

Физика карате

Прекрасной иллюстрацией прочности костей человека может служить популярный сейчас вид спортивных упражнений – карате. Изображение каратеиста, разбивающего крепкие бруски дерева или бетона, обошло страницы многих журналов. Тем не менее, тому, кто видит это впервые, кажется, что это мистификация. Однако даже новичок в карате после недолгой тренировки сможет легко разбить голой рукой сначала один брусок дерева, а потом и целую их стопку.

Приёмы японского стиля карате, которые сейчас практикуются, были разработаны на острове Окинава. Завоевав остров в XVII веке, японцы отобрали у местных жителей все виды оружия, запретили его производство и импорт. Чтобы защитить себя, окинавцы разработали систему приёмов борьбы с помощью пустой (кара) руки (те). Методы карате значительно отличаются от приёмов западных видов самообороны без оружия. Западный боксёр передаёт большой импульс всей массе своего противника, сбивая его с ног, тогда как каратеист концентрирует свой удар на очень малом участке тела и старается завершить его на глубине не более 1 см, не делая при этом длинных махов руками. Поэтому удар каратеиста легко может разрушить ткани и кости противника, на которые он направлен. Хорошо натренированный каратеист может в течение нескольких миллисекунд передавать в ударе мощность в несколько киловатт.

Возникает вопрос, как может голая рука разбивать такие прочные предметы, как дубовые или бетонные бруски, не ломаясь сама? Сначала попробуем оценить энергию E_p :

$$E_p = VT^2 / 2E \quad (*),$$

Где V – объём бруска, T – максимальное напряжение, которое выдерживает материал бруска и E - модуль Юнга. Формула (*) подтверждает интуитивные соображения, что чем больше брусок, тем труднее его разорвать. Из той же формулы следует, что чем эластичнее материал бруска, тем труднее его разорвать, так как большая энергия тратится на его растяжение. Как правило, в своих показательных выступлениях каратеисты используют бетонные кирпичи размером 0,4×0,2×0,05 м. Принимая во внимание данные из таблицы (см. ниже) и формулу (*), можно получить, что для таких брусков $E_p \approx 0,55$ Дж. Скорость движущейся руки каратеиста составляет приблизительно 12 м/с, а её масса – 0,7 кг. Поэтому энергия, которую передаёт рука в момент удара, близка к 50 Дж. Таким образом, рука каратеиста обладает достаточным запасом энергии, чтобы разрушить брусок из бетона.

То, что рука каратеиста не ломается при ударе о бетонный брусок, частично объясняется гораздо большей прочностью кости по сравнению с бетоном. Высокоскоростная киносъёмка кулака каратеиста в момент удара показала, что его замедление при соприкосновении с бруском составляет примерно – 4000 м/с². Поэтому сила, действующая со стороны бруска на кулак, масса которого 0,7 кг, должна быть равна 2800 Н. Если весь кулак в момент удара заменить костью длиной 6 см и диаметром 2 см, фиксированной в двух крайних точках, а удар о брусок моделировать силой, действующей на её середину. То в таких условиях кость может выдержать 25000 Н. Это приблизительно в 8 раз больше, чем сила, действующая на кулак каратеиста при разламывании бетонных брусков. Однако, возможности у руки каратеиста противостоять таким ударам ещё

Архив t-z-n.ru

больше, так как в отличие от бетонного бруска она не поддерживается по краям и удар не приходится точно в середину. Кроме того, между костью и бруском бетона всегда находится эластичная ткань, амортизирующая удар.

Итак, ссылаться на хрупкость наших костей, оправдывая свою нерешительность, мы не вправе. Они не подведут.

Механические характеристики различных материалов

Материал	Прочность на сжатие, Н/мм ²	Прочность на растяжение, Н/мм ²	Модуль Юнга × 10 ² , Н/мм ²
Сталь	552	827	2070
Кость	170	120	179
Гранит	145	4,8	517
Фарфор	552	55	-
Дуб	59	117	110
Бетон	21	2,1	165

(Библ. «Квант», вып. 49, К.Ю. Богданов, Физик в гостях у биолога, - М.: «Наука», 1986)