

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Механіко-машинобудівний факультет

Кафедра механічної та біомедичної інженерії

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

Студента Довбаня Михайла Миколайовича

академічної групи 132-20ск-4 ММФ

спеціальності 132 Матеріалознавство

спеціалізації _____

за освітньо-професійною програмою «Біотехнічне та медичне матеріалознавство»

на тему «Дослідження міцності біорезорбуючого гвинта з магнієвого сплаву МЛ-10»

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Панченко С.П			
Огляд літератури	Панченко С.П			
Обґрунтування вибору матеріалів та методів досліджень	Панченко С.П			
Аналіз міцності біорезорбуючого гвинта	Панченко С.П			
Рецензент				
Нормоконтролер				

Дніпро
2023

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
механічної та біомедичної інженерії
(повна назва)

(підпис) (прізвище, ініціали)
« _____ » _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню бакалавра

студенту Довбаню Михайлу Миколайовичу академічної групи 132-20ск-4 ММФ спеціальності 132 Матеріалознавство спеціалізації за освітньо-професійною програмою «Біотехнічне та медичне матеріалознавство» на тему «Дослідження міцності біорезорбуючого гвинта з магнієвого сплаву МЛ-10» затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від _____ 05.2023р. № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
Огляд літератури	Визначення актуальності проблеми	
Обґрунтування вибору матеріалів та методів досліджень	Ознайомлення з остеосинтезом, та використовуваними в ньому конструкцій. Дослідження біорезорбуючих матеріалів та гвинтів. Розгляд перспективного в цій галузі сплаву МЛ-10	
Аналіз міцності біорезорбуючого гвинта	Визначення зміни міцності та розмірів, та встановлення взаємозв'язку. Побудова наглядної 3Д-моделі гвинта	

Завдання видано _____

Дата видачі .05.2023

Дата подання до екзаменаційної комісії .06.2023

Довбань М.М

Прийнято до виконання _____

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: с 72, рис 31, табл 12, джерел 32.

БІОРЕЗОРБЦІЯ, ОСТЕОСИНТЕЗ, БІОРЕЗОРБЦІЙНІ ГВИНТИ, МЛ-10, МАГНІЄВІ СПЛАВИ.

Об'єкт дослідження – характеристики міцності біорезорбуючого гвинта зі сплаву МЛ-10.

Мета дослідження – прослідкувати процес резорбції біорезорбного гвинта зі сплаву МЛ-10, без додавання домішок та з ними, визначити втрату показників міцності і зменшення геометричних показників, та встановити залежність між ними.

Результати та їх новизна – була розглянута проблематика травмувань кісток, метод їх лікувань, а саме остеосинтез біорезорбними гвинтами. Ознайомлення з ортопедичними гвинтами та пластинами, їхніми будовою та особливостями. Були взяті до уваги, відомості по біорезорбційні гвинти, та вивчення біорезорбційних матеріалів, як концепції та поняття. У роботі увага була приділена матеріалу МЛ-10, із-за привабливих та перспективних властивостей.

Взаємозв'язок з іншими роботами – ведення наукової діяльності кафедри механічної та біомедичної інженерії Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» по вивченню процесу деградації біорозчинного імплантату, встановлення залежності втрати міцності та зменшення розмірних показників гвинта.

Сфера застосування дослідження – стан ортопедичного біорезорбуючого гвинта, під дією навколишніх біологічних факторів.

Практична значимість кваліфікаційної роботи – вивчення властивостей зразка з МЛ-10 та шляхи їх поліпшення.

ЗМІСТ

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ	4
1.1 Актуальність дослідження	4
1.2 Методи лікування переломів	8
1.3 Osteосинтез. Особливості і лікування	10
1.4 Osteосинтез з використанням біорезорбуючих гвинтів	14
1.5 Актуальність лікування травм в Україні	17
1.6 Мета роботи	19
1.7 Висновки	21
2. ОБГРУНТУВАННЯ ВИРОБУ МАТЕРІАЛІВ І МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	22
2.1 Конструкції з металу при osteосинтезі	22
2.2 Ортопедичні пластини	26
2.3 Ортопедичні гвинти	32
2.4 Біорезорбуючі гвинти	35
2.5 Біорезорбуючі матеріали	37
2.6 Особливості та переваги МЛ-10	40
2.7 Особливості кісткової тканини	44
2.8 Висновки	46
3. АНАЛІЗ МІЦНОСТІ БІОРЕЗОРБЮЮЧОГО ГВИНТА	47
3.1 Постановка задачі	47
3.2 Побудова розрахункової схеми	48
3.3 Аналітичний розрахунок	51
3.4 Дослідження властивостей розчинності гвинта	57
3.5 Вплив розчинності на міцність біорезорбуючого гвинта	63
3.6 Чисельний аналіз міцності біорезорбуючого гвинта	65
3.7 Висновки	69
ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК	70
ЛІТЕРАТУРА	72

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

1. Травмування опорно-рухового апарату є актуальною проблемою в Україні та закордоном, рішенням якої є лікування остеосинтезом, тобто, встановлення в кістку імплантату, для найкращої його фіксації. Хорошим рішенням, є використання в лікуванні біорезорбних імплантатів, що виключає повторні операції по його видаленню, та не викликає ускладнень в післяопераційний період.

2. В остеосинтезі використовуються різні конструкції, по-типу, зовнішніх фіксаторів, та стержнів, пластин та гвинтів, що встановлюються в кістку. Гвинти, завдяки своїй конструкції та багатофункціональності є дуже корисними імплантатами, що володіють високою міцністю, розподіленням навантаження, чіткою фіксацією. Біорезорбні матеріали мають велику перспективність, із-за біорезорбційних властивостей, біоінертних показників імплантатів та продуктів резорбції, та можливості підвищення в них міцності впродовж довгого часу. Одним з найліпших матеріалів є магнієвий сплав МЛ-10, бо магній є природнім елементом метаболізму, фрагменти резорбції навіть володіють корисним впливом, його модуль Юнга подібний людській кістці.

3. Результати напружень перевищують міцність сплаву МЛ-10 двократно, розрахунки велися за опором кістки на гвинт. Але в розрахунках не враховувались опір фрагментів одне на одного, зрощення уламків і тд, бо це ускладнило би процес обчислення. Розрахунки показують напруження у гвинті що надмірно перевищують межу міцності МЛ-10. Вони показують лише залежність напружень від діаметрів, що дозволяє визначити період розчинності, що це ускладнює розрахунки. Магній не пригнічує активність клітин що створюють кістку, не сприяють токсичний вплив, не деструктують клітини, тому підходять для виготовлення імплантатів. Срібло та скандій дозволяють покращити фізико-механічні показники та врегулювати розчинність МЛ-10. Міцність такого сплаву перевищує показники кістки, що дозволяє фіксувати кісткові фрагменти стопи чи кисті. Міцність його підвищується збільшенням розмірних показників.

Побудована тривимірна модель демонструє сучасний ортопедичний гвинт з гескогональним прорізом у навші. Модель була піддана навантаженням, значення яких перевищували результати теоретичних розрахунків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Інформаційно-аналітична довідка про стан травматизму невиробничого характеру в Україні за 9 місяців 2017 року <http://www.dsns.gov.ua/files/2017/11/16/555.doc.pdf>.

2. Малєєв В.О, Безпальченко, В.М. Лисюк. Аналіз та профілактика травматизму в Україні. В.М. Херсон ХНТУ. Одеса ОНАХТ. Україна, 2019.

3. Wypadki przy pracy w 2017 r. – dane wstępne, Urząd Statystyczny w Gdańsku Ośrodek Statystyki Warunków Pracy Dorota Żeromska-Mielniczuk, Gdańsk. Rzeczpospolita Polska. 2017. Нещасні випадки на виробництві в 2017 році - попередні дані. Гданськ: Статистичне управління в Гданську, Центр статистики умов праці Дорота Жеромська-Мельнічука. Республіка Польща. 2017.

4. Переломи і вивихи. Класифікація. Клінічні прояви. Діагностика. Перша медична допомога. Принципи лікування., Харків, Сипливий В.О та ін. ХНМУ, Україна. 2020.

5. Клінічні ознаки переломів https://pidru4niki.com/71513/meditsina/klinichni_oznaki_perelomiv.

6. Безпальчук П.І, Прохоров А.В, Волотовський А.І. Операції в травматології та ортопедії, Мінськ, 2001

7. Roeder, C, N.; Varga, M Pilot Study and Preliminary Results of Biodegradable Intramedullary Nailing of Forearm Fractures in Children. Ройдер С.Н.; Варга, М. Перше дослідження та попередні результати біорозкладаного інтрамедулярного кріплення переломів передпліччя у дітей. 2021.

8. Чорний В.М, Головаха М.Л, Яцун Є.В. Клінічний приклад використання біорезорбційного малеолярного гвинта для остеосинтезу внутрішньої кісточки, Запоріжжя, ЗДМУ, Україна. 2020.

9. Кривенко С.М. Патогенез поєднаної та множинної кісткової травми опорно-рухового апарату. Донецьк, ДНМУ імені Горького, Україна, 2008.

10. Профілактика виробничого травматизму та професійних захворювань за 9 місяців 2022 року. Фонд соціального страхування України, 2022.

11. Остеосинтез <https://oblast-travma.cv.ua/ru/ostiosintez>.
12. Внесок Г.А Ілізарова в розвиток світової травматології і ортопедії, історія створення принципово нового науково-практичного напрямку – методу черезкісткового остеогенезу. Структура апаратів та принцип їх роботи, умови ефективного використання.
13. А.В Каплан. Пошкодження кісток та суглобів. «Медицина», Москва, 1979.
14. Загальні питання травматології та ортопедії. М.Л Головаха та ін. Запоріжжя, ЗДМУ. Україна, 2017.
15. Арун Пал Сінгх. Кісткові пластини у ортопедії – принципи, типи і використання. Пенджаб, Kanwar Bone and Spine Clinic. Індія.
16. Г . М . Кавалерський та ін. Травматологія та ортопедія. 2008.
17. Арун Пал Сінгх. Кісткові гвинти, що використовуються у ортопедії. Пенджаб, Kanwar Bone and Spine Clinic. Індія.
18. Л.А Якімов та ін. Біодеградуючі імпланти. Становлення і розвиток. Переваги та недоліки. 2017.
19. Історія створення та розвитку біоматеріалів URL: https://vuzlit.com/42654/istoriya_sozdaniya_i_razvitiya_biomaterialov.
20. W. Okulicz-Kozaryn, ZBIÓR ARTYKUŁÓW NAUKOWYCH NAUKOWE WYSZUKAJ, Częstochow, Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie, 2015, Rzeczpospolita Polska В. Окуліч-Козарин, ЗБІРНИК НАУКОВИХ СТАТЕЙ. НАУКОВИЙ ПОШУК, Ченстохова, Академія імені Яна Длугоша, Республіка Польща, 2015.
21. Stefan Franz FISCHERAUER. PRECLINICAL CHARACTERIZATION OF BIORESORBABLE MAGNESIUM IMPLANTS FOR OSTEOSYNTHESIS. Graz, Medical University of Graz, Institute of Orthopaedics, Surgery Institute of Trauma Surgery. Republic of Austria, 2015. Стефан Франц Фішауер. Доклінічна характеристика біорезорбуючих магнієвих сплавів для остеосинтезу. Грац, Медичний університет Граца, Інститут ортопедії, Інститут травматологічної хірургії, Республіка Австрія, 2015.

22. Л.П Підгорна, Г.М Черкашина, О.В Близнюк, В.Л. Авраменко. Технологія переробки та виробництва полімерів медико-біологічного призначення, Харків, НТУ ХПІ, Україна, 2018.

23. Satish Pularura and Joachim Kohn. Trends in the Development of Bioresorbable Polymers for Medical Applications. NJ, Piscataway: Department of Chemistry Rutgers University. United State of America, 1992. Сатіш Пулапура, Йоагім Конг, Тенденції розвитку розсмоктуваних полімерів для медичного застосування, штат Нью-Джерсі, Піскаватей: Університет Рутгерса, Сполучені Штати Америки, 1992.

24. Ю.І Чапала. Титан та тантал у медицині. 2018. URL: http://www.metotech.ru/articles/art_tantal_2.pdf

25. В.А Шаломєєв, М.Д Айкін, В.В Чорний, В.В Наумик. Розробка та дослідження нового біорозчинного літійового сплаву системи Mg-Zr-Nd для остеосинтезу. Запоріжжя: ЗНТУ, ЗДМУ, Україна. 2017.

26. В.А. Шаломєєв, Е.І. Цивірко, М.Д Айкін, В.В Чорний. Перспективи використання біорозчинних магнієвих сплавів для остеогенезуЗНТУ, Запоріжжя: ЗДМУ, Україна. 2017.

27. Характеристика матеріалу МЛ-5 http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=1347.

28. Характеристика матеріалу МЛ-10 http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=1352.

29. П.О. Ковальський. Цитологія, гістологія, ембріологія. Біла Церка: БНАУ, Україна. 2008.

30. О.Я Шутурма. Хрящова, кісткова та м'язова тканини. Тернопіль: ТДМУ ім. І. Я. Горбачевського, Україна.

31. Роджер Моррісон, Кісткова тканина: характеристика, будова, утворення і ріст, штат Теннесі, Сполучені Штати Америки, 2023.

32. О.Д Луцик, А.Й Іванова, К.С Кабак, Ю.Б Чайковський. Гістологія людини, Київ, Україна, 2010.