

Шитіков В.С., Макаренко А.А., студенти 4-го курсу

## ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРУЖНОСТІ ТА МІЦНОСТІ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ КІНЦІВОК ЛЮДИНИ

Особливості структури кісткової тканини (неоднорідність, анізотропія механічних властивостей, пористість, геометрія поверхневих шарів та багато інших факторів) потребує уважно ставитися до вибору методів виготовлення зразків для випробувань та способів експериментального визначення пружних та міцносних показників зазначених матеріалів.

Зразки з кісткового матеріалу необхідно виготовляти так, щоб обробка поверхонь проводилася з мінімальними пошкодженнями. Найбільш розповсюдженим є зразок у вигляді прямокутного паралелепіпеда. Розміри кісток не дають можливості виготовляти такі відносно великі зразки, як, наприклад, стандартні зразки для випробувань гум або пластмас. Тому обмежувалися розмірами в декілька міліметрів по висоті, ширині та довжині.

На початку кісткову тканину (рис. 1) обробляли на точильному верстаті для надання їм правильної геометричної форми. Решта оброблювальних робіт виконували за допомогою спеціального шліфувального пристрою.

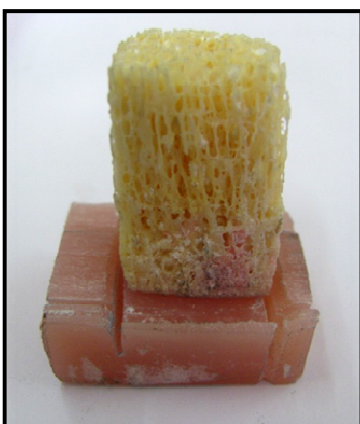


*Рис. 1 – Кістки кінцівок, з яких виготовляли зразки для випробувань*

Уламки кістки вставляли у затискувач, регулюючи довжину виходу зразка за допомогою набору обмежувальних вставок, потім закріплювали за допомогою притискувальної пластини. Затискувач закріплювали на механізмі переміщення, за допомогою якого

можна достатньо точно регулювати хід зразка вздовж вертикальної осі під час обробки.

Непаралельність протилежних сторін зразка не перевищувала 0.01 мм на кожні 10 мм довжини поверхонь. Застосовували 3-4 послідовних операції шліфування. Поверхню зразків обстежували за допомогою оптичної системи катетометра В-630. Обстеження показує, що отримано достатньо гладкі та рівні поверхні. Аналогічні операції проводили з трьома іншими гранями зразка.



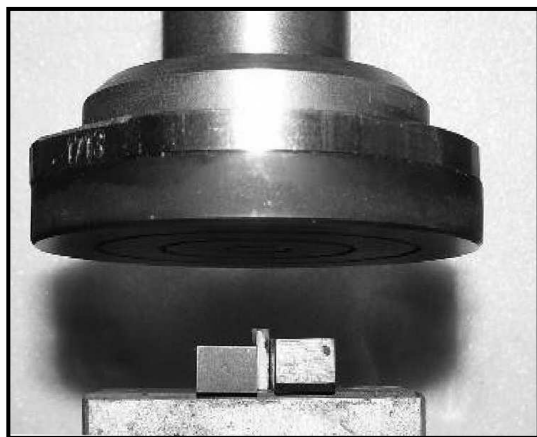
Для здійснення роботи необхідною умовою було збереження перпендикулярності і паралельності поверхонь зразка. Тому, використовуючи полімерну суміш ПРОТАКРИЛ-М, була виготовлена спеціальна підкладка, яка повторює контури поверхні кістки (рис. 2).

*Рис. 2 – Зразок спогнізної кісткової тканини*

Напрямки, у яких прикладали навантаження або вимірювали деформації, позначали так: «1» - це напрямок, найбільш наближений до орієнтації більшості остенів та

трабекул кісткової тканини; «2» - це напрямок, паралельний зовнішньої поверхні кістки та перпендикулярний до напрямку «1»; «3» - це напрямок, перпендикулярний до зовнішньої поверхні щелепи та перпендикулярний напрямкам «1» та «2».

Виготовлені зразки піддавали стисканню за допомогою універсальної випробувальної машини. Зразки розташовували на рухомому столі випробувальної машини (рис. 3), а зусилля на верхню частину зразка передавали за допомогою шарнірно закріпленої пластини.



*Рис. 3 – Розміщення зразка кісткової тканини на робочому столі випробувальної машини*

Проведено дослідження зміни пружних властивостей кісткової тканини на ділянках, що складаються з різних типів кісткової речовини та містять перехідні зони або ділянки вираженої структурної неоднорідності. Ці ділянки утворені з різних типів тканин, що мають різні механічні властивості. Ділянки, які складаються з одного типу тканини часто є невеликими за розміром, характеризуються складною просторовою конфігурацією, а їхню границю не завжди можливо точно визначити без застосування методів мікроскопічного дослідження. В зв'язку з цим виготовлення однорідних зразків на цих ділянках неможливе або значно ускладнено.

Для спрощення експериментальних робіт при визначенні пружних властивостей зазначених зон кісткових тканин використовували метод пошарового зрізу частин кісткової тканини зразка. При достатньо малих товщинах зрізаних шарів можна вважати, що у межах цих шарів зміна пружних властивостей нехтовно мала.

Визначивши  $\Delta h$  та  $\Delta h_s$  через модулі пружності та враховуючи, що модуль пружності видаленого шару  $E_L = (P/F) \cdot (h_L/\Delta h_L)$ , отримуємо кінцевий вираз для модуля пружності

$$E_L = E \cdot E_s \cdot \Delta h_L / (E_s \cdot h - E \cdot h_s).$$

**Висновки.** Визначено модулі пружності та границі міцності зразків кісткової тканини, що взяті з різних анатомічних областей стегнових та великогомілкових кісток. Результати випробувань використовуються для вибору матеріалів, що застосовуються для біомеханічних досліджень нових типів імплантатів.