Матюха П.Г.

ВИСОКОПРОДУКТИВНЕ ШЛІФУВАННЯ ВАНАДІЄВИХ ШТАМПОВИХ ТА ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ СТАЛЕЙ

Донецьк

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Донецький вищий навчальний заклад
Донецький національний технічний університет

П.Г. Матюха

ВИСОКОПРОДУКТИВНЕ ШЛІФУВАННЯ ВАНАДІЄВИХ ШТАМПОВИХ ТА ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ СТАЛЕЙ

Донецьк 2008

УДК 621.923
М 38

Публікується відповідно до рішення Вченої ради Донецького національного технічного університету, протокол № 3 від18.04.2008.

Рецензенти:

Проволоцький О.Є. – завідувач кафедри технологія машинобудування Дніпропетровської національної металургійної академії України, доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України;

Вітренко В.О. – завідувач кафедри теоретичної механіки Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, доктор технічних наук, професор.

Матюха П.Г.

М 38 Високопродуктивне шліфування ванадієвих штампових та інструментальних сталей. – Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2008. – 222 с.

ISBN 978-966-377-068-0

В монографії на основі аналізу функціонування підсистем різання і електроерозійних керуючих дій на робочу поверхню круга, які складають систему шліфування с керуванням параметрами робочої поверхні круга, виконаний опис закономірностей функціонування підсистеми різання у часі при багатопрохідному шліфуванні та шліфуванні зі збільшеною довжиною дуги контактування заготовки з кругом за пружними схемами, підґрунтя яких складають математичні залежності для розрахунку складових сил різання на шліфувальному крузі у будь-який момент часу.

Викладені методики розрахунку інтенсивності видалення зв'язки та продуктів засалювання в процесі електроерозійних керуючих дій на робочу поверхню круга за заданими показниками якості та мінімальною питомою собівартістю обробки. Розроблені методики визначення оптимальних режимів шліфування ванадієвих сталей з керуванням параметрами робочої поверхні круга електроерозійним способом за пружною та жорсткою схемами.

Матеріали монографії призначені для наукових працівників, викладачів навчальних закладів, фахівців в галузі машинобудування, студентів машинобудівних вузів при виконанні магістерських робіт та дипломних проектів, а також аспірантів та докторантів.

ISBN 978-966-377-068-0
© Матюха П.Г., 2008
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», 2008

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА ……..…….. 7
1 ШЛІФУВАННЯ З КЕРУВАННЯМ ПАРАМЕТРАМИ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ КРУГА ЯК СИСТЕМА ……..... 9
1.1 Сучасні способи керування параметрами РПК при шліфуванні... 9
1.2 Деякі проблеми керування параметрами РПК при шліфуванні ... 18
1.3. Основні вимоги до способів керуючих дій на РПК при шліфуванні ……..... 20
1.4 Система алмазного шліфування з керуванням параметрами РПК. 22
1.5 Основний принцип керування параметрами РПК при шліфуванні з максимальною продуктивністю 26
2 ВАНАДЄВІ ШТАМПОВІ ТА ШВИДКОРІЗАЛЬНІ СТАЛІ, ОБЛАДНАННЯ ТА ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ЇХ ШЛІФУВАННЯ З ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНИМ КЕРУВАННЯМ ПАРАМЕТРАМИ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ КРУГА ……..... 30
2.1 Ванадієві штампові та швидкорізальні сталі..... 30
2.2 Обладнання для шліфування з керуванням параметрами РПК..... 32
2.3 Шліфувальні круги для обробки ванадієвих швидкорізальних та штампових сталей та їх характеристики 37
3 ПАРАМЕТРИ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ АЛМАЗНОГО КРУГА ПІСЛЯ ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНОЇ ПРАВКИ ТА ШЛІФУВАННЯ ВАНАДІЄВИХ ШТАМПОВОЇ І ШВИДКОРІЗАЛЬНОЇ СТАЛЕЙ 39
3.1 Існуючі моделі алмазних зерен та області їх застосування 39
3.2 Розміри алмазних зерен і відстань між ними в матриці алмазовмісного шару 42
3.3 Кількість алмазних зерен і відстань між ними на робочій поверхні нерухомого шліфувального круга 43
3.4 Геометрична форма алмазного зерна на робочій поверхні круга 48
3.5 Довжина площадок контакту на задній поверхні алмазних зерен ... 53
3.5.1 Довжина площадок контакту, сформованих при шліфуванні за жорсткою схемою 53
3.5.2 Довжина площадок контакту, сформованих при шліфуванні за пружною схемою 57
3.6 Вплив способу шліфування на довжину контактних площадок зерен 66
3.7 Параметри різновисотності алмазних зерен на РПК після алмазного та алмазно-іскрового шліфування 67
3.7.1 Параметри різновисотності алмазних зерен на РПК після алмазного та алмазно-іскрового шліфування за жорсткою схемою 67
3.7.2 Параметри різновисотності алмазних зерен на РПК після алмазного та алмазно-іскрового шліфування за пружною схемою 75
3.8 Порівняння розподілів різновисотності при шліфуванні за жорсткою та пружною схемами 76
3.9 Об'єм міжзеренного простору робочої поверхні круга 80

4 ФОРМА І РОЗМІРИ ОДИНИЧНИХ ЗРІЗІВ ПРИ МАСОВОМУ РІЗАННІ ОБРОБЛЮВАНОЇ ПОВЕРХНІ РІЗНОВИСОТНО РОЗТАШОВАНИМИ ЗЕРНАМИ 83
4.1 Вплив кінематики і різновисотного розташування зерен на форми одиничних зрізів та кількість зерен, що контактують 83
4.2 Математична модель робочої поверхні круга в процесі шліфування 97
4.3 Розрахунок розмірів одиничних зрізів на базі математичної моделі робочої поверхні круга 99
5 ІНТЕНСИВНІСТЬ ВИДАЛЕННЯ ЗВ'ЯЗКИ У ПРОЦЕСІ КЕРУЮЧИХ ДІЙ НА РОБОЧУ ПОВЕРХНЮ КРУГА ПРИ ВІДСУТНОСТІ ЗАСАЛЮВАННЯ МІЖЗЕРЕННОГО ПРОСТОРУ 101
5.1 Сили різання при шліфуванні 101
5.2 Міцність закріплення алмазного зерна в металевій зв'язці 108
5.3 Інтенсивність видалення зв'язки в процесі керуючих дій на РПК із метою виключення фазово-структурних перетворень у поверхневому шарі деталі 116
6 БАГАТОПРОХІДНЕ ШЛІФУВАННЯ ЗА ПРУЖНОЮ СХЕМОЮ З ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНИМИ КЕРУЮЧИМИ ДІЯМИ НА РПК 119
6.1 Обґрунтування способу стабілізації вихідних технологічних показників багатопрохідного шліфування за пружною схемою 119
6.2 Вплив часу оброблення на поточну фактичну глибину різання і об'єм зішліфованого матеріалу при шліфуванні за пружною схемою з постійною силою притискання заготовки до круга 132
6.2.1 Вплив часу оброблення на фактичну глибину шліфування за пружною схемою в результаті процесу зношування зерен та спільної дії процесів засалювання міжзеренного простору і зношування зерен . 132
6.2.2 Вплив часу оброблення за пружною схемою на об’єм видаленого шліфуванням матеріалу 137
6.3 Вплив сили притискання заготовки до круга і часу шліфування за пружною схемою на питому витрату алмазів 139
6.3.1 Вплив сили притискання заготовки до круга на питому витрату алмазів..... 139
6.3.2 Середня інтенсивність зносу круга при алмазному шліфуванні.... 140
6.4 Вплив часу відновлення РПК на питому собівартість шліфування.. 142
6.4.1 Залежність питомої собівартості шліфування від часу відновлення РПК внаслідок процесу зношування зерен 142
6.4.2 Залежність питомої собівартості шліфування від часу відновлення РПК внаслідок спільної дії процесів засалювання круга і зношування зерен 144
7 ШЛІФУВАННЯ ЗА ПРУЖНОЮ СХЕМОЮ ЗІ ЗБІЛЬШЕНОЮ ДОВЖИНОЮ ДУГИ КОНТАКТУВАННЯ ЗАГОТОВКИ З КРУГОМ.. 151
7.1 Математична модель процесу шліфування за пружною схемою зі збільшеною довжиною дуги контактування заготовки з кругом 151

7.1.1 Загальний методологічний підхід при розробці математичної моделі процесу алмазного шліфування за пружною схемою зі збільшеною довжиною дуги контактування заготовки з кругом 151
7.1.2 Визначення температури на поверхні різання при шліфуванні зі збільшеною дугою контакту за пружною схемою 152
7.1.3 Розрахунок сили притискання заготовки до поверхні круга при шліфуванні за пружною схемою зі збільшеною дугою контакту заготовки з кругом 155
7.1.4 Визначення швидкості переміщення зразка в напрямку РПК під час алмазного шліфування зі збільшеною дугою контакту за пружною схемою 160
7.1.5 Розрахунок кількості видаленого шліфуванням матеріалу в різні періоди шліфування за пружною схемою 166
7.2 Вихідні показники шліфування сталі Р6М5ФЗ зі збільшеною дугою контакту за пружною схемою..... 167
7.2.1 Вплив часу шліфування сталі Р6М5ФЗ на температуру на поверхні різання 167
7.2.2 Вплив зернистості алмазів на максимально допустиму силу притискання зразка до РПК 168
7.2.3 Вплив зернистості та часу оброблення на фактичну глибину шліфування 170
7.2.3 Вплив часу шліфування на швидкість переміщення зразка в напрямку РПК 170
7.2.4 Питомі витрати алмазів при шліфуванні сталі Р6М5ФЗ зі збільшеною дугою контакту за пружною схемою 184
7.3 Питома собівартість обробки при шліфуванні зі збільшеною дугою контакту за пружною схемою..... 185
7.3.1 Визначення об’єму матеріалу, який підлягає видаленню з поверхні контактних площадок на алмазних зернах за допомогою електроерозійних дій на РПК 185
7.3.2 Визначення часу оновлення РПК, необхідного для видалення продуктів засалювання з контактних площадок зерна 187
7.3.3 Розрахунок кількості видаленого матеріалу при шліфуванні зі збільшеною дугою контакту за пружною схемою 189
7.4 Розрахунок питомої собівартості шліфування зі збільшеною дугою контакту 190
7.4.1 Розрахунок питомої собівартості шліфування зі збільшеною дугою контакту за пружною схемою з електроерозійними діями на РПК 190
7.4.2 Розрахунок постійних складових собівартості шліфування за одну годину роботи верстата 191
7.4.3 Визначення перемінних складових собівартості години роботи верстата..... 192

7.4.4 Дослідження впливу режимів електроерозійних дій на РПК на питому собівартість шліфування зі збільшеною дугою контакту за пружною схемою 194
7.4.5 Особливості зміни швидкості переміщення зразка в напрямку РПК при шліфуванні з електроерозійними діями на робочу поверхню круга за пружною схемою 199
8 ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛБНИХ РЕЖИМІВ ШЛІФУВАННЯ ВАНАДІЙОВИХ СТАЛЕЙ З ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНИМИ КЕРУЮЧИМИ ДІЯМИ НА РПК 201
8.1 Визначення оптимальних режимів шліфування з електроерозійними діями на РПК при багатопрохідному шліфуванні за пружною схемою 201
8.2 Розрахунок оптимальних режимів шліфування і електроерозійних керуючих дій на РПК при шліфуванні зі збільшеною дугою контакту за пружною схемою 204
8.3 Визначення режимів шліфування за жорсткою схемою за допомогою параметрів оброблення за пружною схемою, яка має аналогічну кінематику 206
8.3.1 Визначення режимів багатопрохідного шліфування за жорсткою схемою з використанням поточної лімітованої глибини шліфування ... 206
8.3.2 Визначення режимів шліфування зі збільшеною дугою контакту за жорсткою схемою з використанням квазіпостійної швидкості переміщення зразка в напрямку РПК..... 209
ВИСНОВКИ ……..... 212
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 213