

PACS: 62.50.i-p, 72.20.-i

А.Ю. Моллаев<sup>1</sup>, И.К. Камилов<sup>1</sup>, Р.К. Арсланов<sup>1</sup>, У.З. Залибеков<sup>1</sup>,  
Т.Р. Арсланов<sup>1</sup>, В.М. Новоторцев<sup>2</sup>, С.Ф. Маренкин<sup>2</sup>

## КИНЕТИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ В ОРИЕНТИРОВАННЫХ МОНОКРИСТАЛЛАХ $p$ -Cd<sub>94.7</sub>Mn<sub>5.3</sub>GeAs<sub>2</sub> ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ

<sup>1</sup>Институт физики им. Х.И. Амирханова Дагестанского научного центра РАН  
ул. М. Ярагского, 94, г. Махачкала, 367003, Россия  
E-mail: a.mollaev@mail.ru

<sup>2</sup>Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН  
Ленинский пр-т, 31, г. Москва, 119991, Россия

Статья поступила в редакцию 16 сентября 2008 года

*Исследованы монокристаллические образцы  $p$ -Cd<sub>94.7</sub>Mn<sub>5.3</sub>GeAs<sub>2</sub>, ориентированные по двум кристаллографическим направлениям: [001] и [100]. Получены зависимости удельного электросопротивления  $\rho$  и коэффициента Холла  $R_H$  от гидростатического давления  $P \leq 7$  GPa при комнатной температуре. Экспериментально установлено, что точка фазового превращения не зависит от кристаллографического направления монокристаллов.*

**Ключевые слова:** ориентированные монокристаллы, удельное электросопротивление, давление, фазовый переход

### 1. Введение

В работе [1] были исследованы удельное электросопротивление  $\rho$  и коэффициент Холла  $R_H$  на образцах  $n$ -CdAs<sub>2</sub>, ориентированных по кристаллографическим направлениям [001] и [100]. Заметного влияния ориентации образцов на положение точки фазового перехода и характеристических точек, а также параметров фазового превращения обнаружено не было. В настоящей работе были одновременно измерены величины  $\rho$  и  $R_H$  в монокристаллах магнитных полупроводников  $p$ -Cd<sub>94.7</sub>Mn<sub>5.3</sub>GeAs<sub>2</sub>, ориентированных по кристаллографическим направлениям [001] и [100], аналогично измерениям, выполненным в работе [1] для CdAs<sub>2</sub>. Цель работы – исследование зависимостей точки фазового превращения и характеристических точек, а также параметров фазового перехода от кристаллографической ориентации образцов.

### 2. Методика и техника эксперимента

Измерения проводили в аппаратах высокого давления типа «тороид» при подъеме (до  $P \leq 7$  GPa) и сбросе давления в области комнатных температур.

Для измерений коэффициента Холла аппарат помещали в соленоид напряженностью магнитного поля  $H \leq 5$  кОе. Более подробно методика подготовки и измерения образцов изложена в работах [1,2]. Основные параметры исследованных образцов приведены в таблице.

Таблица  
Основные параметры исследованных образцов  $p$ - $\text{Cd}_{94.7}\text{Mn}_{5.3}\text{GeAs}_2$

Кристаллографическая ориентация	$\rho$ , $\Omega \cdot \text{cm}$	$R_H$ , $\text{cm}^3/\text{C}$
[100]	1.68	142
[001]	1.1	174

### 3. Результаты и обсуждение

Во всех исследованных образцах при подъеме и сбросе давления наблюдались структурные фазовые превращения. На рис. 1,а представлены приведенные к атмосферному давлению зависимости удельного электросопротивления  $\rho/\rho_0$  и коэффициента Холла  $R_H/R_{H0}$  при подъеме и сбросе давления для образца № 1, вырезанного по кристаллографическому направлению [100]. Из рис. 1,а видно, что при подъеме давления удельное электросопротивление уменьшается, а затем резко падает больше чем на 2 порядка ( $\rho_0/\rho_{\text{sat}} \approx 550$ ). При сбросе давления в области  $3 < P < 7$  ГПа удельное электросопротивление выходит на насыщение ( $\sigma \approx 230 \Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ ). Поведение коэффициента Холла аналогично, его величина снижается больше чем на 3 порядка, а затем выходит на насыщение, так как при  $P = 5.5$  ГПа происходит структурный фазовый переход. В области насыщения концентрация носителей заряда  $\approx 1.6 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ ,

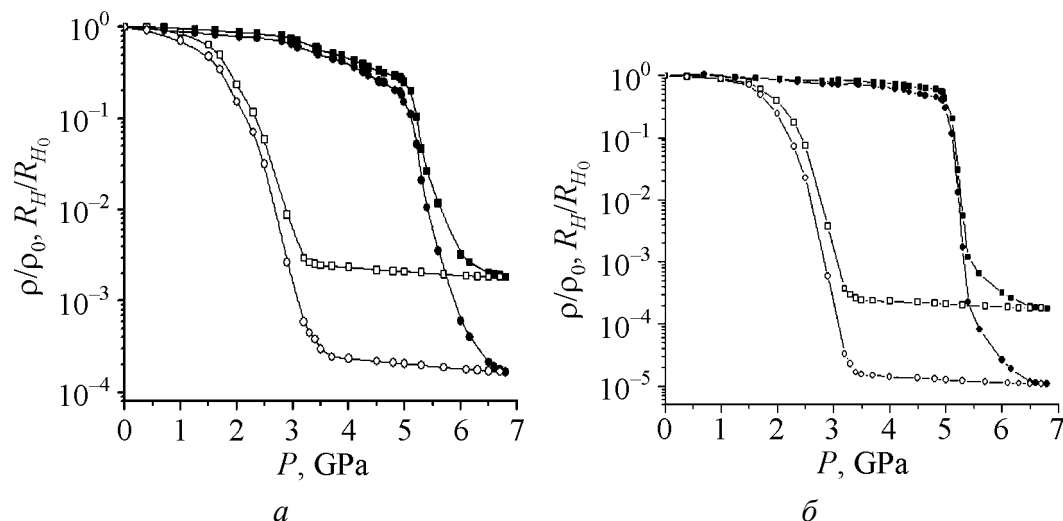


Рис. 1. Зависимости удельного электросопротивления  $\rho$  ( $-\square-$ ,  $-\blacksquare-$ ) и коэффициента Холла  $R_H/R_{H0}$  ( $-\circ-$ ,  $-\bullet-$ ) для образца  $\text{Cd}_{94.7}\text{Mn}_{5.3}\text{GeAs}_2$ , вырезанного по кристаллографическим направлениям [100] (а) и [001] (б). Темные символы – подъем давления, светлые – сброс

т.е. имеет место металлическая проводимость. Фазовый переход наблюдается также и при сбросе давления. По значениям удельной электропроводности и концентрации носителей можно сделать вывод, что в области насыщения имеет место металлическая проводимость.

На рис. 1,б представлены зависимости удельного электросопротивления и коэффициента Холла для образца № 2  $\text{Cd}_{94.7}\text{Mn}_{5.3}\text{GeAs}_2$ , вырезанного по кристаллографическому направлению [001]. Из рисунка видно, что удельное электросопротивление при подъеме давления сначала уменьшается до  $P = 5.5$  ГПа, а затем резко падает больше чем на 3 порядка ( $\rho_0/\rho_{\text{sat}} \approx 5500$ ). При сбросе давления кривая выходит на насыщение при  $2.3 < P < 7$  ГПа. При  $P = 5.5$  ГПа происходит структурный обратимый фазовый переход. В области насыщения удельная электропроводность  $\sigma = 5000 \text{ } \Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ .

Поведение коэффициента Холла аналогично. При  $P = 5.5$  ГПа его значение падает почти на 5 порядков, а затем выходит на насыщение. В области насыщения концентрация носителей  $\approx 3.3 \cdot 10^{21} \text{ cm}^{-3}$ , что позволяет сделать вывод о наличии металлической проводимости. Можно утверждать, что в образце  $\text{Cd}_{94.7}\text{Mn}_{5.3}\text{GeAs}_2$ , вырезанном по направлению [001], имеет место структурный обратимый фазовый переход при  $P = 5.5$  ГПа. Этот переход наблюдается и при сбросе давления при  $P = 2.7$  ГПа. Сравнительный анализ для двух образцов, вырезанных по кристаллографическим направлениям [100] и [001], позволяет сделать вывод, что положение фазовых переходов при подъеме и сбросе давления в образцах  $\text{Cd}_{94.7}\text{Mn}_{5.3}\text{GeAs}_2$  не зависит от кристаллографической ориентации образцов.

#### 4. Заключение

Полученные результаты показывают, что величины характеристических параметров и точки фазового перехода не зависят от ориентации образцов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (Проект №05-02-16608) и подпрограммы № 3 Программы Президиума РАН П-09 «Исследование вещества в экстремальных условиях».

1. А.Ю. Моллаев, Р.К. Арсланов, Л.А. Сайпулаева, С.Ф. Габибов, С.Ф. Маренкин, ФТВД **11**, № 4, 61 (2001).
2. L.G. Khvostantsev, V.A. Sidorov, Phys. Status Solidi **A64**, 379 (1981).

*А.Ю. Моллаєв, І.К. Камілов, Р.К. Арсланов, У.З. Залібєков, Т.Р. Арсланов,  
В.М. Новоторцев, С.Ф. Маренкін*

### КІНЕТИЧНІ ЕФЕКТИ В ОРІЄНТОВАНИХ МОНОКРИСТАЛАХ $p\text{-Cd}_{94.7}\text{Mn}_{5.3}\text{GeAs}_2$ ПРИ ВИСОКОМУ ТИСКУ

Досліджено монокристалічні зразки  $p\text{-Cd}_{94.7}\text{Mn}_{5.3}\text{GeAs}_2$ , орієнтовані по двох кристалографічних напрямках: [001] і [100]. Отримано залежності питомого електроопору  $\rho$  і коефіцієнта Холла  $R_H$  від гідростатичного тиску  $P \leq 7$  ГПа при кімнатній температурі. Експериментально встановлено, що точка фазового перетворення не залежить від кристалографічного напрямку монокристалів.

**Ключові слова:** орієнтовані монокристали, тиск, питомий електроопір, фазовий перехід

*A.Yu. Mollaev, I.K. Kamilov, R.K. Arslanov, U.Z. Zalibekov, T.R. Arslanov,  
V.M. Novotorzev, S.F. Marenkin*

### KINETIC EFFECTS IN ORIENTED $p\text{-Cd}_{94.7}\text{Mn}_{5.3}\text{GeAs}_2$ SINGLE CRYSTALS AT HIGH PRESSURE

Single-crystalline samples of  $p\text{-Cd}_{94.7}\text{Mn}_{5.3}\text{GeAs}_2$  oriented in two crystallographic directions [001] and [100] have been investigated. Dependences of resistivity  $\rho$  and Hall coefficient  $R_H$  on hydrostatic pressure  $P \leq 7$  GPa have been obtained at room temperature. It has been found experimentally that the point of phase transformation does not depend on crystallographic orientation of single crystals.

**Keywords:** oriented single crystals, resistivity, pressure, phase transition

**Fig. 1.** Dependences of resistivity  $\rho$  ( $-\square-$ ,  $-\blacksquare-$ ) and Hall coefficient  $R_H / R_{H_0}$  ( $-\circ-$ ,  $-\bullet-$ ) for the sample  $\text{Cd}_{94.7}\text{Mn}_{5.3}\text{GeAs}_2$  cut out along crystallographic directions [100] (a) and [001] (б). Dark symbols – pressure rise, light – release