

## ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНО-ОПТИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ЗАДАЧ ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ

Н. Б. Базылев<sup>1</sup>, Ю. Л. Денисова<sup>2</sup>, С. П. Рубникович<sup>3</sup>, Н. А. Фомин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт тепло-и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси, Минск

<sup>2</sup>Белорусский государственный медицинский университет, Минск

<sup>3</sup>Белорусская медицинская академия последипломного образования,  
Минск

E-mail: bnb@hmti.ac.by

Компьютерное моделирование напряженно-деформационного состояния тканей и органов челюстно-лицевой области, элементов и деталей стоматологических конструкций, подвижности зубов и распределения жевательной нагрузки, необходимые для корректных расчетов ортопедических конструкций, осложняется неполной информацией о реологических и механических свойствах зубочелюстных структур и ортопедических материалов. Поэтому новые, и, особенно, панорамные методы определения микронных деформаций зубочелюстной системы и ортопедических конструкций *in vivo* представляют существенный интерес для комплексного биомеханического анализа состояния твердых тканей зубов и зубных протезов пациентов в процессе ортопедического лечения. Для решения задач авторами был предложен оригинальный лазерно-оптический метод, основанный на применении цифровых спекл-технологий [1].

При освещении шероховатых поверхностей лазерным излучением за счёт когерентного сложения амплитуд в области диффузно рассеянного света возникает спекл-поле, которое накладывается на изображение исследуемого объекта. Это спекл-поле служит набором реперных точек, по которым с помощью кросскорреляционного анализа последовательных изображений можно определить текущую деформацию поверхности исследуемого объекта с субмикронной точностью. Предлагаемая техника диагностики напряженно-деформационных состояний зубочелюстной системы и ортопедических конструкций пациентов основана на цифровых спекл-технологиях регистрации и обработки на ПЭВМ биоспекл-полей, полученных в различные моменты времени при механическом нагружении исследуемых конструкций. Здесь биоспекл-поля образуются непосредственно в изображениях поверхностей исследуемых образцов ортопедических конструкции, что позволяет определять деформации поверхностей, сравнивая их спекл-изображения в различные моменты времени и используя статистическую обработку экспериментальных изображений с применением кросс-корреляционного анализа.

Исследования напряженно-деформированных состояний на моделях зубных протезов проводились с использованием экспериментального стенда для цифровой динамической спекл-фотографии в Институте тепло-и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси. Трехмерные модели верхней челюсти натурной величины изготовлены из оптически чувствительного материала ЭД20МА с фиксированной на коронки зубов ортодонтической аппаратурой (брекеты, ортодонтическая дуга). Исследуемые модели помещались на неподвижную подставку, снабженную микрометрическими винтами, и освещалась плоскопараллельным лазерным пучком. В качестве источника света для зондирования использовались He-Ne лазер ЛГН-223 мощностью 10 мВт, с длиной волны 0.63 мкм, а также полупроводниковые лазерные указки. Рассеянное моделью лазерное излучение формировало с помощью оптической системы спекл-изображение, которое регистрировалось с помощью высокоточной цифровой фотокамеры Nikon D70S. Регистрировались два последовательных изображения: исходное и изображение модели, смещенное на некоторое заданное расстояние под нагрузкой, которые затем обрабатывались и анализировались с помощью кросскорреляционного анализа.

Проведённые экспериментальные исследования показали, что кросскорреляционный анализ динамических лазерных биоспекл-полей, генерируемых поверхностями зубов пациентов и исследуемых ортопедических конструкций при изучении реакции зубочелюстной системы на нагрузку, позволяет количественно определять деформации твёрдых биотканей и элементов конструкций в диапазоне 1-100 мкм. с субмикронной точностью и пространственным разрешением до 50 мкм. Это достаточно чтобы улавливать минимальные сдвиги применяемых в медицинской практике показателей напряженно-деформационного состояния и их изменения во времени, в период исследования и после функциональной пробы.

Работа частично финансировалась по бюджетной программе “Энергоэффективность 1.6.1”, а также по проекту БРФФИ Т12СО-019.

1. Рубникович С П., Фомин Н. А. Лазерно-оптические методы диагностики и терапии в стоматологии. Мн.: ИТМО НАН Беларуси, 2010. 361 с.
2. Денисова Ю. Л., Базылев Н. Б., Рубникович С П., Фомин Н. А. // ИФЖ. 2013. Т. 84, № 4. С. 882–893.