

**М.Шидловський, А.Лакша,
Є.Скобенко, М.Ковбаса**
БІОМЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ
РІЗНИХ СПОСОБІВ ФІКСАЦІЇ
КОСОГО ПЕРЕЛОМУ
ПРОКСИМАЛЬНОГО ЕПІФІЗУ
ВЕЛИКОГОМІЛКОВОЇ КІСТКИ



Постановка задачі

Останнім часом у хірургічній практиці застосовують фіксацію відламків кісток самокомпресуючими (диференційними) гвинтами.

Особливість цих гвинтів полягає в наявності двох ділянок з різьбами різних діаметрів та кроків.

Принцип дії таких гвинтів заснований на різниці лінійних переміщень ділянок з різними кроками різьби.

Мета досліджень: оцінити надійність фіксації переломів за допомогою стандартних та самокомпресуючих гвинтів, що фіксують косий перелом проксимального епіфізу великогомілкової кістки у реальних, включаючи циклічні, режимах дії зовнішніх навантажень.

Методи досліджень

В експериментах використовували натурні препарати кінцівок.

Закріплення переломів виконували стандартними (ГСт) та самокомпресуючими (ГСк) гвинтами.

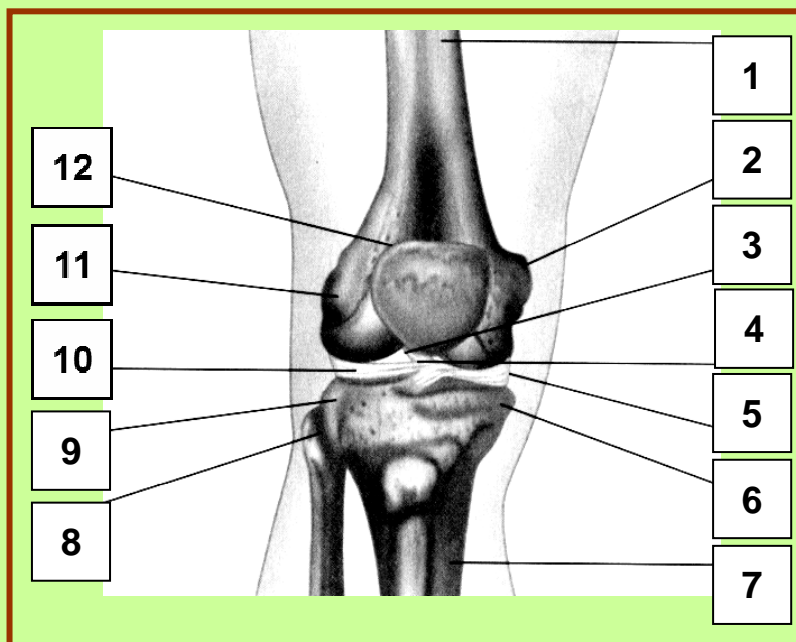
Побудовано діаграми деформування при стиску непошкоджених кісток та кісток з переломами.

При циклічних випробуваннях здійснювали компресійні навантаження та розвантаження між двома заданими значеннями сил.

Препарати піддавали ступінчастому навантаженню, що було прикладене до відламка медіального виростка в осьовому напрямі кістки та викликало взаємний зсув частин перелому.

3

Об'єкти випробувань та типи переломів



- 1 – стегнова кістка;
- 2 – медіальний надвиросток;
- 3 – задня хрестоподібна зв'язка;
- 4 – передня хрестоподібна зв'язка;
- 5 – медіальний меніск;
- 6 – медіальний виросток;
- 7 – великогомілкова кістка;
- 8 – головка малогомілкової кістки;
- 9 – латеральний виросток;
- 10 – латеральний меніск;
- 11 – латеральний надвиросток;
- 12 – наколінок

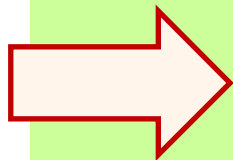


Колінний суглоб з косим переломом медіального виростка проксимального метаепіфіза великогомілкової кістки

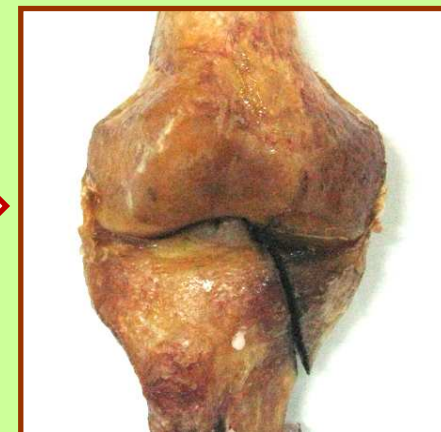
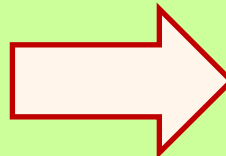
4

Моделювання переломів та закріплення

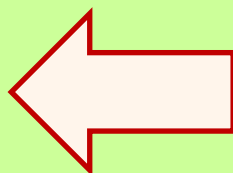
Інструменти та гвинти



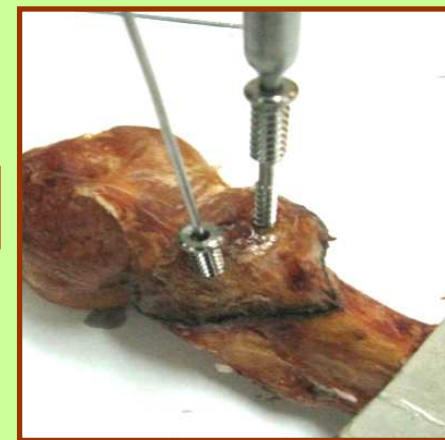
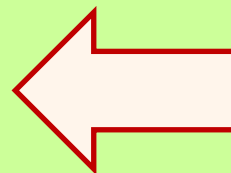
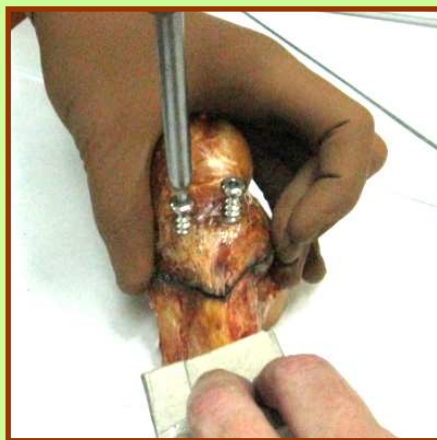
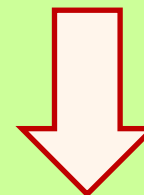
Остеотомія



Готовий препарат



Остеосинтез



5

Способи фіксації переломів гвинтами



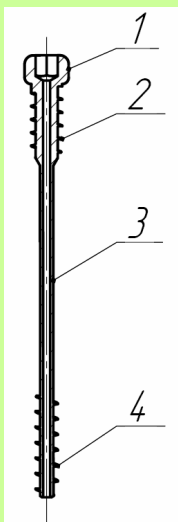
*Гвинти для остеосинтезу
(зверху самокомпресуючі,
знизу стандартні)*



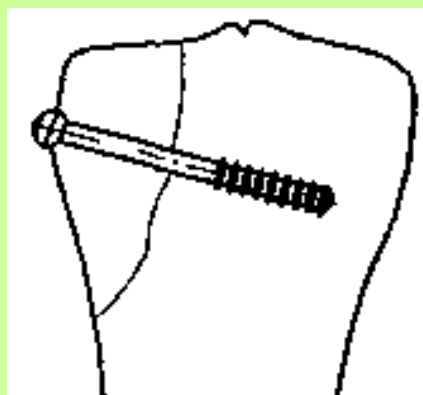
*Переріз суглоба скріпленого
самокомпресуючим гвинтом*



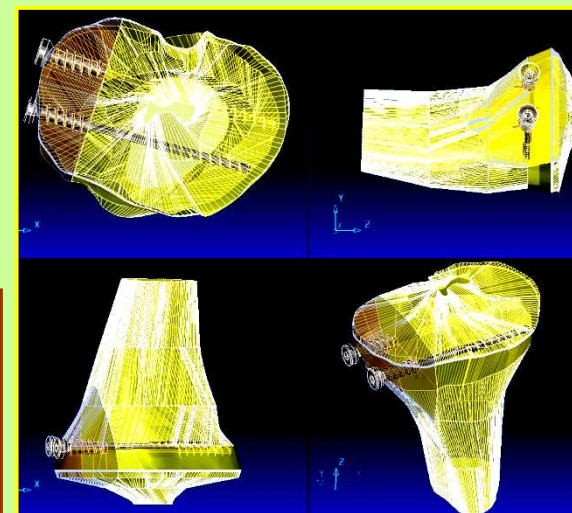
*Переріз суглоба
скріпленого стандартним
гвинтом*



- 1 - головка гвинта*
- 2 - різьба діаметром
7 мм*
- 3 - тіло гвинта*
- 4 - різьба діаметром
5 мм*

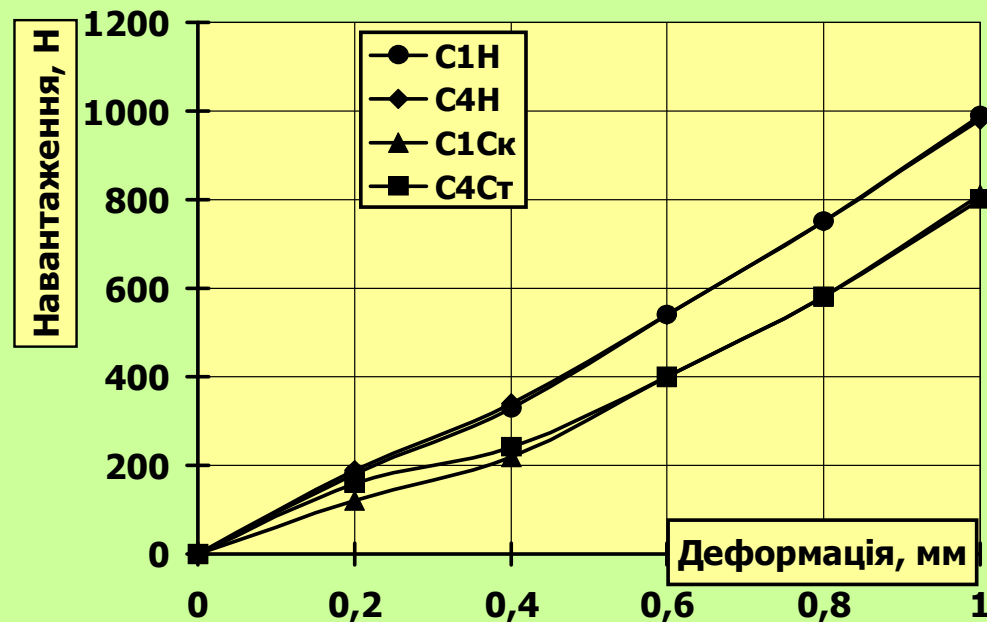


*Схема остеосинтезу
уламків
канюльованими
гвинтами.*



6

Способи випробувань при короточасних одноразових навантаженнях



Зразок встановлювали на рухомому столі випробувальної машини. Навантаження прикладали шляхом вертикального переміщення рухомого стола машини.

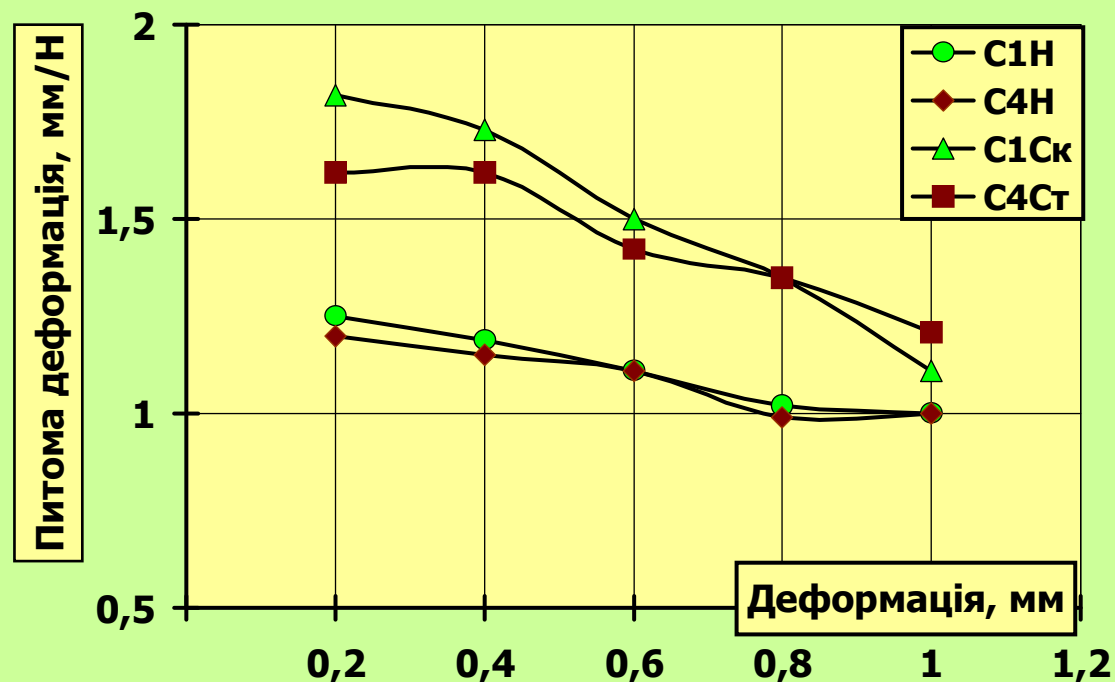
Попереднє навантаження становило 50 Н.

Стиск препарату проводили з постійною швидкістю деформації.

Отримана інформація фіксувалася у вигляді діаграми деформування в координатах "зусилля P – абсолютна деформація Δ ".

7

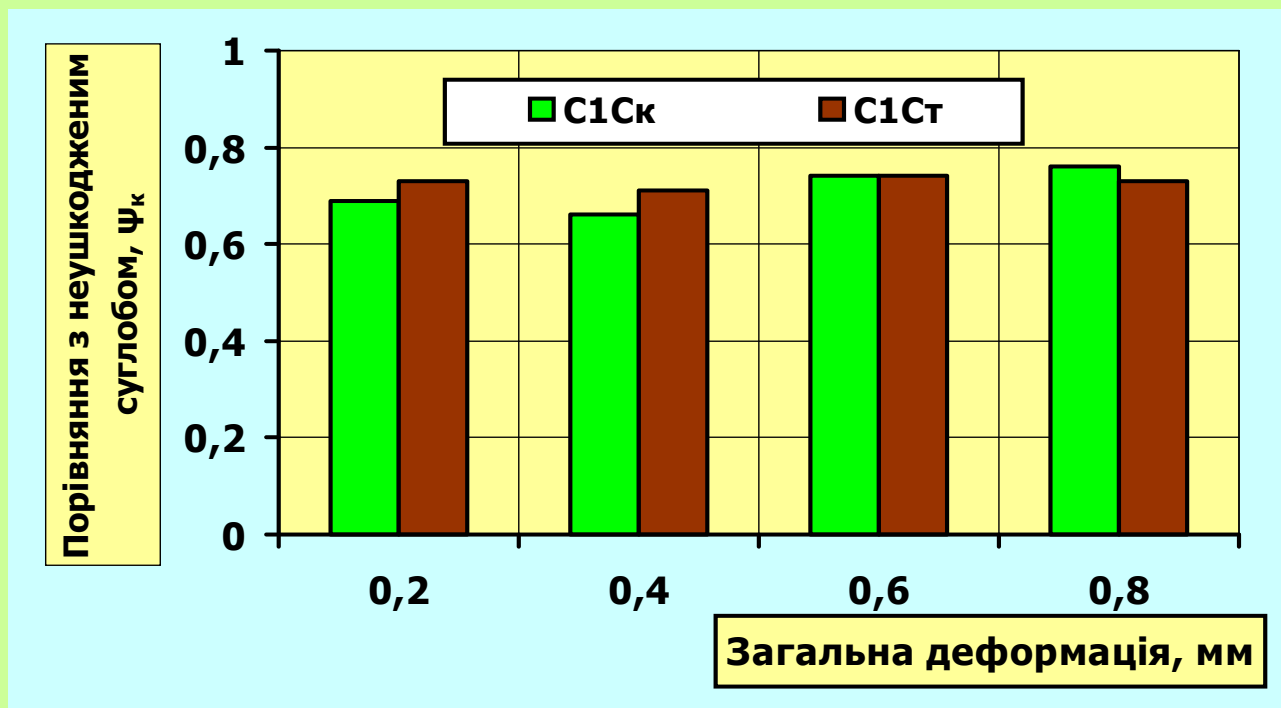
Порівняння деформацій непошкоджених суглобів та суглобів з модельованими переломами



Залежності питомих деформацій непошкоджених колінних суглобів (C1H та C4H) та суглобів з переломами, з'єднаним самокомпресуючими (C1Cк) та стандартними (C4Cт) гвинтами, від загальних деформацій препаратів (дані одержано шляхом обробки діаграм деформування)

8

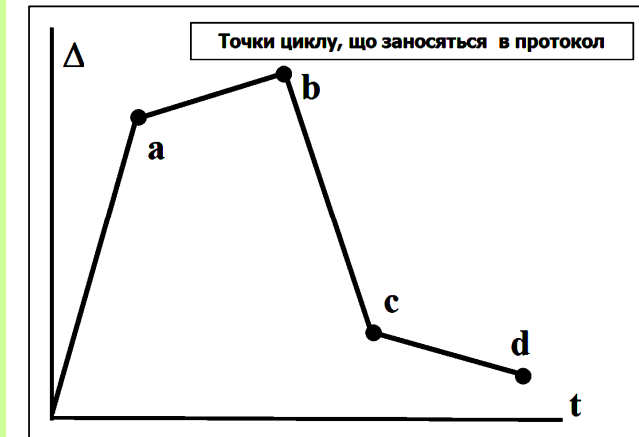
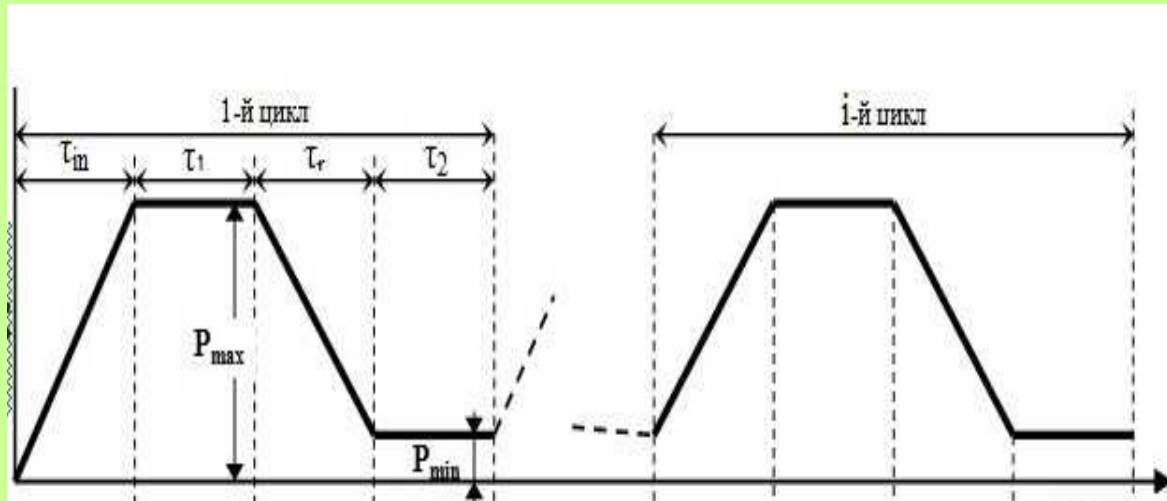
Порівняння деформацій непошкоджених суглобів та суглобів з модельованими переломами



Порівняння жорсткостей препаратів з модельованими переломами, що фіксовані самокомпресуючими та стандартними гвинтами (препарати C1Cк та C4Cт) з непошкодженими препаратами C1Н та C4Н (відношення жорсткостей $\psi_k = C^C/C^H$)

9

Способи випробувань при довготривалих циклічних навантаженнях



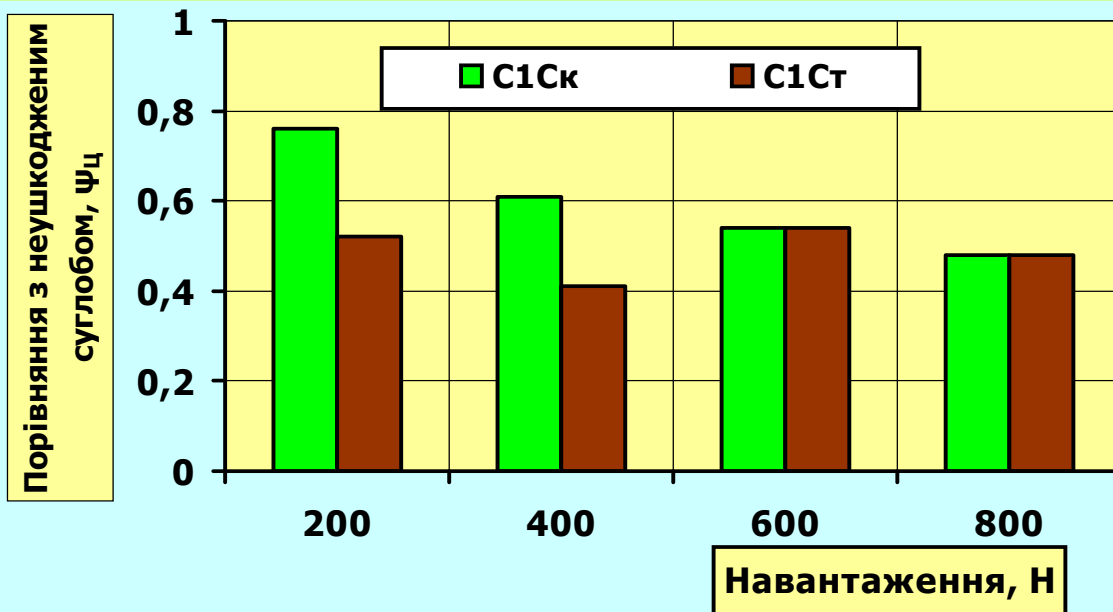
Випробування при довготривалих циклічних навантаженнях

Для випробувань застосовували спеціальну програму *Zyklische Belastung*, що входить до комплексу програмного забезпечення випробувальної машини *TIRAtest-2151*.

Програма здійснює циклічне навантаження зразків з підтриманням заданих мінімальних P_{min} та максимальних P_{max} значень сили протягом заданих проміжків часу.

10

Результати випробувань при довготривалих циклічних навантаженнях



Співвідношення деформацій, що накопичені в препаратах з фіксованими косими переломами за 50 циклів навантаження, та деформацій в неушкоджених препаратах

$$\Psi_c = \Delta^H_{50} / \Delta^C_{50}$$

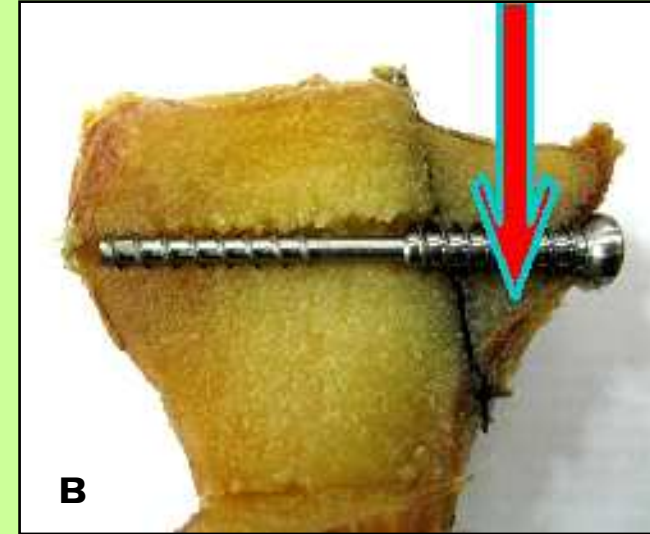
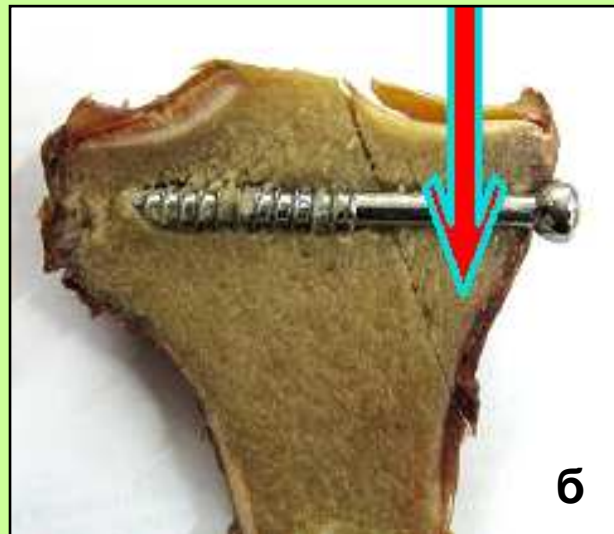
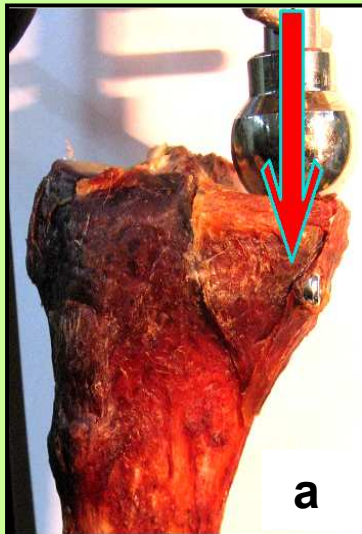
Результати вимірювань характеристик деформацій препаратів при різних циклах навантаженнях N.

Вид гвинтів	Δ^c_b / Δ^H_b		Δ^c_d / Δ^H_d		Δ^c_3 / Δ^H_3
	N=1	N=50	N=1	N=50	
<u>ГСк</u>	1.45	1.54	1,61	1,76	2,00
<u>ГСт</u>	1.77	1.73	2,00	1,85	2,66

11

Способи випробувань при навантаженнях, що прикладали до виростків дистального метаепіфізу великогомілкової кістки

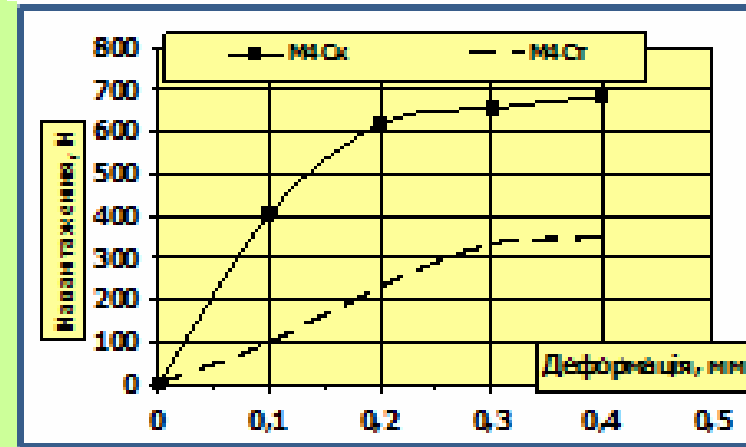
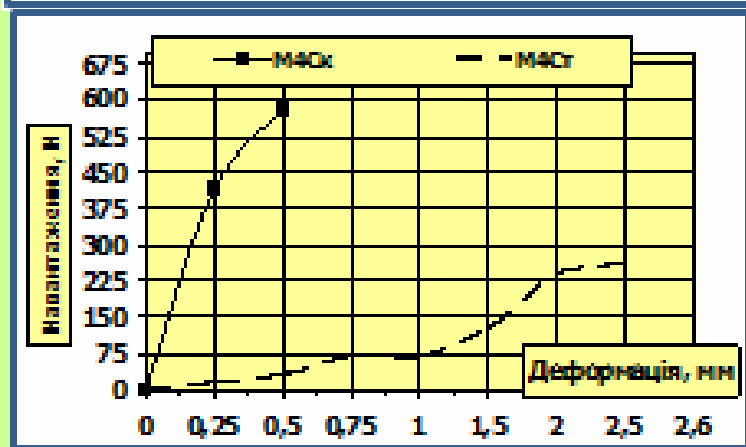
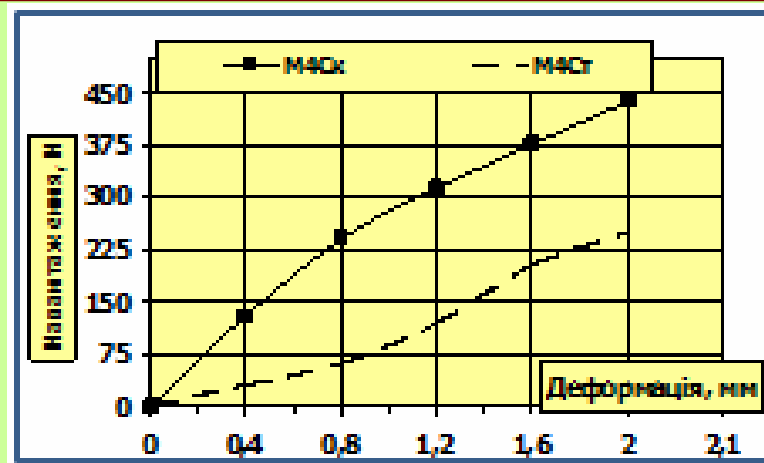
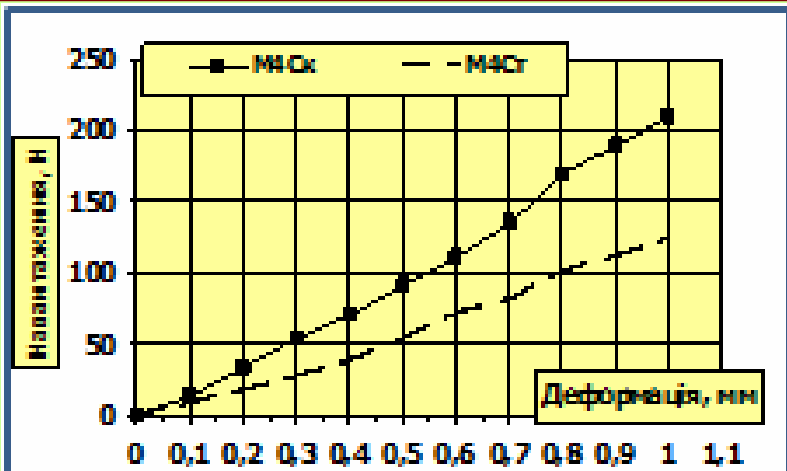
Враховуючи, що перші два способи випробувань не показали чіткої різниці між деформаційною надійністю двох типів гвинтів, запропоновано схему навантаження через пошкоджений дистальний виросток.



*Випробування з передачею навантаження через відломок:
а – сила прикладається тільки на відломок дистального виростка;
б – випробування зі стандартними гвинтами;
в – випробування з самокомпресуючими гвинтами.*

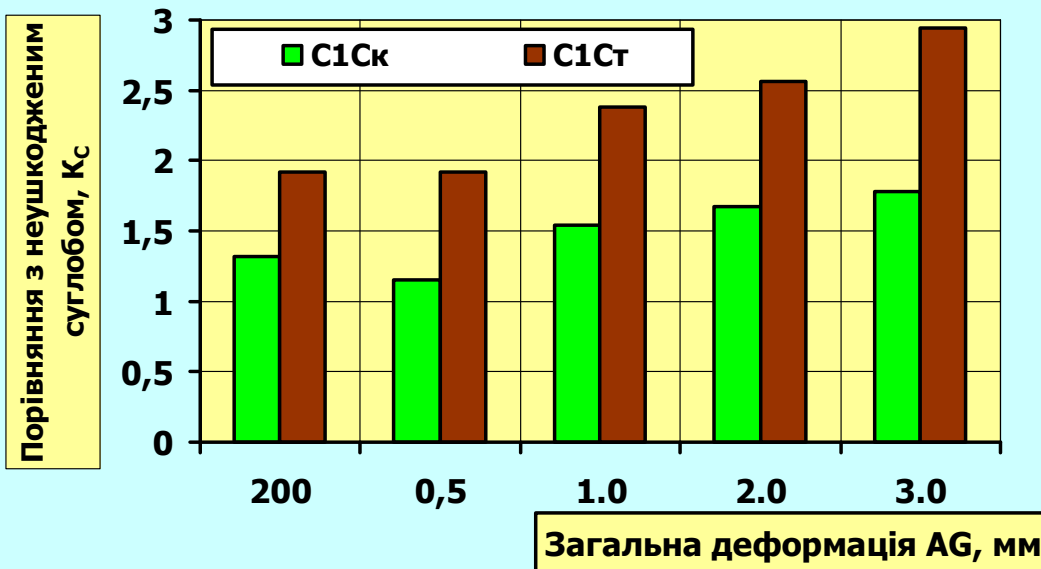
12

Результати випробувань при навантаженнях виростків дистального метаепіфізу великогомілкової кістки



Діаграми деформування при прикладенні зусилля на ушкоджену частину великогомілкових кісток з переломами, з'єднаними різними типами гвинтів

Аналіз результатів випробувань



Співвідношення деформацій, що виникають в препаратах з фіксованими косими переломами при навантаженні відламка, та деформацій в неушкоджених препаратах

$$K_C = \delta_{\text{заг}} / \delta_{\text{пруж}}$$

Висновки:

1. При передачі стискаючого зусилля на відламок тип фіксуючих гвинтів суттєво впливає на деформації системи остеосинтезу при всіх рівнях навантажень.
2. У всьому дослідженому діапазоні навантажень залишкові деформації систем з самокомпресуючими гвинтами суттєво менше залишкових деформацій системи з стандартними гвинтами.