

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра физической химии и электрохимии

БОРОНЕЦ
Анастасия Алексеевна

СИНТЕЗ И ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ СВОЙСТВА ТВЁРДЫХ
РАСТВОРОВ $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{M}_{0,2}\text{O}_{21}$ (M – Al, Ga)

Дипломная работа

Научный руководитель:
кандидат химических наук,
доцент А.Е. Усенко

Допущена к защите

«___»_____ 2025 г.

Зав. кафедрой физической химии и электрохимии
Доктор химических наук, профессор Е.А. Стрельцов

Минск, 2025

РЕФЕРАТ

Синтез и электропроводящие свойства твёрдых растворов $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{M}_{0,2}\text{O}_{21}$ (M – Al, Ga)

Объём работы: 45 с., 4 таблицы, 17 рисунка, 27 литературных источника.

Ключевые слова: ПЕРОВСКИТНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ, НИКЕЛАТЫ СТРОНЦИЯ, ФАЗЫ РАДДЛЕСДЕНА-ПОППЕРА, ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ СВОЙСТВА.

Объект исследования: перовскитные соединения $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{M}_{0,2}\text{O}_{21}$ (M – Al, Ga).

Предмет исследования: фазовый состав и электропроводящие свойства соединений $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Al}_{0,2}\text{O}_{21}$ и $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Ga}_{0,2}\text{O}_{21}$.

Цель работы: получение образцов $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Al}_{0,2}\text{O}_{21}$ и $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Ga}_{0,2}\text{O}_{21}$, и изучение их электропроводящих свойств.

Методология работы: методом твёрдофазного синтеза при добавлении разного количества кремниевого порошка получены образцы $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Al}_{0,2}\text{O}_{21}$ и $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Ga}_{0,2}\text{O}_{21}$.

При помощи рентгенофазового анализа установлено, что фазы $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Al}_{0,2}\text{O}_{21}$ и $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Ga}_{0,2}\text{O}_{21}$, содержащие минимальное количество примесей, формируются при добавлении SiO_2 в количестве 0,1% от массы реакционной смеси.

При помощи йодометрического титрования впервые установлены средние значения кислородных индексов синтезированных алюмо- и галлоникелатов стронция, которые показывают, что данные соединения являются кислорододефицитными.

Получены зависимости удельной электропроводности и коэффициентов термоЭДС (Зеебека) от температуры, которые указывают на *n*-тип проводимости $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Al}_{0,2}\text{O}_{21}$ и $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Ga}_{0,2}\text{O}_{21}$.

Методом дифференциального термического анализа установлено, что образцы $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Al}_{0,2}\text{O}_{21}$ и $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Ga}_{0,2}\text{O}_{21}$ термостабильны и чувствительны к атмосферам воздуха и азота при температурах 20–1000 °С.

РЭФЕРАТ

Сінтэз і электраправодныя ўласцівасці цвёрдых раствораў $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{M}_{0,2}\text{O}_{21}$ ($\text{M} - \text{Al, Ga}$)

Аб’ём працы: 45 с., 4 табліцы, 17 малюнка, 27 літаратурных крыніцы.

Ключавыя словы: ПЕРОВСКІТНЫЕ ЗЛУЧЕННЯ, НІКЕЛАТЫ СТРОНЦЫЮ, ФАЗЫ РАДДЛЕСДЭНА-ПОПЕРА, ЭЛЕКРАПРАВODНЫЯ ЎЛАСЦІВАСЦІ.

Аб’ект даследавання: пераўскітныя злучэнні $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{M}_{0,2}\text{O}_{21}$ ($\text{M} - \text{Al, Ga}$).

Прадмет даследавання: фазавы склад і электраправодныя ўласцівасці злучэнняў $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Al}_{0,2}\text{O}_{21}$ і $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Ga}_{0,2}\text{O}_{21}$.

Мэта працы: атрыманне ўзораў $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Al}_{0,2}\text{O}_{21}$ і $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Ga}_{0,2}\text{O}_{21}$, і вывучэнне іх электраправодных уласцівасцей.

Метадалогія працы: метадам цвёрдафазнага сінтэзу пры даданні рознай колькасці крамнёвага парашка атрыманы ўзоры $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Al}_{0,2}\text{O}_{21}$ і $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Ga}_{0,2}\text{O}_{21}$.

Пры дапамозе рэнтгенафазавага аналізу ўстаноўлена, што фазы $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Al}_{0,2}\text{O}_{21}$ і $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Ga}_{0,2}\text{O}_{21}$, якія маюць мінімальную колькасць прымясі, фармуюцца пры даданні SiO_2 ў колькасці 0,1% ад масы рэакцыйнай сумесі.

Пры дапамозе ёдаметрычнага тытравання ўпершыню ўстаноўлены сярэднія значэнні кіслародных індэксаў сінтэзаваных алюмо- і галанікелатаў стронцыю, якія паказваюць, што дадзеныя злучэнні з’яўляюцца кісларададэфіцытнымі.

Атрыманы залежнасці ўдзельнай электраправоднасці і каэфіцыентаў тэрмаЭДС (Зеебека) ад тэмпературы, якія паказваюць на n-тып праводнасці $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Al}_{0,2}\text{O}_{21}$ і $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Ga}_{0,2}\text{O}_{21}$.

Метадам дыферэнцыяльнага тэрмічнага аналізу ўстаноўлена, што $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Al}_{0,2}\text{O}_{21}$ і $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Ga}_{0,2}\text{O}_{21}$ тэрмастабільны і адчувальныя да атмасфер паветру і азоту пры тэмпературах 20–1000 °С.

SUMMARY

Synthesis and electroconductive properties of solid solutions $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{M}_{0,2}\text{O}_{21}$ (M – Al, Ga)

The thesis includes 45 pages, 4 tables, 17 illustrations, 27 literature sources.

Keywords: PEROVSKITE COMPOUNDS, STRONTIUM NICKELATES, RUDDLESSEN-POPPER PHASES, ELECTRIC PROPERTIES.

Object of study: perovskite compounds $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{M}_{0,2}\text{O}_{21}$ (M – Al, Ga).

Subject of the study: phase composition and electrically conductive properties of the compounds $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Al}_{0,2}\text{O}_{21}$ and $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Ga}_{0,2}\text{O}_{21}$.

Scope of the thesis is to obtain samples of $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Al}_{0,2}\text{O}_{21}$ and $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Ga}_{0,2}\text{O}_{21}$, and studying their electroconductive properties.

Thesis methodology: the samples $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Al}_{0,2}\text{O}_{21}$ and $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Ga}_{0,2}\text{O}_{21}$ were obtained by solid-phase synthesis with the addition of different amounts of silicon powder.

X-ray phase analysis revealed that the phases $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Al}_{0,2}\text{O}_{21}$ and $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Ga}_{0,2}\text{O}_{21}$, containing a minimum amount of impurities, are formed by adding SiO_2 in an amount of 0,1 % by weight of the reaction mixture.

Using iodometric titration, the average values of the oxygen indices of synthesized aluminonickelates and strontium gallonickelates were established for the first time, which show that these compounds are oxygen deficient.

For the synthesized samples, the dependences of the specific electrical conductivity and the coefficients of thermal EMF on temperature, which indicate the n-type of conductivity, were obtained.

Differential thermal analysis has shown that $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Al}_{0,2}\text{O}_{21}$ and $\text{Sr}_9\text{Ni}_{6,8}\text{Ga}_{0,2}\text{O}_{21}$ samples are thermally stable and sensitive to atmospheric conditions of air and nitrogen at temperatures of 20–1000 °C.