

УКД 666.946

КІНЕТИКА ФАЗОУТВОРЕННЯ У СИСТЕМІ $\text{BaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{Fe}_2\text{O}_3$

М.Г. Ілюха, д.т.н., З.В. Барсова, В.П. Тимофєєва, к.т.н., І.В. Цихановська, к.х.н.
Українська інженерно-педагогічна академія

Проведено кінетичні дослідження процесів фазоутворення у суміші, що містить BaO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 . Встановлено, що досліджувані процеси фазоутворення проходять, завдяки реакціям у твердій фазі. Швидкість реакції задовільно описується рівнянням Гінстлінга-Броунштейна. Кінетику фазоутворення в системі $\text{BaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{Fe}_2\text{O}_3$ підтверджено рентгенографічними дослідженнями.

Проведены кинетические исследования процессов фазообразования в смеси, содержащей BaO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 . Установлено, что исследуемые процессы фазообразования проходят, благодаря реакциям в твердой фазе. Скорость реакции удовлетворительно описывается уравнением Гинстлинга-Броунштейна. Кинетика фазообразования в системе $\text{BaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{Fe}_2\text{O}_3$ подтверждена рентгенографическими исследованиями.

Дослідження процесів фазоутворення в системі $\text{BaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{Fe}_2\text{O}_3$, які перебігають під час синтезу з початкових компонентів, дозволило виявити технологічні параметри синтезу продуктів. Для цього виготовлялися сировинні суміші з похідних компонентів BaCO_3 , Al_2O_3 та Fe_2O_3 марки "ЧДА", взятих у стехіометричному співвідношенні. Виходячи з фазової будови системи $\text{BaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{Fe}_2\text{O}_3$, були задані умови синтезу із розрахунку отримання кінцевих продуктів: $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ та суміші $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ (50%) і $\text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (50%). Випал зразків виконували в інтервалі температур 900–1400°C з ізотермічною витримкою 30, 60, 90 та 180 хвилин. В спеках, отриманих етил-гліцератним методом [1], визначали вміст вільного барію оксиду. Наявність вільного барію оксиду у спеках свідчить про те, що синтез ще не завершено.

Змінними факторами досліду були температура та ізотермічна витримка за певної температури.

Значення ступеня перетворення речовини (G) розраховувалися за формулою:

$$G = \frac{\text{BaO}_{\text{заг}} - \text{BaO}_{\text{вільн}}}{\text{BaO}_{\text{заг}}} \cdot 100\%,$$

де $\text{BaO}_{\text{заг}}$ — загальний вміст барію оксиду, $\text{BaO}_{\text{вільн}}$ — вміст вільного барію оксиду.

Швидкість взаємодії компонентів сумішей із BaO розраховувалася за рівнянням Гінстлінга — Броунштейна:

$$I = 1 - \frac{2}{3}G - (1-G)^2,$$

де I — швидкість реакції, G — ступінь перетворення реагентів.

Числові значення константи швидкості реакції для кожної температури були отримані з графічної залежності швидкості реакції від температури та часу витримки і дорівнюють тангенсу кута нахилу прямої до осі абсцис.

Константа швидкості реакції розраховувалася відповідно до закону Больцмана за рівнянням Арєніуса:

$$K = A \cdot e^{-Q/RT},$$

де A — передекспоненційний множник, Q — енергія активації кристалічної решітки, кДж/моль, R — універсальна газова стала, яка дорівнює $8,314 \cdot 10^3$ Дж/моль·К, T — температура, К.

Пролаборифмувавши це рівняння, отримали

$$\lg K = b - \frac{a}{T},$$

де $a = \frac{Q}{2,303R}$, $b = \lg A$. Звідси $Q = a \cdot 4,575$. З гра-

фіка залежності $\lg K = f(t)$ визначалися значення a, яке дорівнює тангенсу кута нахилу прямої до осі абсцис, та b, яке дорівнює значенню відрізка, що відсікається прямою на осі ординат.

Для $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ $a = 2,50 \cdot 10^3$, а для суміші $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ та $\text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ $a = 2,67$. Енергія активації $Q = 11,44$ кДж/моль для $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ та $Q = 12,20$ кДж/моль для суміші $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ та $\text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$.

Таким чином, константа швидкості реакції для $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ виражається формулою:

$$K = 3,16 \cdot e^{-\frac{11,44}{RT}},$$

а для суміші $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ та $\text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ — формулою