



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

248238
(11) (B1)

(51.) Int.Cl.⁴
C 03 L 27/06

(22) Prihlásené 02 08 85
(21) (PV 5657-85)

(40) Zverejnené 12 06 86

(45) Vydané 15 07 88

(75)

Autor vynálezu

KOTLEBA JOZEF ing., ZEMIANSKÉ KOSTOLANY, GENDIAR JOZEF,
PRIEVIDZA, HRNČIAR JÁN, NOVÁKY

(54) Spôsob prípravy mäkkčených PVC zmesí vo fluidných miešačkách

1

Vynález sa týka spôsobu prípravy mäkkčených PVC zmesí vo fluidných miešačkách, za vzniku tzv. suchých sypkých zmesí, označovaných aj ako „dry-blend“. Vynález umožňuje dosiahnutie významných energetických úspor pri súčasnom zlepšení kvality suchých zmesí, ako aj niektorých kvalitatívnych parametrov výrobkov z týchto zmesí vyrobených. Za mäkkčené PVC zmesi z hľadiska tohoto vynálezu sú považované také, ktoré obsahujú 10 až 50 hmot. % zmäkčovadiel, včítane iných potrebných kvapalných zložiek.

Obecne je známe, že polyvinylchlorid (PVC) dodávajú výrobcovia v práškovom stave, neupravený, t. j. bez ďalších potrebných spracovateľských prísad. Preto pre úspešné spracovanie na spracovateľských strojoch a dosiahnutie požadovaných funkčných vlastností výrobkov je nutné k PVC prášku pridať celý rad prísad, najmä stabilizátorov, mazadiel, plnidiel, pigmentov a zmäkčovadiel. Pre dobrú spracovateľnosť a kvalitu výrobku je preto mimoriadne dôležité dôkladné a naprosto rovnomerné rozdelenie uvedených prísad v celom objeme zmesi (homogenizácia), čo sa docieľuje vhodným miešacím procesom.

Spracovanie PVC v počiatočnej svojej rozvoja používalo strojné zariadenie i po-

2

stupy dlhodobe osvedčené v gumárenskom priemysle a len neskôr, po poznaní osobitostí PVC, sa začali vyvíjať špeciálne zariadenia určené len pre jeho spracovanie.

Pre prípravu zmesí (homogenizáciu), sa dlho používali ramenové pomalobežné miešačky, ktoré boli dosť vhodné pre tvrdé zmesi (bez obsahu zmäkčovadiel a iných kvapalných zložiek), avšak neumožňovali pripraviť suché sypké zmesi obsahujúce zmäkčovadlá a na dobrú homogenizáciu vyžadovali príliš dlhý čas 1 až 2 hodiny. Postupne sa preto vyvíjali účinnejšie spôsoby miešania až sa dospelo k vertikálnym rýchlobežným miešačkám, s obvodovými rýchlosťami miešacích elementov 500 až 3 000 m/min, so silným vírivým efektom.

Tieto rýchlobežné, tzv. „fluidné miešačky“, pozostávajú zo stojatej valcovej nádoby, v ose ktorej je na spodku umiestnené viaclistové vrtulové miešadlo, dávajúce miešanému obsahu vysokú kinetickú energiu. Najčastejšie sú konštruované s dvomi rýchlostnými stupňami, pričom na prvom stupni sú obvodové rýchlosti listov vrtule 500 až 1 500 m/min, a na druhom stupni sú 1 000 až 3 000 m/min. Kinetická energia častíc náplne sa pri ich náraze na stenu nádoby i pri nárazoch jednej častice na druhú, mení na teplo, takže náplň miešačky sa ta-

kýmto spôsobom zahrieva, čo umožňuje urýchlenie difúzie kvapalných prísad do častíc PVC a v závislosti od druhu zmäkčovadla a výšky teploty aj prípadné čiastočné nažehľovanie PVC, ak je žiadúce. Vrtuľa súčasne vytvára stredom nádoby v smere osi výrazný sací efekt, takže náplň nádoby okrem rotačného pohybu okolo osi miešadla vykonáva i krúživý pohyb eliptický v smere zvislom, u krajov nádoby stúpajúci a stredom klesajúci, teda je v trvalom stave vznosu — fluidnom.

Proces prípravy mäkkých PVC zmesí vo fluidných miešadlách sa časom obecné ustálil na tomto postupe: do miešadla vytemperovanej vyhrievacím plášťom na 120 až 150 °C sa navážia všetky práškové suroviny, potom sa miešadla uvedie do chodu, pričom sa premenou kinetickej energie na teplo tieto práškové zložky pomaly zahrievajú. Po dosiahnutí teploty 80 až 130 °C sa za chodu pridávajú zmäkčovadlá a ostatné kvapalné zložky a neprerušene sa pokračuje v miešaní, kým sa dosiahne teplota 130 až 170 °C, kedy sa miešanie ukončí a zmes sa ochladí na teplotu 20 až 40 °C. Teplota pridávania zmäkčovadiel v rozmedzí 80 až 130 °C je kritickou veličinou a musí sa pre každú receptúru zvlášť experimentálne preskúšať.

Ak sa pridá zmäkčovadlo pri nevhodnej teplote, vznikajú silné, často až nekontrolovateľné aglomerácie zmesi a vysoké zaťaženia motora miešadla, prekračujúce maximálne dovolené hodnoty, čo vyústí do predčasného ukončenia miešania, bez dosiahnutia sypkej suchej zmesi. Citlivosť zmesi na nežiaducu aglomeráciu je zvlášť veľká v tých prípadoch, ak obsahuje väčší podiel plnidla (nad 10 %).

Za prítomnosti jemnozrnného plnidla, ako je plavená krieda, alebo mikromletý vápnenec, dochádza po pridaní zmäkčovadiel pri teplotách nad 80 °C k extrémne rýchlej a intenzívnej aglomerácii, za vzniku hrudiek a guľovitých kusov veľkosti 3 až 15 cm, ktoré sú obvykle pre ďalšie spracovanie nevhodné pre svoju veľkosť i nehomogenitu a musia byť odstránené vysievaním, čo vedie k materiálovým stratám 5 až 30 %-ným. Pri vyšších obsahoch zmäkčovadla (nad 40 %) dochádza k obdobnej situácii aj bez prítomnosti plnidla, takže sa musí voliť kompromis, buď znížiť teplotu končenia miešania, s tým dôsledkom, že zamiešaná zmes nebude úplne suchá, ale polomastná a v zásobníkoch bude klenbotvorná, alebo sa musí pripustiť vznik určitého podielu hrubších aglomerátov.

Teraz sme zistili, že je možné novým časovým usporiadaním (zoraďením) sledu dielčích operácií miešacieho procesu, popísaným v tomto vynáleze, nielen obmedziť alebo odstrániť nevýhody a nedostatky doterajších miešacích postupov pri príprave suchých zmesí z mäkkého PVC vo fluidných miešadlách, ale okrem toho získať

prítom aj energetické, prípadne materiálové úspory a dosiahnuť zlepšenie kvality výrobkov, najmä vo vzhľadovej oblasti. Vychádza sa pritom zo známeho vedeckého poznatku, že suspenzný PVC súčasnej vysokoporéznej kvality, je schopný už za studena pohltiť cca 35 až 38 % zmäkčovadiel.

Princíp vynálezu spočíva v tom, že sa využije hore uvedený poznatok a k naváženým sypkým (práškovým) zložkám PVC zmesi sa pridávajú zmäkčovadlá a prípadne iné potrebné kvapalné zložky ešte pred začatím miešania, alebo sa začnú pridávať po začatí miešania, avšak tak, aby pridávanie týchto zmäkčovadiel bolo vykonané tak rýchlo, ako to umožní použité dávkovacie zariadenie, rozhodne však pred dosiahnutím teploty miešania zložiek 75 °C, s výhodou pred dosiahnutím teploty 50 °C. Prítom sa plynule mieša až do dosiahnutia konečnej teploty miešania 90 až 160 °C, čo závisí od stavby receptúry, žadaného stupňa aglomerácie zmesi, alebo nažehľovania. Zmes sa ochladí potom na teplotu 40 až 100 °C.

Tento spôsob miešania je zvlášť vhodný pre prípravu mäkkých zmesí zo suspenzného alebo blokového PVC, v širokom rozsahu koncentrácií zmäkčovadiel, od 10 do 50 hmot. %. Pre emulzný PVC nie je tento spôsob vhodný.

Pri doterajších spôsoboch prípravy mäkkých PVC zmesí vo fluidných miešadlách, keď sa v prvej fáze miešania miešali len samotné práškové suroviny, teda neúplná zmes i neúplná násada čo do hmotnosti, bol vzostup teploty v dôsledku menšieho zaplnenia objemu miešadla dosť pomalý, a tento čas bol síce nutný, ale málo produktívny. Urýchleniu zahrievania sa preto obvykle napomáhalo prídavným vyhrievaním pomocou plášťa miešadla, temperovaného na teploty 120 až 150 °C.

Pri novom spôsobe miešania podľa tohoto vynálezu prihrievanie plášťom miešadla odpadá úplne a celý čas miešania je produktívny, t. j. využitý na absorpciu zmäkčovadiel do pórov PVC častíc a ich čiastočnú difúziu do medzimolekulárnych priestorov PVC makromolekúl. Pridanie zmäkčovadiel už v prvej fáze miešania významne predĺži efektívny čas difúzie, dosiahne sa rovnomerné namäkčenie a napučanie aj inak ťažko rozpracovateľných častíc PVC označovaných ako rybie oká, spôsobujúcich vzhľadové i funkčné chyby výrobkov.

Celý priebeh absorpcie a difúzie je takto rozložený na dlhší časový úsek, pričom značná časť týchto fyzikálnych procesov prebehne pri relatívne nízkych teplotách, takže nehrozí nebezpečenie náhleho vzniku nezvládnutelných ampérických zaťažení motora miešadla, ani vzniku nežiadúcich hrubých aglomerátov. Pre porovnanie možno povedať, že pri novom spôsobe miešania sa chová vysokomäkká zmes (45 % zmäkčovadiel) približne rovnako, ako stredne mäkká.

čená (30 % zmäkčovadiel) pri doterajšom spôsobe miešania. Tým je umožnené voči doterajším postupom vlastne znížiť teplotu končenia miešania, potrebnú na rovnaký stupeň aglomerácie, čo sa premietne do skrátenia času miešania a tým aj do energetickej úspory na pohon miešadla.

Napríklad, ak doterajším postupom končilo miešanie pri 130 °C s časovým nárokom 21 minút, tak novým spôsobom podľa tohoto vynálezu možno končiť už pri 110 °C s časovým nárokom 12 až 15 minút, podľa spôsobu vedenia miešania, pokiaľ ide o použité rýchlostné stupne otáčok miešadla. Určité skrátenie času miešania umožňuje aj rovnomerné rozdelenie zaťaženia na celý čas miešania a z toho vyplývajúci rovnomerný a rýchlejší vzostup teploty, takže rovnaká teplota sa dosiahne za kratší čas.

Sumárne uvedené skutočnosti umožnia zníženie spotreby elektrickej energie na miešanie zmesi o 20 až 65 %. Ak sme zistili napríklad mernú spotrebu elektrickej energie na miešanie stredne mäkkenej PVC zmesi doterajším spôsobom 0,112 kWh/kg, tak pri miešaní novým spôsobom podľa tohoto vynálezu je pri rovnakej teplote končenia miešania merná spotreba iba 0,066 kWh/kg, t. j. o 42 % nižšia, čo pri prepočte na celoročnú kvótu, napr. 1 000 t zmesi/rok predstavuje úsporu 46 000 kWh/r, resp. 46 MWh na rok, alebo v inom vyjadrení 20,2 ton merného paliva za rok.

Nezanedbateľným prínosom nového spôsobu je aj vyššia prevádzková bezpečnosť procesu prípravy zmesi, pretože pozornosť obsluhy nemusí byť sústredená na to, kedy sa dosiahne kritický bod teploty pre pridávanie zmäkčovadiel, ani byť zaťažená starosťami, či zaťaženie motora neprekročí povolenú hranicu, alebo sa obávať náhlejšieho nezvládnutelnej aglomerácie spojenej s materiálovými stratami so znehodnotenej náklady.

Po ukončení miešania sa zamiešaná zmes v tej istej, alebo inej nádobe ochladí pri malých otáčkach miešadla. Pritom hlavným chladiacim elementom je plášť nádoby, alebo vo vnútri vstavaný chladiaci prstenec, ktorým preteká chladiaca voda. Doterajšie postupy predpisovali ochladenie zmesi na 20 až 40 °C, aby sa bezpečne zabránilo samovoľnému spiekaniu, t. j. nekontrolovateľnej aglomerácii hotovej zmesi počas jej uskladnenia, čo by mohlo spôsobiť neskôr ťažkosti pri ďalšej manipulácii, napr. pneumatickej alebo mechanickej doprave a dávkovaní do spracovateľských strojov.

Teraz sme však tiež zistili, že náklonnosť k samovoľnej aglomerácii nie je až tak kritická a u väčšiny mäkkých PVC zmesí, najmä ak obsahujú plnidlo a koncentrácia zmäkčovadla je pod 40 %, nastáva druhotná aglomerácia až pri teplotách významne vyšších a tieto aglomeráty sú málo pevné. Napr. zmes s obsahom plnidla 60 % a zmäk-

čovadla 15 % nevytvára druhotné aglomeráty ani pri 90 °C.

Preto podľa tohoto vynálezu možno dôjsť k určitým energetickým úsporám aj tým, že namiešaná zmes sa ochladí len na takú teplotu v intervale 40 až 100 °C, pri ktorej už nedôjde k samovoľnému zvyšovaniu stupňa aglomerácie stáním zmesi, alebo ak aj k určitému zvýšeniu dôjde, sú tieto aglomeráty len takého charakteru, že ich možno ľahko rozrušiť uvedením zmesi do pohybu, napr. pomalým pohybom miešadla, pomocou vibrátora, alebo čerením tlakovým vzduchom.

Táto odolnosť voči nerozrušiteľnej aglomerácii je žiadúca pre časový úsek do 96 hodín, čo zodpovedá dĺžke náhlých prerušení alebo odstávok výroby, pri ktorých už nemohla byť vopred zásobná zmes spracovávaná.

Z takéhoto upraveného spôsobu chladenia vyplývajúce úspory sú dané skrátením času chladenia, čo sa premietne do menšej spotreby chladiacej vody a úspory elektrickej energie na pohon miešadla chladiacej nádoby. Ďalšia úspora sa dosiahne následne pri spracovaní zmesi, v menšej spotrebe energie na jej nový ohrev a číselne je daná rozdielom tepelných obsahov. Napríklad stredne mäkká zmes má tepelný obsah 44,278 kJ/kg pri 40 °C a 86,296 kJ/kg pri 70 stupňoch C. Ak túto zmes miesto na 40 °C ochladíme iba na 70 °C, usporíme pri jej následnom spracovaní 41,568 kJ/kg = 11,56 Wh/kg, čo pri 1 000 t/r predstavuje úsporu 11,56 MWh/rok.

Jednotlivé výhody a technické možnosti tohoto vynálezu, včítane vyčíslenia dosiahnutých energetických úspor sú osvetlené nasledujúcimi príkladmi, pri ktorých boli použité dve rôzne, výrazne odlišné veľkosti fluidných miešačiek:

— maloobjemová fluidná miešačka, objemu 75 litrov, s výrobným efektom 270 ton zmesi za rok (pri časovom fonde 5 400 h za rok). Otáčky miešadla na I. stupni sú 600 ot/min, s obvodovou rýchlosťou listov rotora (trojlistej vrtule), 942 m/min a max. príkonom motora 25 kW (48 A) a na II. stupni 1 200 ot/min, s obvodovou rýchlosťou rotora 1 885 m/min a príkonom motora 28 kW (55 A). Chladiaca nádoba má objem 150 litrov, miešadlo s príkonom 5 kW a prietokom chladiacej vody 1 500 litrov/h.

— veľkoobjemová fluidná miešačka, objemu 1 000 litrov, s výrobným efektom 4 300 ton zmesi za rok (pri časovom fonde 5 400 hodín/rok). Otáčky miešadla na I. stupni sú 225 ot/min s obvodovou rýchlosťou rotora 777 m/min a príkonom motora 160 kW (310 A) a na II. stupni sú otáčky rotora 450 ot/min s obvodovou rýchlosťou rotora 1 555 m/min a príkonom 180 kW (350 A). Chladiaca nádoba objemu 2 000 litrov má

miešadlo s príkonom motora 30 kW a prietok chladiacej vody 4 800 litrov za hodinu.

Uvedené hodnoty technických parametrov miešadiel sú použité aj pri vyčíslívaní energií v jednotlivých príkladoch.

Príklad 1

Pre výrobu elektroizolačných hadičiek a zložitejších mäkkých profilov je potrebná stredne mäkkčená PVC zmes o zložení:

56,22 hmot. % suspenzného PVC o K-hodnote 70,

1,42 hmot. % modifikovaného tribázického síranu olovnatého,

8,68 hmot. % plnidla — povrchove upravenej kriedy,

0,99 hmot. % titánovej beloby,

27,72 hmot. % di-2-etylhexylftalátu,

2,81 hmot. % chlórovaného parafínu,

1,55 hmot. % epoxydovaného esteru sójového oleja,

0,51 hmot. % repkového oleja a

0,1 hmot. % polyaduktu trimetylolpropánu s etylénoxidom a propylénoxidom mól. hmotnosti 3 000.

Zmes sa pripravuje na fluidnej miešačke objemu 75 litrov pri hmotnosti násady 25 kilogramov.

a) Doterajší spôsob prípravy zmesi

Vyhrievací plášť miešačky sa vytemperuje na 150 °C. Do miešačky sa potom navážia sypké suroviny, a to:

14,056 kg suspenzného PVC ($K = 70$),

0,356 kg modifikovaného tribázického síranu olovnatého,

2,186 kg povrchove upravenej kriedy a

0,248 kg titánovej beloby.

Miešačka sa uzavrie, a uvedie do chodu. Mieša sa pri druhom rýchlostnom stupni až do dosiahnutia teploty 110 °C, čo trvá 12 minút. Potom sa pridá 8,172 kg zmesi zmäkčovadiel pozostávajúcej zo:

6,930 kg di-2-etylhexylftalátu,

0,703 kg chlórovaného parafínu,

0,386 kg epoxydovaného esteru sójového oleja,

0,128 kg repkového oleja a

0,025 kg polyaduktu trimetylolpropánu.

Pridávanie zmäkčovadiel trvá 4 minúty a teplota náplne miešačky po skončení pridávania je 108 °C. V miešaní sa pokračuje až do dosiahnutia teploty 150 °C, čo trvá ďalších 9 minút. Celkový čas miešania je 25 minút, pri spotrebe prúdu 5,722 kWh, čo zodpovedá mernej spotrebe 0,229 kWh/kg zmesi. Zmes sa potom v chladiacej nádobe ochladí zo 150 na 30 °C, čo trvá 15 minút.

Pritom sa spotrebuje 375 litrov chladiacej vody o vstupnej teplote 15 °C, ktorou sa odvedie 5 220 kJ tepla a na pohon miešadla chladiacej nádoby sa spotrebuje 1,200 kWh. Hotová zmes je jemná, sypká, s aglomerátmi do 3 mm a má sypnú hmotnosť 695 g/l.

Celková energetická bilancia prípravy zmesi: spotreba elektr. prúdu 6,922 kWh/25 kg = 0,277 kWh/kg a spotreba chladiacej vody 375 litrov = 15 l/kg zmesi. Účinnosť premeny kinetickej energie na tepelnú je 26,93 %. Táto účinnosť bola vypočítaná zo vzrastu tepelného obsahu zmesi pri zohriatí miešaním z 30 °C (vstup) na 150 °C (výstup) o 5 220 kJ = 1,541 kWh a je 26,93 percent z 5,722 kWh spotreby na miešanie.

b) Nový spôsob prípravy zmesi podľa tohoto vynálezu

Vyhrievací plášť miešačky sa netemperuje. Do miešačky sa navážia všetky sypké suroviny v rovnakom množstve a zložení ako v bode a tohoto príkladu. Miešačka sa uzavrie, uvedie do chodu a súčasne so začatím miešania sa začne s dávkovaním zmesi zmäkčovadiel rovnakého množstva a zloženia ako v bode a. Dávkovanie trvá 3 minúty a je ukončené pri teplote náplne miešačky 43 °C. V miešaní sa pokračuje aj ďalej bez prerušenia na druhom rýchlostnom stupni až do dosiahnutia teploty 150 °C, čo trvá ešte 11 minút.

Celkový čas miešania je 14 minút, pri spotrebe el. prúdu 2,972 kWh, čo zodpovedá mernej spotrebe 0,119 kWh/kg. Zmes sa potom v chladiacej nádobe ochladí iba na 45 °C, čo trvá 8 minút. Skrátene chladenia v uvedenom rozsahu nemá pri stání zmesi vplyv na jej stupeň aglomerácie. Pri chladení sa spotrebuje iba 200 l vody o vstupnej teplote 15 °C a na pohon miešadla sa spotrebuje len 0,640 kWh.

Hotová zmes je jemná, sypká, s aglomerátmi do 1 mm a má sypnú hmotnosť 750 gramov na liter. Ochladením iba na 45 °C sa pri ďalšom spracovaní ušetrí na ohreve 625,5 kJ/25 kg = 0,174 kWh/25 kg. Celková energetická bilancia: spotreba el. prúdu na miešanie 2,972 kWh + spotreba el. prúdu na chladenie 0,640 kWh — úspora el. prúdu na nový ohrev 0,174 kWh = 3,438 kWh/25 kilogramov = 0,137 kWh/kg, čo je iba 49,5 percent spotreby v porovnaní s doterajším postupom uvedeným v bode a. Spotreba vody je iba 200 l/25 kg = 8 l/kg, čo je o 47 % menej a účinnosť premeny kinetickej energie na tepelnú je až 48,8 %.

Príklad 2

Stredne mäkkčená PVC zmes na výrobu elektroizolačných hadičiek podľa receptúry uvedenej v príklade 1, sa pripravuje na veľkoobjemovej fluidnej miešačke objemu 1 000 litrov, pri hmotnosti jednej násady 356 kg.

a) Doterajší spôsob prípravy zmesi

Do miešačky s vyhrievacím plášťom vytemperovaným na 150 °C sa naváži 200 kg suspenzného PVC (K = 70), 5,1 kg modifikovaného tribázického síranu olovnatého obchodnej značky Interstab L 3624, 30,9 kg plnidla — povrchove upravenej kriedy obchodnej značky Kredafil 150 Extra S a 3,5 kilogramov titánovej beloby. Miešačka sa uvedie do chodu a na II. rýchlostnom stupni sa náplň mieša až do dosiahnutia teploty 110 °C, čo trvá 15 minút. Potom sa za chodu pridá behom 3 minút 114,7 kg zmesi zmäkčovadiel pozostávajúcej z:

99,0 kg di-2-etylhexylftalátu,
10,0 kg chlórovaného parafínu,
5,4 kg epoxydovaného esteru sójového oleja a
0,3 kg polyaduktu trimetylolpropánu obchodnej značky Slovaprop TMP 48.

Teplota náplne miešačky po skončení pridávania zmäkčovadiel je 109 °C. V miešaní sa pokračuje až do dosiahnutia teploty 145 stupňov C, čo trvá ešte 8 minút. Celkový čas miešania je 26 minút pri spotrebe el. prúdu 40,052 kWh = 0,112 kWh/kg. Zamiešaná zmes sa ochladí v chladiacej nádobe na 30 stupňov C, čo trvá 20 minút, pričom sa spotrebuje 1 600 litrov chladiacej vody o vstupnej teplote 15 °C a na pohon miešadla 10,000 kWh. Vodou sa odvedie 69 385 kJ = 19,289 kWh. Zamiešaná zmes je jemná, sypká, s aglomerátmi do 3 mm a má sytnú hmotnosť 718 g/liter. Celková energetická bilancia: spotreba el. prúdu 50,052 kWh = 0,140 kWh na kilogram, spotreba vody je 1 600 litrov = 4,5 l/kg a účinnosť premeny kinetickej energie na tepelnú je 48,2 %.

b) Nový spôsob prípravy zmesi podľa tohoto vynálezu

Vyhrievací plášť miešačky sa netemperuje. Do miešačky sa navážia všetky sypké suroviny v rovnakom množstve a zložení ako je uvedené v bode a tohoto príkladu a miešačka sa uvedie do chodu na II. rýchlostný stupeň. Súčasne sa začne s dávkovaním zmesi zmäkčovadiel v rovnakom množstve a zložení ako v bode a tohoto príkladu. Dávkovanie zmäkčovadiel trvá tri minúty a je ukončené pri teplote náplne miešačky 60 °C. Potom sa plynule pokračuje v miešaní až do dosiahnutia teploty 145 °C, čo trvá ešte 12 minút.

Celkový čas miešania je 16 minút, pri spotrebe el. prúdu 23,475 kWh = 0,0659 kWh na kilogram. Zmes sa potom ochladí v chladiacej nádobe na 45 °C, čo trvá 15 minút a spotrebuje sa pritom 1 200 litrov vody o vstupnej teplote 15 °C a 7,500 kWh na pohon miešadla. Prítom sa vodou odvedie 62 416 kJ tepla a pre následný ohrev zmesi pri spracovaní sa usporí 6 969 kJ = 1,937

kWh. Zamiešaná zmes je jemná, sypká, s aglomerátmi do 2 mm, so sytnou hmotnosťou 740 g/liter.

Celková energetická bilancia: spotreba el. prúdu je 23,475 kWh + 7,500 kWh — 1,937 kWh = 29,038 kWh/356 kg = 0,0816 kWh/kg, čo je iba 58,0 % spotreby el. energie v porovnaní s doterajším spôsobom uvedeným v bode a, (úspora 42 %). Spotreba vody je 3,37 litrov/kg, čo je o 25 % menej. Účinnosť premeny kinetickej energie na tepelnú je až 82,2 %.

Vzorky zmesi z bodu a a bodu b tohoto príkladu boli zgranulované za rovnakých podmienok a potom spracované vytlačaním tiež za rovnakých podmienok na hadičku Ø 10 mm s hrúbkou steny 1 mm. Hadička zo zmesi pripravenej podľa bodu a (doterajším spôsobom) má krupicovite zdrsnený povrch, zatiaľ čo hadička zo zmesi pripravenej podľa bodu b (spôsobom podľa tohoto vynálezu) má povrch hladký, bez vzhľadových chýb.

Na kvantifikáciu tohoto rozdielu sa kúsky hadičky o hmotnosti 3 g rozlišovali v hydraulickom lise pri teplote 160 °C a tlaku 20 Mpa na hrúbku 0,1 mm a na takto vzniknutých výliskoch (kruhoch Ø 17 cm) boli spočítané vzhľadové chyby, tzv. „rybie oká“ a prepočítané na 1 g hadičky. U zmesi miešanej doterajším spôsobom bolo napočítané 5 600 rybiech ôk/1 g a u zmesi pripravenej spôsobom podľa tohoto vynálezu iba 7 rybiech ôk/1 g. Zlepšenie kvality výrobku zo zmesi pripravenej podľa tohoto vynálezu je teda tiež veľmi výrazné.

Príklad 3

Pre výrobu podlahoviny je na jej spodkovú vrstvu potrebná mäkkčená PVC zmes s vysokým obsahom plnidla o zložení:

25,0 hmot. % suspenzného PVC o K-hodnote 62,
60,0 hmot. % plnidla — mikromletého vápenca,
2,0 hmot. % titánovej beloby,
1,5 hmot. % stearanu olovnatého,
7,0 hmot. % di-2-etylhexylftalátu a
4,5 hmot. % chlórovaného parafínu.

Suchá zmes sa pripraví na 75 litrovej fluidnej miešačke s násadou o hmotnosti 37,5 kg.

a) Doterajší spôsob prípravy zmesi

Vyhrievací plášť miešačky sa vytemperuje na 150 °C. Potom sa do miešačky naváži 9,375 kg suspenzného PVC o K-hodnote 62, 22,500 kg mikromletého vápenca, 0,750 kg titánovej beloby, 0,560 kg stearanu olovnatého a po uzavretí miešačky sa táto uvedie do chodu na druhý rýchlostný stupeň. Sypké zložky sa miešajú až do dosiahnutia tep-

loty 130 °C, čo trvá 19 minút. Potom sa behom 7 minút pridá 4,315 kg zmesi zmäkčovadiel pozostávajúcej z:

2,625 kg di-2-etylhexylftalátu a
1,690 kg chlórovaného parafínu.

Po skončení pridávania je teplota náplne miešačky 123 °C. Potom sa bez prerušenia pokračuje v miešaní až do opätovného dosiahnutia teploty 130 °C, čo trvá ešte 3 minúty. Celkový čas miešania je 29 minút a spotreba el. prúdu 6,549 kWh, čo zodpovedá 0,175 kWh/kg. Potom sa zmes v chladiacej nádobe ochladí na 40 °C, čo trvá 10 minút. Pritom sa spotrebuje 250 litrov vody o vstupnej teplote 15 °C a na pohon miešadla 0,800 kWh. Vodou sa odvedie 3 913 kJ tepla. Zamiešaná zmes je jemná sypká s aglomerátmi do 2 mm a sypnej hmotnosti 1 078 g na liter. Celková energetická bilancia: spotreba el. prúdu je 7,349 kWh = 0,196 kWh na kilogram, spotreba chladiacej vody 6,67 litrov/kg a účinnosť premeny kinetickej energie na teplo je 18,5 %.

b) Nový spôsob miešania podľa tohoto vynálezu

Vyhrievací plášť miešačky sa netemperuje. Do miešačky sa navážia všetky sypké suroviny v množstve a zložení ako v bode a tohoto príkladu. Po uzavretí miešačky sa cez dávkovací otvor pridá zmes zmäkčovadiel v množstve a zložení ako v bode a tohoto príkladu a náplň sa nechá postáť 1 až 2 minúty, aby zmäkčovadlá čiastočne vsiakli do sypkých zložiek. Náplň má teplotu 30 stupňov C. Potom sa miešačka uvedie do chodu a na prvom rýchlostnom stupni sa mieša do dosiahnutia teploty 90 °C, čo trvá 13 minút. Potom sa prepne na druhý rýchlostný stupeň a domieša sa do 130 °C, čo trvá ešte 11 minút.

Celkový čas miešania je 24 minút, pri spotrebe el. prúdu 3,705 kWh, čo zodpovedá 0,099 kWh/kg. Zmes sa potom ochladí v chladiacej nádobe iba na 80 °C, čo trvá len 3 minúty a spotrebuje sa pritom 75 litrov chladiacej vody o vstupnej teplote 15 °C a 0,24 kWh na pohon miešadla. Vodou sa odvedie 2 173 kJ tepla. Zamiešaná zmes je jemná, sypká, s aglomerátmi do 1,5 mm a má sypnú hmotnosť 1 105 g/liter. Táto zmes ani po 48 hodinovom uskladnení pri 80 °C nejaví sklon k zvýšenej aglomerácii a zostáva ľahko pohyblivá, sypká. Pre následné spracovanie sa ušetrí teplo 2 175 kJ = 0,605 kWh.

Celková energetická bilancia: 3,705 kWh + 0,240 kWh - 0,605 kWh = 3,340 kWh = 0,089 kWh/kg, čo je iba 45,5 % spotreby pri doterajšom postupe a znamená úsporu 54,5 % el. energie. Spotreba chladiacej vody je iba 2,0 l/kg a voči doterajšiemu postupu predstavuje 70 % úspory. Účinnosť premeny kinetickej energie na teplo je 32,6

percent, t. j. dvojnásobná voči doterajšiemu spôsobu.

Príklad 4

Na výrobu vrchnej vrstvy valcovanej podlahoviny je potrebná mäkčená zmes PVC o zložení:

70,8 hmot. % suspenzného PVC o K-hodnote 68, ďalej
0,3 hmot. % stearanu vápenatého,
0,2 hmot. % stearínu,
0,06 hmot. % pevného parafínu,
1,5 hmot. % titánovej beloby,
12,3 hmot. % di-2-etylhexylftalátu,
4,7 hmot. % di-2-etylhexyladipátu,
5,6 hmot. % chlórovaného parafínu,
2,8 hmot. % epoxydovaného esteru sójového oleja,
0,4 hmot. % ricínového oleja,
0,2 hmot. % medicínálneho vazelínového oleja a
1,14 hmot. % dibutylcínmaleinátu.

Zmes sa pripraví na fluidnej miešačke objemu 1 000 litrov, pri hmotnosti jednej násady 350,62 kg.

a) Doterajší spôsob prípravy zmesi

Vyhrievací plášť miešačky sa vytemperuje na 150 °C. Do miešačky sa cez automatickú váhu navážia sypké suroviny, a to:

248 kg suspenzného PVC (K = 68),
1,05 kg stearanu vápenatého,
0,70 kg stearínu,
5,25 kg titánovej beloby
a ručne sa pridá
0,20 kg parafínu (b. t. 53 °C).

Miešačka sa uvedie do chodu a na druhom rýchlostnom stupni sa mieša do dosiahnutia teploty 130 °C, čo trvá 9 minút. Potom sa dávkovacím čerpadlom behom 4 minút pridá 95,4 kg zmesi zmäkčovadiel pozostávajúcej zo:

43,24 kg di-2-etylhexylftalátu,
16,56 kg di-2-etylhexyladipátu,
19,70 kg chlórovaného parafínu,
9,91 kg epoxydovaného esteru sójového oleja,
1,34 kg ricínového oleja,
0,67 kg medicínálneho vazelínového oleja a
4,00 kg dibutylcínmaleinátu.

V miešaní sa bez prerušenia pokračuje až do dosiahnutia teploty 155 °C, pri stálom pozornom sledovaní zaťaženia motora. V prípade prekročenia 380 A je nutné prepnúť na I. rýchlostný stupeň, alebo zmes predčasne vypustiť do chladiacej nádoby. Pri domiešaní do 155 °C na II. stupni je cel-

kový čas miešania 21 minút, pri spotrebe el. prúdu 35,818 kWh = 0,102 kWh/kg. Zmes sa ochladí v chladiacej nádobe na 40 °C, čo trvá 17 minút a spotrebuje sa pritom 1 360 litrov vody o vstupnej teplote 15 °C a 8,5 kWh na pohon miešadla. Vodou sa odvedie 68 285 kJ tepla. Proces miešania je veľmi náročný na sústavnú pozornosť obsluhy. Hotová zmes je silne aglomerovaná so širokou distribúciou veľkostí aglomerátov od 0,1 do 60 mm.

Celková energetická bilancia: spotreba el. prúdu 44,318 kWh = 0,126 kWh/kg, spotreba chladiacej vody 3,88 l/kg a účinnosť premeny kinetickej energie na teplo je 53,0 percent.

b) Nový spôsob prípravy zmesi podľa tohoto vynálezu

Vyhrievací plášť miešačky sa netemperuje. Do miešačky sa nadávajú všetky sypké suroviny v rovnakom množstve a zložení ako v bode a tohoto príkladu. Potom sa miešačka uvedie do chodu na II. rýchlostný stupeň a súčasne sa začne s dávkovaním zmesi zmäkčovadiel v rovnakom množstve a zložení ako v bode a tohoto príkladu. Dávkovanie trvá 4 minúty a teplota náplne miešačky dosiahne pri skončení dávkovania zmäkčovadiel 65 až 70 °C. Miešanie pritom plynule pokračuje až do dosiahnutia konečnej teploty 145 °C, postačujúcej na vytvorenie žiadúceho stupňa aglomerácie, čo trvá 9 minút. Teplota počas celého miešania stúpa rovnomerne a zaťaženie prechádza plochým maximom s nekritickou hodnotou zaťaženia 290 až 330 A pri teplotách 130 až

140 °C, takže proces miešania je obsluhou ľahko ovládateľný.

Celkový čas miešania je 14 minút, pri spotrebe el. prúdu 22,924 kWh = 0,065 kWh na kilogram. Zmes sa za 7 minút ochladí v chladiacej nádobe na 80 °C a vypustí sa do zásobníka, z ktorého sa plynule odoberá na ďalšie spracovanie. Pri chladení sa spotrebuje iba 560 litrov vody o vstupnej teplote 15 °C a 3,5 kWh na pohon miešadla. Pripravená zmes má užšiu distribúciu veľkostí aglomerátov od 0,2 do 30 mm, čo je vhodné z hľadiska jej dopravy zvislým závitíkovým dopravníkom.

Celková energetická bilancia: spotreba el. prúdu na miešanie 22,924 kWh + spotreba na chladenie 3,500 kWh — úspora na nový ohrev 6,605 kWh = 19,819 kWh = 0,0565 kWh/kg, čo predstavuje úsporu 55,3 % el. prúdu voči doterajšiemu spôsobu, spotreba vody je iba 1,6 litra/kg, čo je o 59 % menej ako doteraz a účinnosť premeny kinetickej energie na teplo je 75,6 %. Ak uvedené údaje premietneme na výrobu 1 mil. m² podlahoviny/rok, kde je potrebné 577,5 ton zmesi pre vrchnú vrstvu, tak použitím nového spôsobu prípravy zmesi podľa tohoto vynálezu sa ušetrí 40,185 MWh elektrickej energie a 1 317 m³ chladiacej vody.

Uvedené príklady nijako neobmedzujú rozsah využitia vynálezu, len na tu uvedené mäkkčené PVC zmesi, ale majú iba na konkrétnych z praxe vzatých PVC zmesiach ukázať praktický postup pri príprave priemyselne bežne spracovávaných zmesí a ukázať dosiahnuteľnú výšku úspor energií.

PREDMET VYNÁLEZU

1. Spôsob prípravy mäkkčených PVC zmesí vo fluidných miešačkách, vyznačený tým, že zmäkčovadlá sa pridávajú do miešačky k sypkým zložkám PVC zmesi už pred začatím miešania, alebo po začatí miešania, avšak tak, aby ich pridanie bolo vykonané dokiaľ teplota miešaných zložiek nepresiahne 75 °C, s výhodou 50 °C a v miešaní sa pokračuje až do jeho ukončenia pri teplotách náplne miešačky 90 °C až 160 °C.

2. Spôsob prípravy mäkkčených PVC zmesí vo fluidných miešačkách podľa bodu 1, vyznačený tým, že po ukončení miešania sa zmes ochladí iba na takú teplotu v intervale 40 až 100 °C, pri ktorej už nedôjde u nepohybujúcej sa zmesi do 96 hodín k samovoľnému zvýšeniu stupňa aglomerácie, alebo samovoľne vzniknuté aglomeráty sa dajú rozrušiť uvedením zmesi do pohybu.