

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ СИСТЕМЫ KCl—KBr, ПОДВЕРГНУТЫХ ПРОТОННОЙ БОМБАРДИРОВКЕ

Ю. М. АННЕНКОВ, В. А. ГРИШУКОВ

(Представлена научным семинаром лаборатории диэлектриков и полупроводников)

Облучение кристаллов KBr и KJ приводит к появлению диэлектрического поглощения в области звуковых частот, которое можно описать формулами резонансной абсорбции [1,2]. Была предложена модель осциллирующих дефектов в виде агрегатов вакансий, локализовавших на себе несколько дырок [2]. Однако, подобного диэлектрического поглощения не наблюдается в предварительно облученных кристаллах NaCl и KCl. В связи с этим обстоятельством представляет интерес на примере твердых растворов системы KCl—KBr, учитывая их специфику структуры, найти условия, необходимые для возникновения в щелочно-галогенидных кристаллах радиационных дефектов, вызывающих резонансные потери при низких частотах.

В настоящей работе изучались термические изменения электропроводности и диэлектрических потерь в диапазоне частот (550—10000 *гц*) твердых растворов KCl—KBr. Кристаллы облучались протонами, ускоренными до 4,5 Мэв одинаковой дозой, равной  $1 \cdot 10^{15}$  протон/см<sup>2</sup>.

В интервале температур 20—250°C электропроводность твердых растворов изменяется в зависимости от состава по кривой с минимумом при равном содержании компонент. Энергия активации для миграции носителей тока аддитивно изменяется при переходе от KCl к KBr (рис. 1). Диэлектрические потери в твердых растворах носят такой же характер, как и в чистых компонентах. Значения  $\operatorname{tg} \delta$  как при высоких, так и при низких температурах отклоняются от правила аддитивности в сторону уменьшения (рис. 2). Проводимость всех исследованных систем после облучения уменьшается. Температурное изменение  $\lg \sigma_{\text{необл.}} - \lg \sigma_{\text{обл.}}$  проходит через максимум при 110°C. Максимальное значение  $\lg \sigma_{\text{необл.}} - \lg \sigma_{\text{обл.}}$  изменяется в зависимости от состава твердого раствора по кривой с положительной неаддитивностью (рис. 2).

Таким образом, данные по исследованию электропроводности свидетельствуют о том, что в твердых растворах в большей мере чем в компонентах вакансии предрасположены к агрегации. Повышенная способность точечных дефектов твердых растворов образовывать связи вакансий уменьшает вероятность образования *F*-центров [3].

Из данных, приведенных на рис. 1 и 2, можно заключить, что уже при малых добавках KBr в KCl число агрегатов вакансий в системе

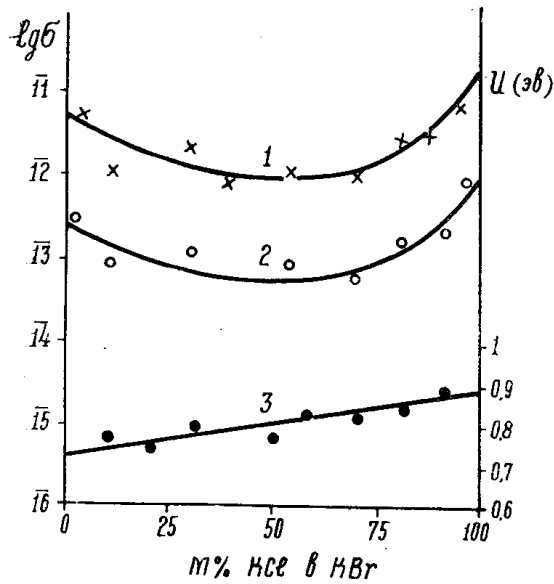


Рис. 1. Изменение электропроводности и энергии активации для миграции носителей тока твердых растворов КСг—КВг в зависимости от состава.  
 1—значения электропроводности при 160°C,  
 2—значения электропроводности при 112°C,  
 3—значения энергии активации для миграции носителей тока.

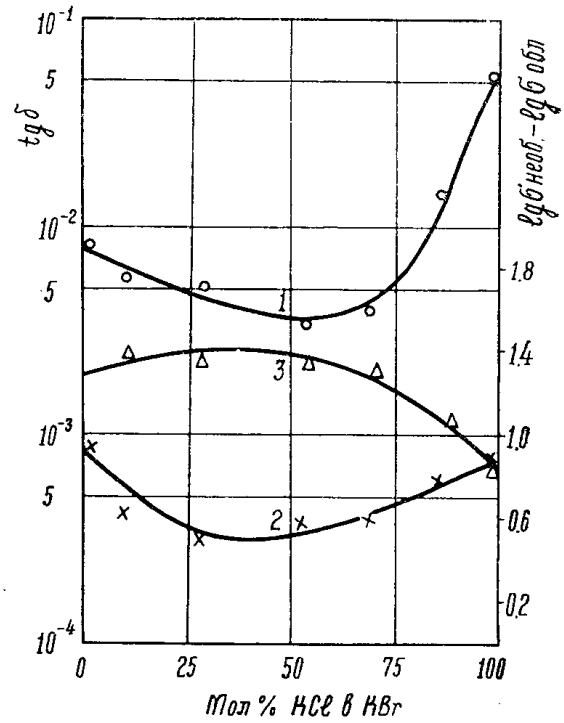


Рис. 2. Зависимость  $\lg \sigma_{\text{необл.}} - \lg \sigma_{\text{обл.}}$  (кривая 3) и  $\text{tg} \delta$  при частоте 100 гц от состава твердого раствора КСг—КВг.  
 1—значения  $\text{tg} \delta$  при 160°C, 2—значения  $\text{tg} \delta$  при 20°C.

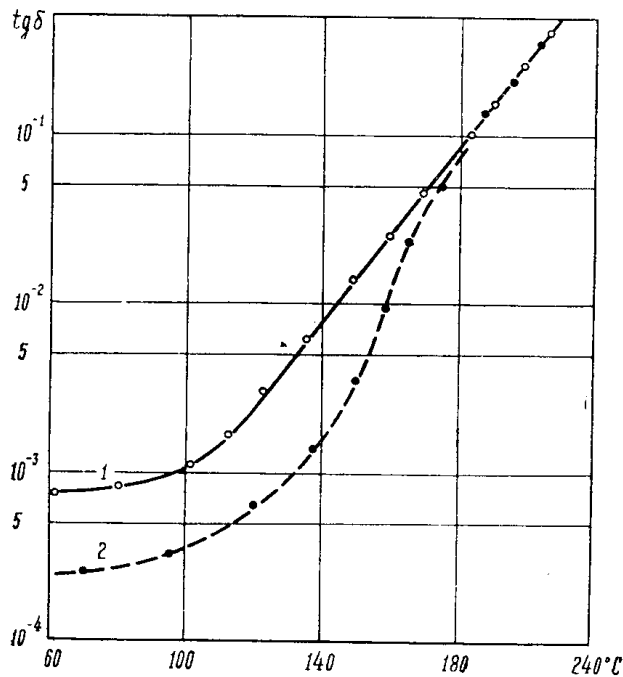


Рис. 3. Температурное изменение  $\text{tg} \delta$  при частоте 50 гц для необлученных (кривая 1) и облученных протонами (кривая 2) кристаллов твердых растворов состава 86 М% КСг—14 М% КВг.

больше, чем в хлориде калия. Поэтому если бы определяющим условием, необходимым для создания осциллирующих дефектов, была определенная степень развитости агрегатов, то резонансные потери должны бы иметь место и для составов, близких к эквимолярному со стороны КСl. Однако нами установлено, что резонансное диэлектрическое поглощение возникает после облучения только для составов с большим содержанием ионов Вг (рис. 3, 4). С уменьшением содержания КСl в КВг максимум  $\text{tg}\delta$  увеличивается и смещается в область высоких температур.

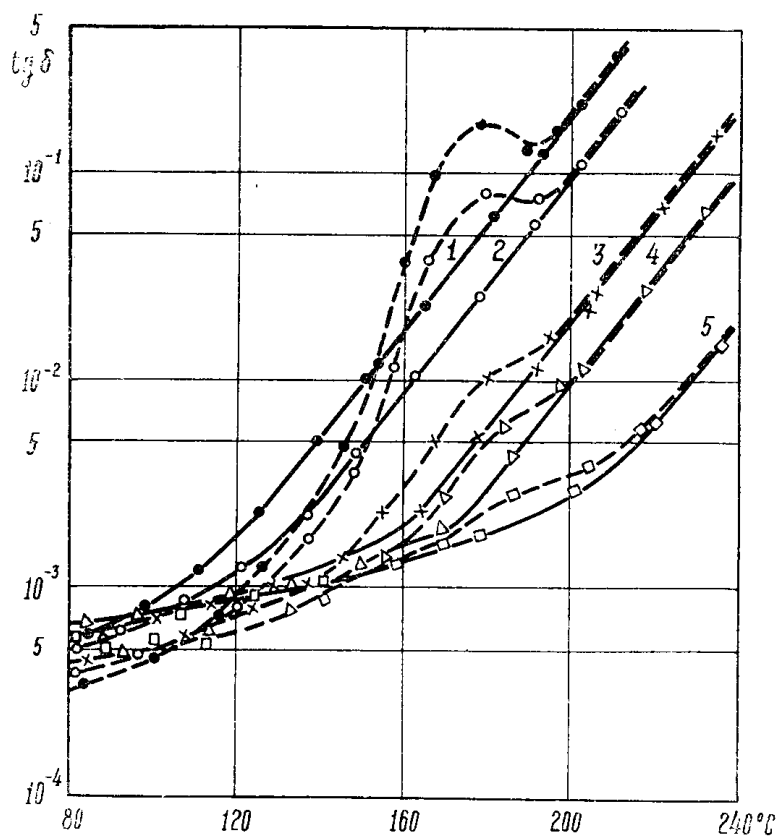


Рис. 4. Зависимость  $\text{tg}\delta$  от температуры для необлученных (сплошные кривые) и облученных протонами (пунктирные кривые) кристаллов твердых растворов состава 29 М% КСl—71 М% КВг.  
1 — 50 р, 2 — 100 р, 4 — 1000 р, 5 — 5000 р.

При облучении твердых растворов высокоэнергетичным излучением вероятность ионизации ионов Вг будет определяться в основном их концентрацией. Следовательно, только локализация на агрегате вакансий дырок в виде атомов Вг приводит к появлению резонансного поглощения в твердых растворах КСl—КВг.

Можно считать определяющим условием возникновения осцилляторов, вызывающих низкочастотную резонансную абсорбцию в облученных щелочно-галогидных кристаллах, особые электрические свойства атомов Вг, а также и иода, какими не обладают атомы хлора. Подчеркнем подобную закономерность при попытках окрасить в парах галоида галогениды щелочных металлов [4].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. М. Анненков. Известия ТПИ, т. 140. Томск, 1965.
  2. Ю. М. Анненков. Известия ТПИ, т. 139. Томск, 1965.
  3. Т. С. Франгульян. Известия ТПИ, т. 140. Томск, 1965.
  4. E. Mollwo. App. Phys., 29, 394, 1937.
-