

К ВОПРОСУ О ПРИРОДЕ ВРАЩАТЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ СПЕКТРА ОКИСЛЕНИЯ АЛЮМИНИЯ

Л. В. ЖДАНОВА

(Представлена проф. В. А. Соколовым)

В предыдущей работе [1] на основе изучения сплошного, линейчатого и колебательного спектров было сделано предположение о термической природе излучения пламени алюминия. В данной работе с целью дальнейшего изучения структуры и природы возбуждения спектра окисления алюминия исследовалась вращательная структура молекулы AlO в спектре пламени алюминия, горящего в кислороде.

Для молекулы AlO (переход ${}^2\Sigma - {}^2\Sigma$) согласно [2] распределение интенсивностей по вращательным линиям полос определяется выражением:

$$I = C' (K' + K'' + 1) e^{-\frac{B'K'(K'+1)hC}{KT}}, \quad (1)$$

где C' — постоянная в пределах полосы, K' и K'' — квантовые числа, соответствующие полному моменту количества движения за вычетом спина, а $B = \hbar/8\pi^2CI_0$ (I_0 — момент инерции молекулы).

После логарифмирования и подстановки численных значений постоянных [3] уравнение (1) принимает вид:

$$\lg \frac{I}{K' + K'' + 1} = C^* - 0,3738 \frac{K'(K' + 1)}{T}. \quad (2)$$

В случае больцмановского равновесия зависимость $\lg \frac{I}{K' + K'' + 1}$ от $K'(K' + 1)$ изображается прямой линией, наклон которой позволяет найти температуру $T_{вр.}$

Для получения спектров нами использовался спектрограф ИСП-67. Изучалась вращательная структура полос $0-0$ ($4842,1 \text{ \AA}$) и $1-0$ ($4648,2 \text{ \AA}$). Дисперсия прибора в этих областях равна соответственно $1,8 \text{ \AA/мм}$ и $1,92 \text{ \AA/мм}$. В случае $0-0$ полосы рассчитывались линии P -ветви с $K'' = 51-59$ и $31-36$; для $1-0$ полосы мы могли рассмотреть только линии P -ветви с $K'' = 58-64$.

Полученные нами данные представлены на рисунке, из которого видно, что график зависимости $\lg \frac{I}{K' + K'' + 1}$ от $K'(K' + 1)$ состоит из двух отрезков, пересекающихся при их продолжении.

Из наклона прямых получены следующие значения температур $T_{вр}$:

полоса 0—0, линии с $K'' = 31—36$; $T_{вр} = 3400^\circ\text{K}$;

полоса 0—0, линии с $K'' = 51—59$; $T_{вр} = 9100^\circ\text{K}$;

полоса 1—0, линии с $K'' = 58—64$; $T_{вр} = 8000^\circ\text{K}$;

Результаты могут быть объяснены, если предположить, что в алюминиевом пламени существуют две различные группы электронно-возбужденных молекул AlO : одна, состоящая из частиц с нормальным распределением вращательных энергий, и другая, состоящая из ча-

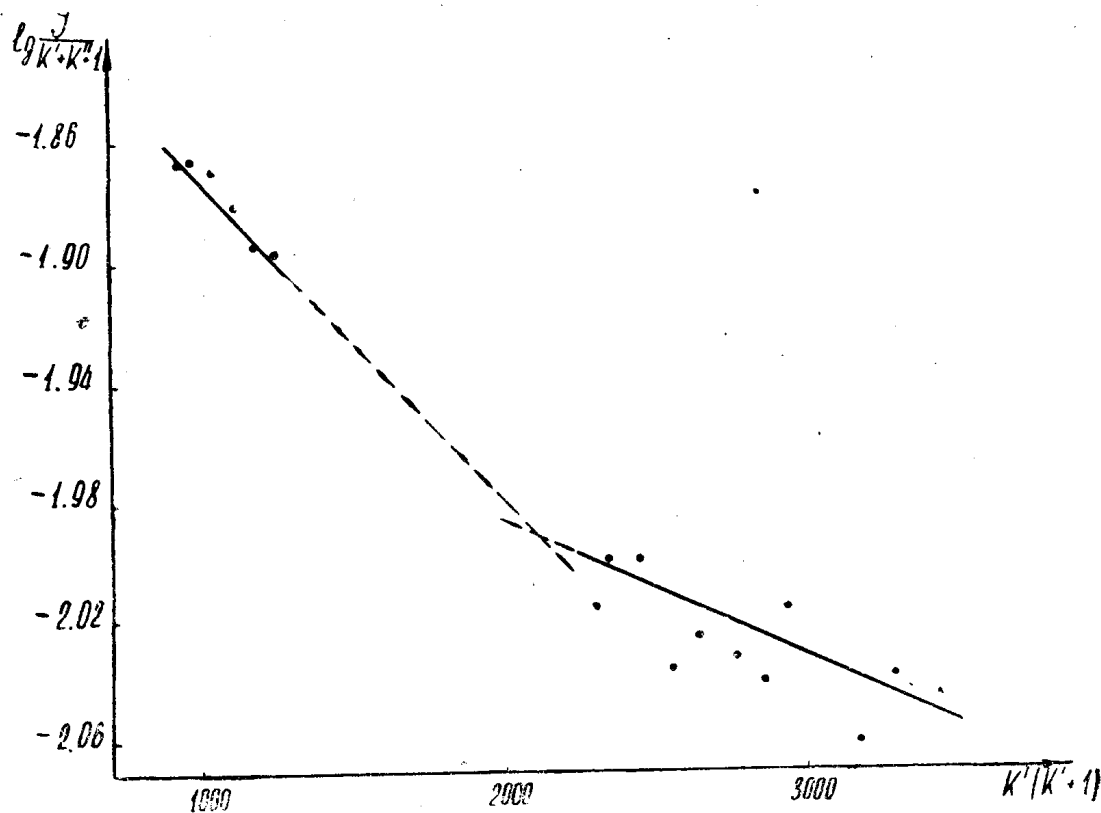


Рис. 1. Зависимость $\lg \frac{I}{K' + K'' + 1}$ от $K' (K' + 1)$ для полосы 0—0 (4842,1 Å).

стиц, обладающих ненормально высокими вращательными энергиями, полученными в результате экзотермической реакции. Излучение молекул AlO , относящихся ко второй группе, имеет, таким образом, люминесцентную природу. „Температура“, определенная по наклону отрезка прямой, относящегося к высоким K'' , не является истинной. $T_{вр}$, полученная по наклону прямой, проходящей через точки, соответствующие более низким вращательным уровням, согласуется с адиабатической температурой пламени алюминия (3800°K) [4] и с колебательной температурой молекул AlO в этом пламени [5].

Подобные результаты, т. е. различные $T_{вр}$ для разных K'' были получены, например, Гейдоном и Вольфхардом, Бройда, Хори и др. при определении температур по вращательной структуре OH , CN , CO и CN в различных пламенах, в том числе и в пламенах, горящих при атмосферном давлении [6, 7, 8, 9].

Весь выполненный нами комплекс исследований спектра окисления алюминия приводит, таким образом, к выводу о существовании в собственном пламени алюминия двух зон радиации:

1. Высокотемпературная зона (зона горения). Основные излучающиеся частицы — твердые частицы образующегося окисла и атомы алюминия — находятся в термическом равновесии друг с другом при температуре $T = 4900^\circ\text{K}$. Кроме того, в этой зоне в результате неполной диссоциации существуют молекулы AlO . Образованные при экзотермической реакции, они обладают большими вращательными энергиями и не подчиняются закону Больцмана, давая люминесцентное излучение.

2. Зона с более низкой температурой (зона догорания) дает чисто тепловое свечение. Основные излучающие частицы этой зоны — молекулы AlO — находятся в термическом равновесии друг с другом, причем существует равновесие между их колебательными и вращательными степенями свободы. Атомы алюминия в этой зоне не возбуждаются; термическое излучение твердых частиц в этой зоне не является значительным по сравнению с высокотемпературной зоной пламени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. В. Жданова, В. А. Соколов. Журнал прикладной спектроскопии, **1**, 272, 964.
2. Г. Герцберг. Спектры и строение двухатомных молекул. ИЛ, 1949.
3. W. R. Rongeroy. Phys. Rev., **29**, 59, 1957.
4. A. Grosse, J. Conway. Ind. Eng. Chem. Wash., **50**, 663, 1958.
5. Л. В. Жданова, В. А. Соколов. Журнал прикладной спектроскопии (в печати).
6. A. G. Gaydon, H. G. Wolfhard, Proc. Roy. Soc., **A194**, 169, 1948.
7. W. R. Kane, H. P. Broida, J. Chem. Phys., **21**, 347, 1953.
8. H. P. Broida, J. Chem. Phys., **21**, 340, 1953.
9. T. Hori, Proc. Phys.-math. Soc. Japan, **25**, 595, 1943.