

(11) **EE 00705 U1**

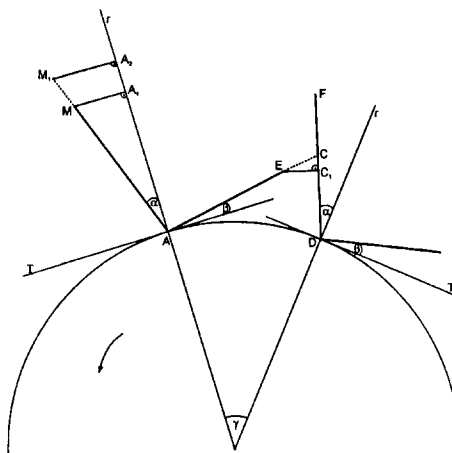
(51) Int.Cl.
B01J 8/10 (2007.10)
B02C 13/28 (2007.10)

(12) **KASULIKU MUDELI KIRJELDUS**

<p>(21) Registreerimistaotluse number: U200700062</p> <p>(22) Registreerimistaotluse esitamise kuupäev: 22.05.2007</p> <p>(24) Registreeringu kehtivuse alguse kuupäev: 22.05.2007</p> <p>(45) Kasuliku mudeli kirjelduse avaldamise kuupäev: 15.01.2008</p>	<p>(73) Kasuliku mudeli omanik: Helju Loit Kolde pst 78-84, 10321 Tallinn, EE</p> <p>(72) Kasuliku mudeli autor: Helju Loit Kolde pst 78-84, 10321 Tallinn, EE</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(54) **Voolava segu töötlemise meetod**

(57) Käesolev leiutus - voolava segu töötlemise meetod - kuulub masinaõpetuse valdkonda ja seda võib kasutada tehnoloogiamasinate tööorganite loomiseks kontsentreeritud kompleksväetiste, leheproteiini, söödapärmi ja aiaviljamehude tootmise jaoks tööstuslikes tingimustes ning puidurakkude fibrilleerimiseks ja tselluloosi pulpeerimiseks paberi-tööstuses. Leiutise eesmärk on luua meetod tööstusliku tehnoloogiamasina tööorgani konstruktiivsete elementide determineerimiseks stabiilse vesisuspensiooni tootmise jaoks. Püstitatud eesmärgi saavutamiseks rakendatakse eelsegatud ja doseeritud algsegule tehnoloogiamasina tööorganis järjestikuselt protsessid: rikošett - turbulents - nihe - kavitatsioon - pihustamine (RI-TUR-N-KA-P ehk RITURNKAP) 2-6 korda ajavahemiku 10^{-2} kuni 10^{-3} sek jooksul pöörleva tööorgani 750 - 12000 p/min toimel.



VOOLAVA SEGU TÖÖTLEMISE MEETOD

Käesolev leiutis, voolava segu töötlemise meetod, kuulub masinaõpetuse valdkonda ja seda võib kasutada tehnoloogiamasinate tööorganite loomiseks kontsentreeritud kompleksväetiste, leheproteiini, söödapärmi ja aiaviljamehude tootmise jaoks tööstuslikes tingimustes ning puidurakkude fibrilleerimiseks ja tselluloosi pulpeerimiseks paberitööstuses.

On teada pideva toimega suspensiooniosakeste peenendamise moodus, autoritunnistus SU283824, milles pöörlev ketas kiirendab suspensiooni, paiskab tilgad vastassuunas pöörlevale löökvõrele ja tekitab sellega tilgas hüdraulilise löögi ning tahke osakese peenenemise. Selle puuduseks on massi löökvõrest löögita ja nõrga löögiga läbivool, millest tuleneb peenendamise puudulikkus.

On teada makulatuuri- ja tselluloosisuspensiooni peenendamise moodus, autoritunnistus SU283823, milles suure surve all, 10–15 atm, mass juhitakse kollektorit mööda kavitaatorile, kus massis tekivad mullid, mis kavitaatorilt edasi liikudes lõhkevad ja tekitavad sellega kohalikud hüdraulilised löögid. Selle puuduseks on massi mittetäielik ja ebahütlane mullidesse kogunemine ning puudulik peenenduskvaliteet ja kõrgsurve olemasolu vajadus.

On teada pideva toimega vedeliku mehhaanilise pihustamise meetod, autoritunnistus SU[avaldus 10.05.83, nr 3520292/26], milles tekitatava vedelikupihu osakese suurus on süsteemi pöörlemiskiiruse, liikuva vedelikukihi paksuse, vedeliku füüsikaliste parameetrite ja vedelikuvoogude liikumist juhtivate konstruktiivsete parameetrite funktsioon ning võimaldab pihu suurust varieerida vahemikus $d_p = 10^{-2}$ – 10^{-8} m pöörlemiskiirusel 50 kuni 48000 p/min. Nimetatud meetodi puudujääk on see, et ta ei hõlma vedel- ja tahkefaasilise voolava segu töötlemiseks vajalikke tahkefaasi purustamise, lahustamise ja segamisprotsesse.

Leiutise eesmärk on luua meetod tööstusliku tehnoloogiamasina tööorgani konstruktiivsete elementide determineerimiseks stabiilse vesisuspensiooni tootmise jaoks.

Lähtesegu koosneb veest ja vees lahustuvast ning mittelahustuvast tahkefaasist kontsentratsioonil 5–60%, sealjuures tahkefaasi osakese algdiameeter on $d_{alg} \leq 9$ mm.

Nõutav töödeldud segu on stabiilne suspensioon, millel puudub sade ja selginenud vedelfaas ja mille vedelfaas on elektrolüüt üle 2 mol/l kontsentratsioonil ning milles lahustunud aine hüdraatkattega ionid paigutuvad üksteise suhtes ionidevahelise mõjuenergia ϕ toimel ja tahkefaas on hõljum, mille diameeter on $d_t = 10^{-2}$ – 10^{-3} mm.

$$\varphi = \pm e_+ e_- / l + A/l^9, \text{ kus}$$

+ on tõukuvuse märk

- tõmbumise märk

5 A – konstant, võrdeline elektronide arvuga aatomil

$e_+ e_-$ – ioonide elektrilised laengud

l – kaugus ioonide tsentrite vahel.

Püstitatud eesmärgi saavutamiseks rakendatakse eelsegatud ja doseeritud algsegule tehnoloogiamasina tööorganis järjestikusest protsessid: rikosett – turbulents – nihe –
 10 kavitatsioon – pihustamine (RI-TUR-N-KA-P ehk RITURNKAP) 2-6 korda ajavahemiku 10^{-2} kuni 10^{-3} sek jooksul pöörleva tööorgani 750–12000 p/min toimel.

RITURNKAP-masina tööorgan on ajami võllile kinnitatud vertikaalne rootor $r_R = 0,2-0,8m$, millesse doseeritakse algsegu võlli kohale, segu aksiaalliikumine piiratakse kahe vertikaalkettaga, töötlusprotsess teostatakse ketastele kontsentriiliste ringidena kinnitatud töölabadel ja
 15 valmissuspensioon viiakse rootorit ümbritsevast töökambrist välja rootorist väljuva massi kineetilise energia tööga.

Rootoris algsegu kiirendatakse rootori keskele kinnitatud radiaalsete kiirenduslabadega ja paisatakse segujaotusruumi, mis ulatub esimese töölabaringi siseraadiuseni r_1 .

Segu lõigatakse ühtlasteks voogudeks tööringi töölabadega. Töölaba võtab vastu ja töötleb
 20 segumassi elementaarmahu $V_{el} = L_{el} \cdot a \cdot h$ [mm³], kus

V_{el} – elementaarmaht;

L - töölaba pikkus; $L_{el} = 1$ mm;

a - töölaba aksiaalne tööpikkus;

h - töödeldava segukihi paksus labal (0,5–4 mm).

25 RITURNKAP-töötlus teostub töölaba pinnal liikuvast seguvoost, paksusega $h = 0,5-4$ mm, mille kohal on märg aur rõhuga 0,006–0,2 kg/cm³, vastavalt 0° kuni 50°C. Laba lubatud seadenurk raadiuse suhtes on 1°–24° ning segu ja töölaba kohtumisnurk φ_0 on teravnurk.

Töölaba aksiaalne laius on RITURNKAP-seadme tootlikkuse Q [$\frac{mm^3}{10^{-2} sek}$] funktsioon

raadiuse r_1 juures.

$$a = \frac{Q \cdot 10^{-2}}{2\pi r_1 \cdot h}, \text{ rahuldav tingimus } a \geq 2 d_{\text{alg}}$$

Töölabade arv esimesel tööringil on

$$z_1 = \frac{3\nu \cdot Q \cdot 10^{-2}}{h^3 \cdot a \cdot \omega^2 \cdot r_1 \cdot \cos \alpha}, \text{ kus } \nu = \frac{\eta}{\rho},$$

- 5 η – segu dünaamiline viskoossus mPa,
 ρ – segu tihedus g/cm³,
 ω – nurkkiirus,
 α – töölabade seadenurk.

- 10 Labasamm järgnevatel tööringidel on $\frac{2\pi r_1}{z_1}$ ja töölabade arv ringil n on z_n , mis arvutatakse

$$\text{seosest } z_n = \frac{r_n \cdot z_1}{r_1}.$$

Lisatud on joonis fig 1, millel on kujutatud töötlusele olulist mõju avaldavad rootori elemendid: töölabade seadenurk α , seguvoo suunaja nurk puutuja suhtes β , seguvoogu vastu võttev töölabapikkus $DC=L_1$, töölabade kogupikkus $DF=L$, suunaja kaugus töölabast $EC_1=H$,

- 15 pihustusruumi radiaalulatus A_1A_2 , töölabade radiaalulatus AA_1 , kesknurk kahe järjestikuse töölabade vahel γ ja seguvoosuunaja pikkus $AE=L_S$.

Laba tööpikkus on $L = 2L_1$, kus L_1 on labale langeva seguvoo ulatus.

$$L_1 = \frac{\sin\left(\frac{\alpha}{4} + \frac{180^\circ}{z}\right) \cdot \sqrt{2r^2(1 - \cos \gamma)}}{\sin\left(90^\circ + \frac{3\alpha}{4} - \frac{360^\circ}{z}\right)}$$

- 20 Seguvoo suunaja nurk puutuja suhtes on $\beta \leq \frac{\alpha}{4}$.

$$L_S = \frac{\left(\sqrt{2r^2(1 - \cos \gamma)} - \frac{H}{\cos\left(\alpha - \frac{180^\circ}{z}\right)}\right) \cdot \sin\left(90^\circ - \alpha + \frac{180^\circ}{z}\right)}{\sin\left(90^\circ + \frac{3}{4}\alpha - \frac{360^\circ}{z}\right)};$$

Tahkefaasi osake muudetakse hõljumiks läbimõõduga $d_t = 10^{-2}$ – 10^{-3} mm rikošett-põrkumisel labaga ning purustatud osakese pinnalt lahustamisega vedelfaasis.

Rakendatav töötlusenergia on $E_o = E_{löök} + E_{nihe}$, kus

$$E_{löök} = \omega r (\omega r + v' \cos \varphi_0 + v'' \sin \alpha) \quad \text{ja}$$

$$5 \quad E_{nihe} = \frac{\omega^4 r h^4 \cos^2 \alpha}{15 v^2}$$

Tahkefaasi granulomeetria muutub löögist

$$D_{il} = d_{alg} e^{-k_3 \Delta E},$$

kus K_3 on osakese suuruse vähenemise koefitsient;

ΔE rakendatud energia juurdekasv.

10 ning muutub vedelfaasi möödavoolamise iseloomust

$$\Delta d_t = K_1 (C_{12} - C_{40}) v \Delta t / h, \text{ kus}$$

K_1 on tahke osakese pindmise lahustumise kiirus;

C_{12} – vedelfaasi soojusmahtuvus;

C_{40} – vedelfaasi maksimaalne kontsentratsioon;

15 v – voolamiskiirus;

Δt – ajavahemik;

h – segukihi paksus.

Intensiivne lahustumine tekitatakse seguvoo turbulentsse voolamise keeristega. Seguvoo töölabaga kohtumisnurga φ_0 tõttu antakse segule töölabal liikuva seguvoo suunaga ristiolev

20 kiirusekomponent, mis annab voolule turbulentsse iseloomu. Töölabale langev seguvoog ja töölabale pinnal liikuv seguvoog lõikuvad ning nende segunemistee pikkus s on võrdne segukihi paksusega h töölabal. Lõikuvatele voogudele iseloomulikud mikrokeerised on peamised fenomenid ionidele hüdraatkatte tekitamisel.

Labaosal, mis on kaitstud pealelangeva seguvoo eest, tekib voolavas segukihis nihe, kus

25 töölabale pinnal on kiirus $v_{\text{labale}} = 0$, kihi pinnal $v_m = \frac{\omega^2 r_0 h^2 \cos \alpha}{2v}$ ja keskmiselt $v_{\text{sr}} = \frac{2}{3} v_m$.

Voolava segukihi kohal liigub märg aur, mille rõhk on $p = 0,006$ – $0,2$ kg/cm³, ja temperatuur 0°–50° C. Loetletud tingimustel tekib voolus kavitatsiooninähtus, millega põhjustatakse tahkete osakeste läbimõõduga $d_t \leq 0,1$ mm, s.h. taimsete rakkude peenendamine.

30 Labalt väljuv seguvoog pihustatakse märja auru säilitamiseks rootoris ning järgmise töötlusastme ettevalmistamiseks.

Töötlust korratakse n korda, kus $n = \frac{d_{alg} - d_{nõutav}}{d_{alg} - d_{il} + \Delta d_t}$ ja $r_n = r_{n-1} + 1,3L$.

5 Näide 1.

Leiutist on rakendatud loomsete söötade bioloogilise väärtuse tõstmise eesmärgil. Üheks levinud söodakomponendiks on söödapärmid. Pärmirakukesta purustamine on oluline, et saavutada pärmirakukeste omastatavus selles kättesaadavaks muudetava valgu-nukleiini kompleksi (VNK). Varasemad tööstuses kasutatud meetodid võimaldasid rakukestade purunemise massi 46–58% ulatuses. Leiutisele vastava seadmega saavutati pärmirakukestade X18H10T purunemine 98,4% ulatuses kõrgel tootlikkusel $Q = 40$ T/h vesisuspensiooni 1:1. RITURNIKAP-seadmega töödeldud söödapärmid uuriti broilerisööda komponendina ja hinnati kõrgekvaliteediliseks ning kõrgelt kasumlikuks. Koostati uued linnusöötade retseptid, mille aluseks sai RITURNIKAP-seadmega töödeldud pärmikomponent, mis kaitsti autori-tunnistusega nr SU1604332.

KASULIKU MUDELI NÕUDLUS

1. Voolava segu töötlemise meetod, milles kasutatakse pöörlevat seadet, mille pöörlemiskiirus on 750–12000 p/min ja pöörlemisaeg 10^{-2} kuni 10^{-3} sekundit, kusjuures töölabalt väljuva
5 voolava segu vedelfaas pihustatakse ja tekitatakse märg aur töölabade vahele, **mis erineb selle poolest**, et märja auru rõhk on 0,006–0,2 kg/cm³ ja temperatuur 0° kuni 50° C, kusjuures töölabal pinnal voolavas tahke- ja vedelfaasilises segukihis, mille paksus on 0,5–4 mm, tekitatakse täiendavalt rikošett, turbulents ja kavitatsioon, mille tulemusel saadakse stabiilne suspensioon või geel.
- 10
2. Meetod vastavalt punktile 1 **erineb selle poolest**, et töölabal pinnal voolava segu elementaarimaht löikub teravnurga all töölabale järjestikusest pealepaiskuvate ja segukihti h läbivate elementaarimahtudega ja tekitatakse löögid; löögiga tahkefaasi osakesed purustatakse, tekitatakse mass, mille liikumine töölabal saab ristioleva kiiruskomponendi suuna ja
15 voolamine muudetakse turbulentseks, tekitatakse makro- ja mikrokeerised, mille tulemusel tahkefaas lahustatakse ja ioonidele tekitatakse hüdraatkate.
3. Meetod vastavalt punktidele 1 ja 2 **erineb selle poolest**, et pealepaiskuva voolava segu eest kaitstud töölabal pinnal liikuva voo turbulents läheb üle nihkeks ja tekitatakse kavitatsioon,
20 millega purustatakse tahkefaasi osakesed, suurusega $d_t \leq 0,1$ mm, nagu taimerakud ja helmindid.
4. Meetod vastavalt punktile 2 **erineb selle poolest**, et töötlemisel tekkiv soojus tasakaalustatakse lahustumisel ja endotermilisel protsessil kaotatud soojusega.
- 25

1/1

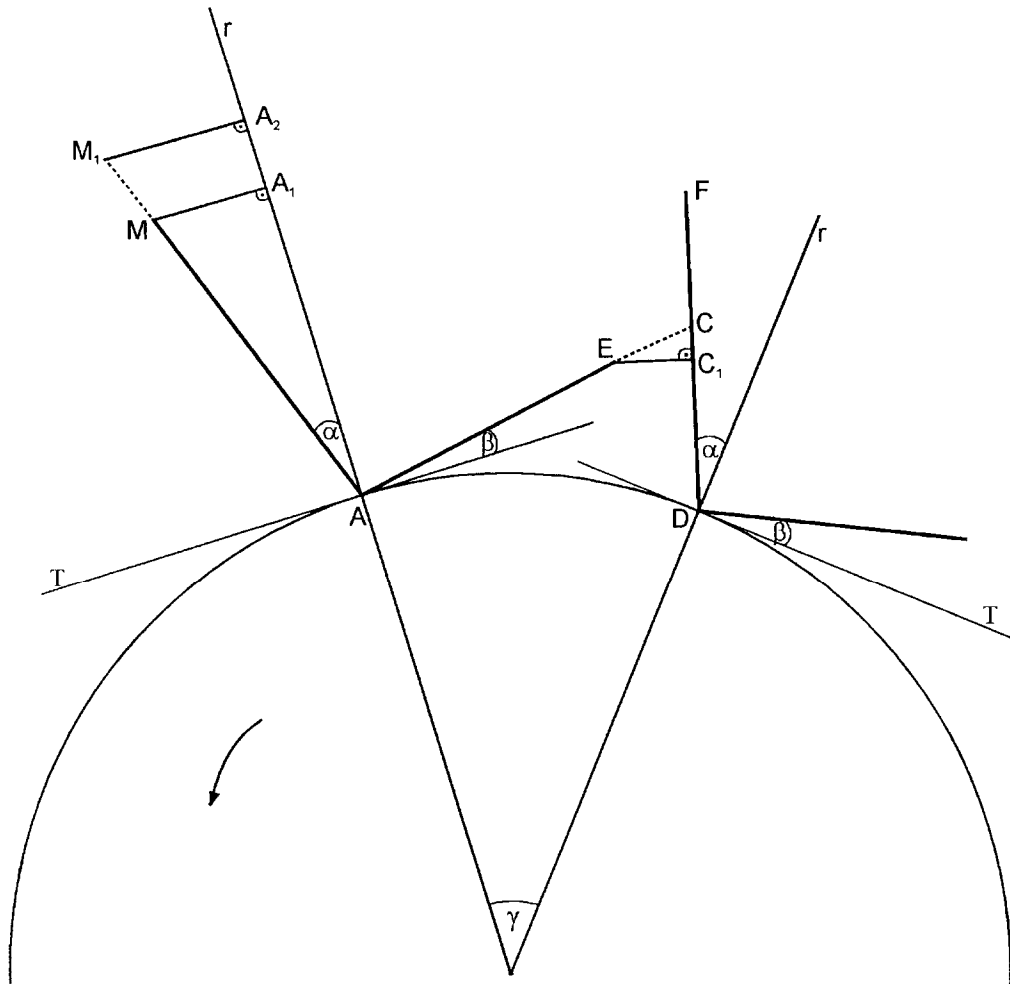


Fig. 1