

Турукбаева Аида Канатбековна

преподаватель

Иссык-Кульский государственный

университет им. К. Тыныстанова

г. Каракол, Кыргызстан

ИССЛЕДОВАНИЯ НЕОДИМА В ПЛАЗМЕННОМ РЕАКТОРЕ

Аннотация: в данной работе приведены результаты экспериментального исследования оксалата неодима в плазменном реакторе, а также представлена термическая обработка и тепловой баланс.

Ключевые слова: неодим, камера смещения, термическая обработка, суммарное количества тепла.

Неодим – дорогой металл, цена на него зависит от страны-производителя и технологий, которые применялись для его выделения. Неодим на сегодняшний день нашел широкое применение в производстве цветного стекла и лазерных материалов, в производстве мощных постоянных магнитов, в технологиях получения стекловолокна. Неодим входит в состав, которым легируются конструкционные сплавы стали, а также в состав для обработки сельскохозяйственных семян с целью увеличения их всхожести, химический элемент, который относится к группе редкоземельных металлов и к группе лантаноидов. Имеет серебристо-белый цвет с золотистым оттенком. Легко окисляется. Напоминаю, что неодим, был открыт физиком из Австрии Карлом Ауэром фон Вельсбахом, которому удалось разделить дидим, считающийся единым элементом, на неодим и празеодим. Таким образом, «свободный» элемент получил название неодим, что в переводе с греческого означает «новый близнец» [1]. В качестве исходного сырья использовались оксалат неодим конечный продукт – оксид соответствующий элемент. Полученный продукт представляет собой рыхлый мелкодисперсный порошок характерного цвета оксид неодима – светла голубой. Температура плазмы в плазматронах, камере смещения и в реакторе по его длине. Средняя мощность установки колебалась от 30 до 90 кВт. Изменение температурного режима процесса

осуществлялось за счет включения разного количества плазматронов и колебаний расходов закалочного газа. Закалочный газ подавали в реактор на срезе камеры смешения и нижнем срезе реактора. С повышением температуры реактора сырье полностью разлагается на оксиды, чтобы было установлено путем проверки потери массы образцов при прокаливании. Результаты некоторых опытов по термической обработке представлены в таблице 1

Таблица 1

Результат экспериментального исследования термической диссоциации оксалата неодима

Соединение	Поддиапазон регистрации частиц, мкм				
	I 5...10	II 10...25	III 25...50	IV 50...100	V 100 и более
$Nd_2(C_2O_4)_3$	25,09	63,92	10,40	0,58	0,003
Nd_2O_3 промышленный	60,92	38,40	1,64	0,01	0
Nd_2O_3 плазменный	79,19	20,64	0,16	0,004	0

На рис. 1 и рис. 2 показаны зависимости изменения мощности подведенный в реактор (N_1), суммарного теплового потока к стенке канала реактора (Q_w), среднemasовых энтальпий (h_g) и температур (T_g) по длине канала реактора (x) при подаче в реактор оксалат неодим с расходом 0,008, 0,013 кг/с.

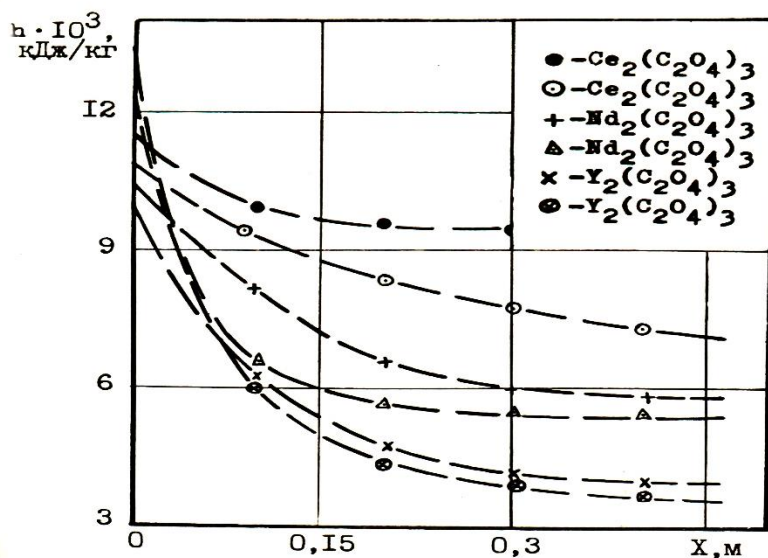


Рис. 1. Изменения энтальпии плазменного потока (N) по длине плазменного реактора (X) участка ■, +, x — 0,008 кг/с; △, ○, ⊗ — 0,013 кг/с

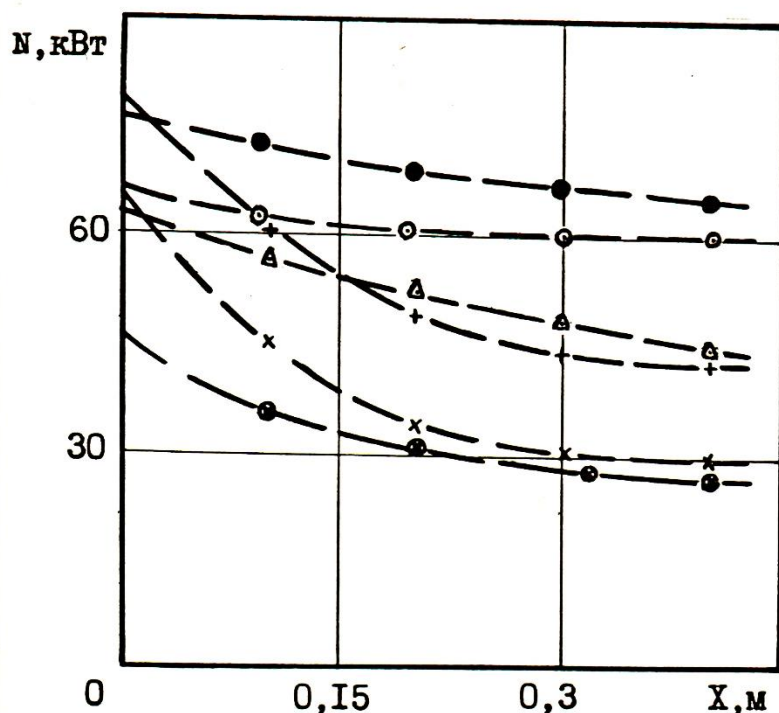


Рис. 2. Изменение мощности плазменного потока (N)
по длине плазменного реактора (X)

Во всех случаях ввод дисперсных оксалатов приводит к перераспределению N_1, Q_w, h_g, T_g , по длине канала реактора за счет стока тепла к дисперсному материалу. Обращает на себя внимание и тот факт, что сток тепла для различных оксалатов отличается по величине. Оксид Nd_2O_3 полученные плазменным способом на рис 1 и рис.2 отличается друг от друга в зависимости от расхода исходного оксалата. Суммарное количества тепла, передаваемое высокотемпературным потоком газа частицам дисперсного оксалата РЗЭ в плазменном реакторе, может быть определено экспериментально путем измерения подведенного в реактор количества тепла, а также количества тепла, передаваемого плазмой стенкам реактора и выходящего из реактора с газовым потоком. Этот метод представляет расчет теплового баланса реактора при наличии в нем двух фазного плазменного потока [2]. Уравнение теплового баланса для основного экспериментального участка – многоструйной камеры смещения – с учетом режима работы реактора: без ввода и с вводом в плазменный поток дисперсного оксалата РЗЭ.

Для стационарного режима без ввода в реактор дисперсного материала уравнение теплового баланса имеет вид:

$$N_1 = Q_W + Q_J \quad (1)$$

N_1 – количество энергии, вносимое в реактор плазменными потоками за единицу времени; Q_W – количества энергии, переданное за единицу времени потоком газа стенкам экспериментального участка; Q_J – количества энергии, отведенное за единицу времени с выходящим из экспериментального участка потоком газа. Для стационарного режима с вводом в реактор дисперсного оксалата РЗЭ уравнение выглядит следующим образом.

$$N_1 = Q_{Wm} + Q_m + Q_{Jm} \quad (2)$$

где Q_{Wm} – количество энергии, переданное за единицу времени стенкам экспериментального участка с учетом влиянием концентрации дисперсного оксалата РЗЭ Q_m – количество энергии, прошедшее на экспериментальном участке за единицу времени от газа к дисперсному оксалату РЗЭ Q_{Jm} – количество энергии, отведенное за единицу времени с выходящим из экспериментального участка потоком газа с учетом стока тепла к дисперсному оксалату РЗЭ. Из уравнений 1 и 2 следует, что суммарное количество тепла, тепла переданное газом материалу на экспериментальном участке за единицу времени, может быть определено как:

$$Q_m = (Q_W - W_{wm}) + (Q_J - Q_{Jm}) \quad (3)$$

$$Q_m = \Delta Q_W + \Delta Q_J \quad (4)$$

$$Q_W = C_{\dot{W}} G_W (t'_2 - t'_1) \quad (5)$$

$$Q_{Nm} = C_{\ddot{N}} C_{\ddot{W}} (t''_2 - t''_1) \quad (6)$$

$$Q_J = h_j G'_g \quad (7)$$

$$Q_{Jm} = h_j G''_g \quad (8)$$

Полагая постоянными теплоемкость охлаждающей воды в течение всего эксперимента $C'_w = C''_w = C_w$, расход воды температура воды на входе в охлаждаемые элементы $t'_1 = t''_2 = t_1$ и расход газа через экспериментальный участок канала реактора $G'_g = G''_g = G_g$, получаем вместе формулы (2) выражение

$$Q_W = C_{\dot{W}} G_W (t'_2 - t'_2) + (h_j - h_{jm}) G_g \quad (9)$$

где t'_2, t_2 – температура воды на выходе из охлаждаемого экспериментального участка в первом и втором режимах работы реактора; h_j, h_{jm} – удельная энтальпия газа на выходе из экспериментального участка. Прямое определение удельной энтальпии газа на выходе из камеры смещения во втором режиме представляют значительную сложность из-за высокой температуры газового потока и большой концентрации в нем дисперсного оксалата РЗЭ. В работе [3] показано, что погрешность при определении Q_j – не может оказать существенного влияния на определение значения суммарного количества тепла, переходящего от газа к материалу. Суммарное количества тепла, передаваемое плазмой частицам оксалата РЗЭ, рассчитывалось по формуле (9). Экспериментальные значения Q_m находятся в пределах от 10 до 25 кВт. Зависимость Q_m от μ массовая концентрация при 0% влажности для Nd_2O_3 рис. 3.

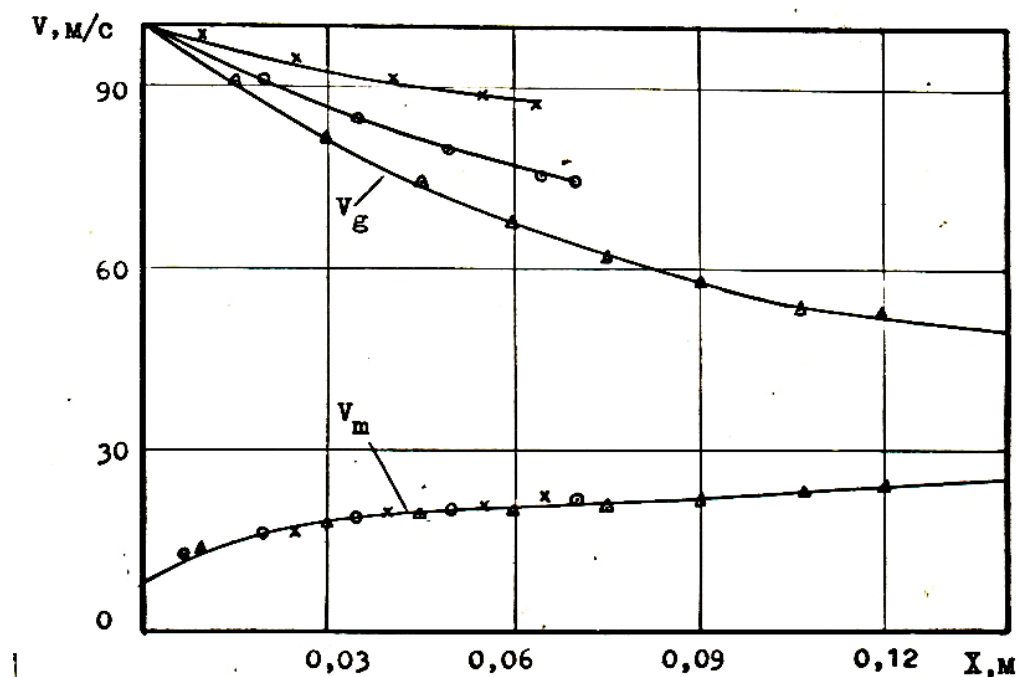


Рис. 3. Изменение среднемассовой скорости плазменного потока (v_g) и скорости частиц оксалата неодима (v_m) по длине канала реактора (x)

Видно, что экспериментальные значения согласуются с точностью 5–10%. Таким образом по результатам экспериментального исследования процессов об-

работки оксалата неодима в низкотемпературной плазме, определены оптимальные параметры реактора, длина, мощность, расход исходного сырья, транспортирующего и плазмообразующего газа. Данные полученные на экспериментальной установке и путем численных расчетов, позволили разработать и создать полупромышленную установку, оптимизировать её характеристики и технологический процесс в целом применительно к получению оксида РЗЭ [2; 3].

Список литературы

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: magnit-stop.ru/art.40/html
2. Татыбеков А. Плазмохимическая технология получения оксидов иттрия, церия и неодима. – Фрунзе, 1987. – С. 7–13, 90–93.
3. Моссе А.Л. Обработка дисперсных материалов в плазменных реакторах / А.Л. Моссе, И.С. Буров. – Минск: Наука и техника, 1980. – С. 208.