



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

253054

(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴

F 27 D 13/00

(22) Přihlášeno 29 03 84

(21) PV 2382-84

(40) Zveřejněno 12 03 87

(45) Vydáno 16 05 88

(75)

Autor vynálezu

HRADSKÝ JOSEF dr. ing. CSc., HRAZDIRA MIROSLAV ing.,
KŘEŠTÁK ZDENĚK ing., NOVÁK JAROSLAV ing. CSc., BRNO,
VEJPŮSTKOVÁ JANA ing., OSTRAVA

(54) Způsob výpalu cementářského slínku s použitím uhelných odpadů

Řešení se týká výpalu cementářského slínku. Účelem je použití méněhodnotného paliva a dosažení úspory ušlechtilého paliva. Tohoto účelu je dosaženo tím, že v jednom a/nebo více hořácích pálicí jednotky, např. rotační pece, se současně spaluje ušlechtilé palivo s výhřevností nad 23 MJ.kg^{-1} s uhelnými odpady s výhřevností nižší než 17 MJ.kg^{-1} s obsahem popela vyšším než 30 %, jejichž množství je dáno chemickým složením popela z těchto odpadů i ušlechtilého paliva spolu s chemickým složením surovinové cementářské směsi v závislosti na požadovaných hodnotách silikátového modulu $M_S = 1,8$ až $3,0$, aluminátového modulu $M_A = 1,5$ až $4,0$ a sycení vápnem $S_{LP} = 90$ až 100 výsledného portlandského slínku, přičemž teoretická teplota spalování výsledné palivové směsi musí být vyšší než 1700°C .

Vynález se týká způsobu výpalu cementářského slínku s použitím uhelných odpadů.

Výpal cementářského slínku se v současné době provádí převážně v rotačních pecích s použitím v rotačních pecích s použitím kvalitních plyných, kapalných nebo tuhých paliv, tj. především topného oleje, zemního plynu a černého uhlí o výhřevnosti nad 23 MJ.kg^{-1} . Obecně převládá názor, že tuhá paliva o výhřevnosti pod 23 MJ.kg^{-1} jsou v důsledku nízké teploty spalování pro výpal cementářského slínku nevhodná.

Ojedinele se pro výpal slínku používají i hnědé uhlí a lignity, avšak jen o výhřevnostech a složení zaručujícím ve vysušeném stavu spalovací teploty na úrovni spalovací teploty černého uhlí o uvedené výhřevnosti 23 MJ.kg^{-1} .

Nevýhodou stávajícího stavu je nedostatek kvalitních paliv a jejich stále se zvyšující cena. Možnost částečné náhrady těchto paliv černým nebo hnědým uhlím o nižší výhřevnosti způsobuje zvýšení měrné spotřeby tepla a tím i absolutní spotřeby paliva, nehledě k tomu, že podíl tohoto paliva je limitován obsahem a složením popela. Z hlediska ekonomického znamená použití tuhých paliv o nižší kvalitě určité vícenáklady na jejich dopravu, úpravnictví a sušení, oproti použití původního jednosložkového paliva.

Výše uvedené nedostatky jsou odstraněny způsobem výpalu cementářského slínku, jehož podstata spočívá v tom, že v jednom a/nebo více hořácích pálicí jednotky, např. rotační pece, se současně spaluje ušlechtilé palivo s výhřevností nad 23 MJ.kg^{-1} s uhelnými odpady s výhřevností nižší než 17 MJ.kg^{-1} s obsahem popela vyšším než 30 %, jejichž množství se stanoví s ohledem na chemické složení popela z těchto odpadů i ušlechtilého paliva spolu s chemickým složením surovinové cementářské směsi v závislosti na požadovaných hodnotách silikátového modulu $M_S = 1,8$ až $3,0$, aluminátového modulu $M_A = 1,5$ až $4,0$ a sycení vápnem $S_{LP} = 9$ až 100 výsledného portlandského slínku, přičemž teoretická teplota spalování výsledné palivové směsi musí být vyšší, než 1700°C .

Předmětným způsobem je možno částečně nahradit ušlechtilá paliva jako je topný olej či zemní plyn, méněhodnotnými tuhými palivy, např. uhelnými odpady. I takováto částečná náhrada výrobních ušlechtilých paliv pak představuje výrazné snížení výrobních nákladů při výpalu cementářského slínku.

Vynález bude dále podrobněji objasněn na příkladech jeho praktického provedení.

Při stanovování množství méněhodnotného paliva, které je možno spalovat aniž by byla ovlivněna kvalita výsledného produktu, se vychází z následujících vztahů:

$$\text{silikátový modul } M_S = \frac{S}{A + F}$$

$$\text{aluminátový modul } M_A = \frac{A}{F}$$

$$\text{sycení vápnem } S_{LP} = \frac{C}{2,85.S + 1,18.A + 0,65F}$$

kde C je obsah oxidu vápenatého CaO v % hmot.

S je obsah oxidu křemičitého SiO_2 v % hmot.

A je obsah oxidu hlinitého Al_2O_3 v % hmot.

F je obsah oxidu železitého Fe_2O_3 v % hmot.

přičemž obsahy oxidů jsou vztaženy buď na slínek, nebo na surovinu.

Teoretická teplota spalování

$$T_t = \frac{Q_n + Q_{\text{CO}_2} + Q_{\text{H}_2\text{O}} + Q_{\text{VZ}}}{B + D + E + G + H + J + X + Y}$$

kde Q_n je výhřevnost paliva ($\text{kJ} \cdot \text{j}^{-1}$ paliva)

Q_{CO_2} je chemicky vázané teplo disociovaných podílů oxidu uhličitého CO_2 ($\text{kJ} \cdot \text{j}^{-1}$ paliva)

$$Q_{\text{CO}_2} = \alpha_{\text{CO}_2} \cdot V_{\text{CO}_2} \cdot Q_{n_{\text{CO}}}$$

kde α_{CO_2} je stupeň disociace CO_2

V_{CO_2} je objem CO_2 ve spalínách ($\text{m}^3 \cdot \text{j}^{-1}$ paliva)

$Q_{n_{\text{CO}}}$ je disociační teplo CO_2 na CO ($\text{kJ} \cdot \text{m}^{-3}$)

$Q_{\text{H}_2\text{O}}$ je chemicky vázané teplo disociovaných podílů H_2O ($\text{kJ} \cdot \text{j}^{-1}$ paliva)

$$Q_{\text{H}_2\text{O}} = \alpha_{\text{H}_2\text{O}} \cdot V_{\text{H}_2\text{O}} \cdot Q_{n_{\text{H}_2}}$$

kde $\alpha_{\text{H}_2\text{O}}$ je stupeň disociace H_2O

$V_{\text{H}_2\text{O}}$ je objem H_2O ve spalínách ($\text{m}^3 \cdot \text{j}^{-1}$ paliva)

$Q_{n_{\text{H}_2}}$ je disociační teplo H_2O na H_2 ($\text{kJ} \cdot \text{m}^{-3}$)

Q_{VZ} je tepelný obsah spalovacího vzduchu ($\text{kJ} \cdot \text{j}^{-1}$ paliva)

B tepelná kapacita nedisociovaného podílu CO_2 ve spalínách

$$B = V_{\text{CO}_2} (1 - \alpha_{\text{CO}_2}) \cdot c_{\text{CO}_2}$$

kde c_{CO_2} je měrné teplo oxidu uhličitého ($\text{kJ} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$)

D tepelná kapacita disociovaného podílu CO_2 ve spalínách, tj. oxidu uhelnatého CO

$$C = V_{\text{CO}_2} \cdot \alpha_{\text{CO}_2} \cdot c_{\text{CO}}$$

kde c_{CO} je měrné teplo oxidu uhelnatého ($\text{kJ} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$)

E tepelná kapacita kyslíku O_2 vzniklého disociací CO_2

$$D = V_{\text{CO}_2} \cdot \frac{1}{2} \alpha_{\text{CO}_2} \cdot c_{\text{O}_2}$$

kde c_{O_2} je měrné teplo kyslíku O_2 ($\text{kJ} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$)

G tepelná kapacita nedisociovaného podílu H_2O ve spalínách

$$G = V_{\text{H}_2\text{O}} \cdot (1 - \alpha_{\text{H}_2\text{O}}) \cdot c_{\text{H}_2\text{O}}$$

kde $c_{\text{H}_2\text{O}}$ je měrné teplo H_2O ($\text{kJ} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$)

H tepelná kapacita disociovaného podílu H_2O , tj. vodíku, ve spalínách

$$H = V_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \alpha_{\text{H}_2\text{O}} \cdot c_{\text{H}_2}$$

kde c_{H_2} je měrné teplo vodíku ($\text{kJ} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$)

J tepelná kapacita kyslíku vzniklého disociací H_2O

$$J = V_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \frac{1}{2} \alpha_{\text{H}_2\text{O}} \cdot c_{\text{O}_2}$$

X tepelná kapacita dusíku N_2

$$X = V_{N_2} \cdot c_{N_2}$$

kde V_{N_2} je objem dusíku ve spalínách ($m^3 \cdot j^{-1}$ paliva)

c_{N_2} je měrné teplo dusíku ($kJ \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)

Y tepelná kapacita kyslíku O_2

$$Y = V_{O_2} \cdot c_{O_2}$$

kde V_{O_2} je objem kyslíku ve spalínách ($m^3 \cdot j^{-1}$ paliva)

P ř í k l a d 1

Pro výpal portlandského slínku bylo jako paliva použito těžkého topného oleje o výhřevnosti $40 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. Současně byl v rotační peci spalován i uhelný odpad o výhřevnosti $11,7 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, o obsahu vody 3 % a obsahu popela 55 %. Hmotnost spalovaného uhelného odpadu tvořila 20 % celkové dávky paliva. Toto množství bylo stanoveno s použitím výše uvedených vztahů, na základě chemického složení popela obou druhů paliv a zpracovávaných surovin pro dosažení požadovaných hodnot silikátového modulu $M_S = 2,3$, aluminátového modulu $M_A = 1,8$, sycení vápnem $S_{LP} = 92$. Teoretická teplota spalování byla vypočtena na 1750°C . Vyrobený slínek vyhovoval ČSN 72 2121 pro cement třídy 325. Touto technologií výpalu došlo k úspoře 23 % topného oleje oproti tradičnímu způsobu výpalu.

Při použití stejných paliv, avšak spalovaných při obohacení spalovacího vzduchu o 5 % kyslíku bylo dosaženo další úspory 10 % topného oleje.

P ř í k l a d 2

Pro pokusný výpal portlandského slínku byl v kombinaci s těžkým olejem o stejné výhřevnosti jako v předchozích případech použit uhelný odpad o výhřevnosti $6,5 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ s obsahem popela 70 %. S ohledem na chemické složení popela paliv a složení surovinové moučky byl pro požadované hodnoty silikátového modulu $M_S = 2,6$, aluminátového modulu $M_A = 1,6$ a sycení vápnem $S_{LP} = 90$ použitím výše uvedených vztahů stanoven poměr obou paliv na 1:2,5. Teoretická teplota spalování byla vypočtena na 1720°C . Vyrobený slínek odpovídal žádaným hodnotám pro cement třídy 250 dle ČSN 72 2122.

Spalování obou druhů paliv je možno provést buď jedním kombinovaným hořákem nebo ve více hořácích spalujících samostatně jednotlivá paliva.

Vynález je možno rovněž využít pro výpal vápna v rotačních pecích.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Způsob výpalu cementářského slínku s použitím uhelných odpadů, vyznačující se tím, že v jednom a/nebo více hořácích pálicí jednotky, např. rotační pece, se současně spaluje ušlechtilé palivo s výhřevností nad 23 MJ.kg^{-1} s uhelnými odpady s výhřevností nižší než 17 MJ.kg^{-1} s obsahem popela vyšším než 30 % hmot., jejichž množství se stanoví s ohledem na chemické složení popela z těchto odpadů i ušlechtilého paliva spolu s chemickým složením surovinové cementářské směsi v závislosti na požadovaných hodnotách silikátového modulu $M_S = 1,8$ až $3,0$, aluminátového modulu $M_A = 1,5$ až $4,0$ a sycení vápnem $S_{LP} = 90$ až 100 výsledného portlandského slínku, přičemž teoretická teplota spalování výsledné palivové směsi musí být vyšší než 1700°C .

2. Způsob výpalu cementářského slínku podle bodu 1, vyznačující se tím, že spalovací vzduch se obohacuje kyslíkem.