
بهینه سازی تولید کربنات استرانسیم از سنگ معدن سولستین و تعیین مدل سینتیکی واکنش

سهرابعلی قربانیان^{۱*}، علیرضا صالح پور^۲ و سعیدرضا رادپور^۳

- - -
- - -
(// // //)

چکیده

% % -

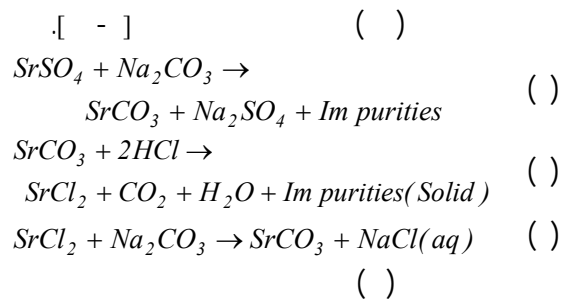
واژه‌های کلیدی:

مقدمه

($CaCO_3$) ($CaSO_4$) ($BaSO_4$)
(SiO_2) ($SrCO_3$)

[]

[-]



[]

:

آزمایش‌های انجام شده

(
(

[-]

()

()

() - /

/ -

()

(CO)

[]

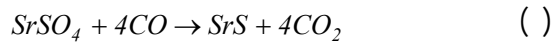
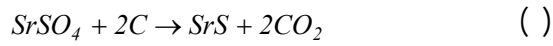
XRF XRD

()

جدول ۱: آنالیز سنگ معدن سلسنتین مورد آزمایش.

<i>SiO₂</i>	2.46
<i>Al₂O₃</i>	0.58
<i>Fe₂O₃</i>	0.29
<i>CaO</i>	3.11
<i>MgO</i>	0.03
<i>Na₂O</i>	0.04
<i>K₂O</i>	0.14
<i>SrO</i>	51.01
<i>SO₃</i>	39.84
<i>L.O.I</i>	2.50

()



()

()

()

CO

1700

Hereaus

()

[]

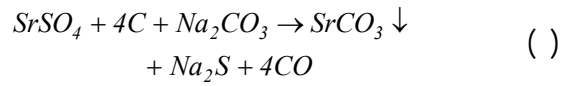
L.O.I

%

()

SrS

()



بررسی زمان واکنش

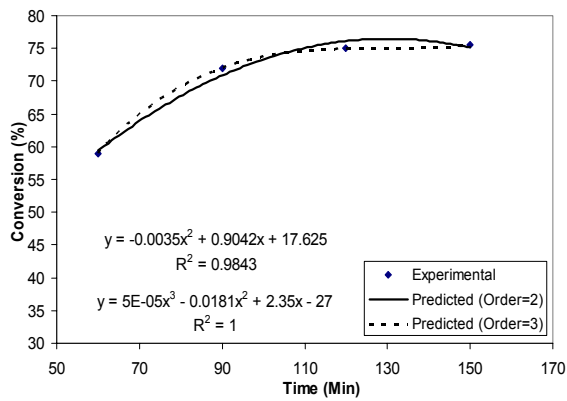
()

()

SrS $SrSO_4$

1700 Hereaus

()



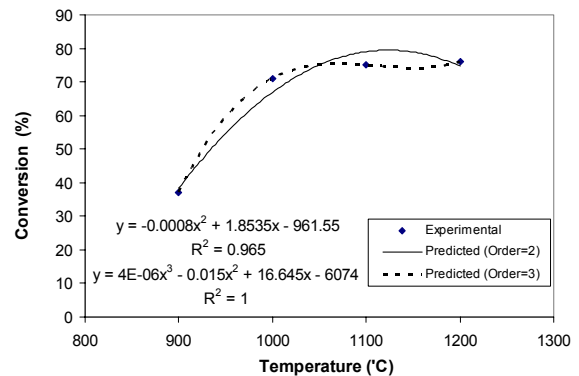
شکل ۲: مقادیر درصد تبدیل در زمان‌های مختلف در مرحله احیاء در دمای ۱۱۰۰ درجه سلسیوس و مدل هم‌پوشانی معادلات درجه دوم و سوم.

()

بررسی دمای واکنش

1700 Hereaus

()



شکل ۱: مقادیر درصد تبدیل در دماهای مختلف در مرحله احیاء در مدت ۱۲۰ دقیقه و مدل هم‌پوشانی^{۱۴} معادلات درجه دوم و سوم.

()

()

() excel

()

()

اثر دانه بندی در واکنش

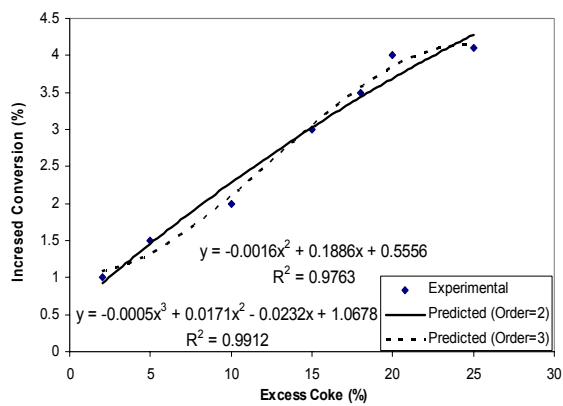
اثر درصد کک اضافی در واکنش

1700 Hereaus

1700 Hereaus

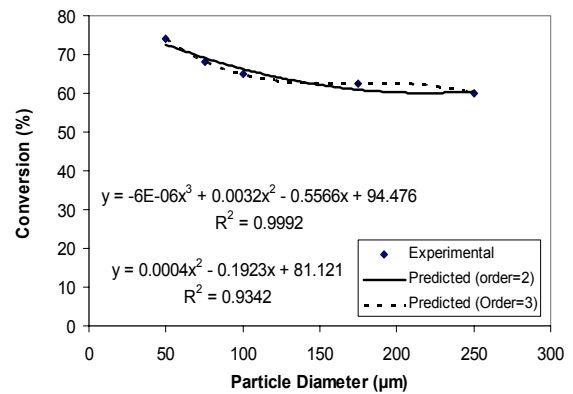
()

()



شکل ۴: میزان افزایش درصد تبدیل نسبت به درصد کک اضافی مصرفی در کوره احیاء و مدل هم پوشانی درجه دوم.

()



شکل ۳: مقادیر درصد تبدیل در مرحله احیاء در دمای ۱۱۰۰ درجه سلسیوس و در مدت زمان ۲ ساعت و مدل هم پوشانی معادلات درجه دوم و سوم.

()

$R^2 = 0.9912$ ()

(OLS)

()

ارائه مدل سینتیکی واکنش احیاء

CO

CO

CO₂

()

SrSO₄ CO

$$\frac{t}{\tau}$$

()

()

()

()

$A + bB \rightarrow Products$

$$dN_B = b dN_A = \rho_B dV =$$

$$\rho_B d\left(\frac{4}{3}\pi r_c^3\right) = -4\pi\rho_B r_c^2 dr_c$$

$$-\frac{1}{4\pi R^2} \frac{dN_B}{dt} = -\frac{b}{4\pi R^2} \frac{dN_A}{dt}$$

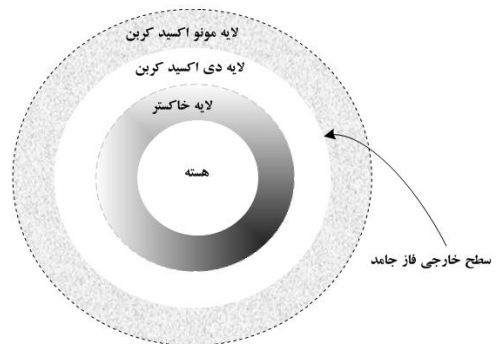
$$bK_g(C_{Ag} - C_{As}) = bK_g C_{Ag} = Constant$$

$$-\frac{\rho_B r_c^2}{R^2} \frac{dr_c}{dt} = bK_g C_{Ag} \Rightarrow$$

$$t = \frac{\rho_B R}{3bK_g C_{Ag}} \left(1 - \left(\frac{r_c}{R}\right)^3\right)$$

() %

$$\tau = \frac{\rho_B R}{3bK_g C_{Ag}}$$



شکل ۹: نمایش مراحل مختلف واکنش احیاء در کوره.

CO

() ()

$$Q_A = D_e \frac{dC_A}{dr} \quad ()$$

$$\frac{dN_A}{dt} = 4\pi r^2 D_e \frac{dC_A}{dr} = \text{Constant} \quad ()$$

$$r_c = 0$$

()

$$\tau = \frac{\rho_B R^2}{6bD_e C_{Ag}} \Rightarrow \frac{t}{\tau} = 1 - 3\left(\frac{r_c}{R}\right)^2 + 2\left(\frac{r_c}{R}\right)^3 \quad ()$$

$$\frac{t}{\tau} = 1 - 3(1 - X_s)^{2/3} + 2(1 - X_s) \quad ()$$

جدول ۴: میزان تبدیل نسبت به زمان اقامت نمونه در کوره با توجه به رابطه (۲۱).

Residence Time (min)	60	90	120	150
$3(1 - X_s)^{2/3} + 2(1 - X_s)$	0.830	0.718	0.690	0.684

$$r = 0.964$$

بحث و نتایج

()

()

$$\frac{t}{\tau} = 1 - \left(\frac{r_c}{R}\right)^3 \quad ()$$

$$1 - X_s = \frac{4/3 \pi r_c^3}{4/3 \pi R^3} = \left(\frac{r_c}{R}\right)^3 \quad ()$$

$$\frac{t}{\tau} = 1 - \left(\frac{r_c}{R}\right)^3 = X_s \quad ()$$

جدول ۲: میزان تبدیل نسبت به زمان اقامت نمونه در کوره با توجه به رابطه (۱۵).

Residence Time (min)	60	90	120	150
X_s	0.600	0.724	0.751	0.755

()

$$\frac{t}{\tau}$$

r

CO

$$r = 0.869$$

()

()

$$-\frac{1}{4\pi R^2} \frac{dN_B}{dt} = -\frac{b}{4\pi R^2} \frac{dN_A}{dt} = bK_s C_{Ag} \quad ()$$

$$\frac{t}{\tau} = 1 - (1 - X_s)^{2/3} \quad ()$$

جدول ۳: میزان تبدیل نسبت به زمان اقامت نمونه در کوره با توجه به رابطه (۱۷).

Residence Time (min)	60	90	120	150
$(1 - X_s)^{2/3}$	0.5441	0.4239	0.3958	0.3915

$$r = 0.876$$

$$X_s = -0.06 \times 10^4 T^3 - 0.015 T^2 + 16.6115 T - 6074 \quad (R^2 = 1) \quad ()$$

$$\ln X_s = -0.0005 E^3 + 0.0171 E^2 - 0.0232 E + 1.0678 \quad (R^2 = 1) \quad ()$$

$$() () () \quad - \quad ()$$

$$X_s = -0.5 \times 10^5 t^3 - 0.018 t^2 + 2.35 t - 27 \quad (R^2 = 1) \quad ()$$

$$1 - 3(1 - X_s)^{2/3} + 2(1 - X_s) \quad \frac{t}{\tau} \quad ()$$

$$()$$

$$() ()$$

$$X_s = -0.6 \times 10^{-6} D_p^3 + 0.0032 D_p^2 - 0.5566 D_p + 94.476 \quad (R^2 = 1) \quad ()$$

$$\begin{aligned} &) \\ &) (\\ & (\\ & (- \\ & (\%) \\ & \% \end{aligned}$$

%

()

نتیجه گیری

:

-
- 4 - Castillejos-Escobar, A. H., De La Cruz-Del Bosque, F. P. and Uribe-Salas, A. (1996). "The direct conversion of celestite to strontium carbonate in sodium carbonate aqueous media." *Hydrometallurgy*, Vol. 40, PP.207-222.
 - 5 - Zhang, Q. and Saito, F. (1997). "Mechanochemical processing of Celestine." *Chemical Engineering Journal*, Vol. 66, PP.79-82.
 - 6 - Shostenko, N., Titov, A., Nikonov, V., Kataev, A., Tagadzhamov, S., Belalov, F. G. and Fajezov, G. (1985). "Method of celestite concentrate." *Russian Pat. SU1139765*.
 - 7- Carrilo, P. F. R., Uribe, S. A. and Castillejos, E. A. H. (1995). "A laboratory study of the leaching of celestite in a pchuca tank." *Minerals Engineering*, Vol. 8, No. 4/5, PP.495-509.
 - 8 - Arez-Orduna, R., Rendon-Angeles, J. C., Lopez-Cuevas, J. and Yanagisawa, K. (2004). "The conversion of mineral celestite to strontianite under alkaline hydrothermal conditions." *Journal of Physics: Condensed Matter*, Vol. 16, PP.S1331-S1344.
 - 9 - Suarez-Orduna, R., Rendon-Angeles, J. C. and Yanagisawa, K. (2007). "Kinetic study of the conversion of mineral celestite to strontianite under alkaline hydrothermal conditions." *Int. J. Miner. Process*, Vol. 83, PP. 12-18.
 - 10 - Joyce, O. (1995). "Strontium" from Mineral Commodity Summaries, (1995). U.S.Bureau of Mines, PP. 164-165.
 - 11- Murat Erdemoglu., Salih Aydogan., Mehmet Canbazoglu., (2007). "A Kinetic study on the conversion of celestite (SrSO_4) to SrCO_3 by mechanochemical processing." *Hydrometallurgy*, Vol. 86, PP. 1-5.
 - 12- Abdullah, O., Balaz, P. and Girgin, I. (2006). "Direct mechanochemical conversion of celestite to SrCO_3 ." *Mineral Engineering*, Vol. 19, PP.1185-1190.

واژه های انگلیسی به ترتیب استفاده در متن

- 1 - Clay
 - 2 - Color Cathode Ray Tubes (CRT)
 - 3 - Black Ash
 - 4 - Leaching
 - 5 - Mohs scale Hardness
 - 6 - Density
 - 7 - Ball Mill
 - 8 - X-Ray-Diffractometre
 - 9 - X-Ray-Flourescence
 - 10 - Calcinate
 - 11 - Loss of Ignation
 - 12 - Boudouard
 - 13 - Percent Coke Excess
 - 14 - Fitting
 - 15 - Interface
 - 16 - Ordinary Least Square
 - 17 - Reactant
 - 18 - Elementary
-