

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL** (11) **234924**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **412647**

(51) Int.Cl.
G01N 15/04 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **09.06.2015**

(54) **Urządzenie do pomiaru składu granulometrycznego materiału drobnoziarnistego**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
19.12.2016 BUP 26/16

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
18.05.2020 WUP 05/20

(73) Uprawniony z patentu:
**PRZEDSIĘBIORSTWO DORADZTWA
I WDROŻEŃ ARCANUM
SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Wrocław, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:
JAROSŁAW KASZUBKIEWICZ, Wrocław, PL

(74) Pełnomocnik:
rzec. pat. Regina Kozłowska

PL 234924 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do pomiaru składu granulometrycznego materiału drobnoziarnistego.

Urządzenie do selektywnej separacji frakcji gruboziarnistych z materiału polifrakcyjnego o szerokim zakresie uziarnienia znane z polskiego zgłoszenia patentowego nr P. 312403, składa się z kanału przepływu zabudowanego z zewnętrznych segmentów w postaci złączonych podstawami stożków ściętych. Wewnątrz segmentów umocowane są wkładki przesypowe. Materiał polifrakcyjny sphywa grawitacyjnie w przeciwnym kierunku do gazu separującego. W górnej części urządzenia umieszczony jest dodatkowy przewód doprowadzenia gazu separującego z zaworem.

Sposób pomiaru sedymentacji w nanozawiesinach i urządzenie do stosowania tego sposobu znane są z polskiego zgłoszenia patentowego nr P. 404339. Sposób pomiaru polega na obserwacji sekwencji zdjęć w wyznaczonych odstępach czasu, obrazujących zmiany w czasie pionowego położenia obszarów o różnej mętności w próbce umieszczonej w przezroczystym kontenerze. Próbkę umieszcza się w komorze pomiarowej, szczelnej dla światła, oświetla się równomiernie z wewnętrznego źródła światła i wykonuje się kamerą sekwencję jej cyfrowych zdjęć na tle nieprzezroczystej, wymiennej osłony w kolorze kontrastującym z kolorem nanozawiesiny oraz przesyła je z kamery do komputera, po czym przetwarza się programowo te zdjęcia w komputerze i wyznacza się szybkość sedymentacji nanozawiesiny na podstawie zmiany w czasie pionowego położenia obszarów o różnej mętności w próbce nanozawiesiny. Urządzenie zawiera komorę pomiarową na mierzoną próbkę i cyfrową kamerę z obiektywem skierowanym na boczną ściankę kontenera. Kamera jest połączona przewodami sterującymi z portem wejściowo-wyjściowym komputera. Komora pomiarowa jest szczelna dla światła z jej otoczenia i posiada wewnętrzne źródło światła oraz nieprzezroczystą, wymienną osłonę w kolorze kontrastującym z kolorem nanozawiesiny, położoną naprzeciw obiektywu kamery za kontenerem z próbką i korzystnie termostat.

Sposób i urządzenie do określania wielkości oraz rozkładu po rozmiarach cząstek występujących w zawiesinie polidispersyjnej znane są z polskiego opisu patentowego nr PL 184021. Sposób polega na tym, że promieniowanie optyczne wprowadza się na zawiesinę w polu fali akustycznej, przez co światło ulega modulacji częstotliwościowej podczas rozpraszania na drgających cząstkach zawiesiny, a następnie przeprowadza się fazowo-częstotliwościową detekcję światła rozproszonego, zaś otrzymany sygnał dudnień poprzez filtr niskich częstotliwości podawany jest na pionowe odchylenie oscyloskopu, na ekranie którego rejestruje się bezpośrednio rozkład cząstek zawiesiny. Urządzenie ma źródło promieniowania akustycznego podłączone do wzбудnika drgań, i umieszczone w otworze kuwety mającej trzy okna optyczne i zawierającej centralnie usytuowaną zawiesinę, przy czym na drodze promieni wychodzących z okna wyjściowego optycznego usytuowany jest na zewnątrz kuwety fotopowielacz, filtr niskich częstotliwości, detektor i oscyloskop.

Urządzenie do pomiaru sedymentacji osadu znane z polskiego opisu patentowego nr PL 212168, zawiera zbiornik pomiarowy, zaopatrzony w czujnik mętności, czujnik poziomu oraz elektrodę uziemiającą. W górnym dnie zbiornika pomiarowego znajduje się kanał poboru próbek oraz kanał ciśnieniowo-podciśnieniowy, połączony ze znajdującą się poza zbiornikiem pompą próżniowo-ciśnieniową i kanał wlotowy czystej wody do płukania wnętrza zbiornika, a w dolnym dnie króciec zrzutu próbek, zaopatrzony w zawór spustowy. Czujnik mętności jest zamontowany w górnym dnie lub w bocznej ścianie zbiornika pomiarowego. Urządzenie nadaje się do pracy w układach regulacji szybkości sedymentacji w procesach wzbogacania węgla kamiennego.

Znany jest ze stosowania sposób pomiaru składu granulometrycznego materiału rozdrobnionego oparty na zjawisku sedymentacji cząstek w ośrodkach ciekłych. Podstawą obliczeń jest prawo Stokesa zakładające, że prędkość swobodnego opadania w cieczy cząstek kulistych zależy wprost proporcjonalnie od kwadratu ich średnicy, z uwzględnieniem lepkości cieczy, gęstości cząstek i cieczy oraz przyspieszenia ziemskiego. Sposób ten wykorzystuje wiele metod, ale powszechnie stosowane są dwie, szeroko stosowana jest metoda areometryczna Bouyoucos'a w modyfikacji Casagrande'a i Prószyńskiego. W klasycznej postaci, metoda aerometryczna polega na pomiarze areometrem gęstości zawiesiny glebowej w takich odstępach czasu, w jakich z tej zawiesiny opadają kolejno frakcje cząstek glebowych o określonej średnicy. Modyfikacja tej metody wprowadzona przez Prószyńskiego polegała na zastosowaniu areometru własnej konstrukcji oraz opracowaniu tablic sedymentacji, co pozwoliło na bezpośrednie określanie procentowej zawartości cząstek pozostających w zawiesinie w momencie pomiaru. Głębokość zanurzenia areometru w zawiesinie zależy od gęstości zawiesiny, która zmienia się

w czasie, gdyż na dno naczynia z badaną zawiesiną opadają kolejne frakcje cząstek o coraz mniejszych średnicach. Oznaczenie składu granulometrycznego materiału drobnoziarnistego metodą Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego wymaga wykonania wstępnego pomiaru po około 10 minutach od wymieszania zawiesiny. Pomiar ten pozwala określić przybliżoną zawartość frakcji < 0,02 mm, a tym samym umożliwia dobór odpowiedniej tablicy sedymentacji, z której w zależności od temperatury otoczenia znajduje się czas, po upływie którego należy dokonać odczytu na areometrze by wyliczyć udział danej frakcji cząstek w badanej glebie. Pomiar trwa około 24 godziny, tyle czasu może upłynąć zanim na dno cylindra opadną cząstki o średnicy 0,002 mm – czas trwania pomiaru zależy od temperatury w jakiej jest wykonywany pomiar oraz od zawartości w glebie cząstek o średnicach poniżej 0,002 mm. Opis postępowania przy pomiarze tą metodą można znaleźć w publikacji Domżał H, Słowińska-Jurkiewicz A.: Przewodnik do ćwiczeń z gleboznawstwa z elementami geologii i mechaniki gleb. Red. Turski R., Lublin 1976.

Znana jest też metoda pipetowa stosowana do oznaczeń najdrobniejszych frakcji gruntu. Po przygotowaniu zawiesiny z próbki gruntu o znanym ciężarze i wleciu jej do cylindra miarowego, w określonych interwałach czasu pobiera się pipetą ze stałej głębokości cylindra pewną objętość zawiesiny, następnie po odparowaniu wody i wysuszeniu pozostałe części stałe (naważki), są ważone i podawane w % ciężaru próbki wziętej do analizy. W kolejnych naważkach oznaczana jest ilość cząstek średnicy mniejszej od d_t gdzie: t jest czasem jaki upłynął od momentu wlecia zawiesiny do cylindra do chwili poboru próbki zawiesiny. Wyniki pozwalają na sporządzenie krzywej uziarnienia gruntu. Metoda pipetowa jest pracochłonna i czasochłonna, została opisana w publikacji Borowiec J., Gliński J., Turski R., Wondrausch J.: Analiza gleby w laboratorium i w polu, Red. Dobrzański B., 1967., Lublin. Niemniej jednak metoda pipetowa jest w chwili obecnej najczęściej wykorzystywana, co potwierdzają publikacje Beuselink L., Govers G., Poesen J., Degraer G., Froyen L.: Grain-size analysis by laser diffractometry: comparison with sieve-pipette method.. *Catena* 1998 32, 193–208.; Buurman P., Pape Th., Reijneveld J.A., de Jong F., van Gelder E.: Laser-diffraction and pipette-method grain sizing of Dutch sediments: correlations for fine fractions of marine, fluvial, and loess samples, *Netherlands J. Geosciences*, 2001, 80, 2, 49–57; Konert M., Vandenberghe J.: Comparison of laser grain size analysis with pipette and sieve analysis: a solution for the underestimation of the clay fraction, *Sedimentology*, 1997, 44, 523–535.; Ramaswamy V., Rao P.S.: Grain size analysis of sediments from the northern Andaman Sea: comparison of laser diffraction and sieve-pipette techniques. *J. Coastal Research*, 2006, 22, 4, 1000–1009.

Istota urządzenia, według wynalazku polega na tym, że ma statyw zmechanizowany osadzony w podstawie, na której umieszczony jest co najmniej jeden zbiornik z zawiesiną badanego materiału, korzystnie cylinder. Statyw zmechanizowany u góry, wyposażony jest w uchwyt mocujący, w którym zamocowany jest przesuwne dynamometr podłączony do układu sterującego - pomiarowego. Do dynamometru podwieszony jest pływak zanurzony w zawieszynie badanego materiału. Przy czym średnia gęstość pływaka jest większa niż gęstość zawiesiny.

Korzystnie, do układu sterującego - pomiarowego podłączony jest miernik temperatury, którego czujnik zanurzony jest w zawieszynie.

Korzystnie, pływak ma kształt dwóch stożków złożonych podstawami, korzystnie każdy o wysokości 4 cm i średnicy podstawy równej 4 cm.

Sposób i urządzenie według wynalazku, pozwala na wyznaczenie składu granulometrycznego materiału rozdrobnionego poniżej 0,1 mm w oparciu o wynik pomiaru ciężaru pozornego pływaka zawieszzonego w zawieszynie wodnej. Czas wyznaczenia składu granulometrycznego badanej próbki jest krótki i wynosi poniżej trzech godzin, w zakresie średnic ziaren 0,1 – 0,002 mm. Ponadto urządzenie pozwala na zmierzenie łącznej zawartości frakcji mniejszych niż 0,001 mm, dowolny wybór wymiarów oraz liczby mierzonych frakcji, a dzięki kontroli głębokości pomiaru, nie ma błędów związanych ze zmienną głębokością zanurzenia areometru.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania i uwidoczniony jest na rysunku, który przedstawia urządzenie do pomiaru składu granulometrycznego materiału drobnoziarnistego w ujęciu schematycznym.

Przykład 1

Urządzenie do pomiaru składu granulometrycznego materiału drobnoziarnistego ma statyw zmechanizowany 6 osadzony w podstawie 4, na której umieszczony jest zbiornik 2 z zawiesiną badanego materiału, w postaci cylindra. Statyw zmechanizowany 6 u góry, wyposażony jest w uchwyt mocujący 5, w którym zamocowany jest przesuwne dynamometr 1 podłączony do układu sterującego - pomiarowego 7. Do dynamometru 1 podwieszony jest pływak 3 zanurzony w zawieszynie badanego materiału, przy czym

średnia gęstość pływaka 3 jest większa niż gęstość zawiesiny. Do układu sterująco - pomiarowego 7 podłączony jest miernik temperatury 8, którego czujnik 9 zanurzony jest w zawieszynie. Pływak 3 ma kształt dwóch stożków złożonych podstawami, korzystnie o wysokości 4 cm każdy i średnicy podstawy równej 4 cm.

Urządzenie do pomiaru składu granulometrycznego materiału droбноziarnistego oparte jest na zjawisku sedymentacji cząstek w ośrodkach ciekłych. Badaniom poddaje się materiał stanowiący próbkę gleby o wadze powyżej 200 g, którą suszy się w temperaturze 105°C do stałej wagi, a po ostudzeniu rozciera się w moździerzu porcelanowym, waży i przesiewa przez sита o średnicy oczek 2 mm. Przesianą próbkę w ilości 80 g wsypuje się do zbiornika 2 w postaci plastikowej zlewki, dodaje się 40 ml heksametafosforanu sodu i uzupełnia wodą destylowaną do objętości 800 ml, a następnie miesza się mieszadłem laboratoryjnym przez około 10 minut. Następnie zawieszinę przenosi się do cylindra i uzupełnia wodą destylowaną do objętości 1000 ml. Cylinder 2 z wymieszaną zawiesziną badanego materiału umieszcza się na podstawie 4, a w zawieszynie na zadaną głębokość 24 cm pod powierzchnią zawiesiny, zanurza się pływak 3 podwieszony do dynamometru 1. Dynamometrem 1 mierzy się w wyznaczonych odstępach czasu, ciężar pozorny pływaka 3. W oparciu o zmierzone ciężary pozorne pływaka 3 w określonych czasach, oblicza się zawartość poszczególnych frakcji w zawieszynie. Ponadto czujnikiem 9 miernikiem temperatury 8 mierzy się temperaturę zawiesiny badanego materiału, przy czym czujnik 9 zanurza się w zawieszynie. Pomiary prowadzi się w temperaturze 21°C. Po upływie 26 s od rozpoczęcia sedymentacji odczytuje się wskazanie dynamometru 1, a za pomocą arkusza kalkulacyjnego przy znanej temperaturze, oblicza się procentową zawartość frakcji o średnicy zastępczej poniżej 0,1 mm. Kolejny pomiar ciężaru pozornego pływaka 3 wykonuje się również przy jego zanurzeniu na głębokość 24 cm pod powierzchnią zawiesiny i po upływie 105 s od rozpoczęcia sedymentacji. Obliczamy zawartość frakcji o średnicach zastępczych < 0,05 mm. Następny pomiar wykonuje się po upływie 653 s od rozpoczęcia sedymentacji również dla pływaka 3 na głębokości 24 cm, w wyniku którego określa się zawartość frakcji < 0,02 mm. Kolejne pomiary wykonuje się dla pływaka 3, którego środek znajduje się 4 cm pod powierzchnią zawiesiny, przy czym pływak 3 nie może wystawać z zawiesiny. Kolejny pomiar wykonuje się po upływie 1210 s od rozpoczęcia sedymentacji i określa zawartość frakcji o średnicy zastępczej < 0,006 mm. Ostatni pomiar wykonuje się po upływie 10889 s od rozpoczęcia sedymentacji i określa zawartość frakcji < 0,002 mm. Z różnic zmierzonych ciężarów pozornych pływaka 3 oblicza się zawartości frakcji < 0,002 mm; 0,002 – 0,006 mm; 0,006 – 0,02 mm; 0,02 – 0,05 mm; 0,05 – 0,1 mm.

Wykaz oznaczeń na rysunku:

1. Dynamometr,
2. Cylinder,
3. Pływak,
4. Podstawa,
5. Uchwyt mocujący,
6. Statyw zmechanizowany,
7. Układ sterująco - pomiarowy,
8. Miernik temperatury,
9. Czujnik.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do pomiaru składu granulometrycznego materiału droбноziarnistego, **znamiennie tym**, że ma statyw zmechanizowany (6) osadzony w podstawie (4), na której umieszczony jest co najmniej jeden zbiornik (2) z zawiesziną badanego materiału, korzystnie cylinder, przy czym statyw zmechanizowany (6) u góry, wyposażony jest w uchwyt mocujący (5), w którym zamocowany jest przesuwnie dynamometr (1) podłączony do układu sterująco - pomiarowego (7), ponadto do dynamometru (1) podwieszony jest pływak (3) zanurzony w zawieszynie badanego materiału, przy czym średnia gęstość pływaka (3) jest większa niż gęstość zawiesiny.
2. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że do układu sterująco - pomiarowego (7) podłączony jest miernik temperatury (8), którego czujnik (9) zanurzony jest w zawieszynie.
3. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że pływak (3) ma kształt dwóch stożków złożonych podstawami, korzystnie o wysokości 4 cm każdy i średnicy podstawy równej 4 cm.

