

УДК 535-14, 53.089.52

И.А. ВИНЕРОВ, Г.И. КРОПОТОВ, Д.И. ЦЫПИШКА, И.А. ЦИБИЗОВ

ТЕРМОАКУСТИЧЕСКИЙ ДЕТЕКТОР ИМПУЛЬСНОГО СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ

Описан принцип работы термоакустического детектора мощного импульсного СВЧ-излучения, серийно производимого ООО «Тидекс». Приведены технические характеристики прибора. Показаны преимущества перед детекторами других типов и предложены области применения.

Ключевые слова: терагерцовое излучение, термоакустический эффект, тонкие плёнки.

Термоакустический СВЧ-детектор (ТАД) – это прибор, предназначенный для измерения энергии и длительности импульсов СВЧ-излучения. Работа ТАД основана на эффекте генерации акустических импульсов при поглощении СВЧ-импульсов в слоистой структуре: радиопрозрачная подложка – поглотитель – жидкость. В качестве поглотителя используется тонкая металлическая плёнка нанометровой толщины, напылённая на кварцевую. В плёнке и граничащей с ней жидкости происходит преобразование СВЧ-излучения в акустический импульс, который принимается широкополосным акустическим приёмником, усиливается предусилителем и затем регистрируется осциллографом.

Принципиальная схема датчика и внешний вид изображены на рис. 1. СВЧ-импульс через радиопрозрачное кварцевое стекло 1 падает на Al-плёнку 2, напылённую на внутреннюю поверхность кварцевого стекла. Al-плёнка контактирует со слоем жидкости 3, толщина которого составляет 3–5 мм. В плёнке и граничащей с ней жидкости происходит преобразование СВЧ-излучения в акустический импульс, который регистрируется с помощью широкополосного акустического приёмника 4. Сигнал с акустического приёмника усиливается малошумящим предусилителем 5 и может быть зарегистрирован при помощи осциллографа.

На рис. 2 приведён внешний вид устройства. Все функциональные части смонтированы в одном корпусе, органы управления и разъёмы вынесены на заднюю панель.

Характерный отклик детектора на короткий импульс и его сравнение с откликом датчика на горячих носителях представлены на рис. 3. Сплошная линия соответствует отклику детектора на горячих электронах, пунктирная линия – отклику ТАД.

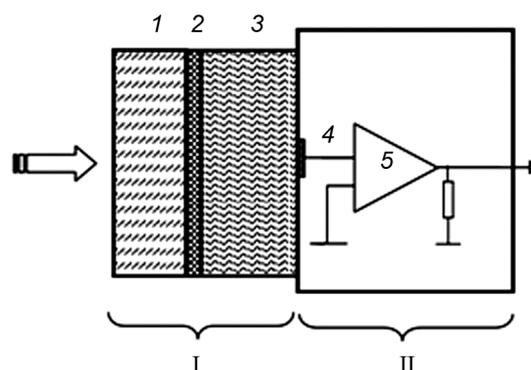


Рис. 1. Принципиальная схема ТАД



Рис. 2. Внешний вид ТАД

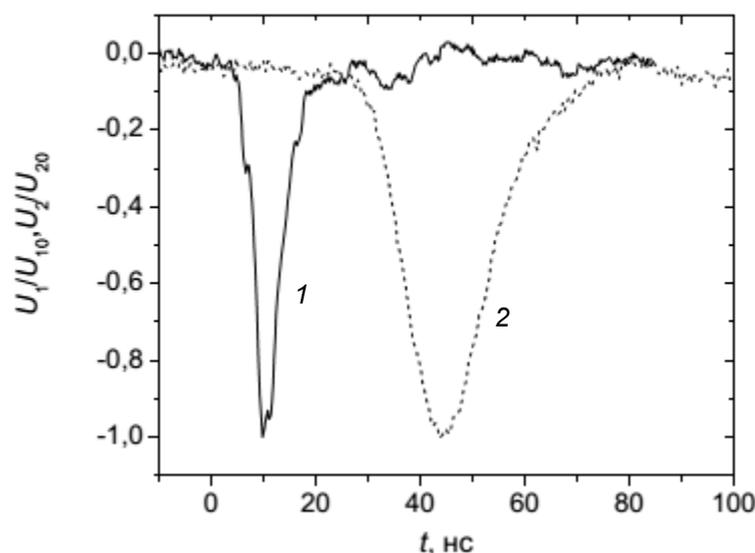


Рис. 3. Характерный отклик ТАД и детектора на горячих электронах: кр. 1 – отклик детектора на горячих электронах, кр. 2 – отклик ТАД

Отклик ТАД имеет запаздывание по времени относительно начала импульса около 2.7 мкс – время распространения акустического импульса через жидкость. Это необходимо для того, чтобы наводки от СВЧ-импульса не влияли на работу ТАД. Некоторые технические характеристики детектора приведены ниже:

- Длительность регистрируемых СВЧ-импульсов – 1–500 нс
- Диапазон частот регистрируемых СВЧ-импульсов – 3–3 000 ГГц
- Частота следования регистрируемых СВЧ-импульсов – до 5 кГц
- Рекомендуемая регистрируемая плотность мощности – 50 Вт/см² – 10 кВт/см².

Таким образом, термоакустические детекторы в настоящее время могут быть использованы для регистрации СВЧ-импульсов с длительностью 10–100 нс. Например, ТАД можно использовать в паре с такими источниками, как:

- гиротроны на основном циклотронном резонансе;
- гиротроны с большой орбитой на второй и третьей циклотронной гармонике;
- релятивистские генераторы поверхностной волны миллиметрового диапазона;
- генераторы на основе импульсного магнетрона;
- релятивистские лампы обратной волны;
- клистроны, работающие в миллиметровом диапазоне длин волн.

Такие преимущества ТАД, как широкополосность, высокая чувствительность, регистрация импульсов с большой частотой следования, простота конструкции и работа при комнатной температуре, обеспечивают ему применение в физике и технике СВЧ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев В. Г., Вдовин В. А. Датчик для регистрации мощных СВЧ-импульсов на основе термоакустического эффекта // Вопросы атомной науки и техники. – 2010. – № 2. – С. 92–95.
2. Андреев В. Г., Вдовин В. А., Афанасьев К. В., Ельчанинов А. А., Климов А. И. Испытания термоакустического датчика мощных микроволновых импульсов // Радиопизика и квантовая электроника. – 2009. – Т. 52. – № 8. – С. 653–659.
3. Термоакустический СВЧ детектор TAD-1 – http://www.tydexoptics.com/ru/products/thz_optics/rf_thermoacoustic_detector_tad1/

ООО «Тидекс», г. Санкт-Петербург, Россия
E-mail: IlyaVinerov@tydex.ru

Поступила в редакцию 27.08.15.

Винеров Илья Александрович, науч. сотр.;
Кропотов Григорий Иванович, к.ф.-м.н., генеральный директор;
Цыпишка Дмитрий Иванович, к.ф.-м.н., зам. генерального директора по производству приборов;
Цибизов Иван Андреевич, начальник сектора НИОКР.

I. A. VINEROV, G. I. KROPOTOV, D. I. TSYPISHKA, I. A. TZIBIZOV

A PULSED MICROWAVE RADIATION THERMOACOUSTIC DETECTOR

In the paper we describe the principles of operation of a pulsed high-power microwave radiation thermoacoustic detector (TAD), mass-produced by Tydex LLC. In addition, technical characteristics, advantages and proposed applications of the TAD are shown.

Keywords: *terahertz radiation, thermoacoustic effect, thin films.*

REFERENCES

1. Andreev V.G., Vdovin V.A. A Sensor for Recording High-Power Microwave Pulses on Basis of the Thermoacoustic Effect. *Problems of Atomic Science and Technology*, 2010, no. 2, ser. Nuclear Physics Investigations (53), pp. 92–95.
2. Andreev V. G., Vdovin V. A., Afanasev K. V., Eltchaninov A. A., Klimov A. I. Testing of Thermoacoustic Detector of Powerful Microwave Pulses. *Radiophysics and Quantum Electronics*, 2009, vol. 52, no. 8, pp. 587–592.
3. RF Thermoacoustic detector TAD-1, http://www.tydexoptics.com/ru/products/thz_optics/rf_thermoacoustic_detector_tad1/

Tydex LLC, Saint-Petersburg, Russia
E-mail: IlyaVinerov@tydex.ru

Vinerov Ilya Aleksandrovich, Researcher;
Kropotov Grigory Ivanovich, Ph.D., General Manager;
Tsypishka Dmitry Ivanovich, Ph.D., Deputy Director on Devise Production;
Tzibiov Ivan Andreevich, R&D Department Manager.