

Е. К. Юхно, ассист., канд. хим. наук;  
Г. С. Петров, доц., канд. хим. наук;  
Н. С. Красуцкая, ассист. (БГТУ, г. Минск)

## НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ НА ОСНОВЕ ИНДАТА ЛАНТАНА

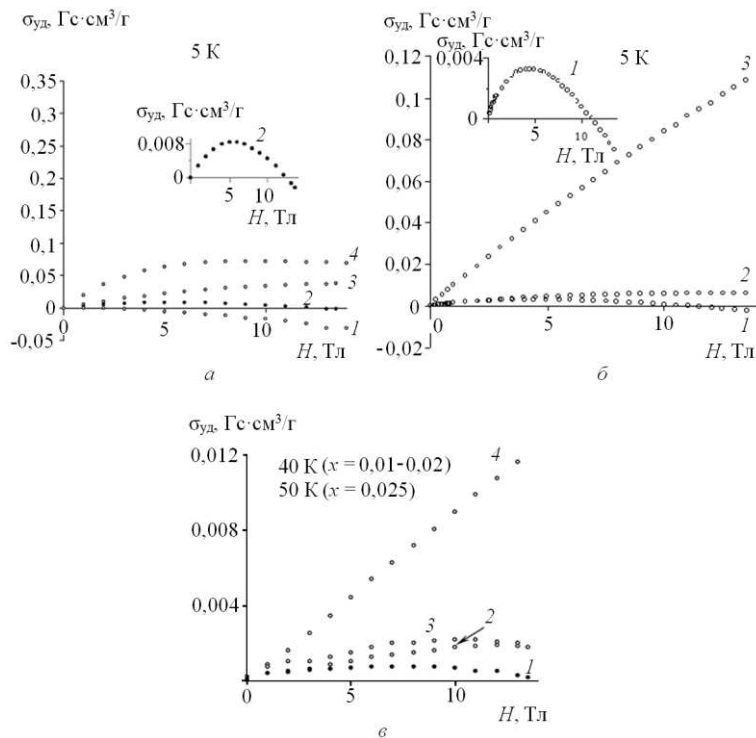
При рассмотрении магнитных свойств материалов обычно учитывают только вклады ферро- или парамагнитных ионов. Вкладом же диамагнитных ионов обычно пренебрегают. Но для магниторазбавленных материалов, содержащих небольшие количества, например, парамагнитных частиц, можно ожидать, что вклад диамагнетизма может оказаться сопоставимым со вкладом парамагнитных частиц и даже превышать его (особенно при низких температурах). Известны только единичные случаи экспериментальной проверки данного предположения.

В настоящей работе проведен синтез и исследованы магнитные свойства ряда твердых растворов на основе индата лантана типа  $La_{1-x}Ln_xInO_3$  (где  $Ln = Pr, Sm, Eu$ ) с невысокой степенью замещения диамагнитных ионов лантана парамагнитными ионами соответствующих ионов редкоземельных элементов ( $x = 0,001-0,1$ ). Данные твердые растворы интенсивно исследуются в настоящее время вследствие наличия у них интересных люминесцентных свойств.

Синтез образцов проводили керамическим твердофазным методом из соответствующих оксидов высокой чистоты. Оксиды лантана и редкоземельных элементов предварительно прокаливали на воздухе при температуре 1273 К.

Магнитные свойства (удельную магнитную восприимчивость  $\sigma_{уд}$ ) изучали при температурах от 5 до 50 К в магнитных полях до 14 Тл вибрационным методом на универсальной высокополевой измерительной системе (Cryogenic Ltd, Великобритания, 4IS) в ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению». На основании полученных данных сделана попытка сопоставления величин вкладов диа- и парамагнитных ионов в магнитные свойства исследованных образцов.

Некоторые результаты исследования приведены на рис. 1. Как видно, намагниченность большинства исследованных твердых растворов при увеличении напряженности магнитного поля до 14 Тл (рис. 1) увеличивается нелинейно с постепенным подходом к магнитному насыщению, которое, однако, не достигается в поле напряженностью до 14 Тл.



**Рисунок 1 – Полевые зависимости удельной намагниченности  $La_{1-x}Pr_xInO_3$  (a) ( $x = 0$  (1); 0,001 (2); 0,003 (3); 0,004 (4));  $La_{1-x}Eu_xInO_3$  (б) ( $x = 0,005$  (1); 0,01 (2); 0,1 (3));  $La_{1-x}Sm_xInO_3$  (в) ( $x = 0,010$  (1); 0,015 (2); 0,020 (3); 0,025 (4))**

Как видно, намагниченность большинства исследованных твердых растворов при увеличении напряженности магнитного поля до 14 Тл (рис. 1) увеличивается нелинейно с постепенным подходом к магнитному насыщению, которое, однако, не достигается в поле напряженностью до 14 Тл. Показано, что при 5 К для твердых растворов  $La_{0,999}Pr_{0,001}InO_3$  (рис. 1а, вставка) и  $La_{0,995}Eu_{0,005}InO_3$  (рис. 1б, вставка) увеличение напряженности магнитного поля до 5 Тл приводит к постепенному возрастанию парамагнитной удельной намагниченности. При дальнейшем увеличении напряженности магнитного поля происходит постепенное снижение величины удельной намагниченности, которая затем переходит в отрицательную (диамагнитную) область (см. рис. 1а и 1б). Это обусловлено тем, что диамагнитный вклад в намагниченность этих твердых растворов становится больше парамагнитного вклада, и в магнитных полях более 11 Тл она определяется диамагнитным вкладом. Удельная намагниченность при 5 К и 40–50К остальных твердых растворов на основе индата лантана является положительной в магнитных полях до 14 Тл. Нелегированный  $LaInO_3$  является диамагнитным в магнитных полях до 14 Тл (рис. 1а, кривая 1).

Таким образом, результаты настоящей работы свидетельствуют о том, что в случае разбавленных магнитных материалов диамагнитный вклад в намагниченность образцов действительно может преобладать над парамагнитным вкладом.