



C (45) Patenttihallitus
Patentti- ja rekisterihallitus
P.O. Box 300, FIN-00031
Helsinki, Finland

(51) Kv.lk./Int.Cl.⁴ G 01 N 11/00

SUOMI-FINLAND

(FI)

**Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen**

(21) Patentihakemus - Patentansökning	863993
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	02.10.86
(23) Alkupäivä - Giltighetsdag	02.10.86
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	31.03.88
(86) Kv. hakemus - Int. ansökan	
(32) (33) (31) Pyydetty etuoikeus - Begärd prioritet	

(71) Ilmari Paakkinen, Moinsalmi, 57230 Savonlinna, Suomi-Finland(FI)

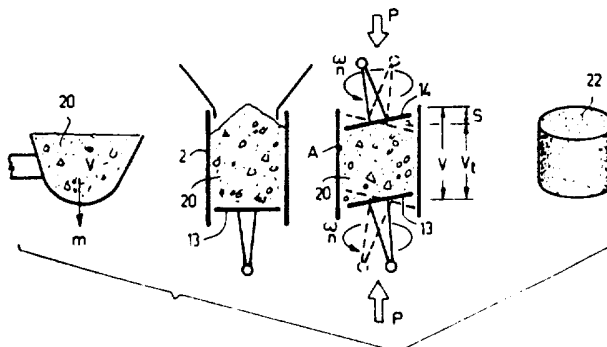
(72) Erik Torsten Nordenswan, Oslo, Norja-Norge(NO)
Heikki Olavi Rantanen, Toijala, Ilmari Paakkinen, Savonlinna,
Suomi-Finland(FI)

(74) Oy Kolster Ab

(54) Menetelmä muokkautuvien aineiden ominaisuuksien, erikoisesti plastisten ja reologisten ominaisuuksien mittaamiseksi - Förfarande för mätning av egenskaper hos formbara material, särskilt plastiska och reologiska egenskaper

(57) Tiivistelmä

Keksintö koskee menetelmää muokkautuvien aineiden, kuten tuoreen betonin raemaisten ja jauhemaisten massojen ja jäykkien nesteiden, ominaisuuksien, erikoisesti plastisten ja reologisten ominaisuuksien mittaamiseksi. Menetelmän mukaisesti massasta otetaan painoltaan tunnettu näyte (20), saatetaan näyte muokkausvaikutuksen alaiseksi ja todetaan näytteen kokoonpuristumisen (S) ja siihen käytettyjen työkierrosten määrä. Jotta mitattavan aineen käyttäytyminen hallittaisiin tarkasti mittauksen aikana ja saataisiin täsmälliset ja luotettavat mittaustulokset näytettä (20) puristetaan kahdelta vastakkaiselta suunnalta vakiovoimalla (P), muokataan vakiopuristuksen alaisena kahden keskenään yhdensuuntaisen, asentoaan kiertyvästi vaihtuvan kaltevan tason (13, 14) välissä, mitataan näytteen tilavuus (V ja V_t) muokkauksen alussa ja määrättyjen työkierrosten (n) jälkeen, ja mitataan kaltevien tasojen (13, 14) kiertymistä vastustavan momentin suuruus näytteestä ainakin yhdellä tietyllä näytteen leikkainopeudella, joka riippuu kaltevien tasojen kiertämisnopeudesta ja niiden kaltevuuskulmasta.



(57) Sammandrag

Uppfinningen avser ett förfarande för mätning av egenskaper, särskilt plastiska och reologiska egenskaper hos formbara material såsom våta korniga och pulverartade betongmassor och styva vätskor. Enligt förfarandet tas ur massan ett prov (20) med bekant vikt, som sätts under bearbetning, varefter provets komprimering (S) och därtill krävda bearbetningsvarv observeras. För att behärska materialets uppträdande under mätningen och erhålla noggranna och pålitliga mätresultat sammanpressar man provet (20) med en konstant kraft (P) från två motsatta sidor och bearbetar det under konstant tryck mellan två sinsemellan parallella, lutande plan (13,14), som vridande byter läge, mäter provets volym (V och V_t) i början av bearbetningen och efter ett visst antal (n) bearbetningsvarv samt mäter storleken av det moment, som motarbetar vridningen av de lutande planen (13,14), under åtminstone en viss skärhastighet i provet, vilken är beroende av de lutande planens vridningshastighet och deras lutningsvinkel.

Menetelmä muokkautuvien aineiden ominaisuuksien, erikoisesti plastisten ja reologisten ominaisuuksien mittaamiseksi

5 Tämän keksinnön kohteena on menetelmä muokkautuvien aineiden, kuten tuoreen betonin, raemaisten ja jauhemaisten massojen ja jäykkien nesteiden ominaisuuksien, erikoisesti plastisten ja reologisten ominaisuuksien mittaamiseksi, jonka menetelmän mukaisesti

- 10 - massasta otetaan painoltaan tunnettu näyte,
- saatetaan näyte muokkausvaikutuksen alaiseksi ja
- todetaan näytteen kokoonpuristuma ja käytettyjen työkierrosten määrä.

15 Plastisiin aineisiin, kuten betoniin, voidaan soveltaa Binghamin teoriaa muutosvastuksen riippuvuudesta aineen leikkausnopeudesta. Sen mukaan plastisella materiaalilla on myötöraja eli tietty minimileikkausjännitys, joka vaaditaan pysyvän muodonmuutoksen aikaansaamiseksi, sekä leikkausnopeudesta riippuva plastinen viskositeetti.

20 Plastisen ja reologisten ominaisuuksien, kuten myötörajan ja plastisen viskositeetin mittaaminen olisi hyödyllistä, sillä näiden suureiden avulla voidaan arvioida betonin käyttäytymistä sekä valettavuuden että tiivistettyvyyden suhteen. Koska valettavuutta kuvaamaan käytetään yleisesti betonikartion painumaa, on esimerkiksi tehonotkistimia tai silikaa käytettäessä valmistauduttava suurempaan painuma-arvoon kuin ilman näitä lisäaineita, jotta saavutettaisiin sama työstettävyys. Tämä johtuu siitä, että nämä lisäaineet lisäävät plastista viskositeettia mutta eivät myötörajaa. Toisin sanoen betoni, jossa on esimerkiksi silikaa, omaa normaalin muodonmuutosvastuksen alhaisilla leikkausnopeuksilla painuma-mittauksessa, mutta suuren vastuksen tärytyksessä esiintyvillä leikkausnopeuksilla.

35 Notkeiden betonimassojen plastisten ja reologisten

ominaisuuksien mittaamiseksi eri leikkausnopeuksilla tunnetaan menetelmä, jossa astiassa vapaasti olevaa betonia hämmennetään useammalla eri nopeudella ja mitataan hämmennämistä vastustava voima. Huonosti hallittujen virtausten johdosta on tarpeen käyttää epälineaarista nopeusasteikkoa. Tällöin myös leikkausnopeuskenttä on voimakkaasti epähomogeeninen eikä mittausta anna luotettavaa tulosta, jos betonilaadut voimakkaasti poikkeavat toisistaan. Siis tämä menetelmä ei anna luotettavaa mittaustulosta edes notkeille betonimassoille.

Tämän keksinnön tarkoituksena on aikaansaada menetelmä, joka välttää edellä mainitut epäkohdat ja mahdollistaa muokkautuvien aineiden plastisten ja reologisten ominaisuuksien täsmällisemmän mittaamisen. Tämä tarkoitus saavutetaan keksinnön mukaisella menetelmällä, jolle on tunnusomaista se, että puristetaan näytettä kahdelta vastakkaiselta suunnalta vakiovoimalla; muokataan näytettä vakiopuristuksen alaisena kahden keskenään yhdensuuntaisen, asentoaan kiertyvästi vaihtavan kaltevan tason välissä; mitataan näytteen tilavuus tiivistymisen alussa ja määrättyjen työkierrosten jälkeen; ja mitataan kaltevien tasojen kiertymistä vastustavan momentin suuruus näytteesä ainakin yhdellä tietyllä näytteen leikkausnopeudella, joka riippuu kaltevien tasojen kiertämisnopeudesta ja niiden kaltevuuskulmasta.

Keksintö perustuu siihen ajatukseen, että betonimassan plastisten ja reologisten ominaisuuksien määrittäminen suoritetaan koneellisesti tarkasti samanlaisissa, eri näytteitä varten toistettavissa olevissa olosuhteissa, jolloin näistä ominaisuuksista saadaan aina luotettava tieto.

Mittaustapahtuman aikana näytteen leikkausnopeudet ovat tarkkaan määriteltäviä ja homogeenisia. Tämä mahdollistaa luotettavasti toistokelpoisten ja betonitutkimuksen kannalta fysikaalisesti hallittujen mittaustulosten

saamisen betoninäytteistä.

Keksinnön mukaisen menetelmän ansiosta on mahdollista näytteestä tutkittujen plastisten ja reologisten ominaisuuksien perusteella heti korjata valmistettavan betonimassan koostumus betonisekoittimessa sellaiseksi, että valetun tuotteen ominaisuudet tulee halutuksi. Täten voidaan välttää valmiiden tuotteiden hylkäämistä ja siihen liittyvää hukkatyötä. Jäykän betonimassan plastisia ja reologisia ominaisuuksia voidaan tutkia yhtä täsmällisesti kuin tähän asti on ollut mahdollista tutkia vain notkeita massoja. Keksinnön mukainen menetelmä soveltuu siten erikoisen hyvin betonituotteiden valmistuksen ohjaamiseen.

Keksintöä selitetään lähemmin seuraavassa viitaten oheisiin piirustuksiin, joissa

kuvio 1 esittää edestä nähtynä keksinnön mukaisessa menetelmässä käytettävän laitteiston erästä yksityiskohtaista rakennetta täyttöasennossa,

kuviot 2 ja 3 esittävät laitteistoa leikkauksina pitkin kuviossa 1 olevaa viivaa II - II ja vastaavasti viivaa III - III,

kuvio 4 esittää suuremmassa koossa aksiaalileikkauksena laitteiston tiivistyssäiliötä tiivistysmäntineen käyttöasennossa,

kuvio 5 esittää keksinnön mukaisen menetelmän eri suoritusvaiheita.

Kuvioissa 1 - 4 esitettyyn laitteistoon kuuluu rungon 1 varaan kiinnitetty pystyasentoinen tiivistyssylinteri 2 ja sylinterin alapään sulkeva alempi tiivistysmäntä 3, joka on kiinnitetty pyörivälle pystyakselille 4. Tiivistyssylinterin yläpuolella olevaan kelkkaan 5, joka on laakeroitu runkoon pystysuunnassa liukuvasti, on pyörivästi laakeroitu pystyakseli 6, johon on kiinnitetty tiivistyssylinterin yläpään sulkeva ylempi tiivistysmäntä 7. Pystyakseli 6 on kiinnitetty rungon varaan asenne-

tun hydraulisyylinterin 8 männänvarteen, jonka avulla kelkka mäntineen on liikuteltavissa pystysuunnassa.

Rungon alusta kannattaa vaihteistoa 9, joka on kytketty alemman tiivistysmännän pystyakseliin 4 ja ylemmän tiivistysmännän pystyakseliin 6 väliakselin 10 ja välityspyörästön 11 välityksellä siten, että molemmat pystyakselit pyörivät samalla kierrosluvulla. Vaihteistossa on useita eri välityssuhteita ja sitä pyörittää sähkömoottori 12.

10 Kumpikin tiivistysmäntä muodostaa pyöreän levyn 13 vast. 14, joka sijaitsee kaltevasti pystyakseliin nähden. Molemmat männät on laakeroitu akseleihin vinosti siten, että niiden levyt 13, 14 sijaitsevat keskenään yhdensuuntaisesti, kuten kuvioista 1 ja 2 ilmenee.

15 Laitteistoon on liitetty mittaristo 15, jossa on mm. osoittimet 16 - 18 hydraulisyylinterin 8 paineelle, tiivistysmäntien kierroslukumäärälle ja kelkan siirtymälle. Rungon kylkeen on kiinnitetty asteikko 19, joka suoraan näyttää kelkan pystysijaintia. Sähkömoottoriin 12 on kytkeytyvä puolestaan sähköinen momenttimittauslaite 24 tai akseleihin 4 ja 6 on kytketty sähköinen momenttimittauslaite 25.

Kuvio 5 kuvaa laitteistolla suoritettavaa mittaus-
tapaa.

25 Betonimassasta otetaan näyte 20, jolla on määrätty massa m . Näyte kaadetaan tiivistyssylinteriin 2, jonka poikkileikkauspinta-ala on F ja lasketaan ylempi tiivistysmäntä 7 näytteen päälle. Mäntää painetaan hydraulisyylinterillä näytettä vasten vakiovoimalla P . Tämän jälkeen mäntiä pyöritetään sähkömoottorin avulla, jolloin niiden kaltevasti laakeroituneet levyt 13, 14 kohdistavat näytteen leikkaustiivistysvaikutuksen. Tämän johdosta näyte tiivistyy mäntien määrätyn kierroslukumäärän n jälkeen matkan S verran, joka on luettavissa myös asteikolta 19 ja näytteen tilavuus muuttuu arvoon V_t . Mäntiä pyöritet-

täessä mitataan pyöritystä vastustavan momentin suuruus mäntiä pyörittävien akselien kohdalta momenttimittauslaitteen 25 avulla tai moottoriin liitetyllä momenttimittauslaitteella. Mittaus suoritetaan ainakin yhdellä tietyllä 5 näytteen leikkausnopeudella, yleensä kuitenkin kahdella eri leikkausnopeudella. Näytteen leikkausnopeus riippuu akselien kulmanopeudesta ω ja levyjen 13 ja 14 kaltevuuskulmasta α akselien 4 ja 6 muodostamaan suoraan nähden, jolloin hetkellinen maksimileikkausnopeus sylinterin akselin kautta kulkevassa poikkileikkauksessa on suoraan 10 verrannollinen tuloon $\omega \cdot \sin \alpha$. Maksimileikkausnopeus siirtyy pyörimisliikkeen mukaan niin, että yhden työkieroksen aikana saavutetaan tämä maksimileikkausnopeus missä tahansa tarkastelusuunnassa. Koska levyt 13 ja 14 ovat 15 aina yhdensuuntaiset, on leikkausnopeus mielivaltaisessa poikkileikkauksessa sama kuin kaikissa samansuuntaisissa poikkileikkauksissa, joten leikkausnopeuskenttä on täysin homogeeninen koko tiivistyssylinterissä 2. Kun momenttia mitataan useammalla leikkausnopeudella, voidaan mittaukset 20 suorittaa samasta näytteestä muuttaen leikkausnopeutta mittauksen aikana tai kutakin leikkausnopeutta varten otetaan uusi näyte kaikkien näytteiden ollessa tällöin samanlaisia. Kahta leikkausnopeutta käytettäessä on edullista, että toinen leikkausnopeus on 5 - 10 kertaa suurempi kuin ensimmäinen leikkausnopeus, ensimmäisen leikkausnopeuden ollessa suuruusluokkaa 0,5 1/sek.

Mäntien pyöritystä vastustavasta momentista näytteen eri leikkausnopeuksilla voidaan helposti laskea mm. käsiteltävän näytteen myötörajan ja plastinen viskositeetti. 30

Tiivistetty näyte voidaan ottaa talteen lieriömäisenä koekappaleen 22, josta mitataan betonimassan lujuusominaisuudet kovettumisen jälkeen.

Vapaasti valittavissa olevan ohjelman ohjaamana voi 35 sähkömoottori pysähtyä määrätyn aikavälein mäntien suorit-

tamien kierroslukumäärien n ja vastaavien painumien S lukemista varten. Vaihtoehtoisesti voi sähkömoottori pyöriä yhtämittaa ja mäntien kierroslukumäärät ja painumat siirretään jatkuvasti prosessiyksikön 23 muistiin näytteen tiivistettävyyden esittämiseksi piirturin 21 avulla.

5 Keksinnön mukainen menetelmä antaa mahdollisuuden nopeasti, muutamassa kymmenessä sekunnissa, mitata valmistuksen alaisen betonimassan reologiset ominaisuudet ja näin ollen saada luotettava tieto betonimassan soveltuvuudesta

10 kulloinkin kyseessä olevaa valutyötä varten tietyllä valukoneella.

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä muokkautuvien aineiden, kuten tuoreen
betonin raemaisten ja jauhemaisten massojen ja jäykkien
5 nesteiden, ominaisuuksien, erikoisesti plastisten ja reo-
logisten ominaisuuksien mittaamiseksi, jonka menetelmän
mukaisesti

- massasta otetaan painoltaan tunnettu näyte (20),
- saatetaan näyte muokkausvaikutuksen alaiseksi ja
- 10 - todetaan näytteen kokoonpuristumisen (S) ja sii-
hen käytettyjen työkierrosten määrä,
t u n n e t t u siitä, että
- puristetaan näytettä (20) kahdelta vastakkaisel-
ta suunnalta vakiovoimalla (P),
- 15 - muokataan näytettä vakiopuristuksen alaisena kah-
den keskenään yhdensuuntaisen, asentoaan kiertyvästi vaih-
tavan kaltevan tason (13, 14) välissä,
- mitataan näytteen tilavuus (V ja V_t) muokkauksen
alussa ja määrättyjen työkierrosten (n) jälkeen, ja
- 20 - mitataan kaltevien tasojen (13, 14) kiertymistä
vastustavan momentin suuruus näytteestä ainakin yhdellä
tietyllä näytteen leikkausnopeudella, joka riippuu kalte-
vien tasojen kiertämisnopeudesta ja niiden kaltevuuskul-
masta.

25 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että leikkausnopeutta muutetaan
mittauksen aikana, jolloin mitataan kutakin leikkausno-
peutta vastaava kiertämistä vastustava momentti.

30 3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että kutakin leikkausnopeutta var-
ten otetaan uusi näyte (20) kaikkien näytteiden ollessa
samanlaisia.

35 4. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 3 mukainen mene-
telmä, t u n n e t t u siitä, että kiertämistä vastus-
tavaa momenttia mitattaessa käytetään kahta eri leikkaus-

nopeutta, jolloin toinen leikkausnopeus on 5 - 10 kertaa suurempi kuin ensimmäinen leikkausnopeus.

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että ensimmäinen leikkausnopeus
5 on suuruusluokkaa 0,5 1/sek.

Patentkrav:

1. Förfarande för mätning av egenskaper, särskilt plastiska och reologiska egenskaper, hos formbara material såsom korniga och pulverartade massor av våt betong och styva vätskor, i vilket förfarande
- ett prov (20) av bekant vikt tas ur massan,
 - provet utsätts för en bearbetningseffekt, och
 - provets komprimering (S) och antalet därtill krävda bearbetningsvarv bestäms,
- k ä n n e t e c k n a t därav, att man
- sammanpressar provet (20) med en konstant kraft (P) i två motsatta riktningar,
 - bearbetar provet under konstant tryck mellan två sinsemellan parallella, lutande plan (13, 14) som vridande byter läge,
 - mäter provets volym (V och V_t) i början av bearbetningen och efter bestämda bearbetningsvarv (n), och
 - mäter från provet storleken av det moment som motarbetar vridningen av de lutande planen (13, 14) vid åtminstone en bestämd skärhastighet av provet, vilken är beroende av de lutande planens vridningshastighet och deras lutningsvinkel.
2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att skärhastigheten ändras under mätningen, varvid man mäter det vridningen motarbetande momentet som svarar varje skärhastighet.
3. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att ett nytt prov (20) tas för varje skärhastighet, varvid alla proven är likadana.
4. Förfarande enligt något av patentkraven 1-3, k ä n n e t e c k n a t därav, att två olika skärhastigheter används under mätning av det vridande motarbetande momentet, varvid den andra skärhastigheten är 5-10 gånger större än den första skärhastigheten.

5. Förfarande enligt patentkravet 4, k ä n n e t e c k-
n a t därav, att den första skärhastigheten är av stor-
leksklassen 0,5 1/sek.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

—

