

Синтез, фазовые равновесия и физические свойства тройных железосодержащих соединений и их сплавов

ХИМИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ, КИСЛОРОД, СЕРА, МЕДЬ, ЖЕЛЕЗО, ВИСМУТ, ХАЛЬКОГЕНИДЫ, КРИСТАЛЛЫ, ФАЗА, ПЕРОВСКИТ, РАВНОВЕСИЕ ФАЗ, НАМАГНИЧЕННОСТЬ, КОЭРЦИТИВНАЯ СИЛА, ПРОНИЦАЕМОСТЬ

Синтез, фазовые равновесия и физические свойства тройных железосодержащих соединений и их сплавов [Текст]: отчет о НИР (заключит.): / БГПУ; рук. Соболев В.Р.; исполн. Василевский С.А., Дедюля И.В. и др.- Мн., 2020. - 50 с., 19 рис., 1 табл., 1 прил. - Библиогр.: С. 45-48 (63 назв.). - № ГР 20192746.

**Объект:** физические процессы, лежащие в основе синтеза тройных халькогенидных соединений на примере сульфида меди индия и сульфида меди железа, феррита висмута как стехиометрического, так и анион дефицитного состава, включая сплавы соединений при широком варьировании содержания сульфида меди железа в системе сульфид меди индия – стехиометрический/анион дефицитный сульфид меди железа.

**Цель:** выявление взаимосвязи физических свойств с химическим составом и уровнем дефектности кристаллической структуры многокомпонентных халькогенидных соединений на основе железа, меди, индия, висмута.

**Методы:** адаптация традиционной процедуры синтеза многокомпонентных соединений на основе серы, меди, индия, железа как фаз переменного состава, получение кристаллических структур стехиометрических и анион дефицитных сульфидов меди железа, получение сплавов стехиометрических и анион дефицитных соединений сульфида меди железа со стехиометрическими соединениями сульфида меди индия, выявление кристаллоструктурных свойств и их воздействия на физические свойства.

**Результаты:** установлено, что образование сульфидов железа происходит при 400 – 650 К с образованием моносульфида железа (490 – 520 К) при последующем преобразовании его в дисульфид железа (590 – 620 К) с последующим перитектическим переходом при 1015 К. Адаптированная к синтезу тернарных сульфидов двухсекционная по температурному полю полость реактора в горизонтальном исполнении позволила синтезировать сульфид меди индия, сульфид меди железа в стехиометрическом/анион дефицитном составах, а также сплавы этих соединений в системе  $\text{CuFeS}_{2-\delta}$  –  $\text{CuInS}_2$  при  $\delta = 0$  и 0,10, непосредственно из химических элементов в виде однородных кристаллических слитков массой 20 – 25 г. По данным рентгенофазометрии полная растворимость в системе отсутствует и более протяженная область гомогенности имеет место со стороны дисульфида меди индия. В области сосуществования двух фаз, обе фазы на основе сульфида меди индия и сульфида меди железа  $\text{CuFeS}_{2-\delta}$  и  $\text{CuInS}_2$  кристаллизуются в тетрагональной структуре. По результатам магнитометрии замещенных

твердых растворов феррита висмута выявлено, что позиционирование ионов редких земель на места ионов висмута трансформирует систему магнитного упорядочения ионов железа от характерной с существованием пространственной циклоиды магнитного момента в базовой плоскости нормальной к оси высокого порядка и слабо выраженным ферроупорядочением на фоне значительной величины вектора антиферромагнетизма до более сильно выраженного состояния слабого ферромагнетизма при увеличенных значениях коэрцитивной силы и остаточной намагниченности.

**Степень внедрения.** Учреждение образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»: – изменения и дополнения в учебные программы «Электродинамика» для специальностей 1 – 02 05 02 Физика и информатика, рег. N УД 24-3=14-2017/р. Подготовлены и внедрены в учебный процесс на физико-математическом факультете при проведении лекционных, практических, семинарских занятий учебно-методические разработки «Отображение законов сохранения энергии при взаимодействии оптических фотонов с электронами проводимости в численных моделях при варьировании параметров задачи, включая величину энергий вакуума и Ферми для носителей заряда, интенсивность и спектральную область падающего излучения», «Моделирование процессов перераспределения интенсивности при интерференции теплового излучения в приближении оптического диапазона частот».

**Область применения.** Учебный процесс в технических и педагогических высших учебных заведениях, в том числе по дисциплинам физического материаловедения для развития перспективных направлений электроники, включая получение экспортно ориентированных материалов в виде химических соединений тернарного и более высокого по рангу состава с высоким уровнем добавленной стоимости.