

УДК 616.314-089.28-76:53.082.1:615.462/463

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Манак Е. П., Полонейчик Н. М., Минченя Н. Т.

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск, Республика Беларусь
Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Разработано устройство для определения физико-механических свойств эластомерных материалов. В отличие от известного прибора, работающего по методу Шора, применяемого для измерения только твердости эластомерных материалов, разработанное устройство позволяет измерять не только твердость, но и относительные деформации образцов из эластомерных материалов, а также способность этих материалов к восстановлению первоначальных размеров после деформации. Устройство имеет простую конструкцию, содержит соосный с направлением приложения силы преобразователь деформации в электрический сигнал, что обеспечивает чувствительность не менее 3 мВ/мкм.

Введение

Качество стоматологических услуг во многом зависит от качества используемых материалов, в том числе эластомерных (оттисковых).

Врачу стоматологу необходимо хорошо знать свойства оттисковых материалов, с которыми ему приходится работать в лаборатории. Одними из основных свойств оттисковых материалов, которые обязательно оцениваются стоматологами, являются их твердость, т.е. способность материала сопротивляться проникновению в него при определенной нагрузке более твердого тела, деформация при сжатии и восстановление после деформации [1, 2]. Наиболее часто твердость определяют по методу Бригелля – твердость определяется по диаметру отпечатка, оставляемому металлическим шариком, вдавливаемым в поверхность. Твердость вычисляется как отношение усилия, приложенного к шариком, к площади отпечатка; единицей твердости служит кгс/мм². По методу Виккерса – твердость определяется по размеру отпечатка, оставляемого четырехугольной алмазной пирамидкой, вдавливаемой в поверхность. Твердость вычисляется как отношение усилия, приложенного к пирамидке, к площади отпечатка; единицей измерения твердости служит кгс/мм². Но эти методы непригодны для определения твердости эластомеров, т.к. на них не остается соответствующего отпечатка.

Твердость эластомеров принято определять по методу Шора, согласно которому твердость обратно пропорциональна глубине проникновения специального индентора в материал при заданной нагрузке и зависит от модуля упругости и вязко-эластических свойств материала. На приборе Шора можно измерить только твердость этих материалов.

По результатам исследований, проведенных на кафедре общей стоматологии МГМУ [3], а также по данным, обобщенным в, кроме твердости Для эластомерных материалов необходимо определять относительную деформацию образцов из этих материалов [3, 4, 5, 6] и способность их к восстановлению первоначальных размеров после деформации. Таким образом, для оценки физико-механических свойств эластомерных материалов необходимо устройство с более широким диапазоном контроля параметров.

В связи с высокой стоимостью прибора Шора, сложностью его конструкции, а также ограниченным диапазоном контроля свойств эластомерных материалов, на кафедре общей стоматологии МГМУ совместно с БНТУ была поставлена задача – разработать устройство для определения физико-механических свойств эластомерных материалов с преобразованием контролируемых параметров в электрический сигнал, обладающее высокой чувствительностью и большим диапазоном линейности.

Основная часть

Схема устройства показана на рисунке 1. Оно содержит стойку 1, соединенную с опорной плиткой 2. На стойке 1 установлен кронштейн 3 с возможностью вертикального перемещения, обеспечиваемого шпоночным соединением 4 с фиксацией положения посредством винта 5. На правом конце кронштейна 3 установлена втулка 6 с возможностью вертикального перемещения и последующей фиксацией в необходимом положении с помощью винта 7. Во втулке 6 расположен дифференциальный индуктивный соленоидный преобразователь, представленный катушками 8 и 9. Вместе с ним во втулке расположен шток 10, содержащий в средней части ферромагнитную вставку 11, длина которой равна длине катушки. Шток 10

установлен с возможностью вертикального перемещения по шариковым направляющим 12. Сверху шток содержит грузовую платформу 13, а в нижней части – индентор 14, закрепляемый на штоке. Катушки 8 и 9 подключаются к мостовой схеме 21. Питание переменным током мостовой схемы производится от генератора 22. Питание переменным током мостовой схемы производится от генератора 22. Сигнал с мостовой схемы 21 подается на усилитель переменного тока 23. После усиления сигнал поступает на амплитудный детектор 24, с него – через фильтр 25 на согласующее устройство 26, далее сигнал поступает на цифровой вольтметр 27. Блок 28 является источником питания. Наличие усилителя мощности 29 позволяет записывать сигнал на самописце 30 типа Н307/1, что дает возможность исследовать процесс внедрения.

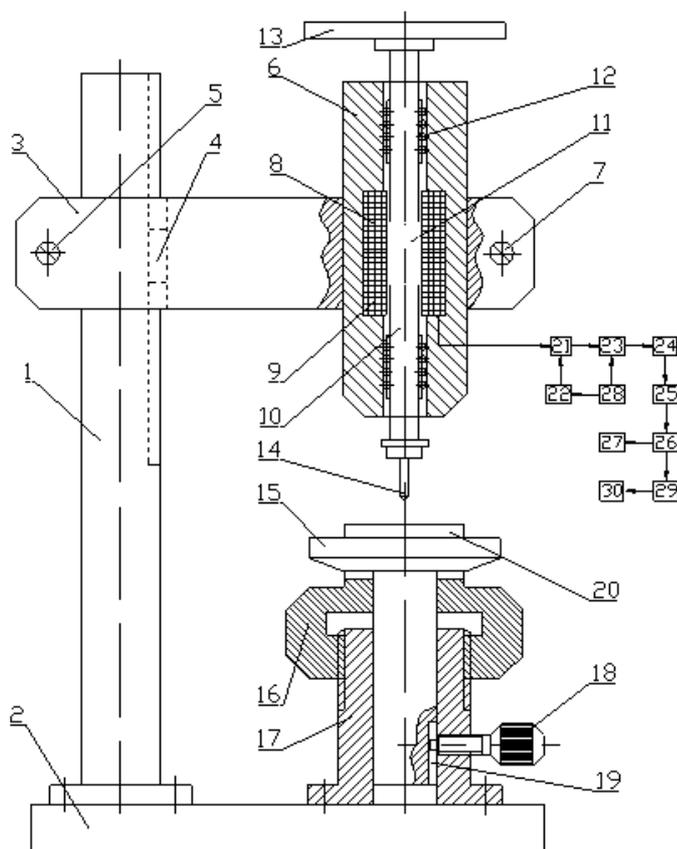


Рисунок 1 – Устройство для определения физико-механических свойств эластомерных материалов: 1 – стойка; 2 – опорная плита; 3 – кронштейн; 4 – шпоночное соединение; 5 – винт; 6 – втулка; 7 – винт; 8, 9 – катушки индуктивности; 10 – шток; 11 – ферромагнитная вставка; 12 – шариковые направляющие; 13 – грузовая платформа; 14 – индентор; 15 – предметный столик; 16 – гайка; 17 – втулка; 18 – винт; 19 – шпоночный паз; 20 – образец; 21 – мостовая схема; 22 – генератор переменного тока; 23 – усилитель; 24 – амплитудный детектор; 25 – фильтр; 26 – согласующее устройство; 27 – цифровой вольтметр; 28 – источник питания; 29 – усилитель мощности; 30 – самописец

Методика измерения твердости отгискных материалов

На предметный столик 15, находящийся в нижнем положении, устанавливается образец 20, изготовленный из исследуемого отгискного материала. Индуктивный датчик, представленный катушками 8 и 9 подключают к мостовой схеме 21, включают питание электронного блока, представленного позициями 21–28. Вращением гайки 16 предметный столик 15 поднимают вверх в опорной втулке 17 сначала до соприкосновения образца 20 с индентором 14, а затем, продолжая вращение гайки, шток 10 поднимают вверх до тех пор, пока ферромагнитная вставка 11 не установится посередине измерительных катушек 8 и 9. Плавным подъемом столика 15 производят балансировку моста 21 до получения нулевого значения сигнала на входе цифрового вольтметра 27. Винтом 18, входящим в шпоночный паз 19 предметный столик 15 закрепляют неподвижно. После этого на грузовую платформу 13 устанавливается требуемая нагрузка, шток 10 смещается вниз, полное сопротивление катушки 8 уменьшается, а катушки 9 увеличивается пропорционально смещению ферромагнитной вставки 11 относительно нулевого значения, что приводит к разбалансировке мостовой схемы 21 и появлению на выходе согласующего устройства 26 напряжения, регистрируемого цифровым вольтметром 27. По показаниям цифрового вольтметра 27 рассчитывается глубина проникновения индентора в исследуемый материал.

Для установления зависимости показаний цифрового вольтметра от величины перемещения штока производилась градуировка путем одновременного измерения перемещения штока с помощью индикатора 1МИГ ГОСТ 9696-61 и контроля показаний цифрового вольтметра. В результате градуировки получена линейная зависимость при чувствительности $K=3\text{мВ/мкм}$. Величину перемещения Δ штока при измерении физико-механических свойств эластомерных материалов определяли путем деления напряжения U , зарегистрированного цифровым вольтметром при данной нагрузке P на чувствительность устройства K .

Показатель твердости образца оценивали по формуле: $\gamma=P/\Delta$, где P – нагрузка (Н), а Δ – глубина проникновения индентора в исследуемый материал (мкм).

Для контроля деформации образцов из эластомерных материалов при сжатии и восстановления их первоначальных размеров после деформации производится только замена стержневого индентора с плоской поверхностью, имеющей диаметр соответствующий диаметру деформируемого образца. Далее устанавливается требуемая нагрузка, измеряется установившаяся во времени величина деформации образца и вычисляется относительная деформация. Для измерения восстановления размеров образцов после деформации снимается нагрузка и определяется установившееся показание цифрового вольтметра, сравнивается с первоначальным показанием. По разности показаний определяется способность материалов к восстановлению первоначальных размеров.

Заключение

1. Предложен новый метод измерения физико-механических свойств эластомерных материалов, отличающийся от известных совмещением оси приложения нагрузки и оси измерения линейных перемещений.

2. Разработано устройство, содержащее элементы, создающие нагрузку на индентор, взаимодействующий с контролируемым отгискным материалом; индуктивный дифференциальный преобразователь перемещений индентора в электрический сигнал; электронный блок с цифровой индикацией, позволяющие контролировать твердость, относительную деформацию и способность эластомерных материалов к восстановлению первоначальных размеров после деформации.

3. Проведена градуировка устройства, в процессе которой определена чувствительность преобразования деформации 3 мВ/мкм , что соответствует лучшим мировым образцам.

Список использованных источников

1. *Гарифуллин, Ф.А.* Конструкционные резины и методы определения их механических свойств./ Ф.А. Гарифуллин, Ф.Ф. Ибляминов. // Казань, 2000.
2. *Жулев, Е.Н.* Материаловедение в ортопедической стоматологии: Учебное пособие.- Нижний Новгород, 1997; 5 – 7; 14 – 20.
3. *Полонейчик, Н.М.* Сравнительная характеристика эластомерных отгискных материалов// Организация, профилактика, новые техноло-

- гии и реабилитация в стоматологии: Материалы 4 съезда стоматологов Беларуси /Н.М. Полонейчик, М.В. Тимошенко // Витебск, 2000. – С.232-234.
4. Метод определения твердости по Шору А. ГОСТ 263-25. 2-е изд., 1988.
 5. Dental elastomeric impression materials. ISO 4823. Second ed., 1992.
 6. Method for determination of Shore A and Shore D hardness. DIN 53 505. June 1987.
 7. *Phillips, R.W.* Skinner's science of dental materials / 9th ed.-Philadelphia: W.B. Saunders // Co, 1991. – 598 p.

Manak E. P., Poloneichik N. M., Minchenia N. T.

Device for determining the mechanical properties of elastomer materials

Developed the device for determining the physical and mechanical properties of elastomeric materials. In contrast to the well-known device that operates on the method of Shore, used to measure only the hardness of elastomeric materials, developed the device can measure not only hardness, but also the relative deformation of the samples made of elastomeric materials, as well as the ability of these materials to restore the original dimensions after deformation.

The device has a simple design includes coaxial with the direction of the force transducer strain into an electrical signal that provides a sensitivity of at least 3 mV/ μm .

Поступила в редакцию 22.04.2011.