

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем  
Кафедра біомедичної інженерії

# Дослідження застосування матеріалів для відновлення функцій опорно- рухового апарату

Малдонадо де Ханон Марі Лорена

Вінниця - 2017 р.

**Метою роботи** є дослідження застосування матеріалів для відновлення функцій опорно-рухового апарату.

**Задачі:**

Провести класифікацію існуючих протезів для відновлення функцій опорно-рухового апарату.

Дослідити конструкції сучасних протезів.

Дослідити та порівняти методи виготовлення сучасних протезів.

Провести дослідження та порівняти матеріалів для ендопротезування.

Проаналізувати питання щодо охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

**Об'єкт дослідження** – опорно-руховий апарат людини.

**Предмет дослідження** – параметри та властивості матеріалів для відновлення функцій опорно-рухового апарату.

# Класифікаційні угруповання та умовні позначення групи протезів нижніх кінцівок (ПН)

Класифікаційні угруповання	Код згідно з ISO 9999:2002	Умовне позначення виробів у підгрупі протезів нижніх кінцівок										
<p>Протези нижніх кінцівок за підгрупами:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- стопи (після ампутації в різних частинах стопи)</li> <li>- після вичленення в надп'яtkово-гомiлковому суглобі</li> <li>- гомiлки (протези після ампутації нижче колінного суглоба)</li> <li>- після вичленення в колінному суглобі</li> <li>- стегна (протези після ампутації вище колінного суглоба)</li> <li>- після вичленення в кульшовому суглобі</li> <li>- після резекції таза</li> <li>- після резекції таза та прямої кишки</li> </ul>	<p>06 24 03</p> <p>06 24 06</p> <p>06 24 09</p> <p>06 24 12</p> <p>06 24 15</p> <p>06 24 18</p> <p>06 24 21</p> <p>06 24 24</p>	<p>ПН.0.ХТ.А</p> <p>ПН.2.ХТ.А</p> <p>ПН.3.ХТ.А^</p> <p>ПН.4.ХТ.А</p> <p>ПН.6.ХТ.А</p> <p>ПН.7.ХТ.А.</p> <p>ПН.8.ХТ.А</p> <p>ПН.9.ХТ.А</p>										
<p>Розподіл виробів у підгрупі залежно від конструктивно-технологічних ознак</p>	<p>Умовне позначення (X)</p> <p>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10</p>											
<p>Ступені мобільності:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- нездатність до самостійного пересування</li> <li>- здатність пересуватися в приміщенні</li> <li>- обмежена здатність ходьби поза приміщенням</li> <li>- необмежена здатність ходьби поза приміщенням</li> <li style="padding-left: 20px;">- необмежена здатність ходьби поза приміщенням з особливо високими вимогами</li> </ul>	<p>Умовне позначення</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">M0</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">M1</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">M2</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">M3</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">M4</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> </table>		M0	0	M1	1	M2	2	M3	3	M4	4
M0	0											
M1	1											
M2	2											
M3	3											
M4	4											
<p>Рівні навантаження, кг</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- до 30</li> <li>- до 60</li> <li>- до 80</li> <li>- до 100</li> <li>- до 125</li> </ul>	<p>Умовне позначення (A)</p> <p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">5</p>											
<p>Додаткове комплектування:</p>	<p>Умовне позначення Y</p>											

## Властивості біосумісних матеріалів

Характеристики	сапфір	ZrO <sub>2</sub> - кераміка (ШПМ*)	ZrO <sub>2</sub> - кераміка (ДОНФТ**)
Міцність при згинанні, МПа	>400	>800	850
Коефіцієнт тріщиностійкості K <sub>1C</sub> , МПа·м <sup>-1/2</sup>	3,5	>7-9	8-11
Модуль Юнга, ГПа	400	200	209
Вміст тетрагональної фази, %	-	>98	100
Щільність, г/см <sup>3</sup>	3,99	6,01-6,02	6,03-6,05
Загальна пористість	-	0	0
Відкрита пористість	-	0	0
Мікротвердість, ГПа	19,4-22	10-12	10-12
Вміст Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	3 %	3 %
Обробка в автоклаві	-	МОЖЛИВА	

# Схема установки досліджень



Пара тертя вкладиш вертлужної чаші із сапфіра – стегова головка із  $ZrO_2$ -кераміки



Загальний вид установки для випробування

Умови випробувань:

- навантаження	10 Н
- частота обертання кулі	60 об/хв
- робоча рідина	розчин Рінгера
- кількість циклів навантаження	$1 \times 10^6$ циклів
- температура випробувань	37 °С
- інтервал реєстрації даних	$5 \times 10^4$ циклів

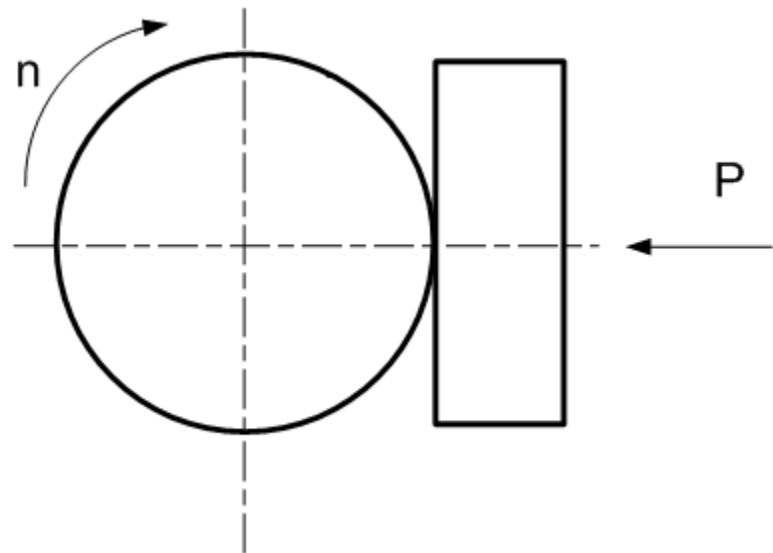
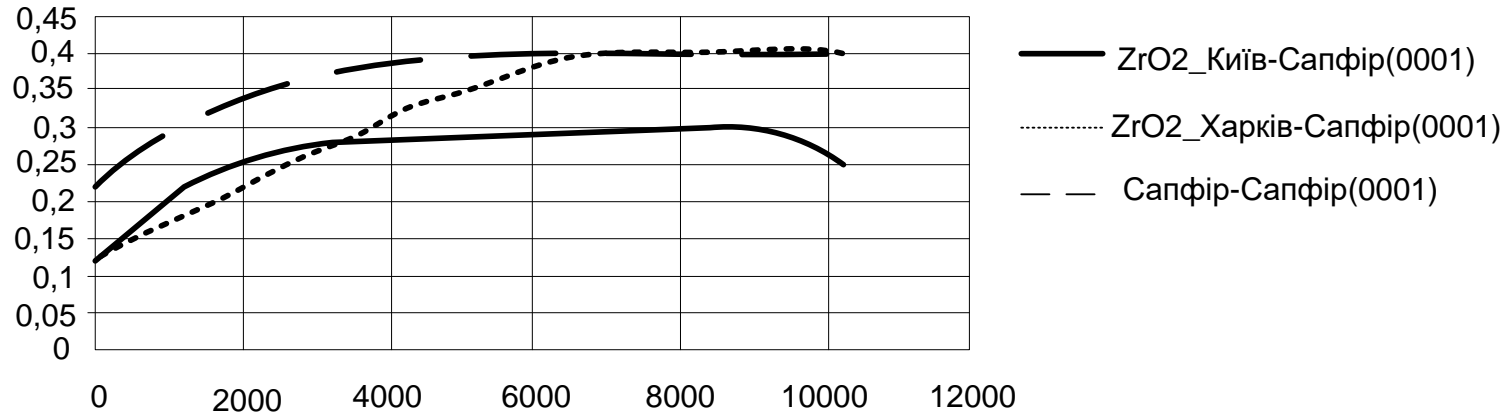
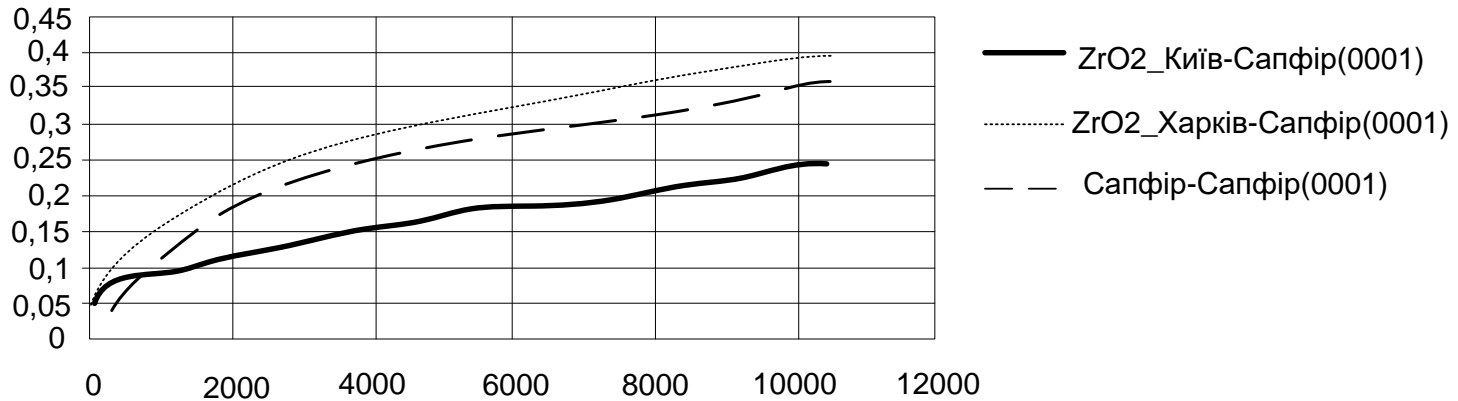


Схема обертального тертя в трибосистемі типу "шар-по-диску"

# Результати досліджень

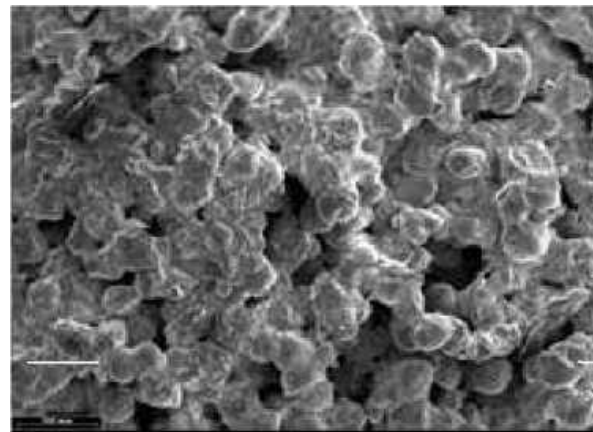
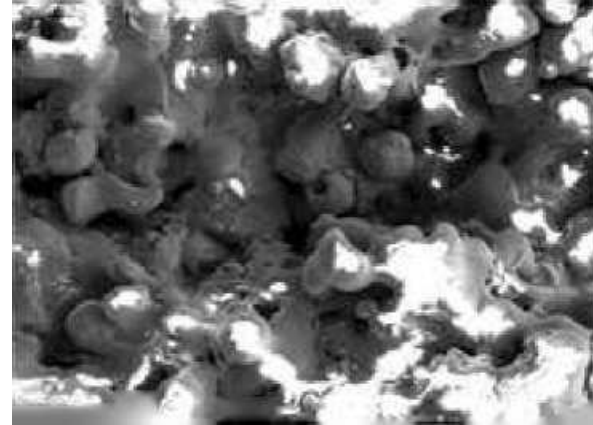


Криві відносної сили тетра пар ковзання випробуваних матеріалів з диском із сапфіра (0001) за 3 години випробувань



Криві зміни лінійного зносу пар ковзання випробуваних матеріалів з диском із сапфіра (0001) за 3 години випробувань

# Зразки титана з покриттям із біоактивної кераміки на основі гідроксилапатиту



# Матеріали вузлів тертя

Метал-поліетилен



кераміка-політилен



кераміка-кераміка



метал-метал





## Структурна модель ендопротезу суглоба



Штучна  
вертлюжна

Вкладка з  
поліетилену

Головка  
ендопротезу

Ніжка  
ендопротезу



## Економічні розрахунки

Було виконано прогнозування витрат на виконання розробки і визначено, що загальні витрати на нову розробку становлять 24088,84 грн, а витрати на виконання та впровадження результатів науково-дослідної роботи становлять 60222, 1 грн.

Дякую за увагу!