

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ»

Бобров Дмитро Сергійович

УДК 621.78.015

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ  
НОВОГО МЕТОДУ НАНЕСЕННЯ АНТИФРИКЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ НА  
РОБОЧІ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Спеціальність 8.05050201 – Технологія машинобудування

Автореферат  
Магістерської дипломної роботи

Краматорськ – 2016

Дипломною роботою є рукопис

Робота виконана в Донбаській державній машинобудівній академії Міністерства освіти і науки України

**Науковий керівник** д.т.н, проф.

**Ковалевський Сергій Вадимович,**

Донбаська державна машинобудівна академія

Захист відбудеться 5 січня в Державній машинобудівній академії за адресою м. Краматорськ, вул. Шкадинова 72, 84313

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Необхідність створення нового методу нанесення антифрикційного матеріалу.

**Мета роботи.** розробка установки для нанесення антифрикційних покриттів, показати принципову можливість перенесення матеріалу адгезійно - дифузійним методом, а також експериментально визначити умови досягнення найвищої продуктивності процесу нанесення покриттів.

Відповідно до поставленої мети визначено наступні **завдання:**

1. виконати аналіз існуючих методів нанесення антифрикційних покриттів;
2. запропонувати новий спосіб нанесення покриття за допомогою дифузійно–адгезійної взаємодії;
3. розробити експериментальну установку для дослідження запропонованого способу нанесення покриттів;
4. виконати експериментальні дослідження і обробити їх результати із застосуванням нейромережевого моделювання;
5. розробити технологічні рекомендації по використанню запропонованого способу.

**Об'єкт дослідження:** антифрикційні покриття тіл обертання.

**Предмет дослідження:** процес нанесення антифрикційних покриттів.

**Методи дослідження:** експериментальне дослідження, нейромережеве моделювання.

**Наукова новизна роботи:** Розроблено методику дослідження ефективності нанесення покриття за допомогою нейромережевої моделі.

**Практична цінність:**

– розроблений спосіб нанесення антифрикційного покриття на тіла обертання.

– розроблені технологічні рекомендації по використанню розробленого процесу.

**Апробація роботи:** на Студентській науково-технічній конференції «Молода наука» (м.Краматорськ, ДДМА, 10 квітня 2015р.); на Всеукраїнській науковій конференції «Нейромережеві технології та їх застосування» (м.Краматорськ, ДДМА 10 грудня 2015), на Студентській науково-технічній конференції «Молода наука» (м.Краматорськ, ДДМА, 8 квітня 2016р.);

**Особистий внесок:** полягає у виготовленні експериментальної установки, проведенні експериментів, аналізі експериментальних даних, обробці результатів досліджень. Також за результатами роботи складена заявка на патент «спосіб Нанесення антифрікційного покриття» (Ковалевський С.В., Бобров Д.С.).

**Публікації:** результати досліджень опубліковані в трьох збірниках наукових праць, і в збірниках тез наукових конференцій.

**Структура та обсяг роботи.** Магістерська дипломна робота містить: вступ, п'ять розділів і додаток. Зміст розділів магістерської роботи викладено на 101 сторінках, містить 25 малюнків, 21 таблиць, 1 додатки, 58 використаних літературних джерела.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**У першому розділі: «Аналіз літературних джерел»** - розглянуті різноманітні методи нанесення антифрікційних покриттів.

Проаналізована база патентів України для пошуку аналогічних розробок. Був знайдений патент на «Спосіб обробки підшипників кочення», №7796. Винахід відноситься до галузі електрофізичної та електрохімічної обробки, зокрема, до електроерозійних легування, і може застосовуватися для обробки поверхонь вкладишів підшипників. Спосіб обробки вкладишів підшипників ковзання включає утворення на поверхні вкладишів комбінованого електроерозійного покриття шляхом нанесення на робочу поверхню

вкладишів методом електроерозійного легування за допомогою електродів-інструментів шарів електроерозійного покриття з срібла, міді і олов'яного бабіту. Електроерозійне покриття з срібла і міді наносять при енергіях імпульсів 0,01-0,05 Дж, а з олов'яного бабіту - 0,01-0,06 Дж. Шари комбінованого електроерозійного покриття наносять в різних напрямках - поперек, уздовж і під кутом до поверхні, принаймні, однією колодки вкладиша, формуючи мікрорельєф на поверхні вкладишів. Вкладиші, на робочих поверхнях яких сформований мікрорельєф, мають підвищену несучу здатність, що, в свою чергу, підвищує надійність їх роботи. Патентів використовують принцип нанесення антифрикційних покриттів викладений нижче знайдений не був.

**У другому розділі: «Теоретичні та експериментальні дослідження способу нанесення антифрикційного покриття»** – на основі літератури, викладеної в першому розділі роботи виявили необхідність вирішення проблеми нанесення антифрикційних покриттів з мінімальними витратами енергії, матеріалу, живої праці, сформульована приватна проблема - розробки технології.

Проблема використання існуючих аналогів таких як наплавлення, напилення, полягає в великій трудомісткості, необхідності перевозити деталі на ділянки нанесення покриттів. Для великих деталей всі ці фактори значно збільшують собівартість виробу. Спосіб є актуальне тому що: не перегріває метал, може застосовуватися для нанесення матеріалу на вали і отвори великого і середнього діаметра, дозволяє проводити операцію нанесення покриття не знімаючи деталь з металообробного верстата.

Метою роботи є розробка установки для нанесення антифрикційних покриттів, а також експериментально визначити умови досягнення найвищої продуктивності перенесення.

Наш експеримент ґрунтується на припущенні про можливість взаємодії на легкоплавкий матеріал електричними імпульсами таким чином що б він переносився на матеріал підкладки не зраджуючи своїх структурних властивостей.

При розгляді комбінованого методу нанесення антифрикційних покриттів, аналізується адгезія між молекулами всередині свинцевого прутка і дифузія в зоні контакту свинцевого прутка і матеріалу підкладки. У цьому випадку дані фізичні явища протидіють один одному.

На кафедрі технології машинобудування ДДМА було розроблено дві конструкції пристосування які можна встановити на токарний верстат. В першій установці антифрикційний матеріал подавався в зону нанесення у вигляді прутка. В другому пристосуванні антифрикційний матеріал наплавлений на поверхню сталевого ролика і імітує нескінченний дріт. За основу роботи взятий другий спосіб.

На кінцеві результати впливають змінні фактори: сила струму, частота обертів, тривалість процесу.

Для дослідження можливостей процесу в межах заданих змін режимів був прийнятий наступний порядок проведення експерименту:

- складений план повнофакторного експерименту, в якому вхідними змінними прийняті сила струму, частота обертів, час роботи.
- рандомізований порядок зміни рівнів факторів;
- для побудови математичної моделі процесу застосована нейромережева обробка створеного кортежу експериментальних даних за допомогою комп'ютерного пакету NeuroPro 0,25.

Схема експериментального стенда показана на рис. 1. Пристосування з зусиллям притискає ролик до оброблюваної поверхні. Свинцевий ролик не має приводу, він отримує обертання від сталевого валика. Коли сталевий валик починає обертатися, керуючий блок подає електричні імпульси на свинцевий ролик. Для початку перенесення матеріалу необхідно зменшити зусилля притиску ролика. Збільшується зазор перед точкою дотику між поверхнею вала що накочується та частиною ролика. Електричне коло видає імпульси високої частоти, періодично розряджаючи і заряджаючи конденсатор. Причиною відсутності перенесення при великих зусиллях притискання ролика є

занадто щільний контакт ролика і валика, через що конденсатори не встигають зарядитися і напруга падає практично до нуля.

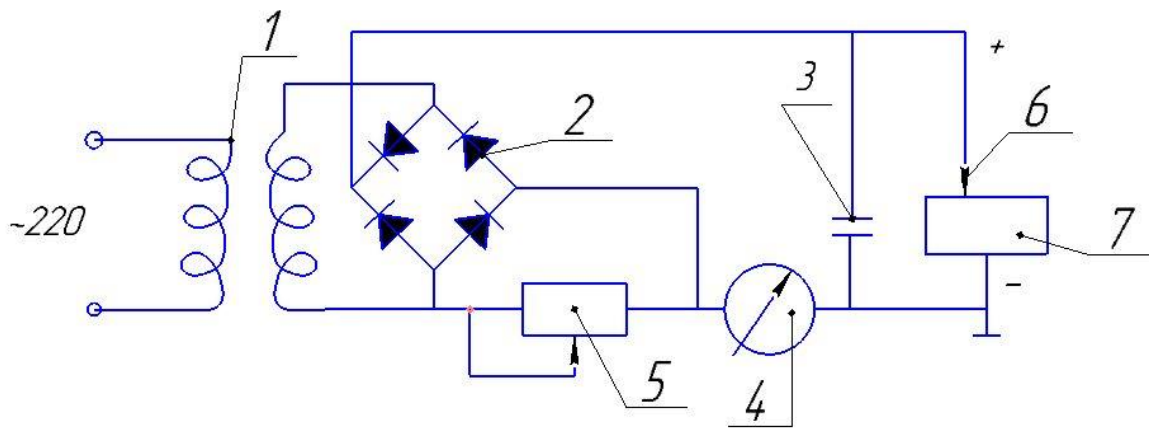


Рисунок 2.6 – Експериментальна установка.

1 – Двохомотувальний трансформатор; 2 – діодний міст; 3 – набір конденсаторів, в кількості 5 штук по 200 мкФ, з'єднаних паралельно; 4 – амперметр; 5 – резистора; 6 – інструмент; 7 – деталь.

Метою розробки даного способу було збільшення технологічності, зменшення витрат часу і трудомісткості для операції нанесення антифрикційних матеріалів на деталі обертання. Поставлена задача вирішується шляхом впровадження операції в технологічний процес механічної обробки. Робітник не знімаючи деталь з механообробного верстата, головним рухом якого має бути обертання деталі, закріплює пристосування в супорті верстата і виробляє операцію нанесення антифрикційного покриття. Тому для забезпечення максимальної продуктивності процесу на деталях будь-якого діаметру розроблений показник, який характеризує процес нанесення покриття в цілому. Використовуючи цей показник технолог може розрахувати оптимальні режими роботи установки для кожної поверхні конкретного діаметру.

Показник активного об'єму  $V_i$  - характеризує активну зону межелектродного простору що піддається пробою, показує кількість струму яка проходить через активний обсяг в одиницю часу.

Для розуміння механізму роботи цього показника порівняно графіки  $V$  (N) і  $V_a$  (N).

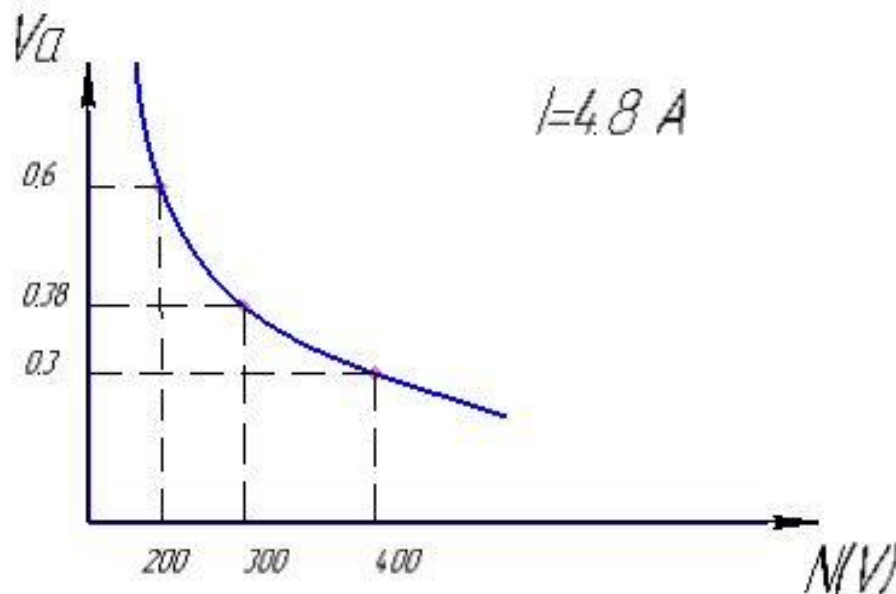


Рисунок 2 – Графік залежності активного обсягу від частоти обертання (швидкості обертання).

Показник активного об'єму включає в себе номінального діаметру деталі, частоти обертання, сили струму та геометричних розмірів ролика. Тому розрахований показник дає можливість встановити оптимальні режими роботи установки на будь якої деталі без пробних проходів.

Створена модель дозволила визначити характер залежності об'єму перенесеного матеріалу від сили струму та часу роботи, при швидкості обертання до 800 об/хв.



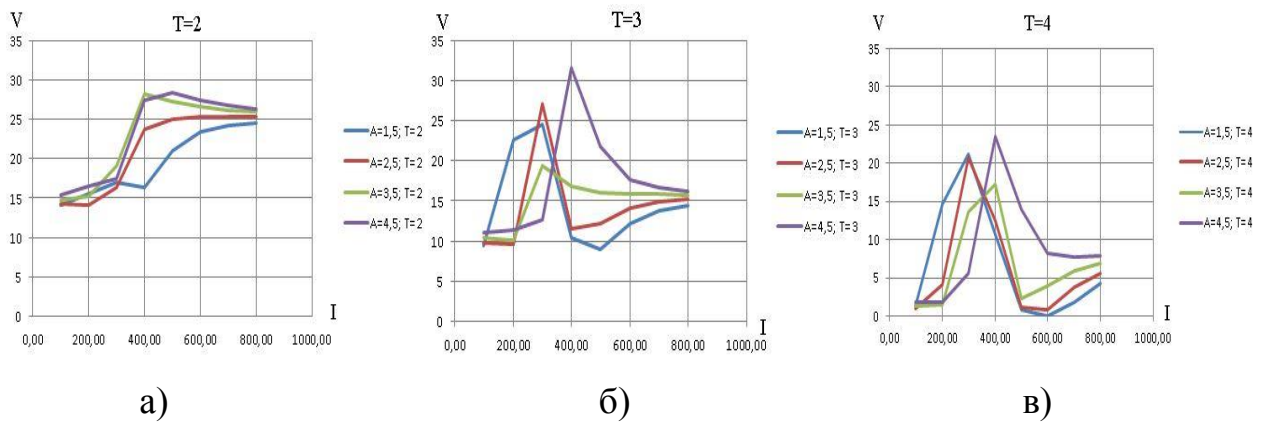


Рисунок 3 – Залежність обсягу перенесеного матеріалу від частоти обертання, при часу роботи а)  $T = 2$  хв; б)  $T = 3$  хв; в)  $T = 4$  хв.

З представлених оброблених результатів випливає, що раціональним варіантом роботи є нанесення матеріалу при 400 об/хв.,  $I = 4.5$  А.

**У третьому розділі: «Розробка методичних вказівок до лабораторної роботи»** - розроблені методичні вказівки для виконання лабораторної роботи «Визначення оптимальної частоти обертання і сили струму при нанесенні антифрикційного покриття». Мета цієї роботи: визначити оптимальні частоту обертання і силу струму при нанесенні антифрикційних покриттів.

**В четвертому розділі: «Організаційно-економічна частина»** - визначені і розраховані економічні показники. Аналізуючи метод нанесення матеріалу можна виявити суттєву економію коштів на:

- Економії витрат на технологічне устаткування;
- Економії витрат на операціях транспортування;
- Економії витрат на матеріали;
- Економії витрат на електроенергію.

**У шостому розділі: «Охорона праці та безпека при надзвичайних ситуаціях»** - проведено аналіз фізичних, хімічних, психологічних і біологічних небезпечних і шкідливих факторів, які існують в механоскладальних цехах.

## ВИСНОВКИ

У дипломній роботі запропоновано новий метод нанесення антифрикційних покриттів, експериментально визначені умови досягнення максимальної продуктивності процесу. Розроблено і сконструйована спеціальна установка для нанесення покриттів. Виконано експериментальні дослідження та отримані дані, оброблені із застосуванням нейромережевого моделювання. Розроблені технологічні рекомендації щодо застосування нової установки.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИПЛОМА

Всього за результатами досліджень:

1) Опубліковано статті:

– Ковалевський С.В. Управління процесом нанесення антифрикційних покриттів / С.В. Ковалевський, Д.С. Бобров// «Студентський Вісник Донбаської державної машинобудівної академії» збірник наукових праць Донбаської державної машинобудівної академії - Краматорськ: ДДМА, 2016.

–С.В. Ковалевський, Д.С. Бобров/Особливості організації експериментальної роботи під час виконання дослідницької частини кваліфікаційного завдання / «Студентський Вісник Донбаської державної машинобудівної академії» збірник наукових праць Донбаської державної машинобудівної академії - Краматорськ: ДДМА, 2016.

–С.В. Ковалевський, Д.С. Бобров/ Застосування нейромережових технологій для математичного моделювання процесу комбінованого нанесення антифрикційних покриттів / «Студентський Вісник Донбаської державної машинобудівної академії» збірник наукових праць Донбаської державної машинобудівної академії - Краматорськ: ДДМА, 2016.

2) Результати дослідження повідомлені на:

– Студентська науково-технічна конференція «Молода наука» (м.Краматорськ, ДДМА, 10 квітня 2015р.);

– Всеукраїнська наукова конференція «Нейромережеві технології та їх застосування» (м.Краматорськ, ДДМА 10 грудня 2015), на Студентській науково-технічній конференції «Молода наука» (м.Краматорськ, ДДМА, 8 квітня 2016р.);