 1990. – 306 с.

Крахмальов Олександр Вікторович – к.т.н., доц., доцент кафедри «Зварювання», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»;

Ситников Павло Андрійович – студент кафедри «Зварювання», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»;

Чекердес Михайло Михайлович - студент кафедри «Зварювання», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».

УДК 621.791.075

ОСОБЕННОСТИ МОДИФИЦИРОВАНИЯ МЕТАЛЛА ПРИ НАПЛАВКЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ПОРОШКОВЫМ ЭЛЕКТРОДОМ

Зусин В.Я., д.т.н., проф., Костраш В.Н., ст.гр.ТиОН-14

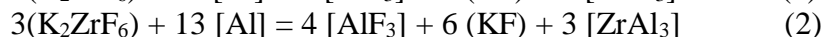
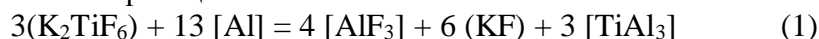
Одним из эффективных путей повышения эксплуатационных характеристик наплавленного металла является его модифицирование.

При наплавке деталей алюминиевых сплавов рационально использовать в качестве электродного материала порошковую проволоку, которая обладает широкими возможностями для легирования и модифицирования наплавки за счет шихты порошковой проволоки.

При сварке и наплавке алюминиевых сплавов введение модификаторов в сварочную ванну производится в виде солей легирующих элементов, лигатур или проволок, содержащих легирующие элементы.

Обработка сплава солями K_2TiF_6 и K_2ZrF_6 обеспечивает введение титана и циркония в расплав в атомарном состоянии, что способствует активному образованию большого количества дисперсных кристаллов интерметаллидов, создающих дополнительные центры кристаллизации.

Введение в шихту порошковой проволоки K_2TiF_6 и K_2ZrF_6 взаимодействуют с алюминием по реакции:



Образующиеся при этом алюминаты титана и циркония обеспечивают модифицирование наплавленного металла, а фториды алюминия и калия способствуют более полному рафинированию сварочной ванны.

Результаты исследований показывают, что введение циркония в наплавленный металл приводит к измельчению зерна и получению равноосной гетерогенной структуры со сплошной сеткой интерметаллидов по границам зерен. При этом возрастает твердость, снижается коэффициент трения и износ, что свидетельствует о повышении и эксплуатационных характеристик наплавленного металла.

Проведенные исследования показали, что оптимальное содержание циркония в наплавленном металле находится в пределах 0,20-0,25 % мас. Следовательно, содержание фторцирконата калия в порошковом электроде должно составлять более 1,0 % вес. На основании проведенных исследований рекомендованы составы порошковых проволок для наплавки жаропрочных и антифрикционных сплавов на основе алюминия, с высокими эксплуатационными характеристиками наплавленного металла.

Зусин Владимир Яковлевич – д.т.н., проф., профессор кафедры «Металлургия и технология сварочного производства», ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет

Костраш Виктор Константинович – студент ст.гр.ТиОН-14, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет

УДК 621.791

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДСТВА И УСЛОВИЯ РАБОТЫ ВАЛКОВ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ

Чигарев В.В. д.т.н., проф.; Плис С.Г., старший преподаватель

Выпуск валков с повышенными показателями качества является одной из приоритетных задач металлургического комплекса Украины.

По условиям технологии прокатки, с целью увеличения производительности, снижения расхода валков и стоимости прокатной продукции возникает необходимость оснастить прокатные станы прочными и износостойкими валками, стойкость которых

зависит от материала валка и способа его изготовления, определяется количеством металла по весу или длине, которое может быть изготовлено на них до износа. Износостойкие прокатные валки позволяют вести прокатку с более жесткими допусками, улучшить качество поверхности, прокатываемость металла. Это особенно важно в настоящее время, ибо современный уровень промышленного производства характеризуется повышенными режимами обжаты, высокими скоростями прокатки, возрастающими объемами производства продукции из низколегированных сталей, оказывающих повышенное сопротивление деформации.

К основным требованиям, предъявляемым к материалу рабочих валков относят: высокую и равномерную твердость после закалки; высокую прокаливаемость валковой стали; высокую термическую устойчивость; высокую износостойкость закаленной валковой стали; стойкость против образования поверхностных дефектов; высокое качество поверхности после обработки; высокие механические свойства; благоприятное распределение и минимальная величина остаточных термических напряжений после закалки и отпуска по всему сечению валка; отсутствие неметаллических включений в стали; строгое соответствие химического состава марки стали; отсутствие дефектов макро- и микроструктуры; отсутствие дефектов механической обработки; строгое соответствие конструктивных размеров по чертежу.

Исходя из условий работы валков холодной прокатки их производство на каждом машиностроительном заводе осуществляется по разным технологиям.

Анализ существующих технологий показал, что одним из наиболее перспективных направлений является изготовление рабочих валков холодной прокатки двухслойными, при этом основа должна быть достаточно вязкой, а износостойкий поверхностный слой валков обеспечивается автоматической наплавкой комбинированным электродом из порошковых проволок.

Чигарев Валерий Васильевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Металлургия и технология сварочного производства», ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»

Плис Сергей Григорьевич – старший преподаватель кафедры «Оборудования и технологий сварочного производства», Донбасская государственная машиностроительная академия.

УДК 621.791.92

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ЭКЗОТЕРМИЧЕСКОЙ СМЕСИ НА СТРУКТУРУ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

Жариков С.В., к.т.н., доц., Гринь А.Г., к.т.н., проф., Соловьев В.М., студент,
Головченко Д.А., студент

Для восстановления и упрочнения штампов холодной деформации широко применяют самозащитные порошковые проволоки (СПП). Наплавка СПП должна обеспечить получение наплавленного металла с высокой износостойкостью, ударной вязкостью и стойкостью к трению. Известно, что свойства наплавленного металла зависят от его химического состава и структуры. Наплавке СПП свойственна отставание плавления сердечника от оболочки, что ухудшает однородность и свойства наплавленного металла, оказывает влияние на его структуру.

Одним из резервов улучшения характеристик плавления СПП является введение в состав наполнителя порошковой проволоки экзотермических смесей. Тепловой эффект экзотермических реакций обеспечивает равномерность плавления оболочки и сердечника и улучшает характеристики плавления порошковых проволок. Поэтому изучение влияния экзотермической смеси в составе СПП на структуру и свойства наплавленного металла является актуальным вопросом.

Для исследования влияния экзотермической смеси на структуру наплавленного металла, были изготовлены СПП с экзотермической смесью окалина-алюминий и смесью железного и алюминиевого порошков. Содержание экзотермической смеси и смеси железного и алюминиевого порошков в шихте сердечника СПП составляло 40 массовых процентов. Выполнялась наплавка валиков на пластины из стали 45 размером 10×50×200 мм на режиме $I_{CB} = 380 \dots 400$ А, $U_D = 29 \dots 30$ В, $V_{CB} = 19,3$ м/ч. Пластины предварительно подогревались до температуры 200 °С, а после наплавки остывали под слоем флюса. Исследования структуры наплавленного металла выполняли с использованием системы анализа изображений макро - и микроструктуры материалов SIAMS 700.

Исследования структуры наплавленного металла непосредственно после наплавки показали, что при наплавке СПП без экзотермической смеси средний размер зерен аустенита наплавленного металла составляет 24,9 мкм, среднее значение номера зерна 7,4. При введении в состав СПП экзотермической смеси средний размер зерен аустенита наплавленного металла уменьшается до 13,7 мкм, среднее значение номера зерна 9. Это обусловлено увеличением в структуре наплавленного металла микроскопических включений оксида Al_2O_3 , образующегося в результате экзотермической реакции и нитрида AlN , равномерно распределенных в металле, которые становятся дополнительными центрами кристаллизации и способствуют измельчению структуры, а расположенные на границе зерна препятствуют его росту.

Таким образом, введение экзотермической смеси в состав шихты сердечника СПП приводит к уменьшению размера зерна аустенита наплавленного металла и увеличению доли зерен с большим номером.

Жариков Сергей Владимирович – к.т.н., доцент кафедры оборудования и технологий сварочного производства, Донбасская государственная машиностроительная академия

Гринь Александр Григорьевич - к.т.н., профессор кафедры оборудования и технологий сварочного производства, Донбасская государственная машиностроительная академия

Соловьев Владимир Михайлович – студент специализации технологии и оборудования сварочного производства, Донбасская государственная машиностроительная академия

Головченко Дмитрий Андреевич – студент специализации технологии и оборудования сварочного производства, Донбасская государственная машиностроительная академия

УДК 621.791.011

ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОМАТЕРІАЛІВ

Савуляк В.І., д.т.н., проф., Панібрацький В. О., інженер, Виговський В. Є., інженер,
Солоненко В.І., к.т.н., доц.

Унікальні властивості наноматеріалів на основі вуглецю (графені, фулерени, нанотрубкитощо) викликали в світі пожвавлений інтерес до розробки новітніх високоефективних технологій. Недоліком відомих технологій отримання вуглецевих

наноматеріалів, монокристалів та покриттів методами ВТВТ (високий тиск, висока температура в присутності каталізатора), CVD (хімічне осадження із газової фази), PVD (фізичне випаровування та кристалізація) є їх недостатня керованість, продуктивність та якість продуктів.

Принципово новий підхід запропоновано групою вчених Вінницького національного технічного університету та «Інституту електронно-променевої технології інаноматеріалів». За цієї технологією синтез відбувається в умовах низького вакууму з парового потоку вуглецю на обладнанні, 3-D модель якого показана на рис.1. В основі технології покладено електронно-променевої нагрів в різних місцях технологічної камери, фізичне випаровування та кристалізація паралельно з хімічним осадженням із газової фази ((EB PVD–CVD). Для випаровування вуглецю застосовується спеціальні електронно-променеві гармати з системою автоматичного керування. Крім того, додаткові гармати різної потужності створюють градієнт температур та активності вуглецю у зоні синтезу наноматеріалу. Висока швидкодія системи автоматичного керування та спеціальні алгоритми дозволяють не тільки забезпечити високу продуктивність процесів, але і відповідну якість.



Рисунок 1 –Обладнання для синтезу вуглецевих матеріалів за методом EB PVD–CVD

Савуляк Валерій Іванович - д.т.н., проф., завідувач кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет

Панібрацький Валерій Олексійович–виконавчий директор інституту електронно-променевої технології інаноматеріалів

Виговський Віктор Євгенович–директор інституту електронно-променевої технології інаноматеріалів

Солоненко Володимир Іванович – завідувач відділу інституту електронно-променевої технології інаноматеріалів

ПРИНЦИП СОЗДАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ИЗНОСОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УСЛОВИЙ АБРАЗИВНОГО ИЗНАШИВАНИЯ

Брыков М.Н., д.т.н., проф., Ефременко В.Г., д.т.н., проф., Капустян А.Е, ст. преподаватель, Андрущенко М.И., к.т.н., доц., Осипов М.Ю., к.т.н., доц.

Абразивное изнашивание (АИ) деталей оборудования – наиболее агрессивный вид разрушения рабочих поверхностей. Поиск материалов, износостойких при АИ, до настоящего времени не теряет актуальности.

АИ характеризуется широким спектром условий трения. Возможны два основных режима разрушения при АИ: малоцикловый и многоцикловый (а также их совместное протекание в различном соотношении). При малоцикловом режиме контактные напряжения превышают предел текучести материала, и поверхность трения подвергается множественному пластическому передеформированию. Количество циклов до разрушения единичного микрообъема составляет $10...10^4$. При многоцикловом режиме контактные напряжения меньше предела текучести, но выше предела усталости материала, и количество циклов до разрушения единичного микрообъема находится в диапазоне $10^4...10^7$. Порядок величин принят по аналогии с известными положениями теории усталостного разрушения материалов.

Существуют два пути повышения износостойкости сталей и чугунов как основного материала деталей машин, подверженных АИ. Первый путь – использование большого количества твердой фазы (карбиды, бориды и т.п.), что не всегда возможно по причине её высокой хрупкости. Второй – повышение износостойкости металлической основы, оптимизируя структуру мартенсита или аустенита. Неотпущенный мартенсит обладает достаточно высокой износостойкостью как при малоцикловом, так и при многоцикловом изнашивании. Однако для снижения хрупкости закаленных деталей почти всегда необходим отпуск, который значительно снижает износостойкость мартенсита. Высокую износостойкость при малоцикловом АИ можно обеспечить за счет нестабильного высокоуглеродистого аустенита. Деформационное мартенситное превращение последнего при царапании абразивными зёрнами повышает микротвердость поверхностного слоя и, как следствие, износостойкость. Таким образом, в малоцикловом режиме износостойкость нестабильного высокоуглеродистого аустенита выше, чем износостойкость мартенсита. При многоцикловом режиме контактные напряжения недостаточны для деформационного мартенситного превращения аустенита, упрочнение не происходит и износостойкость мартенсита оказывается выше.

На практике зачастую невозможно заранее предвидеть, в каком из режимов АИ будет эксплуатироваться деталь. Поэтому необходимо так «сконструировать» материал, чтобы он обеспечивал на поверхности нужную структуру в каждом из режимов изнашивания – мартенсит или аустенит. Следовательно, необходимо обеспечить на глубине около 1 мм структуру мартенсита, а глубже – нестабильного высокоуглеродистого аустенита. Если режим малоцикловый, то мартенситный слой изнашивается достаточно быстро и в работу вступит износостойкий аустенит. Если режим многоцикловый, то 1 мм износостойкого мартенситного слоя надолго обеспечит высокую износостойкость.

Брыков Михаил Николаевич - д.т.н., профессор кафедры оборудования и технологии сварочного производства, Запорожский национальный технический университет

Ефременко Василий Георгиевич - д.т.н., проф., профессор кафедры металловедения и термической обработки металлов, Приазовский государственный технический университет
Капустян Алексей Евгеньевич - ст. преподаватель кафедры оборудования и технологии сварочного производства, Запорожский национальный технический университет
Андрущенко Михаил Иванович - к.т.н., доц., доцент кафедры оборудования и технологии сварочного производства, Запорожский национальный технический университет
Осипов Михаил Юрьевич - к.т.н., доц., доцент кафедры оборудования и технологии сварочного производства, Запорожский национальный технический университет

УДК 621.791.

СПОСІБ ЗВАРЮВАННЯ ТОНКОСТІННОГО ЧАВУНУ

Калін М.А., к.т.н., доцент

Розроблений спосіб відноситься до області зварювання, зокрема до способів холодного зварювання чавуну сталевими електродами, і може бути використано для виправлення дефектів тонкостінного чавунного литва і виготовлення зварних конструкцій з чавуну.

Відомі різні способи електродугового зварювання чавуну, наприклад сталевими електродами. Проте при зварюванні сталевими електродами важко уникнути появи тріщин унаслідок утворення в шві і навколошовній зоні цементиту і мартенситу.

Завдання дослідження – підвищення якості зварного шва і зниження твердості наплавленого металу при холодному зварюванні тонкостінного чавунного литва сталевими електродами.

Це досягається тим, що поряд з тріщиною по обидві сторони на відстані 1,4-2,0 товщини металу, що зварюється, розробляють канавку по всій довжині тріщини, глибиною 0,3-0,6 і шириною 0,6-1,0 товщини металу, зварювання виконують короткими ділянками шириною 20-30 мм поперек тріщини з заповненням металом шва підготовлених канавок, почергово від країв тріщини до середини з обов'язковим перекриттям попереднього валика наступним на 1/4 - 1/3 його ширини.

Кожен з них охолоджують до температури не більше 70°C, перш ніж буде нанесений наступний.

Після виконання повного зварювання тріщини, виконують механічне видалення наплавленого металу до рівня основного металу і виконують повторне зварювання по тій же технології, для зменшення твердості наплавленого металу і виключення можливості утворення тріщин.

На рис. 1 зображена принципова схема виконання зварного з'єднання при використанні способу холодного зварювання чавуну, з обробленням основного металу.

а – схема виконання поряд з тріщиною по обидві сторони на відстані 1,4-2,0 товщини металу, що зварюється, шліфувальним каменем канавок по всій довжині тріщини; б – схема зварювання короткими ділянками шириною 20-30 мм поперек тріщини з заповненням металом шва підготовлених канавок з обов'язковим перекриттям попереднього валика наступним на 1/4 - 1/3 його ширини.

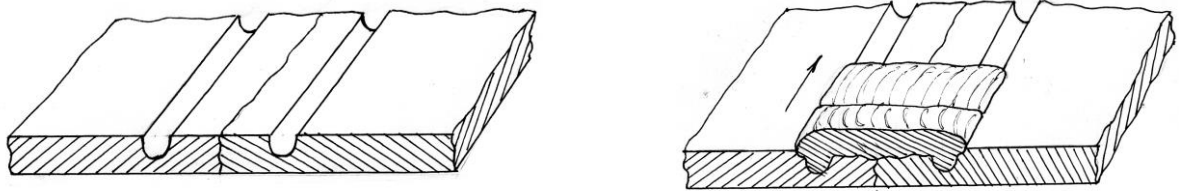


Рис. 1. Схема зварювання тонкостінного чавуну

В результаті досліджень зварних швів пор, тріщин і інших дефектів в зварних швах і зоні термічного впливу не виявлено. Розроблені вздовж тріщини канавки слугують упорами при усадці шва і стягують її. Цей спосіб зварювання задовольняє вимогам до зварного шва по герметичності і міцності.

Калін Микола Андрійович – к.т.н., доцент кафедри інтегрованих технологій у машинобудуванні та зварювального виробництва, Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків.

УДК 621.785.5

ВИКОРИСТАННЯ ПЛАЗМИ ТЛЮЧОГО РОЗРЯДУ ІНІЦІЙОВАНОЇ В ПОРОЖНИСТОМУ КАТОДІ В УМОВАХ ПОВЕРХНЕВОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ

Болотов М.Г., к.т.н., доцент, Нагорна І.В., асистент

На сьогоднішній день для підвищення твердості, міцності та зносостійкості деталей машин та механізмів широкого застосування в промисловості набули методи термічної та хіміко-термічної обробки із застосуванням газорозрядної плазми (іонна обробка в тліючому розряді, обробка дуговим розрядом, тощо). Однак застосування того чи іншого способу не завжди дозволяє забезпечити необхідні властивості поверхневого шару, та і техніко-економічна доцільність їх використання викликає значних сумнівів.

У зв'язку з цим є доцільним використання в якості джерела нагріву для поверхневої обробки металів тліючого розряду, що генерується в порожнистому катоді. Це дозволяє значно підвищити енергетичну ефективність процесу, знизити робочий тиск, понизити напругу запалювання та стабільного горіння розряду, скоротити загальний час процесу нагріву та охолодження деталей, що обробляються, знизити витрати робочого газу, тощо.

В даний час тліючий розряд з порожнистим катодом досить широко застосовується в процесах поверхневої обробки. Відомі роботи по іонному азотуванню високолегованих конструкційних сталей в неоднорідній плазмі тліючого розряду із порожнистим катодом. В роботах показано, що при азотуванні в неоднорідній плазмі тліючого розряду сталі *13X11H2B2MФ* при тиску $P=300 \text{ Па}$, $I=600 \text{ мА}$, $U=650 \text{ В}$, в суміші газів азоту, аргону та ацетилену протягом часу $t=4$ години температура поверхонь що обробляється не перевищує $550 \text{ }^\circ\text{C}$. При цьому крім загального зміцнення поверхні сталі відбувається також зонне зміцнення, на поверхні формується характерний макрорельєф з вираженою границею розділу.

Також є результати азотування технічного титану *BT1-0* в несамостійному тліючому розряді із порожнистим катодом в суміші робочих газів (*N₂-Ar*, *N₂-He*, *N₂-Ne*). Експериментально показано, що процес азотування технічного титану в плазмі несамостійного тліючого розряду з порожнистим катодом здійснюється з високою ефективністю при відносно низьких температурах (до $600 \text{ }^\circ\text{C}$) та низьких тисках ($2-4 \text{ Па}$), що

приблизно в 3-4 рази менше в порівнянні з азотуванням в тліючому розряді з одним пласким катодом. Встановлено, що величина мікротвердості зразків зростає з підвищенням щільності катодного струму, напруги горіння розряду та їх температури.

Таблиця 1 - Значення параметрів азотування та величини мікротвердості поверхонь зразків

$P_{\text{смеси}}, \text{Па}$	$T, \text{°C}$	$U_p, \text{кВ}$	$j, \text{мА/см}^2$	$HV_{0.5}, \text{ГПа}$	HV/HV_0
3.9	850	1.4	4.0	14	4.7
2.8	650	1.4	3.9	8.2	2.7
2.1	550	1.0	1.9	6.4	2.1

Болотов Максим Геннадійович – к.т.н., доцент кафедри технологій зварювання та будівництва, Чернігівський національний технологічний університет

Нагорна Ірина В'ячеславівна – асистент кафедри технологій зварювання та будівництва, Чернігівський національний технологічний університет

УДК:621.793.7

ЗНОСОСТІЙКИЙ КОМПОЗИЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ, ОТРИМАНИЙ З ВИКОРИСТАННЯМ СВС-ПРОЦЕСУ

Лузан С.О., д.т.н., проф., Сідашенко О.І., к.т.н., проф., Лузан А.С., аспірантка

Технологія СВС є ефективним енерго- і ресурсозберігаючим методом отримання композиційних порошків. Метод заснований на використанні екзотермічної ефекту реакцій взаємодії металів з вуглецем, кремнієм, бором, азотом та ін.

Для синтезу карбіду титану із застосуванням СВС-процесу в якості вихідних матеріалів використовували порошки титану марки ВТ1-0 і вуглецю марки ПМ-15.

Для отримання механоактивованих порошкових сумішей застосовувався метод механічної активації в планетарних кульових млинах АГО-2.

Наплавочну суміш отримували за такою технологією:

– змішування і механоактивація порошків Ti , C , Fe_2O_3 , Al матричного матеріалу 20% ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01;

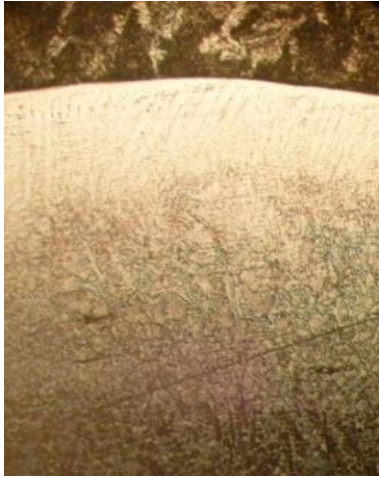
– самопоширюючийся високотемпературний синтез карбідів;

– дроблення і механоактивація композиту, отриманого на першому етапі, і додаткової кількості матричного матеріалу.

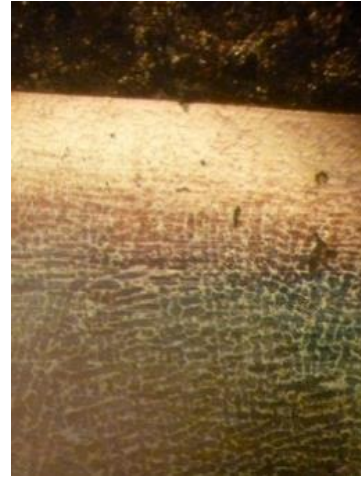
Дугова наплавка здійснювалась на заготовки зі сталі 20. Наплавлення виконували з використанням інверторного джерела живлення Патон ВДІ-200Р DC TIG.

В результаті було отримано композиційний матеріал, яким після дроблення модифікували порошок ПГ-10Н-01 в кількості 10-20%.

Мікроструктурв у покриття, що містить композиційний матеріал, отриманий із застосуванням СВС-процесу більш дрібнозерниста і має однорідний характер (рис. 1).



а



б

а – покриття ПГ-10Н-01; б – композиційне покриття {20% (70% (Ti+C+Fe₂O₃+Al) + 20% ПГ-10Н-01 + 10% ПТ-НА-01) + 80% ПГ-10Н-01}

Рисунок 1 – Мікроструктура наплавлених покриттів на сталь 20, ×100

Можливо припустити, що цьому сприяють синтезовані із застосуванням СВС-процесу карбіди титану і заліза, рівномірно розташовані в наплавленому шарі, і що також забезпечує стабільність властивостей по товщині покриття.

Лузан Сергій Олексійович - д.т.н., проф., професор кафедри технологічних систем ремонтного виробництва, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені П. Василенка

Сідашенко Олександр Іванович - к.т.н., проф., завідувач кафедри технологічних систем ремонтного виробництва, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені П. Василенка

Лузан Аліса Сергіївна –аспірантка кафедри технологічних систем ремонтного виробництва, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені П. Василенка

УДК 621.793.7

ВДОСКОНАЛЕННЯ НАГРІВАЧА СТИСНУТОГО ПОВІТРЯ ГАЗОДИНАМІЧНОГО НАПИЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Гайдамак О. Л. к.т.н. доц. Дмитрієв М. С. студ.

Для нанесення покриття газодинамічним способом використовується обладнання, конструкція якого забезпечує створення надзвукового газового струменю з підвищеною температурою і введення у цей струмінь порошкового матеріалу який прискорюється до швидкості необхідної для формування покриття.

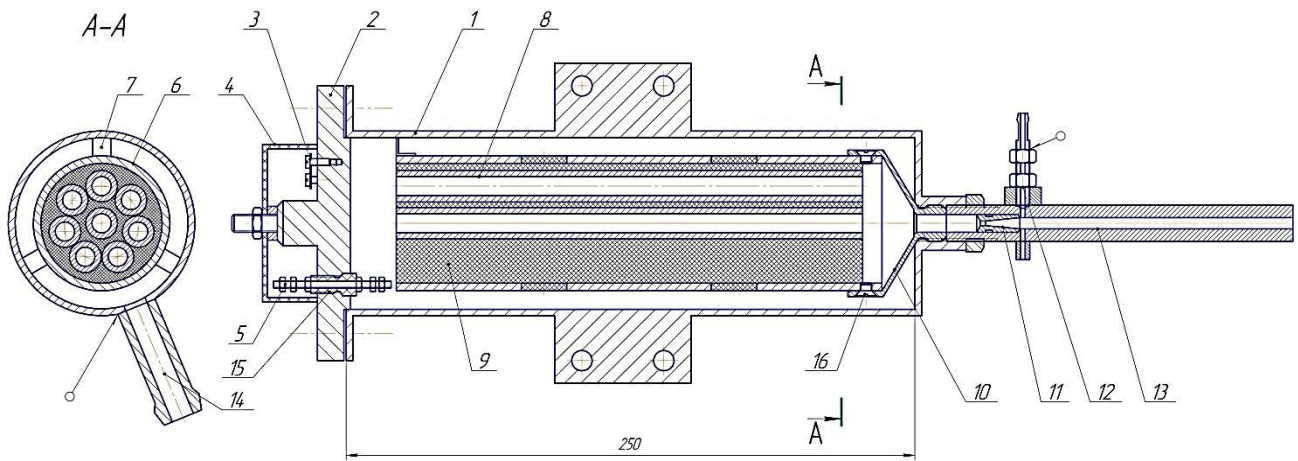


Рисунок 1 – Схема газодинамічного напилювального пристрою.

1-крпус; 2-кришка; 3-прижимні гвинти; 4-захисний кожух; 5-струмопровідні гвинти; 6- корпус;

7-пружинні ніжки; 8-керамічні трубки; 9-жароміцна паста; 10-воронка; 11-сопло Лавалія; 12-штуцер; 13-гармата; 14-трубка; 15-ізоляційна манжета; 16-гвинт, 17-трубка термопари.

Газодинамічний напилювальний пристрій 9 (рис. 1), складається з кришки 2, корпусу 1 та гармати 13. Кришка 2 містить струмопідвідні гвинти 5, встановлені в ізоляторах 15, прижимні гвинти 3, які фіксують кабель живлення, та захисний кожух 4. В корпусі 1 розташовано нагрівальний блок, що складається з корпусу 6, всередині якого містяться керамічні трубки 8, залиті спеціальною жароміцною пастою 9. Корпус 6 встановлено у воронку 10 і закріплено гвинтами 16. Воронка 10 містить горловину із зовнішньою різьбою закрученою в отвір корпусу 1. Із протилежного боку у цей отвір закручено гармату 13, яка містить сопло Лавалія 11. Трубка 14 подачі стиснутого повітря розташована з правої сторони корпусу 1. В гарматі 13 на зрізі сопла Лавалія 11, встановлено штуцер 12 для подачі порошку і трубку 17 для розміщення термопари яка вимірює температуру стиснутого повітря.

Даний пристрій працює таким чином. Через вхідну трубку 14 в корпус 1 подається стиснуте повітря, яке через зазор між корпусом 1 і нагрівним блоком потрапляє до лівої сторони керамічних трубок 8, в яких знаходяться нагрівні елементи (ніхромова спіраль), проходячи через які нагрівається до температури приблизно 400 °С і далі потрапляє в докритичну частину сопла Лавалія 11. Далі повітря через критичний переріз сопла Лавалія 11 надходить в закритичну частину сопла, де завдяки конічній формі сопла відбувається прискорення нагрітого повітря до надзвукових швидкостей, при цьому на виході з сопла Лавалія 11 відбувається падіння тиску повітря до значень нижче атмосферного (відомий ефект інжекції), що сприяє всмоктуванню, через штуцер 12 порошкових матеріалів з розміром частинок 60-100 мкм. з порошкового живильника. Порошковий матеріал розганяється та нагрівається в отворі гармати 13 та при ударі об підкладку утворює на ній шар покриття.

З метою покращення надійності роботи нагрівача стиснутого повітря, було вдосконалено конструкцію нагрівача стиснутого повітря. Вдосконалення полягає в тому, що керамічні трубки 8 розміщені у нагрівальному блоці, який встановлено з зазором по відношенню до основного корпусу 1, а повітря проходить в цей зазор, одночасно охолоджує корпус 1 і попадає в трубки з нагрівальною спіраллю. Завдяки цій технології, повітря допомагає зберегти корпус 1 холодним а тепло спіралі використовується для нагріву тільки стиснутого повітря і не розсіюється на навколишні деталі напилювача, що дозволило знизити потужність нагрівача з 5 до 2,5 кВт.

Гайдамак Олег Леонідович - к.т.н., доц., кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет.

Дмитрієв Максим Сергійович - студент групи ЗВ-17м, Вінницький національний технічний університет.

УДК 621.791.011

ФОРМУВАННЯ ГЕРМЕТИЧНИХ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ РІЗНОТОВЩИННИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ

Савуляк В.І., д.т.н., проф., Поступайло О.В., інженер.

Різновтовщинні з'єднання характеризуються поєднанням елементів з великою різницею товщини та як наслідок теплоємності. Що створює проблему тепловідводу при створенні зварних з'єднань і як наслідок характерний спільний дефект – жолоблення оболонкового тіла. Способи зменшення жолоблення шляхом утворення несучільних, переривчастих або точкових зварних швів вимагають додаткових супровідних технологій надання герметичності з'єднанню. Такими способами є склеювання та спаювання тіл між собою.

Метою роботи є виявлення залежностей впливу елементів перерізу різновтовщинних з'єднання на матеріали та місця їх використання по відношенню до зварного з'єднання.

У якості об'єкта дослідження було обрано переріз зварного з'єднання утвореного електродуговим способом. Елементи з'єднання це масивна труба прямокутної форми з незмінною товщиною стінки у 5 мм та ряд листових тіл змінної товщини у межах від 0,7 мм до 3 мм. Зварювання у напуск, режими підібрані згідно державних стандартів, матеріал деталей – конструкційна сталь.

Математичне моделювання з'єднання відбувалось методом кінцевого елементного аналізу з вихідним результатом у вигляді теплових полів спричинених процесом приварювання деталей. Модель представляє собою переріз різновтовщинного зварного з'єднання (рис. 1). Після дослідні моделі аналізувались та порівнювались з метою встановлення закономірностей та числових значень температури в тілах на віддалені від джерела тепла.

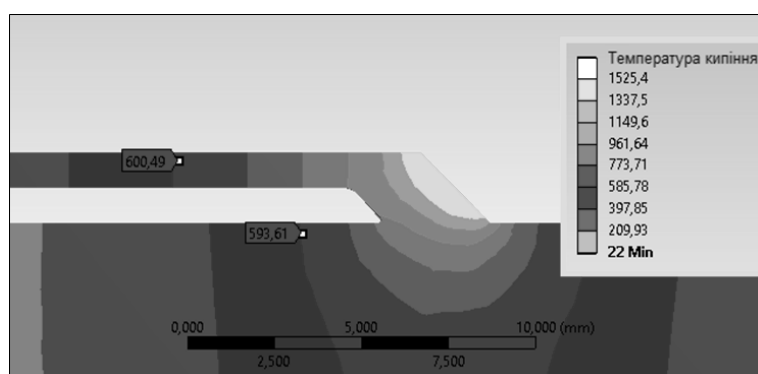


Рисунок 1 - Теплові поля у дослідному зразку

Після процесу моделювання кожного дослідного зразку та перевірки контрольних температур впливу реального процесу зварювання різновтовщинних елементів конструкції було підтверджено правильність математичних моделей. Процес аналізу теплових полів

розпочався з виділення ряду відрізків обмежених центром зварного шва (як місця з найбільшою температурою, та зручністю вимірювання) та ділянками з температурами: 900⁰ С, 600⁰ С, 400⁰ С, 200⁰ С та 100⁰ С відповідно (рис. 2).

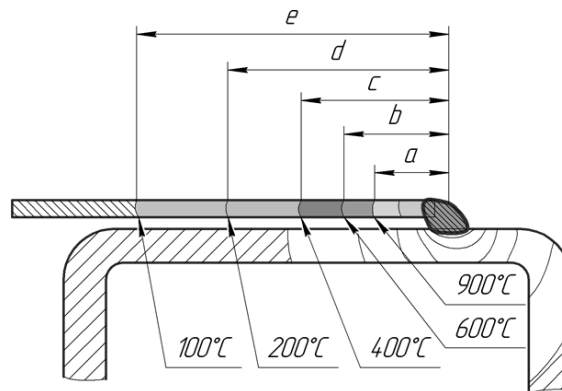


Рисунок 2 – Переріз теплового поля привареної оболонки з температурами 900⁰С, 600⁰С, 400⁰С, 200⁰С та 100⁰С

Аналіз дозволив виявити залежності ділянок теплових полів, які представлені на рисунку 3. Створений графік цих залежностей приведених до співвідношення з відрізком від центра шва до початку зони синьоламкості (біля 600⁰ С), яка обрана через зручність її знаходження візуально на будь-якій зоні термічного впливу зварного шва. Використання створеного графіка залежностей дозволить без використання додаткових вимірювальних пристроїв встановлювати межі теплових полів.

Наступним кроком буде вибір герметизуючого матеріалу який і буде за його основною характеристику, тобто температурою його плавлення (для припою) або робочою температурою, визначати, при використанні сформованого графіка залежностей, віддаленість від місця з'єднання.

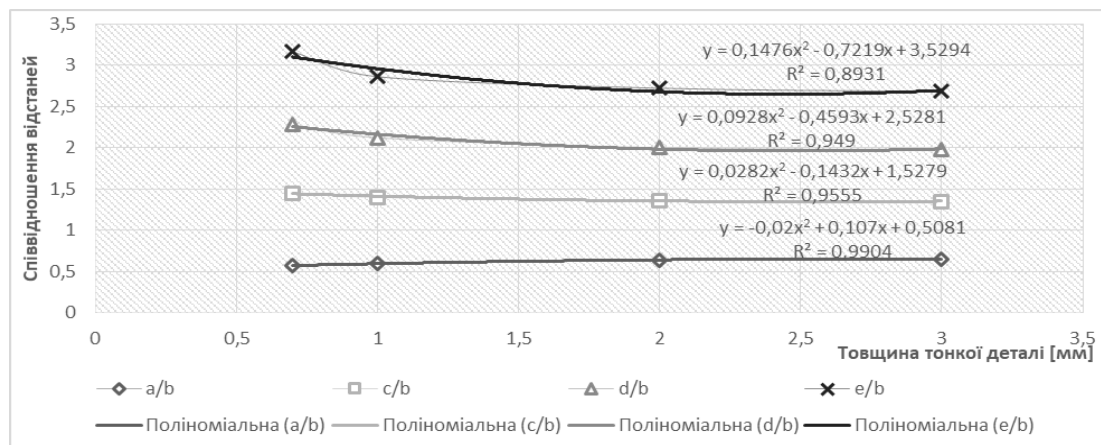


Рисунок 3 – Розташування ізотерм теплових полів від товщини тонкостінного тіла

Для забезпечення герметичності різновтовщинного з'єднання та для уникнення дефектів доцільно використовувати комбінацію процесів зварювання з процесами пайки та заклеювання. В свою чергу висока номенклатура паяльних та клейових матеріалів не дозволяє, по причині різниці робочих температур, обрати єдині технологічні параметри їх розташування. Тому була сформована залежність ділянок теплових полів, викликаних процесом зварювання, яка дозволить без використання додаткових вимірювальних пристроїв встановлювати межі теплових полів, а отже і робоче розташування герметизуючих матеріалів.

Савуляк Валерій Іванович - д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет.

Поступайло Олександр Володимирович — інженер кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет.

УДК 621.793.7

ВДОСКОНАЛЕННЯ НАГРІВАЧА СТИСНУТОГО ПОВІТРЯ ГАЗОДИНАМІЧНОГО НАПИЛЮЮЧОГО ПРИСТРОЮ

Гайдамак О.Л., к.т.н, доцент, Кліменко С.Д., студ.

Формування металічного покриття газодинамічним способом базується на закріпленні твердих металічних частинок, які мають велику кінетичну енергію, на поверхні, що напилюється, у процесі високошвидкісного удару.

Для нанесення покриття цим способом розроблено обладнання, конструкція якого забезпечує створення потужного газового струменю і введення у цей струмінь часток порошкового матеріалу і їх прискорення до швидкості необхідної для формування покриття.

З метою покращення надійності роботи нагрівача стиснутого повітря розроблено вдосконалену конструкцію напилюючого пристрою. Який складається із корпусу 2, до якого з правого боку приєднана гвинтами 16 кришка 1. Кришка 1 містить клеми 14, встановлені на ізоляторах 13, захисний кожух 17, зафіксований гайкою 18 та трубка подачі стиснутого повітря. З правого боку від корпусу 1 встановлено розгінний блок приєднаний до корпусу трубою 6. Розгінний блок містить сопло 10, голку 7 з центральним отвором 9 для подачі напилювального матеріалу. Розгінний блок містить канал 8 для введення термопари. Всередині корпусу 2 містяться 12 керамічних трубок в яких розміщено ніхромовий нагрівальний елемент, з'єднаний з клемми 14. Теплоізоляція керамічних трубок здійснюється термоізоляційним наповнювачем 19 та 12.

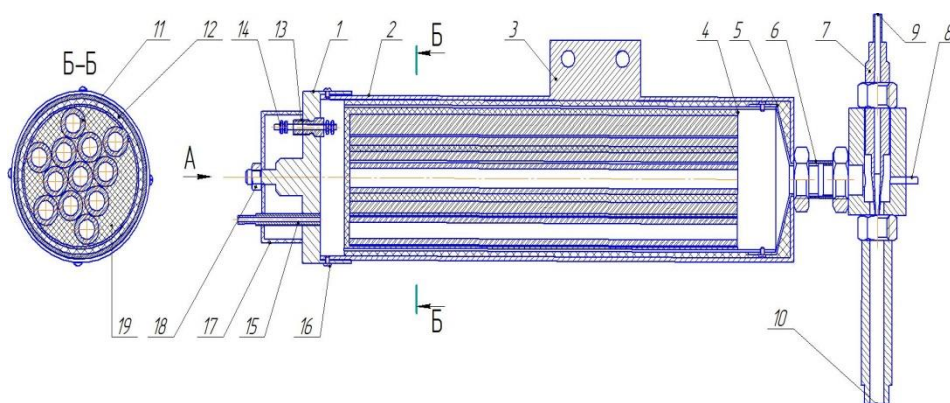


Рисунок 1 – Загальний вигляд газодинамічного напилюючого пристрою

- 1– кришка; 2– корпус; 3– вухо кріплення заземлення; 4– корпус трубок; 5– кришка;
6– перехідна втулка; 7– регулююча голка; 8– штуцер термопари; 9– канал подачі порошку; 10– сопло; 11– керамічна трубка; 12– термоізолюючий матеріал; 13– ізолююча втулка; 14– клеми;
15– трубка подачі повітря

Газодинамічний напилюючий пристрій працює наступним чином: через трубку 15 подається стиснуте повітря, яке проходить крізь керамічні трубки 11, з нагрівальними елементами, нагрівається до температури 400°C, потрапляє в розгінний блок і через зазор між конусом голки 7 і конусом сопла 10 потрапляє на поверхню яка напиляється. При проходженні через вказаний зазор тиск на кінці голки падає нижче атмосферного, що спричиняє ефект **іжекції**, завдяки якому напилювальний порошок всмоктується через канал 9 та розганяється гарячим стиснутим повітрям і потрапляє на поверхню деталі створюючи покриття.

За рахунок зміни конструкції газодинамічного напилюючого пристрою, точного розрахунку довжини спіралі ніхромового дроту, та розташування каналу подачі порошку, досягається зменшення часу на робочий режим та забезпечується висока надійність роботи напилювального пристрою.

Гайдамак Олег Леонідович - к.т.н., доц., кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет.

Кліменко Сергій Дмитрович - студент групи ЗВ-17м, Вінницький національний технічний університет.

УДК 621.793.7

ВДОСКОНАЛЕННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДЕТОНАЦІЙНОГО НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТІВ

Гайдамак О.Л. к. т. н., доц., Пушкар М.В. студент.

Установка для детонаційного нанесення покриттів використовується для нанесення покриттів на поверхні деталей використовуючи вибухову хвилю для нагріву та прискорення порошкового матеріалу, що напилюється. Детонаційне нанесення порошкових матеріалів може бути використане для відновлення та зміцнення деталей, що працюють в умовах високих навантажень та піддаються тепловому впливу. Даний вид покриттів може бути застосований в різноманітних галузях машинобудування, авіабудуванні, суднобудуванні і тд.

Особливістю даної установки є підвищена надійність при високих частотах пострілів, зниження вартості нанесених покриттів, покращений тепловідвід за рахунок створення додаткової камери охолодження.

Установка для детонаційного нанесення покриттів складається з корпусу 1, свічки запалювання 2, втулок 3 та 4 отворів 5 та 6, які разом створюють лабіринтовий канал 7, між камерою змішування 8 та вибуховою камерою 9, з дифузornoю частиною 17, що переходить в дуло 10. Втулка 3 фіксується відносно корпусу 1 за допомогою гвинтів 11. Штуцера 12 та 16 слугують для підведення газу та охолоджувальної рідини відповідно. Камера охолодження 19 фіксується до корпусу гвинтами 13, герметичність забезпечується ущільнювачами 14, 18. Канал 15 слугує для подачі напилюваного матеріалу за рахунок явища інжекції.

Важливу роль в конструкції даної установи відіграє лабіринтовий канал 7, якій дозволяє регулюючи зазор між втулками 3 та 4 отворами 5 та 6 та змінювати кількість горючого газу, що потрапляє до вибухової камери 9. Із симетрично розміщених штуцерів 12 горюча суміш газів подається до камери змішування 8. Окислювач та горючий газ змішуються проходячи через дифузornoю частину 17 корпусу 1 і потрапляють до вибухової камери 9 де підпалюється свічкою 2 з частотою 2-10Гц. В результаті запалювання газової

суміші виникає вибух. Хвиля вибуху поширюється стволом та за рахунок явища інжекції втягує порцію порошку з каналу 15.

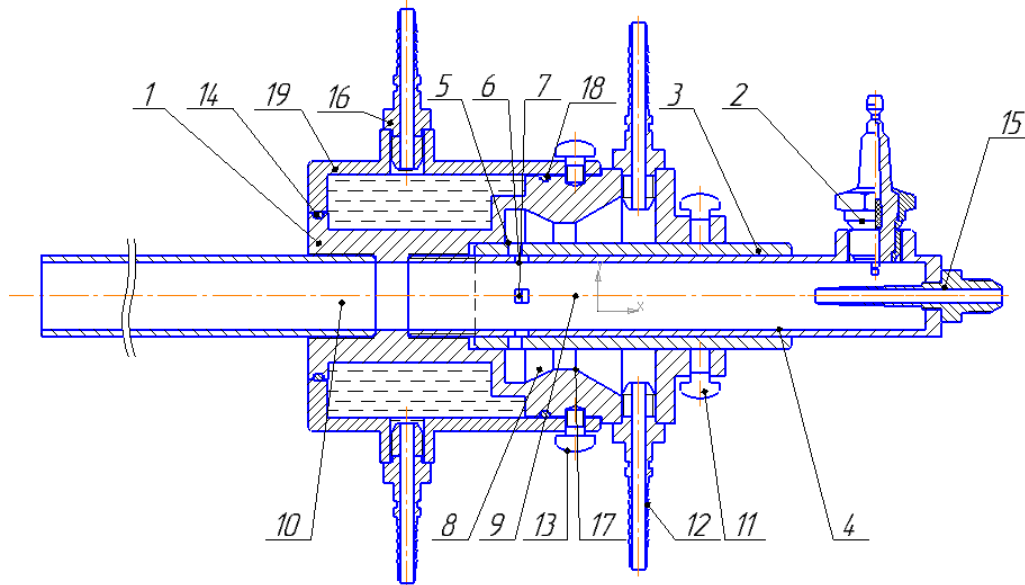


Рисунок 2 – Схема установки

Однією з особливостей даної установки є камера охолодження яка фіксується до корпусу 1 гвинтами 13, а герметичність забезпечується ущільнюючими кільцями 14, 18. Охолоджувальна рідина подається з допомогою двох штуцерів 16 один з яких є вхідним, а другий вихідним. Така будова дає можливість знизити тепловий вплив на корпус 1 та покращити тепловідвід. В якості охолоджувальної рідини може бути використана звичайна вода.

Гайдамак О.Л. – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет.

Пушкарь М.В. – студент магістратури кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет.

УДК 621.791.92

ВПЛИВ КОНТАКТНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА СТРУКТУРУ ТА ЗМІНУ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАПЛАВЛЕНИХ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ МОЛОТКІВ ЗЕРНОДРОБАРКИ

Шиліна О. П., доц., к.т.н.; Кліменко С. Д., магістр

Сучасні тенденції росту експлуатаційних навантажень на деталі, які працюють в умовах інтенсивного ударно-абразивного зношування зі значними контактними навантаженнями, є причиною того, що вони не мають достатньої експлуатаційної стійкості. Тому актуальним є питання продовження строку їх служби якщо вони виготовляються з кошових сталей.

Метою роботи є дослідження структурних претворень під впливом контактних навантажень на зміну властивостей робочого наплавленого шару.

Дослідження проводили на заготовках молотка зернодробарки зі сталі 65Г ГОСТ 1050-88. Нанесення наплавочного металу на робочі поверхні молотків здійснювалося

електродуговим наплавленням на постійному струмі зворотньої полярності. Джерелом струму був випрямляч ВДУ-504. Наплавлення проводили електродом ОК61.30/308L-17 ГОСТ 10052-75 діаметром $d=3$ мм, на зварювальному струмі 65А та електродом НІІІ-48Г ГОСТ 9466-75 діаметром $d=4$ мм, зварювальний струм 110 А, з наступним деформаційним зміцненням.

Деформаційне зміцнення досліджувалось за допомогою твердомірів Бринеля і Роквела. Спочатку вимірювалась вихідна твердість шару наплавленого металу HRC_{e0} , потім вимірювалась твердість у лунці відбитку від вдавнення сталеві кульки твердоміра Бринеля.

Висновок про те, що зміцнення наплавленого металу під впливом контактних навантажень здійснюється в результаті наклепу і додатково за рахунок деформаційного перетворення зроблено на підставі дослідження мікроструктури наплавленого металу методами оптичної мікроскопії. Мікроструктурний аналіз проводили за стандартними методиками. Підготовленні мікрошліфи піддавали трійню травником на основі хлористого заліза. На рис.1, 2 та 3 представлені мікроструктури наплавлених шарів після деформаційного зміцнення.

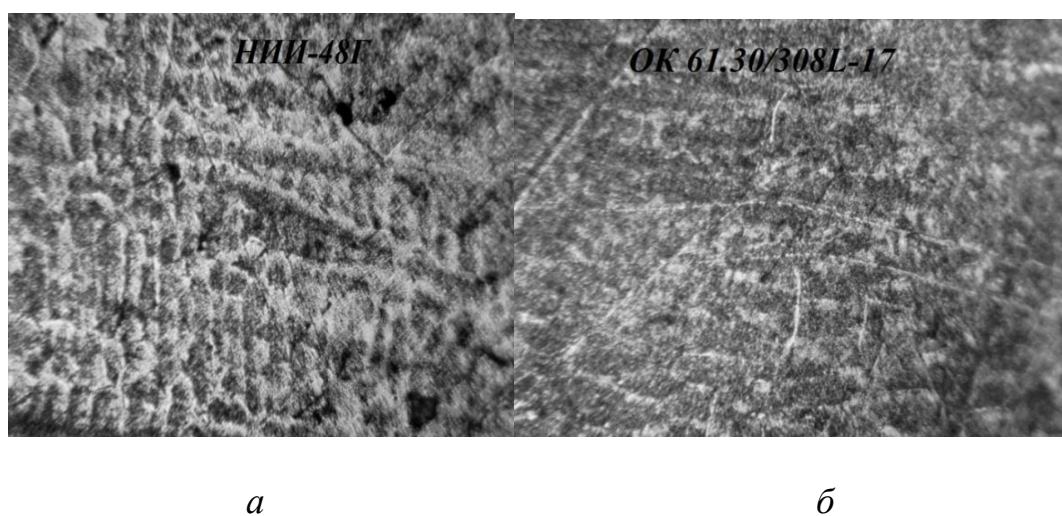


Рисунок 1 – Мікроструктура наплавленого металу після одоного вдавлювання індентора: а – зразок наплавлений електродом НІІІ-48Г; б– зразок наплавлений електродом ОК61.30/308L-17

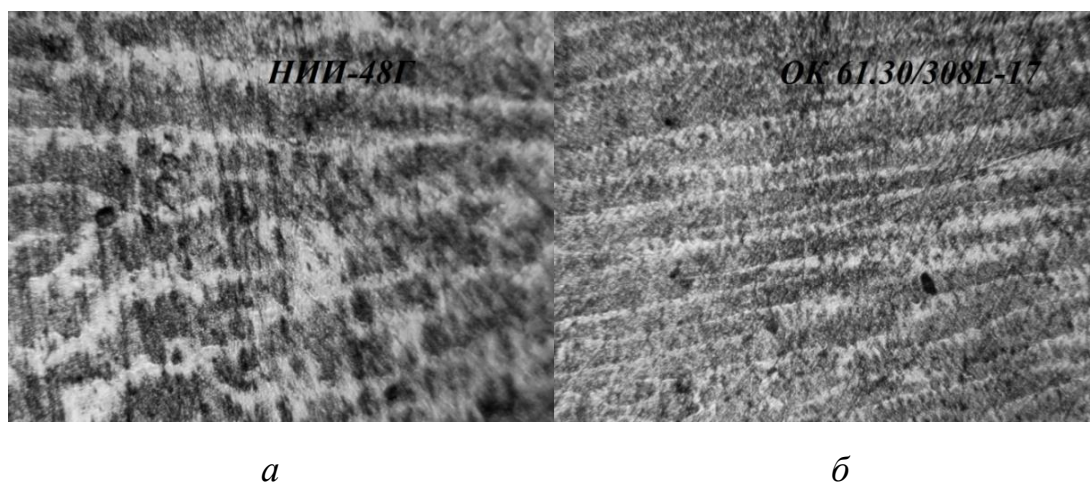
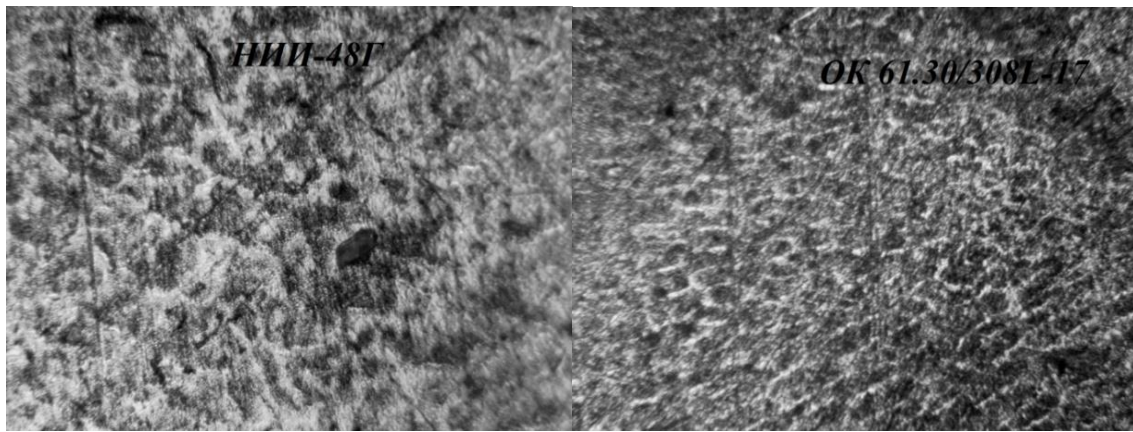


Рисунок 2 – Мікроструктура наплавленого металу після двох вдавлювань індентора: а – зразок наплавлений електродом НІІІ-48Г; б– зразок наплавлений електродом ОК61.30/308L-17



a

б

Рисунок 3 – Мікроструктура наплавленого металу після трьох вдавлювань індентора: *a* – зразок наплавлений електродом НИИ-48Г; *б*– зразок наплавлений електродом ОК61.30/308L-17

Експериментально показана наявність фазових змін під впливом пластичної деформації у наплавленому металі, з утворенням мартенситу деформації. Поєднання наклепу з деформаційним мартенситним перетворенням ефективно зміцнює його аустенітну основу. При цьому твердість наплавленого металу після 25 % деформації складає 51 -54 HRC₃, у той час як для наплавленої поверхні електродом НИИ-48Г тільки 48 - 51HRC₃.

Дослідження деформаційного зміцнення показало, що висока твердість (51-54 HRC₃) може бути досягнута не тільки за рахунок легування наплавленого металу карбідотворюючими елементами, але і за рахунок розвитку деформаційного мартенситного перетворення.

Шиліна Олена Павлівна – канд. техн. наук, доцент кафедри технології підвищення зносостійкості Вінницький національний технічний університет

Кліменко Сергій Дмитрович – студент групи ЗВ-17м, факультет машинобудування татранспорту, Вінницький національний технічний університет

УДК 621.3.038

СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ В ПОВЕРХНЕВИХ ШАРАХ ЛЕГОВАНИХ ВАНАДІЄМ

Шиліна О. П. к.т.н., доцент, Сідлак М. П. мастр

Для розвитку машинобудування, сільськогосподарчої промисловості, автомобілебудування актуальним завданням сьогодення є створення на поверхні конструкційних матеріалів поверхневих шарів, які здатні тривалий час надійно працювати за умов тертя та зношування при одночасній дії робочих середовищ. Адже внаслідок зношування в процесі тертя, ерозії та кавітації виходять з ладу близько 85–90 % деталей машин та механізмів цих галузей промисловості, а витрати на їхнє відновлення та ремонт у декілька разів перевищують вартість готових виробів. Тому інструментом для підвищення

довговічності означених виробів ми вибрали один із найросповсюдженіших методів інженерії поверхні – наплавлення з легувальними пастами.

Мета роботи полягає у вивченні характеру структуроутворення у поверхневих шарах конструкційних сталей під час наплавлення з легувальною пастою, ідентифікації їх фазового складу та властивостей.

Об'єктом дослідження вибрано поверхневі шари конструкційної сталі 40Х. На попередньо підготовлені до наплавлювання шийки вала рівномірно наносили пасту на основі феррованадію марки ФВд50У0,5. Обробка здійснювалась на вдосконаленій установці УД - 209М. Наплавлення виконували на постійному струмі, полярність – зворотна (плюс – електрод, мінус – деталь), наплавочним дротом Нп-30ХГСА. Перед наплавленням на поверхню досліджуваної сталі рівномірним шаром (завтовшки 550–800 мкм) наносили попередньо приготовлену легувальну обмазку (80 % дисперсного порошку ФВд50У0,5 + 20 % рідкого скла), забезпечували обертання деталі та поступальне переміщення наплавлювальної головки.

Дослідження зміни структури та фазового складу поверхневих шарів після наплавлення оцінювали на оптичному мікроскопі МИМ-7 за стандартними методиками. Труїння шліфів проводили розчином хлористого заліза ($\text{FeCl}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$).

Легування наплавлених шарів досліджуваних сталей дало змогу сформувати на їх поверхні багатшарові поверхневі товщиною близько 1250–1520 мкм із градієнтною структурою та підвищеними властивостями.

Відомо, що при визначеній кількості ванадію у білому чавуні замість ледебуріту кристалізується евтектика, яка складається з карбїду ванадію $\text{VC}_{0,88}$ та перліту при кімнатній температурі. Ця евтектика має інвертовану структуру – в ній матрицею слугує перліт, в якому вкраплена карбїдна фаза, тобто повністю відповідає принципу Шарпі-Бочвара.

Аналіз отриманих результатів показав:

- досягається оптимальна об'ємна структура, при якій тверді зони, що складаються з більш крихкого матеріалу, ізольовані одна від одної, а між ними розташована безперервна матриця з в'язкого незміцненого матеріалу – виконується так званий принцип Шарпі-Бочвара.

- підвищення ефективності застосування порошкової суміші з використанням ванадію (ванадієвомістких сумішей) для забезпечення експлуатаційних властивостей деталей машин після наплавлення.

Шиліна Олена Павлівна - к.т.н., доц., кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет

Сідлак Максим Петрович - студент групи ЗВ-16м, Вінницький національний технічний університет

УДК 621.791.92

ВПЛИВ КОНТАКТНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ВЛАСТИВОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ НАПЛАВЛЕНИХ ШАРІВ

Шиліна О. П., доц., к.т.н.; Бучковський К. В., магістр

Втрата працездатності вала редуктора виникає на тих ділянках її поверхні, де реалізується силова взаємодія контактних поверхонь.

Втрата працездатності вала редуктора виникає на тих ділянках її поверхні, де реалізується силова взаємодія контактних поверхонь; - поломка від великих перевантажень ударної або навіть статичної дії – попереджають захистом приводу від перевантажень або врахуванням перевантажень при розрахунку;

- втомна поломка, що відбувається під дією змінних напруг протягом порівняно довгого терміну служби – попереджають розрахунком на витривалість. Актуальним є питання подовження строку їх служби.

Метою роботи є дослідження структурних перетворень в поверхневих шарах при наплавлюванні металу з наступним контактним навантаженням.

Металографічні дослідження структури наплавленого металу здійснювались за стандартичними методиками на мікроскопі МІМ-8. Для наплавленого шару електродом ЦЛ-11 використовували травник на основі хлористого заліза, а для шару наплавленого електродом АНО-36 – на основі азотної кислоти.

Мікроструктура наплавленого металу у вихідному стані після наплавлення електродом ЦЛ-11 являє собою аустенітну матрицю з включеннями дисперсних карбідів хрому (Cr_7C_3) і марганцю $(FeMn)_3C$, у середині аустенітних зерен. Карбідні включення зміцнюють аустенітну матрицю, і дозволяють одержати твердість наплавленого металу в межах 22-24 HRC₃ (249-250 HB) без термічної обробки. Після наплавлення електродом АНО-36 – ферито-перлітна матриця, твердість наплавленого металу в межах 15-18HRC₃ (200-220 HB) без термічної обробки.

З погляду здатності металу до деформаційного зміцнення, а відповідно, підвищення його твердості, оцінювалися службові властивості наплавленого металу

.Експериментально показано наявність фазових змін під впливом контактних навантажень у наплавленому металі, з утворенням мартенситу деформації. Поєднання наклепу з деформаційним перетворенням ефективно зміцнює його основу. При цьому твердість наплавленого металу електродом АНО-36 після 25 % деформації складає 33–35 HRC₃, у той час як для наплавленої поверхні електродом ЦЛ-11 тільки 22 – 24 HRC₃. Зносостійкість наплавленого металу електродом АНО-36 в 1,2 рази вище зносостійкості поверхні наплавленої електродом ЦЛ-11 без деформації.

При дослідженні деформаційного зміцнення висока твердість поверхні може бути досягнута не тільки за рахунок легування наплавленого металу карбідоутворюючими елементами, але і за рахунок розвитку деформаційного перетворення.

Шиліна Олена Павлівна – канд. техн. наук, доцент кафедри технології підвищення зносостійкості Вінницький національний технічний університет

Бучковський Костянтин Валентинович – студент групи ЗВ-17м, факультет машинобудування татранспорту, Вінницький національний технічний університет

УДК 621.3.038

ЕЛЕКТРОІМПУЛЬСНА ОБРОБКА ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ СТАЛЕЙ

Шиліна О. П. к.т.н., доцент, Левандовський П. В., магістр

На сьогодні широко застосовуються фізичні і хімічні методи зміцнення робочих поверхонь інструменту. Одним з перспективних методів зміцнення інструментів є електроімпульсна обробка, яка полягає у використанні потужних джерел енергії, здатної

впливати на структуру і фізичні властивості металів та сплавів. Пряме пропускання струму (електричного імпульсу) через дисперсійне електропровідне середовище використовується з різною метою: ущільнення порошкового матеріалу, зварювання, нанесення покриттів, збудження термосинтезу.

Об'єктами досліджень буди зразки, виготовлені для випробувань на ударну в'язкість і згин із сталі Р6М5, хімічний склад відповідає ГОСТу (0,81% С; 5,71% V; 5,1% Мо; 3,76% Cr; 2,15% W). Структура сталі в початковому стані виглядає як сорбідоподібний перліт з вкрапленнями карбідів, які відрізняються формою та розміром. Okремо варто зазначити карбідну неоднорідність, яка характеризується балом 2-1. За допомогою рентгенструктурного аналізу виявлено, що досліджувана сталь Р6М5 являє собою α -твердий розчин + Me_6C + $Me_{23}C_6$ + MeC . При цьому відношення $\frac{MeC}{Me_6C}$ не перевищує значення 0,2. Твердість досліджуваної сталі в початковому стані складає 2450 МПа чи 23-25 HRC_e.

Виявлено, що у результаті електроімпульсного нагріву карбідна фаза може частково розчинятися в твердому розчині або переноситися на поверхню надлишкових карбідів. При цьому надлишкові карбіди набувають округлої форми, для якої характерна наявність по периферії темного обідка. Схожі прояви структури вказують на те, що електроімпульсний нагрів здатен перетворювати в твердий розчин значну кількість вуглецю і легуючих елементів. Змінюється хімічний склад периферії великих карбідів, що проявляється в різниці протравлення периферії та центральної її частини.

Критичний аналіз отриманих результатів дослідів дозволяє зробити висновок, що електроімпульсний нагрів своєрідно впливає на розчинення карбідної фази та перерозподіл вуглецю і легуючих елементів між твердим розчином та карбідами. Одним із найбільш важливих висновків є те, що електроімпульсним нагрівом можна досягнути пониження балу карбідної неоднорідності, деякого додаткового легування твердого розчину молібденом, вольфрамом і, що особливо важливо, ванадієм, збільшення міцності і пластичних характеристик, а також збільшення теплостійкості. Потрібно відмітити, що при електроімпульсному нагріві матриця не встигає коагулювати, її структура лишається достатньо дисперсійною, а карбідна фаза, питомий опір якої в 3-5 раз вище в порівнянні з матрицею, помітно розчиняється.

Шиліна Олена Павлівна – канд. техн. наук, доцент кафедри технології підвищення зносостійкості Вінницький національний технічний університет

Левандовський Павло Володимирович – студент групи ЗВ-16м, факультет машинобудування татранспорту, Вінницький національний технічний університет

УДК 620.178:621.891

ВПЛИВ ШВИДКОСТІ ОХОЛОДЖЕННЯ ВИСОКОВУГЛЕЦЕВИХ ПОКРИТТІВ ОТРИМАНИХ НАПЛАВЛЕННЯМ З ВИКОРИСТАННЯМ ВВМ НА ДЮРОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ.

Савуляк В.І., д.т.н., проф., Шенфельд В.Й., к.т.н.

На структуру та дюрометричні характеристики нанесеного високовуглецевого зносостійкого покриття значно впливає температурне поле, що формується під час наплавлення та безперервно змінюється у часі та просторі. Проте найбільш значні зміни

структури покриття відбуваються на ділянках температурного поля, які розташовані в зоні плавлення та поблизу неї.

Швидкість охолодження наплавленого металу при кристалізації – важливий фактор, який визначає структуру зносостійкого наплавленого високовуглецевого покриття і, в першу чергу, розмір карбідів. Швидкість охолодження взаємно пов'язана з часом існування рідкої зварювальної ванни.

Час існування рідкої зварювальної ванни рекомендується визначати за формулою:

$$T_p = L / V_{\text{напл}}, \quad (1)$$

де: L - довжина зварювальної ванни;

$V_{\text{напл}}$ – швидкість наплавлення.

Як бачимо з формули 1, зміна швидкості наплавлення впливає на час існування рідкої зварювальної ванни, параметри температурного поля, та швидкість охолодження металу зварювальної ванни, що впливає на структуру покриття. Нами досліджено вплив швидкості наплавлення ($V_{\text{напл.}} = 26; 23; 20; 17; 14; 11$ м/год) на час існування рідкої зварювальної ванни, на параметри температурного поля та на структуру високовуглецевого покриття: наплавленого металу, зони сплавлення та основного металу в зоні термічного впливу. Інші параметри режиму наплавлення фіксувалися на рівні: $U=28$ В, $V_{\text{др}}=104$ м/год, $d_e=1,4$ мм.

Для досліджень наплавлених покриттів було виготовлено 6 комплектів зразків товщиною 10 мм, шириною 50 та довжиною 90 мм, зі сталі 45 (маса 2 кг.). Кожен комплект складався із 5-ти зразків.

На кожен комплект зразків виконувалось наплавлення так, щоб швидкість наплавлення для кожного комплекта зразків зменшувалась. Створення високовуглецевого шару забезпечувалось шляхом комбінування наплавного дроту Нп-30ХГСА та вуглецевої тканини марки УУТ-2 ТУ6-06 И 78-85 із щільністю 250 г/м². Нанесення покриття виконувалось на установці для наплавлення в середовищі захисних газів УД-209М.

В таблиці 1 показані значення часу існування зварювальної ванни в рідкому стані.

Таблиця 1 – Час існування рідкої зварювальної ванни при швидкості наплавлення

Час існування зварювальної ванни в рідкому стані, сек					
$V_{\text{напл}}=26$ м/год	$V_{\text{напл}}=23$ м/год	$V_{\text{напл}}=20$ м/год	$V_{\text{напл}}=17$ м/год	$V_{\text{напл}}=14$ м/год	$V_{\text{напл}}=11$ м/год
0,8	1	1,2	2	3	5

Для визначення швидкості охолодження наплавленого металу досліджувалась зміна температури в наплавленому валку в часі.

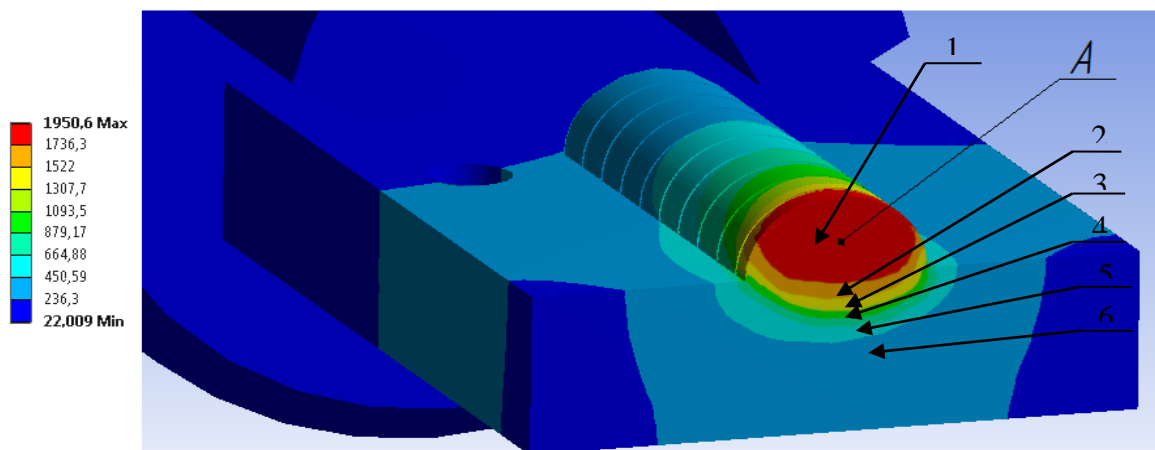


Рисунок 1 – Температурне поле після наплавлення валка (зразок умовно розрізаний)

На рисунку 1 показано розподіл температур в місці наплавлення та поблизу нього при часі існування зварювальної ванни в рідкому стані 2 с. Умовно його можна поділити на 6 зон. В зоні плавлення 1 температура коливалась в межах 1950 – 1736°C. В зоні 2 температура коливалась в межах 1736 – 1522°C. В зоні 3 температура коливалась в межах 1522 – 1307°C. В зоні 4 температура коливалась в межах 1093 – 879°C. В зоні 5 температура коливалась в межах 664 – 450°C. В зоні 6, температура коливалась в межах 450 – 236°C.

На рисунку 2 представлені результати визначення температур теплового поля наплавленого металу у залежності від часу існування зварювальної ванни в рідкому стані, отримані моделюванням з використанням пакету прикладних програм у середовищі кінцево-елементного аналізу.

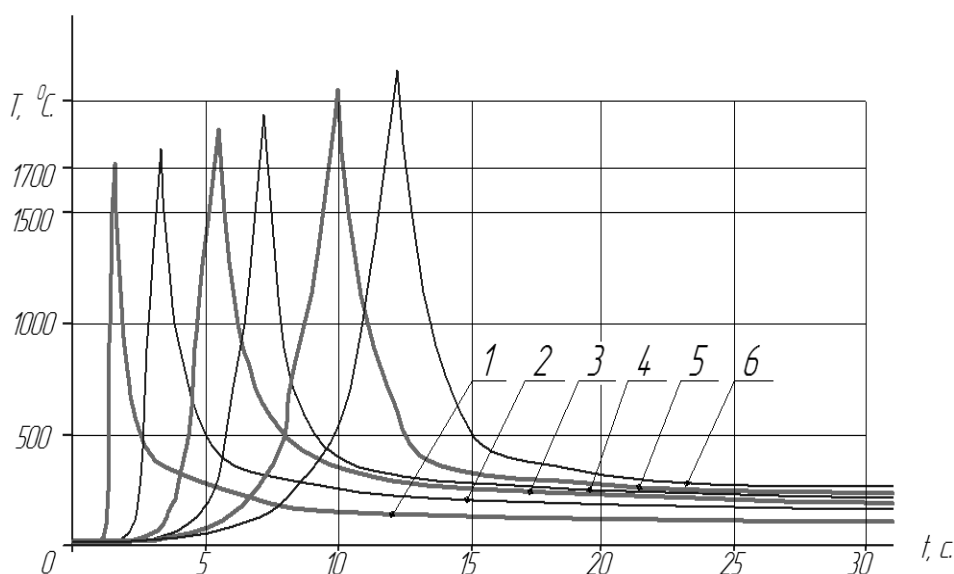


Рисунок 2 – Зміна температур в точці А заготовки (рисунок 4.7) в залежності від часу існування зварювальної ванни в рідкому стані: 1- $t_p = 0,8$ с; 2- $t_p = 1$ с; 3- $t_p = 1,2$ с; 4- $t_p = 2$ с; 5- $t_p = 3$ с; 6 – $t_p = 5$ с

За допомогою графіків, зображених на рисунку 2, визначили швидкість кристалізації (Таблиця 2) та швидкість охолодження наплавленого металу (Таблиця 3).

Таблиця 2 – Швидкість кристалізації наплавленого металу

Інтервал Температур, °C	Швидкість кристалізації наплавленого металу, °C/c					
	$t_p=0,8$ с	$t_p=1$ с	$t_p=1,2$ с	$t_p=2$ с	$t_p=3$ с	$t_p=5$ с
1700-1500	2000	1930	1560	1400	1050	800
1500-1000	1810	1652	1430	1300	700	600

Таблиця 3 – Швидкість охолодження наплавленого металу

Інтервал Температур, °C	Швидкість охолодження наплавленого металу, °C/c					
	$t_p=0,8$ с	$t_p=1$ с	$t_p=1,2$ с	$t_p=2$ с	$t_p=3$ с	$t_p=5$ с
1000-500	730	650	570	450	400	350
500-50	120	110	100	95	90	70

Із отриманих зразків вирізалися темплети з використанням електроерозійних верстатів та виготовлялися шліфи.

Для визначення якісних показників отриманих зносостійких покриттів проведені дюрOMETричні випробування. Вимірювання твердості проводилось за методом Роквелла відповідно до ГОСТ 9013-78. Цей метод вважається найбільш розповсюдженим внаслідок

його доступності та простоти. Для вимірювання твердості нанесеного покриття використовувався твердомір ТК-2М.

Аналіз графіка за рисунком 2 показує, що час існування рідкого металу у зварювальній ванні є функцією швидкості наплавлення. Крім швидкості наплавлення на швидкість охолодження та кристалізації, що формує покриття з різними структурами, впливають струм на дузі, напруга зварювання, діаметр електродного дроту та швидкість подачі дроту.

Зменшення швидкості переміщення дуги призводить до збільшення температури в зоні навколо зварювальної ванни та в самій ванні (див. рис. 2) і відповідно час розчинення вуглецевого матеріалу, який вводиться у розплав.

За результатами вимірювань мікротвердості та твердості за методом Роквелла побудовані графічні залежності (Рис. 3, Рис.4).

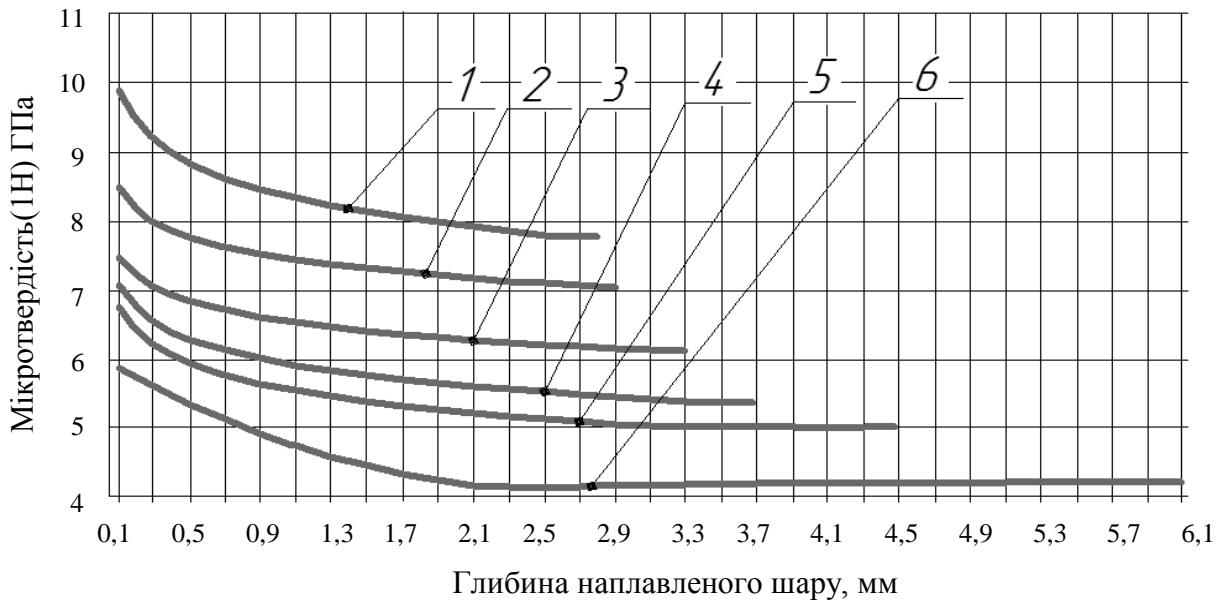


Рисунок 3 - Зміни мікротвердості наплавленого шару від основи до поверхні покриття при швидкостях охолодження: 1) $V_{\text{охол}}=730^{\circ}\text{C}/\text{c}$; 2) $V_{\text{охол}}=400^{\circ}\text{C}/\text{c}$;
1) $V_{\text{охол}}=350^{\circ}\text{C}/\text{c}$; 4) $V_{\text{охол}}=650^{\circ}\text{C}/\text{c}$; 5) $V_{\text{охол}}=450^{\circ}\text{C}/\text{c}$; 6) $V_{\text{охол}}=570^{\circ}\text{C}/\text{c}$

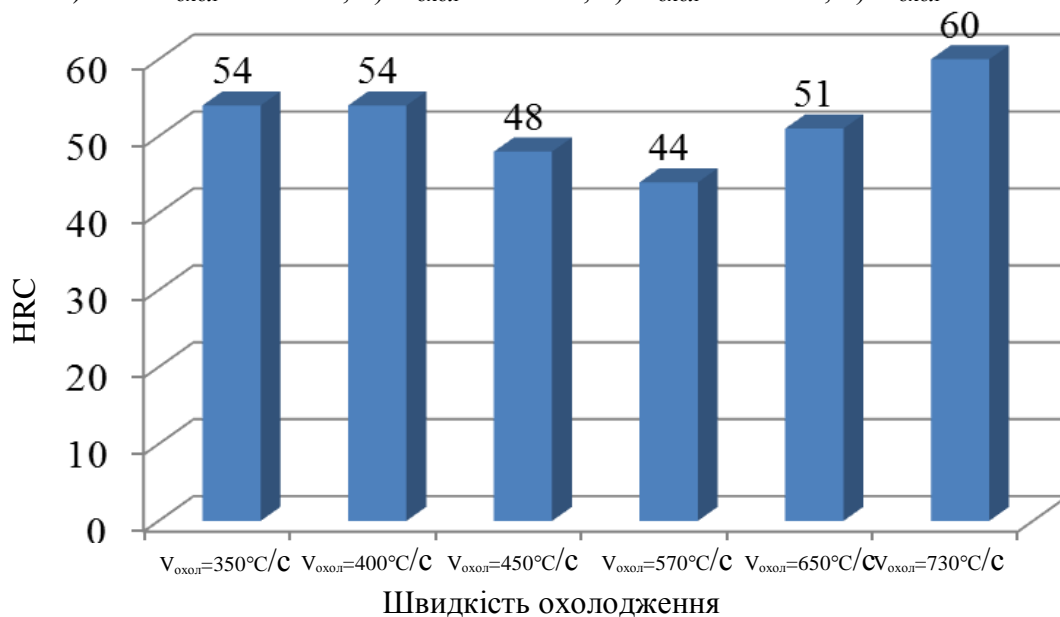


Рисунок 4 – Твердість наплавлених високовуглецевих зразків

З отриманих результатів та побудованих залежностей мікротвердості по глибині наплавленого шару впливає, що твердість наплавленого шару збільшується від поверхні вглиб, що запобігає схоплюванню та глибинному вириванню кристалітів в умовах граничного тертя (рис. 3).

При маленьких швидкостях охолодження наплавленого високовуглецевого покриття відбувається зменшення твердості від 54 до 44 одиниць HRC. При високих швидкостях охолодження наплавленого високовуглецевого покриття утворюються покриття з твердістю 60 одиниць HRC (рис. 4).

Савуляк Валерій Іванович – д.т.н., проф., завідувач кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет

Шенфельд Валерій Йосипович - к.т.н., доц. кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет

УДК 621.791.92

ВПЛИВ ВУГЛЕЦЮ НА ВЛАСТИВОСТІ ПОКРИТТІВ ОТРИМАНИХ НАПЛАВКОЮ ЛЕЖАЧИМ ЕЛЕКТРОДОМ ПІД ШАРОМ ФЛЮСУ

Бакалець Д.В., к.т.н.,

При зварюванні під флюсом зварювальна дуга горить між торцем електрода і виробом під шаром сипучої речовини. Під дією тепла дуги розплавляються електродний дріт і основний метал, а також частина флюсу в зоні зварювання, утворюється порожнина, заповнена парами металу, флюсу і газами. Газова порожнина обмежена в верхній частині оболонкою розплавленого флюсу. Розплавлений флюс, оточуючи газову порожнину, захищає дугу і розплавлений метал у зоні зварювання від шкідливого впливу навколишнього середовища, здійснює металургійну обробку металу в зварювальній ванні. При класичній схемі зварювання під флюсом електрод механізовано подається в зону зварювання перпендикулярно до деталі і переміщується вздовж траєкторії плавлення, при чому, довжина дуги забезпечується постійною завдяки принципу саморегулювання чи обладнанню, що використовується. Основним недоліком такого підходу до зварювання під флюсом є його надмірна механізація, що зробила можливим його використання виключно для промислових потреб. Один із перспективних шляхів вирішення згаданих недоліків полягає у поєднання споріднених процесів в одній технології. В даній роботі запропоновано новий підхід, який дозволяє використовувати всі металургійні переваги зварювання та наплавлення під флюсом без використання дорогого промислового обладнання.

Для реалізації процесу наплавлення зносостійкого покриття лежачим електродом під шаром флюсу використано джерело живлення для ручного дугового зварювання покритим електродом УД – 251. В якості плавильних матеріалів використано низьковуглецевий дріт із сталі звичайної якості діаметром 6 мм, графітовий порошок і флюс АН-348А.

Для реалізації процесу наплавлення електрод розміщували паралельно поверхні, що наплавляється з зазором 2-3 мм (рис. 1, а). До кінця електрода приєднували за допомогою спеціального затискача струмопідвід, а у проміжку між електродом і деталлю тонким шаром засипали шар вуглецю у вигляді порошку графіту. Після цього підготовлене місце наплавлення засипали флюсом (рис. 1, б). Дугу запалювали замиканням іншого кінця електрода на виріб за допомогою вугільного стержня. Після запалювання дуга переміщується

по мірі розплавлення електроду переплавляючи при цьому шар порошкоподібного графіту. Таким способом можна наплавляти як прямолінійні, так і криволінійні валики не використовуючи для цього спеціальні пристосування і механізми для подачі і переміщення зварювального дроту.

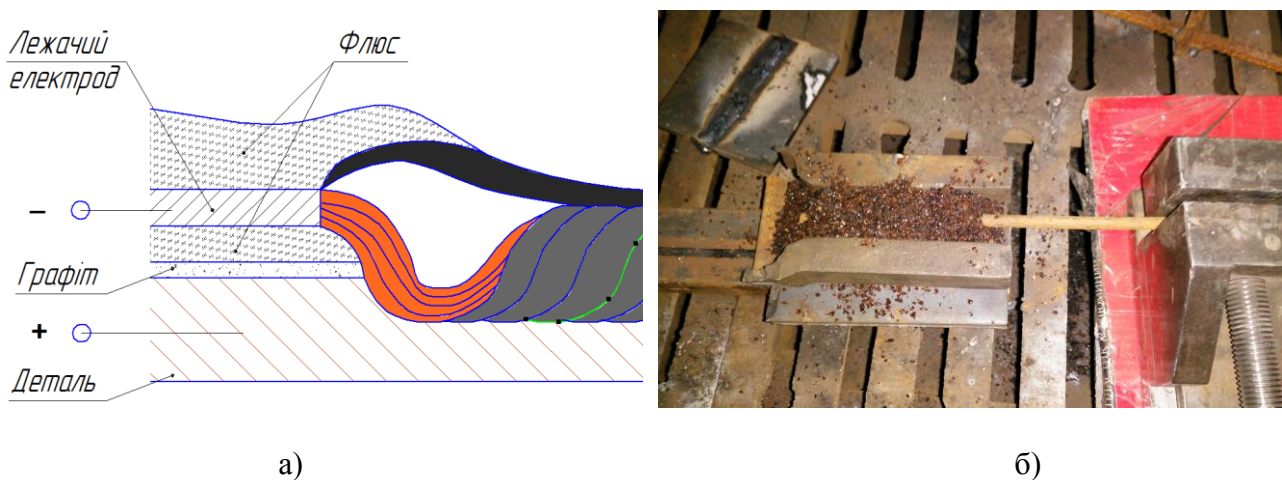


Рис.1. Наплавлення лежачим електродом під шаром флюсу: а – схема; б – приклад реалізації.

Наплавлені зразки з різною кількістю графіту випробовували на твердість за Роквеллом. Твердість наплавлених зразків коливається в залежності від кількості графіту і при товщині його шару 0,8 мм досягає свого максимального значення 48 – 50 HRC. З подальшим збільшенням кількості графіту твердість практично не змінюється. Проведеними металографічними дослідженнями встановлено, що в усіх випадках плавлення з додаванням графіту утворилися покриття з мартенситною структурою з високою твердістю і малою пластичністю [5]. Однак не весь графіт розчинився при напавленні, частина його не розплавилась і залишилась у вигляді графітових кульок, щільність яких зростає із збільшенням товщини графітного шару (рис. 2).

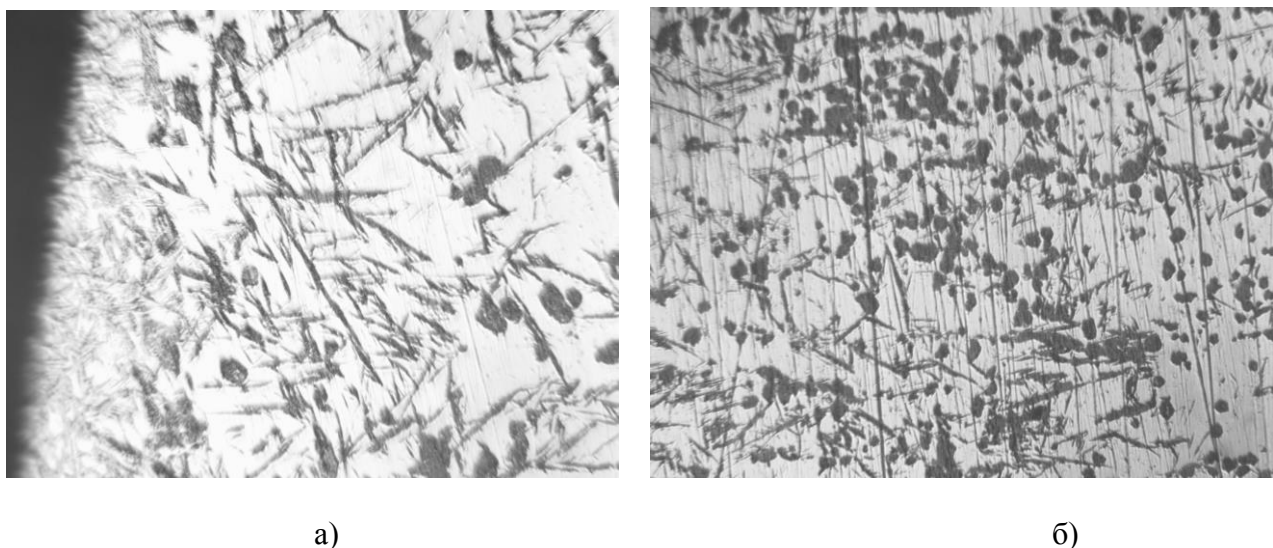


Рис.2. Структура металу напавленого валика: а – з товщиною графітового шару до 0,8 мм; б – з товщиною графітового шару більше 0,8 мм.

Запропонована технологія наплавлення лежачим електродом під шаром флюсу з

додаванням порошку графіту, не потребує додаткового обладнання для механізації і дозволяє використовувати для своєї реалізації побутові джерела живлення, підручні засоби та стандартні пристосування. Твердість наплавлених таким способом покриттів сягає 48 – 50 HRC. Мартенситна структури з включеннями графіту у вигляді кульок різних розмірів та концентрації дає змогу робити висновок про високі зносостійкі та фрикційні властивості отриманих покриттів.

Бакалець Дмитро Віталійович - к.т.н., доцент кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет

УДК 539.87

ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАНОВУГЛЕЦЕВИХ МАТЕРІАЛІВ.

Савуляк В.І., д.т.н., професор, Шаргородський К.С., студент

Нанотрубка - це молекула, яка складається з понад мільйона атомів вуглецю, що представляє собою трубку діаметром близько нанометра і довжиною кілька десятків мікрон. У стінках трубки атоми вуглецю розташовані у вершинах правильних шестикутників.

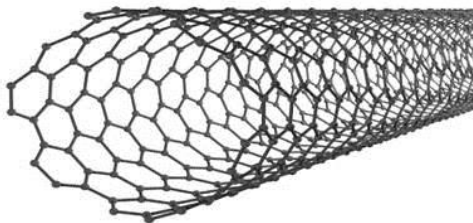


Рисунок 1 – Вуглецева нанотрубка

Основні фізико-механічні властивості вуглецевих нанотрубок: модуль Юнга в 5 разів більший, ніж у сталі; міцність на розрив приблизно в 22 рази більше, ніж у сталі; густина майже в 2 рази менша, ніж у алюмінію; максимальна густина струму в 1000 разів більша, ніж у міді; теплопровідність в 1,5 рази більша, ніж у алмаза; польова емісія відбувається при напрузі 1-3 В.

У нижній частині камери знаходяться два мідні тиглі (їх охолодження відбувається водою), з яких випаровується графіт через рідкий розплавлений вольфрам. Нагрівання йде електронними пучками з електронних гармат, які знаходяться на бічних стінках камери. У верхній частині камери знаходиться відбивач (сепаратор) з молібдену, що нагрівається електронною гарматою, яка знаходиться на боковій стінці камери. Відбитий паровий потік вуглецю потрапляє на підкладки, які знаходяться в нижній частині камери, праворуч від тиглів. В області підкладок можна помістити протяжний механізм рухомої підкладки. Якщо підкладка виготовлена з фольги міді, швидкість протягання фольги може бути в діапазоні від 0,5 до 3 м/с. Цього досить для того, щоб отримати на підкладці шар вуглецю товщиною від одного до дев'яти атомів. А це означає, що при ширині стрічки мідної фольги 0,2 м і довжині її, наприклад, 100 м можна отримати до 20 квадратних метрів вуглецевого матеріалу (графена) за 1 годину.



Рисунок 2 – Установка і технологічна камера з оснащенням для відбивання парового потоку вуглецю та осадження його на підкладку

Савуляк Валерій Іванович - професор, д.т.н., завідувач кафедри ТПЗ, Вінницький національний технічний університет

Шаргородський Костянтин Сергійович – студент групи 13В-14б, кафедра технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет

УДК 621.791.011

КОНСТРУКЦІЯ ЕЛЕКТРОДОТРИМАЧА ДЛЯ РУЧНОГО ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ

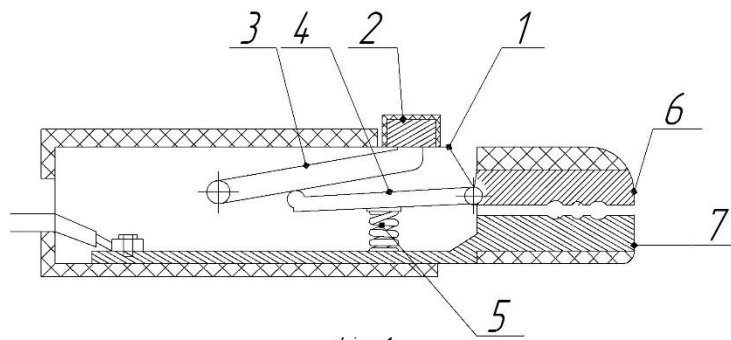
Бакалець Д.В., к.т.н., Довгань О.В., студент,

Асортимент електродотримачів для ручного дугового зварювання досить різноманітний по конструктивному виконанню, призначенню, якості та вартості виробів. Всі вони мають відповідати, як нормативній документації, так і в повному обсязі задовольняти запити практики. А особливо забезпечувати швидке і надійне затискання електродів різних діаметрів в різних просторових положеннях і бути легкими та зручними у використанні.

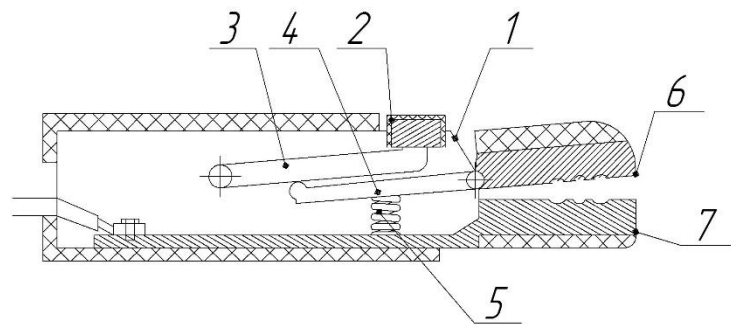
В основу корисної моделі поставлена задача створити електродотримач компактної моделі, без виступаючого, за межі руки зварювальника, важеля, щоб полегшити зусилля руки зварювальника при натисканні на важіль.

Корисна модель пояснюється кресленнями, де на фіг. 1. принципова схема двоважільного електродотримача; на фіг. 2. принципова схема роботи двоважільного електродотримача;

Суть винаходу полягає в тому що, зварювальник натискає пальцем кнопку(2), яка давить на важіль(3),що в свою чергу давить на важіль(4),який розміщений над пружиною (5).Важіль піднімає рухому затискну губку(6).Після зварювальник відпускає кнопку і пружина затискає електрод,і повертає кнопку у раніше встановлене положення.



Фіз. 1



Фіз. 2

Рисунок 1 – Схема зварювання

Розроблена конструкція електродотримача для ручного дугового в тому що, система важелів яка буде використовуватись дасть змогу замінити важіль пасатижного типу на кнопку, яка буде розташовуватись зручно під пальцем зварювальника і дасть змогу легко і швидко замінити електрод.

Використання такого електродотримача приведе до зменшення зусилля руки зварювальника при заміні зварювального електрода. Підсилить дію пружини розтягування на затиск зварювального електрода

Бакалець Дмитро Віталійович - к.т.н., доцент кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет

Довгань Олег Віталійович - студент кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет

УДК 678.027.39

РОЗПОДІЛ ТИСКІВ ПРИ ШНЕКОВІЙ ЕКСТРУЗІЇ ПОЛІМЕРІВ

Хоменко О.С., студент

У наш час набирає популярність шнекова екструзія полімерів, яка дозволяє отримувати профілі, труби, шланги, плівки, листи, багато інших будівельних матеріалів і здійснювати вторинну переробку полімерів. Проте шнекова екструзія має один суттєвий недолік: швидкий знос шнека.

До основних чинників, які призводять до зносу шнека, належить тиск. Тому виникає необхідність дослідження розподілу тиску в каналі прес-екструдера.

Розглянемо баланс сил, що діють на елементарний об'єм сировини у міжвитковому просторі шнека, і знайдемо розподіл тиску по довжині шнека (рисунок 1), з врахуванням

того, що f_u та f_w – відповідно коефіцієнти тертя між матеріалом сировини та поверхнями циліндра і шнека:

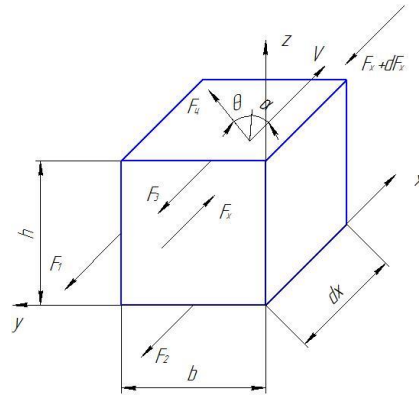


Рисунок 1 – Сили, що діють на елементарний об’єм матеріалу при екструзії:
 θ – кут транспортування; α – кут нахилу гвинтової лінії шнека; V – швидкість переміщення каналу по осі шнека (співпадає з віссю x); F_1 – сила тертя на бічних поверхнях; F_2 – сила тертя на дні об’єму; F_3 – сила тертя, що виникає від F_x ; F_x – осьова сила, що здійснює рух вздовж осі x ; $F_x + dF_x$ – сила, яка врівноважує відкинуту частину об’єму; F_u – сила тертя на циліндричній поверхні; b – ширина каналу; h – глибина нарізки

$$\left. \begin{aligned} F_x - (F_x + dF_x) - 2 \cdot F_1 - F_2 + F_u \cdot \cos(\theta + \alpha) - F_3 &= 0; \\ F_1 &= \frac{F_x}{h \cdot b} \cdot h \cdot dx \cdot f_w; \\ F_2 &= \frac{F_x}{h \cdot b} \cdot b \cdot dx \cdot f_w; \\ F_3 &= F_u \cdot \sin(\theta + \alpha) \cdot f_w; \\ F_u &= \frac{F_x}{h \cdot b} \cdot b \cdot dx \cdot f_u. \end{aligned} \right\} \quad (1.1)$$

Розв’язуючи систему (2.2) та зробивши відповідні математичні перетворення, отримаємо рівняння наступного вигляду:

$$\frac{dF_x}{F_x} = \underbrace{\left[-\frac{2 \cdot f_w}{b} - \frac{f_w}{h} - \frac{f_w \cdot f_u \cdot \sin(\theta + \alpha)}{h} + \frac{f_u \cdot \cos(\theta + \alpha)}{h} \right]}_A \cdot dx. \quad (1.2)$$

Враховуючи те, що $\frac{dF_x}{F_x} = \frac{dP_x}{P_x}$, розв’язуємо рівняння (2.3) як диференціальне рівняння з відокремленими зміними:

$$\int_{P_0}^P \frac{dP_x}{P_x} = \int_0^x A \cdot dx;$$

$$\ln \frac{P}{P_0} = A \cdot x + C.$$

Оскільки при значенні координати $x=0$ значення тиску $P = P_0$, то $C = 0$. Остаточно отримаємо рівняння розподілу тиску по довжині шнеку:

$$P(x) = P_0 \cdot e^{A \cdot x}, \quad [\text{МПа}] \quad (1.3)$$

де P_0 – початковий тиск, МПа;
А – безрозмірний коефіцієнт;
х – відповідна координата, м.

Таким чином, отримано формулу, яка дозволяє визначити тиск, що діє на шнек вздовж його осі. Оскільки коефіцієнт А включає у себе геометричну складову шнека (кут нахилу гвинтової лінії) та властивості полімеру і матеріалу шнека (коефіцієнт тертя полімерної маси по поверхні шнека), то змінюючи зазначені параметри можна змінювати значення тисків, а, отже, можна впливати на інтенсивність зношування (малим тискам відповідає менший знос).

Хоменко Олександр Сергійович – студент групи 13В–14б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет

УДК 621.793.79

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ ПОКРИТТЯ ПРИ ХОЛОДНОМУ ГАЗОДИНАМІЧНОМУ НАПИЛЕННІ

Гайдамак О.Л., к.т.н., доц.

Створення функціональних покриттів на поверхнях деталей дозволяє суттєво впливати на експлуатаційні характеристики на надавати цим поверхням нових, не притаманних матеріалу деталі, якостей. Наприклад створення покриттів на основі алюмінію на сталевих деталях може захистити ці деталі від корозії, та значно змінити фрикційні властивості покритих поверхонь.

Мета дослідження : Дослідити закономірності формування покриття при холодному газодинамічному напиленні. З'ясувати наскільки ці закономірності відповідають нормальному розподіленню Гауса.

Методика експерименту полягала в нанесенні покриття на нерухому підкладку, при цьому дистанція була незмінна, а кількість порошку для кожної фігури напилення поступово збільшувалась. Далі отримані фігури напилення обмірювались за допомогою мікрометра годинкового типу, а переміщення фігури напилення відносно мікрометру здійснювали рухомим столом з мекрометричними приводами.

Матеріал порошок С 01-11 (мідь цинк корунд). Зважили три порції порошку 1- 0,11 г, 2 – 0,22 г, 3 – 0,34 г. Дистанція напилення 25 мм, температура стиснутого повітря 320-340 градусів Цельсія. Тиск стиснутого повітря 0,56 МПа. Отримали три фігури напилення показані на рисунку 1.



Рисунок 1 – Фигури напилення а - зразок №1, б - зразок №2, в - зразок №3

Профілі фігур наплення отримані в результаті руху потоку напилувальних частинок які випадковим чином рухаються в потоці повітря, що їх транспортує на підкладку.

В перерізі, фігура наплення є майже симетричною відносно осі фігури, а її профіль у загальному випадку може бути описаний нормальним розподілом Гаусса. Використаємо для опису форми перерізу фігури наплення Гауссову криву у вигляді:

$$Y = y_0 \cdot e^{-\frac{r^2}{r_0^2}},$$

де y_0 - товщина покриття на осі фігури наплення; Y – висота профіля в залежності від відстані від осі фігури r ; r_0 - радіус розсіювання (підбирали емпірично з метою забезпечення найкращого співпадання Гауссової кривої і експериментальних результатів).

Порівняємо отримані розподілення Гаусса з експериментальними результатами, для чого накладем теоретичне розподілення у відповідному масштабі на експериментальні результати (рис. 2).

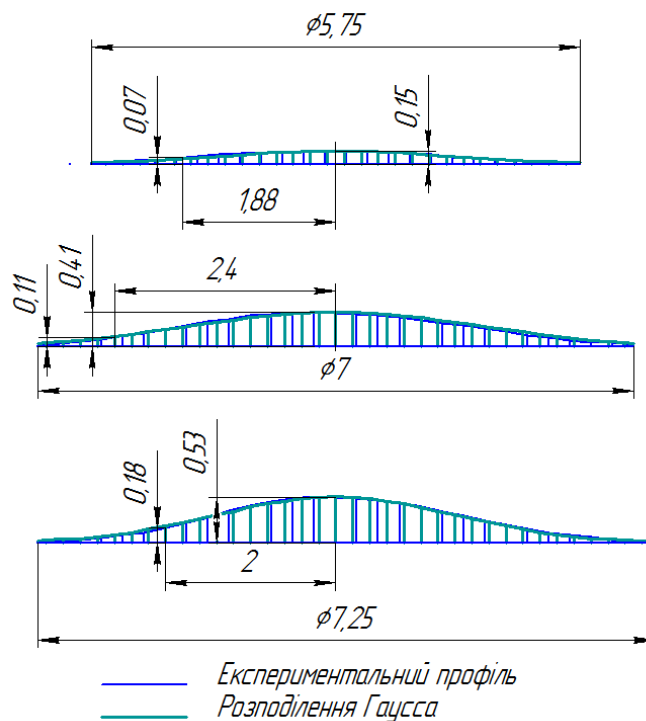


Рисунок 2 – Порівняння профілів фігур наплення з розподіленням Гаусса. для зразків №1, 2, 3 показаних на рисунку зверху до низу у порядку зростання .

Висновок: Можна сказати, що крива Гаусса з великою достовірністю описує профіль фігури наплення.

Отримані результати профілю фігури наплення різних висот можна використати для розробки методики моделювання та розрахунку профіля фігури наплення і в подальшому для розробки інженерних методик розрахунку режимів наплення.

Гайдамак Олег Леонідович – к.т.н., доц., кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет.

ПРОДУКТИВНІСТЬ ЗВАРЮВАННЯ ЛЕЖАЧИМ ЕЛЕКТРОДОМ ПІД ШАРОМ ФЛЮСУ

Бакалець Д. В. к.т.н., Тарасюк В. М.

Основною задачею зварювального виробництва є підвищення продуктивності та якості виготовлення зварних конструкцій. Серед шляхів вирішення цієї задачі потрібно виділити два – інтенсифікація процесу зварювання за рахунок збільшення швидкості утворення зварного з'єднання і автоматизація всіх процесів виготовлення. Вирішення питання автоматизації зварювання при виготовленні металоконструкцій значно важче і є виправданим лише для серійних та масових виробництв. Воно вимагає спеціалізації виробництва і створення складних технологічних агрегатів, що не завжди є економічно доцільним. В роботі розглядається можливість інтенсифікація зварювального виробництва, шляхом застосування особливих способів а саме зварювання лежачим електродом під шаром флюсу. Реалізація якого під час виготовлення металоконструкцій дозволяє не тільки підвищити продуктивність процесу а і якість зварних з'єднань.

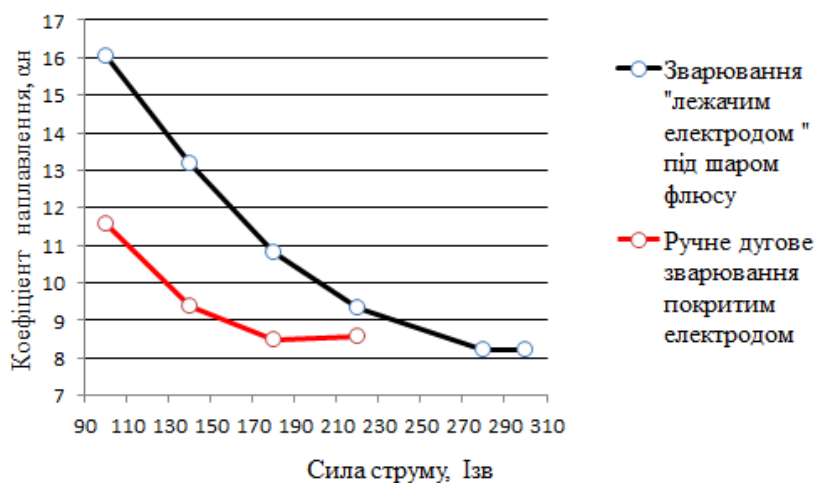
Продуктивність зварювання при автоматизованому зварюванні під флюсом завдяки великим значенням максимально допустимого струму (до 2000А) досить велика і при звичайному одно дуговому зварюванню досягає 14 – 16 кг/год. Однак враховуючи що на вітчизняних заводах металоконструкцій об'єм використання зварювання під флюсом складає 10-15% необхідно вирішувати задачі інтенсифікації цього високопродуктивного способу зварювання.

Одним із способів підвищення продуктивності зварювання під флюсом є зварювання лежачим електродом з автоматичним горінням дуги. Даний спосіб доцільно використовувати для зварювання стикових і кутових швів невеликої довжини, де недоцільно використовувати автоматичне зварювання. Суть зварювання лежачим електродом полягає в тому, що в розробку кромок шва укладається з зазором дріт діаметром 4-8мм, який засипається зварювальним флюсом. До одного кінця дроту підводиться один струмопідвід, до зварювального виробу інший. Запалювання дуги відбувається із сторони вільного кінця

дроту за допомогою вугільного електрода, а подальше горіння дуги відбувається автоматично.

Для реалізації процесу зварювання лежачим електродом під шаром флюсу використано джерело живлення для ручного дугового зварювання УД – 251. В якості зварювальних матеріалів використано низьковуглецевий дріт діаметром 5 мм, і флюс АН-348А. В результаті проведених досліджень отримана залежність

Залежність коефіцієнту наплавлення (α_n) від сили струму ($I_{зв}$)



коефіцієнта наплавлення α_n від сили струму $I_{зв}$. Порівнявши графіки залежності коефіцієнтів наплавлення при зварюванні лежачим електродом під шаром флюсу і ручному

електродуговому зварюванні потрібно відмітити підвищену продуктивність способу зварювання «лежачим електродом» під шаром флюсу на 15-30%.

До переваг даного способу зварювання можна віднести більш високу продуктивність, ніж при ручному зварюванні та можливість одним зварювальником обслуговувати декілька робочих місць. При цьому кваліфікація зварювальників суттєво не впливає на якість з'єднань, оскільки вони не беруть участі в процесі зварювання а виконують лише підготовчі операції.

Бакалець Дмитро Віталійович - к.т.н., доцент кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет

Тарасюк Володимир Миколайович—студент кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет

УДК 669.162.14

РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ТЕРМООБРОБКИ ЗНОСОСТІЙКОГО БЕЙНІТНОГО ЧАВУНУ

Савуляк В.І., д.т.н., проф., Грига Г.А., магістрант

Чавун є природним композитом, у якого дві основні складові забезпечують переважну більшість властивостей: це металічна матриця та графітні (або цементитні) включення. Дослідження [1,2] переконливо показали, що формування в структурі чавунів бейнітної складової забезпечує значне підвищення як міцнісних характеристик, так і в'язкості руйнування. З врахуванням сказаного актуальним постає завдання пошуку раціональних шляхів впливу термічної обробки на властивості сірих чавунів з метою підвищення їх механічних властивостей та зносостійкості.

Гартування СЧ на бейніт з високим вмістом аустеніту дозволяє підвищувати ударну міцність і зносостійкість. Фактично бейніт у чавуні складається з перенасиченого вуглецем α' - розчину і збагаченого вуглецем і стабілізованого ним аустеніту. Суттєвим недоліком традиційного ізотермічного гартування на бейніт високовуглецевих сплавів заліза є потреба у дорогих ваннах розплаву цинку (або його сплавів) та їх шкідливий вплив на довкілля.

Альтернативою технології гартування в рідкому цинку є застосування технології гартування в двох водах[2]. За цією технологією нагріту до 850...900°C деталь з сірого чавуну послідовно занурюють та витримують певний час у холодній, а потім і у киплячій воді. Після цього деталь переносять у повітряну піч для ізотермічного розпаду аустеніту на бейніт, де витримують певний час. Для отримання цільової функції– твердості HV бейнітного чавуну як функції тривалості витримок: в печі при 850 °C – t_1 , хв.; в киплячій воді t_2 , сек; в печі ізотермічної витримки при 400 °C – t_3 , хв. На основі планування та проведення багатофакторного експерименту отримано рівняння регресії

$$HV = 461,61 - 6,73t_1 - 7,62t_2 - 4,48t_3 + 0,19t_1t_2 - 0,09t_1t_3.$$

Література

1. Савуляк В.И. Повышение триботехнических свойств чугунов с мелкозернистым компактным графитом бейнитной закалкой/В.И. Савуляк, А.Б. Янченко// Проблемы трибологии. – 2012. – № 1. С. 135 – 138.
2. Савуляк В.І. Економічні технології високоміцних графітізованих сплавів заліза : монографія/ В.І. Савуляк, О.Б. Янченко. – Вінниця: ВНТУ, 2014. – 160 с.

Савуляк Валерій Іванович - д.т.н., проф., завідувач кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет

Грига Ганна Анатоліївна – магістрант кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет

УДК 620.19:636

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ЛЕГУВАННЯ НА ПОВЕРХНЮ

Савуляк В.І., д.т.н., професор, Криворучко В. О., студент

На практиці часто виникає необхідність: підвищити зносостійкість деталей, відновити зношену деталь, електричні властивості струмопровідних поверхонь, зменшити перехідні опори електричних контактів, їх зношення, заміна спеціальних сталей менш дефіцитними або більш дешевими з мінімальними витратами та з максимальною ефективністю. Всі ці проблеми можливо вирішити за допомогою електроіскрового легування, яке дозволяє виконати всі ці функції. А працює воно за наступним принципом: до електродів, один з яких деталь, що легується, (катод), а інший - легуючий метал (анод), докласти імпульсну напругу і звести електроди до появи іскрового розряду, то між анодом і катодом потече імпульсний струм великої щільності. Внаслідок цього в точці іскрового розряду на поверхні електродів (переважно на аноді) метал розігрівається і частково випаровується. Краплі розплавленого металу з анода прямують до поверхні катода під дією електромагнітного поля. Після закінчення дії імпульсу струму рух краплі не припиняється і метал досягає поверхні катода. Досягнувши поверхні катода, розплавлені частинки анода впроваджуються в розплавлену лунку на поверхні катода і змішуються з металом катода, та частково осідають на кромці лунки і приварюються до неї. Якщо переміщати анод по якійсь лінії, то отримаємо ряд лунок зі змінним складом металу, тобто з новими сплавом і структурою. Щоб отримати порівняно гладеньку зміцнену поверхню, анод потрібно переміщати щодо катода за час паузи між імпульсами, яке за тривалістю від 0,01 с, не більше ніж на 1/4 діаметра лунки. В цьому випадку відбувається необхідне перемішування взаємне проникнення розплавленого металу обох електродів один в одного і поліпшення якості обробленої поверхні.

В електроіскровій машині, яка зображена на рис.1, обертаються деталь (3) та барабан(4), до якого шарнірно прикріплені легувальні електроди (2) які переносять частинки металу на деталь.

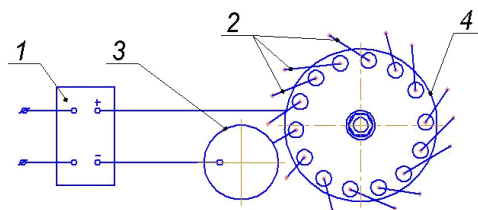


Рис.1. Схема електроіскрового легування

1 – Джерело струму; 2 – Легувальні електроди; 3 – Деталь; 4 – Барабан



Рис.2. Деталь після електроіскрової обробки

В ході дослідження встановлена висока продуктивність такої установки. Внаслідок легування та високої швидкості охолодження перенесеного металу за рахунок тепловідведення в метал значно підвищується твердість поверхні.

Савуляк Валерій Іванович - професор д.т.н., завідувач кафедри ТПЗ, Вінницький національний технічний університет

Криворучко Валерій Олександрович – студент групи 13В-146, кафедра технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет

УДК 621.793.7

РОЗРОБКА ГАЗОПОЛУМЕНЕВОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ НАДЗВУКОВОГО НАПИЛЕННЯ

Гайдамак О.Л., к.т.н, доцент, Бучковський К.В., студ.

Для напилення використовують надзвуковий газовий струмінь, який формується спеціальним пальником з камерою прискорення ракетного типу при спаленні газу, ацетилену, пропану, водню, пропілену або метил-ацетилену при тиску 0,6...0,8 МПа у суміші з киснем під тиском 1,2 МПа. Швидкість струменя продуктів згоряння при способі HVOF сягає від 1350 до 2880 м/с, швидкість частинок матеріалу, що напилюється — від 300 до 1000 м/с, а температура горіння — 3100 °С.

Через високу швидкість потоку газу і розплавленого металу покриття присутня значна віддача, що практично повністю виключає можливість ручного нанесення покриттів. Для отримання однорідного шару рівномірної товщини в промисловості при нанесенні покриття високошвидкісним методом використовуються спеціальні роботизовані або механізовані установки.

Пристрій складається з наступних основних елементів: корпусу основної камери згоряння 1, який формує безпосередньо основну камеру згоряння 2 з дифузором 3; з зовні на корпусі основної камери згоряння 1 виконані поздовжні канавки 4, причому кожна із них закінчується радіальним отвором 5 для трубки подачі компонента палива 6, які прокладаються по поздовжнім канавкам 4 від колектора 7, через радіальні отвори 5, до основної камери згоряння 2. Таким чином, система отворів для трубок подачі компонентів палива 5, трубки подачі компонентів палива 6 і колектор 7 формують додатковий вузол підвода тепла до робочого струменя. Основний вузол підвода тепла до робочого струменя

розміщений на вході до основної камери згоряння 2 і представлений форсункою основної камери згоряння 8, яка має осьовий отвір 9 для подачі порошку напилюваного матеріалу, який транспортується киснем, та радіальні отвори 10 для подачі газоподібного пального. Крім того, ззовні на корпусі основної камери згоряння 1 виконано установчий поясок 11 та виступи 12, на які встановлюється корпус охладжуваної сорочки основної камери згоряння 13 з трубою відведення охладжувальної рідини 14 і мундштуком 15. Для руху охладжувальної рідини в заданому напрямку, при охладженні корпуса внутрішньої камери згоряння 1, передбачена діафрагма 16. Зовнішнє сопло 17 і його камера згоряння 18 формуються порожнистим тарілчастим центральним тілом 19, корпусом пальника 20. Порожнисте тарілчасте центральне тіло 19 своєю внутрішньою поверхнею, в поєднанні з діафрагмою 16 та зовнішньою поверхнею корпуса основної камери згоряння 1 формує кільцевий канал, по якому рухається охладжувальна рідина, яка подається по трубці підведення охладжувальної рідини 21 з мундштуком 22. Для фіксації порожнистого тарілчастого центрального тіла 19 відносно корпуса охладної сорочки внутрішньої камери згоряння 13 слугує фіксуюче кільце 23. подача компонентів палива до камери згоряння зовнішнього сопла 17 здійснюється за допомогою форсунки 24. Кисень у форсунку 24 подається через трубку підведення окисника 25 з мундштуком 26, а газоподібне пальне - через трубку підведення палива 27 з мундштуком 28. Турбулізатор 29 потоку форсунки зовнішнього сопла забезпечує добре змішення компонентів палива та сприяє повноті його згоряння. Корпус пальника 20, на якому закріплено втулку 30 зі свічкою запалювання 31, також формує камеру змішування 32. Для захисту корпусу пальника 20 від високих температур передбачена система охладження: корпус охладної сорочки зовнішнього сопла 33 встановлено повідношенню до корпусу пальника 20 таким чином що утворюється кільцевий канал 34, по якому тече охладжувальна рідина, яка потрапляє туди через трубку підведення охладжувальної рідини 35 з мундштуком 36, а відводиться по трубці відведення охладжувальної рідини 37 з мундштуком 38. Вмістях підведення і відведення охладжувальної рідини передбачено кільцеві виточки (39 - 42).

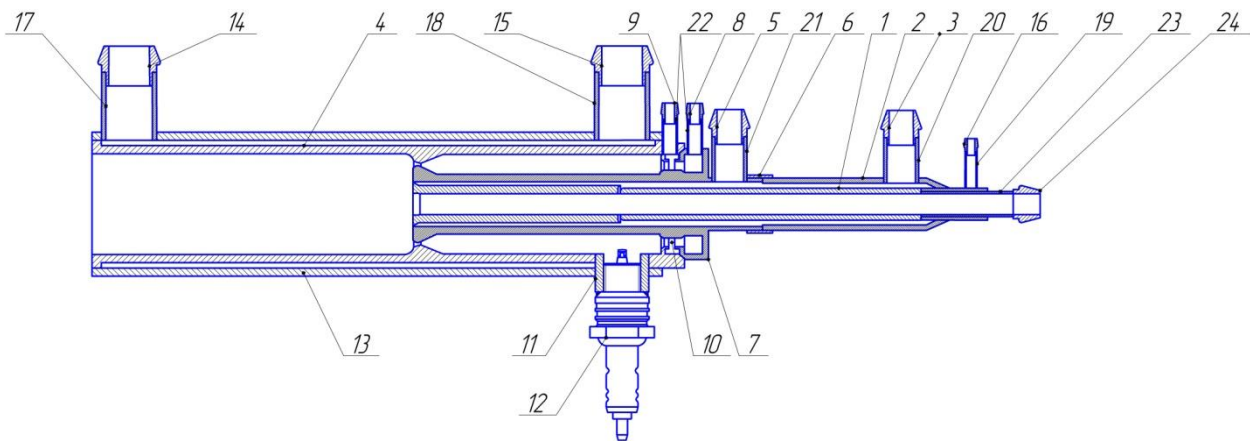


Рисунок 1 – Загальний вигляд газополуменевого пристрою для надзвукового напилення:

- 1 – корпус основної камери згоряння; 2 – корпус охладжуваної сорочки;
- 3, 5, 8, 9, 14, 15, 16, 24 – мунштук; 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 – трубка для мундштука;
- 6 – фіксує кільце; 7 – форсунка; 10 – турбулізатор; 11 – втулка; 12 – свічка запалювання; 13- корпус охладжувальної сорочки;

Запропонований пристрій працює наступним чином: кисень і порошок напилюваного матеріалу, який ним транспортується, рухаються по каналу 9; через отвори 10 до струменю кисню з порошком підмішується газоподібне пальне, і починається процес горіння. Порошок з продуктами згоряння (робочий струмінь) продовжує рухатись вздовж основної камери згоряння 2. На відстані 3/5 дов-жини основної камери згоряння від її початку роз-міщені

отвори 5, через які по трубкам 6 подається газоподібне пальне, і горіння продовжується. У дифузорі 3 робочий струмінь прискорюється до швидкості, порядку 1500 м/с. Прискорення робочого струменю до таких швидкостей сприяє отриманню багат шарових покриттів з високою адгезією і низькою пористістю. Компоненти палива подаються до форсунки зовнішнього сопла 24 через трубки підведення пального 25 та окисника 27. Для забезпечення доброго сумішоутворення і, як наслідок, повноти згорання палива передбачено турбулізатор потоку 29, виконаний у вигляді кільцевої канавки на порожнистому тарілчастому центральному тілі 19. Процес горіння відбувається у камері згорання зовнішнього сопла 18. Підпалювання пального здійснюється свічкою запалювання 31. На виході із зовнішнього сопла продукти згорання мають температуру порядку 3500 К і швидкість 2000 м/с. Кільцевий струмінь продуктів згорання, що витікають із зовнішнього сопла, концентрує робочий струмінь, запобігаючи виносу та налипанню розплавлених частинок порошку матеріалу, що напильнюється, на стінки корпусу пальника 20, додатково підігріває їх та прискорює. Охолодження зовнішнього корпусу зовнішнього сопла здійснюється рідиною, яка надходить по трубці підведення 35, рухається по кільцевому каналу 34 у напрямку, протилежному напрямку плинину робочого струменю, і виходить через трубку відведення охолоджувальної рідини 37. Кільцеві виточки (39 - 42), у місцях підведення і відведення охолоджувальної рідини до охладних сорочок, сприяють вирівнюванню полів швидкостей її плинину вздовж кільцевого каналу.

Гайдамак Олег Леонідович - к.т.н., доц., кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет.

Бучковський Костянтин Валентинович - студент групи ЗВ-17м, Вінницький національний технічний університет.

УДК 621.785.525

ЕЛЕКТРОКОНТАКТНА ЦЕМЕНТАЦІЯ СТАЛЕВИХ ПОВЕРХОНЬ

Савуляк В.І., д.т.н., проф., Осадчук А.А., студент

У Вінницькому національному університеті розробляються технології, які дозволяють отримувати композиційні матеріали типу сталь – білий чавун [1, 2]. Такі композиції мають високі триботехнічні характеристики. Технології отримання зносостійких шарів у цих композиціях базуються в основному на використанні явища контактного плавлення між залізом та карбоном [3]. Суть цього явища полягає у виникненні рідкої фази в точці контакту між вуглецевим матеріалом та залізо-вуглецевим сплавом при температурі, яка нижча температур плавлення цих речовин. В результаті отримуємо високовуглецевий шар білого чавуну, який є одним з кращих матеріалів, що працюють в умовах тертя, він має низький коефіцієнтом тертя і високу зносостійкість.

Ці технології різнилися способами нагрівання контакту між вуглецевим матеріалом, а саме: пічне нагрівання, нагрівання СВЧ, електричною дугою та ін. Об'єднує усі ці розробки використання як джерела вуглецю волокнистих вуглецевих матеріалів (ВВМ).

Найдешевшим джерелом тепла для організації контактного плавлення є локальний нагрів за рахунок електроконтактного місцевого виділення тепла. Тому пропонується електроконтактна цементація, що використовує контактне нагрівання але не між електродами машини точкового зварювання [3], а між електродом у вигляді графітового диску та сталеву поверхню з нанесеним на неї ВВМ.

Нанесення ВВМ на сталеву поверхню дозволяє графітовому диску самому не вступати в реакцію контактного плавлення з сталеву поверхню при певних співвідношеннях густини струму та швидкості пересування місця контакту відносно ролика

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Zhukov A. A., Bondarenko A. V., Ossadchuk A. Yu. New Methods of Joining Carbonaceous Materials to the Surface of Steel.// Joining sciences. vol.1, № 4, 1993 p. 188 - 193.
2. Савуляк В. І., Осадчук А. Ю. Нанесение композиционных покрытий на рабочие поверхности инструмента из углеродистых сталей. // Оборудование и инструмент для профессионалов. 2003, №5. С. 8-12.
3. Сывынюк В. Г., Жуков А. А., Заречный А. М. Электроконтактное легирование поверхностей стальных деталей волокнистым углеродным материалом. // Сварочное производство, 1987. № 4 - С. 11 - 14.

Савуляк Валерій Іванович - д.т.н., проф., завідувач кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет

Осадчук Андрій Андрійович – студент групи 13В-16м, кафедра технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет

УДК 621.791.011

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ НАПЛАВЛЕННЯ ВИСОКОВУГЛЕЦЕВИХ ШАРІВ НА СТАЛЕВІ ПОВЕРХНІ ПРИ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ ВУГЛЕЦЮ

Савуляк В. І., д.т.н., проф., Фуштей М. В., магістрант

Відомі методи навуглецьовування сталевих поверхонь з використанням газових чи твердих карбюризаторів, а також наплавлення по вуглецевих нитках або тканинах. Недоліком цих методів є їх невелика продуктивність або застосування вуглецевих матеріалів, що пройшли високотемпературну обробку (карбюрацію). Разом з тим існує багато природних та штучних матеріалів, які у своєму складі містять біля половини або і більше вуглецю у різних хімічних сполуках, які можуть бути альтернативними джерелами вуглецю. Для дослідження вибрані такі матеріали як льон, бавовна, порошок графіту та вуглецева тканина. Зразки з цих матеріалів закріплювались на сталевій поверхні за допомогою рідкого скла та висушувались (рис.1, а).

Наплавлення виконувалось в середовищі захисних газів суцільним дротом марки Св08Г2С. Найбільшу стійкість горіння дуги та задовільну якість наплавного валика показав зразок, який був наплавлений по вуглецевій тканині. Твердість поверхневого шару цього зразка без додаткової термообробки досягнула HRC 55 – 60. Меншу стійкість горіння дуги та якість наплавного сплаву показав процес наплавлення по нанесеному шару дрібнодисперсного графіту. Твердість наплавного валика також виявилась вищою, ніж у металу основи, що свідчить про те, що процес навуглецьовування мав місце. Але на зламі цього валика при дослідженні його макроструктури добре помітні краплі порошку графіту. Він не встиг розчинитися не зважаючи на те, що фракційний розмір не перевищував 50 мкм. Твердість цього валика виявилась нижчою за попередній на 10 – 15 одиниць по шкалі HRC.

Оскільки всі зразки закріплювались на одній сталевій поверхні, то робилась спроба виконати наплавлювання з тими ж режимами і по льняній та бавовняній тканинах. Але зварювальна дуга згасла та не запалювалась. Тому для подальших досліджень прийняли

рішення зменшити товщину шарів з льону та бавовни. Дугу вдалося запалити та накласти валики по шарах льону та бавовни. Потрібно відмітити, що стабільність горіння дуги та якість наплавленого валика виявились нижчими, ніж в попередніх серіях дослідів (рис. 1, б). Перевірка твердості та оброблюємості цих наплавлених валиків показала, що відбулися фазові перетворення та деяке розчинення вуглецю з льону та бавовни у зварювальній ванні. Макроструктурний аналіз виявив у тілі наплавленого валика газові пори та раковини, а також залишки тканин. Можна зробити висновок про можливість використання органічних тканин як джерел вуглецю для наплавлення сталевих поверхонь, але технологія потребує вдосконалення.



Рисунок 1 – Наплавлення високовуглецевих шарів

Савуляк Валерій Іванович - д.т.н., проф., завідувач кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет

Фуштей Михайло Васильович, магістрант кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет

УДК 629.361.3-027.45

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ СМІТТЄВОЗІВ

Березюк О.В., к.т.н., доц.

Збирання та вивезення твердих побутових відходів (ТПВ) є основним завданням санітарного очищення населених пунктів і здійснюється більше ніж 4,1 тис. спеціальними автомобілями (сміттєвозами). Зношеність автопарку сміттєвозів комунальних підприємств України складає майже 70% [1]. Тому підвищення довговічності сміттєвозів, як основної ланки в структурі машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів, є актуальною науково-технічною проблемою.

На рис. 1 показано пробіг до напрацювання на відмову основних компонентів сміттєвозів із боковим способом завантаження ТПВ [2].

Як видно із рис. 1 найменшу довговічність серед основних компонентів сміттєвозів із боковим способом завантаження ТПВ має гідравлічна система. Найбільшу небезпеку становлять значні навантаження на елементи приводу, викликані перехідними процесами під час пуску. Враховуючи значну масу контейнерів з ТПВ (до 0,5 т) перевантаження можуть досягати значних величин. Особливу небезпеку це становить для вузлів з'єднання гідроциліндр-важіль, гідроциліндр-кузов, а також для гнучких трубопроводів високого тиску, які підводять робочу рідину до гідроциліндра. Такі стрибки тиску в режимі перехідних процесів можуть стати причиною розриву трубопроводів високого тиску, виходу обладнання з робочого стану. Тому дослідження стійкості роботи гідроприводу та якості

перехідних процесів під час пуску мають велике значення для визначення раціональних параметрів робочих органів сміттевозів з метою підвищення довговічності роботи сміттевозів в цілому.

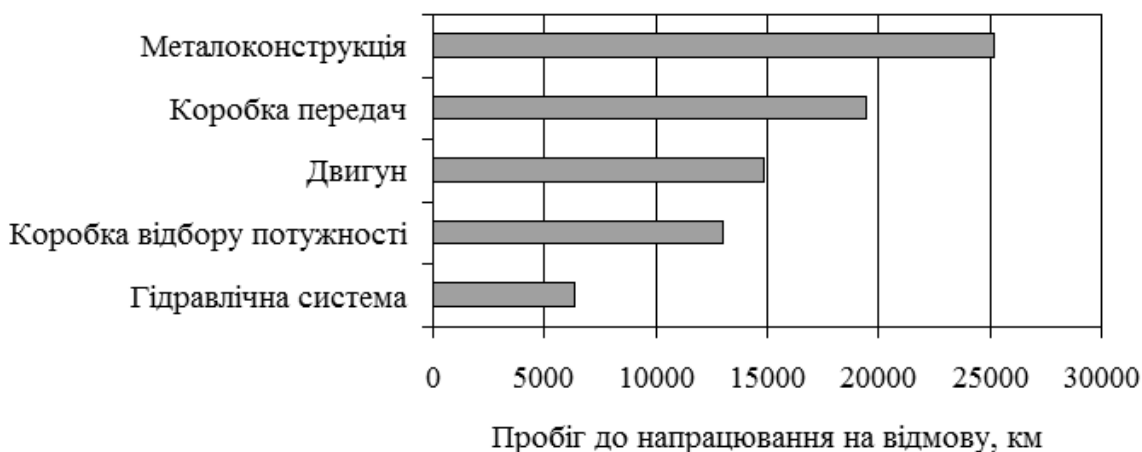


Рисунок 1 – Пробіг до напрацювання на відмову основних компонентів сміттевозів із боковим способом завантаження ТПВ

Отримано залежності таких показників якості перехідних процесів, як час регулювання та відносне перерегулювання, від основних параметрів робочих органів сміттевозів під час завантаження [3, 4] та вивантаження [5, 6] ТПВ, відповідно, які дозволяють розрахувати раціональні параметри робочих органів сміттевозів, що забезпечують якісні перехідні процеси під час пуску гідроприводів.

Література

1. Інформація щодо проведеного моніторингу та аналізу ситуації на ринках поводження з побутовими відходами, їх перероблення та захоронення за 2015 рік. – Режим доступу: http://www.nerc.gov.ua/data/filearch/monitoryng_NKREKP_vidhody-2015.pdf.
2. Алтунина М. С. Совершенствование системы технического обслуживания и ремонта кузовных мусоровозов : дис. ... канд. техн. наук : 05.05.04 / М. С. Алтунина. – Новочеркасск, 2015. – 145 с.
3. Березюк О. В. Дослідження динаміки гідроприводу робочих органів завантаження твердих побутових відходів у сміттевози / О. В. Березюк // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса : Зовнішрекламсервіс. – 2009. – № 33. – С. 403-406.
4. Березюк О. В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів перевертання контейнера під час завантаження твердих побутових відходів у сміттевоз / О. В. Березюк // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2013. – № 5. – С. 60-64.
5. Березюк О. В. Дослідження динаміки гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттевозів / О. В. Березюк // Машинознавство. – Львів : НУ “Львівська політехніка”. – 2008. – № 10 (136). – С. 25-28.
6. Березюк О. В. Вплив характеристик тертя на динаміку гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттевоза / О. В. Березюк, В. І. Савуляк // Проблеми тертя та зношування. – 2015. – № 3 (68). – С. 45-50.

Березюк Олег Володимирович – к.т.н, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет