

М. Л. КАЦ и Р. Е. СОЛОМОНЮК

**УЛЬТРАФИОЛЕТОВАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ КРИСТАЛЛОВ NaCl,  
РЕНТГЕНИЗИРОВАННЫХ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ ЖИДКОГО ВОЗДУХА***(Представлено академиком С. И. Вавиловым 3 VII 1939)*

Шейн и Кац<sup>(1)</sup> установили, что пластически деформированные и недеформированные (отожженные) рентгенизированные кристаллы NaCl ведут себя различно в отношении ультрафиолетовой люминесценции. Спектр люминесценции недеформированных кристаллов NaCl состоит в исследованном ими интервале (2000—3100 Å) из одной полосы с максимумом около 235 *mμ*, тогда как в спектре люминесценции пластически деформированных кристаллов наблюдается кроме этой полосы еще относительно слабое свечение в области 290—300 *mμ*.

Свечение в области длинноволновой полосы (301 *mμ*) наблюдал на некоторых рентгенизированных кристаллах NaCl также Феденев<sup>(2)</sup>.

Различие в люминесценции пластически деформированных и недеформированных кристаллов NaCl в видимой части спектра наблюдали Урбах<sup>(3)</sup>, Бриллиантов и Моргенштерн<sup>(4)</sup>. Последние установили, что в недеформированных кристаллах NaCl, рентгенизированных при низкой температуре, наблюдается два вида свечения, тогда как в пластически деформированных три вида: зеленое—свойственное и недеформированым кристаллам, синее—характерное лишь для деформированного состояния, и послесвечение. Спектр синего свечения оказывается сплошным и, захватывая всю видимую часть, тянется в ультрафиолетовую вплоть до  $\lambda = 280$  *mμ*, включая следовательно полосу, обнаруженную Шейном и Кацом в деформированных кристаллах, рентгенизированных при комнатной температуре.

В противоречии с результатами упомянутых выше авторов находится лишь работа Подашевского и Полонского<sup>(5)</sup>, в которой утверждается, что спектр люминесценции как деформированных, так и недеформированных (отожженных) кристаллов NaCl состоит только из одной коротковолновой полосы и что деформация кроме увеличения интенсивности свечения и расширения полосы в сторону длинных волн никаких изменений в люминесценции кристалла не вызывает.

Приведенные в данной работе результаты исследования ультрафиолетовой люминесценции кристаллов NaCl, рентгенизированных при температуре жидкого воздуха, помимо прочего подтверждают также наблюдаемое многими авторами различие в поведении деформированных и недеформированных кристаллов NaCl.

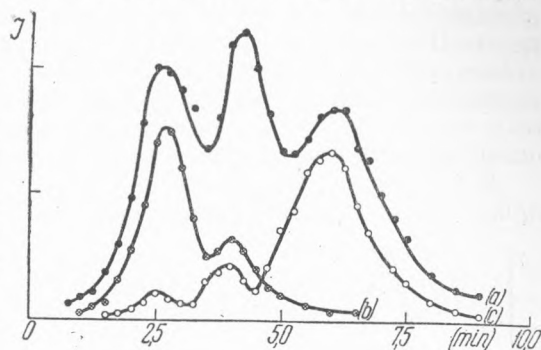
Нами была исследована ультрафиолетовая люминесценция кристаллов каменной соли трех групп: 1) естественных пластически деформированных; 2) отожженных; 3) пластически деформированных после отжига. На внут-

ренние натяжения кристаллы контролировались оптическим методом. Измерения проводились при помощи высокочувствительного счетчика фотонов<sup>(6)</sup> с сенсibilизированным платиновым фотокатодом. Импульсы в счетчике усиливались трехкаскадным усилителем и регистрировались электромагнитным счетным реле. Для спектрального исследования люминесценции служил монохроматор Цейсса с кварцевой оптикой. Полученные результаты сводятся к следующему.

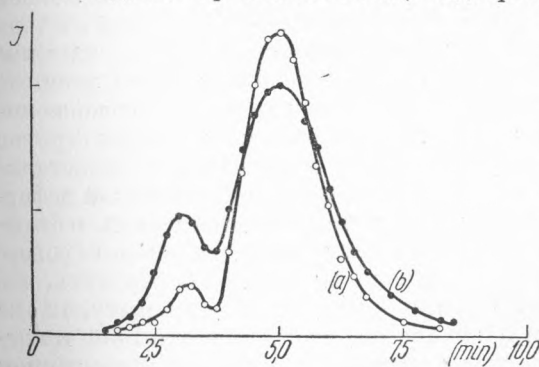
1. Кристаллы NaCl, рентгенизированные при температуре жидкого воздуха, окрашиваются значительно слабее, чем при комнатной температуре. Однако такой кристалл при постепенном естественном нагревании до комнатной температуры люминесцирует значительно более интенсивно, чем кристаллы, рентгенизированные при комнатной температуре (фиг.1 и 2).

2. Изменение интенсивности ультрафиолетовой люминесценции кристаллов NaCl, рентгенизированных при температуре жидкого воздуха, протекает в процессе естественного нагревания до комнатной температуры неодинаково у пластически деформированных и отожженных кристаллов.

Кривая *a* фиг. 1 представляет ход интенсивности ультрафиолетовой люминесценции со временем в естественном пластически деформированном кристалле. Кривая имеет три подъема, которые обусловлены определенными температурами постепенно нагревающегося кристалла. Соответствующее поведение кристалла NaCl, подвергнутого длительному отжигу при температуре 360°, представляет кривая *a* фиг. 2. Эта кривая отличается от предыдущей совершенным отсутствием первого подъема и относительно малым значением второго. Интенсивность люминесценции в третьем подъеме в несколько раз больше, чем для соответствующего подъема неотожженных кристаллов. При более высоких температурах отжига (600—700°) интенсивность люминесценции в третьем подъеме еще более воз-



Фиг. 1

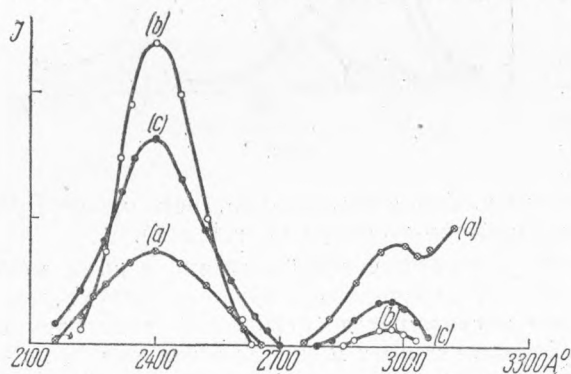


Фиг. 2

растает. Увеличивается при этом также интенсивность во втором подъеме, но отношение общих количеств регистрируемых квантов во втором и третьем подъемах остается примерно тем же. Первый подъем, свойственный неотожженным кристаллам, не возникает в отожженных кристаллах под действием пластической деформации (кривая *b* фиг. 2). Естественные кристаллы, не подвергнутые специально пластической деформации, ведут себя в общем так же, как и деформированные, с той лишь разницей, что изложенные выше характерные особенности выступают менее отчетливо. Во всех случаях форма кривых зависит, конечно, от быстроты нагревания кристалла.

3. Центры люминесценции, соответствующие различным подъемам приведенных выше кривых, неодинаково чувствительны к спектрально неразложенному видимому свету. Кривая *c* фиг. 1 получена аналогично кривой *a* с той лишь разницей, что кристалл после рентгенизации облучался в жидком воздухе в течение трех минут видимым светом слабой интенсивности. Из сравнения кривых *a* и *c*, относящихся к одному и тому же кристаллу, видно, что видимый свет оказывает гораздо большее действие на первые два подъема, чем на третий. При десятиминутном облучении видимым светом первые два подъема совершенно исчезают, тогда как третий ослабляется при этом примерно раз в шесть (фиг. 3).

4. С помощью фильтра легко установить, что отдельные подъемы вышеприведенных кривых принадлежат различным спектральным полосам.



Фиг. 3

Кривые *a* и *b* фиг. 1 принадлежат одному и тому же кристаллу, соответственно без фильтра и с фильтром. По данным фильтра можно заключить, что каждый следующий подъем кривой соответствует более коротковолновому излучению. Более детальное изучение спектрального состава произведено с помощью монохроматора. Кривая *a* фиг. 3 показывает, что излучение пластически деформированных (неотожженных) кристаллов

NaCl состоит из трех полос: наиболее коротковолновая имеет максимум около  $2400\text{Å}$  и средняя около  $3000\text{Å}$ , максимум длинноволновой полосы лежит в спектральной области, для которой платино-водородный счетчик нечувствителен (построение кривых произведено с учетом уменьшения спектральной чувствительности счетчика при переходе к более длинным волнам). В отожженных кристаллах длинноволновая полоса совершенно отсутствует, а средняя сводится к относительно малым значениям (кривая *b* фиг. 3). Интенсивность этой средней полосы в отожженном кристалле возрастает, если кристалл после отжига подвергнуть пластической деформации (кривая *c* фиг. 3). Можно полагать, что наличие этой полосы в отожженных кристаллах обусловлено остатками внутренних натяжений, совершенно избавиться от которых нам не удавалось. Интересно отметить, что чем более полоса длинноволновая, тем при более низких температурах она проявляется. Этим, возможно, и объясняется, что при комнатной температуре удается установить лишь следы средней полосы при совершенном отсутствии наиболее длинноволновой. Не установлено увеличение интенсивности коротковолновой полосы под действием пластической деформации, описанное Подашевским и Полонским; наоборот, наблюдалось даже некоторое уменьшение (кривая *c* фиг. 3). Не наблюдается также отмеченное ими одностороннее расширение упомянутой полосы под действием пластической деформации в сторону длинных волн.

Таким образом, приведенное выше ясно показывает, что в деформированных кристаллах NaCl имеется три вида центров люминесценции, отличающихся друг от друга степенью устойчивости, энергией активации и обусловленными ими спектральными полосами. Излучение коротковолновой полосы ( $2400\text{Å}$ ) может быть интерпретировано переходом электронов с уровней, соответствующих *F*-центрам, на основные. Существование сред-

ней полосы обусловлено, повидимому, нарушениями кристаллической структуры, вызванными пластической деформацией. Наиболее длинноволновая полоса, необратимо устраняемая отжигом, возможно, сводится к примесям, которые претерпевают при температурах отжига некоторые химические превращения. Наблюдаемые нами полосы люминесценции NaCl в ультрафиолетовой, а другими авторами<sup>(4)</sup> в видимой части спектра, показывают, что явления люминесценции в рентгенизированных кристаллах NaCl протекают более сложно, чем это можно было бы ожидать по схеме уровней, предложенной Тартаковским<sup>(7)</sup>.

Физический институт  
Одесского государственного университета

Поступило  
25 VI 1939

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> M. Schein a. M. Katz, Nature, **139**, 883 (1936); M. Katz, Sow. Phys., **12**, 373 (1937). <sup>2</sup> Н. Н. Феденев, ЖЭТФ, **8**, 404 (1938). <sup>3</sup> F. Urbach, Wiener Ber., **139**, 353 (1930). <sup>4</sup> Н. А. Бриллиантови З. Л. Моргенштерн, ЖЭТФ, **8**, 401 (1938). <sup>5</sup> М. Н. Подашевский и А. М. Полонский, ДАН, **XXI**, 15 (1938). <sup>6</sup> М. Шейн, М. Кац и И. Класс, Тр. Эльбр. эксп. (1934—35). <sup>7</sup> P. Tartakowsky, ZS f. Phys., **96**, 191 (1935).