

Моделирование разрушения костного композита армированного коллагеновыми волокнами

Куриленко А.В.

Белорусский национальный технический университет

Кость является основным материалом опорно-двигательного аппарата. В компактной костной ткани половину объема составляет неорганический материал, минеральное вещество кости - гидроксилapatит. Это вещество представлено в форме микроскопических кристалликов. Другая часть объема состоит из органического материала, главным образом коллагена (высокомолекулярное соединение, волокнистый белок, обладающий большой эластичностью). Способность кости к упругой деформации реализуется за счет минерального вещества, а ползучесть - за счет коллагена. Кость является армированным композиционным материалом [1].

При армировании дискретными волокнами передача нагрузки осуществляется в основном по граничным поверхностям матрицы и волокна. Важными факторами при этом являются характеристики граничных поверхностей матрицы и дисперсной фазы, отношение диаметра к его длине, отношение модулей упругости волокна и матрицы.

Производим расчет в соответствии с моделью Кокса [2], которая полагает, что тонкое волокно длиной l заключено в упругой матрице, а соединение волокна с матрицей является идеальным. При создании напряжений в волокне, действующих в осевом направлении, деформации на границах раздела матрицы и волокна являются одинаковыми. Максимальное напряжение волокна в продольном направлении $\sigma_{f \max}$ при $x = l/2$ определяется по формуле

$$\sigma_{f \max} = (E_f - E_m) \left(1 - \operatorname{sch} \frac{\beta l}{2} \right) \varepsilon, \quad \varepsilon = \frac{\sigma_c}{E_m},$$

где E_f и E_m - модули упругости первого рода соответственно для волокна и матрицы,

σ_c - разрушающее напряжение для композита,

β - коэффициент, зависящий от расположения волокна.

Литература

1. Дубровский, В.И., Федорова, В.Н. Биомеханика: учебник для вузов – М.: Изд-во ВЛАДОС-ПРЕСС, 2008.- стр. 217-218.
2. Фудзии, Т., Дзако, М. Механика разрушения композиционных материалов: Пер. с японск. – М.: Мир, 1982.- стр.120-121.