



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

242 622

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 04 07 83
(21) FV 5009-83

(51) Int. Cl.⁴
G 01 N 31/00

(40) Zveřejněno 31 08 85

(45) Vydáno 01 05 88

(75)
Autor vynálezu

CHROMÝ STANISLAV RNDr., CSc., BRNO

(54) Způsob úpravy složení surovinové směsi
při výrobě portlandského cementu

Řešení se týká výroby portlandského cementu. Účelem řešení je dosáhnout optimální surovinové skladby pro vyráběnou značku cementu a snížit tak energetickou náročnost výroby cementu. Tohoto účelu je podle vynálezu dosaženo tím, že při stálém režimu výpalu a stupni mletí cementu a dávkování přísad se pomocí souběžně prováděných fázových rozborů slínku a zkoušek pevnosti cementu stanoví rozsah kolísání obsahu alitu ve slínku a závislost pevnosti cementu na obsahu alitu a z této závislosti se pro požadovanou pevnost cementu určí odpovídající obsah alitu ve slínku a podle této hodnoty se upraví skladba surovinové směsi. Mikroskopická kontrola fázového složení se s výhodou provede metodou bodové integrace nebo mikroskopickým odhadem.

Vynález se týká způsobu úpravy složení surovinové směsi při výrobě portlandského cementu.

Chemické složení surovinové moučky nebo surovinového kalu má významný vliv na reaktivitu, a tím na měrnou tepelnou spotřebu a výkon rotační pece při výrobě portlandského slínku. Protože možnosti zvyšování obsahu kapalné fáze ve slínku při jeho výpalu jsou omezené, je rozhodujícím faktorem reaktivity surovinové moučky z hlediska chemické skladby obsah alitu C_3S , který současně rozhoduje o pevnostech, tj. kvalitě cementu. Proto jeho optimální obsah vzhledem k vyráběné značce cementu má významný vliv na ekonomii výroby. V současné době neexistuje způsob, jakým tento optimální obsah alitu stanovit a chemická surovinová skladba v cementárnách vychází pouze z nepřesných obecně platných zásad a praktických zkušeností. Protože možnosti experimentování s výrobním zařízením a objektivního hodnocení takových pokusů jsou velmi omezené, nelze tento současný způsob považovat za vyhovující.

Uvedené nedostatky odstraňuje způsob úpravy složení surovinové směsi, jehož podstata spočívá v tom, že při stálém režimu výpalu a stálém stupni mletí cementu a dávkování přísad se alespoň pěti souběžně provedenými fázovými rozbory vzorků slínku a zkouškami pevností odpovídajících cementů stanoví rozsah kolísání obsahu alitu ve slínku a závislost pevností cementu na obsahu alitu a ze získané závislosti se určí optimální obsah alitu ve slínku podle vztahu

$$A_{opt} = A_z + 0,5 \cdot \Delta A$$

kde A_z je obsah alitu ve slínku při požadované značkové pevnosti cementu a ΔA je rozsah kolísání obsahu alitu ve slínku, a z takto opraveného reálného fázového složení slínku se stanoví odpovídající chemické složení surovinové směsi, podle něhož se upraví surovinová skladba, přičemž dodržování takto

stanoveného zadaného chemického složení se sleduje a řídí podle fázového složení slínku.

Tímto způsobem je zaručena optimální surovinová skladba pro výrobu cementu požadované značky a dosáhne se snížení spotřeby paliva i elektrické energie na mletí cementu.

Dané řešení vychází ze skutečnosti, že při správném a stálém výpalu, dosaženém a udržovaném na základě kontrol reálného fázového složení vyráběného slínku prováděných mikroskopickou metodou, je vztah mezi obsahem alitu ve slínku a pevností cementu charakteristický pro každou výrobní lokalitu, a že v rámci této výrobní lokality je poměrně stálý. To znamená, že v každé cementárně je obsah alitu pro tutéž značku cementu rozdílný a jeho nejmenší přípustný obsah musí být zaručen v rozsahu provozního kolísání surovinové skladby, jejíž úroveň závisí na typu surovinového ložiska a na technickém vybavení závodu. Z chemických faktorů má, kromě obsahu alitu, vliv na reaktivitu surovinové moučky i obsah kapalně fáze ve slínku při výpalu, tj. obsah trikalciurního aluminátu C_3A a kalciurního aluminátu ferritu C_4AF . Hodnoty obsahů těchto fází se pro danou výrobní lokalitu a druh cementu stanoví jinými postupy.

Praktická realizace způsobu podle vynálezu je založena na paralelním provádění fázových rozborů vyráběného slínku a jeho chemických rozborů a stanovení odpovídajících pevností cementu při normálním provozu výrobního zařízení. Zkušenost ukazuje, že současné metody neumožňují pohotovou a spolehlivou kontrolu výpalu, který je většinou zbytečně intenzivní. Proto odběru slínku musí obvykle předcházet úprava a stabilizace výpalu na obsah 1 % volného CaO ve slínku pomocí mikroskopické metody. Obsah volného CaO i ostatních slínkových fází se stanoví metodou mikroskopické bodové integrace nebo odhadem v nábrusu ze slínkové granálie, obarvené parami CH_3COOH . Počet stanovení musí být individuálně volen tak, aby postihl rozsah kolísání obsahu alitu ve slínku výrobní lokality. Odebrané slínky se semelou s přísadou sádrovce na shodný měrný povrch. Z výsledků stanovení se pořídí závislost pevností cementu na obsahu alitu ve slínku a proti značkové vaznosti se odečte odpovídající obsah alitu C_3S . Aby byla v provozních podmínkách vždy zaručena značková pevnost cementu, připočte

se k tomuto obsahu alitu polovina zjištěného obsahu jeho provozního kolísání a získaná hodnota se stane zadáním pro surovinovou skladbu závodu. Kolísání obsahu alitu závisí na možnostech závodu udržovat zadané chemické složení surovinové moučky. Protože obsah alitu je při stálém silikátovém a aluminátovém modulu přibližně lineární funkcí obsahu kysličníku vápenatého ve slínku, nezávisí interval jeho provozního kolísání na zadané hodnotě obsahu alitu. Pro stanovení optimálního obsahu alitu ve slínku A_{opt} platí vztah

$$A_{opt} = A_z + 0,5 \cdot \Delta A \quad (1)$$

kde A_z je obsah alitu ve slínku při značkové vaznosti cementu a ΔA je rozsah provozního kolísání obsahu alitu ve slínku. Protože obsah C_3A a C_4AF jsou pro výrobní lokalitu již dané a ve vypáleném slínku zůstává požadovaný obsah volného CaO , platí pro mineralogické složení slínku s optimálním obsahem alitu C_3S a obsahem belitu C_2S :

$$C_3A + C_4AF + C_3S + \text{volný } CaO + C_2S = 100 \text{ /hmot.\%/} \quad (2)$$

Z takto určeného fázového složení slínku se opačným postupem podle Bogue vypočte syčení vápnem S_{LP} , silikátový M_S a aluminátový modul M_A . Tyto hodnoty budou nadále zadáním pro surovinovou skladbu závodu. Popsaný způsob bude názorně ukázán na příkladu.

V cementárně s mokrým způsobem výroby a parametry surovinové skladby $S_{LP} = 96$; $M_S = 2,3$; $M_A = 1,8$ se vaznosti cementu po 28 dnech pohybovaly mezi 40 až 45 MPa při mikroskopicky zjištěném obsahu volného CaO okolo 0,2 %. Skutečný obsah alitu ve slínku se pohyboval okolo 70 %. Protože šlo o přepalování, byl stupeň výpalu upraven postupným snižováním tepelného příkonu rotační pece na 1 % volného CaO ve slínku, což bylo spojeno se vzrůstem vazností cementu přibližně o 4 MPa. Po dobu 30 ti dnů bylo odebráno po jednom vzorku slínku, odpovídajícím každému homogenizačnímu bazénu. Z každého vzorku byl z jedné granálie střední velikosti zhotoven nábrus a na základě mikroskopického hodnocení těchto nábrusů bylo vybráno 20 slínek s rozdílným obsahem alitu a přibližně shodným obsahem volného CaO 1 %, ze kterých byly připraveny cementy s přísadou 4 % sádrovce a měrným povrchem 301 - 303 m² · kg⁻¹ a stanoveny jejich pevnosti po 28 dnech. Ze slínek

byly pořízeny kvantitativní fázové rozborý metodou mikroskopické bodové integrace. Zjištěné kolísání alitu bylo v intervalu 12 % a lineární závislost vazností na obsahu alitu ve slínku byla charakterizována směrnici $K = 0,696$ a úsekem na svislé ose $q = 3$ MPa. Značkové pevnosti 40 MPa odpovídal obsah alitu 53 %. Optimální obsah alitu byl stanoven pomocí rovnice (1) a s použitím středních obsahů C_3A a C_4AF bylo z rovnice (2) stanoveno opravené reálné fázové složení slínku:

$C_3S = 59$ %; $C_2S = 20,5$ %; $C_3A = 9,6$ %; $C_4AF = 9,9$ %, volný CaO 1 %.

Pomocí opačného postupu podle Bogue byly z tohoto fázového složení vypočteny parametry chemického složení $S_{LP} = 94,6$; $M_S = 2,5$; $M_A = 1,75$ a tyto hodnoty byly pomocí konstant úměrnosti lokality (1,02; 1,09; 0,97) přepočteny na $S_{LP} = 92,7$; $M_S = 2,4$; $M_A = 1,8$. Konstanty úměrnosti lokality mezi sycením vápnem a moduly, stanovenými z fázového a chemického složení slínku, byly pro tuto výrobní lokalitu stanoveny s použitím fázových a chemických rozborů odebraných slínků. Uvedené parametry chemického složení slínku se staly zadáním pro surovinovou skladbu závodu a jejich dodržování bylo nadále spolu se správným stupněm výpalu zajišťováno pomocí reálného fázového složení vyráběného slínku, mikroskopicky odhadovaného zapracovaným technikem. Výsledkem byl rovnoměrný výpal se sníženou spotřebou paliva i elektrická energie na mletí cementu.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

242 622

1. Způsob úpravy složení surovinové směsi při výrobě portlandského cementu, vyznačující se tím, že při stálém režimu výpalu a stálém stupni mletí cementu a dávkování přísad se alespoň pěti souběžně provedenými fázovými rozbory vzorků slínku a zkouškami pevností odpovídajících cementů stanoví rozsah kolísání obsahu alitu ve slínku a závislost pevností cementu na obsahu alitu a ze získané závislosti se určí optimální obsah alitu ve slínku podle vztahu

$$A_{\text{opt}} = A_z + 0,5 \cdot \Delta A$$

kde A_z je obsah alitu ve slínku při požadované značkové pevnosti cementu a ΔA je rozsah kolísání obsahu alitu ve slínku, a z takto opraveného reálného fázového složení slínku se stanoví odpovídající chemické složení surovinové směsi, podle něhož se upraví surovinová skladba, přičemž dodržování takto stanoveného zadaného chemického složení^{se} sleduje a řídí podle fázového složení slínku.

2. Způsob optimalizace podle bodu 1, vyznačující se tím, že zjišťování a kontrola fázového složení slínku se provádí mikroskopicky, v nábrusech obarvených parami kyseliny octové metodou bodové integrace nebo mikroskopickým odhadem.