



Materiálovo - tepelná bilancia procesu dehydratácie materiálu na báze $Mg(OH)_2$.

Marec 2012

Riešitelia:

1. doc. Ing. Jaroslav LEGEMZA, PhD. Jaroslav.Legemza@tuke.sk +421 55 602 3155

Cieľ projektu:

Cieľom projektu bolo stanovenie termodynamických a teplotných podmienok získania MgO zo vstupného materiálu na báze $Mg(OH)_2$ pri čo najnižšej ekonomickej náročnosti celého procesu.

Realizované úlohy:

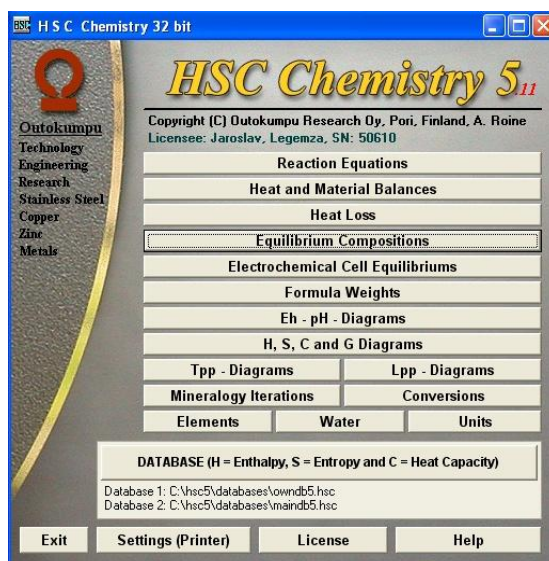
1. chemická analýza,
2. výpočet materiálovo – tepelnej bilancie procesu dehydratácie materiálu na báze $Mg(OH)_2$,
3. termodynamické štúdium.

Použité metodiky:

1. stanovenie chemického zloženia,
2. kontrola chemického zloženia,
3. realizácia termodynamického štúdia,
4. výpočet materiálovo – tepelnej bilancie procesu dehydratácie.

Hlavná metodika:

Materiálovo – tepelná bilancia procesu dehydratácie



Termodynamický program HSC CHEMISTRY 5.11

Výsledky:

1. Bola zistená vysoká vlhkosť analyzovaného materiálu - strata voľnej vody predstavovala 33%.
2. Strata žíhaním pri teplote 600°C predstavovala 27%, pri teplote 900°C to bolo 29%.
3. V rámci chemickej analýzy bol zistený obsah Mg, Ca, Si, Al a Fe. Uvedené prvky sú vo forme hydroxidov, resp. oxidov. Z prepočtu vyplýva, že mokrý materiál obsahuje majoritne 53,7% $\text{Mg}(\text{OH})_2$ a vysušený materiál obsahuje 80,2% $\text{Mg}(\text{OH})_2$. V analyzovanom materiáli bola zistená aj prítomnosť minoritných podielov Mn, K, Na, Cl a Ti (pravdepodobne v oxidickej forme) na úrovni cca 0,1 – 0,001%.
4. Z termodynamickej analýzy vyplýva, že v intervale teplôt cca 150 – 400°C dochádza k rozkladu $\text{Mg}(\text{OH})_2$ za vzniku MgO a vodnej pary $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$. Aj keď v reálnych podmienkach rozklad čistého $\text{Mg}(\text{OH})_2$ prebieha až od cca 300°C, prítomnosť prímiesí môže túto teplotu znížiť. Rozklad $\text{Ca}(\text{OH})_2$ prebieha v teplotnom intervale cca 400 - 550°C. Obsah Fe_2O_3 , SiO_2 a Al_2O_3 sa vo vzdušnej atmosfére v procese ohrievania materiálu na báze $\text{Mg}(\text{OH})_2$ nemení. Pri porovnaní dehydratačného procesu mokrého a suchého materiálu na báze $\text{Mg}(\text{OH})_2$ možno vysloviť záver, že v prípade vysušeného materiálu možno proces dehydratácie ukončiť pri teplote o cca 50°C nižšej ako je to v prípade mokrého materiálu. Tento záver platí len v rámci

termodynamického štúdia, v reálnej prevádzke je nutné počítať aj s kinetickými podmienkami dehydratácie materiálu na báze $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

5. Z materiálovo – tepelnej bilancie procesu dehydratácie mokrého materiálu na báze $\text{Mg}(\text{OH})_2$ vyplýva, že na rozklad 1 kg materiálu s obsahom 53,7% $\text{Mg}(\text{OH})_2$ a obsahom voľnej vody 33% je potrebné dodať 2,46 MJ tepla. V prípade prepočtu potrebného dodaného tepla na vznik 1 kg MgO zo vstupného materiálu je nutné dodané teplo zvýšiť na 6,64 MJ/kg (realizované pre teplotu 550°C).
6. Z materiálovo – tepelnej bilancie procesu dehydratácie suchého materiálu na báze $\text{Mg}(\text{OH})_2$ vyplýva, že na rozklad 1 kg materiálu s obsahom 80,2% $\text{Mg}(\text{OH})_2$ je potrebné dodať 1,88 MJ tepla. V prípade prepočtu potrebného dodaného tepla na vznik 1 kg MgO zo vstupného materiálu je nutné dodané teplo zvýšiť na 3,4 MJ/kg (realizované pre teplotu 500°C).
7. Keďže podľa termodynamického štúdia dochádza k úplnému rozkladu hydroxidov ($\text{Mg}(\text{OH})_2$ a $\text{Ca}(\text{OH})_2$) už do cca 550 - 600°C, zistená vyššia strata žihaním pri teplote 900°C (o 2%) môže súvisieť s prítomnosťou CaCO_3 vo vzorke materiálu na báze $\text{Mg}(\text{OH})_2$.
8. V prípade dlhšieho skladovania materiálu (napr. na skládke pri reálnych poveternostných podmienkach) je potrebné reálne uvažovať nielen s procesom dehydratácie materiálu na báze $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (pri teplotách do 500 - 600°C), ale aj s procesom kalcinácie (až do teploty 900°C) pri reálne vyššom vyžadovanom dodanom teple a vyššími investíciami spracovania uvedeného materiálu.

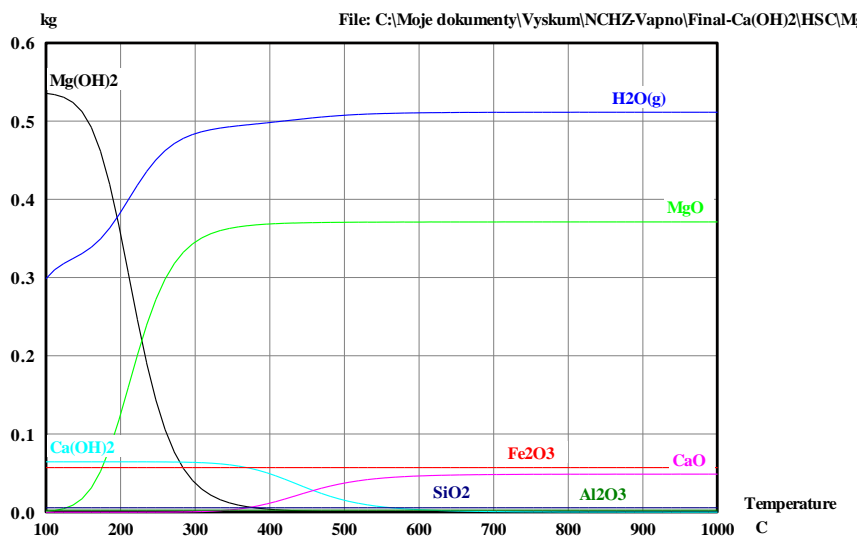
Obrazová príloha:



a) mokrý materiál $\text{Mg}(\text{OH})_2$



b) vysušený materiál $Mg(OH)_2$ c) MgO
 Obr. 1 Analyzované materiály na báze $Mg(OH)_2$, resp. MgO



Obr. 2 Gibbsov rovnovážny diagram pre dehydratáciu mokrého materiálu na báze $Mg(OH)_2$

Materiálová a tepelná bilancia procesu dehydratácie materiálu na báze $Mg(OH)_2$ (1)

VSTUP	t(°C)	Amount (kmol)	Amount (kg)	Amount (Nm3)	Total H (MJ)
Materiál na báze $Mg(OH)_2$					
$Mg(OH)_2$	25	9.20E-03	0.537	2.27E-04	-8.51
$Ca(OH)_2$	25	8.71E-04	0.065	2.88E-05	-0.86
SiO_2	25	9.49E-05	0.006	2.19E-06	-0.09
Al_2O_3	25	2.65E-05	0.003	6.81E-07	-0.04
Fe_2O_3	25	3.58E-04	0.057	1.09E-05	-0.29
H_2O	25	1.83E-02	0.330	0.00E+00	-5.24
VÝSTUP					
Materiál po ohreve (550°C)					
MgO	550	9.20E-03	0.371	1.04E-04	-5.31
CaO	550	8.71E-04	0.049	1.46E-05	-0.53
SiO_2	550	9.49E-05	0.006	2.19E-06	-0.08
Al_2O_3	550	2.65E-05	0.003	6.81E-07	-0.04
Fe_2O_3	550	3.58E-04	0.057	1.09E-05	-0.27
Plynné zložky					
$H_2O(g)$	550	2.84E-02	0.511	6.36E-01	-6.33
Summary					
VSTUP		0.029	0.997	1.00E-03	-15.03
VÝSTUP		0.039	0.997	0.636	-12.57
BALANCE		0.01	0	0.636	2.46

Tab. 1 Materiálovo – tepelná bilancia procesu dehydratácie mokrého materiálu ($Mg(OH)_2$)