

В. М. КУДРЯВЦЕВА и Г. И. СИНЯПКИНА
ТЕМПЕРАТУРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ОКИСИ ЦИНКА

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 19 I 1948)

До сих пор еще существует представление о так называемой температурной люминесценции некоторых веществ, в том числе окиси цинка (1). Мы показываем в настоящем исследовании, что никакой температурной люминесценцией окись цинка не обладает и что все особенности температурного излучения этого вещества связаны с особенностями его поглощения. Для всех других веществ (ZnS , TiO_2),

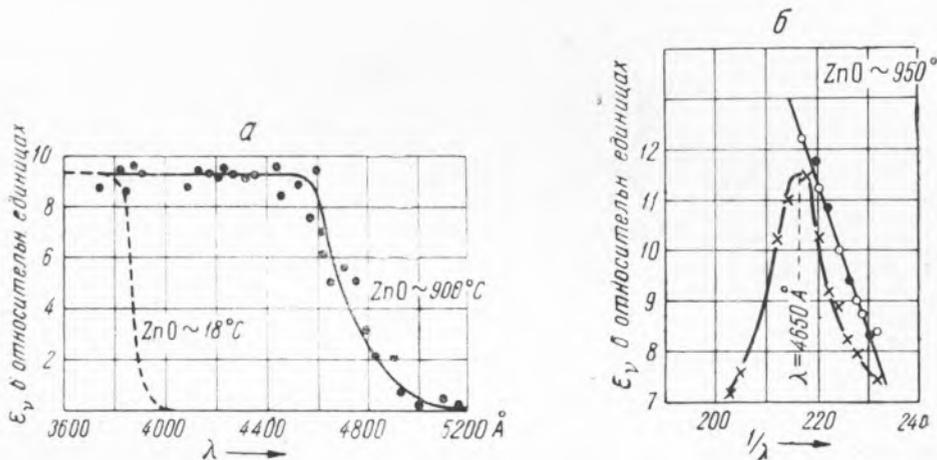


Рис. 1

имеющих такие же особенности поглощения, как и окись цинка, будут иметь место аналогичные особенности в их температурном излучении.

Как установлено большой группой исследователей (сводку см. в (2)), окись цинка при комнатной температуре ведет себя в области малых частот как черное тело, полностью поглощая ультрафиолетовую область спектра до длины волны 3850 Å. Известно также, что поглощение окиси цинка сдвигается при повышении температуры в область видимого спектра (3, 4). Мы провели детальное исследование этого смещения (4) и специальными опытами установили, что изменение поглощения окиси цинка на границе полосы поглощения имеет один и тот же характер при всех температурах в промежутке от -180 до 950°C (рис. 1, а). Оставаясь полным в области больших частот, оно падает в сравнительно узком интервале частот до весьма малой величины. Такое изменение в узкой спектральной области от величин, характерных для слабо поглощающих белых порошков (поглощение через рассеяние до 10%, по данным Гудива (2)), до величин, характерных для черного тела, должно сказаться и на излучательной способности окиси цинка.

Если обозначить через ϵ_ν лучеиспускательную способность и через α_ν поглощательную способность окиси вещества, то согласно закону Кирхгофа

$$\epsilon_\nu = \alpha_\nu A(h\nu)^3 e^{-h\nu/kT},$$

где $A(h\nu)^3 e^{-h\nu/kT}$ — лучеиспускательная способность черного тела для области больших частот и изучаемого нами интервала температур. При изменении α_ν , в соответствии с изменением поглощения, температурное излучение окиси цинка должно меняться от излучения серого тела до излучения, близкого по интенсивности к излучению черного тела, согласно схеме рис. 2. Здесь ϵ_c — спадающая ветвь кривой излучательной способности в зависимости от частоты для серого тела с некоторым коэффициентом поглощения α_ν для некоторой температуры T , и ϵ_0 — то же для другого серого тела с коэффициентом поглощения в десять раз большим при той же температуре. Сплошной кривой изображено в зависимости от частоты излучение при температуре T для веществ, у которых, подобно окиси цинка, поглощение резко изменяется в узком интервале частот на границе сплошной

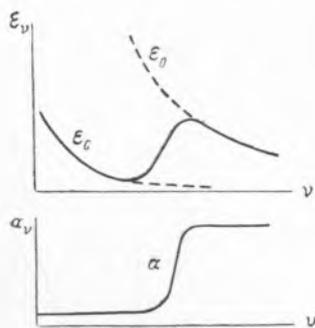


Рис. 2

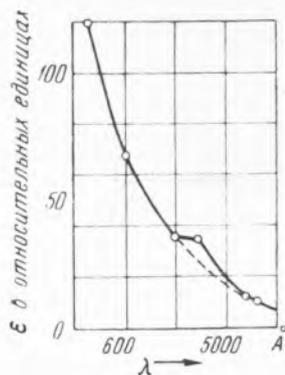


Рис. 3

полосы поглощения от малых значений α_ν до значений в десять раз больших. В нижней части схемы показан ход поглощения этих веществ (кривая α_ν).

Из схемы рис. 2 видно, что все вещества, обладающие сплошной полосой поглощения с резко обрывающимся краем, должны иметь на кривой температурного излучения побочный максимум (кроме основного, лежащего при температурах 1000° около 3μ). Положение этого максимума по длинам волн определяется положением границы сплошного поглощения рассматриваемого нами вещества при данной температуре и высота его — величиной изменения поглощения.

Рис. 3 дает интенсивность температурного излучения окиси цинка, нанесенной путем надымления при сжигании цинка на фарфоровую пластинку. Результаты получены путем сравнения яркости излучения окиси цинка при 900° с яркостью освещаемой постоянным источником света окиси цинка при комнатной температуре с помощью фотометра Пульфриха. Выделение спектральных областей производилось фильтрами с узкими полосами пропускания. Получающаяся при надымлении рыхлая поверхность дает большое поглощение через рассеяние, и скачок на кривой температурного излучения окиси цинка выражен слабо. Аналогичные исследования были проведены Никольсом для окиси цинка, нанесенной плотным слоем на поверхности платиновой ленточки, нагреваемой током ⁽⁵⁾, и истолкованы им как

эффект температурной люминесценции. Рис. 1, б дает энергию температурного излучения окиси цинка ϵ_ν при 900° в зависимости от частоты ($1/\lambda$). Спектрограмма получена фотографическим путем. Максимум кривой ν соответствует длине волны $\sim 4650 \text{ \AA}$, при которой для образцов этого типа 900° достигается полное поглощение (рис. 1, а) *.

К сожалению, малая чувствительность фотографической пленки в длинноволновой области спектра не позволила нам получить новый подъем интенсивности температурного излучения для длинноволновой области спектра, который безотказно наблюдается при визуальных фотометрических исследованиях. На спадающей в сторону ультрафиолетовой части спектра ветви кривой, как мы это неоднократно проверили, ϵ_ν изменяется с частотой пропорционально величине $(h\nu)^3 e^{-h\nu/kT}$. На рис. 1, б прямая справа изображает ход $\lg \epsilon_\nu$ для 900°

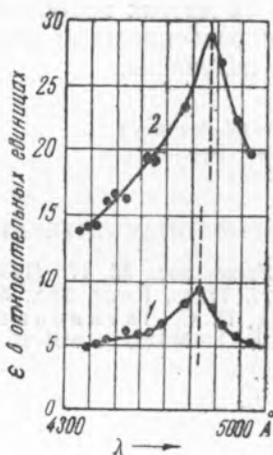


Рис. 4

в зависимости от частоты (кружочки на прямой), точками нанесены значения $\lg[(h\nu)^3 e^{-h\nu/kT}]$. Если прологарифмировать и изобразить графически в зависимости от частоты значения энергии температурного излучения окиси цинка, полученные путем визуального фотометрирования (рис. 3), то график дает две параллельных прямых, смещенных друг относительно друга и представляющих в логарифмическом изображении ветви ϵ_c и ϵ_0 на схеме рис. 2.

Смещение границы полосы сплошного поглощения окиси цинка при высоких температурах в области видимого спектра приводит, таким образом, к появлению добавочного максимума, лежащего в видимой (сине-зеленой) области температурного излучения вещества. За счет этого дополнительного максимума температурного излучения нагретый до $800\text{--}900^\circ$ спрессованный порошок ZnO кажется сине-зеленым. Положение побочного максимума температурного излучения должно смещаться при повышении температуры вместе со смещением границы полосы сплошного поглощения. Так как эта последняя смещается при повышении температуры в красную часть спектра, то и побочный максимум температурного излучения смещается с повышением температуры в красную часть спектра. Что это в действительности имеет место, можно видеть по данным Никольса и Сноу ⁽⁵⁾ для излучения окиси цинка при 848 и 1013° . Это смещение иллюстрируется также полученными нами фотографическим путем спектрограм-

* Исследование поглощения при 900° , результат которого дан на рис. 1, также проведено фотографическим путем.

мами для видимой области температурного излучения окиси цинка при 800 и 950° (рис. 4, кривая 1 для 800° и кривая 2 для 950°).

Сернистый цинк обладает такими же особенностями поглощения, как и окись цинка, и также должен иметь второй максимум на кривой температурного излучения в видимой области спектра. Будучи нагрет до 800—1000° сернистый цинк также светится сине-зеленым светом.

Сравнение излучения окиси цинка и излучения сернистого цинка с излучением черного окисла (СНО) при одной и той же температуре, проведенное фотометрическим путем, показало, что интенсивность свечения черного окисла для всех температур опыта остается большей, чем излучение порошков окиси цинка и сернистого цинка (4).

Результаты нашего исследования подтверждают таким образом не только качественно, но и количественно, что особенности температурного свечения окиси цинка (и других подобных ему в отношении поглощения веществ) связаны с особенностями поглощения и целиком подчинены законам теплого излучения.

Сибирский Физико-технический институт
при Томском государственном университете
им. В. В. Куйбышева

Поступило
17 I 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ L. T. Minchin, Trans. Farad. Soc., 35, 170 (1939). ² C. T. Goodeve, *ibid.*, 33, 340 (1937). ³ J. H. Gisolf, Trans. Farad. Soc., 35, 170 (1939). ⁴ В. М. Кудрявцева, Г. И. Сияяккина, П. С. Литвинова и Н. Л. Гастинг, Уч. зап. Томск. гос. ун-та, 8 (1948). ⁵ E. L. Nicols and B. N. Snow, Phil. Mag., 33, 19 (1892).