

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

Бурдін Олександр Валентинович



УДК 621.923

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБКИ ПРИ
ОДНОЧАСНОМУ ШЛІФУВАННІ РІЗНОРІДНИХ МАТЕРІАЛІВ
ЗА РАХУНОК ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ**

05.03.01 – процеси механічної обробки, верстати та інструменти

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Донецьк 2013

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано на кафедрі «Мехатронні системи машинобудівного обладнання» в Державному вищому навчальному закладі «Донецький національний технічний університет» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Матюха Петро Григорович,
Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет», м. Донецьк,
професор кафедри «Мехатронні системи машинобудівного обладнання».

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, старший науковий співробітник
Лавріненко Валерій Іванович,
Інститут надтвердих матеріалів
ім. В.М. Бакуля НАН України, м. Київ,
завідувач відділу технології алмазно-абразивної та фізико-технічної обробки;

доктор технічних наук, професор
Новіков Федір Васильович,
Харківський національний економічний університет, м. Харків,
завідувач кафедри «Техніка і технології».

Захист відбудеться 28 листопада 2013 року о 12 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 11.052.04 у Державному вищому навчальному закладі «Донецький національний технічний університет» за адресою: 83001, вул. Артема 58, VI навчальний корпус, ауд. 202.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державного вищого навчального закладу «Донецький національний технічний університет» за адресою: 83001, вул. Артема, 58, II навчальний корпус.

Автореферат розісланий 28 жовтня 2013 року.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради Д 11.052.04
к.т.н., доцент



Т.Г.Івченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Підвищення продуктивності обробки та зменшення її питомої собівартості є одними із основних завдань виробництва, вирішення яких забезпечує випуск конкурентоспроможної продукції.

Сьогодні в промисловості знаходять широке розповсюдження вироби, які складаються з різномірних матеріалів, що мають різні механічні властивості. До них відносяться ножі паперорізальних машин, різці, зубки робочих органів вугільних комбайнів і таке ін. Як правило, робоча частина таких виробів виконана із важкооброблювальних матеріалів, а корпус – із конструкційної сталі. Сьогодні, обробка таких виробів здійснюється алмазним шліфуванням кругами на керамічних зв'язках, алмазно-електролітичним або алмазно-іскровим шліфуванням кругами на металевих зв'язках. При цьому оптимізація режимів здійснюється за допомогою багатофакторного планування експериментів, які характеризуються великою трудомісткістю, а отримані результати обмежені областю дослідження. Крім того, експериментальні методи не враховують зміну в часі різальної спроможності шліфувального круга.

В низці досліджень, які присвячені шліфуванню важкооброблювальних матеріалів, з метою урахування зміни різальної здатності круга в процесі обробки, використовується нове поняття – «поточна лімітована різальна здатність круга» (ПЛРЗК). ПЛРЗК представляє собою миттєве значення різальної здатності круга при шліфуванні за пружною схемою з постійною силою підтиску зразка до робочої поверхні круга (РПК), яка задовольняє лімітуючому технічному обмеженню. Використовуючи це поняття, оптимальні режими періодичних електроерозійних впливів (ЕЕВ) на РПК алмазних кругів знаходять, розглядаючи процес шліфування в вигляді черги циклів, які складаються із періоду шліфування без ЕЕВ, та періоду відновлення різальних властивостей РПК за допомогою ЕЕВ одночасно зі шліфуванням. В цьому випадку забезпечується суттєве зменшення трудомісткості знаходження оптимальних режимів за рахунок перекладання значної частини експериментальних досліджень на розрахунки за допомогою СОМ, а також враховується зміна різальних властивостей круга під час обробки.

Враховуючи, що дослідження, які присвячені підвищенню ефективності обробки за рахунок пошуку оптимальних режимів на основі ПЛРЗК при одночасному шліфуванні різномірних матеріалів в літературі відсутні, тема роботи є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана на кафедрі «Мехатронні системи машинобудівного обладнання» Донецького національного технічного університету в рамках науково-дослідних тем: Д-5-09 «Теоретичні основи підвищення продуктивності шліфування шляхом керування поточною лімітованою різальною здатністю шліфувального круга» (номер держреєстрації 0108U011255) (Замовник – Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України); Д-2-12 «Наукові основи оптимізації шліфування комбінованих заготовок з використанням узагальнених показників процесу» (номер держреєстрації 0111U0102198) (Замовник – Міністерство освіти і науки,

молоді та спорту України). У наведених роботах дисертант брав участь в якості виконавця.

Мета й завдання досліджень.

Метою роботи є підвищення ефективності обробки при одночасному шліфуванні різнорідних матеріалів за рахунок оптимізації процесу з урахуванням зміни під час обробки різальної здатності круга.

Основні завдання досліджень.

1. Розробити оптимізаційну математичну модель процесу при одночасному шліфування різнорідних матеріалів.

2. Визначити за критерієм максимальної продуктивності режими різання при врізному шліфуванні за пружною схемою з різними фізико-механічними властивостями кругів із алмазу та кубічного нітриду бора (КНБ), що задовольняють вимогам до якості обробленої поверхні.

3. За допомогою експериментів знайти регресійні залежності, які описують закони зміни поточної лімітованої різальної здатності круга і витрат надтвердих матеріалів при одночасному шліфуванні за пружною схемою різнорідних матеріалів на етапах зниження ріжучої здатності круга та її відновлення за рахунок електроерозійних впливів на робочу поверхню круга.

4. За допомогою оптимізаційної математичної моделі процесу шліфування за критерієм мінімуму питомої собівартості обробки визначити оптимальні режими періодичних і безперервних електроерозійних впливів на робочу поверхню круга в автономній зоні.

5. Порівняти показники ефективності врізного шліфування за пружною схемою різнорідних матеріалів під час обробки без керуючих впливів, з періодичними і безперервними електроерозійними впливами на робочу поверхню круга в автономній зоні.

6. Розробити рекомендації з режимів шліфування за жорсткою схемою «ВК8 - сталь 45» і «Р6М5Ф3 - сталь 45» з керуючими електроерозійними впливами на робочу поверхню круга і впровадити результати дослідження на виробництві та в навчальному процесі.

Об'єкт дослідження – процес плоского врізного шліфування матеріалів з різними фізико-механічними властивостями шліфувальними кругами з надтвердих матеріалів на металевій зв'язці з електроерозійними впливами на робочу поверхню круга.

Предмет дослідження – закономірність зміни поточної лімітованої різальної здатності круга і витрат надтвердих матеріалів при плоскому врізному шліфуванні матеріалів з різними фізико-механічними властивостями, продуктивність та питому собівартість обробки.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження здійснювалися на основі положень теорії різання, теплофізики процесів шліфування. Експериментальні дослідження проводилися з використанням математичного та фізичного моделювань. Результати експериментальних досліджень піддавали аналізу методами математичної статистики.

Наукові положення, які виносяться на захист:

- Сила підтиску зразка до робочої поверхні круга при одночасному шліфуванні за пружною схемою матеріалів з різними фізико-механічними властивостями дорівнює сумі радіальних складових сили різання на кожній з компонент зразка.

- Величина радіальної складової сили різання на компоненті із важкооброблюваного матеріала розраховується із умов, які задовольняють мінімальному технічному обмеженню, що накладене виконанням вимог до якості обробленої поверхні або інструментом.

Наукова новизна отриманих результатів:

1. Вперше виконаний розрахунок допустимих сил підтиску зразка «ВК8 – сталь 45» до робочої поверхні круга при шліфуванні за пружною схемою, які обмежені міцністю алмазних зерен та температурою плавлення припою.

2. Вперше визначені залежності, що описують зміну поточної лімітованої ріжучої здатності круга і витрат алмазів при шліфуванні за пружною схемою зразків «ВК8 – сталь 45» та «Р6М5Ф3 – сталь 45» кругами різних характеристик без електроерозійних впливів, та з наступним відновленням параметрів робочої поверхні круга за допомогою електроерозійних впливів в автономній зоні.

3. Вперше розрахунок оптимальних режимів електроерозійних дій на робочу поверхню круга за критерієм мінімальної питомої собівартості обробки виконаний на основі аналізу одиничного циклу „шліфування без ЕЕВ – шліфування з ЕЕВ”.

4. Вперше визначені залежності, які описують зміну поточної лімітованої ріжучої здатності круга і витрат надтвердих матеріалів одночасному шліфуванню за пружною схемою «Р6М5Ф3 - сталь 45» та «ВК8 - сталь 45» алмазним кругом зернистості 100/80 з безперервними електроерозійними діями на робочу поверхню круга в автономній зоні.

5. Вперше встановлено, що при шліфуванні «Р6М5Ф3 – сталь 45» перевагу необхідно віддати шліфуванню алмазним кругом з безперервними електроерозійними впливами на робочу поверхню круга, що забезпечує більшу продуктивність та меншу питому собівартість обробки в порівнянні з шліфуванням кругом із КНБ.

Практичне значення отриманих результатів:

1. Розроблено програму на ПЕОМ, яка дозволяє розраховувати оптимальні режими обробки з періодичними електроерозійними впливами на робочу поверхню круга за критерієм мінімуму питомої собівартості обробки.

2. Розроблений технологічний регламент на процес плоского алмазного шліфування за жорсткою схемою «ВК8 - сталь 45» і «Р6М5Ф3 - сталь 45» з безперервними електроерозійними впливами на робочу поверхню круга в автономній зоні. Це дозволяє підвищити продуктивність обробки і знизити питому собівартість в 2-3 рази в порівнянні зі шліфуванням без керуючих впливів.

3. Результати досліджень передані в Донецький проектно-конструкторський технологічний інститут для впровадження на підприємствах вугільного машинобудування Донецького регіону з очікуваним економічним ефектом 12300 грн на рік і використовуються в навчальному процесі на кафедрі

"Мехатронні системи машинобудівного обладнання" Донецького національного технічного університету.

Особистий внесок здобувача.

Особисто автором:

- розроблена оптимізаційна математична модель процесу одночасного шліфування різнорідних матеріалів з електроерозійними впливами на робочу поверхню круга

- експериментально встановлено, що кожна зі складових сили різання при одночасному шліфуванні різнорідних матеріалів є сумою відповідних складових сил різання на кожному із матеріалів зразка;

- розроблена методика визначення радіальної складової сили різання при шліфуванні компоненти зразка із твердого сплаву за умови відсутності механічного руйнування алмазних зерен на робочій поверхні круга;

- визначені закони зміни поточної лімітованої різальної здатності круга і витрати надтвердих матеріалів при шліфуванні матеріалів за пружною схемою без електроерозійних впливів, а також їх зміни в процесі періодичних та безперервних електроерозійних впливів на робочу поверхню круга в автономній зоні;

- розроблені програми для розрахунків на ПЕОМ припустимої сили підтиску зразка до робочої поверхні круга при одночасному шліфуванні різнорідних матеріалів з урахуванням технічних обмежень, які накладаються на силу підтиску вимогами до виробу та шліфувальним кругом;

- розроблені програми для розрахунку на ПЕОМ питомої собівартості при шліфуванні з періодичними і безперервними електроерозійними впливами на робочу поверхню круга з метою визначення оптимальних режимів керуючих впливів, а також оцінки ефективності процесів обробки, що порівнюються.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися й обговорювалися на наступних конференціях і семінарах:

- X всеукраїнська молодіжна науково-технічна конференція „Машинобудування України очима молодих: прогресивні ідеї – наука - виробництво” (м. Суми, 2010 р);

- „Современные направления и перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении” „Механообработка. Севастополь – 2011” (м. Севастополь, 2011 р);

- XIX міжнародний науково-технічний семінар „Високі технології: тенденції розвитку” Харків – НТУ „ХП” – Алушта 2011 (м. Алушта, 2011 р).

Дисертаційна робота в повному обсязі доповідалась:

- на розширеному засіданні кафедри „Мехатронні системи машинобудівного обладнання” Донецького національного технічного університету.

Публікації. Основний зміст дисертації відображений у 10 публікаціях, з них: 2 статті у виданнях, які індексуються в міжнародних наукометричних базах; 5 статей у фахових наукових виданнях (дві з них без співавторів); 3 статті і теза доповідей на наукових конференціях.

Структура й обсяг роботи. Робота складається із вступу, шести розділів, висновків, переліку посилань і додатків. Повний обсяг дисертації становить 242

сторінку, у тому числі: 176 сторінок основної частини, 32 ілюстрації та 31 таблиця за текстом, 6 ілюстрацій і 2 таблиці на окремих сторінках, перелік посилань із 130 найменувань на 14 сторінках та 7 додатків на 66 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі «Аналіз існуючих способів шліфування і оптимізації обробки виробів із різнорідних матеріалів» виконаний огляд літературних джерел щодо встановлення виробів, в конструкції яких використовуються матеріали з різними фізико-механічними властивостями, способів їх обробки шліфуванням та методів оптимізації режимів.

З огляду встановлено, що такими виробами є металорізальний інструмент, зубки робочих органів вугільних комбайнів, ножі паперорізального обладнання. При цьому, найпоширенішими типами сполучень матеріалів є поєднання твердого сплаву з конструкційною сталлю та швидкорізальної сталі із конструкційною сталлю.

Літературний огляд показав, що питаннями підвищення ефективності одночасного шліфування різнорідних матеріалів займалися Е.С. Аліханян, В. П. Артюхов, В.Н. Бакуль, А.І. Грабченко, Г. Т. Єршова, І. П. Захаренко, Л. Н. Кабановський, В. І. Лавріненко, Ю. П. Лінєнко-Мельніков, В. В.Малихін, Ф. В. Новіков, В.І. Польшаков, В.А. Рибіцький, Е. В. Рижев, Ю. Я. Савченко, М. Ф. Семко, С. Л. Сіроткін, М. Д. Узунян, А. А. Шепелєв та ін., в роботах яких було досліджено вплив основних характеристик інструмента, механічних режимів обробки та електричних режимів при застосуванні електроалмазного шліфування на такі показники ефективності обробки як продуктивність, питома витрата надтвердих матеріалів та питома собівартість. При цьому, було встановлено, що застосування інструменту із надтвердих матеріалів при шліфуванні різнорідних матеріалів значно покращує названі показники та якість обробки в порівнянні з абразивним інструментом, а найбільш ефективним способом шліфування матеріалів з різними фізико-механічними властивостями є шліфування алмазними кругами на металевій зв'язці з підтриманням ріжучих властивостей круга електрофізикохімічними способами. Пошук оптимальних режимів обробки здійснюється, в основному, експериментальними методами із застосуванням різних способів пошуку оптимуму функції відгуку.

Підвищення ефективності шліфування можливо за рахунок раціонального використання різальної здатності круга на основі даних про поточну лімітовану різальну здатність круга та витрат НТМ, що дозволяє оптимізувати режими електроерозійних дій на РПК. У цьому випадку основне навантаження експериментальних досліджень при пошуку оптимальних режимів обробки переноситься на експериментальне визначення рівнянь, що описують зміну ПЛРЗК при шліфуванні без ЕЕВ, рівняння ПЛРЗК при шліфуванні з відновленням ріжучих властивостей за допомогою ЕЕВ, а також витрат НТМ у вищезазначені періоди шліфування. По трудомісткості це значно нижче, ніж визначення рівнянь технічних обмежень, як це має місце в аналітико-експериментальному методі. Крім того, технічні обмеження при пошуку оптимальних режимів обробки на

основі закону зміни ПЛРЗК визначаються аналітично, а оптимізація процесу за критерієм мінімуму питомої собівартості виконується на ПЕОМ.

Враховуючи сказане вище, метою роботи є підвищення ефективності обробки при одночасному шліфуванні різнорідних матеріалів за рахунок оптимізації процесу з урахуванням зміни під час обробки різальної здатності круга.

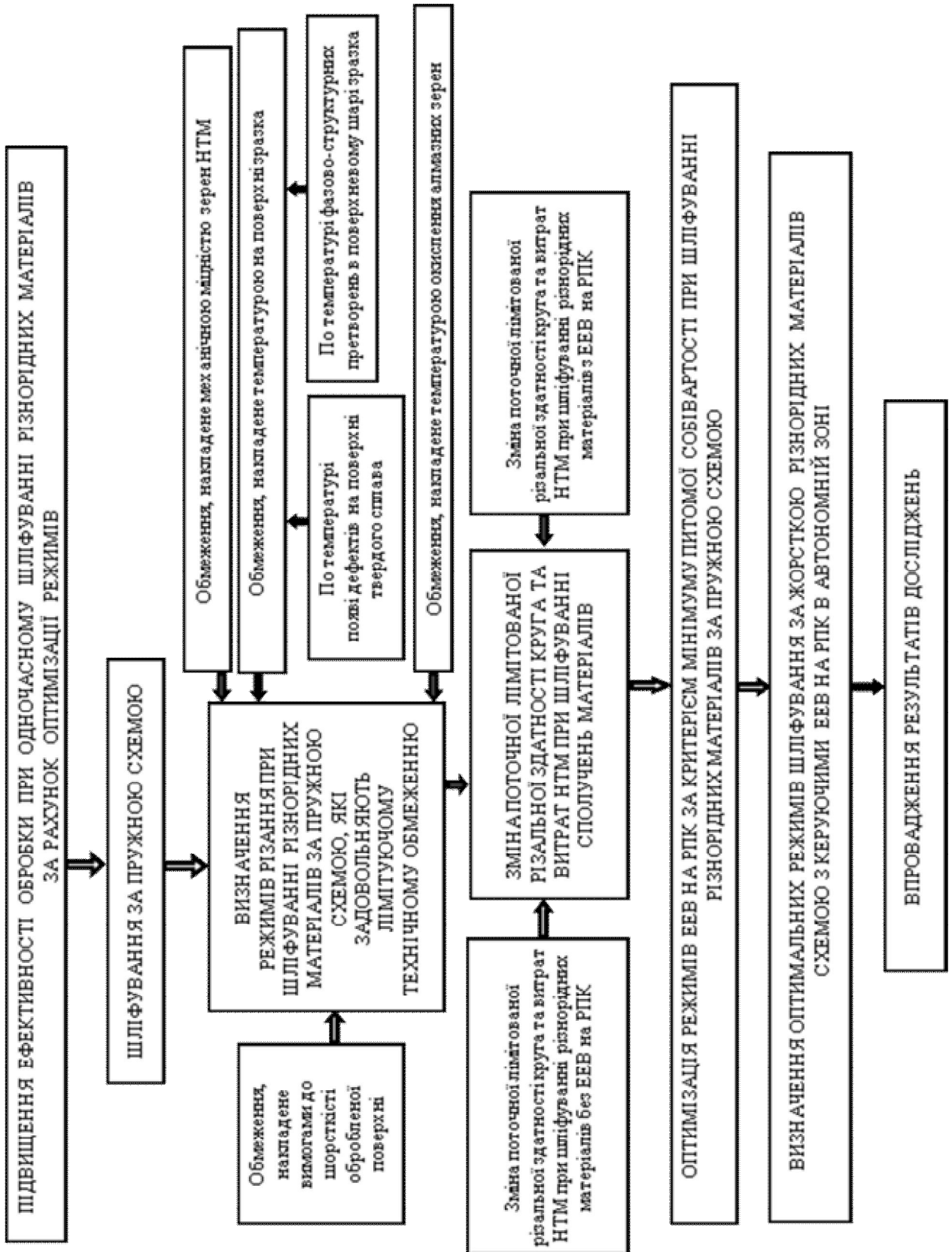
У другому розділі «Методологія і методики досліджень. Обладнання, інструмент та оброблювальні матеріали» викладена загальна методологія роботи, котра показана на структурно-логічній схемі дослідження (рис. 1), та запропонована оптимізаційна математична модель процесу при одночасному шліфуванні різнорідних матеріалів. В дослідженнях використовувались вербальні моделі при описуванні процесів обробки, фізичні моделі, та математичні моделі при пошуку оптимальних режимів на ПЕОМ.

Розроблена оптимізаційна модель містить наступні математичні моделі: оптимізацію узагальнених режимів шліфування за пружною схемою з використанням параметрів РПК, сформованих під час правки, по критерію максимальної продуктивності; оптимізацію параметрів електроерозійних впливів на РПК при шліфуванні за пружною схемою за критерієм мінімуму питомої собівартості обробки; визначення режимів шліфування за жорсткою схемою з безперервними електроерозійними діями на РПК з використанням параметрів режиму шліфування за пружною схемою, кінематика якої аналогічна жорсткій схемі.

Технічні обмеження, які накладаються на режим шліфування, оброблювальним матеріалом, інструментом та верстатом визначали з урахуванням фізики процесу різання і закономірностей теплофізики механічної обробки. Дослідження зміни поточної лімітованої ріжучої здатності круга та витрати надтвердих матеріалів (НТМ) в процесі шліфування без ЕЕВ та з ЕЕВ на РПК виконували експериментально на фізичних моделях з наступною апроксимацією результатів регресійними залежностями. Пошук оптимальних режимів шліфування сполучень матеріалів з ЕЕВ на РПК здійснювали за допомогою розрахунків на ПЕОМ в середовищі MathCad за спеціально розробленими програмами. Результати експериментальних досліджень аналізувались методами математичної статистики.

Шліфування за пружною схемою (рис. 2) проводилися на верстаті моделі ЗГ71 модернізованому для здійснення ЕЕВ на РПК в автономній зоні за допомогою джерела технологічного струму моделі ІТТ-35 з використанням спеціального пристрою. Оброблювали зразки із матеріалів «ВК8 – сталь 45» та «Р6М5Ф3 – сталь 45» наступних розмірів: ширина компонентів із ВК8, Р6М5Ф3 та сталі 45 по 7,5 мм, загальна довжина зразка „ВК8 – сталь 45” 205 мм, зразка „Р6М5Ф3 – сталь 45” 120 мм.

Обробку зразків здійснювали кругами наступних характеристик: для «ВК8 – сталь 45» – 1А1 250×76×15×5 АС6100/80-4-М2-01, 1А1 250×76×15×5 АС6160/125-4-М2-01, 1А1 250×76×15×5 АС6200/160-4-М2-01; а для «Р6М5Ф3 – сталь 45» – 1А1 250×76×15×5 АС6100/80-4-М2-01, 1А1 250×76×15×5 КНБ 100/80-4-М2-01.



Згідно до розробленої оптимізаційної моделі в наступних розділах виконувалась оптимізація узагальнених режимів різання шліфування за пружною схемою, визначаються рівняння зміни ПЛРЗК та витрат НТМ при шліфуванні без ЕЕВ та при відновленні різальної здатності круга за допомогою ЕЕВ на

Рисунок 1 – Структурно-логічна схема дослідження

РПК, по даним яких виконано оптимізацію режимів ЕЕВ на РПК та визначено режими шліфування за жорсткою схемою.

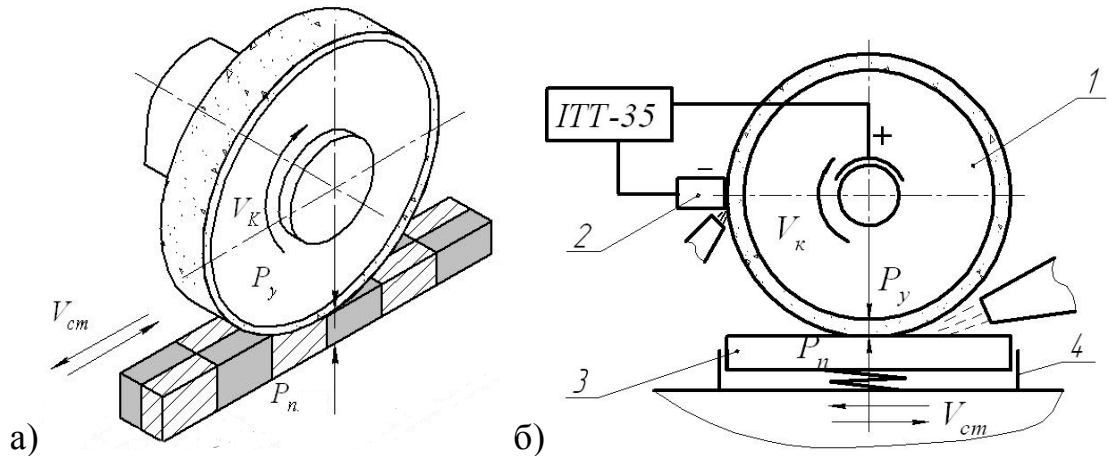


Рисунок 2 – Плоске візне шліфування різнорідних матеріалів за пружною схемою без ЕЕВ на РПК (а) та з електроерозійними діями на РПК в автономній зоні (б): 1 – шліфувальний круг, 2 – електрод, 3 – оброблювальний зразок, 4 – пристрій підтиску зразка до РПК с постійною силою P_n

В третьому розділі «Визначення режимів різання, які забезпечують максимальну продуктивність обробки при одночасному шліфуванні різнорідних матеріалів за пружною схемою» виконана оптимізація узагальнених режимів шліфування за пружною схемою шляхом розрахунку швидкості столу, яка забезпечує заданий параметр шорсткості, зусилля притискання зразка до РПК, що обмежені температурою окислювання алмазів, міцністю надтвердих матеріалів, температурою плавлення припою та температурою фазово-структурних перетворень в поверхневому шарі зразка. Визначене лімітоване зусилля притискання зразка до РПК та режими, на яких потрібно визначати залежності, що описують вплив часу оброблення на поточну лімітовану різальну здатність круга та витрат НТМ.

Визначення швидкості столу, яка забезпечує заданий параметр шорсткості обробленої поверхні находили з урахуванням кінематики візного шліфування, та параметрів РПК на основі геометричних параметрів алмазних та ельборових зерен у вигляді конусу з закругленою вершиною та різновисотності вершин зерен відносно найбільш виступаючого зі зв'язки зерна на робочій поверхні, яка сформована під час електроерозійної правки круга. Так, з урахуванням швидкості круга швидкості столу, яка забезпечує параметр шорсткості обробленої поверхні R_a 0,63 мкм, дорівнює 6 м/хв. Визначення сили підтиску «ВК8 – сталь 45» та «Р6М5Ф3 – сталь 45» до РПК виконували на основі висунутих положень, згідно до яких сила підтиску зразка до РПК є сумою радіальних складових сили різання на кожній компоненті зразка. При цьому, розрахунок радіальної складової сили різання на частині зразка з важкооброблюваного матеріалу здійснюється з умов відсутності окислення алмазних зерен РПК, відсутності механічного руйнування зерен, відсутності фазово-структурних перетворень в поверхневому шарі зразка та плавлення припою. Розрахунок радіальної складо-

вої сили різання при шліфуванні алмазними та ельборовим кругами частини зразка із сталі 45 здійснювали на режимах, однакових з обробкою твердого сплаву та швидкорізальної сталі. Після розрахунку зусиль притискання зразків до РПК за різних умов, визначали найменше значення, яке приймали як обмежуючу силу підтиску зразків до РПК. Так, обмеженням сили підтиску при алмазному шліфуванні «ВК8 – сталь 45» є окислення алмазних зерен РПК, при алмазному шліфуванні «Р6М5Ф3 – сталь 45» – температура фазово-структурних перетворень в поверхневому шарі зразка, а при шліфуванні «Р6М5Ф3 – сталь 45» кругом із КНБ – механічна міцність зерен КНБ. Значення режимів різання наведені в таблиця 1.

Таблиця 1 – Режими різання шліфування «ВК8–сталь45» та «Р6М5Ф3–сталь45», які забезпечують задані показники якості обробки

Зразок	Швид- кість круга, м/с	Швид- кість столу, м/хв	Сила підтиску зразка до РПК, для кругів наступних характеристик, Н			
			АС6			КНБ
			100/80	160/125	200/160	100/80
«ВК8–сталь45»	35	6	65	52	61	–
«Р6М5Ф3–сталь45»			60	–	–	60

Визначені режими шліфування за пружною схемою зразків «ВК8 – сталь45» та «Р6М5Ф3 – сталь 45» забезпечують максимальну продуктивність процесу, обмежену показниками якості обробленої поверхні, верстатом та інструментом, на яких виконувались експерименти для визначення рівнянь поточної лімітованої різальної здатності круга та витрат надтвердих матеріалів.

В четвертому розділі «Дослідження поточної лімітованої різальної здатності круга та витрат надтвердих матеріалів при шліфуванні різнорідних матеріалів» були знайдені рівняння регресії, які описують зміну поточної лімітованої різальної здатності круга та витрат надтвердих матеріалів інструмента при шліфуванні різнорідних матеріалів без ЕЕВ та шліфування з ЕЕВ на РПК в автономній зоні. Дослідження зміни в часі ПЛРЗК та витрат НТМ відбувалось шляхом експерименту шліфуванням на режимах різання наведених в табл.1. В результаті, шляхом апроксимації експериментальних даних, було знайдено відповідні рівняння регресії для зміни ПЛРЗК $Q(\tau)$ під час обробки (таблиця 2), та витрат НТМ $M(\tau)$ (таблиця 3).

Таблиця 2 – Вплив часу шліфування на зміну ПЛРЗК

Зразок	Характеристика круга	Різальна здатність $Q(\tau)$, мм ³ /хв
«ВК8 – сталь 45»	АС6-100/80	$113+1015\exp(-0,138(\tau-1))$
	АС6-160/125	$367+900\exp(-0,12(\tau-1))$
	АС6-200/160	$460+1782\exp(-0,128(\tau-1))$
«Р6М5Ф3 – сталь 45»	АС6-100/80	$18+837\exp(-0,165(\tau-1))$
	КНБ-100/80	$290+600\exp(-0,143(\tau-1))$

Таблиця 3 – Вплив часу шліфування на зміну витрат НТМ

Зразок	Характеристика круга	Витрати НТМ $M(\tau)$, карат/хв
«ВК8 – сталь 45»	АС6-100/80	$0,02+1,04\exp(-0,48(\tau-1))$
	АС6-160/125	$0,01+1,16\exp(-0,48(\tau-1))$
	АС6-200/160	$0,02+1,31\exp(-0,395(\tau-1))$
«Р6М5Ф3 – сталь 45»	АС6-100/80	$0,04+0,56\exp(-0,55(\tau-1))$
	КНБ-100/80	$0,03+1,83\exp(-0,49(\tau-1))$

При шліфуванні сполучень матеріалів з ЕЕВ на РПК в автономній зоні залежності ПЛРЗК та витрат НТМ від часу описуються рівняннями прямих, параметри яких наведені в таблиця 4.

$$Q_s(\tau) = K\tau + B, \text{ мм}^3/\text{хв};$$

$$M_s(\tau) = M_{cp}, \text{ карат/хв}.$$

Таблиця 4 – Інтенсивність зростання ПЛРЗК та середні витрати НТМ при шліфуванні різнорідних матеріалів з ЕЕВ на РПК

Зразок	Характеристика круга	K , мм ³ /хв ²	B , мм ³ /хв	M_{cp} , карат/хв
«ВК8 – сталь 45»	АС6-100/80	90,3	113	0,287
	АС6-160/125	61,7	367	0,0885
	АС6-200/160	62,3	460	0,118
«Р6М5Ф3 – сталь 45»	АС6-100/80	180	18	0,14
	КНБ-100/80	0	226	0,236

Знайдені рівняння, які описують зміну ПЛРЗК та витрат НТМ в процесі шліфування та відновлення різальної здатності круга при шліфуванні з одночасними ЕЕВ на РПК, дозволяють визначити оптимальні режими періодичних та безперервних ЕЕВ на РПК.

У п'ятому розділі «Визначення оптимальних режимів електроерозійних впливів на робочу поверхню круга при шліфуванні різнорідних матеріалів за пружною схемою» було розроблено математичну модель оптимізації шліфування різнорідних матеріалів з ЕЕВ на РПК в автономній зоні за критерієм мінімуму питомої собівартості обробки. На основі аналізу одного циклу «шліфування без ЕЕВ – шліфування з ЕЕВ» було визначено оптимальні значення режимів шліфування з періодичними та безперервними ЕЕВ на РПК та відповідні їм значення питомої собівартості обробки та продуктивності процесу.

При оптимізації шліфування різнорідних матеріалів з періодичними ЕЕВ на РПК було розглянуто змінні складові собівартості циклу «шліфування без ЕЕВ – шліфування з ЕЕВ» (рис. 3).

На основі даних зміни ПЛРЗК та витрат НТМ за відповідні періоди циклу «шліфування без ЕЕВ – шліфування з ЕЕВ» цільова функція питомої собівартості обробки, яка залежить від двох аргументів τ_{np} та T , $\tau_{EEB}=f(\tau_{np}, T)$ має вигляд

$$C_{nЦ}(\tau_{np}, T) = \frac{C_{Ц}(\tau_{np}, T)}{V_{МЦ}(\tau_{np}, T)} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де $C_{Ц}(\tau_{np}, T)$ – технологічна собівартість циклу, грн; $V_{МЦ}(\tau_{np}, T)$ – об'єм знятого матеріалу з поверхні зразка за цикл обробки, мм³.

Величину струму безперервних ЕЕВ $I_{\bar{o}}$ визначали з умови рівності енергій періодичних та безперервних ЕЕВ на РПК і розраховували за формулою

$$I_{\bar{o}} = I_n \frac{\tau_{ЕЕВ}}{\tau_{ЕЕВ} + T_{онм}}, \quad (2)$$

де I_n – струми періодичних ЕЕВ, А; $T_{онм}$, $\tau_{ЕЕВ}$ – оптимальний час між періодичними ЕЕВ та тривалість періодичних ЕЕВ, хв.

Оптимальні режими періодичних ЕЕВ наведені в таблиці 6, а оптимальні режими безперервних ЕЕВ – в таблиці 7.

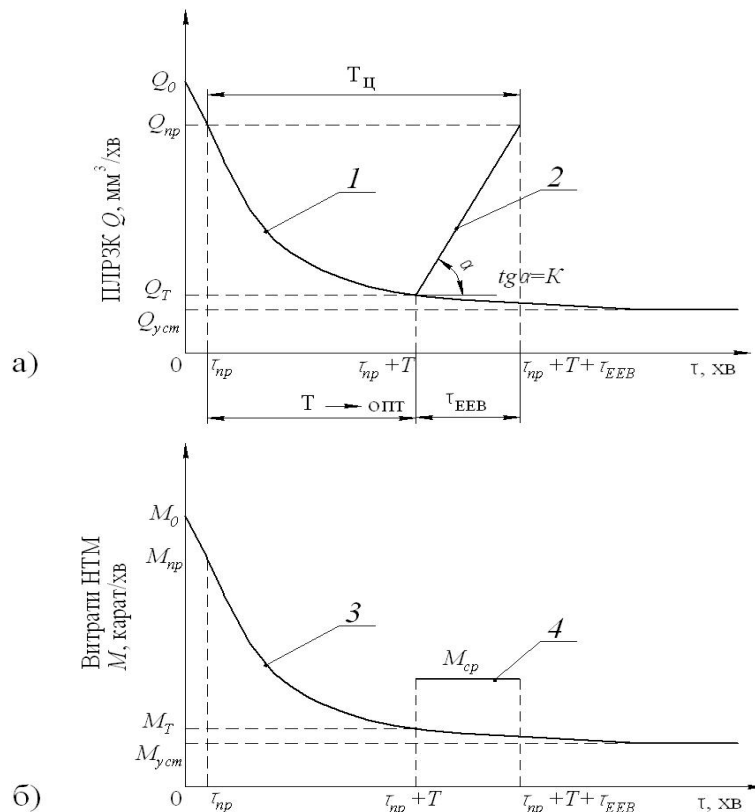


Рисунок 3 – Зміна ПЛРЗК (а) та витрат НТМ (б) на етапах шліфування та відновлення РПК: 1 – $Q(\tau)$ при шліфуванні, 2 – $Q_{\bar{o}}(\tau)$ при відновленні РПК, 3 – витрати $M(\tau)$ при шліфуванні, 4 – витрати $M_{\bar{o}}(\tau)$ при відновленні РПК

Таблиця 6 – Оптимальні режими періодичних ЕЕВ на РПК

Зразок	Характеристика круга	Режими ЕЕВ				
		$U_{хх}$, В	I_n , А	τ_{np} , хв	T , хв	$\tau_{ЕЕВ}$, хв
«ВК8 – сталь 45»	АС6-100/80	60	10	1	1	1,45
	АС6-160/125			3	1	1,3
	АС6-200/160			1	1	3,43
«Р6М5Ф3 – сталь 45»	АС6-100/80			1	1	0,71

Таблиця 7 – Оптимальні режими безперервних ЕЕВ на РПК

Зразок	Характеристика круга	U_{xx} , В	I_{θ} , А
«ВК8 – сталь 45»	АС6-100/80	60	6
	АС6-160/125		5,5
	АС6-200/160		8
«Р6М5Ф3 – сталь 45»	АС6-100/80		4

Порівняння показників шліфування кругом зернистістю 100/80 зразків „ВК8 – сталь 45” та „Р6М5Ф3 – сталь 45” різними способами (таблиця 8) показало, що з урахуванням необхідності створення автоматичної системи керування різальною здатністю круга при шліфуванні з періодичними ЕЕВ перевагу потрібно віддати шліфуванню з безперервними ЕЕВ, що забезпечує збільшення середньої продуктивності (Q_{cp}) в 2,8 рази і зменшення питомої собівартості (C_n) в 2,4 рази в порівнянні зі шліфуванням без ЕЕВ.

Таблиця 8 – Порівняння показників ефективності шліфування різнорідних матеріалів різними способами за верстато-годину

Зразок	Характеристика круга	Спосіб обробки	Q_{cp} , мм ³ /мин	C_n , грн/мм ³
«ВК8 – сталь 45»	АС6-100/80	Шліфування без ЕЕВ	250	$19,8 \cdot 10^{-4}$
		Шліфування з періодичними ЕЕВ	1040	$7,71 \cdot 10^{-4}$
		Шліфування з безперервними ЕЕВ	700	$8,2 \cdot 10^{-4}$
«Р6М5Ф3 – сталь 45»		Шліфування без ЕЕВ	118	$42,5 \cdot 10^{-4}$
		Шліфування з періодичними ЕЕВ	770	$8,7 \cdot 10^{-4}$
		Шліфування з безперервними ЕЕВ	440	$12,8 \cdot 10^{-4}$
	КНБ-100/80	Шліфування без ЕЕВ	370	$16,6 \cdot 10^{-4}$

При алмазному шліфуванні зразка з «Р6М5Ф3 - сталь 45» з безперервними ЕЕВ продуктивність підвищується в 3,7 рази, а питома собівартість знижується в 3,3 рази в порівнянні зі шліфуванням без ЕЕВ. У порівнянні зі шліфуванням без ЕЕВ кругом з КНБ збільшення продуктивності складає 16%, а зменшення питомої собівартості 29%, що свідчить про недоцільність шліфування зразка «Р6М5Ф3 - сталь 45» кругом з КНБ.

Шостий розділ «Розробка рекомендацій по шліфуванню різнорідних матеріалів з електроерозійними діями на робочу поверхню круга. Впровадження результатів дослідження» містить рекомендації щодо шліфування «ВК8 – сталь 45» та «Р6М5Ф3 – сталь 45» з управлінням різальною здатністю круга електроерозійними діями на РПК.

Рекомендації з оптимальних режимів плоского врізного алмазного шліфування «ВК8 – сталь 45» та «Р6М5Ф3 – сталь 45» за жорсткою схемою з без-

перервними ЕЕВ на РПК, які забезпечують задані показники якості обробки при мінімальній питомій собівартості обробки наведені, відповідно, в таблиці 9 та в таблиці 7, які забезпечують підвищення продуктивності та зниження питомої собівартості процесу в 2-3 рази.

Таблиця 9 – Оптимальні режими різання при шліфуванні за жорсткою схемою

Зразок	Характеристика круга	V_k , м/с	t , мкм	V_{cm} (м/хв) при різних R_a (мкм)		
				0,4	0,8	1,6
«ВК8–сталь45»	АС6-100/80	35	8	2,7	11,7	20
	АС6-160/125		8	0,76	3,6	18,2
	АС6-200/160		17	1,4	5,03	19,4
«Р6М5Ф3–сталь45»	АС6-100/80		6	2,7	11,7	20

Так, наприклад, при плоскому врізному алмазному шліфуванні зразка «ВК8 - сталь 45» за жорсткою схемою з безперервними ЕЕВ на РПК на оптимальних режимах: $V_k = 35$ м/с, $V_{cm} = 6$ м/хв, $t = 8$ мкм, $U_{cp} = 4,5$ В, $I_b = 6$ А забезпечується підвищення продуктивності в 2,64 рази і зменшення питомої собівартості в 2,27 рази, в порівнянні з алмазним шліфуванням на однакових режимах різання кругом, заправленим електроерозійним способом.

По даним досліджень було розроблено технологічний регламент, який передано Донецькому проектно-конструкторському технологічному інституті для впровадження на підприємствах вугільної промисловості донецького регіону України з очікуваним річним економічним ефектом в 12300 грн. Результати досліджень також впровадженні в навчальному процесі на кафедрі «Мехатронні системи машинобудівного обладнання» Донецького національного технічного університету.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішена важлива науково-технічна задача підвищення ефективності обробки при одночасному шліфуванні різнорідних матеріалів за рахунок оптимізації режимів по інтегральному показнику процесу, а саме поточній лімітованій різальній здатності круга.

1. Розроблена оптимізаційна модель шліфування з електроерозійними впливами на робочу поверхню круга матеріалів з різними фізико-механічними властивостями, яка дозволяє оптимізувати процес шліфування з урахуванням зміни різальних властивостей круга під час обробки.

2. Врізне алмазне шліфування за пружною схемою «ВК8 - сталь 45», що забезпечує вимоги до параметрів шорсткості $R_a = 0,63$ мкм на поверхні компоненти із ВК8, рекомендується виконувати на режимах - швидкість круга 35 м/с і швидкість столу 6 м/хв.

3. Лімітованим технічним обмеженням на силу підтиску зразка до робочої поверхні круга при шліфуванні «ВК8 – сталь 45» є температура окислення ал-

мазних зерен. При шліфуванні алмазними кругами зернистістю 100/80, 160/125 и 200/160, сила підтиску відповідно дорівнює 66,8 Н; 52,2 Н и 61,5 Н.

4. Технічним обмеженням на силу підтиску зразка до робочої поверхні круга при шліфуванні «Р6М5Ф3 - сталь 45» кругом АС6 100/80-4-М2-01 є температура фазово-структурних перетворень у поверхневому шарі обробленої поверхні. Сила підтиску дорівнює 62,3 Н.

5. Зменшення поточної лімітованої різальної здатності круга при плоскому врізному шліфуванні різнорідних матеріалів за пружною схемою описуються експоненціальними залежностями. При цьому, інтенсивність зниження ПЛРЗК при шліфуванні компоненти з ВК8 алмазним кругом відбувається менш інтенсивно у порівнянні зі шліфування компоненти із Р6М5Ф3. Збільшення зернистості круга сприяє зменшенню інтенсивності зниження ріжучої здатності.

6. Збільшення різальної здатності круга за допомогою електроерозійних впливів на робочу поверхню круга в автономній зоні при плоскому врізному шліфуванні різнорідних матеріалів за пружною схемою кругами досліджуваних характеристик описуються рівнянням прямої.

7. При шліфуванні «Р6М5Ф3 - сталь 45» кругом з КНБ електроерозійні впливи на робочу поверхню круга в автономній зоні не сприяють відновленню ріжучої здатності, в зв'язку з чим виконувати шліфування «Р6М5Ф3 - сталь 45» кругом із КНБ недоцільно.

8. Встановлено, що алмазне шліфування «ВК8 - сталь 45» і «Р6М5Ф3 - сталь 45» доцільно здійснювати з безперервними ЕЕВ на робочу поверхню круга в автономній зоні, що забезпечує в порівнянні з алмазним шліфуванням без ЕЕВ на однакових режимах різання зменшення питомої собівартості в 2,4 рази і збільшення продуктивності в 2,8 рази при обробці «ВК8 - сталь 45», а при шліфуванні «Р6М5Ф3 - сталь 45» підвищення продуктивності в 3,7 рази і зменшення питомої собівартості в 3,3 рази.

9. Оптимальні режими безперервних електроерозійних впливів на робочу поверхню круга рекомендується знаходити з використанням оптимальних режимів періодичних електроерозійних впливів на основі рівності енергій електроерозійних впливів.

10. Глибину різання при шліфуванні різнорідних матеріалів за жорсткою схемою з безперервними ЕЕВ на РПК рекомендується визначати використовуючи усталене значення ПЛРЗК.

11. Оптимальними режимами плоского врізного алмазного шліфування «ВК8 - сталь 45» за жорсткою схемою з безперервними ЕЕВ на РПК є: $V_k = 35$ м/с, $V_{cm} = 6$ м/хв, $t = 8$ мкм, $U_{cp} = 4,5$ В, $I_b = 6$ А. Дані режими забезпечує підвищення продуктивності в 2,64 рази і зменшення питомої собівартості в 2,27 рази, в порівнянні з алмазним шліфуванням на однакових режимах різання кругом, заправленим електроерозійним способом.

12. Результати досліджень впроваджені в Донецькому проектно-конструкторському технологічному інституті з очікуваним річним економічному ефектом 12300 грн і в навчальному процесі на кафедрі «Мехатронні системи машинобудівного обладнання» Донецького національного технічного університету.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ, ОСОБИСТИЙ ВНЕСОК ЗДОБУВАЧА В РОБОТАХ, ЯКІ ОПУБЛІКОВАНІ У СПІВАВТОРСТВІ

Міжнародні наукометричні бази:

1. Матюха П.Г. Определение силы поджима комбинированного образца к режущей поверхности круга, ограниченной механической прочностью алмазных зерен / П.Г. Матюха, А.В. Бурдин // Сверхтвердые материалы, 2011. - №3. – С. 65-73. *(Дисертантом була розрахована сила підтиску комбінованого зразка до робочої поверхні круга, яка обмежена механічною міцністю алмазних зерен).*

2. Бурдин А. В. Алмазное шлифование композиции ВК8-сталь 45 с управлением режущей способностью круга электроэрозионным способом / А.В. Бурдин, П.Г. Матюха // Сверхтвердые материалы. – 2013. – № 1. – С. 66-73. *(Дисертантом визначені оптимальні механічні та електричні режими шліфування композиції ВК8–сталь 45 з періодичними електроерозійними впливами на робочу поверхню круга, які забезпечують підвищення продуктивності та зменшення питомої собівартості обробки порівняно зі шліфуванням кругом, заправленим електроерозійним способом).*

Статті у фахових виданнях України:

3. Матюха П.Г. Определение составляющих силы резания при врезном шлифовании комбинированного образца / П.Г. Матюха, А.В. Бурдин, В.В. Габитов // Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Вип. 111/2010. Серія: Машиноприладобудування та транспорт. – Севастополь, 2010. – с.104-109. *(Дисертантом були експериментально встановлені складові сили різання при шліфуванні комбінованого зразка та окремо на кожній із його компонент).*

4. Бурдин А.В. Влияние зернистости алмазов на силу поджима комбинированного образца «сталь – твердый сплав» к режущей поверхности круга / А.В. Бурдин // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Машинобудування і машинознавство. – Донецьк: ДонНТУ, 2011. — Вип. 8 (190). – С. 16-25.

5. Бурдин А.В. Определение силы поджима к режущей поверхности круга, ограниченной температурой фазово-структурный превращений в поверхностном слое обработанной поверхности при шлифовании сталей по упругой схеме / А.В. Бурдин, П.Г. Матюха // Надежность инструмента и оптимизация технологических систем. Сборник научных трудов. – Краматорск – Киев: ДДМА, 2011. — Вып. №28. – С. 110-115. *(Дисертантом розраховані радіальні складові сили різання при шліфуванні швидкорізальних та легованих сталей, що обмежені температурою фазово-структурних перетворень поверхневого шару зразка).*

6. Бурдин А.В. Влияние зернистости алмазов на производительность и удельную себестоимость шлифования комбинированного образца «ВК8–сталь45» с периодическими электроэрозионными воздействиями в автономной зоне / А.В. Бурдин // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Машинобудування і машинознавство. – Донецьк: ДонНТУ, 2012. — Вип. 9 (205). – С. 9-15.

7. Матюха П.Г. Определение силы поджима комбинированного образца к режущей поверхности круга, ограниченной температурой плавления припоя / П.Г. Матюха, А.В. Бурдин // Вісник СумДУ. Серія «Технічні науки», №4, 2010. – С. 125-130. *(Дисертантом розроблено метод розрахунку сили підтиску зразка до робочої поверхні круга, обмеженою температурою плавлення припою в композиції твердий сплав зі сталлю).*

Тези та доповіді на наукових конференціях:

8. Матюха П.Г. Определение силы поджима комбинированного образца к режущей поверхности круга, ограниченной температурой плавления припоя / П.Г. Матюха, А.В. Бурдин // Машинобудування України очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво: тези доповідей Десятої всеукраїнської молодіжної науково-технічної конференції. 26-30 жовтня 2010р., м. Суми. - Суми: Вид-во СумДУ, 2010. – 149 с.

9. Матюха П.Г. Определение напряжений сдвига при шлифовании быстрорежущих, легированных и конструкционных сталей / П.Г. Матюха, А.В. Бурдин // Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Вип. 117/2011. Серія: Машиноприладобудування та транспорт. – Севастополь, 2011. – С. 96-101. *(Дисертантом було розраховане напруження зсуву для швидкорізальних, легованих та конструкційних сталей з використанням модифікації Макгрегора-Фішера).*

10. Матюха П.Г. Определение лимитированной силы поджима комбинированного образца к режущей поверхности круга при врезном шлифовании по упругой схеме / П.Г. Матюха, А.В. Бурдин // Резание и инструмент в технологических системах: Междунар. науч.-техн. сб. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – Вып. 80. – С. 181-190. *(Дисертантом визначено лімітовану силу підтиску зразків до робочої поверхні круга).*

АНОТАЦІЯ

Бурдін О.В. Підвищення ефективності обробки при одночасному шліфуванні різнорідних матеріалів за рахунок оптимізації режимів. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.03.01 - процеси механічної обробки, верстати та інструменти. - Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет», м. Донецьк, 2013.

Дисертація присвячена підвищенню ефективності процесу шліфування сполучень матеріалів з різними фізико-механічними властивостями за рахунок управління різальною здатністю круга електроерозійними впливами (ЕЕВ) на робочу поверхню круга (РПК) в автономній зоні шляхом пошуку оптимальних режимів шліфування з ЕЕВ на РПК на основі даних поточної лімітованої різальної здатності круга (ПЛРЗК) за критерієм мінімуму питомої собівартості обробки.

Пошук оптимальних режимів виконували для плоского врізного шліфування за пружною схемою, режими різання якого визначали за умови забезпечення показників якості обробки, а електричні режими ЕЕВ визначались шляхом оптимізації. При оптимізації шліфування з періодичними ЕЕВ на РПК в

основі аналізу одного циклу «шліфування без ЕЕВ - шліфування з ЕЕВ» використовували експериментальні рівняння, що описують ПЛРЗК та витрат надтвердих матеріалів. Визначення оптимальних режимів безперервних ЕЕВ на РПК по даним оптимальних режимів періодичних ЕЕВ здійснювали на основі положення про рівність енергій при обох способах управляючих дій на РПК. Перехід на шліфування за жорсткою схемою з безперервними ЕЕВ на РПК з підтримкою оптимальної глибини різання дозволяє найбільш ефективно реалізувати різальні властивості РПК.

Так, при алмазному шліфуванні сполучень «ВК8 – сталь 45» та «Р6М5Ф3 – сталь 45» за жорсткою схемою з безперервними ЕЕВ на РПК на основі даних про ПЛРЗК забезпечується збільшення продуктивності та зменшення питомої собівартості обробки в 2-3 рази. При цьому, очікуваний річний економічний ефект дорівнює 12300 грн.

Ключові слова: різнорідні матеріали, алмазне шліфування, круг з кубічного нітриду бору, безперервні електроерозійні дії, питома собівартість, продуктивність.

АННОТАЦІЯ

Бурдин А.В. Повышение эффективности обработки при одновременном шлифовании разнородных материалов за счет оптимизации режимов. – На правах рукописи.

Диссертация за соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.03.01 - процессы механической обработки, станки и инструменты. – Государственное высшее учебное заведение «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, 2013.

Диссертация посвящена повышению эффективности процесса совместного шлифования материалов с различными физико-механическими свойствами по критериям максимальной производительности и минимальной удельной себестоимости обработки за счет управления режущей способностью круга электроэрозионными воздействиями (ЭЭВ) на рабочую поверхность круга (РПК) в автономной зоне на основе данных о текущей лимитированной режущей способности круга (ТЛРСК). Решение этой научно-технической задачи осуществляется путем оптимизации режимов резания по критерию максимальной производительности, ограниченной показателями качества обработки, станком и инструментом, а также оптимизации режимов ЭЭВ на РПК с использованием данных о ТЛРСК по критерию минимума удельной себестоимости обработки.

Так, при поиске оптимальных режимов резания по критерию максимальной производительности при плоском врезном шлифовании по упругой схеме на станке мод. 3Г71, режимы резания: скорость круга, скорость стола и сила поджима образца к РПК определяются из условий, обеспечения заданного параметра шероховатости обработанной поверхности и отсутствия окисления алмазных зерен и температуры фазово-структурных превращений в поверхностном слое образца. На найденных режимах резания экспериментально находятся закономерности изменения ТЛРСК и расхода сверхтвердых материалов при шлифовании без ЭЭВ, а также при шлифовании с ЭЭВ на РПК, что позволяет

определить оптимальные режимы шлифования с периодическими ЭЭВ, к числу которых относятся: длительность шлифования без ЭЭВ и длительность шлифования с ЭЭВ на максимальной мощности электроэрозионных разрядов. Оптимизация выполняется на основе анализа одного цикла «шлифовки без ЭЭВ - шлифование с ЭЭВ» по критерию минимума удельной себестоимости обработки. Оптимальные режимы непрерывных ЭЭВ на РПК, которыми являются: напряжение холостого хода, среднее напряжение и ток на межэлектродном промежутке, находятся с использованием данных об оптимальных режимах периодических ЭЭВ на основе положения о равенстве энергий электроэрозионных разрядов при периодических и непрерывных управляющих воздействиях на РПК. Переход на шлифование образцов из разнородных материалов по жесткой схеме с непрерывными ЭЭВ на РПК осуществляется за счет определения оптимальной глубины резания в условиях стабилизации режущей способности РПК, что позволяет наиболее эффективно использовать режущие свойства круга.

Так, например, при плоском врезном алмазном шлифовании образца «ВК8 - сталь 45» по жесткой схеме с непрерывными ЭЭВ на РПК на оптимальных режимах: $V_k = 35$ м/с, $V_{cm} = 6$ м/мин, $t = 8$ мкм, $U_{cp} = 4,5$ В, $I_n = 6$ А обеспечивается повышение производительности в 2,64 раза и снижается удельная себестоимость в 2,27 раза, в сравнении с алмазным шлифованием на одинаковых режимах резания кругом, запрограммированного электроэрозионным способом.

Оптимизация плоского врезного алмазного шлифования сочетаний «ВК8 - сталь 45» и «Р6М5Ф3 – сталь 45» по жесткой схеме с непрерывными ЭЭВ на РПК по данным ТЛРСК позволила увеличить производительность и снизить удельную себестоимость обработки в 2-3 раза. При этом, ожидаемый годовой экономический эффект составил 12300 грн.

Ключевые слова: разнородные материалы, алмазное шлифование, круг из кубического нитрида бора, непрерывные электроэрозионные воздействия, удельная себестоимость, производительность.

SUMMARY

Burdin A.V. Increase of the efficiency of machining by grinding on different materials workpiece by the modes optimization.- Manuscript.

Thesis for Candidate Degree (PhD) of technical sciences, on speciality 05.03.01 - machine-engineering technology. - Donetsk National Technical University, Donetsk, 2013.

The dissertation is devoted to improving the efficiency of grinding compositions of materials with different mechanical and physical properties by controlling the cutting ability of the wheel electroerosion influences (EEI) on the working surface of the circle (WSC) in the autonomous zone by finding the optimal mode grinding with EEI on WSC based on the limited data on the current ribasement ability circle (LCRAC) on the criterion of minimum processing cost.

Finding optimal regimes occurred flat grinding mortisetion scheme for elastic and mechanical modes is determined by the conditions for ensuring quality processing, and electric modes EEI were determined by optimizing. When optimizing

grinding with periodic EEI on WSC based on analysis of one cycle "grinding without EEI - grinding with EEI" was the experimental equation LCRAC and cost superhard materials. Determination of optimum grinding with continuous EEI on the WSC is based on optimal regime of periodic EEI and the regulations concerning equality of energies in both modes control action on WSC. Switching to sand compositions of materials on rigid scheme with periodic EEI on the WSC, while maintaining a constant cutting depth, the optimal level makes the most efficient cutting performance range.

Optimization of a flat diamond grinding tracks "hart alloy - steel" and "high speed steel - steel" on a rigid scheme with continuous EEI on WSC according LCRAC allowed to increase productivity and reduce unit costs of processing by 2-3 times. In this case, the expected annual savings amounted to 12300 UAH.

Keywords: different materials, diamond grinding, wheel of cubic boron nitride, continuous electroerosion actions, unit cost, productivity.

Віддруковано на ризографі
ТОВ фірма «ДРУК-ІНФО»
Підп. до друку 23.10.2013 р.

Умов. друк арк.. 0,9

Наклад 100 прим. Замовлення №
83001, м. Донецьк, вул.. Артема, 58, к. 113
тел. 335-64-55