

## АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ БИОМЕХАНИЧЕСКОГО КОНТАКТА ЗУБНОЙ ПАРЫ ЧЕРЕЗ ТРЕХСЛОЙНУЮ ПРОТЕТИЧЕСКУЮ КОНСТРУКЦИЮ

А.А. Каменских, Ю.И. Лесникова

Научный руководитель: к.т.н. А.А. Каменских

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,

Россия, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29, 614000

E-mail: [anna\\_kamenskih@mail.ru](mailto:anna_kamenskih@mail.ru)

В настоящее время все большую актуальность приобретает повышение качества жизни спортсменов и людей, вовлеченных в работу промышленных предприятий с повышенным уровнем нагрузки, путем использования индивидуальных средств защиты. К таким конструкциям относятся защитные зубные шины. Использование зубных шин с целью профилактики травматизма зубочелюстной системы получило широкое распространение и выявило необходимость в компьютерном моделировании биомеханического поведения, как самих конструкций, так и материалов из которых они изготовлены [1]. Численное моделирование поведения материалов и конструкций зубных капп не возможно без физико-механических, эксплуатационных, прочностных, фрикционных свойств материалов. Для построения модели поведения материалов протетических конструкций этиленвинилацетата и винилполисилоксана была проведена серия натуральных экспериментов [2]. В результате установлено, что винилполисилоксан является упругим материалом с модулем Юнга  $E_v = 0,3$  МПа, в качестве модели поведения этиленвинилацетата выбрана деформационная теория упругопластичности с модулем Юнга  $E_e = 17,3$  МПа, коэффициенты Пуассона материалов равны  $\nu_e = 0,46$  и  $\nu_v = 0,49$  соответственно. Задача реализуется в рамках механики контактного взаимодействия в частном случае осесимметричного напряженно-деформированного состояния при наличии трения по сопрягаемым поверхностям с постоянным коэффициентом трения 0,3. Математическая постановка задачи контактного взаимодействия включает уравнения равновесия, геометрические и физические соотношения, а так же контактные граничные условия, ранее рассмотренные в [3].

Рассматривается контакт зубов без учета защитной шины и через трехслойную каппу в упрощенной постановке (рис. 1). Зуб-штамп индентируется постоянной силой  $F$  от 10 до 50 Н, высота и ширина зуба составляют  $h_{zub} = 6 \cdot 10^{-3}$  м и  $b_{zub} = 5 \cdot 10^{-3}$  м соответственно, скругление галтели у зуба зависит от ширины и составляет  $scr_{zub} = 0,1 \cdot b_{zub}$ . Материал зуба рассматривается как упругий  $E = 80,4 \cdot 10^3$  МПа и  $\nu = 0,3$ , что соответствует свойствам зубной эмали. Толщина слоя этиленвинилацетата и винилполисилоксана одинаковая и равна  $h_e = h_v = 2 \cdot 10^{-3}$  м.

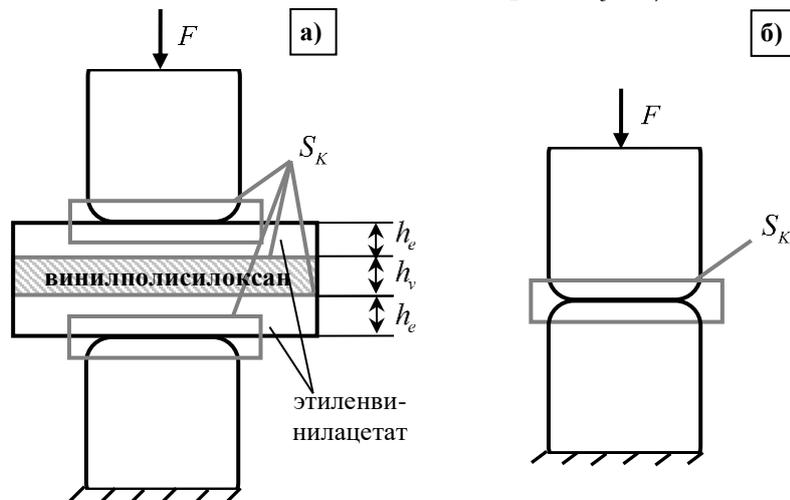


Рис. 1. Модель контакта через трехслойную каппу (а) и без учета защитной шины (б)

На рис. 2 показано распределение интенсивности напряжения в модель контакта зубов-инденторов через трехслойную каппу (а) и без учета защитной шины (б).

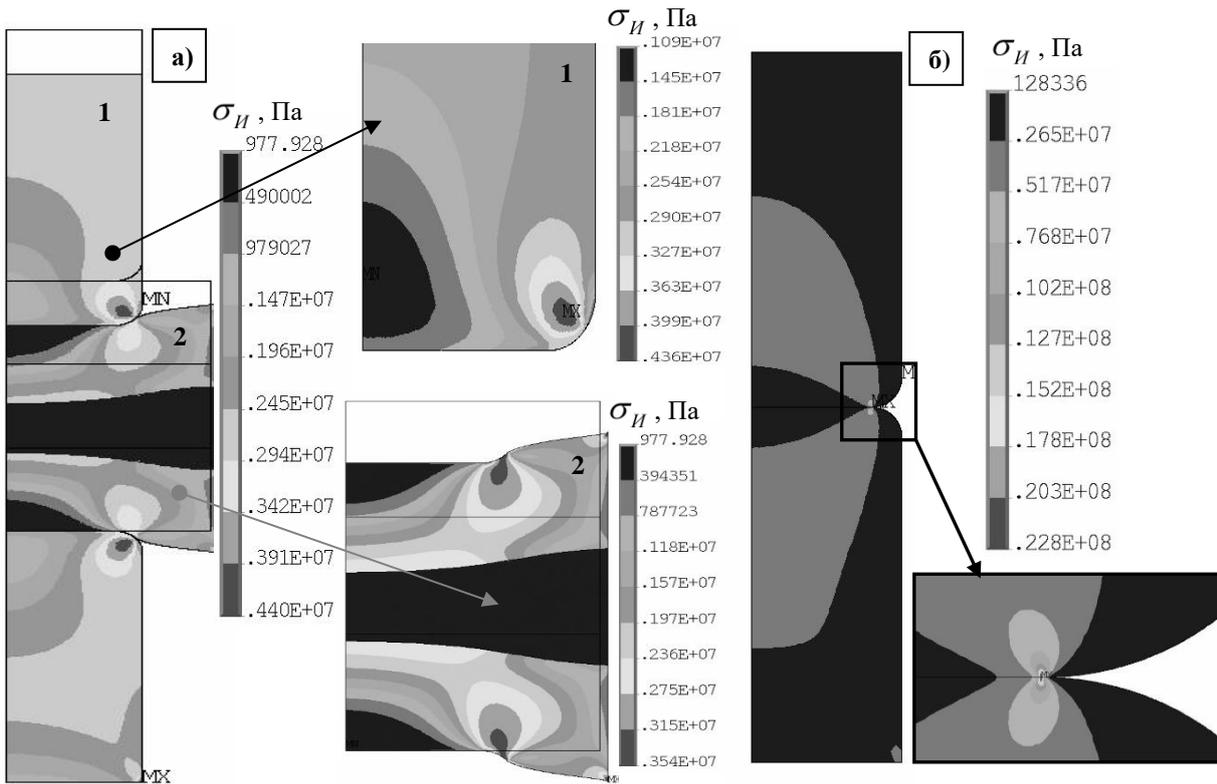


Рис. 2. Интенсивность напряжения в модели контакта зубов через трехслойную каппу (а) и без (б)

На рис. 2 можно наблюдать картину деформирования моделей контакта зубов и поля распределения интенсивности напряжения. Максимальные значения интенсивности напряжения наблюдаются в зоне концентратора напряжения в виде галтели в зубе-инденторе, максимальное значение интенсивности напряжений увеличивается менее чем в 2 раза при увеличении силы индентирования в 5 раз:  $F = 10$  Н максимальное напряжение в зубе-инденторе составляет 2,37 МПа, при  $F = 50$  Н – 4,36 МПа. Максимальное значение интенсивности напряжения при контакте зубов-индентров без учета трехслойной каппы при  $F = 50$  Н составляет 22,8 МПа. Установлено, что при контакте зубов-индентров через трехслойную каппу максимальная интенсивность напряжений меньше в более чем 5 раз, чем при контакте без каппы. При этом максимальное напряжение распространено на большей поверхности зуба и не носит локальный сосредоточенный характер.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ проект № 17-48-590411 p\_a.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лохов В.А., Асташина Н.Б., Сергеева Е.С., Мерзляков А.Ф., Байдаров А.А. Сравнительная оценка уровня функциональных нагрузений, развивающихся в эмали зубов при использовании различных типов спортивных зубных шин // Российский журнал биомеханики. – 2017. – Т. 21. – № 2. – С. 211-218.
2. Лохов В.А., Кучумов А.Г., Мерзляков А.Ф., Асташина Н.Б., Ожгихина Е.С., Тропин В.А. Экспериментальное исследование материалов новой конструкции спортивной зубной шины // Российский журнал биомеханики. – 2015. – Т. 19. – № 4. – С. 409-420.
3. Kamenskih A. A., Trufanov N. A. Regularities Interaction of Elements Contact Spherical Unit with the Antifrictional Polymeric Interlayer // Friction and Wear. – 2015. – Т. 36. – № 2. – Pp. 170-176.