**Федорович Володимир Олексійович. Розробка наукових основ та способів практичної реалізації управління пристосовуваністю при алмазному шліфуванні надтвердих матеріалів. : Дис... д-ра наук: 05.03.01 – 2002**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Федорович В.О. Розробка наукових основ та способів практичної реалізації управління пристосовуваністю при алмазному шліфуванні надтвердих матеріалів. - Рукопис.  Дисертація у вигляді рукопису на здобуття вченого ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.03.01 - процеси механічної обробки, верстати й інструменти. - Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, 2002.  У дисертації вирішена науково-технічна проблема підвищення ефективності алмазного шліфування синтетичних надтвердих матеріалів за рахунок управління явищем пристосовуваності. Запропоновано методологію і розроблено систематику складового процесу пристосовуваності при алмазному шліфуванні надтвердих матеріалів. . На базі комплексного теоретико-експериментального вивчення 3D топографії оброблюваної поверхні і робочої поверхні шліфувального круга методом лазерного сканування, моделювання 3D напружено-деформованого стану єдиної системи "оброблюваний матеріал-робоча поверхня абразивно-алмазного круга" і динаміки зносу її елементів розроблена експертна система процесу шліфування, що дозволяє прогнозувати й оптимізувати процес бездефектної обробки, як існуючих, так і наново створюваних надтвердих матеріалів. Розроблено технічні рішення і рекомендації для практичного застосування, що дозволяє на їхній основі створювати високоефективні робочї процеси виготовлення прецизійних ріжучих інструментів із надтвердих матеріалів. | |
| |  | | --- | | 1. Пристосовуваність поверхонь, що контактують у процесі опрацювання, як об'єктивне явище цілком визначає ефективність алмазного шліфування. В результаті комплексних експериментально-теоретичних і 3D модельних досліджень розроблені наукові основи підвищення ефективності абразивно-алмазної обробки надтвердих матеріалів за рахунок управління процесом пристосовуваності шляхом спрямованого регулювання мікрорельєфу робочої поверхні кругів і через субмікрорельєф алмазних зерен.  Запропонована й обгрунтована методологія 3D моделювання напружено-деформованого стану зони шліфування як єдиної системи "НТМ-зерно-зв’язка'', що включає експериментальне вивчення 3D топографії взаємодіючих поверхонь лазерним скануванням і теоретичний опис 3D топографії абразивно-алмазних кругів. На цій основі створена імітаційна 3D модель напружено-деформованого стану системи "кристаліти надтвердого матеріалу-металлофаза-зерно-зв'язка", що дозволяє аналізувати її поводження в залежності від режимів обробки, характеристик кругів, рівня пристосовуваності системи і наявності або відсутності ЗОТС. На цій основі розроблена теоретико-експериментальна експертна система процесу шліфування, що дозволяє прогнозувати й оптимізувати процес бездефектної обробки як існуючих, так і наново створюваних надтвердих матеріалів. Розробка експертної системи виконана на рівні готового програмного продукту.  2. Теоретично обгрунтована і підтверджена модельними й експериментальними дослідженнями визначальна роль пристосовуваності (топографічна, структурно-фазова, енергетична) взаємодіючих поверхонь в ефективності процесу шліфування. Визначальним параметром, що характеризує процес пристосовуваності, є відносна фактична площа контакту, розрахунок якої робиться в два етапи. На першому етапі (макрорівень) визначається контурна площа контакту зерен з оброблюваним матеріалом і її зміна по мірі зносу круга шляхом умовної заміни дискретної поверхні квазибезперервною. На другому (мікрорівень) - визначається фактична площа контакту з урахуванням пружності металевої зв’язки за модернізованими залежностями Н.Б.Дьомкіна і І.В.Крагельского , які враховують розходження в параметрах топографії поверхонь , що контактують, (у якості характеристики жорсткості системи використовується модуль пружності металевої зв’язки).  3. Об’єднання елементів зони шліфування в єдину технічну 3D систему "НПМ-зерно-зв’язка", на відміну від диференційного підходу, дозволило установити взаємовплив їхніх фізико-механічних властивостей і геометричних параметрів на інтенсивність і характер взаємного мікроруйнування. На базі 3D моделювання напружено-деформованого стану зони шліфування запропонована науково-обґрунтована систематика механізмів руйнування її елементів з урахуванням ступеня контактування зв’язки з оброблюваним матеріалом. Систематика містить у собі типи взаємодії елементів і види їхнього руйнування. Механізми руйнування при алмазному шліфуванні надтвердих матеріалів визначаються анізотропією властивостей кристалітів алмазу, співвідношенням у контакті "м'яких" і "твердих" граней кристалітів і зерен. Доведено, що при розрахунках процесів руйнування анізотропних матеріалів слід використовувати не усереднені фізико-механічні характеристики, а їхні критичні значення з урахуванням специфіки конкретної задачі, що розв'язується. Підтверджений модельними й експериментальними дослідженнями втомлено-циклічний характер взаємного мікроруйнування як оброблюваного надтвердого матеріалу, так і алмазних зерен круга. Число циклів до руйнування визначається ступенем дефектності взаємодіючих структур і значеннями коефіцієнта тріщиностійкості.  4. Розроблена методика теоретичного й експериментального визначення питомого зносу і коефіцієнта використання потенційних ріжучих властивостей алмазних зерен, заснована на використанні в якості вимірювальної бази поверхні площадок на зернах, що стабільно утворюються при шліфуванні алмазного зразка (А.с. 1404892), дозволяє визначати оптимальні пари оброблюваного й абразивного матеріалів.  5. Створена експертна система процесу шліфування дозволяє прогнозувати й оптимізувати процес бездефектної обробки як існуючих, так і наново створюваних надтвердих матеріалів. Вона складається з двох взаємозалежних модулів - теоретичного й експериментального. У експертній системі використовується програмний комплекс розрахунків методом кінцевих елементів. Теоретичний модуль експертної системи дозволяє на заданому рівні значимості визначати значення вихідних показників і кінетику їхньої зміни в процесі пристосовуваності в залежності від фізико-механічних властивостей матеріалів, що взаємодіють, і умов обробки. Експериментальний модуль дозволяє погоджувати і корегувати результати теоретичних розрахунків при визначенні оптимальних умов шліфування і управління для обробки різних марок надтвердих матеріалів. У якості критерію оптимізації може бути обрана собівартість або продуктивність обробки, витрата алмазних кругів і різні показники якості. Використання експертної системи істотно скорочує обсяг трудомістких досліджень при визначенні оптимальних умов шліфування і управління при опрацюванні різних марок надтвердих матеріалів, у тому числі наново створюваних.  6. Встановлено, що динамічна міцність алмазних зерен є найважливішим параметром, який через характер і інтенсивність їхнього мікроруйнування визначає ефективність алмазного шліфування надтвердих матеріалів. Розроблена методика теоретичного й експериментального визначення динамічної міцності алмазних зерен безпосередньо в крузі дозволяє оцінювати цей параметр в умовах, максимально наближених до реальних, і рекомендована для атестації виготовлених шліфувальних кругів.  7. Розроблений комплекс способів ультразвукового алмазного шліфування з адаптивним комбінованим управлінням параметрами робочої поверхні кругів і субмікрорельєфом алмазних зерен, заснований на дозуванні видалення зв’язки і впливі на площадки зносу алмазних зерен алмазним індентором в діапазоні ультразвукових коливань (А.с. 1085146, 1519017). Формування на площадках зносу алмазних зерен субмікрорельєфу усуває періодичність процесу і підвищує коефіцієнт використання їх потенційних ріжучих властивостей. Для реалізації комбінованого управління процесом пристосовуваності розроблені спеціальні пристрої (А.с. 1103975, 10009685).  8. Для розроблених способів шліфування сформульовані вимоги до абразивного матеріалу круга (А.с. 1148761) і металевих зв’язок на основі заліза - з максимальним алмазоутриманням і достатньою оброблюваністю при електро-фізико-хімічному розмірному формоутворенні. Застосування залізовмісних металевих зв’язок у керованому процесі шліфування надтвердих матеріалів забезпечує сумарний позитивний ефект за рахунок підвищення використання зерен на 10-30% і активізації термоактивованого доведення за рахунок спорідненості заліза і алмазу. Доведено можливість суміщення термодоводочної і контрольної операцій при виготовленні лезового інструмента шляхом здійснення термоактивованого доведення при термосилових навантаженнях, що перевищують екстремальні умови його експлуатації.  9. Підвищення ефективності алмазного шліфування при комбінованому керуванні процесом пристосовуваності покращує коефіцієнт використання потенційних ріжучих властивостей алмазних зерен на 10-30%, знижує собівартість обробки і брак від дефектів на 5-20% за рахунок цілеспрямованої трансформації процесу і суміщення операцій продуктивного і/або прецизійного шліфування. Впровадження результатів роботи у виробництві дозволило одержати річний економічний ефект 240 тис. грн. | |