

Голові разової спеціалізованої вченої
ради в Національному університеті
«Одеська політехніка»
Доктору технічних наук, професору
ОРГІЯНУ О.А.

ВІДГУК

Офіційного опонента, професора кафедри здорового способу життя, технологій і безпеки життєдіяльності Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця доктора технічних наук, **НОВІКОВА ФЕДОРА ВАСИЛЬОВИЧА** на дисертацію **Сікіраш Юлії Євгеніївни** «Технологічні методи підвищення ефективності фінішних операцій при обробці ферокерамічних виробів», подану до захисту в разову спеціалізовану вчену раду Національного університету «Одеська політехніка» Міністерства освіти і науки України на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

Актуальність теми дисертації

Дослідження, наведені в дисертаційній роботі, спрямовані на регулювання термомеханічних явищ при шліфуванні для забезпечення якісних характеристик робочих поверхонь виробів із ферокерамічних матеріалів, зниження браку із-за утворення тріщин при шліфуванні цих матеріалів, схильних до вказаних дефектів, та підвищення експлуатаційних властивостей деталей є актуальною задачею, розв'язок якої призведе до значної економії матеріальних ресурсів, трудомісткості і собівартості виготовлення деталей.

Дисертаційна робота присвячена розробленню теорії і нормативних рекомендацій по технологічним методам суттєвого зниження дефектів типу припиків і тріщин на фінішних операціях над виробами із ферокерамічних матеріалів, поверхневий шар яких має спадкоємні дефекти структурного або технологічного походження.

Метою дисертаційного дослідження є підвищення ефективності алмазного шліфування феромагнітних виробів шляхом зниження браку через тріщини та відколи за рахунок збільшення їхньої тріщиностійкості на етапі отримання заготовок, раціонального підбору режиму обробки, характеристик інструменту та мастильно-охолоджувальних технологічних середовищ.

Вивчення термомеханічних явищ, що формують якість поверхневого шару на фінішних операціях з урахуванням попередніх видів обробки виробів, встановлення їх впливу на розтріскування і припикання на основі кількісного аналізу термічного і напруженого стану є предметом даної роботи.

Тому тема дисертації: «Технологічні методи підвищення ефективності фінішних операцій при обробці ферокерамічних виробів» є актуальною і має

а 2. Зв'язок роботи з науковими програмами, темами

ж Дисертаційна робота Сікіраш Юлії Євгеніївни виконувалась відповідно до завдань науково-дослідних робіт кафедри Вищої математики та моделювання систем НУ «Одеська політехніка» №106-60 «Методи сингулярних інтегро-диференціальних рівнянь у математичному моделюванні технічних систем» (номер державної реєстрації 0101U001196), а також науково-дослідної роботи №374-19 «Моделювання термомеханічних процесів у функціонально-градієнтних матеріалах неоднорідної структури при виготовленні та експлуатації елементів ракетних конструкцій» КБ Південне.

а Тема дисертації відповідає науковому напрямку кафедри. Зміст дисертаційної роботи, її основні задачі відповідають постанові Президії НАН України від 30.01.2019 № 30: «Про основні наукові напрямки та найважливіші проблеми фундаментальних досліджень у галузі природничих, технічних, суспільних і гуманітарних наук Національної академії наук України на 2019–2023 роки».

е 3. Наукова новизна результатів дисертаційної роботи

Виконана робота своїми результатами вносить вклад в розвиток відповідних розділів математичного моделювання. Теоретичні дослідження ґрунтуються на фундаментальних наукових положеннях теплофізики механічної обробки, теорії термопружності, механіки руйнування, основ технології машинобудування. У дослідженнях використано апарат крайових задач рівнянь математичної фізики, метод сингулярних інтегральних рівнянь для розв'язку задач теорії термопружності та мікро руйнування.

В результаті проведеного дослідження авторкою було отримано нові наукові й практичні результати, розв'язана наукова задача по встановленню розрахункових залежностей, які визначають вплив спадкоємних дефектів від попередніх операцій на тріщиностійкість робочих поверхонь деталей із ферокерамічних матеріалів, схильних до тріщино утворення при шліфуванні, створенню оптимальних технологічних умов їх обробки з урахуванням спадкоємних дефектів та неоднорідностей у поверхневому шарі.

перше розроблено імітаційну модель процесу спікання заготовок виробів із ферокераміки, яка дозволяє забезпечити їхні оптимальні фізико – механічні властивості.

істала подальший розвиток математична модель з управління термомеханічними процесами, що супроводжують алмазно – абразивну обробку ферокерамічних виробів. На основі цієї моделі визначені функціональні зв'язки критеріїв тріщиностійкості з керуючими технологічними параметрами операції шліфування для запобігання тріщино- та сколоутворення на оброблюваних поверхнях.

досконалено систему управління якістю при виробництві феритних виробів, що дозволило зменшити дефектність оброблюваних поверхонь на фінішних операціях.

На основі проведених теоретично-експериментальних досліджень розв'язана задача підвищення експлуатаційних властивостей деталей із ферокерамічних матеріалів, схильних до тріщино утворення на їх робочих поверхнях внаслідок зменшення дефектоутворення на фінішних операціях.

Розроблені практичні рекомендації до вибору технологічних умов обробки деталей із цих матеріалів, схильних до тріщино утворення, які забезпечують необхідні параметри якості їх робочих поверхонь. На основі отриманих результатів розроблені технологічні критерії для керування процесом бездефектного шліфування виробів із ферокерамічних матеріалів, запропоновано методи обґрунтованого вибору технологічних параметрів для бездефектного шліфування виробів із вказаних матеріалів, особливо схильних до тріщино- і сколоутворення. Визначено ефективні характеристики інструменту, режими і мастильно-охолоджувальні середовища для шліфування виробів із ферокерамічних матеріалів, які мають спадкоємні дефекти при умові збереження їх рівноваги, що суттєво підвищують їх експлуатаційні характеристики.

4. Короткий аналіз основного змісту дисертації

У вступі дається загальна характеристика роботи, обґрунтовується тема дисертації, сформульовано мету і задачі дослідження, наведено основні наукові та практичні результати, які виносяться на захист.

В першому розділі розглянуто особливості технології виробництва феритових виробів, проведено аналіз стану формування якісних характеристик поверхневого шару виробів із ферокерамічних матеріалів, схильних до дефектоутворення як при спіканні, так і на фінішних операціях, обґрунтовано мету та задачі дослідження.

У другому розділі проведено дослідження термомеханічних процесів, що супроводжують спікання феритів та наступну обробку їх шліфуванням.

Побудована імітаційна модель структури та властивостей ферокерамічних виробів при спіканні. Спільний розгляд спікання, охолодження та руйнування ферокераміки в умовах конкретних технологій, а також руйнування матеріалу внаслідок внутрішніх та зовнішніх термомеханічних впливів дозволяє безпосередньо перейти до оптимізації мікроструктурних властивостей, що відповідають за електромагнітні та міцнісні характеристики.

В цьому розділі досліджується оптимізація та управління термомеханічними процесами при отриманні ферокерамічних виробів на етапі спікання. Проводиться аналіз причин появи браку впродовж усього ходу технології виготовлення деталей та наводяться рекомендації зі зниження відходів, що виникають, на кожній із технологічних операцій.

Для реалізації технологічного процесу виготовлення деталей із ферокераміки з забезпеченням необхідних властивостей запропоновано алгоритм оптимального управління термомеханічними процесами на операціях спікання та термомеханічної обробки.

Удосконалено модель термомеханічних процесів при шліфуванні ферокерамічних виробів. Система рівнянь, що визначають тепловий та напружено-деформований стан при шліфуванні поверхні ферокерамічних деталей, верхній шар яких має неоднорідності типу включень та тріщин, містить: рівняння нестационарної теплопровідності, рівняння пружності Ламе в переміщеннях, початкові умови та граничні умови для температурних та деформаційних полів, враховуючі теплообмін з поверхні поза зоною контакту круга з деталлю та інтенсивного тепловиділення в зоні обробки. Побудовано стохастичну модель тріщиноутворення при шліфуванні виробів із ферокерамічних матеріалів. Розглянуто приклад розрахунку статистичних характеристик руйнування при тепловому впливі. Визначено ймовірнісний розподіл граничного теплового потоку та деякі його статистичні характеристики.

У третьому розділі розглянуто методи підвищення ефективності алмазного шліфування ферокерамічних виробів та перевірено дієвість розроблених технологічних критеріїв для контролю бездефектного обробляння. Досліджено вплив марки алмазів, зв'язки алмазного інструмента, зернистості та концентрації на зусилля різання при шліфуванні феритів. Також досліджено вплив елементів режиму шліфування на зусилля різання. При застосуванні МОТС встановлено, що водне МОТС забезпечує найбільш

ефективне зниження максимальних розтягувальних напружень у поверхневому шарі феритів.

5. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність

Наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційної роботи Сікіраш Юлії Євгеніївни, логічно випливають із результатів, отриманих за допомогою чітких викладок, підкріплені успішною реалізацією, ефективним практичним впровадженням результатів дисертаційних досліджень. Обґрунтованість наукових положень та висновків, сформульованих у дисертаційній роботі, є достатньою і базується на детальному аналізі джерел за даною проблемою, чіткій постановці мети і задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, а також проявляється у якісному та аргументованому формулюванні висновків. Достовірність та обґрунтованість запропонованих методів і засобів підтверджується результатами експериментальних досліджень та коректним застосуванням методів математичного моделювання, які були використані під час виконання роботи. Достовірність наукових результатів дисертації забезпечено коректною постановкою завдань дослідження, використанням загальновизнаних методів досліджень, зокрема використанням методів термомеханіки, теорій мікроруйнування і моделювання та оптимізації систем, основ технології машинобудування.

Тому можна стверджувати, що висновки та практичні рішення, отримані у роботі, коректні, достатньо обґрунтовані й можуть бути рекомендовані до використання в механічній обробці деталей із ферокерамічних матеріалів, схильних до дефектоутворення.

6. Практичні результати роботи

На основі проведених теоретично-експериментальних досліджень розв'язана задача підвищення експлуатаційних властивостей деталей із ферокерамічних матеріалів, схильних до тріщино утворення на їх робочих поверхнях внаслідок зменшення дефектоутворення на фінішних операціях.

Розроблені практичні рекомендації до вибору технологічних умов обробки деталей із вказаних матеріалів, схильних до тріщино утворення, які забезпечують необхідні параметри якості їх робочих поверхонь. На основі отриманих результатів розроблені технологічні критерії для керування процесом бездефектного шліфування виробів із складно оброблюваних матеріалів, запропоновано методи обґрунтованого вибору технологічних параметрів для бездефектного шліфування деталей із ферокерамічних матеріалів, особливо схильних до тріщино- і сколоутворення. Визначено ефективні характеристики інструменту, режими і мастильно – охолоджуючі середовища для шліфування виробів, матеріали яких мають спадкоємні дефекти при умові збереження їх рівноваги, що суттєво підвищують їх експлуатаційні характеристики. Окремі матеріали дисертаційної роботи впроваджені на ТОВ «Холдингова компанія "Мікрон"». Результати роботи використовуються в навчальному процесі кафедр «Цифрові технології в інжинірингу», Вищої математики й моделювання систем, «Динаміка машин та механічна інженерія» та кафедри автомобільного транспорту і логістики НУ «Одеська Політехніка».

7. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладу наукових положень та результатів в опублікованих працях

Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг дисертаційної роботи становить 149 сторінок, з яких 105 сторінок основного тексту. У роботі наведено 38 рисунків та 10 таблиць, 6 додатків. Список використаних джерел містить 110 найменування. Дисертацію оформлено відповідно до вимог, визначених Міністерством освіти і науки України. Дисертаційна робота має логічну структуру. Основні висновки і рекомендації логічно витікають із результатів, які наведено у розділах роботи. Отримані результати свідчать про високу індивідуальність роботи. По всьому тексту дисертації простежується авторський стиль. У дисертації не виявлено

текстових запозичень і використання наукових результатів інших науковців без посилань на відповідні джерела.

Основні результати дослідження опубліковано у 11 наукових працях, з яких: 6 наукових праць опубліковано у наукових фахових виданнях України, міжнародній наукометричній базі Scopus, а також 4 праці апробаційного характеру – у збірках матеріалів та тез міжнародних наукових конференцій.

Основні положення дисертації повністю викладено в опублікованих працях. Вимоги щодо кількості та якості публікацій виконано.

8. Мова та стиль дисертаційної роботи

Дисертація написана логічно, доступно, на високому науково-технічному рівні з використанням сучасної термінології. Тема, зміст та отримані наукові результати роботи відповідають спеціальності 131 «Прикладна механіка», галузі знань 13 «Механічна інженерія».

9. Зауваження до дисертації

В якості зауважень до дисертаційної роботи слід вказати наступне:

У розділі 1 роботи проведений аналіз зміни характеристик поверхневого шару виробів із ферокерамічних матеріалів від основних параметрів процесів спікання і шліфування не доповнено відповідними графіками відомих експериментальних досліджень, які б дозволили посилити ступінь обґрунтованості вибору найбільш ефективних напрямів зниження дефектів типу припиків і тріщин на оброблювальних поверхнях виробів.

У розділі 1 роботи відсутні загальна методика виконання роботи та конкретні методики проведення експериментальних досліджень. Не наведені фізико-механічні характеристики ферокерамічних матеріалів, характеристики застосовуваних алмазно-абразивних інструментів та технологічного обладнання для проведення експериментальних досліджень, які традиційно наводяться в розділі 1 роботи.

У розділі 2 роботи експериментально не проілюстровано, завдяки якому практично-теоретичному рішенню досягається основний ефект підвищення

тріщиностійкості ферокерамічних матеріалів на етапі отримання заготованок (в процесі спікання). Також експериментально не показано, як цей основний ефект в подальшому впливає на зменшення дефектів типу припиків і тріщин на операції шліфування виробів із ферокерамічних матеріалів.

У розділі 3 роботи вказано на ефективність застосування переривчастих шліфувальних кругів під час шліфування виробів із ферокерамічних матеріалів. Однак не наведено графіків експериментальних результатів досліджень, підтверджуючих цю ефективність щодо шліфування виробів із ферокерамічних матеріалів.

У роботі не зазначено важливу роль ефективного застосування прогресивних методів електроерозійного правлення алмазних кругів на металевих зв'язках для підвищення їх ріжучої здатності під час шліфування виробів із ферокерамічних матеріалів та забезпечення їх бездефектної обробки. Наприклад, такі методи ще в 1990-ті роки з високою ефективністю було впроваджено на основному підприємстві із виготовлення ферокерамічних виробів в Україні – НВФ «Ферокерам» (місто Біла Церква).

У розділі 3 роботи наведено застарілі позначення марок вітчизняного алмазного круга АПП200х10х3х75 АСП12-М1-100%, металевих зв'язок алмазного круга і алмазних зерен. Не наведено розшифрування марки закордонного круга SD D126 V 6/4 M та не проведено порівняння його технологічних можливостей з можливостями алмазних кругів на металевих зв'язках вітчизняного виробництва під час шліфування виробів із ферокерамічних матеріалів.

Висновки щодо дисертації в цілому

Представлена дисертаційна робота «Технологічні методи підвищення ефективності фінішних операцій при обробці ферокерамічних виробів» є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить нові науково обґрунтовані результати. У дисертації розв'язано актуальну науково-прикладну задачу, яка полягає у розробці теорії і нормативних рекомендацій по технологічним методам суттєвого зниження дефектів типу припиків і

тріщин на фінішних операціях деталей із ферокерамічних матеріалів, схильних до вказаних дефектів, поверхневий шар яких має спадкоємні дефекти структурного або технологічного походження.

Одержані наукові та практичні результати є значущими для галузі механічної інженерії. Тема і зміст дисертації відповідають спеціальності 131 – Прикладна механіка. Отже, з огляду на актуальність теми дисертації, обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх новизну та практичну цінність, повноту викладення в наукових публікаціях, відсутність порушень академічної доброчесності, вважаю, що дисертація цілком відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року №44, а її авторка, Сікіраш Юлія Євгеніївна, заслуговує на присудження їй наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 131 – Прикладна механіка.

Професор кафедри здорового способу життя,
технологій і безпеки життєдіяльності
Харківського національного економічного
університету імені Семена Кузнеця,
доктор технічних наук, професор
НОВІКОВ ФЕДІР ВАСИЛЬОВИЧ