

Изучение напряженно-деформационных состояний в мостовидных протезах, изготовленных с помощью лазерной сварки

Белорусский государственный медицинский университет

В статье представлены данные о характере распределения напряжений в мостовидных протезах, изготовленных с помощью лазерной сварки.

Ключевые слова: лазерная сварка, напряжения, голография.

Лазерные технологии широко используются в ортопедической стоматологии, в том числе и при изготовлении мостовидных протезов [5, 7, 8, 9, 10].

По сравнению с такими методами неразборных соединений металлов и их сплавов, как контактная, микроплазменная, электронно-лучевая сварка и др., а также традиционная для зубных протезов пайка, лазерная сварка имеет ряд преимуществ:

- благодаря малой расходимости излучение лазера можно точно фокусировать на малых участках, получая высокие уровни плотности мощности, что позволяет проводить обработку тугоплавких трудносвариваемых материалов;
- бесконтактность воздействия и возможность передачи энергии излучения по световодам дает возможность проводить сварку в труднодоступных местах;
- сварные швы, получаемые с помощью лазера, имеют малую зону термического влияния в окружающем материале, что приводит к снижению термических деформаций;
- отсутствуют вредные припои и флюсы;
- локальность воздействия позволяет обрабатывать участки изделий в непосредственной близости от термочувствительных элементов;
- малая длительность лазерного сварочного импульса позволяет избавиться от нежелательных структурных изменений;
- возможность оперативно изменять длительность и энергию лазерного импульса позволяет гибко управлять технологическим процессом сварки.

При изготовлении мостовидных протезов важно знать распределение деформаций и напряжений в них при приложении нагрузки в процессе эксплуатации. Это позволяет избежать поломок, сэкономить металл, применяемый для изготовления, моделировать промежуточные части в форме ажурных конструкций.

Целью нашей работы явилось изучение характера распределения напряжений, возникающих в мостовидных протезах, изготовленных с помощью лазерной сварки.

Материал и методы

В ортопедической стоматологии для изучения напряжений в зубных протезах многие исследователи используют метод голографической интерферометрии [1, 2, 3, 4].

В основе метода голографической интерферометрии центральное место занимает явление интерференции. Частота света составляет примерно 10^{15} Гц. Сетчатка глаза не в состоянии реагировать на столь быстрые волновые изменения. Она реагирует на освещенность, но свет имеет прежде всего волновой характер и одно из свойств света - это возможность интерферировать, т.е. при наложении одной когерентной волны на другую, проходя через интерференционную решетку давать

картину либо прямых, либо дуг, либо гиперболоидов сочетательные и световые полосы.

Образование голограммы - интерференционный процесс. Восстановление же голографически зарегистрированных оптических волн неразрывно связано с явлением дифракции. Дифракция - это отклонение волны от первоначального направления ее распространения, вызванное взаимодействием волны с препятствием. А любой достаточно тонкий пропускающий или отражающий объект можно представить как эквивалентный набор решеток, имеющих различную пространственную частоту, ориентацию, амплитудное пропускание и глубину модуляции. Важнейшее достоинство голографической интерферометрии - возможность изучения диффузных объектов.

Голография - метод записи и восстановления световых волн. Используя метод голографии можно получать трехмерные изображения диффузно отражающих объектов, которые выглядят покрытыми интерференционными полосами.

Присутствие интерференционных полос на изображении объекта говорит о том, что объект испытал деформацию, смещение или вращение. Сначала на фотопластине записывается голограмма в его начальном ненарушенном состоянии, для чего пластину освещают двумя волнами (предметной и опорной). Затем объект нагружают, прикладывая усилие, и делают вторую экспозицию на той же самой пластине. При освещении проявленной фотопластинки восстанавливающей волной, идентичной опорной волне, использовавшейся на стадии регистрации, наблюдатель, смотрящий через голограмму, увидит трехмерное мнимое изображение объекта с нанесением на него картины интерференционных полос.

Когда наблюдатель рассматривает в лазерном свете диффузно отражающий объект, изображение кажется зернистым. Это спеклы. Физическая природа спеклов достаточно проста. Каждая точка объекта рассеивает некоторое количество света в направлении наблюдателя. Вследствие высокой когерентности, лазерный свет, рассеянный одной из точек объекта, интерферирует со светом, рассеянным любой другой точкой объекта. Хаотичность картины это и есть спеклы. В обычной классической интерферометрии получают и изучают интерференционные картины, образованные световыми волнами, которые каким-либо образом взаимодействовали с исследуемым объектом (путем отражения, преломления, рассеяния и т.д.). Голографическая интерферометрия позволяет исследовать объекты неправильной формы и даже объекты с шероховатой поверхностью. Существенно (по сравнению с классической интерферометрией) снижаются требования к качеству оптики и т.д.

Для проведения исследований использовалось разработанное нами в соавторстве устройство для моделирования функциональных мышечных нагрузок лицевого отдела черепа, защищенное патентом Республики Беларусь № 3336 [6].

Объектом исследования служили 10 цельнолитых мостовидных протезов и 11 протезов, при изготовлении которых использовалась лазерная сварка. Протезы помещали на предметный столик голографической установки. На этой установке была собрана оптическая схема для регистрации голограммы с протезом. Нагрузка подавалась равномерно по середине протеза по жевательной поверхности искусственных зубов и варьировала в интервалах 20 - 40 Н. Об уровне напряжений позволяют судить полосы, которые концентрируются на протезе и меняются от

приложенной нагрузки. В зависимости от силы приложенной нагрузки происходит концентрация интерференционных полос, чем ближе полосы расположены между собой, тем сильнее напряжение испытывает протез в данном месте.

Результаты и обсуждение

При испытаниях 10 цельнолитых мостовидных протезов наблюдались широкие интерференционные полосы, расположенные параллельными линиями по всей длине протеза.

Анализ распределения интерференционных полос при исследовании 11 мостовидных протезов, изготовленных с помощью лазерной сварки, показал такую же картину распределения интерференционных линий в месте соединения коронок с промежуточной частью.

На основании проведенных экспериментов можно сделать вывод о том, что мостовидные протезы, при изготовлении которых используется лазерная сварка, обладают достаточной жесткостью соединения. Это позволяет рекомендовать данную методику для изготовления несъемных конструкций зубных протезов.

Литература

1. Азизов, К. А., Бахтин, В. Г, Полухина, С. П. О некоторых закономерностях деформаций мостовидных протезов из металла // *Стоматология*. 1985. № 6. С. 66-68.
2. Исследование напряженно-деформированного состояния мостовидных протезов / М.Ф. Сухарев, А.Т. Зелинский, А.Ю. Медведев [и др.] // *Стоматология*. 1991. № 3. С. 48-49.
3. Исследование напряженно-деформированного состояния мостовидных протезов/М.Ф. Сухарев, А.Т. Зелинский, А.Ю. Медведев [и др.] // *Стоматология*. 1991. № 3. С. 48-49.
4. Наумович, С. А., Головки, А. И., Дмитроиченко, А. П. Исследование напряжений в металлокерамических мостовидных протезах // *Достижения медицинской науки Беларуси*. Минск: БелЦНМИ, 2000. Вып. 5. С. 142-143.
5. Применение лазеров в стоматологии / Наумович С. А., Доста А. Н., Головки А. А. [и др.] // *Современная стоматология*. Минск, 2006. № 1. С. 4-14.
6. Пат. 1С1 ВУ, МПК С 09В 23/28- 970639. Устройство для моделирования функциональных мышечных нагрузок лицевого отдела черепа / С. А. Наумович, Л. В. Танин, И. Л. Дробот, А. С. Артюшкевич, А. И. Головки, А. П. Дмитроиченко. № 3336; Заявл. 25.11.1997; Опубл. 30.06.2000// *Афіцыйны бюлетэнь / Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь*. 2000. № 2(25). С. 143.
7. Dobberstein, H., Orlick, H., Zuhrt, R. The welding of cobalt-chromium, nickel-chromium and silver-palladium alloys using a solid-state laser // *Zahn.Mund. Kieferheilk.* 1990. Bd. 78. № 3. S. 345.
8. Frentzen, M., Koort, H.J. Laser technology in dentistry // *Dutch. Zahnarzt*. 1991. Bd. 46. № 7. S. 165-169.
9. Hofmann, J. Dental laser welding technique. Procedural report. Quality, expense and risks of innovative bonding technique // *Dent. Labor*. 1992. Bd. 40. № 7. S. 431-437.
10. Roggensack, M, Walter, M.H., Boning, K.W. Studies on laser- and plasma-welded titanium // *Akad. Dental. Materials*. 1993. Vol. 9. № 2. P. 85-91.