

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

ОПТИКА
И СПЕКТРОСКОПИЯ
КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

Материалы XXV международной конференции

Краснодар
2019

УДК 538.9
ББК 22.34
О-627

Организационный комитет:

В.А. Исаев (*председатель*), Mikhail G. Brik, Yu.V. Orlovskii, D. Richter,
С.С. Ануфрик, Е.В. Жариков, В.Б. Кравченко, Г. П. Яблонский,
М.Г. Барышев, Н.М. Богатов (*зам. председателя*), Е.П. Чукалина,
А.В. Шестаков, Н.А. Яковенко, Б.В. Игнатьев, С.А. Аванесов, А.В. Лебедев

О-627 Оптика и спектроскопия конденсированных сред: материалы
XXV Междунар. науч. конф. (под науч. ред. В.А. Исаева,
А.В. Лебедева) – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2019. – 488 с. –
500 экз.
ISBN 978-5-6043165-4-2

Настоящее издание содержит материалы XXV Международной конференции «Оптика и спектроскопия конденсированных сред», посвященные современным исследованиям в области физики конденсированного состояния. Рассматриваются вопросы, связанные с теоретическими и экспериментальными аспектами синтеза оптических материалов, их люминесцентных, генерационных, парамагнитных и нелинейных свойств.

Адресуются специалистам в области физики конденсированного состояния, преподавателям, магистрантам и аспирантам высших учебных заведений.

Конференция проводится при финансовой поддержке АО «Концерн «Калашников» (г. Ижевск), ООО НПК «Люминофор» (г. Фрязино), ООО НПЦ «ЭЛС-94» (г. Москва), Промышленной группы "Тегас" (г. Краснодар).

УДК 538.9
ББК 22.34

ISBN 978-5-6043165-4-2

©Кубанский государственный
университет, 2019

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА NACL, KCL, KBR, CSI В ТЕРРАГЕРЦОВОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА

И.А. Каплунов¹, Г.И. Кропотов², В.Е. Рогалин^{1,3}

*¹Тверской государственный университет, 170100 Тверь,
Россия*

²Тидекс“, 194292 Санкт-Петербург, Россия

*³Институт электрофизики и электроэнергетики РАН,
191186, Дворцовая наб. 18, Санкт-Петербург, Россия*

e-mail: grigorykropotov@tydexru;

e-mail: kaplunov.ia@tversu.ru;

e-mail: v-rogalin@mail.ru

Abstract. Transmission in the THz region was studied for crystals widely used in the IR region, such as sodium chloride (NaCl), potassium chloride (KCl), potassium bromide (KBr), and cesium iodide (CsI). These materials, near the region of 1 mm, have noticeable transparency, which must be taken into account when using them in THz devices.

Излучение терагерцового диапазона (ТГц) занимает промежуточное положение между инфракрасными и радиоволнами. Оно чрезвычайно интересно для ряда фундаментальных (в физике и астрономии) и прикладных направлений. Многие материалы, такие как текстиль, пластики и биологические ткани, прозрачны для ТГц волн. Это излучение можно использовать для контроля качества и\или обеспечения безопасности, не нанося урона материалу.

До недавнего времени технологии генерации, преобразования и регистрации ТГц излучения заметно отставали от соседних диапазонов. Поэтому сложившаяся ситуация даже получила название «терагерцового провала» (THz gap). Наличие этой проблемы связано с тем, что частоты колебаний этих волн слишком высоки для эффективного использования генераторов радиодиапазона, но слишком низки для применения инфракрасных источников излучения.

Однако в последние годы ведётся интенсивное освоение ТГц диапазона. Найдены неплохие полосы пропускания ТГц излучения в атмосфере, хотя и узкие, но вполне приемлемые. Созданы разнообразные источники

ТГц излучения, включая лазерные. Разработаны весьма чувствительные приёмники ТГц излучения. Тем не менее, эта работа заметно тормозится значительным дефицитом качественных оптических материалов, прозрачных в ТГц области [1]. Часто необходимо применять материалы, прозрачные не только в ТГц, но и в соседних областях спектра. Например, для оптической накачки ТГц лазеров обычно используют CO₂ лазер, излучающий в области 10 мкм [2].

В данной работе сообщается о пропускании в ТГц области таких широко применяемых в ИК области кристаллов как: хлористый натрий (NaCl), хлористый калий (KCl), бромистый калий (KBr) и йодистый цезий (CsI). Они обладают низким показателем преломления, что крайне существенно для применений в ТГц области, где практически исключена возможность просветления оптики интерференционными покрытиями. Однако их механические и климатические свойства оставляют желать лучшего.

Ранее, в ТГц области эти кристаллы практически не применялись, за исключением области 30 – 60 мкм, в которой могут применяться тонкие пластиинки из KBr и

CsI. Однако, в отдельных случаях, в некоторых областях ТГц спектра они могут быть использованы. На рис. 1 – 4 приведены их спектры пропускания. Кристаллы для исследования использовались стандартные, промышленного производства.

Спектральное пропускание регистрировалось с помощью фурье-спектрометров Bruker Vertex 70 и Bruker IFS 66v/s в спектральном диапазоне 1.3 - 670 мкм, а в диапазоне 100 - 1500 мкм на приборе Tera K8 Menlo Systems.

На рисунках наглядно видно, что после полосы пропускания в ИК области наблюдается область интенсивного поглощения, обусловленная фононными процессами, причём ширина её убывает с ростом массового числа кристалла. Далее, в ТГц области, вблизи длины волны ~ 1 мм наблюдается рост пропускания.

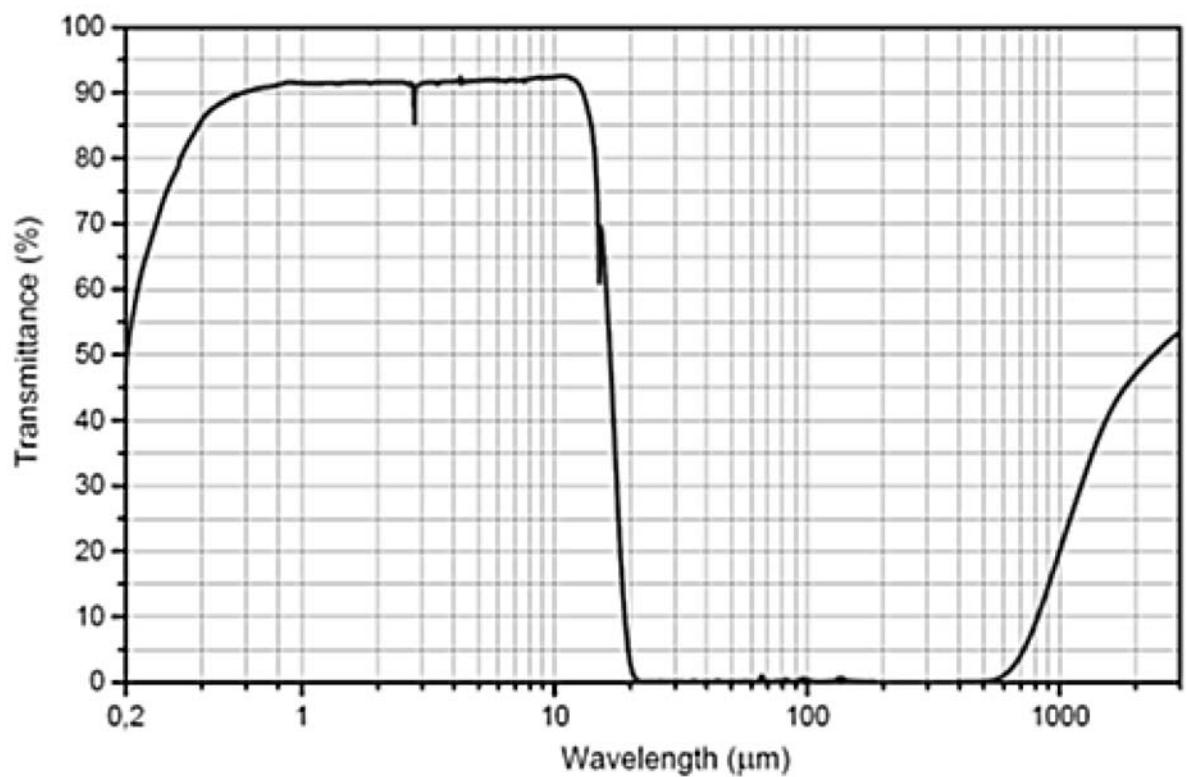


Рис. 1. Спектр пропускания кристалла NaCl , толщина 10,15 мм

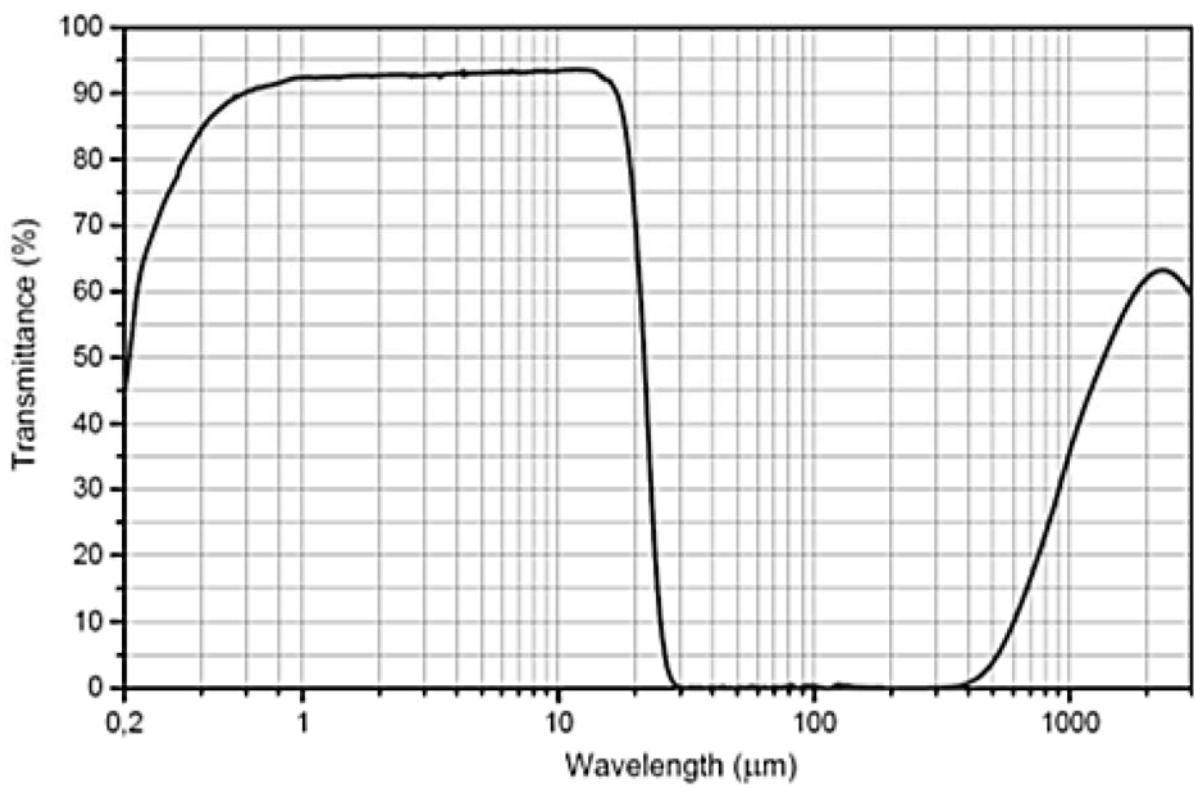


Рис. 2. Спектр пропускания кристалла KCl , толщина 6,1 мм

На рис. 4 приведены спектры пропускания двух образцов CsI, свежееполированного (№ 2) и поработавшего несколько лет в лабораторном ИК приборе (№ 1). Видно, что в ИК области гигроскопичный кристалл CsI № 1 обладает значительными потерями, обусловленными появлением воды в поверхностных слоях кристалла. Однако в ТГц области этот эффект совершенно не заметен.

К сожалению, как и в других кристаллических материалах [1], в этих кристаллах потери на поглощение в ТГц области заметно выше, чем в ИК области.

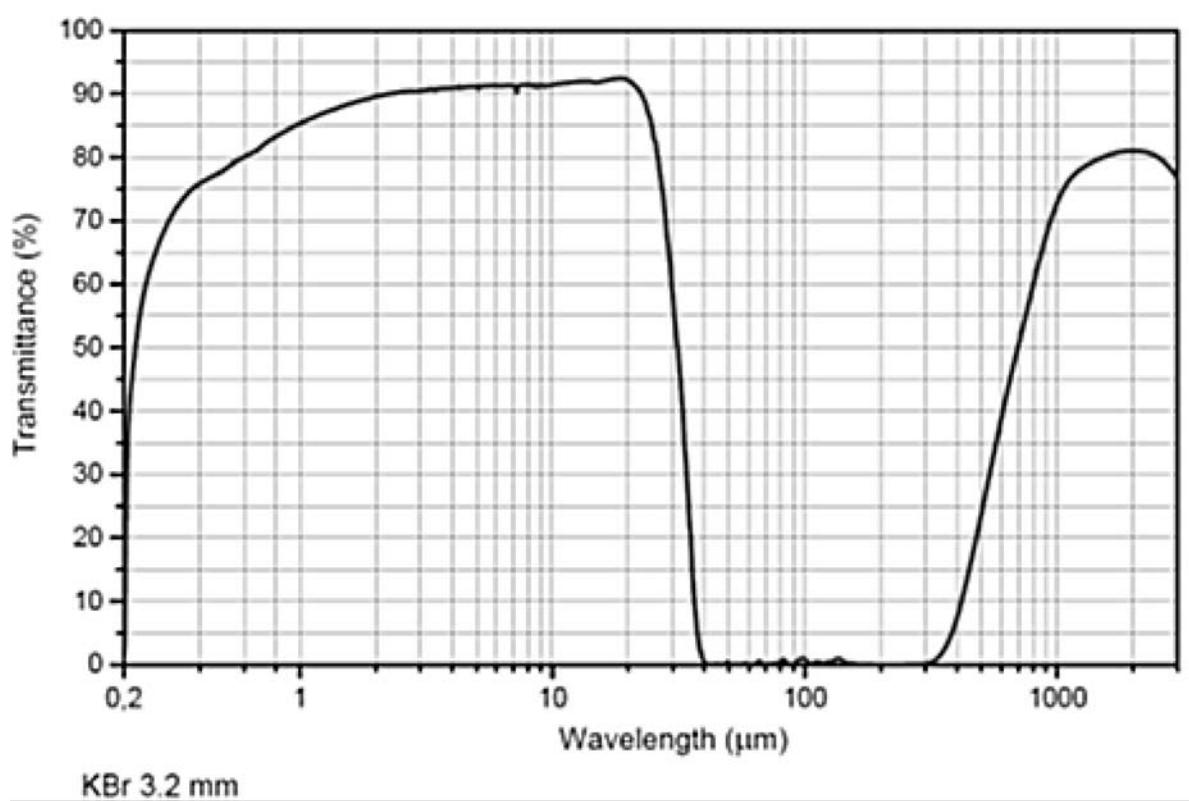


Рис. 3. Спектр пропускания кристалла KBr, толщина 3,2 мм

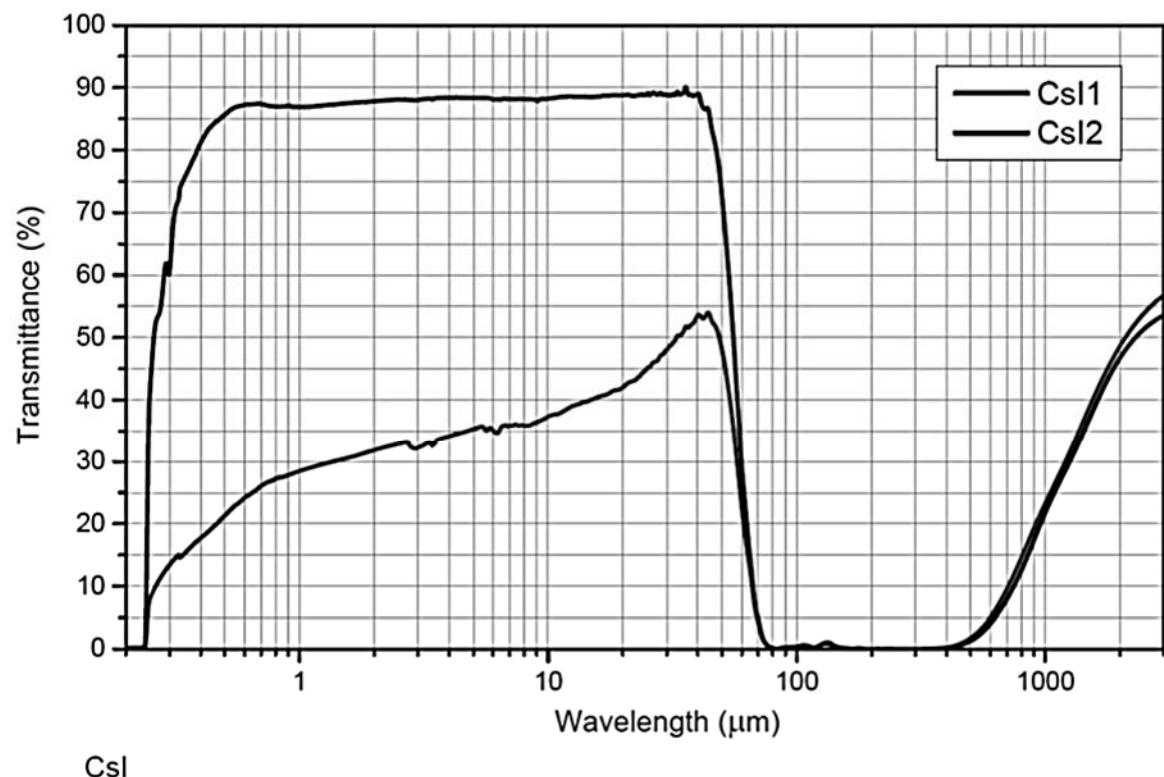


Рис. 4. Спектр пропускания кристалла CsI, толщина образца № 1 – 4,0 мм, а образца № 2 – 4,2 мм

Литература

1. В.Е. Рогалин, И.А. Каплунов, Г.И. Кропотов Оптические материалы для THz диапазона // Оптика и спектроскопия, 2018, Т. 125, вып. 6. С. 851-863. DOI: 10.21883/OS.2018.12.46951.190-18 .
2. S.Ya. Tochitsky, J. E. Ralph, C. Sung, C. Joshi Generation of megawatt-power terahertz pulses by noncollinear difference-frequency mixing in GaAs // J. Appl. Phys. 2005. V. 98. P. 26101 (1-3).