

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ»

Лупа Юлія Володимирівна

УДК 621.7/.9

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛЕЙ
МАШИН НА ОСНОВІ КОМБІНОВАНОГО ВПЛИВУ СИЛЬНИХ
МАГНІТНИХ ПОЛІВ

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Автореферат
Магістерської дипломної роботи

Краматорськ 2022

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 25 травня 2022 р. в Донбаській державній
машинобудівній академії за адресою м. Краматорськ, б-р Машинобудівників
34, 84313

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи зумовлена потребою скорочення витрат виробництва на різного роду ресурси при збереженні необхідної якості виробів. Знаходження оптимальних рішень на стику високих вимог до експлуатаційних властивостей деталей з потребами ресурсозбереження – незмінно актуальна проблема технології машинобудування.

Мета роботи – дослідити комбіновану дію сильних магнітних полів у ролі технологічного впливу для модифікації властивостей виробів машинобудування.

Завдання роботи:

1. Визначити вироби-зразки (об'єкти прикладної механіки) для вирішення завдань:

- неперточувальні пластини різальних інструментів;
- кінематичні пари (з'єднання);
- оболонкові вироби;
- зносостійкі матеріали.

2. Запропонувати теоретичну концептуальну модель (моделі) позитивного впливу комбінованого використання сильних магнітних полів на визначені вироби.

3. Розробити методику теоретичних досліджень за темою роботи по кожному представнику об'єктів п. 1 з метою створення для них аналітичних моделей.

4. Розробити аналітичні моделі об'єктів:

- запропонувати принципові схеми;
- запропонувати аналітичні описи схем.

5. Розробити методику експериментальних досліджень для підтвердження існування аналітичних моделей п. 4.

6. Запропонувати і розробити низку експериментальних стендів.
7. Провести експериментальні дослідження згідно з п. 5.
8. Узагальнити результати теоретичних і експериментальних досліджень.
9. Розробити технологічні рекомендації і пропозиції за темою магістерської роботи.

Об’єкт дослідження – технологічна система механообробки.

Предмет дослідження – технологічний вплив сильних магнітних полів на експлуатаційні характеристики елементів технологічної системи.

Методи дослідження – теоретичний, експериментальний.

Наукова новизна – теоретично і експериментально підтверджена ефективність використання комбінованої дії сильних магнітних полів як чинників технологічного впливу на процес модифікації властивостей виробів машинобудування за рахунок магніторезонансного впливу на атомно-молекулярні рівні матеріалів, внаслідок чого встановлені закономірності впливу магнітного поля на механічну поведінку матеріалів складових технологічної системи.

Практична цінність – розроблено метод підвищення експлуатаційних характеристик виробів машинобудування і технологічні рекомендації щодо застосування нового методу на прикладі неперточувальних пластин різального інструменту, кінематичних пар (з’єднань), тонкостінних виробів, зносостійких матеріалів.

Наукова апробація роботи. Основний зміст та ідея роботи представлені на Міжнародній науковій конференції «Нейромережні технології та їх застосування НМТіЗ-2020» (м. Краматорськ, ДДМА, 9 грудня 2020 р.); Міжнародній молодіжній науково-технічній конференції «Молода наука – роботизація і нано-технології сучасного машинобудування», (м. Краматорськ, ДДМА, 15 квітня 2021 р.); Міжнародній науково-методичній конференції «Сучасна освіта – доступність, якість, визнання» (м. Краматорськ, ДДМА, 17 листопада 2021 р.). Результати досліджень

використані в матеріалах звіту з науково-дослідної роботи за держбюджетною темою № Дк-05-2018 «Створення інноваційних технологічних процесів для реконфігуруємих виробничих систем».

Публікації. Основні положення магістерської роботи опубліковані у 4 роботах: 1 стаття у збірнику, що віднесений до фахових видань, 3 тези наукових конференцій.

Структура та обсяг роботи. Магістерська дипломна робота включає: вступ, 5 розділів і додатки. Розрахунково-пояснювальна записка містить: 188 сторінок, 30 таблиць, 67 рисунків, 2 додатки, 132 літературних джерела.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі «Технологічна частина» проаналізовано базові технологічні процеси виготовлення деталей-представників об'єкту проектування, виявлено їх основні характеристики та особливості.

На основі аналізу розроблено концепцію інноваційної виробничої системи. З огляду на формування нового технологічного укладу в рамках процесів інтелектуалізації та цифровізації, для механічної обробки деталей заданого об'єкта (вузла) пропонується використання реконфігуруємого обладнання з кінематикою паралельної структури. Такий підхід дозволить підвищити інтелектуальну складову виробництва, збільшити його продуктивність, створити гнучку виробничу систему, здатну швидко та економічно ефективно адаптуватися до вимог ринку машинобудівної продукції.

Для вузла ролика розроблено перспективний технологічний процес виготовлення деталей, що зокрема передбачає застосування технологічних машин з паралельною кінематикою. Як засіб інтенсифікації виробництва пропонується впровадження технології високошвидкісної механічної обробки (ВШО), що забезпечує скорочення загального часу обробки деталей близько 70%, тобто зростання продуктивності в 3 рази. Для визначення

порядку обробки деталей вузла ролика з урахуванням потреби в них на складанні побудована циклограма складання та діаграма надходження деталей на складання.

У другому розділі «Дослідження комбінованої дії сильних магнітних полів як технологічного впливу для модифікації властивостей виробів машинобудування» проведено аналіз літературних джерел за темою роботи. В результаті впорядкування матеріалу літературного огляду і структурування даних побудована інтелект-карта, що відображає різноманіття технологічних впливів для модифікації властивостей матеріалів і комбінацій різного роду таких впливів на основі принципу суперпозиції. Інтелект-карта літературного огляду створює чітку картину області аналізу, дозволяє виділити в ній невирішені питання, які зумовлюють необхідність проведення відповідних досліджень та окреслюють перспективи подальших робіт у цьому напрямі.

В рамках науково-дослідної частини проведено експериментальні дослідження комбінованого магнітного впливу на властивості групи матеріалів; дослідження впливу магніторезонансної обробки на зміни атомно-молекулярного рівня; дослідження зв'язку АЧХ з параметрами твердості та інформативності для групи матеріалів

В результаті дослідницької роботи підтверджена ефективність використання комбінованої дії сильних магнітних полів як чинника технологічного впливу для модифікації властивостей виробів машинобудування; підтверджено вплив магніторезонансної обробки на зміни атомно-молекулярного рівня в матеріалі; виявлено закономірності впливу магнітного поля на механічну поведінку матеріалів складових технологічної системи. Експериментально підтверджено наступні гіпотези. 1. Наноамплітудні резонансні коливання, створені змінним струмом, модульованим широкосмуговим сигналом, в сильному однорідному магнітному полі дають ефект об'ємного зміцнення матеріалу без короблення від залишкових напружень. 2. Процес зміцнення супроводжується спаданням

ентропії – зростає впорядкованість об'єкта: відбувається упорядкування доменів, ущільнення дислокацій. 3. Нейромережева модель на основі показників приведеної резонансної частоти та інформативності дозволяє давати якісну оцінку рівня твердості матеріалу відповідно до фазових траєкторій.

На основі результатів експериментальних досліджень розроблено технологічні рекомендації стосовно застосування методу комбінованої магніторезонансної обробки щодо ряду об'єктів прикладної механіки.

У третьому розділі «Розробка плану реконструкції цеху» на основі аналізу базового цеху з виготовлення прокатного обладнання розроблено план інноваційної дільниці з виробництва вузлів роликів. Реконструкція передбачає впровадження у виробничий процес мобільних високошвидкісних обробних центрів, сконструйованих на базі мехатронних концепцій 5-стійкової паралельної кінематики (Pentapod). Спроектована реконфігурована виробнича система являє собою єдиний комплекс взаємопов'язаних технологічних машин. Кожен верстат оснащений касетним інструментальним магазином. Обробка складових деталей вузла ролика ведеться послідовно з урахуванням її тривалості і порядку надходження деталей на складання. Для переміщення деталей між верстатами, а також транспортування інструменту застосовуються роботизовані візки. Перевантажувальні столи обслуговують верстати на дільницях механообробки та складання.

Портативні технологічні машини модульної конструкції забезпечують побудову гнучких обробних комплексів з можливістю наступного перекомпонування під інші завдання за потреби.

У четвертому розділі «Техніко-економічне обґрунтування досліджень і оцінка їх економічної ефективності» розраховано економічні показники магістерського проекту. Результати розрахунків підтверджують конкурентоспроможність проекту, він рекомендується для впровадження у

виробництво, має високий рівень наукового ефекту, високий рівень практичної значущості.

Економічний ефект від використання комбінованої дії сильних магнітних полів у ролі технологічного впливу для модифікації властивостей виробів машинобудування зумовлений наступними факторами:

- зменшення питомих витрат енергії;
- підвищення продуктивності (скорочення тривалості обробки);
- зниження рівня браку (об'ємне зміцнення без короблення від залишкових напружень);
- покращення умов праці (скорочення чинних небезпечних і шкідливих виробничих факторів);
- підвищення екологічних показників (відсутність викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря).

У п'ятому розділі «Охорона праці та безпека при надзвичайних ситуаціях» проведено аналіз фізичних, хімічних, психологічних і біологічних небезпечних і шкідливих факторів, які діють у механоскладальних цехах.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ І РЕЗУЛЬТАТИ

У дипломній роботі досліджено комбіновану дію сильних магнітних полів у ролі технологічного впливу для модифікації властивостей виробів машинобудування. Проведено експериментальні дослідження з наступною обробкою їх результатів, зокрема методом нейромережевого моделювання. Розроблено технологічні рекомендації стосовно застосування методу комбінованої магніторезонансної обробки щодо ряду об'єктів прикладної механіки.

Опубліковано статті:

- Ковалевський С.В., Лупа Ю.В. Використання постійного і змінного магнітних полів у стані суперпозиції для впливу на об'єкт. *Нейромережні*

технології та їх застосування НМТІЗ-2020: збірник наукових праць XIX Міжнародної наукової конференції «Нейромережні технології та їх застосування НМТІЗ-2020». Краматорськ: ДДМА. 2020. С. 95-99.

- Ковалевський С.В., Лупа Ю.В. Обробка матеріалів з накладанням постійного та змінного магнітних полів. *Молода наука – роботизація і нано-технології сучасного машинобудування: збірник наукових праць Міжнародної молодіжної науково-технічної конференції.* Краматорськ: ДДМА. 2021. С. 187-189.

- Ковалевський С.В., Лупа Ю.В., Чернокол А.В. Застосування карт знань (інтелект-карт) для аналізу літературних джерел за темою магістерської роботи. *Сучасна освіта – доступність, якість, визнання: збірник наукових праць XII Міжнародної науково-методичної конференції.* Краматорськ: ДДМА. 2021. С. 146-148.

- Ковалевський С.В., Ковалевська О.С., Лупа Ю.В. Підвищення експлуатаційних характеристик деталей машин на основі комбінованого впливу сильних магнітних полів. *Збірник наукових праць ДДТУ. № 2(39), 2021. С. 42-50.*

Результати дослідження повідомлені на:

Міжнародній науковій конференції «Нейромережні технології та їх застосування НМТІЗ-2020» (м. Краматорськ, ДДМА, 9 грудня 2020 р.);

Міжнародній молодіжній науково-технічній конференції «Молода наука – роботизація і нано-технології сучасного машинобудування», (м. Краматорськ, ДДМА, 15 квітня 2021 р.);

Міжнародній науково-методичній конференції «Сучасна освіта – доступність, якість, визнання» (м. Краматорськ, ДДМА, 17 листопада 2021 р.).