

Рисунок 1 – Температурные зависимости электропроводности (σ) (а), термо-ЭДС (S) (б) и фактора мощности (P) (в) кобальтитов $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta}$ (1), $\text{Ca}_{2,8}\text{Tb}_{0,2}\text{Co}_{3,85}\text{Fe}_{0,15}\text{O}_{9+\delta}$ (2), $\text{Ca}_{2,8}\text{Tb}_{0,2}\text{Co}_{3,85}\text{Bi}_{0,15}\text{O}_{9+\delta}$ (3), $\text{Ca}_{2,8}\text{Er}_{0,2}\text{Co}_{3,85}\text{Fe}_{0,15}\text{O}_{9+\delta}$ (4), $\text{Ca}_{2,8}\text{Er}_{0,2}\text{Co}_{3,85}\text{Bi}_{0,15}\text{O}_{9+\delta}$ (5)

Таким образом, в работе цитратным методом получена керамика состава $\text{Ca}_{2,8}\text{Ln}_{0,2}\text{Co}_{3,85}\text{M}_{0,15}\text{O}_{9+\delta}$ ($\text{Ln} = \text{Tb}, \text{Er}, \text{M} = \text{Fe}, \text{Bi}$), изучена ее кристаллическая структура, исследованы ее тепловое расширение, электропроводность и термо-ЭДС. Найдено, что синтезированные материалы являются полупроводниками p -типа. Установлено, что фактор мощности кобальтита кальция возрастает при частичном замещении кальция тербием, а кобальта висмутом в его структуре.

УДК 625.7

Термодинамическая оценка процесса прямого восстановления железной руды синтез-газом

Студент гр. 104111 Горбель И.А.
 Научный руководитель – Горбунова В.А.
 Белорусский национальный технический университет
 г. Минск

Традиционные металлургические производства, в частности доменный способ получения стали, обладают рядом недостатков: многостадийностью, высокой ресурсоемкостью и энергоемкостью, загрязнением окружающей среды. Поэтому в мире всегда проявлялся интерес к альтернативным металлургическим процессам, одним из которых является процесс прямого восстановления железной руды. В последнее время этот интерес усилился, что связано с истощением запасов качественных коксующихся углей, с увеличением стоимости кокса, с ужесточением экологических требований, а также с постоянно растущими требованиями к качеству металла.

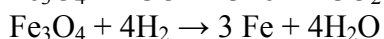
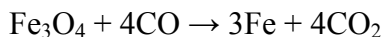
В существующих технологиях прямого восстановления чаще применяется природный газ в качестве топлива и восстановителя (Midrex, Armco, Purofer). Базовыми для свойств железосодержащих продуктов прямого восстановления являются три важных химических фактора: степень металлизации, содержание и форма углерода, содержание и тип примесей. Современные технологии прямого восстановления железа позволяют получать продукт со степенью металлизации выше 96 % и содержанием углерода от 0,5 % до более, чем 3 % (Midrex). В основных процессах прямого восстановления также достигается низкое содержание серы (до 0,003 %), фосфора и других остаточных элементов. Качество железа (далее стали) по содержанию примесей получается очень высоким. Главный недостаток этих технологий - это высокий расход природного газа – до 400 куб. м на 1 тонну восстановленного металла. Значительное удорожание природного газа на мировом рынке

замедляет темпы роста бескоксowego производства металлов. В процессах прямого восстановления железа непосредственным восстановителем является не природный газ, а синтез-газ ($\text{CO} + \text{H}_2$), который получают конверсией природного газа. Таким образом, природный газ, в общем не нужен, а нужен синтез-газ, который можно получать из другого топливного сырья: дешевых газообразных или жидких углеводородов, угля, торфа, нефтяного кокса, мазута, биомассы, промышленных и бытовых отходов. В качестве окислительного агента в процессах газификации могут использоваться: воздух, кислород, водяной пар, CO_2 .

Целью исследования было определение степени эффективности использования синтез-газа, получаемого при пароводяной газификации низкосортных бурых углей, для прямого восстановления железорудных окатышей магнетитового типа ($\text{Fe} - 67,85$ мас. %, $\text{SiO}_2 - 1,20$ %, $\text{Al}_2\text{O}_3 - 0,50$ %, $\text{CaO} - 0,70$ %, $\text{MgO} - 0,30$ %, $\text{P} - 0,025$ %, $\text{S} - 0,002$ %, $\text{Mn} - 0,12$ %, $\text{H}_2\text{O} - 2,0$ %, O (рассчитано по разности) – $27,303$ %). Оно было реализовано на базе компьютерной программы TERRA термодинамических расчетов фазового и химического составов реагирующих многокомпонентных смесей. В основе газификации угля паром лежит следующая реакция: $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$.

Для области $T = 300 - 4000$ К и при давлении $P = 0,1$ МПа был рассчитан оптимальный с точки зрения энергоэффективности процесса газификации равновесный состав синтез-газа: $50,7$ об. % H_2 ; $33,2$ % CO ; $6,3$ % CO_2 ; $6,7$ % H_2O и $2,5$ % CH_4 . Эта эффективность оценивалась по энергетическому КПД и суммарному выходу энергии в виде калорийного синтез-газа после газификатора на единицу потребляемой энергии для нагрева реагирующей смеси (уголь + H_2O) до температуры газификации. Максимальный энергетический КПД паровой газификации бурого угля составил 75 %. Наиболее эффективный расчетный режим газификации при $0,1$ МПа соответствует расходу пара $0,6 - 0,8$ кг/ кг угля при $T = 1000$ К.

Также была сделана термодинамическая оценка возможности использования синтез-газа с оптимальным по расчетным данным составом для прямого восстановления железорудных окатышей магнетитового типа. При этом как базовые реакции могут рассматриваться:



Расчет показал, что вблизи температуры плавления руды 2100 К при расходе синтез-газа $1,25$ кг/ кг железной руды степень металлизации была максимальной и близка к 100 %.

Таким образом, с помощью термодинамической оценки было установлено, что синтез-газ, получаемый пароводяной газификацией бурого угля можно рассматривать как эффективный восстановитель с достаточно высоким потенциалом энергосбережения для металлургических процессов, в том числе для технологии прямого восстановления железорудных окатышей магнетитового типа.

УДК 666.11.016.2

Разработка люминофорных покрытий для светодиодных фотопреобразователей оптоэлектронных устройств

Студентка 5 курса 8 группы Грушко Н.Н.

Научный руководитель – Бобкова Н.М.

Белорусский государственный технологический университет
г. Минск

В настоящее время активно ведутся работы в области разработки высокоэкономичных источников общего освещения на основе светодиодов повышенной мощности.

Существует несколько способов создания белого света с использованием светодиодов. Одним из наиболее распространенных является смешивание на одной матрице