

*Секция 2 – Рациональное использование природного  
и техногенного минерального сырья и водных ресурсов*

**РАДИОЗАЩИТНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ С АРСЕНИДОМ  
ГАЛЛИЯ**

*В.И.СТЕБЕНЕВА<sup>1</sup>, К.В. ДОРОЖКИН<sup>2</sup>, Ч.СЫБО<sup>1</sup>, О.В. КАЗЬМИНА<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет

E-mail: [stebeneva\\_valeriya@mail.ru](mailto:stebeneva_valeriya@mail.ru)

Чрезвычайно актуальным является поиск новых направлений, обеспечивающих экологическую чистоту технологии полупроводникового производства, в частности переработки, образующихся GaAs-содержащих отходов, которые относятся к 1 классу опасности. В настоящее время способы переработки данных отходов предусматривают их разделение с целью выделения галлия и мышьяка и являются многостадийными, сложными в аппаратном оформлении [1, 2]. В данной работе предлагается подход, рассматривающий полное использование GaAs-содержащих отходов (без выделения отдельных элементов) в качестве компонента смеси для получения радиозащитного материала [3, 4]. Предпосылкой такого выбора послужили особенности электронного строения арсенида галлия и его электрофизические свойства.

Для лабораторных исследований приготовлены образцы, полученные с применением вспученного перлита, жидкого стекла и отхода. Основные физико-механические характеристики образцов приведены в таблице 1, из результатов которых следует, что с ростом содержания в материале отхода плотность и прочность пористых образцов увеличивается.

Таблица 1–Физико-механические характеристики полученных образцов размером 10×10 мм

№	Компоненты, входящие в состав	Содержание в материале отхода, об. %	Кажущаяся плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность на сжатие, МПа
1	вспученный перлит,	-	330	0,3
2	жидкое стекло, ПАВ,	10	350	1,5
3	отвердитель, отход	20	510	4,7
4		30	560	6,0

Исследование радиопоглощающих свойств осуществляли в диапазоне частот 120 - 260 ГГц с применением радиоспектроскопа типа E8363B. Из результатов измерений (рисунок 1) следует, что образцы обладают свойством поглощать электромагнитное излучение, так как значения коэффициента отражения и прохождения минимальны. Коэффициент поглощения, в свою очередь, при увеличении содержания отхода до 30 об. % увеличивается на частоте 120 ГГц 2,2 раза, а на частоте 260 ГГц в 1,5 раза. Коэффициент прохождения при этом закономерно снижается. Так, на частоте 120 ГГц наблюдается разница в 11 раз, а на частоте 260 ГГц в 5 раз, по сравнению со значениями для образца, полученного без отхода. Следовательно, исследуемый композит проявляет поглощающие свойства, наиболее ярко выраженные на частоте 120 ГГц.

Также проведены измерения действительной и мнимой диэлектрической проницаемости образцов, значения которой указывают на возможность прохождения электромагнитных волн сквозь исследуемый материал. Мнимая часть в комплексной диэлектрической проницаемости представляет собой величину энергии, которая рассеивается в виде теплоты. Действительная часть указывает на наличие диэлектрических свойств, т.е. чем выше диэлектрическая проницаемость, тем выше полярность вещества [5]. Оценка действительной и мнимой диэлектрической проницаемости композита показала, что при переходе от образца без содержания отхода к образцу с максимальным содержанием добавки (30 %) наблюдается снижение мнимой диэлектрической проницаемости с 0,1 отн. ед. до 0 отн. ед. Действительная составляющая также уменьшается с 2 отн.ед. до 1,4 отн. ед.

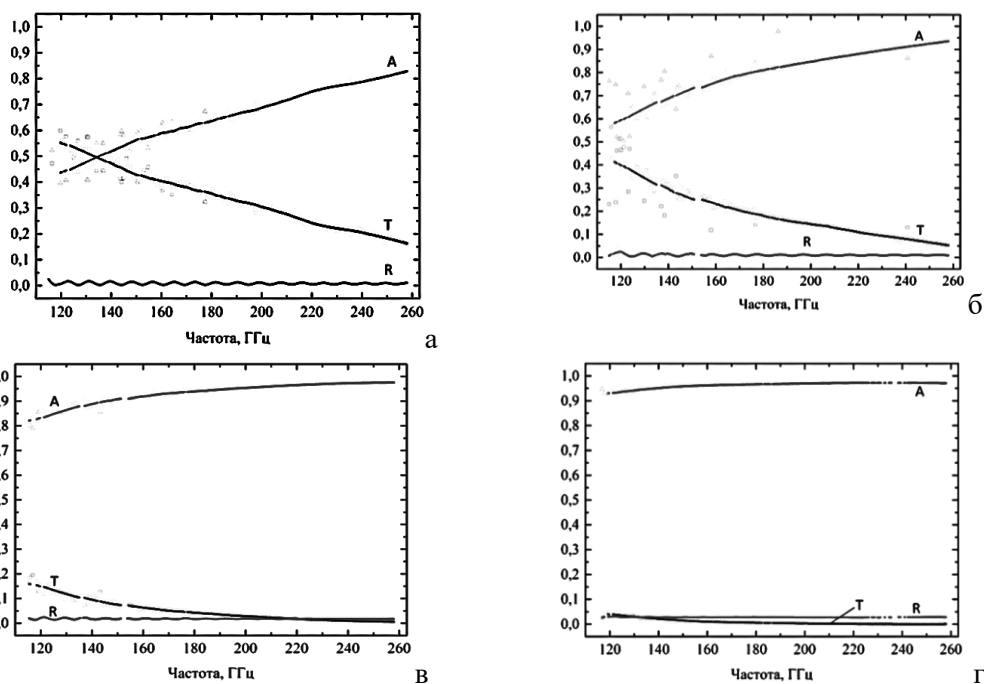


Рисунок 1 - Параметры электромагнитного отклика композита, содержащего отход:  
а) 0 %; б) 10 %; в) 20 %; г) 30 %. Коэффициенты, отн. ед.: Т – прохождения; R – отражения; А -  
поглощения

На основе проведенных исследований сделан вывод о том, что использование отхода арсенида галлия в количестве 30 об. % положительно сказывается на способности материала поглощать электромагнитное излучение в диапазоне крайне высоких частот 120 – 260 ГГц. Дальнейшее увеличение количества отхода в готовом материале отрицательно сказывается на его физико-механических характеристиках. Направление использования GaAs-содержащих отходов полупроводникового производства в качестве компонента для получения радиопоглотителя считаем перспективным и рекомендуем для облицовки безэховых камер.

#### Список литературы

1. Наумов А.В., Гринберг Е.Е., Быков И.С., Беляев В.В. Особенности физических и химических методов для экологичной регенерации отходов производства электронной промышленности // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Физика-математика. 2010. № 1. С. 57-63.
2. Кольцов В.Б., Ларионов Н.М., Слесарев С.А., Баркинхоева Т.А. Выделение галлия из многокомпонентной эвтектики при утилизации технологических отходов // Известия вузов. Электроника, 2016, т. 21 № 6, с. 537 - 542
3. Латыпова А.Ф. Калинин Ю.Е. Анализ перспективных радиопоглощающих материалов // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2012. – Т. 8. – № 6. – С. 70–76.
4. Каблов Е.Н. Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года //Авиационные материалы и технологии. – 2012. – №5. С. 7–17.
5. Ковнеристый Ю.К. Лазарева И.Ю., Раваев А.А. М. Материалы, поглощающие СВЧ-излучения: Наука, 1982. - 164 с.