

## МАГНИТНОЕ СТЕКЛО $\text{Vi}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$

*К.А.Саблина, Г.А.Петраковский, Е.Н.Агартанова,  
В.П.Пискорский*

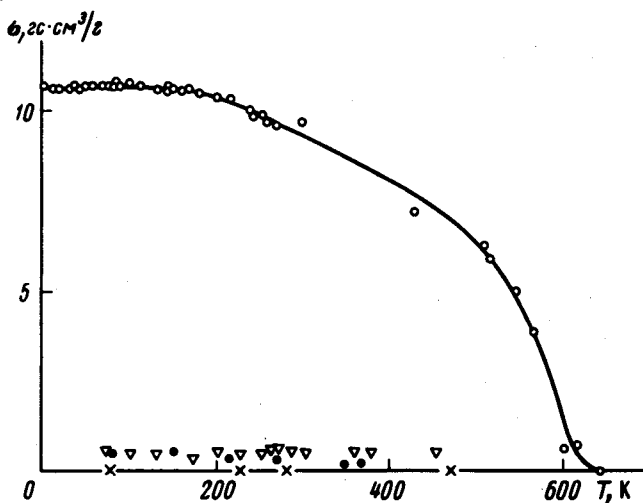
Со времени появления первой теоретической работы Губанова [ 1 ], предсказавшего возможность дальнего магнитного порядка в неупорядоченных твердых телах и жидкостях, в последнее десятилетие быстро развиваются экспериментальные исследования аморфных магнитоупорядоченных веществ [ 2 ]. Полученные аморфные вещества как правило показывают сильное ослабление магнитных свойств, что выражается в уменьшении намагниченности и температуры Нееля по сравнению с кристаллом. Ослаблению, вызванному самой аморфной природой, способствуют диамагнитные компоненты, входящие в большом количестве в состав материала. Например, антиферромагнитные стекла характеризуются температурами Нееля порядка нескольких градусов. К [ 3,4 ]. Наблюдается сильное уменьшение температуры Нееля по сравнению с кристаллическим антиферромагнетиком исходного состава.

Можно предполагать, однако, что ситуация изменится при аморфизации так называемых квазидвумерных антиферромагнетиков [ 5 ]. Известен ряд кристаллов со слоистой структурой, имеющих низкие тем-

пературы Нееля, несмотря на сильные обменные взаимодействия в слоях и большое содержание магнитных ионов. Это является следствием слабости обменных взаимодействий между слоями. Перевод таких соединений в аморфное состояние "нарушит" слоистость и, следовательно, магнитную структуру.

Для проверки указанного предположения мы изучили антиферромагнетик  $\text{Bi}_2\text{Fe}_4\text{O}_9$ . Это соединение содержит много магнитных ионов и характеризуется относительно низкой температурой плавления и несложностью состава. Оно претерпевает полиморфные переходы при 450, 775, 825, 890°C [6]. Структура  $\text{Bi}_2\text{Fe}_4\text{O}_9$  слоистая [7]. Геометрические параметры связей типа  $\text{Fe} - \text{O} - \text{Fe}$  внутри объемных слоев благоприятны для сильных обменных взаимодействий, тогда как между слоями обмен сильно ослаблен. Температура Нееля 265К.

Так как получение стекол с большим содержанием ионов переходных металлов затруднительно из-за сильной склонности их к кристаллизации, необходимы большие скорости закалки расплава. Для этого мы использовали печь-катапульту. Расплав выбрасывался печью во вращающуюся ловушку, охлаждаемую жидким азотом. Скорость закалки  $10^5 - 10^6$  град/сек.



Температурная зависимость намагниченности от температуры о — исходное стекло; x — поликристаллический образец; Δ — стекло, подвергнутое термообработке; ● — монокристаллы

Получено стекло с соотношением исходных компонентов  $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{Bi}_2\text{O}_3 = 2 : 1$ . Рентгеновский анализ подтвердил, что структура аморфная.

На рисунке приведена температурная зависимость намагниченности стекла в области температур от 4,2 до 650К. Измерения проводились на маятниковом магнитометре в поле 10 кэ. Здесь же приведены данные измерений, выполненные на поликристаллическом образце  $\text{Bi}_2\text{Fe}_4\text{O}_9$ . Образец изготавливался по керамической технологии [8]. Треугольниками на рисунке нанесены измерения на стекле, прошедшем термообра-

ботку при  $700^{\circ}\text{C}$  в течение 36 час. Эта температура выбиралась с учетом данных дифференциально-термического анализа (ДТА). Черными кружочками обозначены измерения, выполненные на монокристаллах, выращенных из расплава медленным охлаждением.

Вид показанных зависимостей позволяет предполагать, что в образце имеется дальний магнитный порядок, отличный от магнитного порядка в кристаллических аналогах. Сказать определенно, какого типа этот порядок на данном этапе исследования затруднительно. Однако, анализ намагниченности стекла показывает, что упорядочение не ферромагнитное. При ферромагнитном порядке теоретическая намагниченность кристалла равна  $280 \text{ гс} \cdot \text{см}^3 / \text{г}$ , тогда как у стекла  $11 \text{ гс} \cdot \text{см}^3 / \text{г}$ . Следовательно, можно предположить, что стекло характеризуется магнитным порядком типа некомпенсированного антиферромагнетика.

На основании анализа магнитных измерений и данных ДТА для исходных и термообработанных образцов следует, что найденные магнитные свойства стекла не могут быть объяснены наличием фаз  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  или  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

Выражаем благодарность Е.П.Петухову за проведение рентгеновского анализа.

Институт физики  
им. Л.В.Киренского  
Академии наук СССР  
Сибирское отделение

Поступила в редакцию  
10 августа 1976 г.

## Литература

- [1] А.И.Губанов. ФТТ, 2, 502, 1960.
- [2] К.А.Саблина, Г.А.Петраковский. Аморфные магнитоупорядоченные вещества. Препринт ИФСО-ЗОФ, Красноярск, 1975.
- [3] T.Egami, O.A.Sacchi, A.W.Simpson, A.L.Terry, Amorphous magnetism, Plenum, Press, New - York - London, 27, 1973.
- [4] H.O.Hooper, G.B.Beard, R.M.Catchings, R.R.Bukrey, M.Forrest, P.F.Kenealy, R.W.Kline, T.J.Moran, Jr., J.G.O'Keefe, R.L.Thomas, R.A.Verhelst. Amorphous magnetism, Plenum Press, New - York - London, 47, 1973.
- [5] С.В.Вонсовский, Магнетизм. М., изд. Наука 1971.
- [6] Л.А.Резницкий, Неорганические материалы. Изв. АН СССР, 9, 273, 1973.
- [7] В.А.Боков, С.И.Ющук, Г.В.Попов, Н.Н.Парфенов, А.Г.Тутов. ФТТ, 13, 1590, 1971.
- [8] А.Г.Тутов, И.Е.Мыльникова, Н.Н.Парфенов, В.А.Боков, С.А.Кижачев. ФТТ, 6, 1240, 1964.