



II Международная научно-практическая конференция
«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

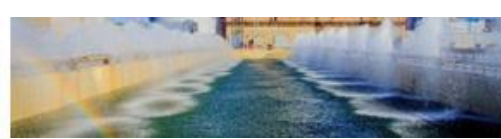
ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОМ И КОБАЛЬТОМ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КЕРАМИК НА ОСНОВЕ ОКСИДА ЦИНКА

Федотов А.К.

fedotov@bsu.by

16-18 сентября 2020 г
Воронеж, Россия





«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Введение

В работе представлены результаты изменения *структуры, электрических и термоэлектрических свойств* образцов **ZnO** в результате легирования **Fe** и **Co**, полученных по керамической технологии.

Исследовались образцы **ZnO**, $(\text{ZnO})_z[\text{Fe}_x\text{O}_y]_{1-z}$ и $(\text{ZnO})_z[\text{CoO}]_{1-z}$, где $0 \leq x \leq 3$; $1 \leq y \leq 4$, $0.5 \leq z \leq 50$ вес.%

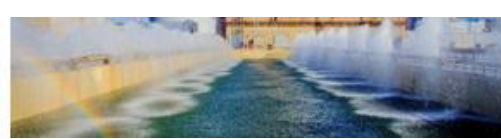


«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Введение

В работе были получены керамики **на основе оксида цинка** с использованием порошковых смесей из оксидов цинка, а также оксидов железа и кобальта в качестве легирующих агентов.

Влияние легирования Fe и Co на свойства керамик на основе ZnO



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Введение

Порошковые смеси компактировались в таблетки при одноосном давлении 200 МПа и затем подвергались одно- и (или) двухстадийному отжигу в течение 2 ч. при температурах 900 °С и 1100 °С, соответственно.

При двухстадийной технологии таблетки после первой стадии перемалывались, компактировались и снова отжигались.



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Введение

На полученных образцах керамик изучена микроструктура, химический и фазовый состав, а также температурные зависимости удельного электрического сопротивления ρ , коэффициента Холла R_H и Зеебека S в диапазоне температур 20 – 300 К.



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Методика эксперимента

Структура, химический и фазовый состав:
СЭМ, EDX, РДА, Спектроскопия Рамановского
рассеяния и Мессбауэровская спектроскопия

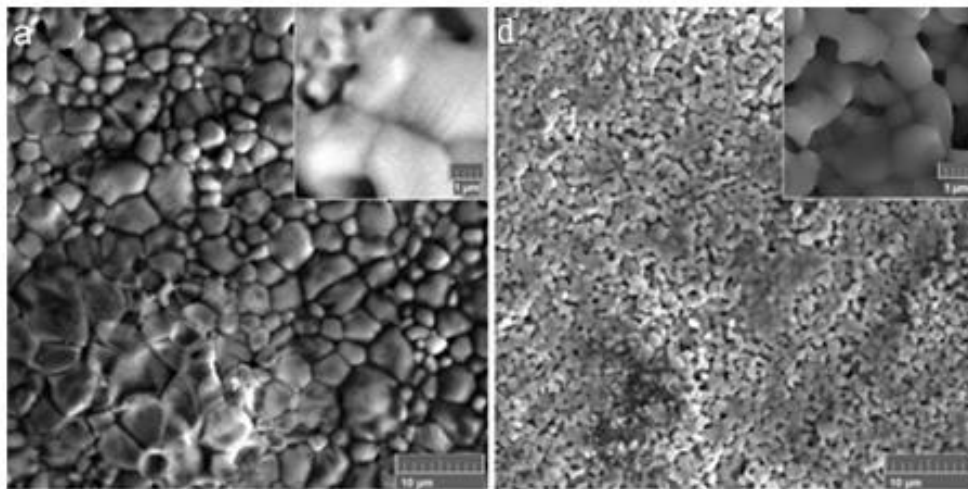
**Электрические, термоэлектрические и
магнитные свойства свойства** в диапазоне
температур 4-300 К



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Результаты и обсуждение

Структура $(\text{ZnO})_z[\text{CoO}]_{1-z}$ – твердые растворы, вюрцит



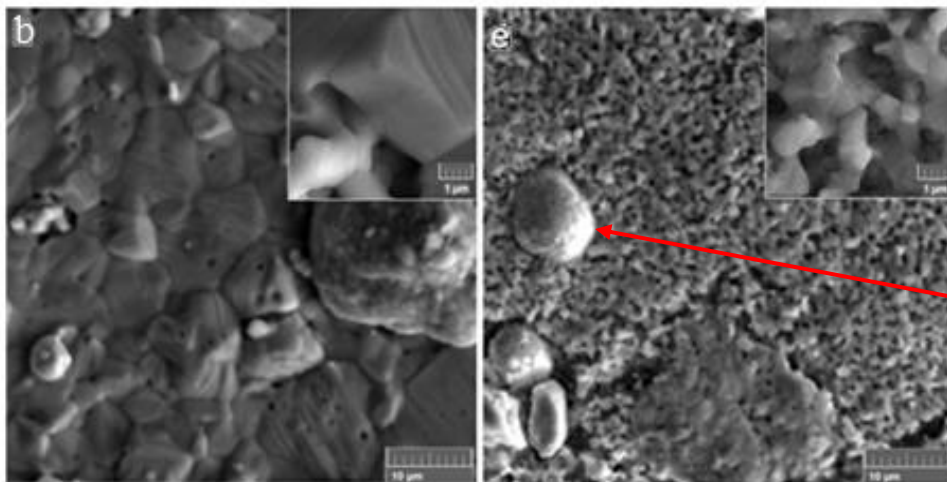
СЭМ-изображения после одноэтапного (слева) и двухэтапного (справа) отжига



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Результаты и обсуждение

Структура $(\text{ZnO})_z[\text{Fe}_x\text{O}_y]_{1-z}$ — вюрцит, феррит цинка, остаточные оксиды железа



Феррит цинка

СЭМ-изображения после одноэтапного (слева) и двухэтапного (справа) отжига

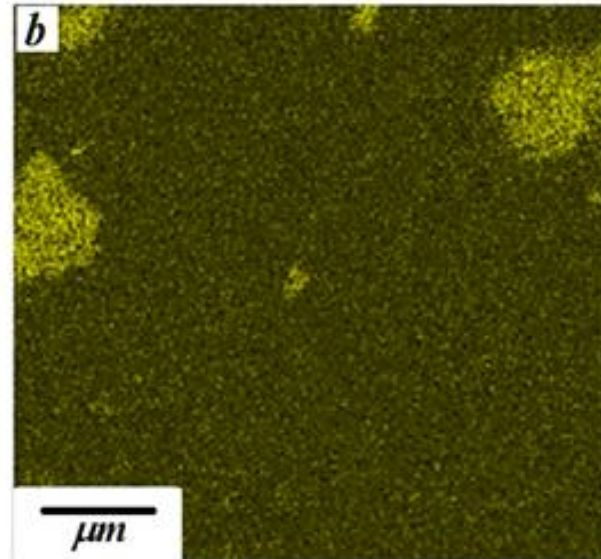
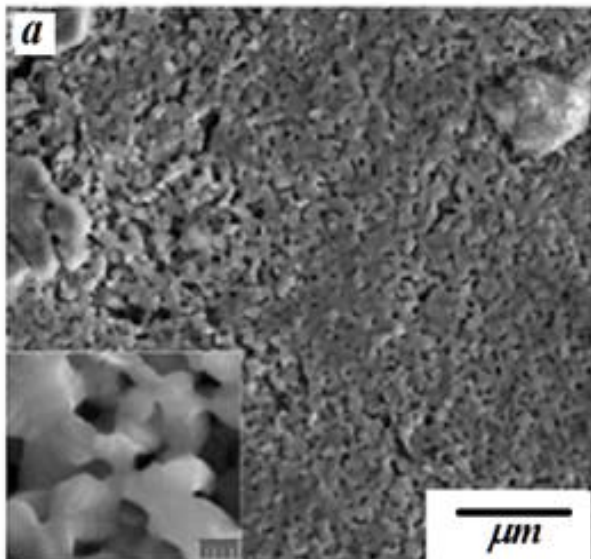
Влияние легирования Fe и Co на свойства керамик на основе ZnO



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Результаты и обсуждение

Влияние легирования Fe и Co на свойства керамик на основе ZnO



СЭМ изображение (слева) и EDX изображение распределения железа (справа) в образца $(\text{ZnO})_{90}[\text{FeO}]_{10}$



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Результаты и обсуждение

Выводы по структуре:

1. Образцы $(\text{ZnO})_z[\text{CoO}]_{1-z}$ однофазны и имеют структуру вюрцита в диапазоне $2 < z < 50$ вес. %
2. Образцы $(\text{ZnO})_z[\text{Fe}_x\text{O}_y]_{1-z}$ двух- или трехфазны и состоят из вюрцита, феррита цинка и (или) остаточных оксидов железа

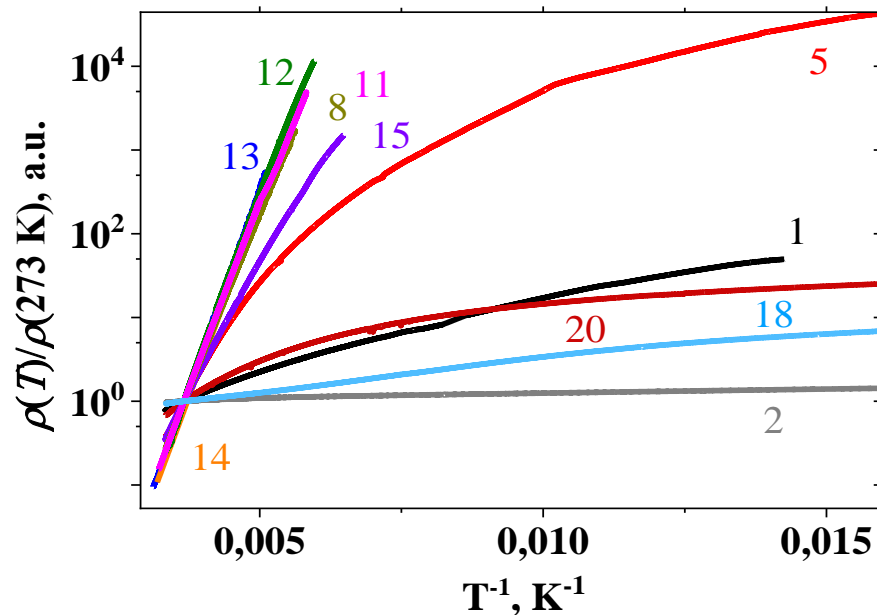


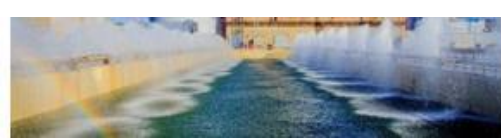
«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Результаты и обсуждение

Температурные зависимости нормированного удельного сопротивления в аррейусовых координатах $Lg [\rho(T)/\rho(273 \text{ K})] - (1/T)$

При $T > 150 \text{ K}$ энергии активации проводимости лежат в диапазоне $0,25-0,37 \text{ эВ}$



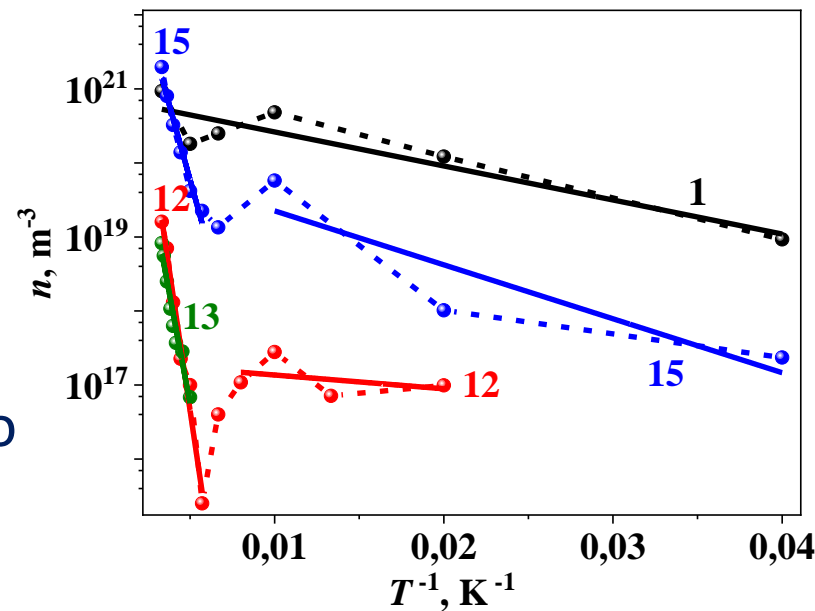


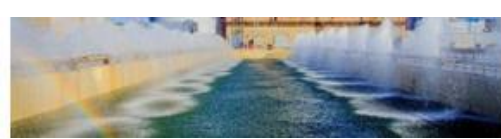
«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Результаты и обсуждение

Пример температурных зависимостей концентрации электронов в аррейусовых координатах $Lg [n(T)] - (1/T)$

При $25 < T < 300$ К
обнаружены *мелкие* и
глубокие дефектные центры
с энергиями ионизации 0,05
и 0,24 – 0,35 эВ, соответственно





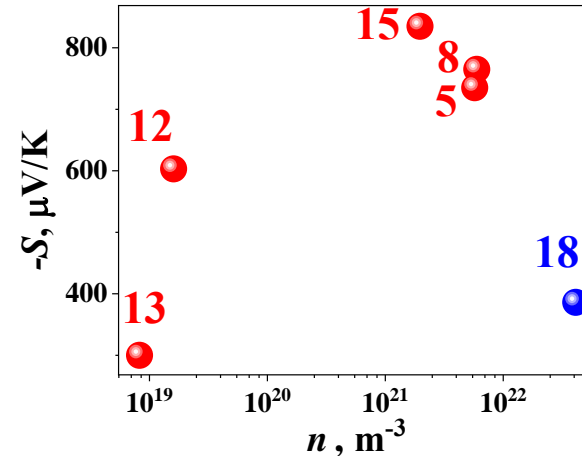
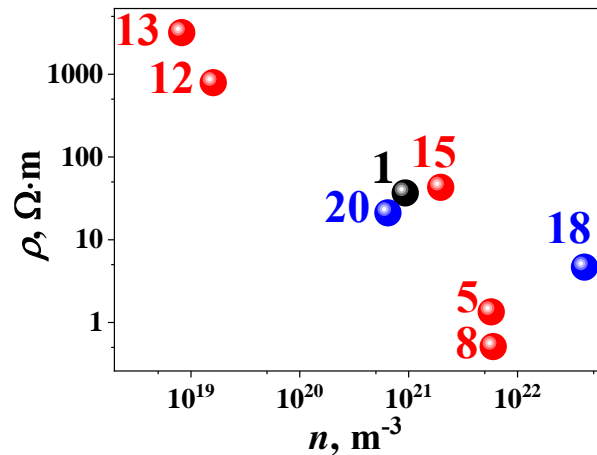
«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Результаты и обсуждение

Примеры зависимостей электросопротивления ρ и коэффициента Зеебека S от концентрации электронов n при 300 К

ZnO и $(\text{ZnO})_z[\text{CoO}]_{1-z}$ – синие точки

$(\text{ZnO})_z[\text{Fe}_x\text{O}_y]_{1-z}$ – красные точки





«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Результаты и обсуждение

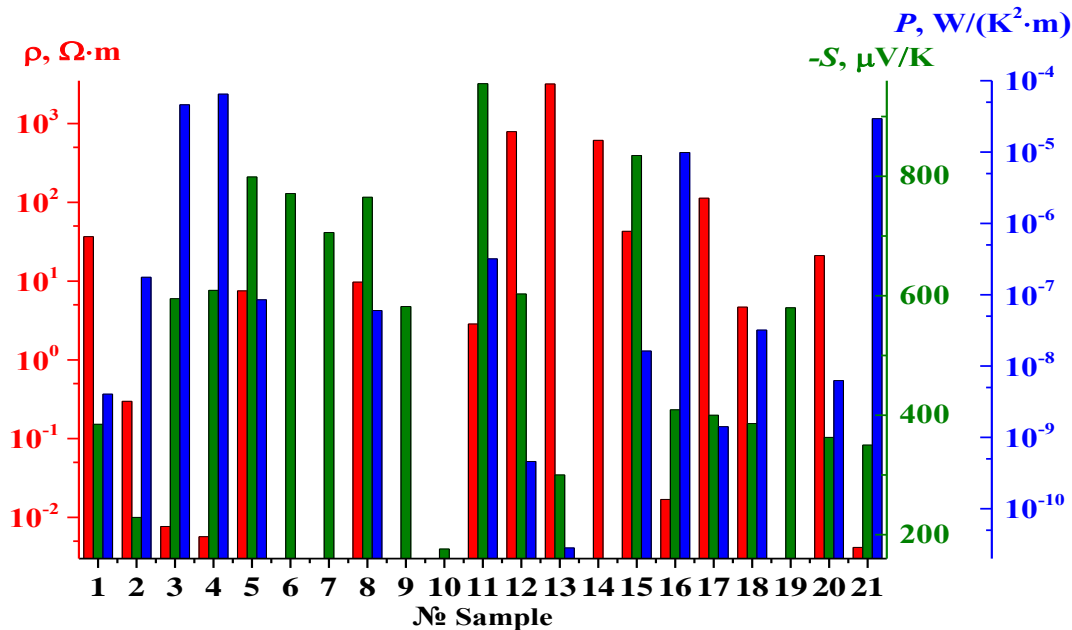
Распределение электросопротивления, коэффициента термоэдс и фактора мощности по образцам керамики

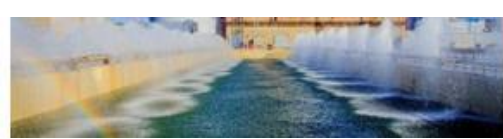
Влияние легирования Fe и Co на свойства керамик на основе ZnO

ZnO – 1, 2

$(\text{ZnO})_z[\text{CoO}]_{1-z}$ – 16-21

$(\text{ZnO})_z[\text{Fe}_x\text{O}_y]_{1-z}$ – 3-15





«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Выводы

1. Добавление кобальта и железа увеличивает удельное электросопротивление оксида цинка
2. Легирование кобальтом слабо изменяет коэффициент термоэдс оксида цинка
3. Легирование железом значительно увеличивает термоэдс оксида цинка с примерко 400 мкВ/К до примерно 1000 мкВ/К вследствие преципитации фазы феррита цинка



Спасибо за внимание