



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENÍU

237127
(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴
B 22 F 1/03

(22) Prihlášené 11 07 83
(21) (PV 5250-83)

(40) Zverejnené 18 06 84

(45) Vydané 15 03 87

(75)

Autor vynálezu

MAKOVNÍK JÁN ing. CSc., BRATISLAVA

(54) Spôsob úpravy zrnitosti sypkého materiálu

1

2

Vynález sa týka spôsobu úpravy zrnitosti sypkého materiálu za účelom zlepšenia jeho zhutiteľnosti, ktorého podstatou je, že sypký materiál sa triedi na frakcie, ktorých zrnenie je vymedzené veľkosťami zrna vyjadrenými geometrickou postupnosťou

$d_{1\max} \cdot k^2, d_{2\max} \cdot k^3, d_{3\max} \cdot k^4, d_{4\max} \cdot k^5, \dots$
kde

$d_{\max}$ je veľkosť najväčšieho zrna použitej frakcie a hodnota kvocienta k , jednotlivých členov postupnosti je volená z intervalu v rozmedzí 0,51 až 0,57, pričom počet frakcií sa určí celkovým rozsahom zrnienia upravovaného sypkého materiálu. Jednotlivé frakcie sa potom zmiešavajú počnúc od najhrubšej frakcie, danej relatívnej hustoty a hmotnostnej koncentrácie, primiešaním ďalšej, jemnejšej frakcie v dopĺňajúcom množstve hmotnostnej koncentrácie tejto frakcie do maximálnej hodnoty relatívnej hustoty danej dvojfrakčnej zmesi a postupným primiešovaním vždy ďalšej, jemnejšej frakcie sa pokračuje až po dosiahnutie hmotnostnej koncentrácie celkovej zmesi, pri ktorej má táto najväčšiu relatívnu hustotu.

Kvocient k , predstavuje stredný priemer hodnoty zaplnenia najväčších medzier medzi najtesnejšie uloženými, rovnako veľkými časticami danej frakcie.

Vynález sa týka spôsobu úpravy zrnitosti sypkého materiálu za účelom zlepšenia jeho zhutiteľnosti, u ktorého sa rieši zrnenie frakcií a postup ich zmiešovania.

V technickej praxi, napríklad v zlievarenstve a v práškovej metalurgii je často výhodná čo najväčšia relatívna hustota použitého sypkého materiálu, napríklad zlievarenského ostriva, kovového prášku a podobne, prejavujúca sa čo najtesnejším usporiadaním jeho zŕn. Relatívnou hustotou sa rozumie pomer objemu častíc sypkého materiálu vrátane ich vnútorných dutín a pórov k ich celkovému zaujatému objemu. Vo všeobecnosti je relatívna hustota určená pomerom objemovej hmotnosti sypkého materiálu k objemovej hmotnosti častíc sypkého materiálu, stanovenej napríklad pyknometricky na časticiach pôvodnej veľkosti. Schopnosť sypkého materiálu s daným tvarom zŕn usporiadať sa čo najtesnejším spôsobom závisí od jeho zrnitosti, čiže granulometrického zloženia. V zlievarenstve možno teda vhodnou úpravou zrnitosti ostriva zlepšiť jeho zhutiteľnosť a tým aj zmenšiť jeho medzerovitost. To sa prejaví vo formovacej zmesi, napríklad zlepšením jej pevnostných, vodivostných a protipenetračných vlastností, znížením potrebného obsahu spojiva vo formovacej zmesi alebo energie na jej spevňovanie fyzikálnym účinkom, čím sa zlacní výroba foriem a zlepši akosť odliatkov. Na čo najväčšej rovnomernej relatívnej hustote v celom objeme sypkého materiálu zvlášť záleží aj v práškovej metalurgii pri rôznych metódach výroby veľmi hutných a vysoko pevných výrobkov rôznych rozmerov a tvarov, vyrábaných najmä z práškov odolných voči plastickej deformácii a z ťažkotaviteľných materiálov. U týchto materiálov sa zvýšenie kontaktných plôch dá dosiahnuť úpravou zrnitosti miešaním vytriedených frakcií v optimálnej koncentrácii. Výskum ukázal, že na dosiahnutie maximálnej relatívnej hustoty treba riešiť aspoň dve frakcie, pričom druhá je od prvej aspoň 50 až 100-krát menšia.

V súčasnej praxi málokedy možno použiť frakcie s takým veľkým odstupňovaním veľkosti ich stredného zrna. Preto sa doteraz častejšie používajú veľmi jemné prášky, s časticami často menšími ako $1\ \mu\text{m}$, aby sa zvýšila ich aktivnosť pri spekaní. Veľmi jemné častice sa často prácne získavajú dodatočným mletím vyrobených práškov. Využívanie iba najjemnejšej frakcie vyrobených práškov je značne neekonomické. S jemnosťou práškov sa zhoršuje aj ich čistota, lebo sa zväčšuje ich merný povrch a tým aj podiel kyslíčkových obálok na povrchu častíc prášku.

Doteraz známe spôsoby úpravy zrnitosti miešaním dvoch alebo viacerých frakcií vyžadujú veľmi práce experimentálne stanovenie ich optimálnych koncentrácií v pripravovanej zmesi, ktoré je založené na príprave veľkého množstva skúšobných vzoriek

zmesi s dostatočne jemne odstupňovanými koncentráciami použitých frakcií, na ich zhutnení a na vyhodnotení ich medzerovitosti, napríklad na základe merania ich objemovej hmotnosti. Ani takýto postup stanovenia optimálnych koncentrácií však nezaaručuje maximálnu možnú zhutiteľnosť použitého materiálu, lebo zrnenie použitých frakcií nebýva optimálne. Pri voľbe zrnienia frakcií sa vychádza iba z doteraz známeho poznatku, že čím je pridávaná frakcia jemnejšia, tým lepšie môže vyplniť medzery medzi tesne uloženými časticami hrubej frakcie. Použitie frakcií úzkeho zrnienia s veľkým pomerom veľkosti ich stredného zrna je aj neekonomické, lebo sa nevyužije celý možný rozsah zrnienia často drahého východiskového materiálu.

Uvedené nedostatky odstraňuje a technický problém rieši spôsob úpravy zrnitosti sypkého materiálu za účelom zlepšenia jeho zhutiteľnosti, ktorého podstatou je, že sypký materiál sa triedi na frakcie, ktorých zrnenie je vymedzené veľkosťami zrna, vyjadrenými geometrickou postupnosťou

$$d_{1\text{max}} : k^2, d_{2\text{max}} : k^3, d_{3\text{max}} : k^4, d_{4\text{max}} : k^5, \dots$$

kde

d_{max} je veľkosť najväčšieho zrna použitej frakcie a hodnota kvocienta k u jednotlivých členov postupnosti, predstavujúca stredný priemer hodnoty zaplnenia najväčších medzier medzi najtesnejšie uloženými rovnako veľkými časticami, je volená z intervalu v rozmedzí 0,51 až 0,57, pričom počet frakcií sa určí celkovým rozsahom zrnienia upravovaného sypkého materiálu a jednotlivé frakcie sa potom zmiešavajú počnúc od najhrubšej frakcie, danej relatívnej hustoty a hmotnostnej koncentrácie, primiešaním ďalšej, jemnejšej frakcie v dopĺňajúcom množstve hmotnostnej koncentrácie tejto, do maximálnej hodnoty relatívnej hustoty danej dvojzložkovej zmesi, a postupným primiešavaním vždy ďalšej, jemnejšej frakcie sa pokračuje až po dosiahnutie hmotnostnej koncentrácie celkovej zmesi, pri ktorej má táto najväčšiu relatívnu hustotu.

Roztriedením sypkého materiálu akéhokoľvek tvaru zŕn na frakcie zrnienia vymedzeného uvedenou geometrickou postupnosťou a opätovným zmiešavaním týchto frakcií vyššie uvedeným postupom sa vhodne upraví zrnitosť východiskového materiálu, ktorá umožňuje dosiahnuť najvyššiu možnú tesnosť usporiadania jeho zŕn pri použitom rozsahu zrnienia, pričom relatívna hustota materiálu s takto upravenou zrnitosťou bude tým väčšia, čím väčší rozsah zrnienia materiálu sa na úpravu použije. Navyiac, vynález umožňuje využiť celý rozsah použiteľného zrnienia sypkého materiálu, bez odpadovej medzifrakcie. To napríklad v práškovej metalurgii umožňuje použiť aj hrubšie frak-

cie práškov, čím sa zníži prácnosť získavania práškov obmedzením potreby ich dodatočného mletia, zlepši sa využitie výrobných práškov a v dôsledku ich menšieho merného povrchu sa zvýši aj čistota práškov, čo prispieva k zlepšeniu kvality výrobkov.

Výhodou vynálezu je tiež jednoduchšie stanovenie optimálnych koncentrácií zmiešavaných frakcií, a to aj pri zmiešavaní väčšieho počtu frakcií, pretože vhodné znenie frakcií podľa vynálezu umožňuje použiť spôsob ich postupného primiešavania, čím sa minimalizuje počet potrebných experimentov. Vynález možno využiť aj pri príprave zmesi s čo najtesnejšie uloženými časticami z frakcií odlišných materiálov.

Pri zisťovaní optimálneho roztriedenia znenia do frakcií sa experimentálne, podľa výpočtov stanovil kvocient k , a to na základe všeobecne platných teoretických poznatkov o postupnom vyplňovaní najväčších medzier medzi najtesnejšie uloženými, rovnako veľkými časticami. Ako model bol braný prípad zaplnenie oktaedrických a tetraedrických medzier medzi najtesnejšie uloženými guľami najhrubšej monofrakcie, menšími guľami ďalších monofrakcií.

Rovnako pri voľbe stredného priemeru častíc určitej frakcie sa vychádzalo z teoretických poznatkov a použilo štatisticky dané maximálne zrno. Taktiež pri zmiešovanom postupe sa optimálna koncentrácia uvažovala pri maximálnej relatívnej hustote zmesi po strasení a nie pri maximálnej relatívnej hustote strasenej objemovej hmotnosti zmesi.

Príklad 1

Na základe teoretických výpočtov a experimentálne zisteného intervalu kvocienta k bola pripravená zmes, kde kremenný piesok zrnienia 280/20 μm mal po zhomogenizovaní a vibračnom strasení relatívnu hustotu 0,638. Na vytriedenie prvej, hrubej frakcie sa použilo sito s veľkosťou oka v rozmedzí od 280 . 0,51² do 280 . 0,57², čo je 72,83 až 90,97 μm . Na vytriedenie druhej frakcie sa použilo sito s veľkosťou oka v rozmedzí od 280 . 0,51² do 280 . 0,57², čo je 37,14 až 51,85 μm . Najmenšie zrno tretej frakcie sa vyžadovalo v rozmedzí od 280 . 0,51⁴ do 280 . 0,57⁴, čo je 18,94 až 29,55 μm , čo už zahŕňovalo minimálne zrno upravovaného materiálu. Na vytriedenie sa použilo sito s veľkosťou ôk 90 μm . Relatívne hustoty vytriedených frakcií 280/90 μm , 90/50 μm a 50/20 μm v uvedenom poradí boli 0,605, 0,555 a 0,483. Upra-

vená dvojfrakčná zmes, ktorá obsahovala 0,774 hmotnostnej koncentrácie frakcie 280/90 μm a 0,226 hmotnostnej koncentrácie frakcie 90/50 μm mala relatívnu hustotu 0,645 a upravená výsledná trojfrakčná zmes, ktorá obsahovala 0,641 hmotnostnej koncentrácie frakcie 280/90 μm , 0,187 hmotnostnej koncentrácie frakcie 90/50 μm a 0,172 hmotnostnej koncentrácie frakcie 50/20 μm , mala relatívnu hustotu 0,687.

Príklad 2

Podobne podľa postupu ako v príklade 1 bola pripravená zmes heterogenného sypkého materiálu, u ktorého sa použili vytriedené frakcie granulovaného ferosilícia, kremenného pisku a hubovitého železa. Frakcia granulovaného ferosilícia zrnienia 630/180 μm mala objemovú hmotnosť zŕn 4,90 g . cm⁻³ a relatívnu hustotu 0,638. Frakcia kremenného piesku zrnienia 180/100 μm mala objemovú hmotnosť zŕn 2,62 g . cm⁻³ a relatívnu hustotu 0,584. Frakcia hubovitého železa zrnienia 100/56 μm mala objemovú hmotnosť zŕn 6,58 g . cm⁻³ a relatívnu hustotu 0,312. Častice 1000 g ferosilícia použitého zrnienia mali objem vrátane vnútorných dutín a pórov 204,06 cm³ a v odmerke zaberali objem 319,9 cm³. Postupným primiešavaním frakcie kremenného piesku sa relatívna hustota upravovanej dvojzložkovej zmesi zvyšovala až do obsahu 133,1 g kremenného piesku v zmesi, čím sa pridalo 50,80 cm³ častíc kremenného piesku, takže celkový objem častíc v zmesi bol 254,88 cm³. Tieto častice zaberali v odmerke objem 374,8 cm³, takže relatívna hustota takto upravovanej dvojzložkovej zmesi dosiahla hodnotu 0,680, pričom zmes obsahovala 0,8825 hmotnostnej koncentrácie frakcie zrnienia 630/180 μm a 0,1175 hmotnostnej koncentrácie frakcie zrnienia 180/100 μm . Ďalším postupným primiešavaním frakcie železa do 1133,1 g upravovanej dvojfrakčnej zmesi sa relatívna hustota upravovanej trojzložkovej zmesi ďalej zvyšovala až do obsahu 41,8 g železa v zmesi, čím sa zvýšil objem častíc zmesi o 6,35 cm³, teda na 261,23 cm³. Celkový vonkajší objem zabieraný časticami zmesi v odmerke bol vtedy 378,0 cm³, takže relatívna hustota zmesi dosiahla maximálnu hodnotu 0,691. Pri maximálnej relatívnej hustote teda upravená trojfrakčná heterogenná zmes obsahovala 0,8511 hmotnostnej koncentrácie frakcie zrnienia 630/180 μm , 0,1133 hmotnostnej koncentrácie frakcie zrnienia 180/100 μm a 0,0356 hmotnostnej koncentrácie frakcie zrnienia 100/56 μm .

PREDMET VYNÁLEZU

1. Spôsob úpravy zrnitosti sypkého materiálu za účelom zlepšenia jeho zhustiteľnosti, pri ktorom sa sypký materiál najprv frakčne roztriedi a vytriedené frakcie sa potom postupne zmiešavajú, vyznačujúci sa tým, že sypký materiál sa triedi na frakcie, ktorých zrnenie je vymedzené veľkosťami zrna vyjadrenými geometrickou postupnosťou

$$d_{1\max} \cdot k^2, d_{2\max} \cdot k^3, d_{3\max} \cdot k^4, d_{4\max} \cdot k^5, \dots$$

kde

$d_{\max}$ je veľkosť najväčšieho zrna použitej frakcie a hodnota kvocienta k , jednotlivých členov postupnosti, predstavujúca stredný priemer hodnoty zaplnenia najväčších medzier medzi najtesnejšie uloženými, rovnako veľkými časticami danej frakcie, je volená

z intervalu v rozmedzí 0,51 až 0,57, pričom počet frakcií sa určí celkovým rozsahom zrnienia upravovaného sypkého materiálu, a jednotlivé frakcie sa potom zmiešavajú počnúc od najhrubšej frakcie, danej relatívnej hustoty a hmotnostnej koncentrácie, primiešaním ďalšej, jemnejšej frakcie v dopĺňajúcom množstve hmotnostnej koncentrácie tejto frakcie do maximálnej hodnoty relatívnej hustoty danej dvojfrakčnej zmesi a postupným primiešavaním vždy ďalšej, jemnejšej frakcie sa pokračuje, až po dosiahnutie hmotnostnej koncentrácie celkovej zmesi, pri ktorej má táto najväčšiu relatívnu hustotu.

2. Spôsob úpravy zrnitosti sypkého materiálu podľa bodu 1, vyznačujúci sa tým, že aspoň jedna zo zmiešavaných frakcií je z iného materiálu.