

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **241622**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **436421**

(22) Data zgłoszenia: **21.12.2020**

(51) Int.Cl.

G01N 3/00 (2006.01)

G01N 3/08 (2006.01)

G01N 33/02 (2006.01)

(54) **Sposób badania stopnia zbrylenia i wytrzymałości skonsolidowanych materiałów proszkowych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

27.06.2022 BUP 26/22

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

07.11.2022 WUP 45/22

(73) Uprawniony z patentu:

**INSTYTUT AGROFIZYKI IM. BOHDANA
DOBRZAŃSKIEGO POLSKIEJ AKADEMII
NAUK, Lublin, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**MATEUSZ STASIAK, Lublin, PL
JUSTYNA WAJS, Lublin, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Magdalena Tarała

PL 241622 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób badania stopnia zbrylenia i wytrzymałości skonsolidowanych materiałów sypkich, zwłaszcza proszków spożywczych, z uwzględnieniem warunków otoczenia, w szczególności wilgotności.

Każda zmiana właściwości materiału podczas przetwarzania może wiązać się ze zmianami parametrów fizycznych materiału, zmianami struktury i składu chemicznego, skutkując ryzykiem powstawania niepożądanych zjawisk obniżających jakość surowca. Jednym z niekorzystnych zjawisk zachodzących w przetwarzaniu materiałów sypkich jest zbrylanie. Dotychczasowa literatura prezentuje wiele metod służących określaniu wytrzymałości proszków. Istnieje jednak ciągle potrzeba poszukiwania nowych rozwiązań w celu określania stopnia zbrylania w materiale sypkim. Stopień zbrylenia indeksowany jest różnymi wielkościami fizycznymi określanymi przy pomocy stanowisk pomiarowych.

Z publikacji US5585569A znana jest aparatura i metoda oceny odporności sypkiego materiału na zbrylanie. Urządzenie zawiera komorę do umieszczania próbki materiału, komora ma kształt stożka. Dno komory stanowi wysuwana przesłona, a wewnętrzna ściana boczna komory posiada poprzeczne żebrowanie. Materiał w komorze konsolidowany – zbrylany jest za pomocą przyłożonego obciążenia. Poniżej wysuwanej przesłony umieszczona jest waga, do pomiaru ciężaru części próbki po przeprowadzonym zbryleniu i wysunięciu przesłony. Metoda pomiaru obejmuje etapy umieszczenia próbki materiału stałego o znanej masie, przykładania obciążenia ściskającego w celu zbrylenia części próbki, oddzielania niezbrylonej części próbki od zbrylonej części próbki po częściowej agregacji próbki i obliczenie wskaźnika stabilności materiału stałego przed zbrylaniem. Stabilność próbki indeksuje się poprzez określenie stosunku masy niezbrylonej części próbki do całkowitej masy próbki, albo masy niezbrylonej części próbki do masy zbrylonej części próbki. Rozwiązanie może nie zapewniać powtarzalnych pomiarów, mianowicie żebrowanie może zakłócić prawidłowe rozmieszczenie próbki materiału w próbce, mogą postawać pustki powietrzne, zatem uzyskane wyniki mogą być obarczone błędem.

W publikacji wzoru użytkowego CN205607751U przedstawiono urządzenie do badania zbrylenia nawozów sypkich pod kontrolowanym naciskiem. Urządzenie posiada ustawioną na podstawie komorę, w której umieszczana jest badana próbka. Próbka od góry ściskana jest górną płytą z dociskiem sprężynowym, pod kontrolowanym ciśnieniem.

Celem wynalazku jest zaproponowanie sposobu prowadzenia badania, umożliwiającego wykonywanie badań z uzyskaniem powtarzalnych wyników. Pożądane jest, by istniała możliwość zapewnienia parametrów próbki, w szczególności parametrów wilgotnościowych o wartościach takich, jak występują w rzeczywistych warunkach przechowywania materiału. Wyniki uzyskane z projektowanego stanowiska pomiarowego indeksowane będą do wartości siły.

Istota sposobu badania stopnia zbrylenia i wytrzymałości skonsolidowanych materiałów proszkowych, w którym próbkę umieszcza się w naczyniu i poddaje konsolidacji z zastosowaniem obciążenia przyłożonego od góry próbki, **polega na tym**, że próbkę umieszcza się w naczyniu, w którym umieszczony jest pomiarowy pręt, przy czym naczynie ma kształt cylindra i ma podstawę, w której wykonany jest centrujący otwór, dla wycentrowania pomiarowego pręta. Ściana boczna naczynia posiada perforację. Pomiarowy pręt ma kołowy przekrój poprzeczny i posiada na jednym końcu stożkowe zakończenie, a na powierzchni bocznej ma wykonane poziome dookólne żłobienia. Po uzyskaniu przez próbkę właściwych parametrów otoczenia, naczynie ustawia się na płytce, w której wykonane jest centrujące kołowe zagłębienie o wymiarach dopasowanych do wymiarów naczynia, a pomiarowy pręt stabilizuje się poprzez zamocowanie w uchwycie. Następnie dokonuje się konsolidacji próbki odważnikiem, który ma kształt walca o wymiarach podstawy dopasowanych do wymiarów naczynia i ponadto posiada wykonany środkowo przelotowy otwór do osadzenia na pomiarowym pręcie. Kolejno, po skonsolidowaniu próbki, odejmuje się uchwyt stabilizujący pomiarowy pręt, a do górnej części pomiarowego pręta mocuje się linkę połączoną z siłownikiem i czujnikiem siły. Naczynie mocuje się uchwytem podtrzymującym naczynie. Następnie siłownik wyciąga pomiarowy pręt z próbki z prędkością przesuwu od 1,5 do 12 mm/min, a czujnik siły mierzy wartość siły i przekazuje informację do komputera wyposażonego w program przeprowadzania i rejestracji wykonywanych testów.

Korzystnie, dookólne żłobienia pomiarowego pręta mają trójkątny zarys i głębokość od 0,5 do 1,4 mm.

Korzystnie, próbka konsolidowana jest naporem o wartości od 4 kPa do 11 kPa.

Sposób badania stopnia zbrylenia i wytrzymałości skonsolidowanych materiałów proszkowych, prowadzony z zastosowaniem stanowiska do badania obejmującego przedstawione powyżej elementy

umożliwia uzyskanie powtarzalnych wyników. Pozwala ponadto na badanie próbek w różnych warunkach otoczenia, w szczególności wilgotnościowych. Mianowicie, wykonanie ściany naczynia jako perforowanej ułatwia kontakt próbki z otoczeniem.

Sposób według wynalazku przedstawiony został w przykładowym wykonaniu, natomiast stanowisko do realizacji sposobu przedstawione jest na rysunku, na którym:

- Fig. 1 przedstawia schemat stanowiska,
- Fig. 2 przedstawia naczynie w przekroju wzdłużnym,
- Fig. 3 przedstawia płytkę w przekroju poprzecznym,
- Fig. 4 przedstawia pomiarowy pręt w przekroju wzdłużnym,
- Fig. 5 przedstawia obciążnik w przekroju poprzecznym.

Sposób badania stopnia zbrylenia i wytrzymałości skonsolidowanych materiałów proszkowych według obecnego wynalazku, wykonywany jest przy użyciu stanowiska, które zawiera naczynie 1 do umieszczania próbki materiału, odważnik 2 do konsolidacji oraz pomiarowy pręt 3. Naczynie 1 ma kształt cylindra i ma podstawę 11, w której wykonany jest centrujący otwór 12, dla wycentrowania pomiarowego pręta 3. Naczynie 1 ma wykonaną perforację 13 o średnicy oczek 1,5 mm. Wysokość naczynia to 30 mm, średnica: 24 mm. Pomiarowy pręt 3 połączony jest linką 31 z siłownikiem 32 i wyposażony jest w czujnik siły 33. Pomiarowy pręt 3 ma kołowy przekrój poprzeczny i posiada na jednym końcu stożkowe zakończenie 34. Zakończenie 34 centrowane jest w centrującym otworze 12. Pręty pomiarowe mają długość 93,7 mm oraz średnicę 4,82 mm i są wykonane w dwóch wariantach: ze stali nierdzewnej oraz tworzywa sztucznego. Na powierzchni bocznej pomiarowy pręt 3 ma wykonane poziome dookólne żłobienia 35 o trójkątnym zarysie. Dookólne żłobienie wykonane jest na długości ok. 33 mm od stożkowego zakończenia 34. Zastosowano 4 typy pomiarowych prętów 3:

- stal nierdzewna ze żłobieniami o głębokości $h = 1,3$ mm,
- stal nierdzewna ze żłobieniami o głębokości $h = 0,65$ mm,
- tworzywo sztuczne ze żłobieniami o głębokości $h = 1,3$ mm,
- tworzywo sztuczne ze żłobieniami o głębokości $h = 0,65$ mm.

Odważnik 2 ma kształt walca o wymiarach podstawy dopasowanych do wymiarów naczynia 1 i ponadto posiada wykonany środkowo przelotowy otwór 21 do osadzenia na pomiarowym pręcie 3. Przykładowy zestaw zawiera obciążniki 2 realizujące napór 5 kPa i 10 kPa. Stanowisko posiada uchwyt 4 podtrzymujący naczynie 1 i uchwyt 5 stabilizujący pomiarowy pręt 3, które zamocowane są na trzpieniu 6 zamocowanym do płytki 7. W płytce 7 wykonane jest centrujące kołowe zagłębienie 71 o wymiarach dopasowanych do wymiarów naczynia 1, w którym ustawione i ustabilizowane jest naczynie 1.

Sposób badania próbki wykonywany jest następująco.

Naczynie 1 z umieszczonym w nim i ustabilizowanym w centrującym otworze 12 wybranym pomiarowym prętem 3 umieszcza się w zagłębieniu 71 płytki 7 i uchwycie 4, a pręt dodatkowo stabilizowany jest w uchwycie 5, podtrzymującym pomiarowy pręt. Tak przygotowane naczynie 1 uzupełnia się do pełnej objętości materiałem sypkim, a następnie poddaje się konsolidacji naporem pionowym wywołanym odważnikiem 2. Odważniki 2 nasadzane są na pomiarowy pręt 3 dzięki przelotowym otworom 21 i przesuwają się wzdłuż niego swobodnie, bez tarcia. Po obciążeniu materiału, pomiarowy pręt 3 jest wycentrowany i stabilnie utrzymywany przez badany proszek, dlatego nie wymaga dalszego wspomagania uchwytem 5. Po usunięciu uchwytu 5 w górnej części pomiarowego pręta 3 zaczepia się linkę 31. Drugi koniec linki 31 osadzony jest w trzonie napędzanym siłownikiem 32. W trzonie osadzony jest czujnik siły 33 mierzący wartość siły przenoszonej przez linkę 31 w zakresie 4,4 N. Siłownik 32 umożliwia napęd linki 31 z prędkością przesuwu od 1,75 do 9 mm/min. Za pomocą linki 31 oraz zadanej prędkości przesuwu, żłobiona część pomiarowego pręta 3 jest wysuwana z materiału sypkiego. Urządzenie połączone jest z komputerem wyposażonym w program przeprowadzania i rejestracji wykonywanych testów.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób badania stopnia zbrylenia i wytrzymałości skonsolidowanych materiałów proszkowych, w którym próbkę umieszcza się w naczyniu i poddaje konsolidacji z zastosowaniem obciążenia przyłożonego od góry próbki, **znamienny tym**, że próbkę umieszcza się w naczyniu (1), w którym umieszczony jest pomiarowy pręt (3), przy czym naczynie (1) ma kształt cylindra i ma podstawę (11), w której wykonany jest centrujący otwór (12), dla wycentrowania pomiarowego pręta (3), a ściana boczna naczynia (1) posiada perforację (13), natomiast

pomiarowy pręt (3) ma kołowy przekrój poprzeczny i posiada na jednym końcu stożkowe zakończenie (34), a na powierzchni bocznej ma wykonane poziome dookólne żłobienia (35) i po uzyskaniu właściwych parametrów otoczenia, naczynie (1) ustawia się na płytce (7), w której wykonane jest centrujące kołowe zagłębienie (71) o wymiarach dopasowanych do wymiarów naczynia (1), a pomiarowy pręt (3) stabilizuje się uchwytem (5), po czym dokonuje się konsolidacji próbki odważnikiem (2), który ma kształt walca o wymiarach podstawy dopasowanych do wymiarów naczynia (1) i ponadto posiada wykonany środkowo przelotowy otwór (21) do osadzenia na pomiarowym pręcie (3) i następnie odejmuje się uchwyt (5) stabilizujący pomiarowy pręt (3), a do górnej części pomiarowego pręta (3) mocuje się linkę (31) połączoną z siłownikiem (32) i czujnikiem siły (33), a naczynie (1) mocuje się uchwytem (4) podtrzymującym naczynie (1), po czym siłownik (32) wyciąga pomiarowy pręt (3) z próbki z prędkością przesuwu od 1,5 do 12 mm/min, natomiast czujnik siły (33) mierzy wartość siły i przekazuje informację do komputera wyposażonego w program przeprowadzania i rejestracji wykonywanych testów.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że dookólne żłobienia (35) pomiarowego pręta (3) mają trójkątny zarys i głębokość (h) od 0,5 do 1,4 mm.
3. Sposób według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że próbka konsolidowana jest naporem o wartości od 4 kPa do 11 kPa.

Rysunki

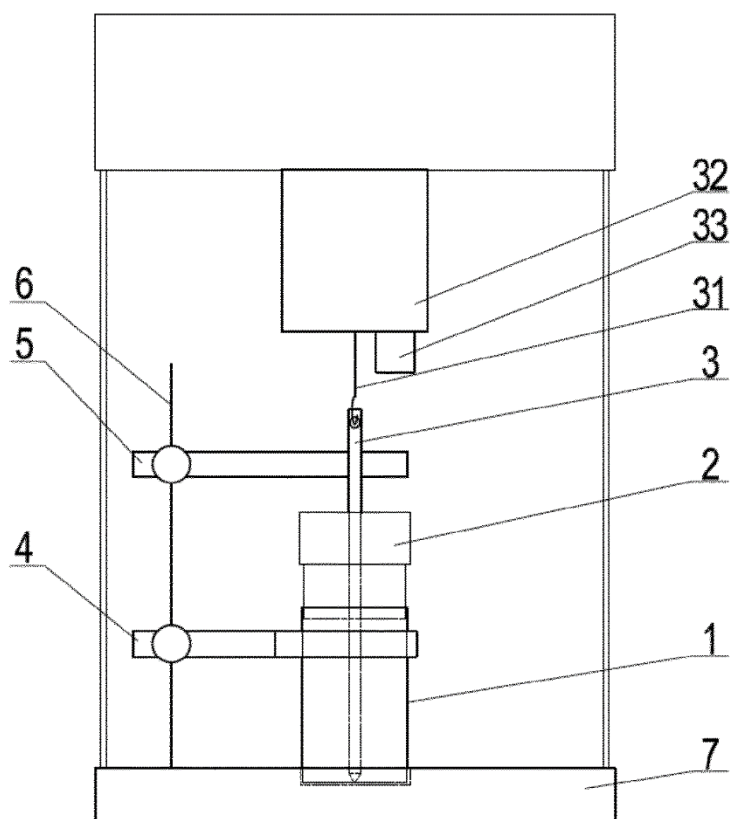


Fig.1

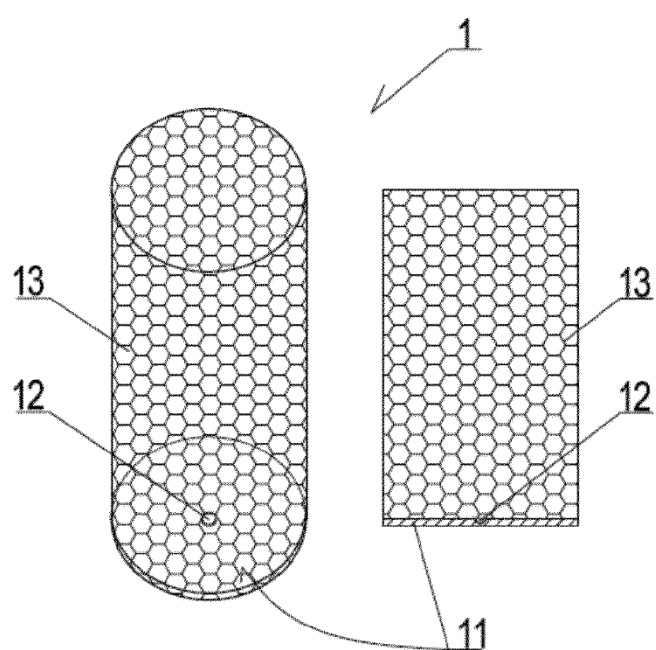


Fig.2

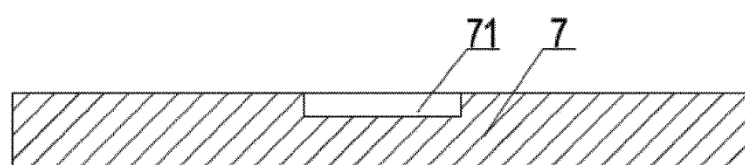


Fig.3

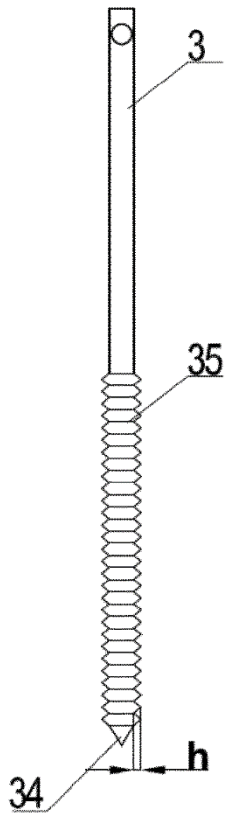


Fig. 4

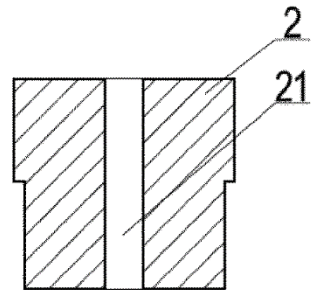


Fig. 5