**Корнієнко Анатолій Олександрович. Формування триботехнічних властивостей композиційних електролітичних покриттів на основі нікелю створенням градієнтних структур : дис... канд. техн. наук: 05.02.04 / Національний авіаційний ун-т. — К., 2007. — 170арк. : рис. — Бібліогр.: арк. 158-167.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Корнієнко А. О. Формування триботехнічних властивостей композиційних електролітичних покриттів на основі нікелю створенням градієнтних структур**. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.04 – тертя та зношування в машинах. – Національний авіаційний університет, Київ, 2007.  Дисертацію присвячено розробленню градієнтних композиційних електролітичних покриттів зміцнених макро- та наночастинками з керованими триботехнічними властивостями. Проведено аналітичні дослідження напружено-деформованого стану одно- та багатошарових градієнтних КЕП, навантажених силами тертя. Експериментально встановлено оптимальні щодо зносостійкості будову та режими нанесення КЕП Ni-SiC. Визначено вплив кількості та розміру частинок наповнювача на триботехнічні властивості покриттів. Проведенням експериментальних досліджень впливу градієнта будови КЕП на триботехнічні властивості встановлено, що більш високою зносостійкістю характеризуються градієнтні КЕП з “прямим” градієнтом будови, що узгоджується з теоретичними розрахунками напружено-деформованого стану. Дослідженнями встановлено, що із введенням одночасно макро- та наночастинок в КЕП значно підвищується зносостійкість таких покриттів. Показано, що оплавленням покриттів Ni-SiC, які містять додатково бор, можна значно підвищити їх фізико-механічні властивості та зносостійкість. При цьому для оплавлення більш ефективним є застосування лазера, а створення дискретно-оплавлених покриттів дозволяє отримати значно вищі триботехнічні властивості порівняно з повністю оплавленими покриттями. | |
| |  | | --- | | На підставі проведених теоретичних і експериментальних досліджень у дисертації вирішено важливе науково-технічне завдання – розроблення градієнтних електролітичних покриттів на нікелевій основі з керованими триботехнічними властивостями:   1. На підставі аналітичних розрахунків напружено-деформованого стану КЕП, навантажених силами тертя, встановлено, що композиції, які містять 30 – 40 % об’ємних часток зміцнювальних включень, мають мінімальні локальні дотичні напруження у матриці. Показано, що для композиційних матеріалів, у яких механічні властивості компонентів і матриці близькі, концентрація напружень зменшується зі збереженням характеру її зміни від умісту зміцнювальної фази. Вищими механічними властивостями характеризуються покриття із стовпчастою будовою зміцнювальних фаз. 2. Проведено дослідження напружено-деформованого стану багатошарових композицій. Показано, що максимальні напруження, як дотичні, так і нормальні, зосереджуються у верхньому шарі і в міру віддалення від поверхні поступово зменшуються; у багатошарових покриттях максимальні напруження виникають на поверхні та в шарі з найвищими механічними властивостями; зі збільшенням коефіцієнта тертя м збільшуються дотичні напруження та нормальні напруження розтягу. Встановлено, що із нанесенням покриттів на градієнтний підшар відбувається значний перерозподіл напружень та їх зменшення. Найменшими напруженнями характеризуються покриття нанесені на градієнтний підшар з “прямим” градієнтом властивостей. 3. Дослідженнями впливу кількості та розміру частинок наповнювача на триботехнічні властивості покриттів установлено, що найвищою зносостійкістю характеризуються нікелеві КЕП з наповнювачем фракції 28/20 мкм, об’ємна частинка якого становить 20 – 25 %. За такого вмісту наповнювача відношення міжцентрової відстані частинок до їх розміру *L*/*d* становить 3. При *L*/*d*<3 внаслідок зменшення відстані між частиками (об’ємна частка більше 40 %) відбувається значне локальне зміцнення матриці, що призводить до зниження міцності композиції через утворення тріщин на ослаблених межах розділу частинка – частинка. Якщо *L*/*d* >>3, то зміцнення буде не суттєвим і <у1>/<у*пл*>*м* наближується до одиниці. 4. Установлено вплив структурного градієнта на зносостійкість КЕП. Порівняно з аналогічними одношаровими покриттями зносостійкість КЕП із “прямим” градієнтом будови, тобто покриттів, у яких шари розміщуються від основи у порядку зменшення в них умісту та розміру частинок наповнювача і верхнім є найбільш зносостійкий шар (з включеннями SiC дисперсністю 20 – 28 мкм), підвищується в 1,5 – 2 рази. Це пояснюється сприятливим розподілом напружень, які виникають під час тертя, що узгоджується з теоретичними розрахунками напружено-деформованого стану. 5. Уперше встановлено, що ефективним щодо підвищення зносостійкості КЕП є введення у пластичну нікелеву матрицю одночасно частинок SiC двох фракцій: наночастинки (близько 50 нм) для дисперсного зміцнення матриці та макрочастинки (28/20 мкм). Зносостійкість таких композицій в 1,3 разу вища, ніж покриттів з частинками фракції 28/20 мкм та на порядок більша ніж у КЕП зміцнених лише наночастинками. 6. Установлено, що термічна обробка КЕП складу Ni+B+SiC значно підвищує їх триботехнічні властивості завдяки отриманню в покриттях включень боридів Ni3В та евтектики Ni–Ni3В, особливо за високих навантажень. Показано, що введення частинок SiC значно підвищує зносостійкість оплавлених КЕП порівняно з покриттями складу Ni+B. 7. Показано, що порівняно з покриттями, оплавленими у вакуумі, лазерна обробка покриттів значно підвищує їх триботехнічні властивості за рахунок більшої дисперсності структурних складових, що характеризуються вищими механічними властивостями. Визначено, що дискретно-оплавлені покриття зі створенням структури стовпчастого типу характеризуються вищими триботехнічними властивостями та встановлено оптимальну площу оплавлення 25 – 40%. Порівняно з суцільно оплавленими покриттями зносостійкість таких покриттів у три рази вища. 8. Розроблені КЕП Ni+SiC у міру зростання їх зносостійкості розміщуються таким чином: одношарові покриття із включеннями фракції 28/20 мкм; покриття із співосадженими макро- та наночастинками; покриття з частинками фракції 28/20 мкм нанесені на підшар з “прямим” градієнтом будови; термічно оброблені покриттяNi+B+SiC у разі їх суцільного оплавлення у вакуумі, лазером та дискретним оплавленням смугами і точками. 9. Результати виконаних досліджень дозволили розробити необхідні рекомендації щодо формування КЕП з високими триботехнічними властивостями. Виробничі випробування технологічного процесу зміцнення і відновлення деталей КЕП системи Ni–SiC виконано без зауважень і показали підвищення довговічності в 1,5 –2 рази порівняно із заводською технологією виготовлення. Результати роботи використовуються в навчальному процесі при читанні курсу “Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів” у Національному авіаційному університеті. | |