

Винахід відноситься до підготовки сировини для металургійного виробництва і спрямований на зниження викидів оксидів сірки в агломераційному виробництві.

Відомий спосіб отримання офлюсованого агломерату при агломерації за рахунок двошарового укладання агломеруємої шихти, за умови, що тільки нижній шар шихти за рахунок вапняного ліжка має основність 3-4 [2].

Даний спосіб характеризується перевитратою флюсуєчих добавок до шихти, крім цього [1], технічно складно реалізувати двошарове укладання шихти.

Найближчим по технічній сутності і досягаємому результату є спосіб отримання офлюсованого агломерату (а. с. 692875 СРСР С22D1/16), що включає завантаження ліжка і шихти, запалення шихти і просмокування крізь шихту повітря, відмінний тим, що з метою зменшення викидів SO_2 на ліжку перед завантаженням шихти укладається карбонатний флюс крупністю 1-5мм, в кількості 50-100% від флюсу, що вводиться до шихти.

Характерне для даного способу спікання збіднення флюсуєчою добавкою основної частини шихти знижує міцність одержуваного агломерату [1]. Крім цього розрахунки показують, що використання двошарової шихти з таким гранулометричним складом флюсів не може повністю запобігти викидам SO_2 .

В основу винаходу покладена задача удосконалення способу отримання офлюсованого агломерату, в якому за рахунок змін умов здійснення дій забезпечується повнота поглинання SO_2 вапняним флюсом, що дозволить знизити викиди SO_2 до навколишнього середовища.

Для вирішення поставленої задачі в способі отримання офлюсованого агломерату шляхом спікання шихти за рахунок тепла, що виділяється при спаленні твердого палива в струмені засмокуваного в шар повітря у присутності вапняного флюсу, відповідно до винаходу застосовують вапняні флюси з характерним гранулометричним складом 0,5-2мм. Запропоноване технічне рішення обґрунтовано топомічним характером горіння палива і поглинання шматками вапна. Визначимо кількість SO_2 , що переходить в агломераційний газ, як різницю між утворенням його в зоні горіння і поглинанням вапном в шихтовій зоні спікаємого шару

$$SO_2 = SO_{2об} - SO_{2св} \quad (1)$$

Кількість окису сірки що утворюється, з урахуванням стехіометричного коефіцієнта, визначимо як

$$SO_{2об} = 2C * S\% \quad (2)$$

де C - кількість згорілого вуглецю; $S\%$ - вміст сірки в паливі.

Прийом допущення про те, що частинки вапна і палива, що входять до складу агломераційної шихти, мають сферичну форму. Тоді, з урахуванням виразу кількість SO_2 , що утвориться за час $d\tau$, буде дорівнювати

$$dSO_2 = \frac{2F_A h \rho_{ш} C\% k_{г} C_{O_2} S_{2\%}}{10^4 r_{г} \rho_{г}} d\tau \quad (3)$$

де, F_A - площа агломеруємого шару; h - висота зони горіння; $\rho_{ш}$ - насипна густина шихти; $C\%$ - процентний вміст вуглецю в шихті; $S\%$ - процентний вміст сірки в паливі; C_{O_2} - концентрація кисню в зоні горіння; $k_{г}$ - константа швидкості горіння палива; $r_{г}$ і $\rho_{г}$ відповідно радіус і густина шматка палива.

Згідно закону діючих мас за час $d\tau$ з одним шматком вапна прореагує кількість SO_2 рівна:

$$dSO_2 = 4\pi r^2 k (C_{SO_2} - C^*_{SO_2}) d\tau \quad (4)$$

де r - радіус фронту реакції взаємодії; C_{SO_2} і $C^*_{SO_2}$, відповідно, концентрація SO_2 в зоні реакції і рівноважна концентрація SO_2 для даної реакції; k - константа швидкості топомічної реакції або швидкість просування фронту горіння углиб шматка палива.

Враховуючи, що кількість шматків вапна в не спеченому шарі шихти дорівнює

$$N = \frac{3F_A H_{ш} \rho_{ш} * CaO\%}{100 * 4\pi r_0^3 \rho_{CaO}} \quad (5)$$

де F_A - площа агломеруємого шару; $H_{ш}$ - висота не спеченого шару шихти; ρ_{CaO} - густина вапна; k - радіус фронту топомічної реакції; $CaO\%$ - процентний вміст вапна в агломераційній шихті.

З урахуванням даного виразу кількість SO_2 , зв'язуваного вапном в шихтовій зоні аглошару буде дорівнювати

$$dSO_2 = \frac{3F_A H_{ш} \rho_{ш} * CaO\% r^2 k (C_{SO_2} - C^*_{SO_2}) d\tau}{100 * r_0^3 \rho_{CaO}} \quad (6)$$

Підставивши в рівняння (2) вирази (4) і (7) отримаємо вираз для розрахунку кількості SO_2 , що переходить в димові гази протягом проміжку часу $d\tau$

$$dSO_2 = \frac{F_A \rho_{ш}}{100} \left[\frac{2h C\% k_{г} C_{O_2} S_{2\%}}{100 r_{г} \rho_{г}} - \frac{3H_{ш} CaO\% r^2 k (C_{SO_2} - C^*_{SO_2})}{r_0^3 \rho_{CaO}} \right] d\tau \quad (7)$$

Прийmemo припущення про те, що радіус фронту взаємодії SO_2 з вапном у всіх шматках шару шихти постійний по висоті шихтової зони, але змінюється з часом. Якщо врахувати, що кількість вапна, яка на одному шматку флюсу за час $d\tau$ в результаті взаємодії з SO_2 в сульфат кальцію перетворюється кількість вапна рівна

$$d(CaO) = 4\pi r^2 \rho_{CaO} dr \quad (8)$$

тоді прирівнюючи праві частини рівнянь (5) і (11) при відповідному стехіометричному коефіцієнті і вирішуючи отриманий вираз щодо dr , отримаємо

$$dr = \frac{1,75k(C_{SO_2} - C^*_{SO_2})}{P_{CaO}} d\tau \quad (9)$$

Прийнявши допущення про постійність концентрації SO_2 протягом проміжку часу $\Delta\tau$ і вводячи позначення

$$n = \frac{1,75k(C_{SO_2} - C^*_{SO_2})}{P_{CaO}} \quad (10)$$

в результаті інтеграції рівняння (12) матимемо

$$r = r_0 - n\tau \quad (11)$$

де r_0 - початковий радіус частинки вапна, τ - час процесу.

Концентрацію SO_2 в шихтовому шарі визначимо як відношення кількості SO_2 , що утворилося за час $d\tau$, до кількості повітря, що пройшло крізь агломераційний шар за цей ж проміжок часу. Тоді з урахуванням виразу (3), концентрація окису сірки в шихтовій зоні буде дорівнювати

$$C_{SO_2} = \frac{2h_{рш}C_{\%}k_{r}C_{O_2}S_{2\%}}{10^4 r_T P_T W_{\phi}}$$

де w_{ϕ} - швидкість фільтрації шару повітрям.

При сумісному вирішенні приведених рівнянь можна встановити чисельну залежність кількості SO_2 в агломераційних газах від розміру частинок палива і вапна, згідно якої при прийнятому в агломераційному процесі фракційному складі палива $d=1-2$ мм, при основності 1,4 розмір частинок вапна, забезпечуючий зниження питомого викиду SO_2 в агломераційному процесі до рівня міжнародних норм 1-1,5кг/т годного агломерату, розмір частинок вапна або вапняку в агломераційній шихті повинен бути рівний менше 2мм. У разі перевищення частинок розміру вапняного флюсу, за рахунок зменшення реакційної поверхні буде порушений баланс між окисом сірки, що утворюється, й кількістю окису сірки яка може бути зв'язана вапном. В загальному випадку розмір часток вапна для скорочення викидів окису сірки в агломераційному процесі повинен зменшуватися пропорційно зменшенню розміру частинок твердого палива. За нижню межу крупності часток вапняного флюсу слід прийняти критичну для умов агломерації межу спікаємих частинок 0,5мм [1]. Частинки більш дрібної фракції, вивудані в нижні горизонти спікаємого шару погіршують його газопроникність.

Прикладом конкретного виконання запропонованого технічного рішення може бути реалізація його на будь-якій агломераційній фабриці і, зокрема, на агломераційній фабриці «ММК ім. Ілліча». Тут питомі викиди SO_2 досягають 3,18кг на тону агломерату [3], що удвічі перевищує світовий стандарт на викиди SO_2 в агломераційному виробництві. Для реалізації запропонованого способу отримання офлюсованого агломерату в умовах «ММК ім. Ілліча» вапно, одержуване у вапняному цеху комбінату, необхідно піддавати подрібненню в молоткастих дробарках агломераційної фабрики до більш дрібної фракції, а потім на грохотах відсівати з неї фракцію з розміром частинок $0,5\text{мм} < d < 2\text{мм}$. Відсів крупних фракцій можна піддавати повторному подрібненню, дрібні фракції направляти у відділення хімічного очищення води і на станцію знешкодження стоків цеху холодного прокату, а гідну вапняну фракцію, після відповідного дозування, направляти в барабан зміщення агломераційної шихти. Використовування в шихті вапняку більш дрібної фракції збільшить площу реакційної поверхні між шматками вапна і SO_2 , що утворюється в результаті вигорання сірки із залізорудної і паливної частини шихти, внаслідок чого кількість окису сірки зв'язаного в сульфід збільшиться, що скоротить викиди цього токсичного газу в навколишнє середовище.

Економічний ефект від зниження викидів SO_2 при виробництві агломерату на «ММК ім. Ілліча» визначатиметься економією на платні за викид цієї шкідливої речовини в атмосферу. Вартість викиду однієї тони SO_2 в навколишнє середовище складає 53 гривні.

Отже, економічний ефект від зменшення розміру екологічних платежів за викиди SO_2 при проектній потужності комбінату по агломерату 12млн тонн на рік складе

$$Ээ = (3,18-1,5)/1000 \cdot 53 \cdot 12000000 = 1068480 \text{ гривень.}$$

Література:

1. Теория и технология агломерации. Берман Е.Ф.М. «Металлургия», 1974, 288с.
2. Livchiys E.Y. Main Ways Reducing Harmful Emission in Sinter Production. 1980, p.442-444.
3. Буторина И.В. Система природоохранных стандартов серии ИСО 14000 в металлургической промышленности // Вісник Приазов. державн. техніч. універ: 36. наук. пр. - Мариуполь. 2001. Вып. И. - с.304-308.