**Волошин Олександр Вікторович. Модифікація трибологічних властивостей монокристалів корунду для виробів медичного і технічного застосування : Дис... канд. наук: 05.02.01 - 2006.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Волошин О.В. Модифікація трибологічних властивостей монокристалів корунду для виробів медичного і технічного застосування. – Рукопис.**  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.01 — матеріалознавство. – Інститут монокристалів НАН України, Харків, 2006.  Дисертація присвячена дослідженню трибологічних властивостей монокристалів корунду в залежності від кристалографічних параметрів і особливостей вирощування, відпалу й обробки.  У роботі приведені результати дослідження трибологічних властивостей пар тертя з монокристалів корунду з різними комбінаціями матеріалів елементів пари та з різною кристалографічною орієнтацією контактуючих площин. Показано, що при визначеній кристалографічній орієнтації контактуючих площин монокристалічні пари тертя можуть мати досить низький і стабільний коефіцієнт тертя, а також високу зносостійкість. Установлено залежність коефіцієнта тертя і працездатності пари тертя від заданого на стадії попередньої обробки рельєфу поверхні. Ефективність застосування сапфіра в хімічній технології і в якості медичних імплантатів, крім інших факторів, залежить від ступеня змочуваності поверхні контактуючими рідкими субстанціями. Тому був досліджений вплив анізотропії решітки на змочуваність поверхні.  Всебічно досліджена можливість застосування монокристалів корунду у вузлі тертя ендопротеза кульшового суглоба. Експериментально доведено, що з пар тертя Co-Mo-Cr/поліетилен, кераміка/поліетилен, сапфір/поліетилен, по сукупності функціональних властивостей, перевагу має пара сапфір/поліетилен.  Визначено оптимальні фізико-механічні параметри сапфірових елементів для виробів медичного застосування. Показано вплив анізотропії кристалічної решітки сапфіра на міцність і точність виготовлення (несферичність) ендопротеза із сапфіровою голівкою. Для надійного кріплення монокристалічного елемента до несучої конструкції розроблена технологічна методика одержання еластичного нероз'ємного з'єднання сапфіра з титановою ніжкою, з високими демпферними характеристиками. | |
| |  | | --- | | В результаті проведених досліджень розроблені фізико-технологічні основи одержання виробів з монокристалів корунду з високими експлуатаційними біомеханічними характеристиками, встановленні залежності основних функціональних властивостей монокристалів корунду від кристалографічних параметрів, особливостей відпалу й обробки, а також розроблена конструкція ендопротезу кульшового суглоба із сапфіровою голівкою.  1. Визначено залежність трибологічних властивостей сапфіру від кристалографічних параметрів:  Експериментально встановлено, що знос сапфіру залежить від кристалографії виробів. При обробці вільним абразивів відмінність у зносі площин складає 1,7…2,1, при обробці закріпленим абразивом - 2,5…2,9 рази.  Мінімальна швидкість зносу спостерігається в площині (0001) при будь-якому виді обробки. Максимальна швидкість зносу: для закріпленого абразиву — у площині ; для вільного абразиву — у площині . Розходження, що спостерігаються у швидкості зносу, обумовлені впливом режиму шліфування на механізм відколоутворення, що у свою чергу залежить від кристалографічної орієнтації.  Показано залежність коефіцієнта тертявід кристалографії сапфіра. Найбільш низькі значення коефіцієнта тертя на рівні 0,13 отримані на парі (0001)/, у якій максимальна різниця в мікротвердості і ретикулярній щільності атомів**.**  2. Вивчена залежність змочування сапфіра рідинами різної в'язкості від кристалографічної орієнтації. Кут змочування максимальний для площини (0001). Мінімальне значення кута змочування водою спостерігається в площинах і **,**для гліцерину - у площині , що зв'язано з різною поверхневою енергією даних площин, які, відповідно, по-різному взаємодіють з молекулами полярної (дистильована вода) і неполярної (гліцерин) рідин.  3. Показано залежність зносостійкості і міцності монокристалів корунду від окислювально-відновного потенціалу середовища високотемпературного відпалу. Відпал в атмосфері водню максимально підвищує зносостійкість лейкосапфіру, що зв'язано з насиченням кристала атомами водню й збільшенням межі міцності корунду через утворення деякої частки водневих зв'язків. Відпал у вакуумі збільшує міцність на 25–42% у порівнянні з вихідним станом. Найбільший вплив на збільшення міцності робить процес послідовних відпалів у вакуумі та у водні. Такий режим дозволяє збільшити міцність сапфіра при згинанні на 60–70%. Межа міцності полірованих зразків, після відпалу в водні, на 62–78% вище, ніж відповідних шліфованих.  4. Установлено залежність коефіцієнта тертя і працездатності пари тертя від заданого на стадії попередньої обробки рельєфу поверхні. Лінійний знос пари сапфір-поліетилен з заглибленнями в сапфіровій голівці, краї яких округлені і заполіровані, знижується на 26–30 %, коефіцієнт тертя зменшується на 19–25%.  5. Експериментально доведено, що з пар тертя Co-Mo-Cr/поліетилен, кераміка/поліетилен, сапфір/поліетилен, по сукупності функціональних властивостей (коефіцієнт тертя, зносостійкість, біоінертність, відсутність хімічних реакцій) перевагою володіє пара сапфір/поліетилен.  6. З метою одержання ендопротезу кульшового суглоба із сапфіровою голівкою:  Встановлено зв'язок відхилення від сферичності при виготовленні прецизійних сапфірових куль із кристалографічними параметрами корунду.  Розроблено адгезивне з'єднання сапфір/поліетилен/титан з високими демпферними, адгезивними і механічними характеристиками.  Показано, що міцність сапфірової голівки істотно залежить від кристалографічної орієнтації. Для досягнення максимальної міцності з'єднання чашка/голівка/поліетилен/шийка при виготовленні сапфірової сфери необхідно вісь С сумістити з віссю отвору.  Розроблено і виготовлена партія ендопротезів із сапфіровою голівкою, що відповідають всім вимогам по ендопротезуванні штучного суглоба. В Інституті патології хребта і суглобів імені проф. М.И. Сітенка успішно проведені операції по ендопротезуванні даного кульшового суглоба. Клінічні дослідження показали, що нова конструкція ендопротеза кульшового суглоба із сапфіровою голівкою має переваги перед аналогами. | |