

11. Mordenfeld A., Andersson L., Bergstrom B. Hemmorage in the flor of the mouth during implant placement in the edentolus mandible: a case report. *Int. J. Oral Maxillofac. implants.* 1997; 12: 558–61.
12. Kalpidis C.D., Setayesh R.M. Hemorrhaging associated with endosseous implant placement in the anterior mandible: a review of the literature. *J. Periodontol.* 2004; 75: 631–45.
13. Rosano G., Taschieri S., Testori T., del Fabbro M., Gaudy J.F. Vascular anatomy of the mandibular symphysis and possible complications in oral surgery. *Schweiz. Monatsschr Zahnmed.* 2008; 118: 1156–61.
14. Przystan'ska A., Bruska M. Anatomical classification of accessory foramina in human mandibles of adults, infants, and fetuses. *Anat. Sci. Int.* 2012; 87: 141–9.
15. Jeyaseelan N., Sharma J.K. Morphological study of unnamed foramina in North Indian human mandibles and its possible role in neurovascular transmission. *Int. J. Oral Surg.* 1984; 13: 239–42.
16. Shiller W.R., Wiswell O.B. Lingual foramina of the mandible. *Anat. Rec.* 1954; 119: 387–90.
17. Shekhter A.B., Kuzin A.V. Anatomical-topographical and radiological rationale additional innervation of the anterior teeth of the lower jaw. *Institut stomatologii.* 2012; 12(1): 114–7. (in Russian)
18. Madeira M.C., Percinoto C., Gracias M., Silva M. Clinical significance of supplementary innervation of the lower incisor teeth: a dissection study of the mylohyoidnerve. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1978; 46(5): 608–14.
19. McDonnell D., Nouri M.R., Todd M. The mandibular lingual foramen: a consistent arterial foramen in the middle of the mandible. *J. Anat.* 1994; 184: 369–71.
20. Kaufman E., Serman N.J., Wang P.D. Bilateral mandibular accessory foramina and canals: a case report and review of the literature. *Dentomaxillofac. Radiol.* 2000; 29(3): 170–5.
21. Bradley J.C. The clinical significance of age changes in the vascular supply to the mandible. *Int. J. Oral Surg.* 1981; 10: 71–6.
22. Cadenat H., Barteley R., Combelles R., Fabie M., Maneaud M. Impotence of mandibular vascularization in maxillofacial surgery. *Rev. Stomatol. Maxillofac.* 1972; 73: 60–5.

Received 15.09.14

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2014

УДК 616.314-089.843:001.891.57

Чумаченко Е.Н.¹, Олесов Е.Е.², Бобер С.А.¹, Берсанов Р.У.², Кононенко В.И.², Бронштейн Д.А.²

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МОЛЯРА ВЕРХНЕЙ ЧЕЛЮСТИ С РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ РЕСТАВРАЦИЙ

¹Кафедра механики и математического моделирования факультета прикладной математики и кибернетики Высшей школы экономики, 123022, г. Москва; ²кафедра клинической стоматологии и имплантологии Института повышения квалификации ФМБА России, 125371, г. Москва

В статье рассматривается последовательность трехмерного математического моделирования интактного или депульпированного моляра верхней челюсти с наличием керамических вкладок или композитных реставраций для дальнейшего изучения напряженно-деформированного состояния зуба и реставрационных материалов при функциональных нагрузках.

Ключевые слова: верхний моляр; математическая модель; вкладки; композитные реставрации.

Для цитирования: *Российский стоматологический журнал.* 2014; 18(6): 36–38.

Chumachenko E.N.¹, Olesov E.E.², Bober S.A.¹, Bersanov R.U.², Kononenko V.I.², Bronshtein D.A.²

SIMULATION MODEL OF GEOMETRIC MOLARS MAXILLA WITH DIFFERENT KINDS RESTORATIONS

¹Department of Mechanics and Mathematical Modelling, Faculty of Applied Mathematics and Cybernetics, HSE, 123022, Moscow; ²Department of Clinical Dentistry and Implantology IAS of FMBA of Russia, 125371, Moscow

The article discusses the sequence of the three-dimensional mathematical modeling of intact or pulpless molars of the upper jaw with the presence of ceramic inlays or composite restorations for the purpose of further study of the stress-strain state of the tooth and restorative materials for functional loads.

Key words: upper molars; mathematical model; tabs; composite restorations.

Citation: *Rossiyskiy stomatologicheskii zhurnal.* 2014; 18(6): 36–38. (in Russian)

Проблема эффективного восстановления зубов, применения той или иной реставрационной технологии для этой цели, выбора конструкционного материала, вопросы профилактики возможных осложнений являются актуальными в современной стоматологии. В настоящее время при восстановлении дефектов зубов все большую популярность приобретают фрезерованные или прессованные керамические вкладки, которые имеют ряд клинических преимуществ в сравнении с традиционной реставрацией светоотверждаемыми ком-

позитами. Керамические материалы обладают уникальным сочетанием необходимых для применения в стоматологии свойств – химической инертностью, биосовместимостью, механической прочностью, низкой ползучестью и стойкостью к изнашиванию. Из всех материалов, применяемых в стоматологии, керамика наиболее близка по эстетическим свойствам к эмали зуба. При высокой функциональной нагрузке актуально исследование прочностных параметров материала реставрации и тканей зуба для прогнозирования эффективности восстановления дефекта зуба.

Материал и методы

В работе рассматривается процесс построения трехмерной твердотельной модели трехкорневого моляра верхней челюсти, в том числе с керамической вкладкой или компо-

Для корреспонденции: Чумаченко Евгений Николаевич, e-mail: mmkaf@miem.edu.ru

For correspondence: Chumachenko Evgeniy Nikolaevich, e-mail: mmkaf@miem.edu.ru

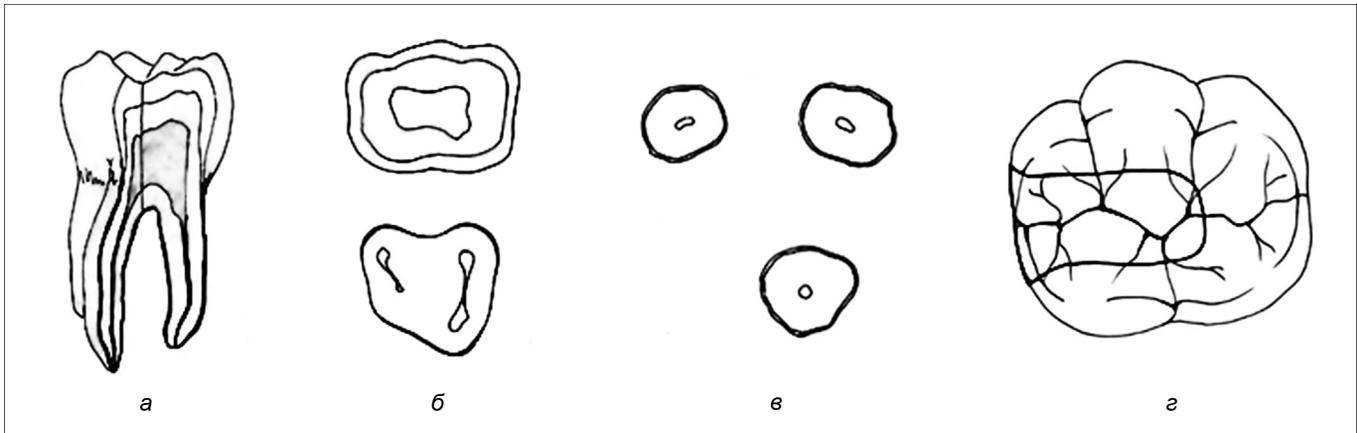


Рис. 1. Формализованная томограмма моляра. Вертикальные сечения (а), горизонтальные (б, в) и вид сверху (г).

зитной реставрацией, в САПР SolidWorks для расчета и анализа напряжений и вероятности разрушений, возникающих в такой биомеханической конструкции [1–3]. Моделировали вкладки (реставрации) двух типов: первый тип – в моляре с интактной пульпой, второй тип – в депульпированном моляре. В качестве исходных данных использовали общий вид моляра, 3 его поперечных сечения, а также томограмму зуба в формализованном виде (рис. 1).

Результаты и обсуждение

Продольные и поперечные сечения были загружены в качестве фона в соответствующие эскизы и использованы для построения контуров при помощи сплайнов. Общий вид – для оценки пропорций между различными частями моляра, вид сверху – для построения сложной окклюзионной поверхности зуба. Для нее был выполнен основной контур и проекции фиссур, разделяющие 5 бугорков. Над проекциями фиссур построены плоские профили, которые с помощью операции проецирования эскиза на эскиз были приведены к виду трехмерных кривых. На основе этих кривых и построенных плоских профилей бугорков последовательно изготовлены поверхности отдельных участков, в результате объединения которых получена окклюзионная поверхность моляра (рис. 2, а). Последний шаг – сглаживание стыков поверхностей (рис. 2, б).

Построение поверхности корней осуществлялось по их сечениям, расположенным на соответствующих плоскостях. Затем были получены замкнутые контуры на основе сплайнов (рис. 3, а, б) и созданы трехмерные эскизы – направляющие для поверхностей, соединяющие сечения (рис. 3, в). При помощи инструментов для создания поверхностей последовательно были созданы части общей поверхности корней и выполнено сглаживание стыков (рис. 3, г).

Сборка окклюзионной поверхности и поверхности корней осуществлялась путем их относительного размещения и ориентации, в соответствии с формализованными томограммами (рис. 4, а). Для построения боковой поверхности были нанесены дополнительные разделяющие линии на обе поверхности. К этим линиям в дальнейшем были привязаны сплайны-направляющие для боковой поверхности зуба (рис. 4, б). Далее сборку сохраняли как новую деталь, после чего выполняли построение промежуточной поверхности (рис. 4, в).

Внутренняя полость моляра верхней челюсти была построена на основе трех горизонтальных и продольных сечений формализованной томограммы (рис. 5), каналы – на основе трех горизонтальных сечений и одного сечения внутри полости. После создания поверхностей для полости и каналов с помощью операции взаимного пересечения были удалены лишние части поверхностей, после чего

применены сглаживания в местах входа каналов в полость. Каналы также удлинены для обеспечения пересечения с поверхностью моляра в нижней части корней. Еще одна операция взаимного пересечения между поверхностью моляра и поверхностью полость–каналы позволила удалить лишние части поверхностей и создать благоприятную ситуацию для сшивки всех поверхностей с целью получения твердого тела.

Поскольку окклюзионная поверхность моляра оказалась довольно сложной, то создать на ее основе эквивалентную поверхность не представлялось возможным. Поэтому поверхность для отделения эмали от дентина была построена отдельно. Здесь были применены три горизонтальных сечения, четыре направляющих эскиза для боковой поверхности. Для верхней части были созданы 10 эскизов

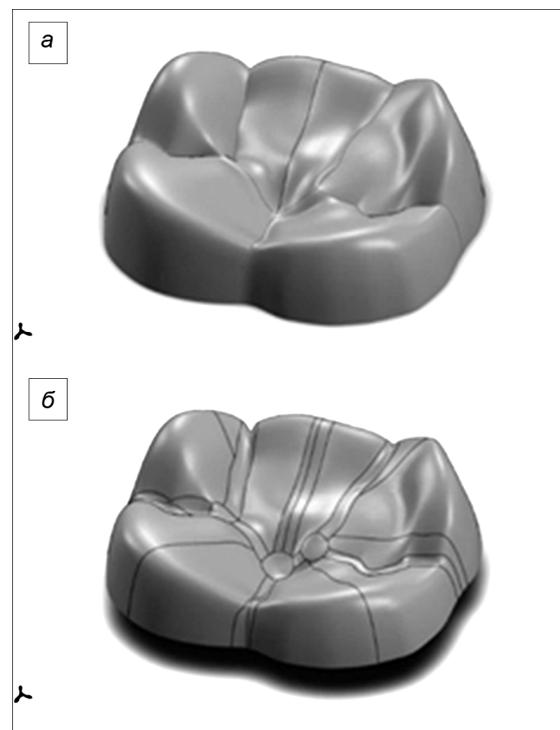


Рис. 2. Модель окклюзионной поверхности моляра. а – окклюзионная поверхность моляра, б – сглаживание стыков поверхностей.

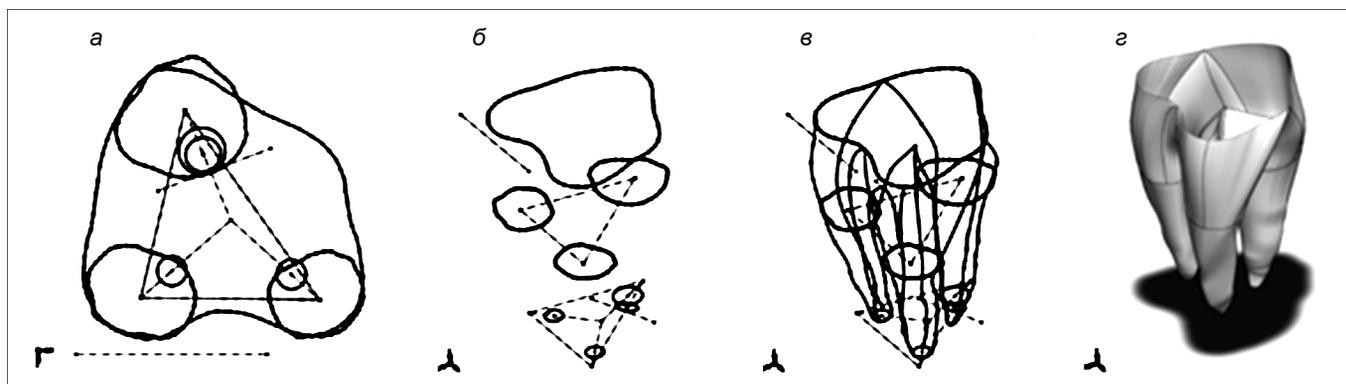


Рис. 3. Построение поверхностей корней моляра.

Здесь и на рис. 4–7 пояснения в тексте.

профилей подбугорковой поверхности (рис. 6, а). Далее – последовательное создание поверхности по частям и сшивки (рис. 6, б). Нижнее горизонтальное сечение и направляющие эскизы в нижней части были подобраны таким образом, чтобы при пересечении этой поверхности и внешней поверхности моляра получалась волнообразная кривая (рис. 6, в). Операция разделения при помощи поверхности позволила разделить тело моляра на дентин и эмаль (рис. 6, з).

Вкладки (реставрации) обоих типов были получены на основе одного и того же принципа. Сначала строилась поверхность, с помощью которой из зуба вырезалась часть тела, которая и играла роль вкладки (реставрации) в дальнейшем, так как идеально подходит к сформированной полости в зубе. Поверхность отсечения для вкладки (реставрации) второго типа – довольно простая и была построена на основе профиля, полученного из вида сверху (см. рис. 1, з). Отсечение с помощью этой поверхности (рис. 7, а, б) позволило получить искомую форму вкладки (рис. 7, в). Вид моляра, подготовленного для установки вкладки второго типа – на рис. 7, г. Вкладка первого типа имеет немного более сложную форму и меньшую высоту (рис. 7, д). После вырезания тела зуба остается еще достаточно дентина, закрывающего полость в зубе (рис. 7, е).

Заключение

Таким образом, построена формализованная геометрическая модель верхнего моляра *in vitro* с двумя типами реставрации дефекта (керамической или композитной) в двух вариантах: в депульпированный зуб и с интактной пульпой. Конечно-элементная аппроксимация модели позволит выполнить расчеты рационализации различных типов восстановления зубов. Для некоторых частных случаев расчетная модель может быть существенно упрощена, например, при выполнении расчетов на определение относительной проч-

ности закрепления вкладок (пломб) и эффективности их использования можно для ускорения расчетов использовать модель только надкорневой части моляра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Олесова В.Н., Арутюнов С.Д., Воложин А.И., Ибрагимов Т.И., Лебеденко И.Ю., Левин Г.Г. и др. *Создание научных основ, разработка и внедрение в клиническую практику компьютерного моделирования лечебных технологий и прогнозов реабилитации больных с челюстно-лицевыми дефектами и стоматологическими заболеваниями*. М.: 2010.
2. Чуйко А.Н., Шинчуковский И.А. *Биомеханика в стоматологии*. Харьков; 2010.
3. Чумаченко Е.Н., Арутюнов С.Д., Лебеденко И.Ю. *Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния зубных протезов*. М.: Молодая гвардия; 2003.

Поступила 28.10.14

REFERENCES

1. Olesova V.N., Arutyunov S.D., Volozhin A.I., Ibragimov T.I., Lebedenko I.Yu., Levin G.G. et al. *Scientific Foundations, Development and Introduction into Clinical Practice of Computer Simulation of Medical Technologies and Forecasts Rehabilitation of Patients with Maxillofacial Defects and Dental Diseases. [Sozdanie nauchnykh osnov, razrabotka i vnedrenie v klinicheskuyu praktiku komp'yuternogo modelirovaniya lechebnykh tekhnologiy i prognozov reabilitatsii bol'nykh s chelyustno-litsevymi defektami i stomatologicheskimi zabolovaniyami]*. Moscow; 2010. (in Russian)
2. Chuyko A.N., Shinchukovskiy I.A. *Biomechanics in dentistry. [Biomekhanika v stomatologii]*. Khar'kov; 2010. (in Russian)
3. Chumachenko E.N., Arutyunov S.D., Lebedenko I.Yu. *Mathematical Modeling of the Stress-strain State of Dentures. [Matematicheskoe modelirovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya zubnykh protezov]*. Moscow: Molodaya gvardiya; 2003. (in Russian)

Received 28.10.14

К ст. *Е.Н. Чумаченко* и соавт.

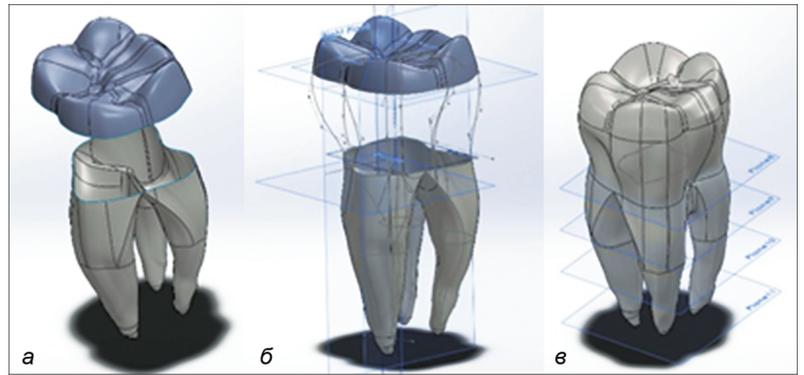


Рис. 4. Сборка внешних поверхностей моляра.

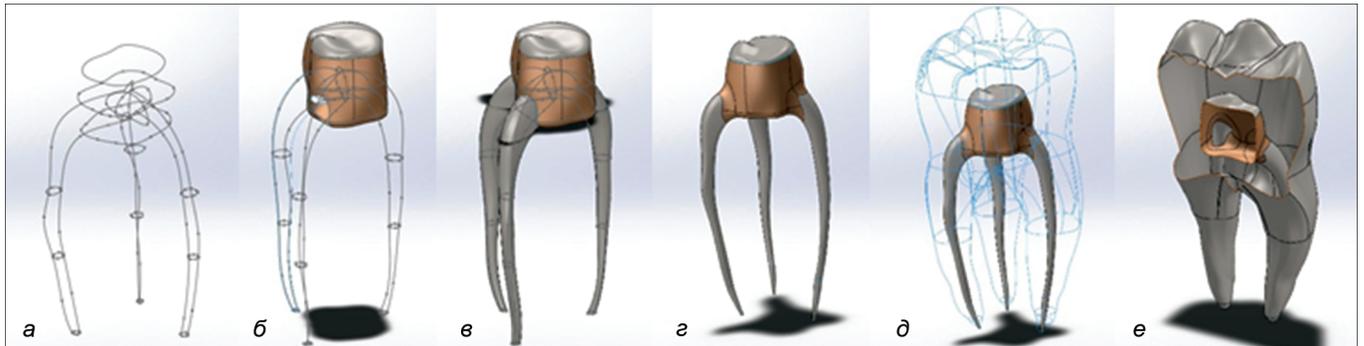


Рис. 5. Построение внутренней полости моляра.

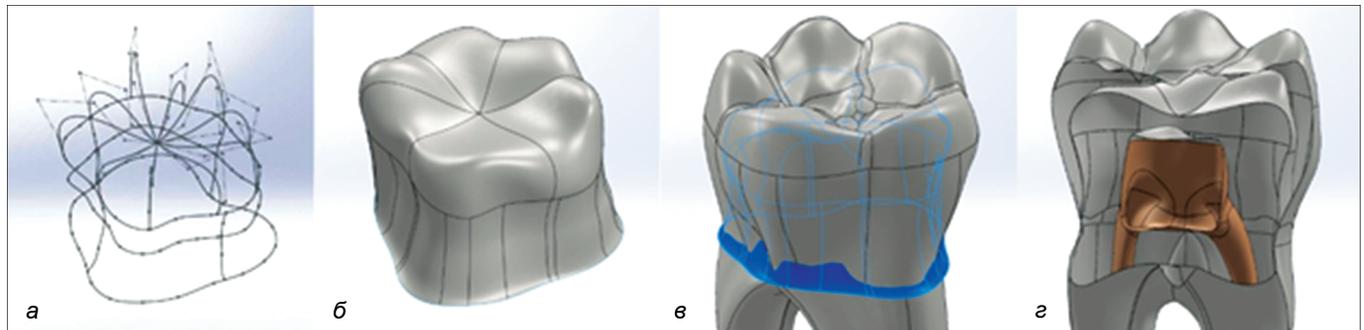


Рис. 6. Построение разделяющей поверхности между эмалью и дентином.

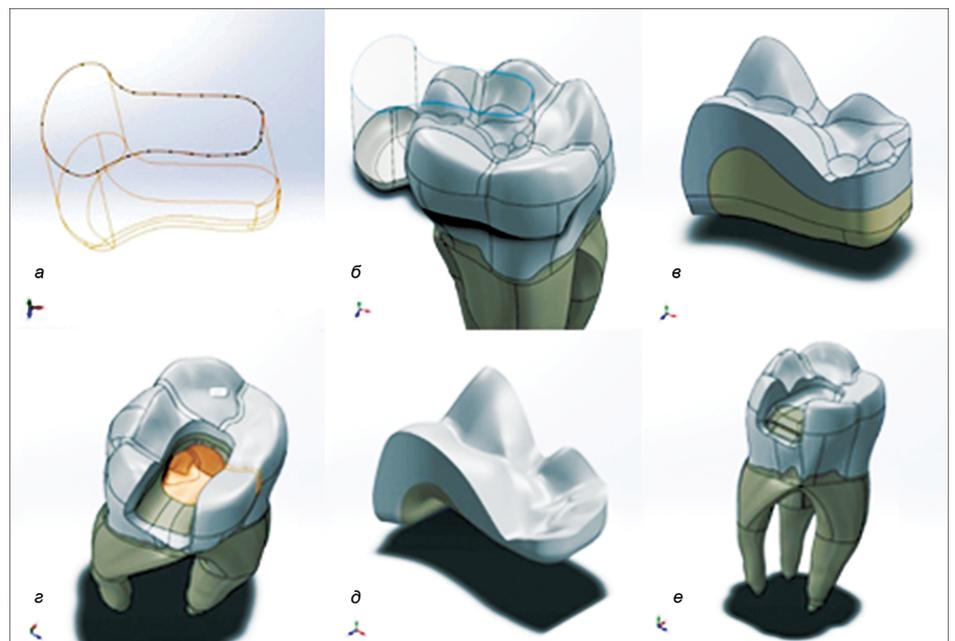


Рис. 7. Моделирование двух типов вкладок (пломб).