



(19)



EESTI VABARIIK
PATENDIAMET

(11) **EE 201400022 A**

(51)

Int.Cl.

G01N 3/56 (2014.01)

G01N 19/02 (2014.01)

(12) **PATENDITAOTLUS**(21) Patenditaotluse number: **P201400022**(22) Patenditaotluse esitamise
kuupäev: **16.06.2014**(43) Patenditaotluse
avaldamise kuupäev: **15.01.2016**

(71) Patenditaotleja:

Tallinna Tehnikaülikool
Ehitajate tee 5, 19086 Tallinn, EE

(72) Leiutise autorid:

Maksim Antonov
Ehitajate tee 5, 19086 Tallinn, EE

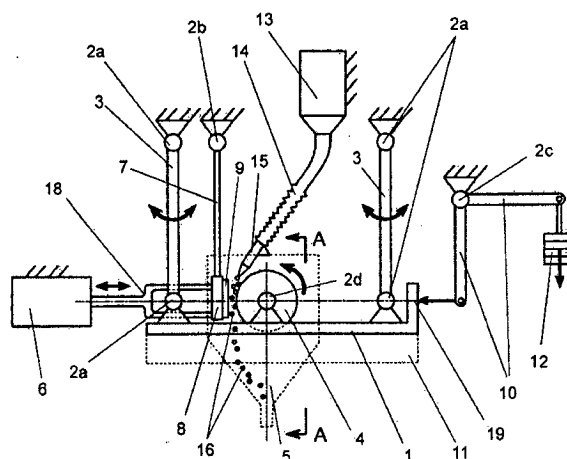
Renno Veinthal
Ehitajate tee 5, 19086 Tallinn, EE

Irina Hussainova
Ehitajate tee 5, 19086 Tallinn, EE

(54) **Katseseade materjalide abrasiivkulumise uurimiseks**

(57) Katseseade materjalide abrasiivkulumise uurimiseks reguleeritava löögienergia ja inertsiga on moodustatud löögi tekitamise mehhanismist, pendelsüsteemist ja koormamis-sõlmest inerts tekitamiseks, ja abrasiivhõõrdumise tekitamise mehhanismist. Löögitekitamise mehhanism on moodustatud vardast, mille otsa on kinnitatud kinnitusplaat koos katsekehaga, ja löögigeneraatorist kinnitusplaadile löögi andmiseks ja katsekeha surumiseks vastu platvormile kinnitatud pöörlevat ratast. Abrasiivhõõrdumise tekitamiseks katsekeha ja ratta vahel juhatakse nende vahele abrasiivmaterjal.

(57) The device with adjustable energy of impact and inertia for abrasive wear testing consists of a system to provide impact, a loading system and a pendulum platform enabling adjustment of inertia and a system to provide abrasive wear. The system to provide impact is composed of a fixation plate with test sample suspended with the help of rods and an impact generator providing impacts to the fixation plate and pressing the test sample against the rotating wheel. In order to provide the abrasive wear conditions the abrasive powder is introduced between the test sample and the wheel.



KATSESEADE MATERJALIDE ABRASIIVKULUMISE UURIMISEKS

TEHNIKAVALDKOND

Käesolev leiutis kuulub triboloogia, täpsemalt materjalide testimise ning nende hõõrdumise ja abrasiivkulumise mõõteseadmete valdkonda.

5 TEHNIKA TASE

Mitmesuguste materjalide kulumise ja teiste hõõrdumisega seotud omaduste mõõtmisseadmetest on üldtuntud ASTM G65 põhinevale standardile vastavad tribomeetrid. Üldtuntud kulumisseadmeid on näiteks kirjeldatud D. Katushini, M. Antonovi, T. M. Vu, D.-L. Yungi artiklis „Laboratory Testing of Materials for Tunnel Boring Machine Drag Bits“ (13th International Symposium, Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering, Estonia, Pärnu, 2013). Olemasolevatel katseseadmetel puudub lisalöögi tekitamise võimalus.

Tehnika tasemest lähimateks teadaolevateks lahendusteks kulumise ja teiste hõõrdumisega seotud omaduste mõõtmiseks on näiteks M. Antonovi, I. Hussainova, E. Adobergi artiklis „Effect of loading system inertia on tribological behaviour of ceramic–ceramic, ceramic–metal and metal–metal dry sliding contacts“ (Tribology International 65 (2013) 207–214, 11 April 2013) kirjeldatud pendel-tüüpi kulumisseade, mis on moodustatud raamist, mootoriga ühendatud pöörlevast kettast, mille vastu surutakse katsekeha, mõõtesensoritest, raamiga ühendatud koormamise süsteemist, vibratsiooni mõõtjast, pendli raskustest. Antud seade võimaldab mõõta erinevate materjalide vahelist kulumist ja hõõrdumist, kuid seda piiratud tingimustes. Oli leitud, et koormamissüsteemi inerts mõju võib põhjustada kuni kuuekordse kulumisintensiivsuse. Keerulistes tingimustes võivad lisaks omavahelisele hõõrdumisele materjalidele (katsekehadele) mõjuda veel mitmed muud jõud, näiteks nende kahe omavahel hõõrdumises oleva materjali vahele satub veel mingi muu materjali osakesi (näiteks liiva, metalli, kivimeid, vm), lisaks hõõrdumisele mõjutab materjalide kulumist või purunemist löök, inerts. Antud seadme puuduseks on, et see ei võimalda mõõta abrasiivsest kulumisest, löögist ja inertsist tulenevaid mõjusid hõõrdkontaktis olevatele materjalidele.

LEIUTISE OLEMUS

Käesoleva leiutise eesmärgiks on välja pakkuda seade, mis erinevalt senituntud lahendustest lisaks tavapärasele materjalide vahelisele hõõrdumise ja kulumise mõõtmisele ning testimisel võimaldaks mõõta ja testida nii abrasiivset toimet kui ka
5 kindla energiaga löögist ja inertsist tekkivat toimet uuritavatele materjalidele.

Leiutise eesmärk on saavutatud katseseadme materjalide abrasiivkulumise uurimise (edaspidi katseseadme) abil, millele lisaks hõõrdumisele on lisatud abrasiivhõõrdumise ning löögi tekitamise mehhanism ja mille koormamissüsteemi inerts on reguleeritav tänu pendelkonstruktsioonile. Löögi lisamisega saavutatakse
10 näiteks ehituses või kaevanduses kasutatava puuri otsaga sarnased tingimused. Inerts omakorda mõjutab kulutamismehhanismi, mille tulemusena saavutatakse kuni kuuekordne erinevus katsetulemustes.

Reguleeritava löögienergia ja inertsiga katseseade on moodustatud löögi tekitamise mehhanismist, pendelsüsteemist ja koormamissõlmest inertsiga suuruse
15 muutmiseks ja abrasiivhõõrdumise tekitamise mehhanismist. Löögi tekitamise mehhanism on moodustatud löögigeneraatorist ja vardast löögienergia edasiandmiseks, mille otsa on kinnitatud kinnitusplaat koos katsekehaga, mida surutakse vastu platvormile kinnitatud pöörlevat ratast. Abrasiivhõõrdumise tingimuste esilekutsumiseks katsekeha ja ratta vahel juhitakse nende vahele
20 abrasiivmaterjal.

Käesolevale leiutisele vastav katseseade võimaldab uurida löögi mõju kulumisintensiivsusele abrasiivsetes tingimustes. Haprad materjalid ei sobi reeglina kasutamiseks löögi tingimustes. Katseseade võimaldab valida optimaalsete (kõige madalama kulumisintensiivsusega) omadustega (kõvadus,
25 sitkus, elastsusmoodul, mikrostruktuur) materjali.

JONISTE LOETELU

Joonisel FIG 1 on kujutatud käesolevale leiutisele vastava katseseadme põhimõtteskeem;

Joonisel FIG 2 on joonisel FIG 1 kujutatud kulumisseadme vaade A-A;

30 Joonisel FIG 3a on joonisel FIG 1 kujutatud kulumisseadme löögi tekitamise mehhanism;

Joonisel FIG 3b on joonisel FIG 1 kujutatud kulumisseadme pendelsüsteem, koormamissõlm ja abrasiivhõõrdumise tekitamise mehhanism.

LEIUTISE TEOSTAMISE NÄIDE

Joonisel FIG 1 kujutatud käesolevale leiutisele vastav katseseade reguleeritava
5 löögienergia ja inertsiga on moodustatud abrasiivhõõrdumise tekitamise mehhanismist, löögi tekitamise mehhanismist, pendelsüsteemist ja koormamissõlmest ning sisaldab raami ehk platvormi 1, laagreid 2, pendleid 3, völliile kinnitatud metallist rattast 4, kambrit 5, löögigeneraatorit 6, varrast 7, varda 7 otsa kinnitatud katsekeha kinnitusplaati 8 ja kinnitusplaadile 8 jäigalt kinnitatud
10 katsekeha 9, koormuse ülekande mehhanismi 10, platvormi 1 lisakaalu 11, koormuse ülekande mehhanismi 10 raskusi 12, abrasiivi 16 anumast 13 koos voolikuga 14, millel on düüs 15, mootorit 17, elastset ühendust 20.

Laagrid 2 hõlmavad pendlite 3 laagreid 2a, varda 7 laagreid 2b, koormuse ülekande mehhanismi 10 laagreid 2c, ratta 4 laagreid 2d. Platvormile 1 on jäigalt
15 kinnitatud laagritega 2a pendlid 3, völliile laagritega 2d kinnitatud metallist rattas 4, mis on ümbritsetud tolmu levimise vähendamiseks kambriga 5. Kambrisse 5 on juhitud abrasiivi 16 vooliku 14 düüs 15. Katsekeha 9 on varda 7 kinnitusplaadile 8 kinnitatud eelistatult jäigalt. Varras 7 on vajalikku minimaalset liikumist võimaldav horisontaalses suunas.

20 Katseseadme löögi tekitamise mehhanism on moodustatud vardast 7, mis ühest otsast on ühendatud laagritega 2b ja mille teise otsa on kinnitatud katsekeha 9 kinnitusplaadile 8 ja löögigeneraatorist 6, millele on lisatud otsak 18 kinnitusplaadile 8 löögi andmiseks.

Katseseadme pendelsüsteem on moodustatud pendlitest 3, mis on ühendatud
25 laagritega 2a, kusjuures pendlite 3 ülemine ühendus laagritega 2a on jäik ühendus ja pendlite 3 alumise laagritega 2a ühenduse kaudu on pendlid 3 ühendatud platvormiga 1.

Katseseadme abrasiivhõõrdumise tekitamise mehhanism on moodustatud abrasiivi 16 anumast 13 ja anumaga 13 ühendatud voolikust 14, millele on lisatud
30 düüs 15.

Katseseadme koormamissõlm on moodustatud koormuse ülekande mehhanismist 10, mis on jäigalt ühendatud laagritega 2c ja mille ühte otsa on lisatud raskus 12 ja mille teine ots raskuse 12 mõjul liigub platvormi 1 otsa 19 vastu surudes platvormi 1 abrasiivhõõrdumise ning löögi tekitamise mehhanismi suunas.

- 5 Pendelsüsteemi, abrasiivhõõrdumise tekitamise mehhanismi ja koormamissõlme inertsi, mis mõjutab kulumisprotsessi, reguleerimiseks on katseseadmele lisatud lisakaal 11.

Käesolevale leiutisele vastava katseseade käivitamisel käivitatakse löögigeneraator 6. Löögigeneraatori 6 käivitamisel tekitatakse lööktoime pannes 10 löögigeneraatori 6 otsak 18 edasi-tagasi liikuma etteantud sagedusel vastu kinnitusplaati 8 surudes, samaaegselt surudes katsekeha 9 vastu pöörlevat ratast 4. Samal ajal juhitakse abrasiiv 16 anumast 13 läbi vooliku 14 düüsi 15 katsekeha 9 ja pöörleva ratta 4 vahele.

15 Löögigeneraatorist 6 tingitud jõu mõjul pannakse edasi-tagasi liikuma ka pendlitega 3 ühendatud platvorm 1, millele samal ajal mõjub platvormi 1 otsale 19 raskuse 12 mõjul koormuse ülekande mehhanism 10. Platvormi 1 liikumise intensiivsus on piiratud koormuse ülekande mehhanismi 10 ja sellele lisatud raskuse 12 mõju ja inertsiiga.

20 Abrasiivi 16 materjalina kasutatakse eelistatult erinevate fraktsioonidega kvartsiiva, kuid sõltuvalt vajadusest katseseadme erinevates teostustes ka näiteks graniiti, SiC, metallipuru või mõnda muud suure kõvadusega ainet.

25 Pöörlemismomendi edastamiseks pannakse võll pöörlema mootori ühendatud redukoriga 17 abil, kusjuures mootor 17 on kinnitatud platvormile 1 või asub leiutise eelisteostuses platvormist 1 väljaspool ja ühendatud elastse ühenduse 20 abil.

30 Koormuse ülekandemehhanismist 10 ja raskusest 12 on moodustatud koormamissõlm. Teises alternatiivses teostuses on koormamissõlmene kasutatud pneumo- või hüdro silindrit surve reguleerimiseks. Pendlitest 3, pendli 3 laagritest 2a ja platvormist 1 koos lisakaaluga 11 on moodustatud pendelsüsteem. Kolmandas alternatiivses teostuses on platvormi pendlisüsteem asendatud kinnitamisega juhtsiinidele hermeetiliste pneumolaagritega abil.

Pendelsüsteem pannakse löögigeneraatori 6 otsakuga 18 läbi kinnitusplaadi 8 antavast löögist ja koormamissõlme raskusest tingitud inertsist edasi-tagasi liikuma. Raskuse mõjul liigub platvorm 1 koos rattaga 4 katsekeha 9 suunas koos kambri 5 ja düüsiga 15.

- 5 Löögigeneraatorina 6 kasutatakse näiteks elektropneumaatilist mehhanismi, millega tekitatakse löögid kindla etteantud energia väärtusega (J) ja kindla etteantud sagedusega (Hz) sõltuvalt, millist olukorda materjalide katsetustes soovitakse jäljendada. Nende ja teiste käesolevale leiutisele vastava katseseadme töötamise parameetrite valik sõltub sellest, millise kasutusvaldkonna (näiteks
- 10 erinevad tööstuse valdkonnad, põllumajandus, kivipuurid, jm) katsekehaga teste tehakse, et jäljendada reaalselt olukorda. Vastavalt reguleeritakse löögienergiat, raskust, abrasiivi.

Löögigeneraator 6 võib töötada pidevalt (näiteks kui testitakse puuri jaoks kasutatavaid materjale), mittepidevalt või mingil ajahetkel töötab, mingil ajahetkel

15 mitte vastava graafiku järgi (näiteks 5 min töötab löögiga, 1 min ilma löögita). Kui löögigeneraator 6 on sisse lülitatud, siis platvorm 1 liigub inertsitõttu vähe. Tänu löögi kasutamisele saavutatakse käesoleva katseseadmega kuni 50% suurem kulumisintensiivsus kui senituntud lahendused seda võimaldavad.

Katsetatavad katsekehad võivad olla näiteks terased, kõvad plastmassid,

20 keraamilised- või komposiitmaterjalid.

Kui ratta 4 materjalina on kasutatud näiteks pehmemat materjali (näiteks teras), siis löögi tõttu ratta 4 väliskihit täidetakse abrasiiviga (s.o. abrasiivosakesed tungivad ratta väliskihi pinda). Sellisel juhul tekitatakse ratta 4 pinna peal löögi abil uus kulumiskindel materjal, mis vähendab ratta kulumisintensiivsust. Sobiva

25 materjali valikul võimaldab see paremini jäljendada katsekehade reaalselt töökeskkonda ning testida katsekehade valmistamiseks kasutatavaid materjale. Alternatiivses teostuses on ratas valmistatud näiteks keraamilisest materjalist.

Käesolevale leiutisele vastava katseseadme eelisteostuses on kasutatud järgmisi parameetreid:

- 30
- ratta 4 läbimõõt vahemikus 30-300 mm ja laius vahemikus 4-40 mm (vähem kui 3 mm laiusega ratta 4 kasutamisel võib süsteemi jäikus olla ebapiisav);
 - löögienergia vahemikus 2-100 J;

6

- koormus vahemikus 1-200 kg (10-2000 N);
 - inerts vahemikus 3-500 kg (30-5000 N);
 - ratta 4 joonkiirus vahemikus 0,1-20 m/s;
 - generaatori sagedus vahemikus 1-1000 Hz;
- 5
- abrasiivi suurus vahemikus 0,05 – 5 mm;
 - abrasiivi läbijooksmise kiirus vahemikus 10-2000 g/min, eelistatult ligikaudu 300 g/min.

Kui leiutise alternatiivses teostuses kasutatakse näiteks keraamilist ratast 4, siis võidakse loobuda abrasiivi kasutamisest.

- 10 Käesolevale leiutisele vastava katseseadme täiendavaks selgitamiseks on joonisel FIG 3a kujutatud eraldi katseseadme löögi tekitamise mehhanism ning joonisel FIG 3b on kujutatud katseseadme pendelsüsteem koos koormamissõlmega ja abrasiivhõõrdumise tekitamise mehhanismiga.

PATENDINÕUDLUS

1. Katseseade materjalide abrasiivkulumise uurimiseks, mis sisaldab platvormi (1), laagreid (2), pendleid (3), ratast (4), koormuse ülekande mehhanismi (10), koormuse ülekande mehhanismi (10) raskusi (12), mootorit (17) ja on moodustatud pendelsüsteemist ja koormamissõlmest, mis **erineb** selle poolest, et kulumisseadmele on lisatud löögi tekitamise mehhanism, ja et pendelsüsteem sisaldab platvormile (1) laagrite (2d) kaudu võllile kinnitatud ratast (4), mis on ümbritsetud kambriga (5), kuhu on ühendatud abrasiivhõõrdumise tekitamise mehhanism.
- 10 2. Katseseade vastavalt nõudluspunktile 1, mis **erineb** selle poolest, et löögi tekitamise mehhanism on moodustatud vardast (7), mis ühest otsast on ühendatud laagritega (2b) ja mille teise otsa on kinnitatud katsekeha (9) kinnitusplaat (8) ja löögigeneraatorist (6), millele on lisatud otsak (18) kinnitusplaadile (8) löögi andmiseks ja katsekeha (9) vastu pöörlevat ratast (4) surumiseks.
- 15 3. Katseseade vastavalt nõudluspunktile 1, mis **erineb** selle poolest, et abrasiivhõõrdumise tekitamise mehhanism on moodustatud abrasiivi (16) anumast (13) ja anumaga (13) ühendatud voolikust (14), millele on lisatud düüs (15).
4. Katseseade vastavalt nõudluspunktile 1, mis **erineb** selle poolest, et kulumisseadme löögienergia ja inerts on reguleeritav.
- 20 5. Katseseade vastavalt nõudluspunktile 1, mis **erineb** selle poolest, et inertsit reguleerimiseks on lisatud lisakaal (11).

1/2

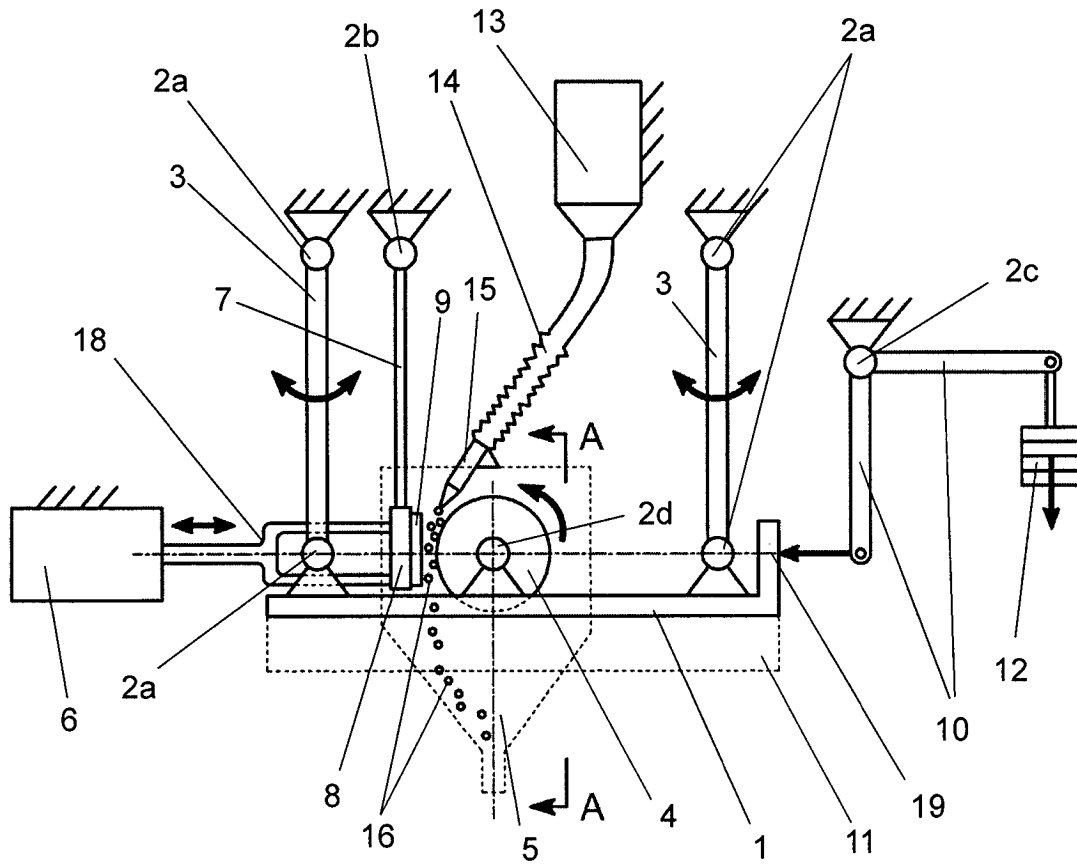


FIG 1

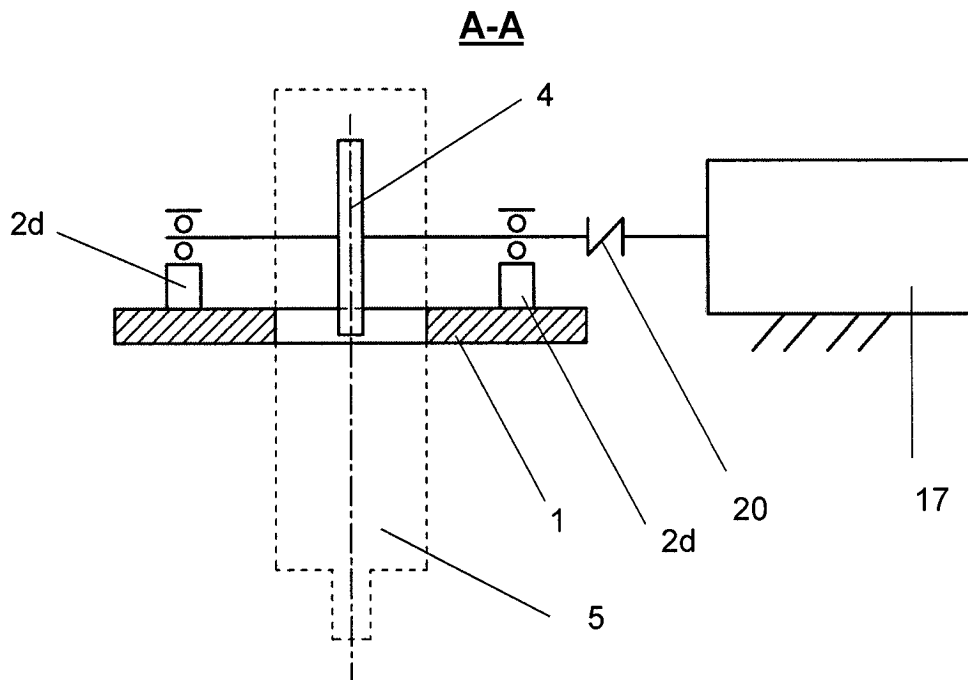


FIG 2

2/2

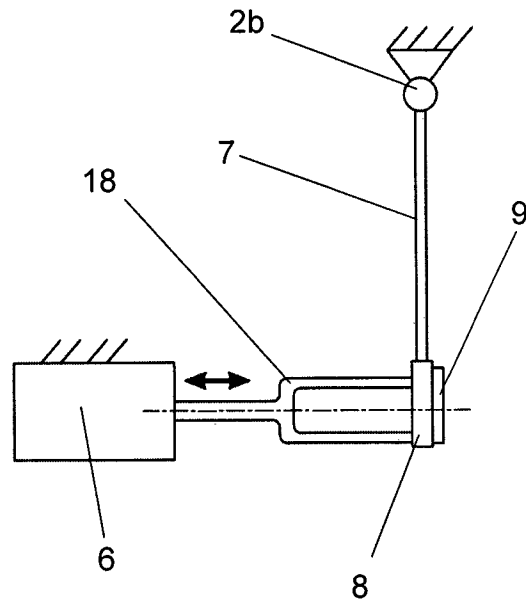


FIG 3a

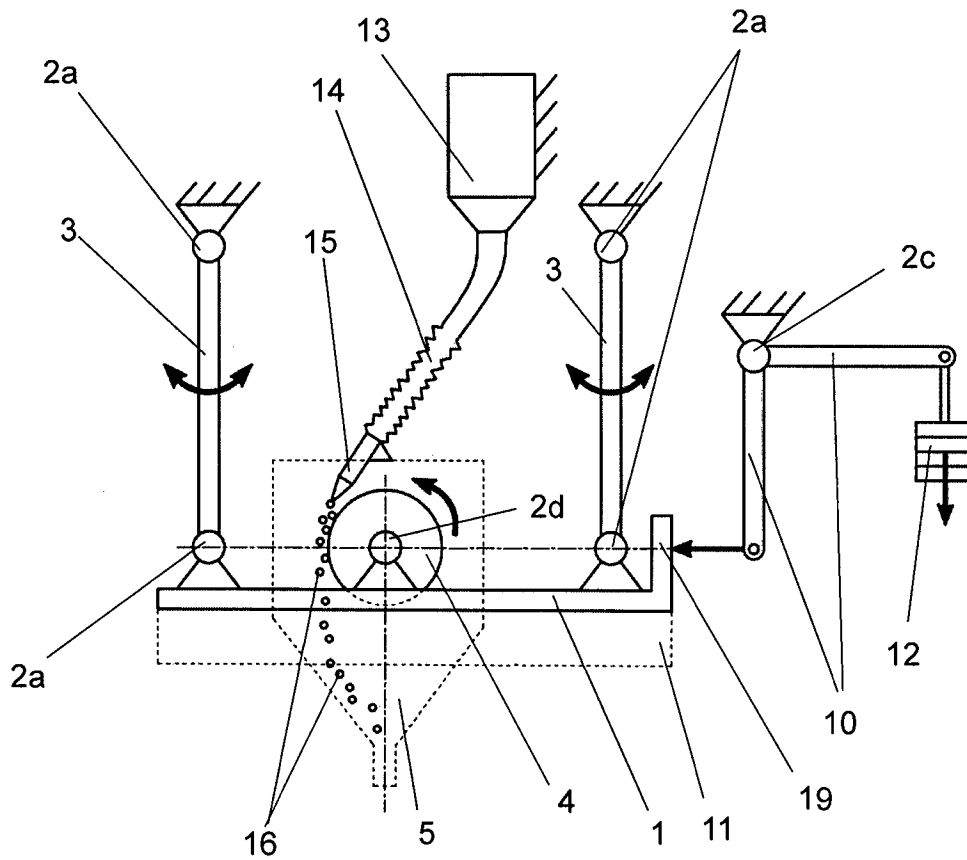


FIG 3b