

## КВАНТОВЫЕ ОСЦИЛЛЯЦИИ ЛАНДАУ ПОВЕРХНОСТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ $\text{MoO}_2$

*Е. П. Вольский, В. М. Теплинский*

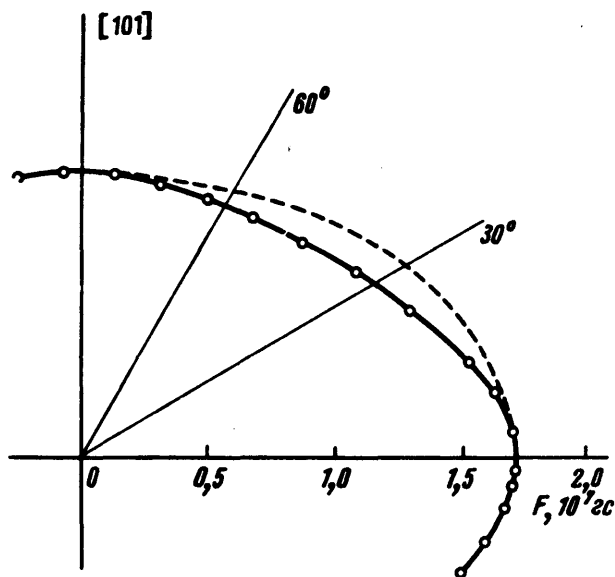
Окислы переходных металлов сильно различаются по своим электрическим свойствам [1]. Одни являются хорошими диэлектриками, другие обладают металлической проводимостью, некоторые претерпевают фазовый переход из металлического в диэлектрическое состояние при определенной температуре. Природа того или иного поведения еще недостаточно выяснена. В связи с этим представляет большой интерес изучение электронного энергетического спектра подобных соединений.

Для соединений с металлической проводимостью, если они получены в виде достаточно совершенных монокристаллов, могут быть использованы традиционные методы, применяемые при исследовании металлов, такие как, квантовые осцилляции Ландау (эффект де Гааза – ван Альфена), циклотронный резонанс. В настоящее время только два окисла исследованы таким образом:  $\text{RuO}_2$  [2] и  $\text{ReO}_3$  [3].

В данной работе мы сообщаем о первых результатах наблюдения квантовых осцилляций Ландау в  $\text{MoO}_2$ .

$\text{MoO}_2$  относится к группе диоксидов переходных металлов, кристаллографическая структура которых изоморфна структуре рутила ( $\text{TiO}_2$ ) или представляет собою ее искаженный вариант. Электропроводность многих из них, в том числе  $\text{MoO}_2$ , имеет металлический характер [4].

Монокристалл  $\text{MoO}_2$ , на котором мы провели наши измерения, был получен осаждением из газовой фазы методом химических транспортных реакций. Кристалл имел форму вытянутого параллелепипеда со взаимно перпендикулярными боковыми гранями и с размерами  $1,0 \times 1,0 \times 4 \text{ мм}^3$ . Боковые грани совпадали с кристаллографическими плоскостями  $(\bar{1}11)$  и  $(1\bar{1}\bar{1})$  моноклинической решетки  $\text{MoO}_2$  [5].



Зависимость частоты квантовых осцилляций Ландау в  $\text{MoO}_2$  от направления магнитного поля в плоскости  $[111]$  в полярных координатах. Штриховой линией показан эллипс, полуоси которого совпадают с экстремальными значениями частоты осцилляций

Отношение электросопротивлений нашего образца  $\rho_{391^\circ\text{К}}/\rho_{4,2^\circ\text{К}}$ , измеренное четырехконтактным методом, было равно 90. Измерения квантовых осцилляций Ландау поверхностного сопротивления были проведены на частоте 4 мГц методом, описанным ранее [6], в магнитном поле до 50 кГс в сверхпроводящем соленоиде, при температуре 1,3°К. Изменение направления магнитного поля осуществлялось поворотом образца с помощью специального поворотного устройства.

Зависимость частоты квантовых осцилляций от направления магнитного поля в плоскости, совпадающей с одной из боковых граней кристалла, изображена на рисунке. Из-за неточной калибровки магнитного поля соленоида систематическая ошибка в определении абсолютных частот осцилляции может составлять  $\pm 5\%$ . Относительная ошибка измеренных значений частот вдоль кривой на рисунке определяется разбросом точек и не превышает 1%.

Результаты измерений, представленные на рисунке, показывают, что мы наблюдаем осцилляции от замкнутой части поверхности Ферми  $\text{MoO}_2$ . Экстремальные значения частот осцилляций равны, соответственно  $1,11 \cdot 10^7$  и  $1,71 \cdot 10^7$  Гс.

Температурная зависимость амплитуды осцилляций была измерена для направления магнитного поля [101] в интервале температур 1,3 – 2,35°К. Вычисленное по этим данным значение эффективной массы равно  $0,97 \pm 0,2$ .

$\text{MoO}_2$  должен быть компенсированным металлом, так как в его элементарной ячейке имеется два иона  $\text{Mo}^{+4}$ , каждый из которых может отдать в зону проводимости два электрона из незаполненной 4d-оболочки. Таким образом, должны существовать и другие участки поверхности Ферми  $\text{MoO}_2$ .

В заключение авторы выражают свою глубокую благодарность А.Н.Жукову и Р.К.Николаеву за монокристаллы  $\text{MoO}_2$ , приготовленные и предоставленные в наше распоряжение, В.Ш.Шехтману и В.И.Козловой за рентгенографическое определение ориентации кристалла. С.Ф.Костерева и С.Н.Никонова авторы благодарят за помощь в экспериментах.

Институт физики твердого тела  
Академии наук СССР

Поступила в редакцию  
19 марта 1971 г.

### Литература

- [ 1 ] D.Adler. Sol. Stat. Phys., 21, 1, 1968.
  - [ 2 ] R.T.Slivka, D.N.Langenberg. Phys. Lett., 28A, 169, 1968.
  - [ 3 ] J.E.Graebner, E.S.Grenier. Phys. Rev., 185, 992, 1969.
  - [ 4 ] D.B.Rogers, R.D.Shannon, A.Sleight, J.L.Gillson. Inorganic Chemistry, 8, 841, 1969.
  - [ 5 ] Г.Б.Бокий. Введение в кристаллохимию. Изд. МГУ, 1954, стр. 368.
  - [ 6 ] Е.П.Вольский. ЖЭТФ, 46, 123, 1964.
-