

УДК: 621.362:537.322

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ ТКАНЕЙ ГОРТАНИ

Т.А. Исмаилов, О.В. Евдулов, Т.А. Рагимова

Рассмотрена конструкция экспериментального стенда для измерения рабочих характеристик термоэлектрического устройства для локального замораживания тканей гортани. Приведены результаты измерений.

**Ключевые слова:** гортань, охлаждение, термоэлектрическое устройство, экспериментальный стенд, измерение, автоматизированная обработка информации

В лаборатории полупроводниковых термоэлектрических приборов и устройств Дагестанского государственного технического университета разработано устройство для локального замораживания тканей гортани [1], предназначенное для лечения заболеваний верхних дыхательных путей (хронический тонзиллит, хронический фарингит и др.).

Для экспериментальных исследований прибора и снятия его рабочих характеристик выполнен специализированный измерительный стенд, схематически представленный на рисунке 1.

В состав стенда входит теплоизолированная климатическая камера 6, термостатируемый объем которой составляет 120 литров. Камера обеспечивает поддержание тем-

платуры 1°С и относительной влажностью от 30 до 98 %. Заданная температура и относительная влажность в камере регулируются блоком управления 7, связанным с датчиком температуры и влажности 8, показания которого отображаются цифровым табло 9.

В качестве натурной модели термоэлектрического устройства используется конструкция, состоящая из медного цилиндра 1, выполняющего функции теплового мостика, находящегося с обеих сторон в тепловом контакте с основным двухкаскадным термоэлектрическим модулем (ТЭМ) 2 и дополнительным ТЭМ 3. Съем теплоты с горячих спаев ТЭМ 2 осуществляется посредством жидкостного теплообменника 4. Для исключения влияния температуры окружающей

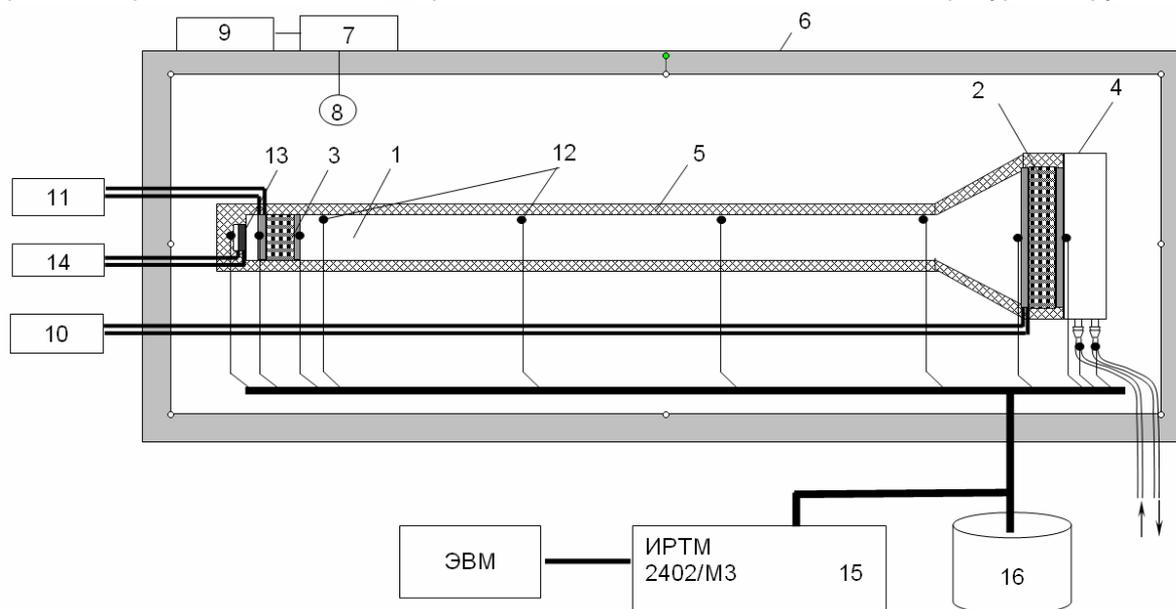


Рисунок 1 - Структурная схема экспериментального стенда термоэлектрического устройства для локального замораживания тканей гортани.

температуры в пределах от 283 до 343 К с точностью ±0,1 К. Для поддержания заданной температуры среды на процессы теплообмена медный ци-

#### РАЗДЕЛ IV. ИЗМЕРЕНИЕ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ В ЭКОЛОГИИ, НАУКАХ О ЧЕЛОВЕКЕ И ОБЩЕСТВЕ

линдр 1, ТЭМ 2 и ТЭМ 3 имеют теплоизоляцию 5 по боковой поверхности. В натурной модели использованы стандартные унифицированные термоэлектрические модули ОАО «ИПФ Криотерм» [2]. В качестве основного был применен двухкаскадный ТЭМ типа ТВ-2-(127-127)-1,15, в качестве дополнительного ТЭМ – ТВ-17-0.6-1.0. Питание ТЭМ осуществляется источниками электрической энергии 10 и 11, соответственно типа Instek PSH – 3630 и GW Laboratory DC Power Supply GPR-1850HD. Тепловая нагрузка на устройство моделируется желатиновой моделью с плоским нихромовым нагревателем 13, подключенным к индивидуальному источнику питания 14 – типа ТЕС 42 НТР15.10.

Сбор экспериментальных данных осуществляется автоматически с помощью измерителя технологического многоканального ИРТМ 2402/МЗ 15, который подключается к ПЭВМ и предусматривает возможность сбора данных с 24 датчиков. Измерения температуры проводятся медь-константановыми термопарами 12, опорные спаи которых помещены в сосуд Дьюара 16. Напряжение и ток на ТЭМ фиксируются встроенными в источники электрической энергии амперметрами и вольтметрами.

Опрос датчиков и регистрация снимаемых данных осуществляется 1 раз в 2 секунды с записью в текстовый файл и регистрацией текущего времени каждого измерения. Для экспериментального стенда разработана специальная программа, которая обрабатывает указанный файл и выводит данные в виде таблицы Microsoft Excel, после обработки которой строятся соответствующие графики. Возможность совмещения комплекса с ЭВМ дает возможность упростить представление и обработку результатов измерений.

На основе измерительного стенда был проведен ряд натурных экспериментов. Основной их задачей являлось определение зависимости температуры в контрольных точках натурной модели от времени при фиксированных значениях токов питания ТЭМ. Контрольные точки располагались на холодных спаев дополнительного ТЭМ, тепловом мостике, горячих спаев основного ТЭМ, а также на тепловой нагрузке.

Исходя из технических требований, предъявляемых к термоэлектрическому устройству при его эксплуатации, в процессе эксперимента задавались следующие исходные данные: температурный диапазон теплового воздействия – от  $-50$  до  $-25$  °С; диапазон температуры окружающей среды – от  $25$  до

$27$  °С; точность поддержания температуры –  $0,5$  °С; охлаждение горячих спаев основного ТЭМ осуществлялось жидкостным теплообменным аппаратом при температуре протекающей воды  $20$  °С.

Измерения проводились для случая холостого хода прибора, а также при наличии тепловой нагрузки, выполненной в виде желатиновой модели с температурой  $37$  °С.

На рисунке 2 приведены графики зависимости изменения температуры холодных спаев дополнительного ТЭМ во времени при различных токах питания ТЭМ без нагрузки.

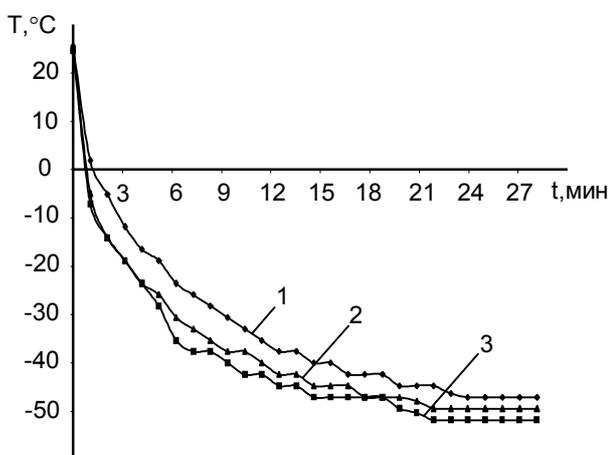


Рисунок 2 - Изменение температуры холодных спаев дополнительного ТЭМ во времени при различных значениях тока питания без тепловой нагрузки. Ток питания основного ТЭМ – 5А; ток питания дополнительного ТЭМ: 1 – 0,5А, 2 – 1А, 3 – 1,5А.

Согласно данным зависимостям продолжительность выхода устройства в стационарный режим составляет 21-22 мин. При этом с увеличением силы тока температура холодных спаев дополнительного ТЭМ снижается. Указанные зависимости показывают, что при увеличении силы тока дополнительного ТЭМ с 0,5А до 1,5А при питании основного каскада оптимальным для данного типа ТЭМ током, равным 5А, температура наконечника снижается с  $-46$  до  $-52$  °С.

Отличие в значениях температуры холодных спаев дополнительных ТЭМ во многом будет сказываться на времени экспозиции при проведении медицинских процедур. Очевидно, что в случае меньших значений токов питания дополнительного ТЭМ продолжительность воздействия на ткань гортани будет выше. Данное обстоятельство связано с определенным дискомфортом пациента при проведении процедур, поэтому в по-

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 2 2010

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ ТКАНЕЙ ГОРТАНИ

давляющем большинстве случаев рекомендуется применение устройства с как можно большим значением тока питания дополнительного ТЭМ, близким к оптимальному для данного типа модуля.

На рисунке 3 приведены графики изме-

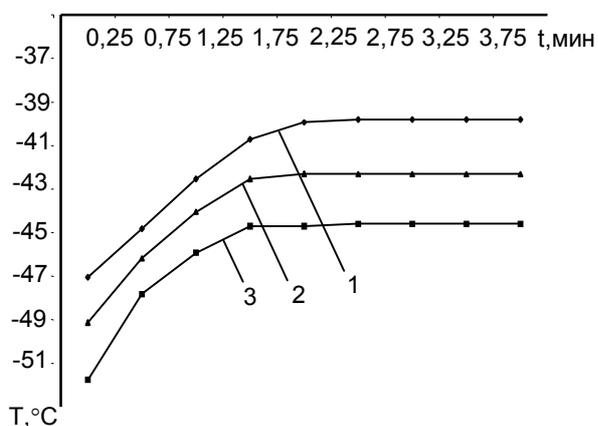


Рисунок 3 - Изменение температуры холодных спаев дополнительного ТЭМ во времени при различных значениях тока питания с тепловой нагрузкой. Ток питания основного ТЭМ – 5А; ток питания дополнительного ТЭМ: 1 – 0,5А, 2 – 1А, 3 – 1,5А.

нения температуры холодного спаев дополнительного ТЭМ во времени при наличии тепловой нагрузки. В соответствии с [2] величина тепловой нагрузки принята равной 1Вт, что соответствует среднему уровню тепловыделений ткани живого человека. Согласно представленным ранее данным при токах питания дополнительного ТЭМ 0,5А, 1А, 1,5А температура его холодных спаев по достижению стационарного режима составляет -47°C, -49°C и -52°C, что соответствует температурам в начальный момент времени на рисунок 3. Последующее воздействие тепловой нагрузки на устройство повышает температуру холодных спаев дополнительных ТЭМ примерно на 7°C для каждого из рассмотренных случаев, что соответствует значениям -40°C, -42°C и -44°C. При этом продолжительность выхода системы на стационарный режим не превышает 1,5-2 мин.

На рисунке 4. представлена зависимость времени образования ледяной корки желатиновой модели биологической ткани толщиной 1 мм (что соответствует режиму проведения медицинских процедур) от величины тока питания ТЭМ. Согласно полученным данным с увеличением тока питания ТЭМ длительность образования ледяной корки уменьшается. Так, увеличение тока питания с 3 до 5 А снижает время образования ледяной корки толщиной 1 мм с 128 до 70 с.

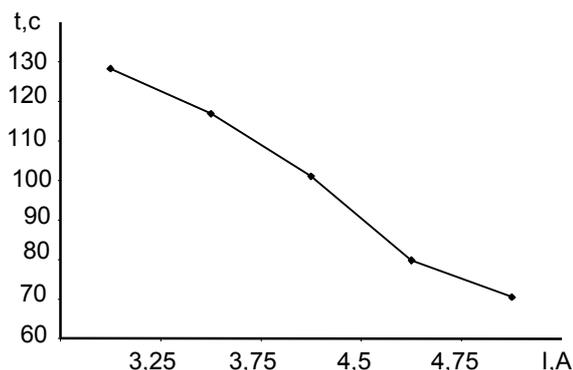


Рисунок 4 - Зависимость продолжительности образования ледяной корочки желатиновой модели биологической ткани толщиной 1 мм от величины тока питания основного ТЭМ.

Для оценки изменения температуры вдоль теплового мостика также получены зависимости изменения температуры по длине мостика для различных моментов времени. Согласно экспериментальным данным максимальный перепад температуры по длине мостика, равной 13 см, при токах питания основного и дополнительного ТЭМ соответственно 5А и 1А, составляет 14°C и приходится на начальный момент включения устройства. При выходе прибора в стационарный режим этот перепад не превышает 3°C и указывает на относительную равномерность распределения температуры по длине теплового мостика. Данное обстоятельство позволяет использовать при построении математической модели устройства какую-то одну усредненную температуру теплового мостика. При этом данное упрощение не будет значительно влиять на точность математических расчетов.

#### Выводы.

В данной работе представлено описание экспериментального стенда для измерения рабочих характеристик термоэлектрического устройства для локального замораживания тканей гортани. Особенностью является возможность автоматического сбора информации с последующим выводом ее на ПЭВМ. Приведены результаты экспериментальных исследований натурной модели термоэлектрического устройства в виде зависимостей изменения температуры в ее контрольных точках во времени при различных значениях токов питания ТЭМ.

Работа выполнена в рамках Государственного контракта №П2281от 13.11.2009 Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг.

## РАЗДЕЛ IV. ИЗМЕРЕНИЕ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ В ЭКОЛОГИИ, НАУКАХ О ЧЕЛОВЕКЕ И ОБЩЕСТВЕ

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент 2245695 Российская Федерация, МПК А61F7/02. Полупроводниковое термоэлектрическое устройство для локального замораживания тканей гортани / Т.А. Исмаилов, Г.И. Аминов, Т.А. Рагимова; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет». – №2002135494, заявл. 26.12.02; опубл. 10.02.05. Бюл. № 4. – 4 с.
2. Васильев, Г.Н. Тепловой поток как показатель энергоинформационного объекта / Г.Н. Васильев, Г.Н.Дульнев // Парапсихология и психофизика. – 1993 г. – №2. – С.24-29.

*Д.т.н., профессор Исмаилов Т.А., к.т.н., Евдулов О.В., к.т.н., Рагимова Т.А. - (8722) 62-37-15, unidgtu@yandex.ru, ГОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет».*

УДК 534.647:534.1: 612.821.8

## АНАЛИЗ ПСИХОАКУСТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОСПРИЯТИЯ ЧЕЛОВЕКА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЗВУКОВОСПРОИЗВОДЯЩЕЙ ТЕХНИКИ

С. А. Завьялов, К. В. Мурасов

В статье рассмотрены особенности слухового восприятия человека, влияющие на субъективное ощущение качества воспроизведения музыкальных сигналов УМЗЧ, также рассмотрены некоторые нюансы работы пелли отрицательной обратной связи, проведено исследование лампового однотактного усилителя на соответствие критериям качества формируемым человеческим органом слуха.

**Ключевые слова:** ауральные гармоника, маскирование, гармонические искажения, интермодуляционные искажения, шум коррелированный с сигналом, передаточная характеристика.

При проектировании устройств звуковоспроизведения для компенсации нелинейностей передаточных характеристик активных элементов и, как следствие, возникающих гармонических и интермодуляционных искажений воспроизводимого сигнала используется классический прием введения различного рода обратных связей. После чего для проверки качества звуковоспроизведения применяется стандартный набор тестов, включающий измерение коэффициента гармонических искажений (КГИ), коэффициента интермодуляционных искажений (КИИ), амплитудной, амплитудно-частотной характеристик и некоторых других. К достоинствам этих характеристик следует отнести их повторяемость и техническую обоснованность. Однако, данный метод обладает серьезным недостатком. В нем не учитываются физиологические и психические особенности работы человеческого органа слуха, вследствие чего возникает некое несоответствие применяемого набора тестов, которые должны быть согласованными с особенностями объекта получения информации действительному качеству звуковоспроизведения.

В последнее время в технических журналах по аудиотехнике стали появляться статьи с обзорами усилителей мощности,

разработанных с использованием однотактных каскадов на электронных лампах, например [4], где исследуется усилитель Cary Audio Design CAD-300SE.

На рисунке 1 представлен спектр гармонических искажений при воздействии тестового синусоидального сигнала частотой 50 Гц, мощностью 6 Вт на нагрузке 4 Ома. После результатов тестового прослушивания, заканчивающегося отзывами о «прозрачности», «чистоте» и т.д. звучания следовали результаты измерений стандартного набора параметров.

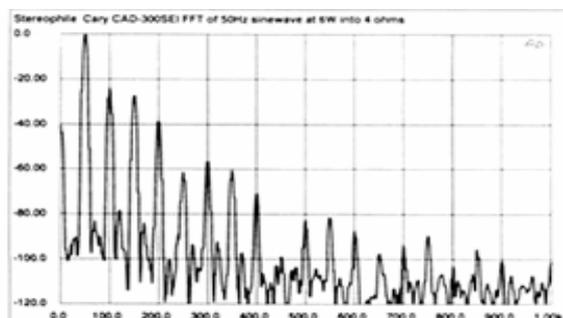


Рисунок 1 – Спектр гармонических искажений усилителя мощности Cary CAD-300SE

Как видно из рисунка 1, величина второй гармоники составляет 5% от основного тона (-26 дБ). Тем не менее, его звучание