

УДК 636.22/3

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ КОСТНОЙ ТКАНИ У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА И ЛОСЕЙ ПРИ ИСПЫТАНИИ НА ИЗГИБ ПЯСТНОЙ КОСТИ

Пименов М.Ю.

Костная ткань обладает целым рядом уникальных физических свойств. Наиболее ценными с производственной точки зрения, представляются только некоторые из них: жесткость, твердость, упругость, эластичность. Наш научный интерес проявился на два основных свойства: жесткость и эластичность.

Ключевые слова: прессовальная машина (ПМ-3), изгиб, кость, крупный рогатый скот, лось, нормальное напряжение, сечение, момент инерции, модуль Юнга

THE STUDY STRESSES THE BONE TISSUE IN CATTLE AND ELK BY THE BENDING TEST METACARPAL BONE

Pimenov M.J.

Abstract. Bone tissue has a number of unique physical properties. The most valuable with a production point of view, represent only some of them: the stiffness, toughness, elasticity. Our scientific interest manifested in two basic properties of hardness and elasticity.

Keywords: pressing machine (PM-3), bending, bone, cattle, elk, normal stress, the cross section, moment of inertia, Young's modulus

Методика и методика исследования

В представленной работе были проведены исследования пястных трубчатых костей крупного рогатого скота и лосей, методом испытания на изгиб, с помощью прессовальной машины (ПМ-3).

Материалом при проведении исследования служили: прессовальная машина (ПМ-3), а также диафизы пястных костей взрослых животных (18 месяцев) крупного рогатого скота ($n = 6$) и лосей ($n = 6$), длиной 10 см. у данных образцов предварительно производилось измерение внешнего (продольного и поперечного) и внутреннего (продольного и поперечного) диаметров, радиуса толщины компактного слоя (рис. 1). Всего было исследовано 24 диафиза пястной кости, из них 12 диафизов крупного рогатого скота и 12 диафизов лосей.

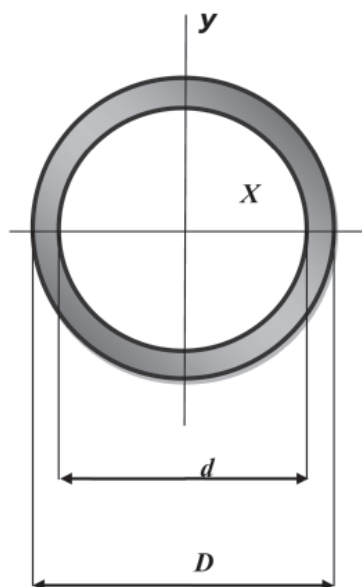


Рис. 1. Схема проведения метрики диафизов пястных костей

Методика исследования основана на определении максимальных физических пределов биоматериала двух видов животных в сравнительном аспекте.

Метод испытания на изгиб

При испытании на изгиб образец (диафиз пястной кости) укладывали концами на две опоры, а в середине производили нагружение (использовался цельный металлический цилиндр, диаметром 3 см). О сопротивлении биоматериала судили по величине прогиба исследуемого образца (рис. 2) [1; 2; 3].

При испытании образцов пястной кости на изгиб в одной зоне происходит сжатие продольных волокон коллагена, в другой зоне растяжение. Нагрузку при проведении исследования увеличивали постепенно медленным поворачиванием винта на прессовальной машине. Общее время затраченное от начала воздействия нагрузки, до ее окончания составило в среднем для диафизов крупного рогатого скота 12-15 секунд, а для диафизов лосей 20-26 секунд. Полученные цифровые данные по окончании всего комплекса измерений, а также завершения испытания на сжатие были внесены в соответствующие геометрические формулы для осуществления всей последовательности расчетов, необходимых при анализе свойств: твердости и эластичности [3; 4; 5]:

$$1) \alpha = \frac{d}{D};$$

$$2) I = \frac{\pi D^4}{64} (1 - \alpha^4);$$

$$3) W_x = \frac{\pi D^3}{32} (1 - \alpha^4);$$

$$4) W_x = \frac{I_x}{Y_{MAX}};$$

$$5) Y_{max} = \frac{D}{2};$$

$$6) F = \frac{\pi d^2}{4};$$

$$7) \sigma = \frac{(E \cdot z)}{p};$$

$$8) \sigma = \frac{M_{y_{\max}}}{I_x};$$

$$9) M = \frac{p \cdot l}{4}.$$

Между зонами сжатия и растяжения расположен нейтральный слой, волокна которого не подвергались деформации, то есть их длина не изменялась.

Из рис. 2 видно, что чем больше волокна расположены от нейтрального слоя, тем большую деформацию они испытывали. Из этого следует, что при изгибе в поперечных сечениях диафиза пястной кости под действием внутренних сил возникли нормальные напряжения сжатия и растяжения, величина которых зависела от положения рассматриваемых точек в сечении. Наибольшие напряжения возникали в двух зонах: сжатия и растяжения. В зоне расположенной на нейтральной оси, напряжения были равны нулю.

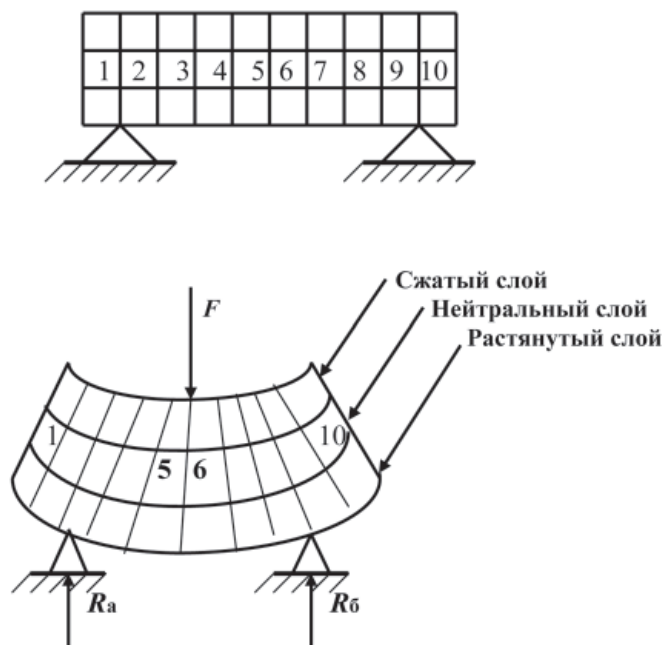


Рис. 2. Схема проведения испытания образцов на изгиб

Результаты исследования

Результаты исследования пястной трубчатой кости на изгиб у крупного рогатого скота и лосей в возрасте 18 месяцев ($M \pm m$)

Номер исследования	Параметры исследования		Вид животного			
			Крупный рогатый скот (n = 6)		Лоси (n = 6)	
1	Общие: диаметр, см:					
2	Наружный	Внутренний	продольный	поперечный	продольный	поперечный
3	продольный	продольный	3,5 ± 1,15*	2,1 ± 0,83*	2,7 ± 0,85*	1,6 ± 0,53*
4	поперечный	поперечный	4,5 ± 1,34*	2,4 ± 1,07*	3,0 ± 1,06*	1,7 ± 0,65*
5	Толщина компакты, см		7,6 ± 1,12*		1,1 ± 0,95*	
6	Кольцевое сечение, см		0,77 ± 0,177 **	0,875 ± 0,114**	0,62 ± 0,086**	0,56 ± 0,072**
7	Момент инерции, см ⁴		0,71 ± 0,085**	13,32 ± 0,547**	2,28 ± 0,110**	3,64 ± 0,131**
8	Момент сопротивления, см ³		0,85 ± 0,034**	6,0 ± 0,421**	1,7 ± 0,092**	2,43 ± 0,124**
9	Поперечное сечение круга, см		1,2 ± 0,032**	2,26 ± 0,047**	1,35 ± 0,021**	1,50 ± 0,024**
10	Площадь поперечного сечения, см ²		3,46 ± 0,056**	9,61 ± 0,117**	2,0 ± 0,020**	2,26 ± 0,022**
11	Нормальная напряженность, кПа		19,09 ± 0,179**		80,0 ± 0,338**	
12	Максимальная напряженность в сечении, кПа		1,7 ± 0,012**	0,24 ± 0,015**	1,7 ± 0,008**	1,2 ± 0,006**
13	Изгибающий момент, Н·м		1450 ± 215		28750 ± 324	

Примечание: * – при $P \leq 0,05$; ** – при $P \leq 0,001$

Выводы

1. Время воздействия нагрузки на диафиз пястной кости при проведении испытания на изгиб у крупного рогатого скота в 1,6-1,7 раза ниже, чем у лосей, это свидетельствует о более плотном компактном слое.

2. Угол скола пястной кости при испытании на изгиб у крупного рогатого скота составляет 30, у лосей – 55.

3. Показатели нормальной напряженности, изгибающего момента, у лосей от 4, до 20 раз превышают таковые показатели у крупного рогатого скота, что служит фактическим подтверждением высшей степени преобладания свойства твердости, компакт-

ной части костной ткани, у лосей, над свойством эластичности, в соотношении 8:1, у крупного рогатого скота также твердость костной ткани превышает эластичность, но только в соотношении 2:1.

Список литературы

1. Биргер И.А., Мавлютов Р.Р. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1986. – С. 560.
2. Ицкович Г.М. Сопротивление материалов. – М.: Высшая школа, 1998. – С. 367.
3. Ицкович Г.М., Минин Л.С., Винокуров А.И. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов: учеб. пособие для вузов / под ред. Л.С. Минина. – М.: Высшая школа, 1999. – С. 592.
4. Писаренко Г.С. и др. Сопротивление материалов. – Киев: Вища школа. Головное изд-во. 1979. – С. 696.
5. Тимошенко С.П., Гере Дж. Механика материалов. – М.: Мир, 1976. – С. 669.