

2. Бесков, В. С, Сафронов, В. С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии: Учебник для вузов. — М.: Химия, 1999. — 472 с.
3. Байрамов, В. М. Основы химической кинетики и катализа: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений — М.: ИЦ «Академия», 2003. — 256 с
4. Байрамов, В. М. Химическая кинетика и катализ: Примеры и задачи с решениями: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений М.: ИЦ «Академия», 2003. - 320 с.

УДК: 539.2:537.9

## НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕРМОДАТЧИКОВ

Митюк В.И., Ткаченко Т.М., к.ф.-м.н., Чеченина Е.П., к.ф.-м.н.

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по материаловедению*

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
г. Минск, Республика Беларусь*

По мере истощения ископаемых энергоресурсов в связи с деятельностью человека, всё более актуальной становится не только задача поиска новых альтернативных источников энергии, но и задача энергосбережения. Одним из путей решения этой задачи является контроль температурных режимов энергоёмких технологических процессов, в том числе процессов, используемых в ходе хозяйственной деятельности агропромышленного комплекса.

Как известно, контроль температурных режимов осуществляется при помощи различных термодатчиков. Существует целый класс магнитных материалов, пригодных для изготовления термодатчиков, применяемых в магнито-механических устройствах.

К числу материалов подходящих для изготовления термодатчиков относятся соединения переходных металлов с элементами III-IV групп периодической системы, имеющие кристаллическую структуру типа В8 и разнообразные магнитные свойства. Например, антимонид марганца  $Mn_{1-x}Sb_x$ , который имеет кристаллическую структуру типа В8 и протяжённую область гомогенности  $0 \leq x \leq 0,30$  [1]. Он обладает результирующим магнитным моментом, и классифицируется как ферромагнетик ( $\delta=0$ ) или ферримагнетик ( $\delta>0$ ). Содержание марганца существенно влияет на физические свойства соединения, например, температура магнитного фазового перехода  $T_C$  снижается от 600К до 300К при увеличении  $x$  [2], поэтому возможность смещения верхней границы содержания металла представляет практический интерес. На базе антимонида марганца, частичным замещением марганца на другие переходные металлы (хром, железо, кобальт и т.д.) получают разнообразные материалы, также широко используемые в технике, например, при изготовлении аккумуляторных батарей [3-4].

В данной работе предложен новый способ синтеза магнитного материала на основе антимонида марганца при замещении марганца диамагнитными медью и цинком. Методом прямого сплавления порошков исходных компонентов в однозонной печи сопротивления в вакуумированных до  $10^{-3}$  мм рт. ст. кварцевых ампулах получены сплавы  $MnMe_{0,1}Sb$  (где Me – Cu или Zn).

Синтез материала был проведен по следующей схеме:

1. Медленный ( в течение 24 час) разогрев гомогенной смеси исходных компонентов, взятых в требуемых весовых соотношениях, до температуры  $T=900-950^{\circ}\text{C}$ .
2. Выдержка при  $T=900-950^{\circ}\text{C}$  в течение 4 часов.
3. Охлаждение в течение нескольких часов от  $950^{\circ}\text{C}$  до  $840-860^{\circ}\text{C}$  (температура кристаллизации никельарсенидной фазы).
4. Отжиг при  $T=840-860^{\circ}\text{C}$  в течение 24 часов.
5. Закалка от  $T_{\text{отж}}$  в воду со льдом.

Все исходные материалы (Mn, Zn или Cu, Sb) имели чистоту не хуже 99,99%.

Для каждого синтеза был проведен рентгенофазовый анализ.

Анализ показал, что полученные материалы поликристаллические и имеют никельарсенидную кристаллическую структуру типа В8.

Для проведения магнитных измерений использована установка, работающая по методу

Фарадея, и позволяющая исследовать температурные зависимости намагниченности и магнитной восприимчивости при малых количествах образца. Измерения проводились в диапазоне температур 77К-700К.

Приведены результаты магнитных измерений для антимоидов без допирования медью или цинком и полученных новых материалов. В сплаве состава  $\text{MnZn}_{0,1}\text{Sb}$  наблюдается повышение температуры магнитного фазового перехода по сравнению с материалом состава  $\text{Mn}_{1,1}\text{Sb}$ . Для  $\text{Mn}_{1,1}\text{Sb}$  температура перехода составляет  $T_{\text{к}} \approx 423 \text{ K}$  [2], для  $\text{Mn}_{1,0}\text{Zn}_{0,1}\text{Sb}$  -  $T_{\text{к}} \approx 570 \text{ K}$ . Аналогичное повышение температуры перехода в немагнитное состояние наблюдается и при замещении марганца медью: для материала состава  $\text{Mn}_{1,0}\text{Cu}_{0,1}\text{Sb}$  температура магнитного перехода составляет -  $T_{\text{к}} \approx 590 \text{ K}$ .

Представляет интерес исследование свойств антимоида марганца с большим содержанием легирующих компонентов.

Для повышения содержания меди или цинка, вводимых в антимоид марганца со структурой типа В8, был использован двух стадийный синтез материалов. На первой стадии получали сплавы по вышеописанной технологии. На второй стадии, полученные сплавы спекали при высоких температурах (порядка 2300С) и высоких давлениях (порядка  $7 \times 10^9 \text{ н/м}^2$ ). Затем материалы закаляли в воду.

Оказалось, термобарический синтез твердых растворов типа В8 антимоида марганца с медью и цинком приводит к увеличению содержания меди в растворе до 30 ат. % и не приводит к аналогичному увеличению содержания цинка. Полученные, твердые растворы являются метастабильными и разрушаются при  $T > 450\text{K}$ . Магнитные характеристики твердых растворов антимоида марганца с медью и цинком (величины удельных намагниченностей и точки Кюри) существенно отличаются от характеристик  $\text{Mn}_{1,5}\text{Sb}$ . Мессбауэровские измерения показали, что применение метода термобарической обработки ведет к ослаблению межатомных магнитных взаимодействий в твердых растворах антимоида марганца с медью и цинком по сравнению с взаимодействиями в растворах, полученных методом прямого сплавления компонент.

Таким образом, синтезированы новые магнитные материалы  $MnMeSb$  (где  $Me - Cu$  или  $Zn$ ) с магнитными свойствами, отличающимися от свойств исходного незамещенного антимионида марганца. Достигнутое разнообразие магнитных свойств позволяет более широко применять полученные материалы в магнитомеханических устройствах, в том числе температурных датчиках.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Teramoto I. and Van Run A.J.G. // Phys. Chem. Solids. 1968, V.99, p.347-355.
2. Yamaguchi Y., Watanabe H. and Suzuki T. // J. Phys. Soc. Japan. 1976, 41, p.703-704.
3. Negative electrodes for lithium cells and batteries: United States Patent: 6,855,460. Publication date: 15.02.2005.
4. Ionica C.M., Lippens P.E., Fourcade J.O., Jumas J.-C. // Journal of Power Sources. 2005, V.146, p.p. 478-481.
5. Thackeray M.M., Vaughey J.T., Johnson C.S., Kropf A.J., Benedek R., Fransson L.M.L., Edstrom K. // Journal of Power Sources. – 2003. – Vol.113, № 1. – P. 124-130.
6. В.И. Митюк, В.М. Рыжковский, Т.М. Ткаченко. Магнитный материал, Патент Республики Беларусь № 11937 (приоритет от 10.10.2007г.)
7. Г.И.Маковцкий, О.Ф.Демиденко, Т.М.Ткаченко. Магнитный материал Патент Республики Беларусь № 12025 (приоритет от 24.03.2008г.)

УДК 62-83: 621.313.333: 621.316.9

### АППАРАТ ПРЕДУСКОВОГО КОНТРОЛЯ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ – СРЕДСТВО РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЯ

Мурашко В.В., магистрант

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
г. Минск, Республика Беларусь*

Развитие сельскохозяйственной техники тесно связано с применением автоматизированного электропривода. С каждым годом улучшается качество выпускаемых асинхронных электродвигателей. Однако их эксплуатационная надежность в сельском хозяйстве остается все еще недостаточной. В данной работе рассматривается устройство предпускового контроля напряжения сети и состояния изоляции обмоток асинхронного электродвигателя. Устройство разрабатывается с целью повышения эксплуатационной надежности электрооборудования и ресурсосбережения в сельском хозяйстве.

В [1] указано, что неполнофазный режим (обрыв фазы) является причиной выхода из строя электродвигателей в 40...50 % случаев, стопорный режим (заторможенный ротор) – в 20...25 % случаев, увлажнение обмотки (понижение сопротивления изоляции) – в 10...15 % случаев, нарушение охлаждения – в 8...10 % случаев. Эти данные могут изменяться в зависимости от применяемого в хозяйстве технологического оборудования, условий эксплуатации и надежности электрических сетей.

Анализ устройств контроля неполнофазного режима показал, что для предпускового контроля наличия всех фаз в сети наиболее просто использовать фильтр напряжения обратной последовательности. Кроме контроля неполнофазного режима он обеспечит дополнительную функцию – контроль порядка чередования фаз.

Схема фильтра обратной последовательности с блоком контроля выходного напряжения указанного фильтра изображена на рисунке 1.