

УДК 539.37:612.76

О. Мусієнко, Д. Фам, к.т.н., О. Моргун, Р. Діденко

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОМПОНОВКИ СТРИЖНІВ АПАРАТУ ЗОВНІШНЬОЇ ФІКСАЦІЇ НА ЖОРСТКІСТЬ СИСТЕМИ FEM АНАЛІЗОМ

O. Musiienko, Q. Pham, Ph.D., O. Morhun, R. Didenko

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine

STUDY OF THE INFLUENCE OF THE COMPOSITION OF THE RODS OF THE EXTERNAL FIXATION APPARATUS ON THE RIGIDITY OF THE SYSTEM BY FEM ANALYSIS

Abstract. A CAD/CAE model of the system was created. In accordance with the created models, load simulation (compression, bending, torsion) of these systems was carried out using the finite element method. According to the results of the FEM analysis, a comparison of the stiffness of the system with different layouts of the rods was made. It was established that the stiffness of the system has a correlation with the distance between the internal rods.

Для фіксації вогнепальних переломів використовують стержневі апарати зовнішньої фіксації (СтАЗФ), але встановлення систем фіксації за звичайною схемою є неприпустимим, оскільки призводить до повторного пошкодження кісткової тканини і до зменшення міцності та жорсткості системи «кістка – СтАЗФ» [1]. Спираючись на це, актуальним є дослідження впливу компоновки стержнів СтАЗФ на жорсткість системи, що дає змогу біль якісно лікувати пацієнтів. Експериментальні дослідження по визначенню жорсткості систем потребує відповідного обладнання, тому для дослідження проблематики даній роботи, використовується FEM аналіз [2,3].

У якості об'єктів дослідження було вибрано великогомілкову кістку з апаратом зовнішньої фіксації, що зображено на рис. 1.



Рис. 1. Об'єкт дослідження

Розглядалось 4 варіанти розміщення стержнів (рис. 2) досліджуваної моделі: стандартна схема розміщення внутрішніх стержнів (рис. 2а), схема з розведеними стержнями (рис. 2б), схема з внутрішніми стержнями, розташованими під кутом 75° до осі кістки (рис. 2в) та схема з внутрішніми стержнями, розташованими під кутом 60° до осі кістки (рис. 2г).

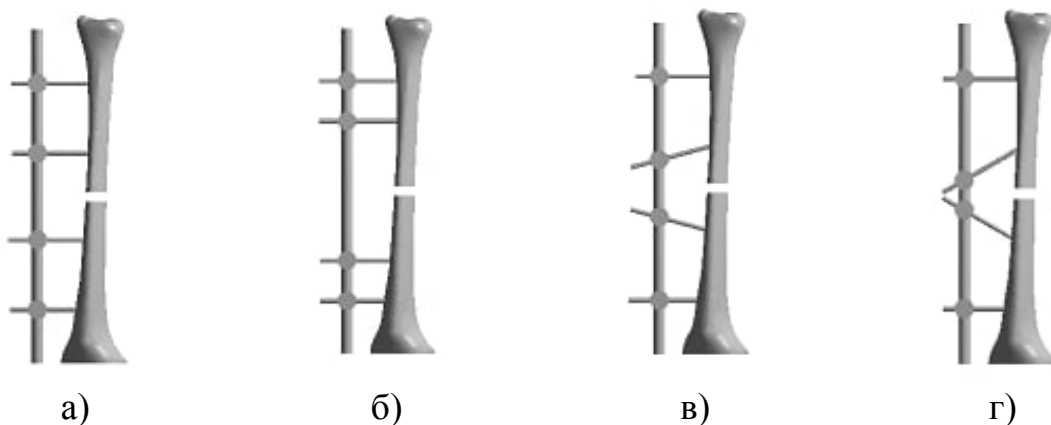


Рис. 2. Схеми розміщення внутрішніх стержнів системи

CAD модель системи «великогомілкова кістка – СтАЗФ» було створено у програмному комплексі SOLIDWORKS. Розрахунки методом скінчених елементів були проведені в програмному пакеті ANSYS Workbench. Реалізували чотири види навантаження: стиск, згин у площині розташування стержнів, згин перпендикулярно площині розташування стержнів та кручення. Схеми закріплення та навантаження зображені на рис. 3. В усіх випадках системи були навантажені силою 10Н.

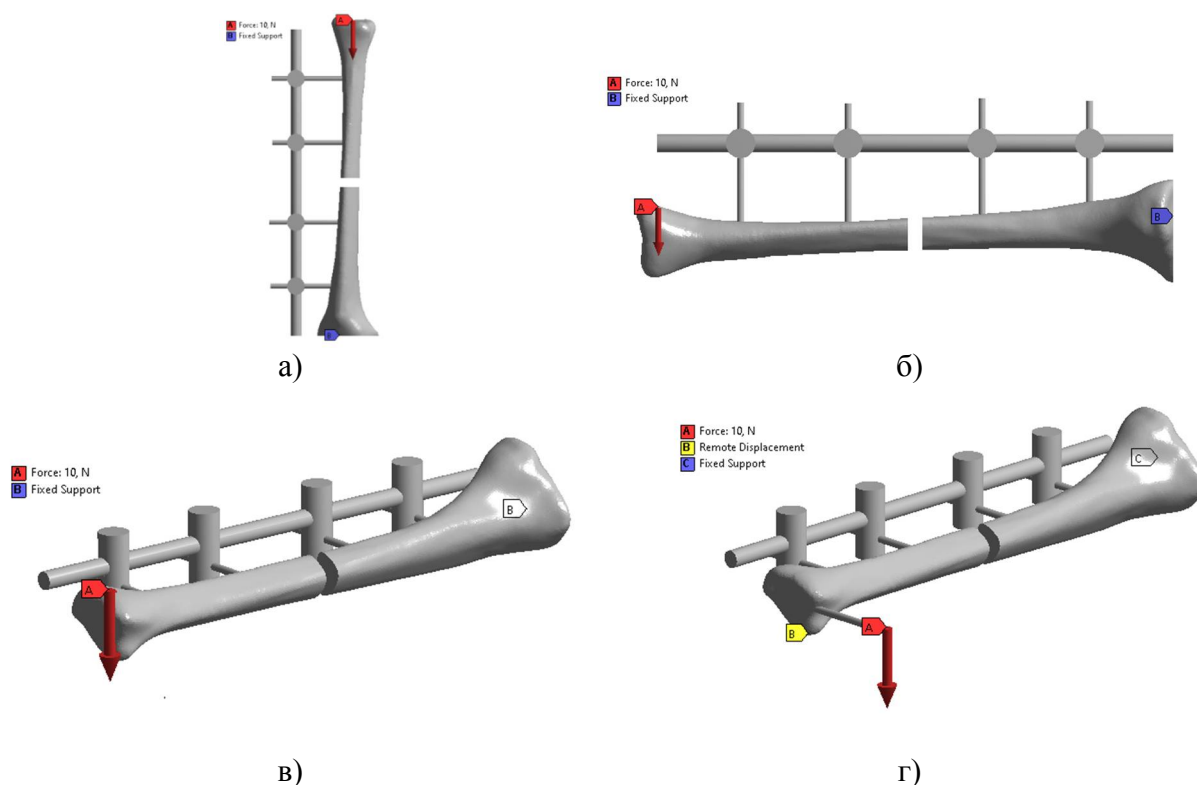


Рис. 3. Схеми закріплення для чотирьох видів навантаження, де а) – стиск, б) – згин у площині розміщення стержнів, в) – згин перпендикулярно розміщенню стержнів та г) – кручення

Для представлених систем було проведено чисельне моделювання та отримано залежності переміщень кістки від прикладеної сили, також отримані поля розподілу переміщень для різних постановок розрахункової моделі та різних розташувань стержнів, як представлено на рис. 4.

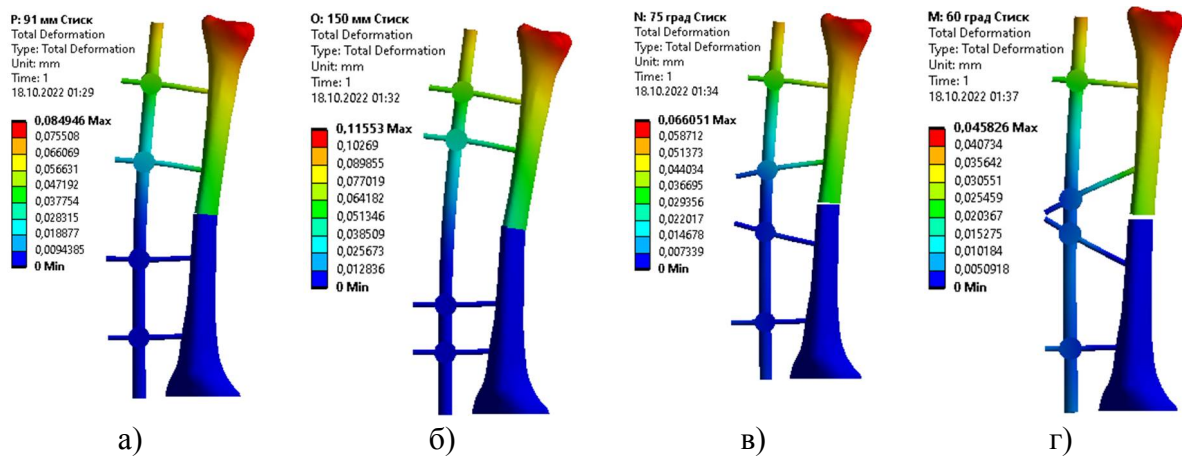


Рис. 4. Результати переміщень точок систем при прикладанні сили 10Н в чотирьох видах навантаження

За результатами чисельного моделювання отримано значення жорсткості систем при різному розташуванні стержнів, що представлено в табл. 1.

Табл. 1. Жорсткість систем при різних видах навантажень, Н/мм

Розташування стержнів	Стиск	Згин у площині розташування стержнів	Згин перпендикулярно до площини розташування стержнів	Кручення
Стандартне	117,65	35,34	12,69	16,42
З віддаленими стержнями	86,21	27,25	7,6	15,43
75град	151,52	40,65	13,79	14,08
60град	217,39	44,44	12,62	16,61

З результатів, показаних у табл. 1, можна зробити висновок, що жорсткість систем залежить від варіантів розташування внутрішніх стержнів АЗФ. що найменшу жорсткість має система з віддаленим розташуванням стержнів, а найбільшу система з розміщенням стержнів під кутом 60.

Література.

1. Shydlovs'kyi M. S., Musienko O. S., Laksha A. A. The Effect of Gunshot Injuries of the Bone Tissue on Its Mechanical Characteristics. *Strength of Materials*. Vol. 53, No. 3, 2021, P. 463-470.
2. Mathematical modeling of options for osteosynthesis of distal tibial metaphyseal fractures type C1 / V. L. Vasyuk et al. *TRAUMA*. 2019. Vol. 20, no. 1. P. 28–37.
3. Дослідження напружено-деформованого стану моделі гомілки з переломом середньої третини великогомілкової кістки при різних варіантах остеосинтезу в умовах зростаючого стискаючого навантаження на систему «імплантат – кістка» / М. У. Stroiev та ін. *TRAUMA*. 2022. Т. 23, № 1. С. 19–29.