

На верстаті може здійснюватися операції свердління, фрезерування та гравірування тривимірних поверхонь. В якості заготовок можуть бути такі матеріали як алюмінієві сплави (з міцністю до 800 МПа), різні пластмаси, та дерева.

Невеликі габаритні розміри верстата в сукупності з відносно великим робочим полем роблять його доступним для використання у невеликих виробничих майстернях.

Керування верстатом проводиться за допомогою персонального комп'ютера. Для управління була обрана програма MACH 3.

Метою даної роботи було отримання готової моделі верстата, що відповідає заданим характеристикам. Для досягнення мети було вирішено наступні завдання:

1. Розроблено конструкцію малого фрезерного верстату із числовим програмним управлінням;
2. Підібрано елементи для механічної частини верстата (за критерієм ціна/якість) та розроблено його систему керування;
3. Розроблено технологічний процес складання верстату на основі проведеного розмірного аналізу;
4. Проведено техніко-економічне обґрунтування ефективності даного верстата (вартість \approx 16000,00 гривень) та розраховано термін його окупності, що становить \approx 1,5 роки.

Список посилань

1. Machining and Machine Tools Book by D.N. Naresh, Mohd. Mukhtar Alam, Girish Chitoshiya Paperback, 2013, 2014, Published by Genius Publications 264 pages.
2. Overby, Alan. CNC Machining Handbook: Building, Programming, and Implementation /Overby A. – 1 th ed. – McGraw-Hill Education TAB, 2010. – 272 p.
3. Сухарев Е.А. Параметрична оптимізація машин та обладнання: / Е.А. Сухарев. Навчальний посібник. – Рівне: НУВХП, 2007. – 179 с.
4. Четвержук Т.І., Полінкевич Р.М., Редько Р.Г., Залета О.М., Склярів Р.А. Статистичне моделювання технічних характеристик металорізальних верстатів./ Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». Луцьк, 2021, №71. – С. 322-329.
5. Четвержук Т.І., Полінкевич Р.М., Редько Р.Г., Зубовецька Н.Т. Режими роботи системи ЧПУ верстата в процесі його експлуатації.// Наукові нотатки: міжвузівський збірник наукових праць. – Луцьк, 2019. – Вип. 66. – С. 373-378.

УДК 621.891:621.316

Широков В.В., докт. техн. наук, професор

Українська академія друкарства, м. Львів, vyshyrovkov@gmail.com

Максимук О.В., докт. фіз. мат. наук, професор

Львівський національний університет ім. Івана Франка

Шахбазов Я.О., докт. техн. наук, професор

Широков О.В., канд. техн. наук

Українська академія друкарства, м. Львів, shah-nika@ukr.net

ВПЛИВ СВИНЦЮ ТА ІНШИХ ЛЕГУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ЗНОСОТРИВКІСТЬ СТРУМОЗ'ЄМНИХ ВСТАВОК З АЛЮМІНІЄВИХ ПСЕВДОСПЛАВІВ

Економічність, екологічність та конструкційна простота сприяють широкому розповсюдженню електричного транспорту у всьому світі. Проте, необхідність підвищення експлуатаційної надійності та швидкості руху призвела до проблем вибору і розробки матеріалів ковзної трибопари “вставка сторумознімача – контактний дріт”, оскільки зносотривкість і контактна міцність її елементів, як правило, обмежена [1].

Мета роботи - оцінити і експериментально підтвердити можливість підвищення працездатності елементів струмоз'ємних рухомих контактів, шляхом розробки та

впровадження нових матеріалів, зокрема, антифрикційних сплавів та композицій на основі алюмінію.

Створювали та вивчали сплави систем Al-Pb, Al- Sn, Al-Cu-Si-Pb і Al-Cu-Si-Sn. Їх конкретний хімічний склад нанесено на відповідних діаграмах зношування. Відповідні розплави нагрівали на 50-100⁰С вище температури розшарування розплаву $T_{розш}$, витримували за цих температур 10-15 хв. і швидко, з метою зменшення ефекту розшарування, охолоджували у воді. Сплави Al-Sn розливали після нагріву 750⁰С, Al-Pb - 1100⁰С. Для вивчення мікроструктури в об'ємі металу та поверхонь тертя використовували мікроскоп МИМ-9 з виходом на комп'ютерний порт. Для експериментальної оцінки зносотривкості пар тертя “контактний дріт – вставка” в умовах тертя, без і з проходженням електроструму, використовувалась розроблені установки для прискорених випробувань за схемами “диск – колодка”, ” торець – площина”. Мінімальний шлях тертя 27000 м, контактний тиск 100 Па, швидкість ковзання 10 м/с і з можливим проходженням густини струму 35 А/см². Гравіметричним методом вимірювали втрати маси та визначали об'ємне зношування матеріалів.

Результати експериментів. Встановлено, що олово в сплавах Al-Sn розміщено у вигляді сітки по границях зерен алюмінію. Відсутність ліквіації у відливках цих сплавів обумовлена відносно невеликою різницею у густині Q складових сплаву ($Q_{Sn}/Q_{Al} = 7,29/2,7=2,7$) а також близькістю температури розшарування ($T_{розш}$) до температури кристалізації ($T_{кр}$). У сплавах Al-Pb, $Q_{Pb}/Q_{Al}=11,3/2,7\approx 4,2$, тобто значно більше, ніж у сплавах AL-Sn. Величина різниці ($T_{розш}-T_{кр}$) рівна -400⁰С. При повільному охолодженні в діапазоні температур $T_{розш}-T_{кр}$ однорідний розплав встигає розширюватись з утворенням крупних виділень.

Результати фрикційних випробувань сплавів Al –Pb, за умов сухого тертя та тиску 100 Па показали, що зношування зменшується від 0,42 кг/м² при вмісті свинцю 2% до 0,37 кг/м² при 15% свинцю. З підвищенням контактного тиску залежність зберігається, хоча кількісно зношування зростає (рис. 1). Виділення свинцю по границях зерен алюмінієвої матриці забезпечують «змащуючий» ефект при терті і сприяють зменшенню зношуваності контртіла (мідь).

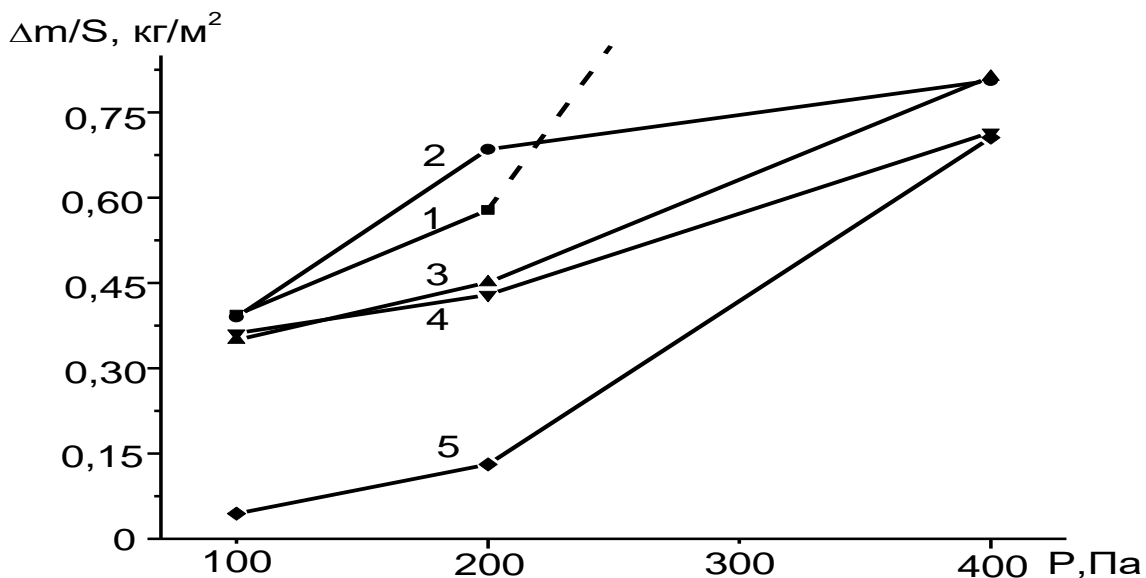


Рис. 1 – Вплив концентрації свинцю на зношування алюмінію: 1 – нелегований алюміній; 2 – 2% Pb; 3 – 10% Pb; 4 – 15% Pb; 5 – Pb.

Покращити протизадирні властивості алюмінію можна шляхом підвищення його твердості, наприклад, легуванням міддю та кремнієм в межах 2 – 4% кожного з інгредієнтів

[3]. Крім того, відомо [1–2], що за тертя вуглеграфіту з мідним дротом на останньому утворюється тонка графітова плівка, яка запобігає схоплюванню. У нашому випадку, для отримання такої плівки, в дослідних зразках розміщували вуглеграфітову вкладку (рис. 2). Вставки з вуглеграфітовими вкладками для натурних досліджень відливали в тонкостінний кокіль із сталі 08X13, в якому попередньо фіксували вуглеграфітову вкладку. Після заповнення металом (протягом 2-3 секунд) кокіль охолоджували в холодній воді.

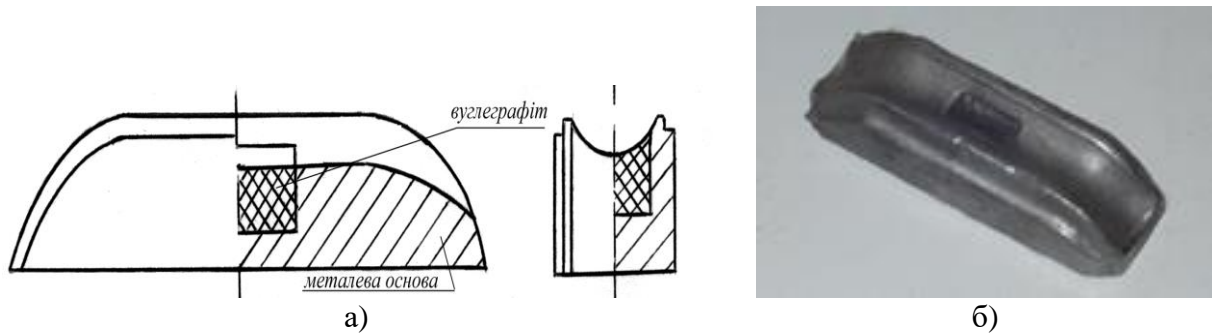


Рис. 2 – Металева вставка вкладка з вуглеграфітовою для струмознімача (а – конструктивні особливості; б – реальний вигляд)

Кількісно зношування сплавів ілюструється гістограмами, наведеними на рис 3. Заштриховані елементи характеризують знос сплавів з вуглеграфітовими вставками, незаштриховані - без них. Дані щодо зношування мідного контртіла наведено за його контакту із зразками з вуглеграфітовими вставками.

Мінімальний опір зносу демонструють взірці з чистого алюмінію (рис. 3, а). Зношуваність мідного контртіла також дуже висока (рис 3, б). Процес характеризується налипання на дріт, та руйнування наростів алюмінію з відривом частинок міді. Вуглеграфітові вкладки незначно зменшують зношування зразків з нелегованого алюмінію та мідного дроту, але запобігають схопленню між контактуючими металевими поверхнями. Легування алюмінієвої основи міддю, кремнієм і підвищення внаслідок цього твердості сприяє зменшенню схильності до схоплювання, що приводить до значного зниження їх зносу та одночасного зменшення пошкоджуваності мідного дроту.

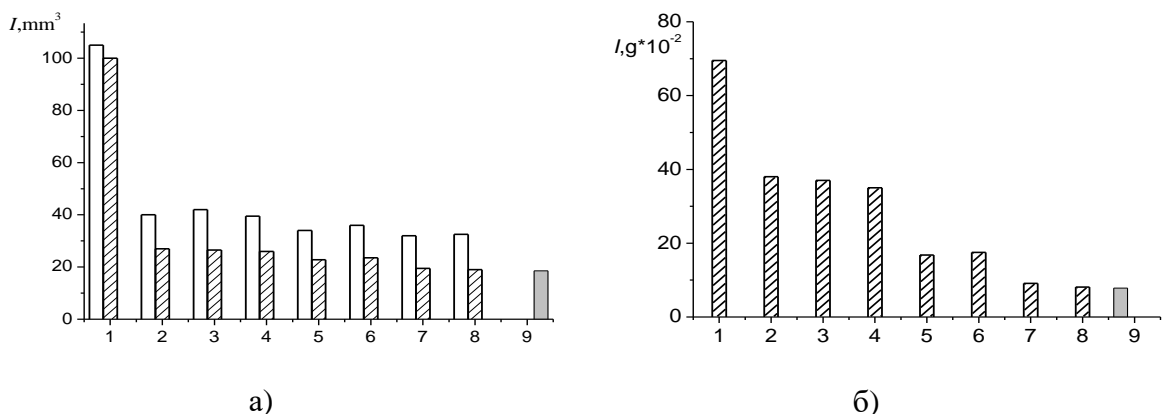


Рис. 3 – Об'ємне зношування матеріалів (а) та гравіметричний показник зношуваності контактного дроту (б) за шляхів тертя $0,4 \cdot 10^5$ м та $1 \cdot 10^5$ м відповідно (штрихуванням наведено рівень зношування вставок і дроту із застосуванням вуглеграфітових вкладок): 1 – Al; 2 – Al+4%Cu; 3 – Al+4,5%Si; 4 – Al+2%Cu+2,2%Si; 5 - Al+4,5%Si+10%Sn; 6 – Al+3,5%Cu+10%Sn; 7 - Al+2%Cu+2,2%Si+10%Sn; 8 - Al+2,2%Cu+2,2%Si+15%Pb; 9 – вуглеграфіт.

Різниці в зносотривкості зразків легованих окремо міддю, кремнієм чи обома одночасно (при однаковій твердості) не виявлено. Інтенсивність зношування ними мідного контртіла

приблизно однакова. Тому, з метою економії дорогої міді слід збільшувати в сплавах вміст кремнію.

Добавки в сплави Al-Cu-Si олова, свинцю в межах 10-15% мас підвищують зносотривкість сплавів, і суттєво знижують зношування мідного контртіла (контактного дроту) (рис. 3, а). Суттєвої різниці в трибологічних характеристиках сплавів легованих окремо свинцем чи оловом не виявлено. Це свідчить про доцільність легування свинцем замість дорогартісного олова.

Висновки. Встановлено доцільність використання для рухомих контактів електротранспорту комбінованих струмоз'ємних вставок «вуглеграфітова вкладка – металева матриця». В якості останньої - псевдосплав на основі алюмінію з оптимальним співвідношенням твердої основи і пластичної фазової складової. Встановлено, що у випадку легування алюмінію свинцем в межах 10 – 15%, сумарне зношування пари тертя “вкладка – контактний дріт” зменшується на 60%. Кращі результати досягали комплексним легуванням алюмінієвого сплаву міддю та кремнієм в межах 2 – 4% кожного з інгредієнтів Найвища зносотривкість відповідає сплавам: Al+2%Cu+2,2%Si+10%Sn та Al+2,2%Cu+2,2%Si+15%Pb.

Список посилань

1. Трофилов А.Н. Контактные вставки тонкосъемников троллейбусов. / А.Н. Трофилов. – М. Стройиздат, 1966.– 138 с.
2. Вайнштейн В.Э. Сухие смазки и самосмазывающиеся материалы. / Вайнштейн В.Э., Трояновская Г.И. – М.: Машиностроение, 1968. – 270 с.
3. Мондольфо Л.Ф. Структура и свойства Al сплавов. / Л.Ф. Мондольфо. – М.: Металлургия. 1979. – 640 с.
4. Широков В.В. Трибологічні властивості та структурні особливості псевдосплавів системи алюміній-олово / В.В. Широков, О.П. Хлопик // ФХММ, №3. – 2010. – с.80-84

УДК 621.791.03-52

**Кузнєцов Ю.М., докт. техн. наук, професор
Столярчук Д.П., студент**

Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», info@zmok.kiev.ua

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ЗВАРЮВАННЯ З МАНІПУЛЮВАННЯМ

Актуальність дослідження зумовлена потребою українських підприємств, що займаються виготовленням спецтехніки, у якісному та універсальному обладнанні за доступну ціну для власного виробництва взамін дорогартісним імпортом.

На даний момент є успіхи у виготовленні букс, штоків та інших елементів гідроциліндрів, проте залишається проблема якісної зварки, оскільки для цього потрібно установку, яка дозволить отримати не тільки красивий шов, а й забезпечуватиме рівномірний та повний провар і, відповідно, повну герметичність гідроциліндра. Створення якісного продукту дозволить не тільки успішно встановлювати його та експлуатувати на власній техніці, а й дозволить вийти вітчизняному продукту на іноземний ринок.

Автоматизований зварювальний процес вимагає маніпулювання заготовками в просторі, тому це призвело до необхідності створення механізмів, які здатні автоматично орієнтувати заготовки, швидко і надійно закріплювати їх, а потім обертати зі швидкістю зварювання в автоматичних ротаційних зварювальних апаратах. Окрім приварювання кришок гідроциліндрів, також важливо якісно приварити фітинги, до яких під'єднуються гідравлічні рукави. Роботи за цим напрямком ведуться.

Запропоновано створювати автоматизовані ротаційні установки і маніпулятори на модульному принципі з використанням системно-морфологічного підходу (рис.1) [1].