

РЕЗОНАНСНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ ИОНА  $V^{3+}$  В КОРУНДЕ  
НА ДЛИНЕ ВОЛНЫ  $\lambda = 1,21$  мм

Е.А.Виноградов, Н.А.Ирисова, Т.С.Мандельштам,  
А.М.Прохоров, Т.А.Шмаонов

В настоящей работе описано экспериментальное исследование резонансного поглощения иона  $V^{3+}$  в корунде на длине волны  $\lambda \sim 1,21$  мм при температуре жидкого гелия в магнитных полях от 0 до 5 кэ. Наблюдавшееся поглощение соответствовало переходам с нижнего уровня, отвечающего синглетному состоянию  $S_z = 0$ , на уровни вышележащего дублета ( $S_z = \pm 1$ ). Имевшиеся до настоящего времени данные относительно величины расщепления  $D$  между синглетом и дублетом в нулевом магнитном поле были получены из косвенных экспериментов по исследованию магнитной восприимчивости, электронному парамагнитному резонансу и их оптических спектров флуоресценции [1, 3-6].

В работах [2] и [3] указывалось на возможность существования начального расщепления 2E дублета  $S_z = \pm 1$ , поскольку переход с  $\Delta M = 2$  в параллельной ориентации во внешнем магнитном поле имел значительную интенсивность. Этот эффект, очевидно, связан с наличием в кристалле корунда с  $V^{3+}$  компоненты электрического поля низкой симметрии. Качественная оценка величины 2E была дана в работе [3],  $|E| < 10^{-2}$  см<sup>-4</sup>[1], однако прямых измерений до сих пор проведено не было. Для исследования резонансного поглощения  $V^{3+}$  в корунде ( $\lambda \sim 1,21$  мм) использовался сконструированный нами квазиоптический безрезонаторный спектроскоп проходного типа. Источником излучения служила лампа обратной волны [7], дававшая в диапазоне от 0,83 до 1,35 мм среднюю мощность генерации  $\sim 3$  мвт. СВЧ - мощность квазиоптически подводилась к помещенному в гелиевый криостат образцу через тефлоновые окошки в капке. Образец имел концентрацию  $V^{3+} \sim 0,1\%$  и представлял собой стержень диаметром  $\sim 15$  мм и длиной 150 мм. Оптическая ось кристалла лежала в плоскости, перпендикулярной направлению распространения

ния излучения. В кристате было установлено два приемных кристалла  $\text{In Sb}$  до и после образца. Излучение, попадающее на второй кристалл  $\text{In Sb}$ , фокусировалось тефлоновой линзой. Гелиевый кристат можно было помещать между полюсами электромагнита.

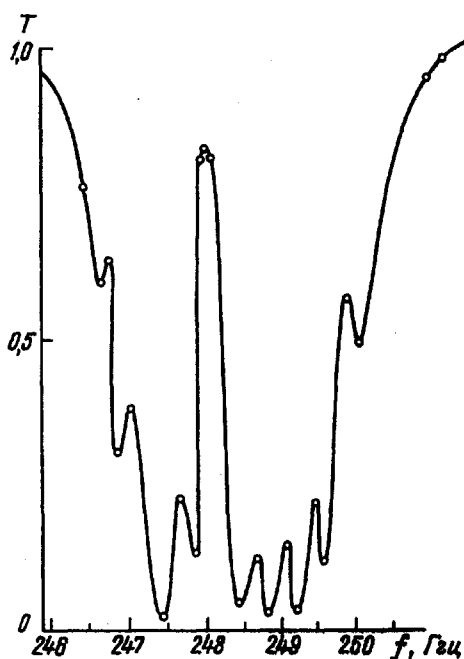


Рис. 1. Резонансная линия поглощения  $V^{3+}$  в корунде в нулевом магнитном поле

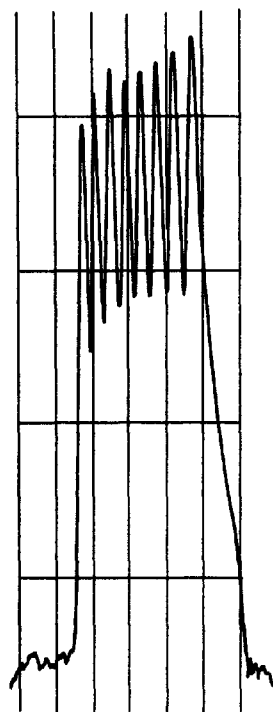


Рис. 2. Линия поглощения  $V^{3+}$  в корунде во внешнем магнитном поле

Было проведено две серии измерений. Одна из них давала возможность исследовать линии поглощения при плавном изменении частоты СВЧ-генератора в различных постоянных магнитных полях, в том числе в нулевом поле. В нулевом магнитном поле наблюдались две близкорасположенные линии поглощения, которые соответствуют переходам с нижнего синглетного уровня иона  $V^{3+}$  на уровни дублета  $S_{\frac{1}{2}}^I = \pm 1$ . На рис. 1 приведена зависимость пропускания  $T$  исследованного образца от частоты в нулевом магнитном поле, вычисленная из обработки данных, полученных с обоих приемных кристаллов. Суммарные погрешности были порядка 30%.

Были определены частоты переходов с нижнего уровня на каждый из уровней дублета:  $D_1 = (247,3 \pm 0,3)$  ГГц и  $D_2 = (248,9 \pm 0,3)$  ГГц, а также величина начального расщепления дублета  $2E = (1,6 \pm 0,6)$  ГГц. Кроме того, была вычислена величина коэффициента резонансного поглощения  $V^{3+}$  в корунде  $\alpha \geq 0,3 \text{ см}^{-1}$ .

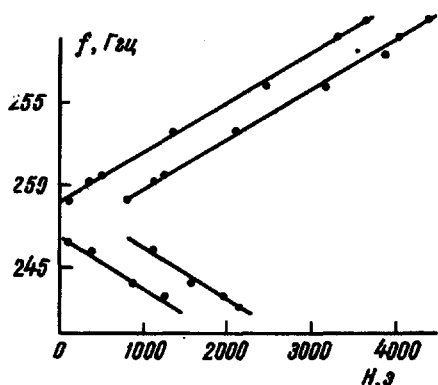


Рис. 3. Зависимость частоты 2 крайних компонент сверхтонкой структуры линии поглощения от магнитного поля

Вторая серия измерений проводилась на ряде фиксированных частот при изменении магнитного поля от 0 до 5 кэ.

Наблюдавшаяся при этом линия поглощения (рис.2) состояла из 8 компонент сверхтонкой структуры (ядерный спин  $I = 7/2$ ). Частотная зависимость первой и последней из этих компонент от величины внешнего магнитного поля представлена на рис.3. Определенное из рис.3 расщепление между синглетом и дублетом, равное 247,8 ГГц, с точностью до экспериментальных ошибок совпадает с величиной  $D = (D_1 + D_2)/2$ , определенной из первого цикла измерений и с результатами работы [1], где  $D = 8,29 \pm 0,02 \text{ см}^{-1}$ . Расстояние между крайними компонентами при стремлении внешнего магнитного поля к нулю дает верхнюю границу величины начального расщепления дублета  $2E \leq 2,1 \text{ ГГц}$ .

Авторы приносят глубокую благодарность В.Х.Саркисову, руководителю лаборатории корунда Кировоканского химкомбината, за любезное предоставление исследованного образца.

## Литература

- [1] V.D.Handel, A.Siegert. *Physica*, 4, 871, 1937.
- [2] A.Abragam, M.H.L.Pryce. *Proc.Roy. Soc.*, A 205, 135, 1951.
- [3] Г.М.Зверев, А.М.Прохоров. *ЭТФ*, 38, 449, 1960.
- [4] S.Forner, W.Low. *Phys.Rev.*, 120, 1585, 1960.
- [5] Z.Goldschmidt, W.Low, M.Poguel. *Phys.Lett.*, 12, 17, 1965.
- [6] M.Sausade, I.Pontnau, P.Lesas, D.Silhouette. *Phys.Lett.*, 12, 617, 1966.
- [7] М.Б.Голант и др. *ПТЭ*, № 4, 136, 1965.