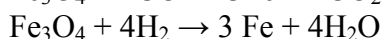
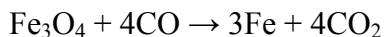


замедляет темпы роста бескоксowego производства металлов. В процессах прямого восстановления железа непосредственным восстановителем является не природный газ, а синтез-газ ($\text{CO} + \text{H}_2$), который получают конверсией природного газа. Таким образом, природный газ, в общем не нужен, а нужен 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

красного, голубого и зеленого светодиода с помощью оптической системы (так называемая RGB-технология). Однако для создания белого цвета RGB требуется сравнительно сложное оборудование, так как в одном источнике необходимо использовать сразу три светодиода. При этом получаемый свет характеризуется низким индексом цветопередачи белого света.

Второй способ заключается в получении смеси из трех люминофоров этих же цветов, с последующим нанесением ее на светодиод, излучающий в ультрафиолетовом диапазоне. Но источники света с данным способом характеризуются не достаточно длительным сроком службы, так как люминофор, нанесенный на светодиод, разрушается под воздействием тепла, излучаемого светодиодом.

Выходом из данного положения является создание источников освещения, у которых люминофор будет расположен на некотором расстоянии от светодиода. В таких случаях наиболее широко используются излучатели синего цвета. Для преобразования синего цвета светодиода в белый применяются светопреобразователи, включающие кристаллы люминофора желтого цвета, равномерно распределенные в стеклянной или полимерной матрице. В качестве люминофора чаще всего выступает кристаллический иттриевоалюминиевый гранат $3Y_2O_3 \cdot 5Al_2O_3$, допированный Ce^{3+} .

Такие люминофорные светодиоды обеспечивают лучшую цветопередачу, чем белые RGB-светодиоды. Они также отличаются высокой энергоэффективностью.

При создании данного источника искусственного освещения основными составляющими частями являются:

- непосредственно сам светодиод синего цвета;
- желтый люминофор;
- легкоплавкое стекло, используемое в качестве матрицы;
- подложка, на которую наносится матрица с люминофором.

В качестве подложки могут использоваться специальные светотехнические стекла, но стоимость их очень высока. Более выгодным вариантом является использование в качестве подложки обычного листового стекла. К тому же из листового стекла легко можно создать любую форму и размер источника освещения.

Легкоплавкая матрица для введения должна обладать следующими свойствами:

- близкое значение ТКЛР подложки и легкоплавкого стекла, чтобы избежать растрескивания изделия при охлаждении. ТКЛР листового стекла $(80 - 100) \cdot 10^{-7} K^{-1}$.
- температура полной растекаемости разрабатываемых составов должна находиться в пределах $550 - 650$ °С.
- высокий показатель преломления, сопоставимый с показателем преломления люминофора ($n_d = 1,8$), для снижения рассеяния светового потока, исходящего от светодиода, к минимуму.

Целью данной работы является разработка люминофорных покрытий для светодиодных фотопреобразователей оптоэлектронных устройств, обеспечивающих стабильность нанокристаллов люминофора в стеклянной матрице.

В качестве основы для получения легкоплавких стекол выбрана система $B_2O_3 - V_2O_5 - BaO - CaO - ZnO - K_2O$. Интерес к висмутборатным системам был обусловлен образованием достаточно легкоплавких эвтектик, способных полностью заменить легкоплавкие стекла, получаемые на основе высокотоксичного оксида свинца PbO. К тому же, свинецсодержащие стекла не обеспечивают нужные значения плотности, показателя преломления и области прозрачности в видимом и ИК-диапазонах.

Стекла синтезированы в газовой печи при температуре 1100 °С, с последующей выдержкой при максимальной температуре в течении часа.

Стекла не кристаллизуются в интервале температур $600 - 950$ °С. Температура полной растекаемости находилась в пределах $605 - 665$ °С. Наиболее легкоплавкими оказались многоцинковые и малокальциевые составы стекол. Именно многоцинковые стекла

характеризовались наиболее подходящими значениями ТКЛР $(96 - 99) \cdot 10^{-7} \text{K}^{-1}$, соответствующими значениям ТКЛР листового стекла.

Показатель преломления для синтезируемых составов стекол изменялся в пределах 1,716 – 1,749. Данные значения полностью удовлетворяют требованиям по совместимости с показателем преломления люминофора. Наибольшее влияние на столь значительное повышение показателя преломления оказал оксид висмута Bi_2O_3 , обладающий наибольшим парциальным числом, по сравнению с остальными компонентами стекла.

По совокупности исследования физико-химических свойств выбран оптимальный состав, наиболее соответствующий требованиям, предъявляемым к разрабатываемым составам легкоплавких стекол для изготовления люминесцирующих покрытий, содержащий Bi_2O_3 в количестве 30 мас. %, характеризующийся следующими свойствами, отображенными в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические свойства стекла оптимального состава

Показатели свойств	Значение
Температура варки, °С	1100
Кристаллизационная способность	отсутствует
Температура полного растекания $t_{\text{н.м}}$, °С	605
Температура начала размягчения, °С	520
ТКЛР, 10^{-7}K^{-1}	97,4
Показатель преломления	1,738
Водостойкость	III гидролитический класс

Для получения люминофорных покрытий на подложках из листового стекла выбраны оптимальные стекла с содержанием Bi_2O_3 30 мас. %, на основе которых приготовлены порошкообразные смеси с введением 15 и 20 % тонкокристаллического YAG:Ce^{3+} , полученного методом «горения» нитратов иттрия, алюминия и церия в лимонной кислоте и дополнительно обработанных в атмосфере аргона или в воздушной атмосфере при температуре 1100 °С. Методика изготовления люминесцирующих покрытия включает подготовку шликера, путем совместного смешивания тонкомолотого порошка стекла, люминофора и органического растворителя, нанесение шликера на стеклянную подложку и термическая обработка последних при 630 °С в воздушной среде. Получены покрытия с удовлетворительными характеристиками. Установлено, что, при суммировании излучения синего светодиода и желто-зеленой люминесценции люминофора YAG:Ce^{3+} в составах полученных композитов наблюдается излучение белого цвета.

Удаление люминофора от нагретого кристалла светодиода в значительной степени уменьшает термическую деструкцию люминофора. Это увеличивает срок службы светильника и позволяет использовать более мощные светодиоды.

УДК 666.754

Использование гранитоидных отсеков и метадиабаз в производстве плиток типа «грес»

Студент гр.9 Гундилович Н.Н.

Научный руководитель – Левицкий И.А.

Белорусский государственный технологический университет
г. Минск

Целью работы является исследование возможности использования гранитных отсеков или метадиабаз в производстве плиток для полов типа «грес». Работа направлена на изучение возможности частичного либо полного замещения полевого шпата вишневогорского на гранитные отсеки или метадиабаз в составе масс.