

МЕТОДЫ ОПТИЧЕСКОЙ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ ДЛЯ КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ НЕСЪЕМНЫХ И СЪЕМНЫХ ЗУБНЫХ ПРОТЕЗОВ

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Актуальность. В современной медицине требуется точная количественная информация при изучении динамики развития патологического процесса и оценке изменений, непосредственно происходящих под влиянием лечебных воздействий и в процессе лечения. Использование метода оптической голографии для получения такой информации весьма перспективно, т. к. ее возможности позволяют бесконтактным путем осуществлять контроль за формой изменяющейся поверхности, а также определять поверхностные деформации в объекте исследования.

Голография (в переводе с греческого «полная запись») – способ записи и восстановления волн, используемый при обработке изображения, основанный на регистрации распределения интенсивности в интерференционной картине, сформированной предметной (объектной) и когерентной с ней опорной волной.

Цель исследования: оценка качества зубных протезов с помощью метода голографической интерферометрии.

В голографической интерферометрии осуществляется интерференция объектных волн, существовавших в различные моменты и рассеянных объектами. При изучении отражающих свет объектов разность фаз обуславливается изменением координат точек поверхности объекта или параметров освещающего объект пучка. В первом случае определяются смещения и деформации, во втором форма поверхности объекта. Благодаря характерным особенностям эти методы в последние два десятилетия интенсивно разрабатываются и используются в различных областях медицины, при этом особый интерес представляет анализ вибраций и деформаций.

Следует отметить, что исследование напряженно-деформированных состояний зубочелюстной системы, а также зубных протезов может проводиться с использованием методов математического моделирования. Математический анализ при всех своих преимуществах имеет ряд недостатков. Так, модели для теоретического расчёта и анализа отличаются высоким уровнем упрощения биологических объектов до простых геометрических фигур, и при этом значительно снижается информативность исследований. В случаях, не поддающихся теоретическому анализу, эксперимент является единственным способом определить приблизительное распределение напряжений. Многие авторы, анализируя применение биомеханических методов исследования в ортопедической стоматологии, отмечают, что на современном этапе распределение деформаций и напряжений в зубочелюстной системе и самих протезах может изучаться методами голографической интерферометрии, тензометрии и фотоупругости. Данные методы являются наиболее распространенными в экспериментальных работах по биомеханике зубочелюстной системы за последние 30 лет. В подавляющем большинстве случаев использования голографической интерферометрии источником света служит лазер. Лазеры испускают световые волны очень простой формы, причем их характеристики постоянны во времени и могут быть измерены с большой точностью. Наиболее важной характеристикой лазерного излучения в голографической интерферометрии при изучении напряженно-деформированных состояний объектов является его высокая когерентность.

Качественный анализ картины интерференционных линий позволяет составить общее представление о характере деформаций объекта – наличии и дислокации концентраторов напряжений, контурах, пределах и преимущественных направлениях деформационных изменений объекта. Основными критериями при этом являются частота полос и их направление. Концентрация полос свидетельствует о степени деформации объекта. Чем больше деформируется объект, тем чаще концентрируются полосы, и наоборот, чем меньшую деформацию испытывает объект, тем реже полосы. По направлению полос можно судить о распространении деформации, так как интерференционные полосы всегда проходят перпендикулярно направлению основной деформации.

При записи (на фотослое или другом носителе) регистрируется картина интерференции объектной волны и когерентной с ней опорной волны. В результате получают дифракционную решетку, при освещении которой опорной волной вследствие ее дифракции восстанавливается объектная волна. Фотопластина помещается непосредственно перед объектом под углом Брюстера к осевой линии освещающего пучка, который формируется линзой, расширяющей луч лазера. Вращением полуволновой пластинки производится поворот плоскости поляризации лазерного луча с тем, чтобы минимизировать потери света на отражение от поверхности фотопластины.

Состояние объекта исследования записывается на фотопластине в свободном начальном положении, далее объект определенным образом нагружается, и его деформацию регистрируют на той же пластине. Таким образом, на голограмме регистрируется трехмерное изображение исследуемого объекта с наложенной на него картиной интерференционных полос. В качестве источника света используется гелий-неоновый лазер мощностью ~25 мВт с длиной волны 632,8 нм, длиной когерентности ~20 см и вертикальной поляризацией излучения.

В наших исследованиях интерферограммы регистрировались на высокоразрешающих пластинах ПФГ-0.3М с энергетической чувствительностью 35 Дж/м², дифракционной эффективностью 45% на $\lambda = 632,8$ нм (производство ОАО «Славич», РФ). Изображение регистрировалось цифровой фотокамерой Nikon Coolpix 4500 (Япония).

Заключение. Оценка качества изготавливаемых несъемных (цельнолитых, металлоакриловых, металлокерамических, цельнокерамических коронок и мостовидных протезов) и съемных протезов (частичных пластиночных, бюгельных с фиксацией на кламмерах, аттачменах и телескопических коронках) показало высокую эффективность применения метода голографической интерферометрии. Полученные результаты позволили оценить деформации, происходящие в зубочелюстной системе при протезировании различными конструкциями, а также обосновали изменения, вносимые в конструкции протезов, позволяющие минимизировать их негативное влияние на опорные ткани и продлить срок их службы.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Министерство здравоохранения Белгородской области
ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный
исследовательский университет»
Стоматологическая Ассоциация России
Белгородская региональная общественная организация
«Стоматологическая ассоциация»

СТОМАТОЛОГИЯ СЛАВЯНСКИХ ГОСУДАРСТВ

Сборник трудов
XVI Международной научно-практической конференции,
приуроченной к 75-летию Заслуженного врача Российской Федерации,
доктора медицинских наук, профессора А.В. Цимбалистова



Белгород 2023