УДК 621.923

Молчанов В.Ф., канд. техн. наук, доцент
Латишев Д.В., магістр
Козаченко С.Ю., аспірант
Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, kafedra_tm@ukr.net

АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕСУ ФОРМОУТВОРЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ПРИ ШЛІФУВАННІ

Сучасний етап розвитку машинобудування характеризується вдосконаленням процесів механічної обробки. Механічна обробка деталей – складний технологічний процес, що протікає при високих швидкостях, температурах і тиску. Головною метою механічної обробки є отримання деталей із заданою точністю та якістю поверхні. Одним з чинників, що впливають на якість поверхні, є хвилястість і шорсткість. За зовнішнім видом обробленої поверхні, розмірами, формі і характеру розташування шорсткості можна певною мірою розмірковувати про явища, що відбуваються в процесі стружкоутворення, тобто утворення твердих часток [1-5].

Метою є аналіз наявних моделей процесу формоутворення поверхонь при шліфування.

При дослідженні механізму формоутворення поверхні при шліфуванні слід приділяти увагу питанню утворення шорсткості та хвилястості.

Особливості абразивної обробки дають змогу умовно визначити її місце як проміжне між процесами різання лезовими інструментами та зношуванням під час тертя: різання лезовими інструментами – шліфування – хонінгування – доведення – притирання – полірування – зношування під час тертя.

З погляду геометрії шорсткість утворюється в результаті копіювання на оброблюваній поверхні траєкторії руху різальних абразивних зерен. Пластичні деформації, що відбуваються в процесі різання, сильно змінюють мікрорельєф, що утворюється в результаті дії геометричних параметрів.

Геометрична схема утворення шорсткості при звичайному шліфуванні розглядається в наявних дослідженнях при певних допущеннях. Наприклад, професор Є.Н.Маслов [1], при виведенні формули для розрахунку перерізів зрізаних стружок, допускав, що різальні абразивні зерна йдуть один за одним, знаходячись на однаковій відстані від осі обертання шліфувального кругу. Професор А.А. Маталін [2] розглядав утворення шорсткості поверхні з урахуванням пластичних деформацій, геометричних параметрів і вібрацій в системі верстат – пристосування – інструмент – деталь. Проведеними дослідженнями доведено, що при шліфуванні металу кожне абразивне зерно, яке приймає участь в різанні, прорізає в металі канавку, що відповідає його розмірам і формі. Висота шорсткості, після кожної обробки абразивами, геометрично безпосередньо пов'язана з розмірною характеристикою зерен.

За моделлю Грановського шліфувальний круг у площині, перпендикулярній до осі його обертання, порівнюється з багатозубою фрезою, у якої кожне абразивне зерно є зубом [3].

Експериментально доведено, на зменшення шорсткості шліфованої поверхні відносно зниження ступенів впливу основні технологічні чинники можна розподілити в такому порядку: виходжування – алмазне виправлення круга – швидкісне шліфування – зменшення величини зерен круга – варіювання режимними факторами – вплив матеріалу зв'язки – вплив хімічного складу і чистоти МОР [4].

Вивчаючи процес різання в просторі, П.І.Ящеріцин [5] вніс нове поняття в теорію утворення шліфованої поверхні. На його думку, якщо спроєктувати всі зерна на робочій ділянці круга на одну площину, то з деяким наближенням можна вважати, що утворюється різальний контур, нерівності якого повністю копіюються в зоні контакту круга на оброблюваній поверхні. Чим менша нерівність різального контуру, тим він ближче

підходить до суцільного різального леза, тим шорсткість обробленої поверхні буде меншою. Звідси випливає, що шорсткість формується різальним контуром, причому однаковий різальний контур може бути створений різними способами.

На ефективність процесу механічної обробки істотний вплив має мастильно-охолоджувальна рідина (МОР). Раціональне використання МОР значно зменшує сили тертя в парі інструмент-деталь, знижує зношування і затуплення різальних лез інструменту, зменшує шорсткість і покращує якість обробленого поверхневого шару, покращує охолодження зони обробки та забезпечує краще видалення відходів із цієї зони. Однак, у процесі експлуатації мастильно-охолоджувальні рідини безперервно та інтенсивно забруднюються твердими частинками – відходами металообробки. Дослідження, проведені Л.В.Худобіним у роботі [6], показали, що тверді частинки забруднень механічного походження чинять негативний вплив на якість оброблюваних поверхонь, точність оброблення, знижують стійкість інструменту і зменшують термін експлуатації мастильно-охолоджувальної рідини.

Моделювання процесів формоутворення поверхонь є визначальним етапом під час розроблення теоретичних основ процесу шліфування. Теоретичні роботи в цій царині, як правило, спрямовані на створення модельних уявлень про шліфувальний круг як об'єкт і одержання на їхній основі аналітичних залежностей, що пов'язують вихідні параметри з характеристиками розташування елементів зерен на його робочій поверхні.

Складність отримання реалістичної моделі робочої поверхні абразивного інструменту пов'язана зі стохастичною (випадковою) природою вихідного об'єкта. Серед усіх різальних інструментів абразивні є єдиними, у яких регламентуються не геометричні параметри різальних елементів, а зерновий склад вихідної наважки зерен. Це ускладнює дослідження рельєфу інструменту, вимагає застосування методів теорії ймовірності та математичної статистики під час моделювання та опису результатів експериментальних досліджень [7, 8].

Проведений аналіз наявних досліджень процесу формоутворення поверхонь при шліфуванні показав актуальність задачі та поглибленого дослідження процесу утворення твердих частинок при шліфуванні.

Аналізуючи способи моделювання процесів формоутворення поверхонь при шліфуванні можна виокремити чотири основні елементи, на базі яких будують статистичні моделі робочої поверхні абразивно-алмазного інструменту: форма і закон розподілу розмірів зерен, закон розподілу центрів зерен в абразивному просторі, простір абразивного шару і поверхня зв'язки, яка певним чином розташована в абразивному просторі, розподіл вершин зерен відносно поверхні зв'язки.

Виходячи з проведеного аналізу наявних досліджень процесу формоутворення поверхонь при шліфуванні є необхідність в проведенні теоретичних і експериментальних досліджень процесів, що протікають у зоні контакту зерен інструменту з оброблюваним матеріалом. Дослідження поставленої задачі надасть можливість встановити механізм утворення мікронерівностей шліфованої поверхні, а знання механізму формоутворення обробленої поверхні дозволить прогнозувати якість поверхонь при шліфуванні.

Список посилань

1. Маслов Е. Н. Теорія шліфування матеріалів. – М., «Машинобудування», 1974. – 320 с.
2. Маталін А.О. Нові напрямки розвитку технології чистової обробки. – К: Техніка, 1972. – 136 с.
3. Грановський Г.И., Грудов П.П. та ін. Різання металів, Машгіз, 1954. – 471 с.
4. Основи теорії різання матеріалів: підручник [для вищ. навч. закладів] / [М.П. Мазур, Ю.М. Внуков, А.І. Грабченко, В.Л. Доброскок, В.О. Залога, Ю.К. Новосьолов, Ф.Я. Якубов ; під заг. ред. М.П. Мазура.] – 3-е вид. перероб. і доп. – Львів: Новий Світ-2000, 2020. – 471 с.
5. Ящерицин П.І. Підвищення властивостей шліфованих поверхонь. – Мінськ, «Наука і техніка», 1971. – 210 с.
6. Худобін Л.В. Мастильно-охолоджуючі середовища при шліфуванні. М., «Машинобудування», 1971. – 212 с.

7. Молчанов В.Ф. Теоретичні дослідження ймовірності заклинювання твердих частинок при шліфуванні / Вісник Житомирського державного технологічного університету / Серія: Технічні науки. – 2017.–№ 2 (80). – Т.2. – С. 114–118.

8. Лавриненко В.І., Молчанов В.Ф., Солод В.Ю., Проц Л.А. Вплив твердих частинок шлама на показники шорсткості обробленої поверхні при шліфуванні та оцінка ймовірності виникнення подряпин на ній / Надтверді матеріали. – Київ. – 2019. – Т 41, №6(224). – С. 91 – 102.

УДК 621.865:658.7

Полюхович А.Г., аспірант
poliukhovych.a@knutd.edu.ua
Ковальов Ю.А., старший викладач, к.т.н., доцент
Київський національний університет технологій та дизайну, kovalov.ya@knutd.com.ua

ОГЛЯД СУЧАСНИХ АРХІТЕКТУР І МОДЕЛЕЙ РОБОТОТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ У ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ: ВІД ПРОЄКТУВАННЯ ДО СПІВПРАЦІ З ЛЮДИНОЮ

У тезах представлено огляд актуальних підходів до проєктування мобільних робототехнічних пристроїв, що застосовуються в логістичних операціях. Основну увагу приділено механічним рішенням, типам коліс, платформ, особливостям адаптації до середовища та взаємодії з оператором. Узагальнено найперспективніші архітектури, що можуть бути покладені в основу створення універсального транспортно-логістичного пристрою.

Сучасні логістичні платформи потребують високої маневреності, конструктивної гнучкості та безпечної інтеграції в операційне середовище. У роботі [1] розглянуто проєкт мобільного робота з всенаправленими колесами, оптимізованого для переміщення між кількома робочими зонами. Автори акцентують на компактності, маневреності та придатності для умов обмеженого простору. Подібну конструктивну ідею продовжують у [2], де досліджено логістичну платформу з легких матеріалів та простою опорною архітектурою. Модель позиціонується як універсальна для навчання та тестування нових модулів.

У роботі [3] увагу приділено етапам створення транспортного прототипу: від технічного завдання до апробації. Основна цінність — опис адаптивної конструкції, яка демонструє стійкість навіть при застосуванні недорогих компонентів. У [4] розглянуто цифрові інструменти моделювання та симуляції, які дозволяють оптимізувати розміщення механічних вузлів, виявити слабкі місця конструкції ще до виготовлення фізичного зразка.

Робота [5] описує систему логістичного планування з автономними переміщеннями без треків. Хоча технічна реалізація базова, її структура демонструє важливість налаштування конструкції на взаємодію з динамічним середовищем. У [6] узагальнено моделі співпраці автономних роботів із людиною — акцент зроблено на необхідності механічної адаптивності платформи до зміни сценаріїв поведінки оператора. І, нарешті, у статті [7] зроблено огляд конструкцій AMR для складських умов із фокусом на всенаправлених приводах, модульному шасі, центрі маси й адаптації до щільного простору. Автори підкреслюють, що саме інженерні рішення лежать в основі ефективної інтеграції таких платформ у складські системи.

Висновки

Огляд літератури свідчить, що ключовими компонентами ефективного транспортно-логістичного робототехнічного пристрою є:

– модульність платформи, що дозволяє адаптувати її під різні виробничі умови [1,2];

– використання методів цифрового інжинірингу для симуляції та оптимізації конструкцій [4];