

**Мусієнко О.С.<sup>1</sup>, Стасевич О.Д.<sup>1</sup>**, *наук. кер. Шидловський М.С.<sup>1</sup>, к.т.н, доц., Лакша А.М.<sup>2</sup>, д.м.н., проф.*

<sup>1</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», e-mail: [olga.musinko@mail.ru](mailto:olga.musinko@mail.ru)

<sup>2</sup>Українська військово-медична академія, м. Київ

## **ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗТАШУВАННЯ СТЕРЖНІВ В АПАРАТАХ ЗОВНІШНЬОЇ ФІКСАЦІЇ ВОГНЕПАЛЬНИХ ПЕРЕЛОМІВ**

При влученні снаряду у кістку відбувається руйнування кісткової тканини. Через велику швидкість снаряду (кулі), за рахунок чого вона має велику інерцію, кістка руйнується додатково на відстані до 40 мм від місця влучення. При такій умові встановлювати стержневий апарат зовнішньої фіксації (СтАЗФ) за схемою, що використовується для звичайного (не вогнепального) перелому кістки, недопустимо, так як стрижні, що знаходяться поблизу місця перелому, потраплятимуть у пошкоджену кісткову тканину. Рациональне розміщення стержнів в СтАЗФ підвищує жорсткість системи та запобігає недопустимим зміщенням частин перелому при транспортуванні постраждалих в результаті вогнепальних та інших поранень.

Для дослідження впливу кутів нахилу стержнів на жорсткість системи «кістка з переломом - СтАЗФ» використано два варіанта системи закріплення: 1-й – СтАЗФ, розміщений на двох металевих стрижнях, кожен з яких має фіксатор, що дає змогу закріплювати стержні СтАЗФ під кутами 15°, 30°, 90°; 2-й – СтАЗФ закріплений на натуральній кістці під тими ж самими кутами, що і у 1-му варіанті.

Для визначення механічних властивостей зразка проводили його компресійне навантаження за допомогою універсальної випробувальної машини. Систему встановлювали на рухомому столі машини. Навантаження прикладали шляхом вертикального переміщення стола. Результати випробувань реєстрували у вигляді діаграми деформування в координатах «зусилля - деформація». Проводили чотири види навантаження – стиск, кручення, згин у двох напрямках (у площині розміщення стержнів та у перпендикулярній площині). Результати випробувань приведено для системи металевих стрижнів при стандартному розміщенні стержнів (перпендикулярно поверхні кістки) та під кутом 30°.

Діаграми деформування у координатах «навантаження, Н - переміщення, мм» зображені на рис. 1 (стандартне розміщення спиць) та рис. 2 (спиці з нахилом 30° відносно перпендикуляру до поверхні кістки).

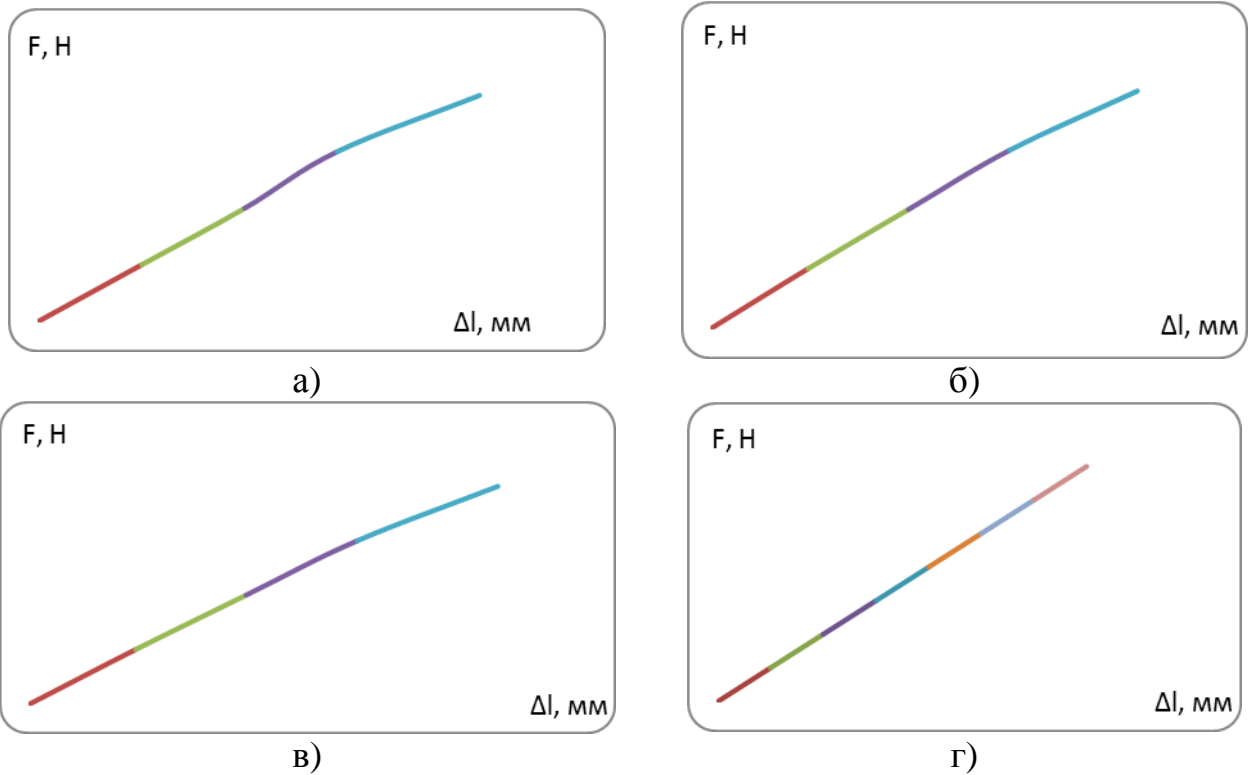


Рис. 1. Діаграми деформування СтАЗФ з стандартним розташуванням стержнів: а) згин поперек площини розміщення стержнів, б) згин у площині розміщення стержнів, в) кручення, г) стиск

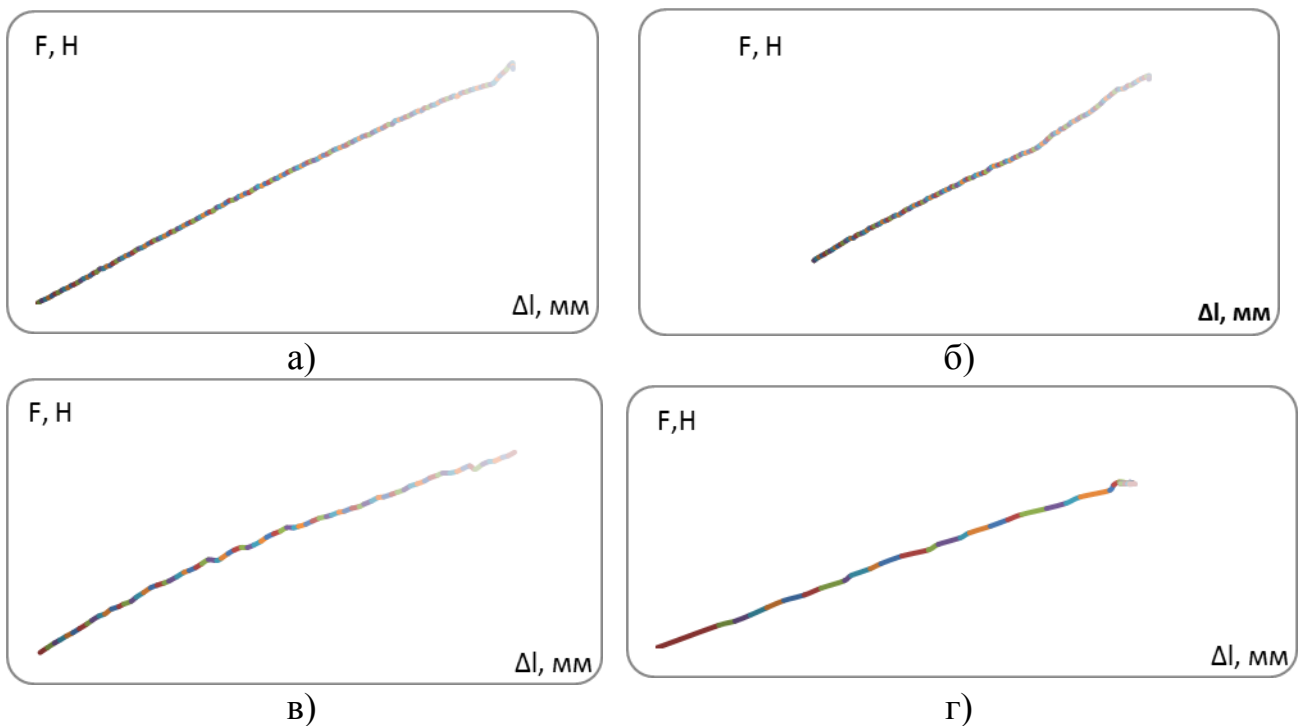


Рис. 2. Діаграми деформування СтАЗФ з розташуванням стержнів під кутом 30°: а) згин поперек площини розміщення стержнів, б) згин у площині розміщення стержнів, в) кручення, г) стиск

Видно, що досліджені системи в дослідженому діапазоні зусиль практично лінійні. Тому для порівняння способів розташування стержнів у СтАЗФ доцільно використовувати приведені деформації як відношення абсолютної загальної деформації системи (переміщення точки прикладання навантаження) до навантаження (мм/Н).

Як приклад, у табл. 1 наведені результати розрахунків приведених деформацій СтАЗФ з різними кутами нахилу стержнів.

Таблиця 1. Результати випробувань СтАЗФ з двома варіантами розміщення стержнів

<i>Вид навантаження</i>	<i>Приведена деформація <math>\delta</math>, Н/мм</i>	
	<i>Стандартне розміщення стержнів</i>	<i>Розміщеними стержнів під кутом <math>30^0</math></i>
<i>Стиск</i>	0,016	0,012
<i>Згин у напрямку 1</i>	0,518	0,357
<i>Згин у напрямку 2</i>	0,295	0,280
<i>Кручення</i>	0,130	0,126

### **Висновки.**

Випробування показали, що кут нахилу стержнів суттєво впливає на загальну жорсткість системи «кістка з модельованим переломом - стержневий апарат зовнішньої фіксації».

Збільшення кута нахилу стержнів підвищує жорсткість системи при стиску та при згині у площині закріплення стержнів та в меншій мірі впливає на жорсткість при крученні та згині в площині, що перпендикулярна стержням.

### **Список використаних джерел**

1. Гайдаш А.А., Сеница Л. Н., Баширов Р.С. и др. Тонкая структура кости и разрушение костной ткани при импульсном нагружении (к проблеме ударно-волнового остеопороза) // Современная баллистика и смежные вопросы механики: Материалы Всерос. науч. конф. – Томск: ТГУ, 2009. – С.19-22.
2. Ищенко А.Н., Белов Н.Н., Гайдаш А.А. и др. Структурные механизмы и математическое моделирование разрушения костной ткани при высокоскоростном ударе // Медицина экстремальных ситуаций – 2011. – С.15- 23
3. Лакша А.М., Шидловский Н.С., Ковбаса Н.Л., Лакша А.А. Метод оценки биомеханических характеристик костной ткани в области огнестрельного перелома // Матеріали науково-практичної конференції "Проблеми біомеханіки та медичного матеріалознавства" – Київ, 2013. – Літопис травматології та ортопедії, №1-2/2014 (29-30). – С.208.