

**ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ ОЛОВОМ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА  
БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШЕГО СПЛАВА  $Bi_{0,89}Sb_{0,11}$**

***А.В. Демидчик, канд. физ.-мат. наук, доц., зав. кафедрой  
общей и теоретической физики***

*Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина,  
Брест, Беларусь*

*Показано, что добавление третьего компонента в бинарный сплав висмут-сурьма с малой концентрацией сурьмы приводит к значительному изменению электрических свойств. Установленные экспериментально данные позволяют впоследствии с применением двухзонной изотропной модели рассчитать концентрацию и подвижность носителей заряда в тройном сплаве.*

***Ключевые слова:*** *сплавы висмут-сурьма, сверхбыстрая закалка из расплава, удельное электросопротивление, магнетосопротивление, коэффициент Холла, дифференциальная термо-ЭДС.*

Сплавы висмут-сурьма с содержанием от 7 до 22 ат.% Sb являются полупроводниками, максимальный энергетический зазор для которых находится вблизи состава с 12 ат.% Sb. Сверхбыстрое охлаждение из расплава со скоростью затвердевания жидкой фазы порядка  $10^6$  К/с позволяет получать фольги с неустойчивой микрокристаллической структурой, которые обладают однородным распределением компонентов, что в свою очередь приводит к увеличению прочностных характеристик и улучшению термоэлектрических свойств. Цель работы – исследовать влияние легирования оловом на электрические свойства (удельное электросопротивление, магнетосопротивление, коэффициент Холла и дифференциальная термо-ЭДС) фольг сплава на основе  $Bi_{0,89}Sb_{0,11}$ . Установление температурных зависимостей вышеперечисленных величин позволит рассчитать концентрацию и подвижность носителей заряда в сплаве? Что необходимо для понимания процессов, происходящих при внесении третьего компонента в бинарный сплав [1].

Фольги сплава  $Bi_{0,89}Sb_{0,11}$  получены методом спиннингования. Затвердевание жидкой фазы осуществлялось на внешней отполированной поверхности вращающегося медного цилиндра. Толщина фольг составляла 5...50 мкм, исследованию были подвергнуты фольги толщиной 15...30 мкм.

На рисунке 1 представлена температурная зависимость удельного электросопротивления бинарной и тройной фольги. При низких температурах (приблизительно до 200 К) обнаруживается монотонное уменьшение исследуемой величины (сплав – полупроводник), выше указанной температуры наблюдается незначительное увеличение удельного электросопротивления с увеличением температуры (сплав – проводник). Легирование оловом приводит к увеличению сопротивления по сравнению с бинарным сплавом.

На рисунке 2 представлена температурная зависимость магнетосопротивления бинарной и тройной фольги. Для бинарной фольги обнаруживается уменьшение исследуемой величины во всем температурном интервале. Легирование оловом приводит к резкому уменьшению (на порядок) магнетосопротивления по сравнению с бинарным сплавом. Для всех концентраций исследуемых тройных сплавов магнетосопротивление практически не зависит от температуры.

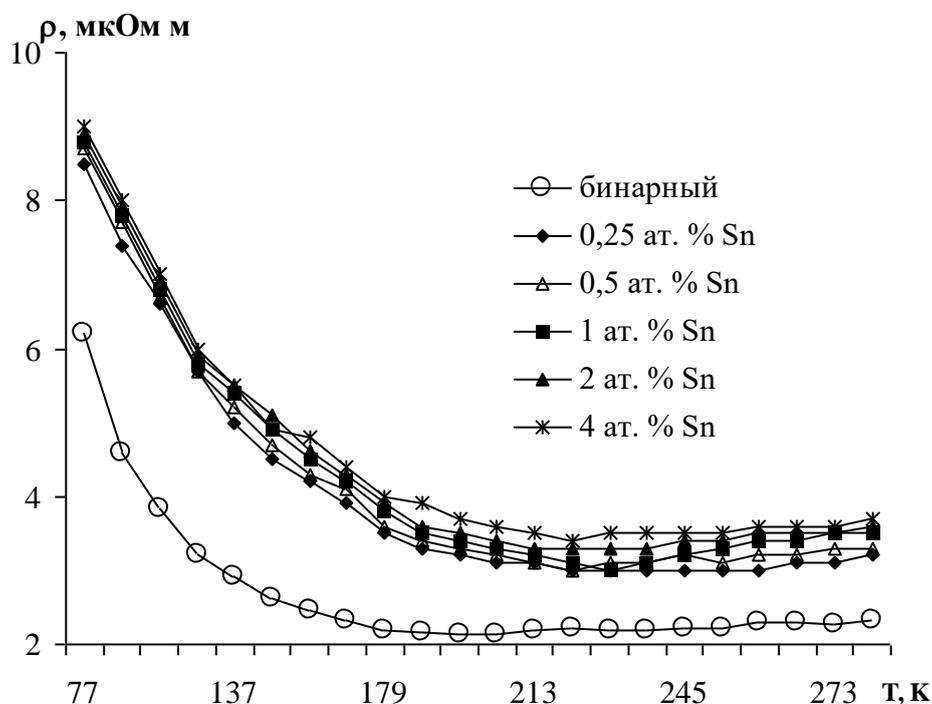


Рисунок 1. – Температурная зависимость удельного электросопротивления

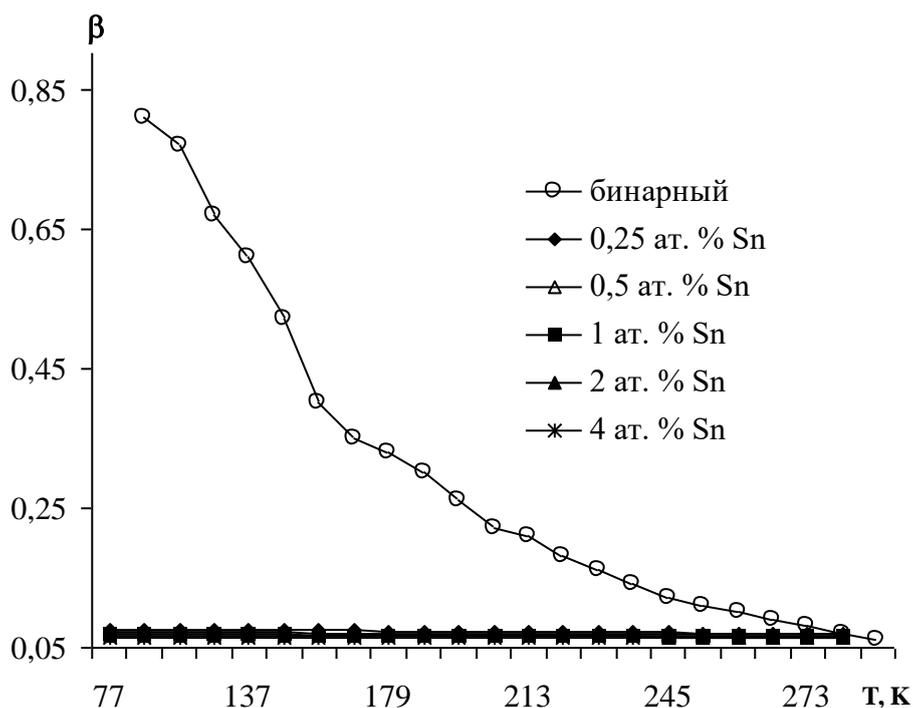


Рисунок 2. – Температурная зависимость магнетосопротивления

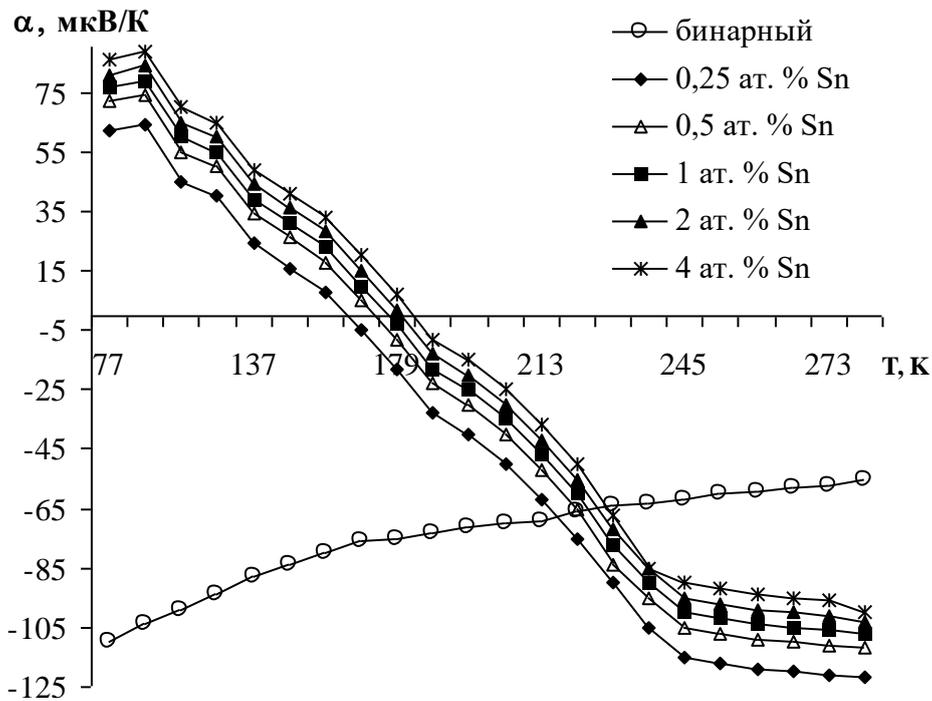


Рисунок 3. – Температурная зависимость дифференциальной термо-ЭДС

На рисунке 3 представлена температурная зависимость дифференциальной термо-ЭДС бинарной и тройной фольги. Для бинарной фольги обнаруживается монотонное уменьшение абсолютной величины дифференциальной термо-ЭДС во всем температурном интервале, при этом дифференциальная термо-ЭДС во всем температурном интервале отрицательна. Легирование оловом приводит к тому, что даже при малых концентрациях третьего компонента дифференциальная термо-ЭДС положительна. Температура инверсии находится на отрезке 160...180 К [2; 3].

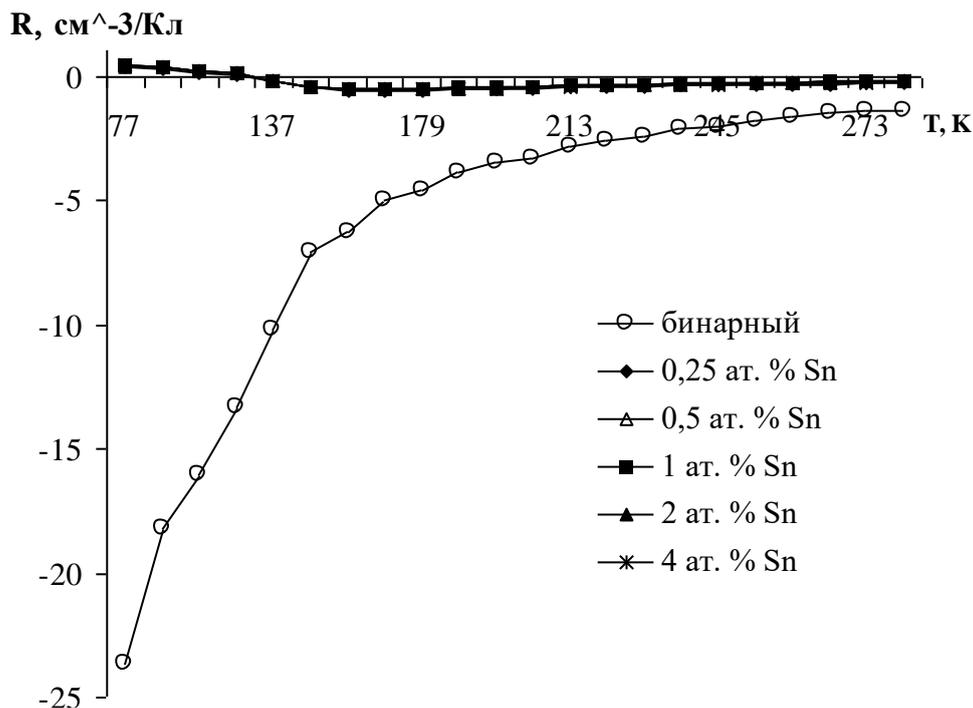


Рисунок 4. – Температурная зависимость коэффициента Холла

Рисунок 4 иллюстрирует температурная зависимость коэффициента Холла. Он, как и предыдущая величина, отрицателен во всем температурном интервале для бинарного сплава и монотонно уменьшает свою абсолютную величину. Легирование оловом приводит к резкому уменьшению (на порядок) коэффициента Холла, при этом до температур приблизительно 130 К он положителен [3; 4].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Демидчик, А. В. Использование двухзонной изотропной модели для расчета параметров носителей тока в быстрозатвердевшем сплаве  $\text{Bi}_{0,89}\text{Sb}_{0,11}$  / А. В. Демидчик // Научные и методические аспекты преподавания физико-математических дисциплин в высшей школе : сб. материалов регион. науч.-метод. семинара, посвящ. 100-летию со дня рождения М. Г. Маркевича, Брест, 13–14 мая 2021 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. В. С. Секержицкого. – Брест : БрГУ, 2021. – С. 11–13.
2. Демидчик А. В. Электрические свойства фольг сплава  $\text{Bi}_{0,89}\text{Sb}_{0,11}$ , полученных спиннингованием / А. В. Демидчик // Математическое моделирование и новые образовательные технологии в математике : сб. материалов Республ. науч.-практ. конф., Брест, 22–23 апр. 2021 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина : под общ. ред. А. И. Басика. – Брест: БрГУ, 2021. – С. 26–27.
3. Демидчик, А. В. Влияние легирования сплава  $\text{Bi}_{0,89}\text{Sb}_{0,11}$  элементами III и IV группы периодической системы на удельное сопротивление / А. В. Демидчик // Менделеевские чтения 2021 : сб. материалов Республ. науч.-практ. конф. по химии и хим. образованию, Брест, 25 февраля 2022 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. Н. Ю. Колбас. – Брест : БрГУ, 2022. – С. 30–33.
4. Демидчик, А. В. Температурная зависимость удельного сопротивления фольг сплава  $\text{Bi}_{0,89}\text{Sb}_{0,11}$ , легированного Ge и Sn / А. В. Демидчик // Актуальные вопросы общей и теоретической физики, физики конденсированных сред и астрофизики : сб. материалов регион. науч.-практ. семинара, посвящ. 70-летию со дня рождения А. Ф. Ревинского, Брест, 12–13 апр. 2022 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. А. В. Демидчика. – Брест : БрГУ, 2022. – С. 26–27.