

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОЗРАЧНОСТИ ПЛЕНОК АЛЮМИНИЯ ОТ ТОЛЩИНЫ

Н.Е.Алексеевский, С.И.Веденеев

Ранее уже сообщалось [1], что пленки Al, испаренные в отпаянной ампуле в условиях, когда образование оксидного слоя затруднено, обнаруживали возрастание T_K при уменьшении толщины пленки. Возрастание T_K пленок Al при уменьшении толщины обнаруживалось ранее другими авторами. Такое возрастание T_K приписывалось возникновению оксидного слоя и появлению вследствие этого поверхностной сверхпроводимости.

С другой стороны, как это отмечалось в работе [1], можно было предположить в соответствии с работой В.З.Кресина и В.А.Тавгера [2], что повышение T_K пленки может происходить из-за эффекта квантования электронов.

Наличие квантования электронов в пленке можно было попытаться обнаружить, измеряя изменение оптической прозрачности пленки с толщиной *.

В установке, использованной для этой цели источником света служил гелий-неоновый газовый лазер, который работал в одномодовом режиме на длине волны $0,6328 \text{ мк}$. Ампула, имеющая два специальных окошка,



Рис.1. Зависимость прозрачности пленки алюминия от толщины при температуре $4,2^\circ\text{К}$. По горизонтальной оси отложено изменение толщины пленки, по вертикальной — интенсивность прошедшего света (в произвольных единицах)

откачивалась до давления $P = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ мм рт.ст.}$ и запаивалась. На одно из окошек при температуре жидкого гелия напылялась пленка Al. Толщина пленки на длине 15 мк менялась приблизительно от $1 \cdot 10^{-5}$ до $2 \cdot 10^{-6} \text{ см}^{**}$.

Системой зеркал пучок света перемещался вдоль пленки Al и после прохождения через нее направлялся на фотоумножитель. Ток ФЭУ после усиления регистрировался двухкоординатным самописцем.

Проведенные нами измерения в области гелиевых температур показали наличие небольших осцилляций прозрачности пленки при изменении ее толщины.

При повышении температуры до температуры жидкого азота амплитуда осцилляций уменьшалась и при комнатной температуре осцилляции полностью исчезали.

Эти осцилляции обычно наблюдались на экспоненциальном ходе прозрачности как функции толщины. Для того, чтобы осцилляции сделать более заметными, над входным окошком прибора был поставлен компенсирующий клин, находящийся при комнатной температуре. Полученная при этом зависимость прозрачности от толщины изображена на рис.1. На рис.2 изображена та же зависимость при комнатной температуре. Из приведенных рисунков видно, что прозрачность пленки, как функция толщины при гелиевых температурах имеет осцилляционный харак-

тер при этом на кривой можно выявить 5 максимумов прозрачности. Можно допустить, что полученное немонотонное изменение прозрачности с толщиной является следствием проявления квантования. Если оценить, сколько уровней должно быть расположено в интервале толщин от 10^{-5} до $2 \cdot 10^{-6}$ см, то оказывается, что их число равно $d_1 / d_2 \approx 5$.

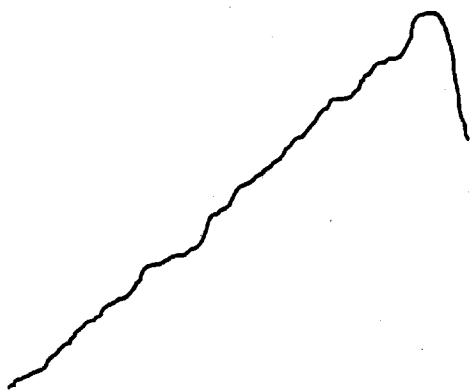


Рис.2. Зависимость прозрачности пленки алюминия от толщины при комнатной температуре. По горизонтальной оси отложено изменение толщины пленки, по вертикальной — интенсивность прошедшего света (в произвольных единицах)

Значение эффективной массы носителей можно оценить воспользовавшись моделью потенциальной ямы. При такой оценке m^* будет $0,1 - 0,3 m_0$. Поскольку эта оценка является весьма приблизительной, полученные значения m^* можно считать удовлетворительными, особенно, если учесть возможное влияние легких носителей на наблюдаемый эффект. Если полученное нами немонотонное изменение прозрачности является действительно следствием квантования, то уменьшение наблюдаемых осцилляций с температурой, надо полагать, происходит вследствие размытия уровней из-за уменьшения длины свободного пробега электронов. Проявление эффекта квантования на Al является весьма вероятным, прежде всего, потому, что, как известно, пленки Al образуют хорошую оптическую поверхность и, таким образом, у них может наблюдаться зеркальное отражение электронов от поверхности. Кроме того, у Al весьма мало спин-орбитальное взаимодействие, которое могло бы размыть эффект квантования.

Следует заметить, что эффект квантования при измерении электросопротивления был обнаружен на пленках висмута [4].

Сообщаемые результаты являются предварительными и, естественно, требуют дальнейших исследований.

В заключение считаем своим приятным долгом выразить благодарность академику П.Л.Капице за интерес к работе и В.З.Кресину за обсуждение результатов.

Институт
физических проблем
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
16 августа 1967 г.

Литература

- [1] Н.Е.Алексеевский, М.Н.Михеева. ЖЭТФ, 52, 40, 1967.
- [2] В.З.Кресин, Б.А.Тавгер. ЖЭТФ, 50, 1689, 1966.
- [3] Н.С.Рытова. ФТТ, 8, 2672, 1966.
- [4] Ю.Ф.Огрин, В.И.Луцкий, Р.М.Шефталъ, М.У.Арифова, М.И.Елинсон. Радиотехника и электроника, 12, 748, 1967.

* Как нам любезно сообщил А.В.Иогансон теоретически вопрос о влиянии квантования на оптические характеристики был рассмотрен в работе [3].

** Определение толщины пленки производилось по разности весов испарителя и поэтому приведенные значения могут быть несколько завышены.