

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Кубанский государственный университет  
Научный совет РАН по физике конденсированного состояния  
Академия инженерных наук им. А.М. Прохорова

ОПТИКА  
И СПЕКТРОСКОПИЯ  
КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

Материалы XXVI международной конференции

Краснодар  
2020

# О ПРОЗРАЧНОСТИ НЕКОТОРЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ФТОРИДОВ В ТЕРАГЕРЦОВОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА

И.А. Каплунов<sup>1</sup>, Г.И. Кропотов<sup>2</sup>, В.Е. Роголин<sup>3</sup>, А.А. Шахмин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Тверской государственный университет, 170100 Тверь, Россия,  
*kaplunov.ia@tversu.ru*

<sup>2</sup>Тидекс“, 194292 Санкт-Петербург, Россия, *grigorykropotov@tydexru*

<sup>3</sup>Институт электрофизики и электроэнергетики РАН, 191186, Дворцовая  
наб. 18, Санкт-Петербург, Россия, *v-rogalin@mail.ru*

**Abstract.** The transmission in the terahertz region of crystalline fluorides of lithium (LiF), calcium (CaF<sub>2</sub>), barium (BaF<sub>2</sub>), and magnesium (MgF<sub>2</sub>) has been studied. The dependences of the absorption coefficient of these materials are obtained. The transparency zone in the range of 300 - 3000 μm makes it possible to consider the possibility of their use in THz devices in the millimeter range.

Для развития работ в терагерцовой (ТГц) области требуется гораздо бóльшая гамма оптических материалов, нежели известны в настоящее время. Данная работа продолжает цикл [1-3], посвященный исследованию прозрачности кристаллов в ТГц области. Она посвящена исследованию пропускания в ТГц диапазоне (до 3000 мкм) монокристаллов фторидов лития (LiF), кальция (CaF<sub>2</sub>), бария (BaF<sub>2</sub>) и магния (MgF<sub>2</sub>).

Фториды почти не растворяются в воде, хорошо обрабатываются, экологической опасности не представляют. К их недостаткам следует отнести хрупкость по плоскостям спайности и высокую чувствительность к термоударам.

Спектральное пропускание образцов регистрировалось с помощью спектрофотометра Photon RT компании Essent Optics, Фурье-спектрометра Bruker Vertex 70 в спектральном диапазоне 0.185 – 670 мкм. Для Photon RT в диапазоне 185 – 1700 нм абсолютная погрешность шкалы длин волн составляла 1 нм, для Bruker Vertex 70 точность определения волнового числа составляла 0.3 – 0.5 см<sup>-1</sup>. В диапазоне 100 – 3000 мкм измерения осуществлялись на приборе TeraK8 MenloSystems (в диапазоне 100 – 1500 мкм обеспечиваются достоверные количественные

измерения; в области 1500 – 3000 мкм достоверно обеспечиваются качественные измерения). Погрешность в измерении коэффициента пропускания на всех приборах составляла ~ 0,5 %.

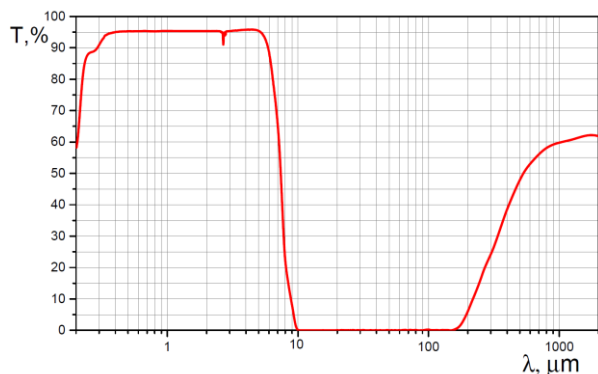


Рис. 1. Спектр пропускания кристалла LiF

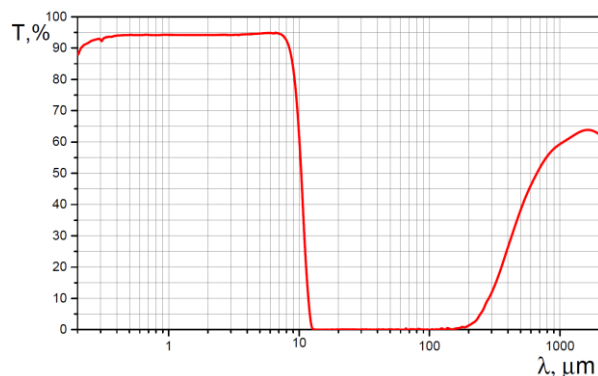


Рис. 2. Спектр пропускания кристалла CaF<sub>2</sub>

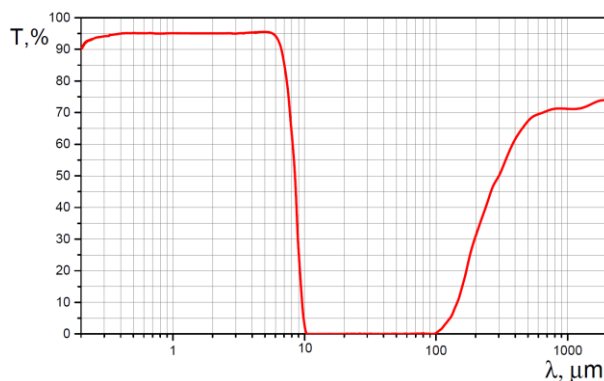


Рис. 3. Спектр пропускания кристалла MgF<sub>2</sub>

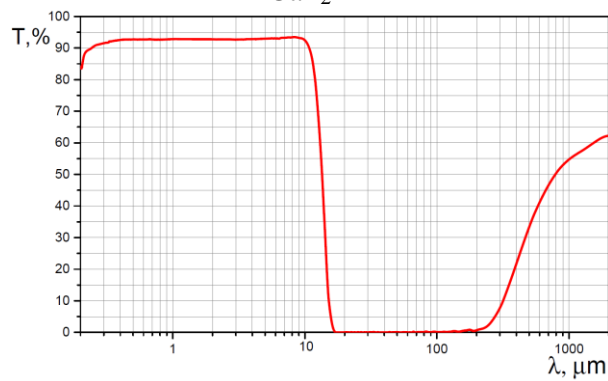


Рис. 4. Спектр пропускания кристалла BaF<sub>2</sub>

На рис. 1 – 5 видно, что после полосы пропускания в ИК области во всех описываемых кристаллах наблюдается область интенсивного поглощения, обусловленная фоновыми процессами. Монокристаллы фторидов имеют зону прозрачности в области спектра 300 – 3000 мкм. На рис. 1 – 4 приведены измеренные спектры пропускания для монокристаллов LiF, CaF<sub>2</sub>, BaF<sub>2</sub> и MgF<sub>2</sub> от ближнего ИК диапазона до 3000 микрометров; толщина этих образцов составляла 2 мм.

Несмотря на прозрачность в области 300 – 3000 мкм фториды, как и большинство ранее исследованных кристаллов [1-3] обладают значительным поглощением. На рис. 5, с целью проиллюстрировать влияние толщины кристалла на его пропускание, приведен спектр пропускания кристалла BaF<sub>2</sub> толщиной 7.29 мм. Видно, что, например, на длине волны 1000

мкм, образец толщиной 2 мм пропускает 55 % излучения, а образец толщиной 7.29 мм пропускает лишь 36 %.

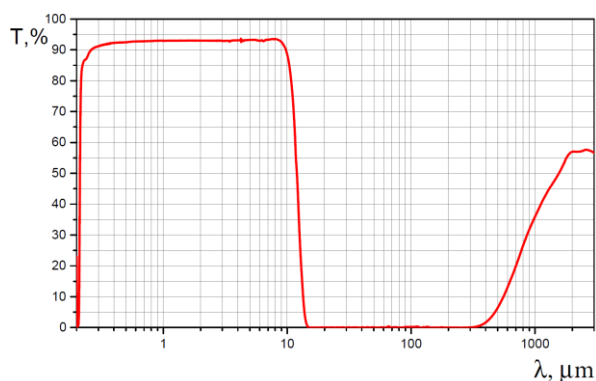


Рис. 5. Спектр пропускания кристалла  $\text{BaF}_2$  толщиной 7.29 мм

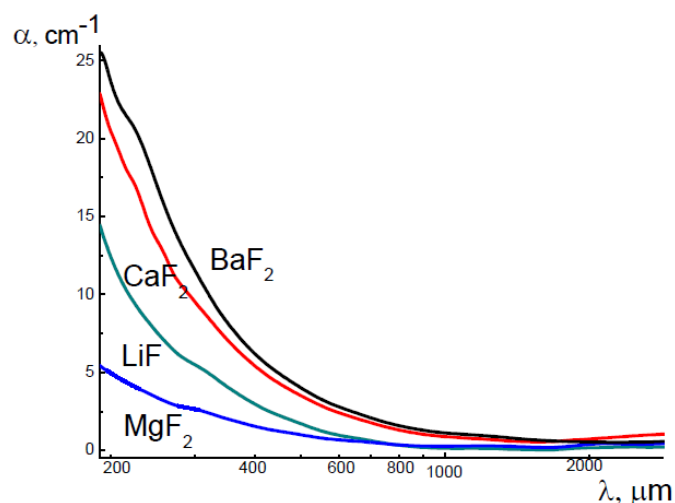


Рис. 6. Рассчитанные спектры коэффициентов ослабления для  $\text{LiF}$ ,  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{BaF}_2$  и  $\text{MgF}_2$  в диапазоне 200 – 3000 мкм

На рис. 6 приведены рассчитанные спектры коэффициентов ослабления для исследованных монокристаллов в диапазоне 200 – 3000 мкм. Наименьшие потери в ТГц области на поглощение имеет  $\text{MgF}_2$ . Этот материал уже на длине волны 200 мкм пропускает 30 % излучения, а на 1000 мкм – 70 %, тогда как остальные кристаллы на 200 μm пропускают лишь несколько % излучения, а на 1000 мкм –  $\text{LiF}$  и  $\text{CaF}_2$  – около 60 %, а  $\text{BaF}_2$  только – 55 %.

Работа выполнена в рамках государственного задания по научной деятельности № 0057-2019-0005 и № 0817-2020-0007 с использованием ресурсов предприятия Тидекс и Центра

коллективного пользования Тверского государственного университета.

### **Литература**

1. В.Е. Рогалин, И.А. Каплунов, Г.И. Кропотов Оптические материалы для THz диапазона // Оптика и спектроскопия. 2018. Т. 125. № 6. С. 851-863. DOI: 10.21883/OS.2018.12.46951.190-18
2. И.А. Каплунов, А.И. Колесников, Г.И. Кропотов, В.Е. Рогалин Оптические свойства монокристаллического германия в терагерцовой области спектра // Оптика и спектроскопия. 2019. Т. 126. № 3. С. 271-274. DOI: 10.21883/OS.2019.03.47365.194-18
3. И.А. Каплунов, Г.И. Кропотов, В.Е. Рогалин, А.А. Шахмин О прозрачности щелочно-галогидных кристаллов в терагерцовой области спектра // Оптика и спектроскопия. 2020. Т. 128. № 10. С. 1473-1477. DOI: 10.21883/OS.2020.10.50017.128-20