

Urządzenie do oznaczania właściwości mechanicznych biomasy sypkiej

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do oznaczania właściwości mechanicznych biomasy sypkiej, wykorzystywanej do spalania i współspalania w procesie wytwarzania energii przez elektrownie i elektrociepłownie.

Określenie parametrów mechanicznych jest konieczne dla zapewnienia optymalnych warunków transportu i magazynowania biomasy sypkiej, a także dla efektywnego konstruowania urządzeń. Niewłaściwe magazynowanie, błędy w określeniu parametrów materiału przechowywanego w kontekście posiadanej technologii składowania i transportu, prowadzą często do strat ekonomicznych, a nawet uszkodzeń elementów urządzeń. Wobec skali procesu produkcji energii i konieczności zachowania ciągłości procesu niezwykle istotne są aspekty techniczne dotyczące przechowywanego materiału (biomasa), takie jak: czy materiał ten zbryli się w silosie, czy wysypie się, czy nie oraz czy nie zostaną uszkodzone elementy mechaniczne systemu. Obecnie wykorzystywane zasoby biomasy opierają się, między innymi, na następujących materiałach: wióry, zrębki, trociny, odpady drzewne, różne produkty z rozdrobnionej słomy (pelety, brykiety). Wadami tych surowców są: stosunkowo mała gęstość utrudniająca transport, magazynowanie i dozowanie, szeroki przedział wilgotności, która jest wyższa niż w przypadku paliw kopalnych, wartość energetyczna oraz fakt, że niektóre odpady są dostępne tylko sezonowo. Sezonowość dostaw sypkich biopaliw wymusza ich długotrwałe składowanie. Dla ułatwienia ich użytkowania przetwarzane są do znormalizowanej formy brykietów i peletów. Jednak nadal, z uwagi na duże zapotrzebowanie energetyczne brykietowania i peletyzacji, używa się także materiałów nieznacznie przetworzonych. Sypkie i włókniste biopaliwa poddawane są licznym operacjom jak transport, magazynowanie czy przemieszczanie, jednak wciąż wiele z tych operacji, jak i samych urządzeń projektowane jest bez odpowiednich norm projektowania. Tym samym konieczne jest zapewnienie bezpieczeństwa i niezawodności procesu

magazynowania zwłaszcza w przypadku dostaw z różnych źródeł. Dlatego konieczna jest kontrola dostaw sypkiej biomasy i jej sprawdzenie pod względem wymagań odbiorcy i projektu konstrukcji.

Parametry sypkich biopaliw zmieniają się w szerokim zakresie nawet w obrębie tego samego rodzaju materiału. Niewielka zmiana składu granulometrycznego lub obecność zanieczyszczeń może powodować zasadniczą zmianę zachowania mechanicznego. Właściwości mechaniczne złóż tego typu materiałów modyfikowane są poprzez rozmiary i kształty pojedynczych granul ośrodka, podlegają też silnemu wpływowi wilgotności.

Podstawowymi parametrami określającymi zdolność do przemieszczania warstw sypkiej biomasy są gęstość, parametry wytrzymałości: kąt tarcia wewnętrznego, efektywny kąt tarcia wewnętrznego, kohezja oraz sypkość określające zdolność materiału do swobodnego wypływu ze zbiornika. Parametry te standardowo wyznacza się na podstawie pomiarów w aparatach bezpośredniego ścinania lub trójosiowego ściskania. Istnieją urządzenia umożliwiające badania powyższych parametrów, jednak ocenia się, iż urządzenia te nie są przydatne do badania biomasy, gdyż opracowano je dla mniej zróżnicowanych materiałów o drobniejszej granulacji. Najczęściej też analiza wyników wymaga wiedzy, doświadczenia, jest trudna i czasochłonna.

Ze zgłoszenia patentowego WO2006012118 znane jest urządzenie do charakteryzowania właściwości reologicznych materiału ziarnistego. Cylindryczna komora pomiarowa zawierająca badany materiał sypki ustawiona jest i przymocowana do wibracyjnej płyty i poddawana drganiom o stałej częstotliwości. W tym samym czasie następuje obracanie lub oscylacja łopatek narzędzia obrotowego w komorze i badana jest odpowiedź materiału. Narzędzie obrotowe, wykonane jako pręt z zamocowanymi w dolnej części czterema łopatkami rozmieszczonymi względem siebie prostopadle, umieszczone jest w komorze wzdłuż jej osi. Cylindryczna komora posiada umieszczone na

wewnętrznej ścianie pionowe występy, zapobiegające ślizganiu się materiału ziarnistego podczas pomiaru.

Podobne urządzenie, zawierające cylindryczną komorę, w której umieszczone jest obrotowo, wzdłuż osi narzędzie z łopatkami, przedstawione jest w opisie zgłoszenia patentowego JP2006329726 (A). Urządzenie wykorzystuje się do realizacji metody testowania zapraw betonowych poprzez określenie maksymalnych sił ścinających. Na górnym końcu pręta narzędzia obrotowego znajduje się miernik momentu obrotowego, pozwalający na wyznaczenie sił ścinających i określenie właściwości badanego materiału.

Celem przedstawianego wynalazku jest opracowanie stanowiska pomiarowego do testowania biomasy sypkiej pod względem przydatności do transportu i magazynowania oraz szybkiego wyznaczania istotnych dla tych operacji parametrów. W trakcie przechowywania i transportu biopaliw sypkich częstym problemem jest bowiem zablokowanie przepływu przy opróżnianiu silosu wywołane konsolidacją przechowywanego materiału. Konsolidacja przebiegająca w czasie pod wpływem obciążenia warstwą składowanego materiału oraz wysoka wilgotność potęgują ten efekt. Obserwowano także awarie przenośników w wyniku konsolidacji i wzrostu wytrzymałości przechowywanej biomasy. Stanowisko pomiarowe pozwoli wyznaczać parametry wytrzymałości na podstawie zmierzonego momentu ścinającego, ściśliwość, gęstość w stanie luźnym i skonsolidowanym oraz wilgotność. Wyniki badań dostarczają także wiedzy o źródłach wytrzymałości oraz spadku sypkości sypkiej biomasy.

Istotą urządzenia do oznaczania właściwości mechanicznych biomasy sypkiej zawierającego cylindryczną pomiarową komorę z dnem posadowioną na podstawie wspartej na regulowanych nogach, przy czym komora wyposażona jest w przeciwslizgowe wypusty przytwierdzone pionowo do jej wewnętrznej powierzchni a wewnątrz pomiarowej komory, w jej osi, osadzony jest obrotowo rotor z łopatkami osadzony na wale, jest to, że:

- wał rotora jest szczelnie ułożyskowany w dnie komory i sprzężony z jednostką napędową zamocowaną do konstrukcji podstawy, a ponadto na wale zainstalowany jest czujnik momentu obrotowego,
- komora pomiarowa spoczywa na płycie podstawy na trzech czujnikach siły, a jej położenie ustalone jest przytwierdzeniami do dna kołkami które są luźno pasowane w otworach podstawy;
- do zewnętrznej, powierzchni ściany komory przymocowane jest odłączalne jarzmo utworzone z ramion, a do tego jarzma, od spodu i centrycznie, przytwierdzona jest ramka z miechem i płytą dociskową. Jarzmo stanowi oparcie dla miecha wywierającego napór, poprzez płytę dociskową, na badaną próbkę materiału;
- urządzenie wyposażone jest w czujniki wilgotności zainstalowane na wewnętrznej ścianie pomiarowej komory i przynajmniej trzy czujniki odległości zainstalowane na ramionach jarzma, przy czym czujniki odległości, czujniki siły nacisku, czujnik momentu obrotowego oraz czujniki wilgotności włączone są w układ zbierania danych.

Jarzmo jest trójramienne a ramiona są równomiernie rozmieszczone.

Czujniki odległości są laserowe a czujniki wilgotności są rezystancyjne.

Miech pneumatyczny wywiera napór pionowy na próbkę i zapewnia jej konsolidację w płynie regulowanym zakresie do 50 kPa. Przytwierdzone do dna kołki luźno pasowane w otworach płyty podstawy uniemożliwiają obracanie się pomiarowej komory podczas badania. Sygnały z zainstalowanych w urządzeniu czujników są komputerowo przetwarzane i przedstawiane w postaci wyznaczonych parametrów oraz ich przebiegów w trakcie trwania pomiaru. Przy czym istnieje możliwość wybrania poszczególnych parametrów do wizualizacji.

Schemat przykładowej konstrukcji urządzenia przedstawia rysunek, gdzie: Fig.1 przedstawia urządzenie od zewnątrz w widoku perspektywicznym, Fig.2 przedstawia urządzenie w widoku z góry, Fig.3 przedstawia urządzenie we

wzdłużnym przekroju A-A, zaznaczonym na Fig.2, natomiast Fig.4 przedstawia urządzenie w poprzecznym przekroju B-B zaznaczonym na Fig. 3.

Przykład wykonania

Urządzenie do oznaczania właściwości mechanicznych biomasy sypkiej zbudowane jest z cylindrycznej komory pomiarowej 1 z dnem 2, która na ścianie bocznej ma wykonane pionowe przeciwpoślizgowe występy 3, a wewnątrz komory pomiarowej 1, w jej osi osadzony jest obrotowo rotor 4 z zamocowanymi czterema łopatkami rozmieszczonymi względem siebie prostopadle. Rotor 4 napędzany jest przez wał 5 ułożyskowany w dnie 2 komory pomiarowej 1. Przejście wału 5 przez dno 2 jest uszczelnione i zabezpieczone przed przeciekami ciekłych substancji z biomasy. Ruch obrotowy rotora 4 zapewnia jednostka napędowa zamocowana do podstawy 6 wspornikiem. Na wale 5 zainstalowany jest czujnik momentu obrotowego 18. Komora pomiarowa 1 wspiera się na płycie podstawy 6 na trzech czujnikach 17 siły nacisku. Podstawa 6 wspiera się na regulowanych nogach 14. Do dna 2 komory pomiarowej 1 przytwierdzone są trzy kołki 16, których końce wchodzi z luzem w otwory 15 w płycie podstawy 6. Kołki 16 stanowią zabezpieczenie przed obracaniem się komory pomiarowej 1 w trakcie pomiaru. Do zewnętrznej, bocznej powierzchni komory pomiarowej 1 zamocowane jest jarzmo 11 utworzone z trzech równomiernie rozmieszczonych ramion 13. Do jarzma 11, od spodu i centrycznie w stosunku do komory pomiarowej 1, przytwierdzona jest ramka 10 z miechem 9 i płytą dociskową 7, za pomocą której wywierany jest napór na próbkę biomasy 8 umieszczoną w komorze pomiarowej 1. W wewnętrznej ścianie komory pomiarowej 1 umieszczone są dwa czujniki wilgotności 19, a na ramionach 13 jarzma 11 zainstalowane są trzy czujniki odległości 12, przy pomocy których mierzona jest wysokość badanej próbki biomasy. Czujniki 12 odległości, czujniki 17 siły nacisku, czujnik 18 momentu obrotowego oraz czujniki 19 wilgotności włączone są do układu zbierania danych i połączone z komputerem przetwarzającym pozyskane

wyniki. Zastosowano laserowe czujniki 12 odległości i rezystancyjne czujniki 20 wilgotności.

Po nasypaniu i pneumatycznym obciążeniu próbki biomasy 8 płytą dociskową 7, włączany jest rotor 4 i następuje jego obrót. Moment obrotowy M_{max} w chwili ścięcia materiału badanej próbki biomasy jest parametrem pośrednio określającym wytrzymałość na ścinanie materiału dla danego naporu konsolidującego P . W celu określenia gęstości złoża sypkiej biomasy stosowane są laserowe czujniki odległości. Masa, dla określenia gęstości, wyznaczana jest przy pomocy trzech czujników siły nacisku. Urządzenie pozwala określić następujące parametry mechaniczne złoża sypkiej biomasy: moment ścinający, naprężenie ścinające, gęstość w stanie skonsolidowanym i usypanym oraz wilgotność.