

ции торцов подложки, а так же при наличии и отсутствии стабилизации температуры тыльной стороны подложки. Расчеты выполнялись для географических координат г. Минска с учетом суточного и сезонного изменения, как температуры окружающей среды, так и мощности солнечного излучения спектра AM1,5, максимальное значение которой составляло 500 кВт/м^2 [4] при использовании концентраторов [5].

При моделировании использовались данные о средних минимальной и максимальной месячной температуре воздуха в г. Минске с сайта <http://belmeteo.net>. Температура подложки задавалась как с учетом изменения температуры окружающей среды, так и со стабилизацией на уровнях $+1 \text{ }^\circ\text{C}$ и $+10 \text{ }^\circ\text{C}$.

Как показали расчеты, в условиях суточного и сезонного изменения температуры и плотности мощности солнечного излучения происходит неравномерный нагрев как поверхности тонкопленочного солнечного элемента, так и его слоев. В указанных выше условиях поверхность предложенного тонкопленочного солнечного элемента на основе CuInSe_2 без охлаждения и при отсутствии теплоизоляции торцов подложки может нагреваться до $700 \text{ }^\circ\text{C}$, что приводит к необратимым повреждениям. Теплоизолировав торцы подложки и стабилизировав температуру тыльной стороны подложки на уровне $10 \text{ }^\circ\text{C}$, температура поверхности тонкопленочного солнечного элемента CuInSe_2 не превысила значений порядка $14,2 \text{ }^\circ\text{C}$. Градиент температуры достигает своего максимального значения $\sim 17 \times 10^4 \text{ К/м}$ (в июне-июле) на данной границе раздела сначала с юго-восточной стороны около 12 часов 30 минут, а затем – с юго-западной стороны спустя 1,5 часа. С северо-востока и северо-запада градиенты температуры на данной границе раздела равны и составляют соответственно $\sim 15 \times 10^4 \text{ К/м}$. Как показали расчеты градиент температуры термоэлектрического слоя в течение года изменяется в пределах от $\sim 17 \times 10^4 \text{ К/м}$ (в июне-июле) до $\sim 5 \times 10^4 \text{ К/м}$ (в декабре). При этом амплитуда выходного напряжения, генерируемого термоэлектрическим слоем тонкопленочного солнечного элемента CuInSe_2 изменяется в пределах от 2,1 мВ (в декабре) до 5,23 мВ (в июне и июле) (рисунок 2).

УДК 620-6

УСТРОЙСТВО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИИ СЖАТИЯ СЛЕПОЧНОГО МАТЕРИАЛА, ПРИМЕНЯЕМОГО В СТОМАТОЛОГИИ

Киселев М.Г., Монич С.Г., Лобан Ю.А.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Многие материалы, используемые в стоматологии, поставляются как два или более компонентов, которые смешиваются вместе и подвергаются химической реакции, и от этого некото-

Таким образом, выбором рабочей точки на вольт-амперной характеристике предложенного солнечного элемента, за счет использования термоэлектрического слоя, можно получить увеличение его выходной мощности до 5 %. Более того, при стабилизации температуры подложки и наличии концентратора солнечного излучения можно достичь еще более существенного увеличения выходной мощности рассматриваемого солнечного элемента. Следует отметить, что инерционность остывания тонкопленочного солнечного элемента в определенной мере стабилизирует выходное напряжение при переменной облачности.

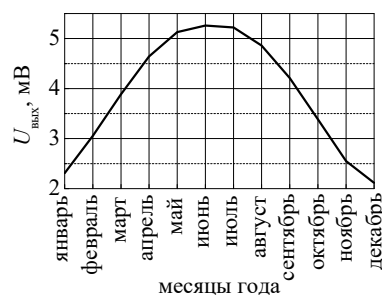


Рисунок 2 – Амплитуда выходного напряжения, генерируемого термоэлектрическим слоем солнечного элемента на основе CuInSe_2 в течение года

Литература

1. Khanna, S. Optimization of solar photovoltaic system integrated with phase change material / S. Khanna, K.S. Reddy, T.K. Mallick // *Solar Energy*. – 2018. – Vol. 163. – P. 591–599.
2. Single-graded CIGS with narrow bandgap for tandem solar cells / T. Feurer [et al.] // *Science and Technology of Advanced Materials*. – 2018. – Vol. 19, no. 1. – P. 263–270.
3. Пат. РБ № 20481 / А.К. Есман [и др.] // *Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці*, 2016. – № 5. – С. 120.
4. Алферов, Ж.И. Тенденции и перспективы развития солнечной фотоэнергетики / Ж.И. Алферов, В.М. Андреев, В.Д. Румянцев // *Физика и техника полупроводников*, 2004. – Т. 38, вып. 8. – С. 937–948.
5. A review of solar photovoltaic concentrators / M. Khamooshi [et al.] // *International Journal of Photoenergy*. – 2014. – V. 2014. – P. 958521-1–17.

рые механические и физические свойства могут резко меняться. Например, многие слепочные материалы, которые начинают смешивать. В таком случае материал может представлять собой

твердое тело или гибкий каучук в зависимости от химической природы продукта. Принятие такого продукта стоматологом зависит от свойств несмешанной пасты, свойств при перемешивании и свойств заданного материала [1].

Большинство используемых материалов в стоматологии имеют минимальное требование к механическим свойствам. Например, некоторые материалы должны быть достаточно прочными и жесткими, чтобы выдерживать силы изгиба без перелома. Другие должны быть достаточно жесткими для поддержания их формы под нагрузкой. Такое свойство материалов, как правило, характеризуется изгибной деформацией, которая легко испытывается с помощью машины, показанной на рисунке 1 [1].

Следует отметить, что пределы растяжения и сжатия, а также сдвиг, являются тремя простыми примерами нагрузки, которые составляют основу всех других более сложных нагрузочных моделей [2–4].

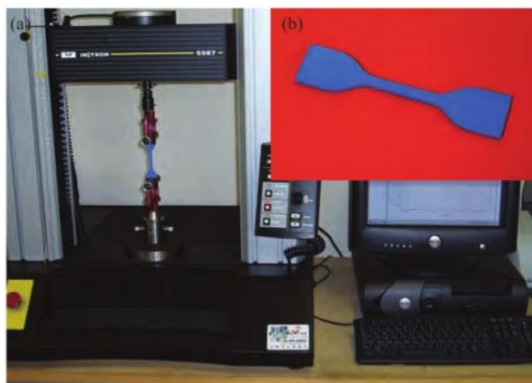


Рисунок 1 – Установка для тестирования механических свойств

Свойства слепочных материалов при смешивании приводят к изменению размеров во время и после установки, плотности и внешнего вида.

Изменения размеров: точность измерений – важное требование многих стоматологических материалов.

Успех многих восстановительных процедур зависит от изменений размеров, которые происходят при литье сплавов или установки прямых восстановительных материалов [5].

Плотность – свойство, которое влияет на аспекты прочности слепочного материала.

С целью уменьшения таких дестабилизирующих сил можно выбрать сплав с более низкой плотностью.

Следовательно, если жесткая (высокий модуль упругости), используется материал с низкой плотностью, равной производительности может быть достигнута с учетом экономии веса.

Классифицируются слепочные материалы по консистенции, а именно на твердые, эластичные и термопластичные [7].

Эластичные слепочные материалы должны обладать высокой пластичностью в период введения в полость рта [7].

Слепочные материалы применяют для получения точного отпечатка зубов и тканей полости рта. По этому отпечатку или оттиску можно отливать модель, на которой изготавливают конструкции полных или частичных съемных зубных протезов, коронок, мостовидных протезов и вкладок [8].

Применительно к слепочным материалам период затвердевания предполагает минимальное количество времени пребывания (нахождения) ложки со слепочным материалом в полости рта [8].

Точность оттисков зависит, в частности, от точности размеров реплики, на которой он построен. Таким образом, которые происходят во время и после установки этих модельных материалов должна, в идеале, быть минимальным для создания точной модели. Следовательно, размерность и стабильность после настройки должна быть такой же хорошей, насколько это возможно [9–10].

Деформация при сжатии является важной характеристикой эластичного материала, которую определяют согласно ГОСТ 31573-2012.

На кафедре «Конструирование и производство приборов» БНТУ разработано устройство для определения консистенции и деформации при сжатии.

Схема конструкции этого устройства приведено на рисунке 2.

Устройство состоит из массивного основания 1, стеклянных пластин 2, образца материала 3, штока 4, сменного грузика 5, стопорного винта 6, кронштейнов 7 и 10, стопорных винтов 8, 11, 12 и 14 и стойки 13.

Устройство работает следующим образом: для проведения испытания образец 3 слепочного материала помещают между стеклянными пластинами 2 на основание 1 для приложения нагрузки непосредственно под нагружающий шток 4, на котором распложены сменный грузик 5. Шток закреплен в кронштейне 7, который фиксируется винтом 6. При соприкосновении штока со стеклянной пластиной происходит деформация материала 3. Изменения деформаций отслеживают по показанию индикатора 9 прикладывают нагрузку, медленно опуская шток на порцию слепочного материала. Выдерживают образец под нагрузкой в течение 5 с.

После этого снова фиксируют показание индикатора. А диаметр образца измеряют штангенциркулем.

При ортопедическом лечении получение оттиска является одним из ключевых моментов, определяющих качество будущей конструкции. Это обусловлено тем, что оттиск является связующим, информационным звеном между вращом

и зубным техником. Этот этап зубного протезирования имеет исключительно важное значение, поскольку точность оттиска определяет качество модели, на которой осуществляется конструирование любого протеза или лечебно-диагностического аппарата.

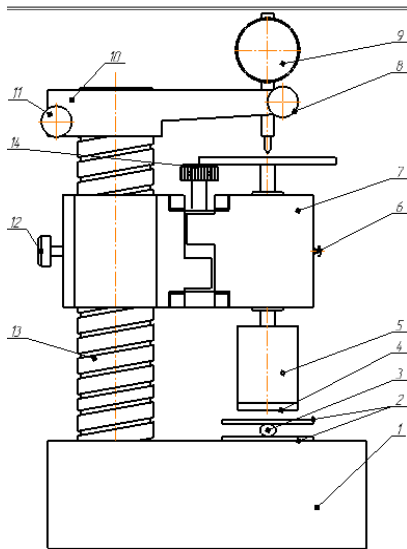


Рисунок 2 – Устройство для определения консистенции и деформации при сжатии

Литература

1. Applied Dental Materials / J.F. McCabe, A.G. Walls // AWG Walls. – 2008. – P. 312.
2. Вязьмитина А.В. Материаловедение в стоматологии. Ростов н/Д, 2002. – 191с.
3. Дойников А.И., Синицын В.Д. «Зуботехническое материаловедение». Москва, 2006.
4. Зубопротезная техника. /Л.Д. Чулак, В.Г. Шутурминский – Одесса, 2001. – 315 с.
5. Клинеберг И., Джагер Р.; Под общ.ред. М.М.Антоника. Оклюзия и клиническая практика – М. : МЕДпресс-информ, 2006. – 200 с.
6. Король М.Д., Коробейников Л.С., Киндий Д.Д., Ярковий В.В. Оджубейська О.Д. Тактика курації больных в клинике ортопедической стоматологии. Полтава: Астроя, 2003. – 52 с.
7. Криштаб С.И. Ортопедическая стоматология. К. : Вища школа, 2006. – 440с.
8. Нападов А.Л. Артикуляция и протезирование в стоматологии. – К. : Здоровья, 2004.
9. Неспрядько В.П., Макеев В.Ф. Перспективные направления развития ортопедической стоматологии. Комплексное лечение и профилактика стоматологических заболеваний // Материалы 7 съезда стоматологов УССР (Львов, 3-5 октября 1989 г.) – Киев, 2000. – С. 241–242.
10. Неспрядько В.П., Рожко М.М. Ортопедическая стоматология. Киев, Книга плюс, 2003.

УДК 621.371

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАПОВЕРХНОСТЕЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИОПРОЗРАЧНОСТИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТенок С АРМИРУЮЩИМИ МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Будай А.Г.¹, Кныш В.П.¹, Кучинский П.В.¹, Малый С.В.², Орлова А.С.²

¹Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем имени А.Н.Севченко» Белорусского государственного университета, Минск, Республика Беларусь

²Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

Прохождение электромагнитных волн через диэлектрические стенки является ключевой задачей для широкого класса прикладных проблем: распространение электромагнитных волн в зданиях и сооружениях; электромагнитная совместимость; защита информации; радиоэкология; антенные обтекатели и укрытия; радиолокация.

Для обеспечения механических свойств диэлектрических конструкций в их стенках размещаются сетки или решетки из проводящих материалов. Наличие металлических элементов приводит к ухудшению радиопрозрачных свойств армированных диэлектрических стенок.

Одним из перспективных способов решения этой проблемы является использование внешних поляризаторов, размещаемых конформно поверхности стенок. Для этого поляризаторы должны удовлетворять следующим свойствам: иметь малую толщину; обеспечивать поворот поляризации прошедшей через стенку волны на произвольный угол; быть технологичными в из-

готовлении и использовании; иметь малый вес и низкую стоимость. Указанным требованиям удовлетворяют структуры, рассмотренные в работах [1, 2]. Поляризаторы представляют собой периодические решетки из прямоугольных полосковых элементов, расположенных над поверхностью металлического экрана. Для поляризаторов проходного типа экран перфорирован отверстиями, расположенными в узлах прямоугольной сетки. По своей структуре и функциональным возможностям поляризаторы указанного типа относятся к метаповерхностям.

С целью оценки возможности использования поляризаторов проходного типа для улучшения радиопрозрачности стенок, армированных металлическими элементами, были численно решены задачи взаимодействия плоской линейно поляризованной электромагнитной волны со следующими структурами:

– плоская периодическая решетка из параллельных металлических брусьев (рисунок 1);