

УДК 539.3

ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ДЕНТИНА И ЭМАЛИ

© Д.В. Зайцев¹⁾, Е.В. Бузова²⁾, П.Е. Панфилов¹⁾¹⁾ Уральский государственный университет, г. Екатеринбург, Россия,
e-mail: Dmitry.Zaitsev@usu.ru²⁾ Уральская государственная медицинская академия, г. Екатеринбург, Россия*Ключевые слова:* дентин; эмаль; деформация; разрушение; микроструктура.*В работе рассматривается механическое поведение дентина и эмали. Результаты испытаний на сжатие показали, что дентин и эмаль являются высокоупругими 25 и 7 % прочными 550 и 250 МПа твердыми тканями зуба.*

Зуб – это сложная биомеханическая система, основной функцией которой является измельчение пищи в процессе ее пережевывания. Его костную основу составляет дентин, который поддерживает эмаль, покрывающую коронку зуба. В процессе пережевывания дентин испытывает знакопеременные сжимающие нагрузки, тогда как эмаль работает преимущественно на истирание. В центре зуба находится пульповая камера, где располагаются мягкие ткани, обеспечивающие обмен веществ с организмом. Дентинная матрица пронизана дентинными каналами (диаметр 3–5 мкм), покрытыми высокоминерализованным дентином, по которым циркулирует физиологическая жидкость. Межтубочковое вещество состоит из высокоупругих коллагено-

вых волокон (диаметром 20 нм) [1], между которыми закреплены монокристаллы апатита размером 50 нм [2–4]. Эмаль состоит из плотно упакованных эмалевых стержней (диаметром 5–7 мкм), покрытых органической оболочкой. Каждый стержень состоит из одиночных монокристаллов гидроксиапатита, диаметр ~ 50 нм, лежащих вдоль стержня и связанных друг с другом органическим энамеином [5, 6].

Целью настоящей работы является изучение прочностных характеристик дентина и эмали при одноосном сжатии. Испытания проводили на машине Shimadzu AG-50kN-XD. Образцы в форме параллелепипедов размерами 2×2×0,7 мм³ для коронкового дентина и 1,5×1,5×0,5 мм³ для корневого дентина и эмали

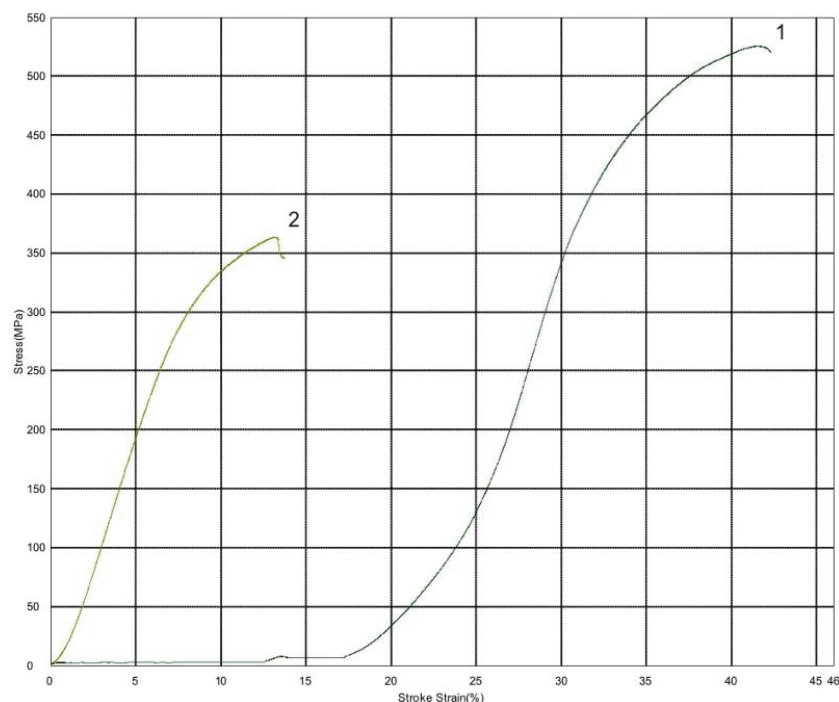


Рис. 1. Деформационные кривые: 1 – коронковый дентин; 2 – корневой дентин

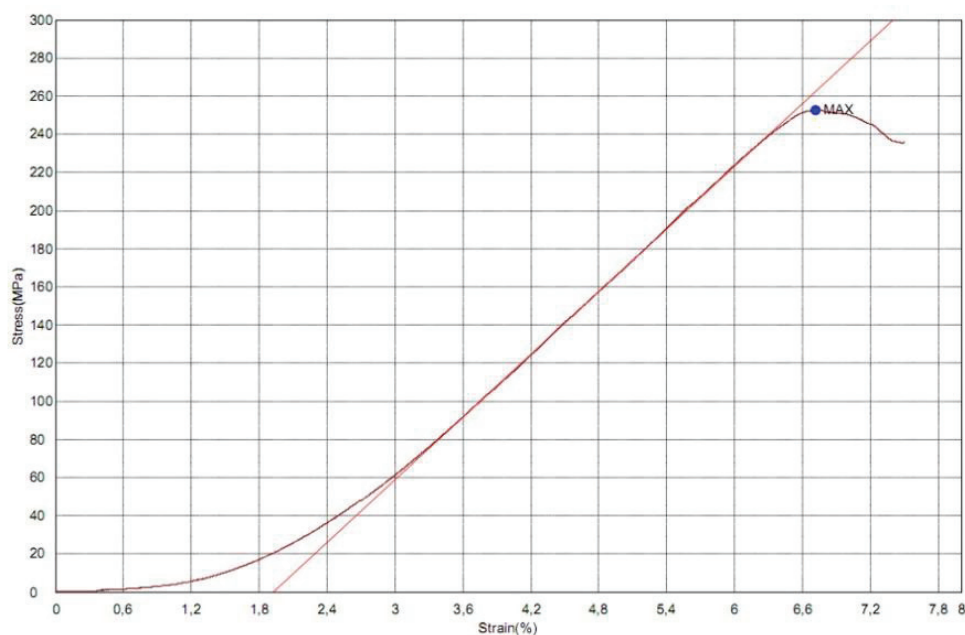


Рис. 2. Деформационная кривая эмали

вырезали из интактных зубов. До и после испытаний боковые поверхности образцов изучали на металлографических микроскопах. На рис. 1 приведены деформационные кривые коронкового и корневого дентина, а на рис. 2 – эмали. Испытания прекращали в момент возникновения в образцах трещин. Измерение линейных размеров образцов после разгрузки показало, что вся деформация дентина и эмали была обратимой. Форма кривых сжатия указывает на вязкоупругий характер деформации. Коронковый дентин оказался более упругой и прочной твердой тканью, чем корневой (25 и 13 %; и 550 и 350 МПа соответственно). Прочность же эмали была порядка 250 МПа при деформации 7 %. На основании полученных данных можно сделать заключение, что твердые ткани интактных зубов являются вязкоупругими и, одновременно, прочными материалами. Меньшие значения обратимой деформации эмали до появления трещин по сравнению с дентином можно объяснить тем, что эмаль работает преимущественно на «истирание».

ЛИТЕРАТУРА

1. Buehler M.J. Nature designs tough collagen: Explaining the nanostructure of collagen fibrils // PNAS. 2006. V. 103. № 33. P. 12285-12290.
2. Rasmussen T.S., Patchin R.E., Scott D.B., Heuer A.H. Fracture properties of human enamel and dentin // J Dent. Res. 1976. V. 55. № 1. P. 154-164.
3. Imbeni V., Nalla R.K., Bosi C., Kinney J.H., Ritchie R.O. In vitro fracture toughness of human dentin // JMBR. 2003. V. 66A. P. 1-9.
4. Kinney J.H., Marshall S.J., Marshall G.W. The mechanical properties of human dentin: a critical review and re-evaluation of the dental literature // Crit. Rev. Oral. Biol. Med. 2003. V. 14. № 1. P. 13-29.
5. Jikou Zhou, Luke L. Hsiung Depth Dependence of the mechanical properties of human enamel by nanoindentation // Journal of Biomedical Materials Research Part A. 2006. P. 1-28.
6. Wang L.J., Tang R., Bonstein T., Bush P., Nancollas G.H. Enamel demineralization in primary and permanent teeth // J. Dent. Res. 2006. V. 8. № 5 (4). P. 359-363.

БЛАГОДАРНОСТИ: Исследования частично поддержаны Министерством образования и науки РФ (№ 2.2.2.2/5579) и CRDF (USA) (# RUXO-005-EK-06/BG7305 & BG9305).

Поступила в редакцию 15 апреля 2010 г.

Zaitsev D.V., Buzova E.V., Panfilov P.E. Strength properties of dentin and enamel.

Mechanical behavior of dentin and enamel is considered. The findings of pressing are shown that dentin and enamel are high elastic 25 and 7 % and firm 550 and 250 MPa of tooth hard tissues.

Key words: dentin; enamel; deformation; fracture; microstructure.