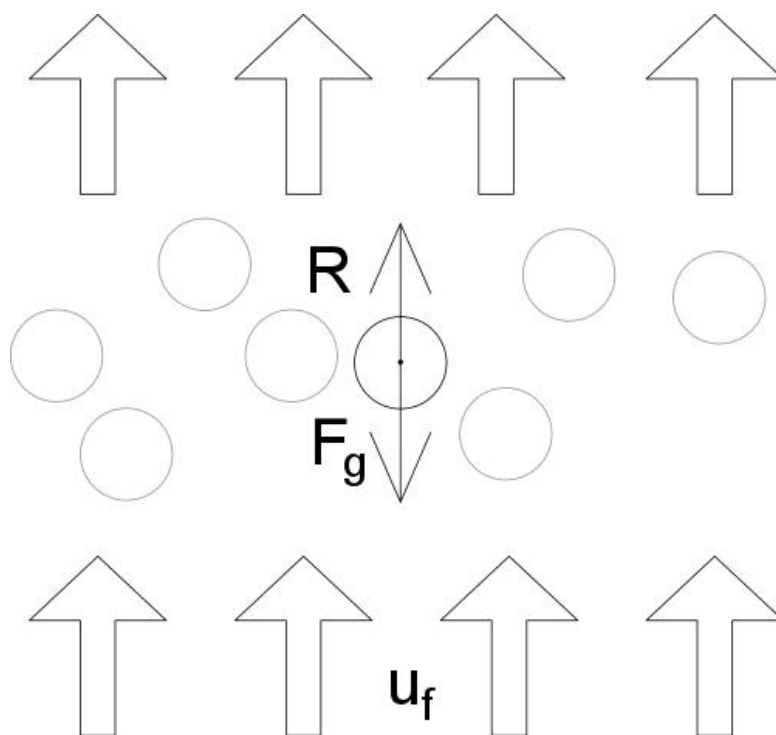


Stanowisko do badania hydrodynamiki złoża fluidalnego

Autor opisu: Władysław Jaroszuk

1. Wstęp

Koło Naukowe Energetyków Politechniki Warszawskiej wykonuje projekty w wielu dziedzinach z zakresu szeroko pojętej energetyki. W przeszłości KNE PW wykonało demonstracyjny model cyrkulacyjnego kotła fluidalnego, podobnego do zainstalowanego w elektrowni Łagisza. Pogłębienie wiedzy w zakresie technologii fluidyzacji oraz zastosowania złożów fluidalnych w innych — niż wytwarzanie energii elektrycznej — gałęziach przemysłu spowodowało zainteresowanie członków Koła wykonaniem stanowiska umożliwiającego badanie hydrodynamiki złożów stacjonarnych.



Rys. 1: Schemat poglądowy procesu fluidyzacji

Fluidyzacja jest procesem, w którym w wyniku przepływu gazu nośnego (np. powietrza) przez złożo cząstek stałych zaczyna się ono zachowywać jak płyn i prezentuje podobne do płynu właściwości. Dzieje się tak dlatego, że na cząsteczkę działa siła związana ze zmianą pędu



przepływu gazu wokół niej, która to siła równoważy ciężar samej cząsteczki. W stanie takim mieszanina ciała stałego i gazu posiada doskonale właściwości dla przeprowadzenia w niej szeregu reakcji gaz–ciało stałe, czyli reakcji zachodzących na powierzchni cząsteczek. Do właściwości tych należą między innymi: dobre wymieszanie reagentów, odprowadzenie gazowych produktów reakcji w sposób ciągły oraz stabilna kontrola temperatury zachodzenia reakcji.

Takie reaktory chemiczne używane są m.in. w procesie krakingu katalitycznego w rafineriach ropy naftowej, w procesie gazyfikacji węgla, czy też w przemyśle spożywczym.

2. Cel projektu

Celem głównym proponowanego stanowiska jest wykonanie na modelu złoża fluidalnego walidacji przygotowanego przez jednego z członków KNE PW modelu matematycznego złoża fluidalnego. Przeprowadzenie na stanowisku badań takich jak: pomiar spadku ciśnienia gazu w złożu, pomiar ekspansji złoża umożliwi porównanie podstawowych parametrów hydrodynamicznych z otrzymanymi w symulacji. Dokonanie dokładnej walidacji wymagać będzie przeprowadzenia szeregu eksperymentów z użyciem różnych rozmiarów złożów oraz różnych wsadów.

Pośrednim celem jest udostępnienie studentom stanowiska laboratoryjnego, na którym można będzie zaobserwować zachowanie się złoża oraz przeprowadzić pomiary między innymi minimalnej prędkości fluidyzacji dla różnych cząstek stałych czy też wyżej wspomnianych parametrów ekspansji i spadku ciśnienia w złożu.

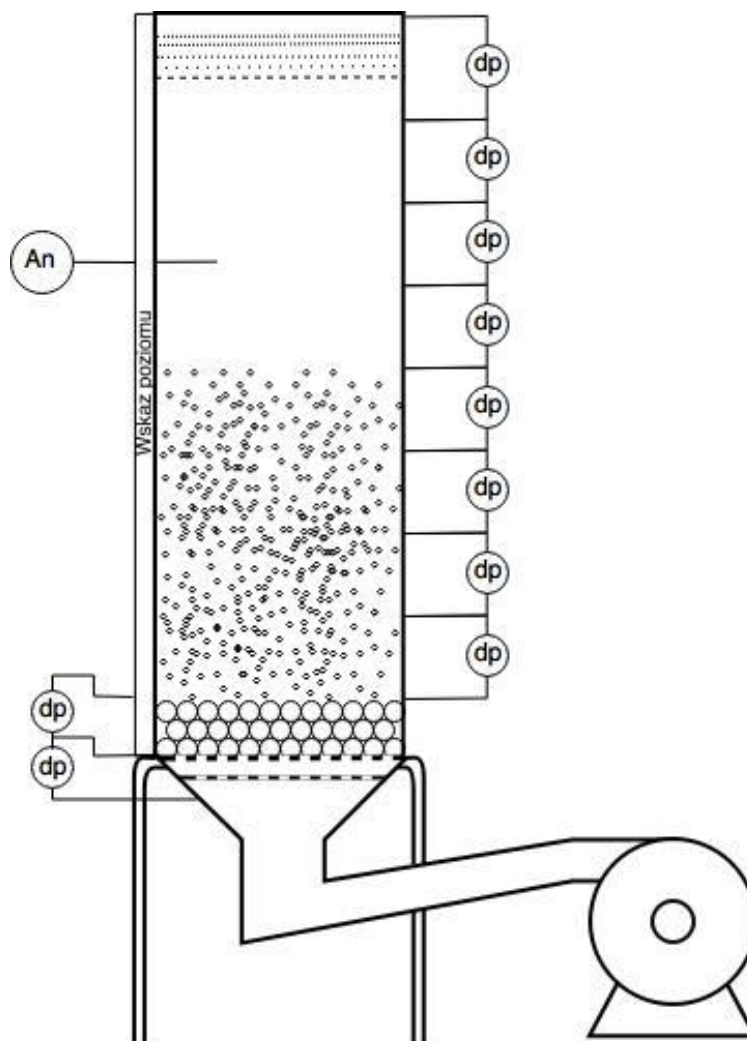
Z racji na uniwersalność stanowiska może być ono rozbudowywane w przyszłości o dodatkowe układy pomiarowe, takie jak pomiar unosu cząstek stałych z układu czy też pomiar rozmiaru pęcherzyków powietrza uformowawych w trakcie przepływu przez złożo. Pozwoli to dodatkowo na opracowanie własnych zależności modelujących hydrodynamikę złoża i wykorzystanie ich w wyżej wspomnianym modelu.

Przewiduje się, że układ w jego najmniejszej konfiguracji może być wykorzystany jako mobilne stanowisko pokazowe, które mogłoby być prezentowane na piknikach naukowych, co zwiększy świadomość społeczną o urządzeniach wykorzystywanych w przemyśle. Może też ono stanowić dużą atrakcję dla najmłodszych uczestników takich wydarzeń.

3. Opis szczegółowy

Stanowisko należy podzielić na dwie podstawowe części: układ stacjonarnego złoża fluidalnego oraz układ akwizycji i obróbki danych. Pierwsza część układu będzie składała się z układu kompensacji straty ciśnienia w złożu (wentylatora powietrza), korpusu złoża w trzech rozmiarach (ok. 100 mm, 200 mm, 300 mm średnicy) i wysokości ok. 1000 mm każdy, wykonanej z przezroczystego materiału, co ułatwi obserwację zjawisk w nim zachodzących. Każdy z korpusów będzie wyposażony w płytę dystrybutora gazu nośnego (powietrza), będzie to pierwszy z dwóch stopni równomiernego rozprowadzenia gazu w złożu. Drugim, po płycie dystrybutora, systemem rozprowadzenia powietrza w złożu będzie umieszczona na płycie dystrybutora warstwa kulek większej średnicy, które nie będą fluidyzowane, ale posłużą jako warstwa oddzielająca materiał złoża od dystrybutora. Planuje się wykonanie tej warstwy z kulek szklanych średnicy około 1—2 mm. Korpusy będą zamknięte od góry zestawem siatek z malejącym kolejno rozmiarem oczek, co ma na celu eliminację unosu cząstek stałych z reaktora. Wentylator powietrza będzie mógł być podłączony wymiennie do każdego z trzech korpusów.

Znaczący wpływ na hydrodynamikę złoża mają gęstość materiału oraz rozmiar jego ziaren. Dlatego też wsad złoża będzie dobrany tak, aby uzyskać wystarczający zakres tych dwóch parametrów. W tym celu należy wykorzystać różne materiały: tlenki żelaza, kulki szklane i ceramiczne, pył węglowy, piasek, drewno, itp. Planuje się wybór przynajmniej 4 różnych materiałów (pod względem gęstości) i wśród tych materiałów dobór ziaren o różnych średnicach.



Rys. 2: Schemat poglądowy stanowiska do badania stacjonarnego złoża fluidalnego

Układ akwizycji danych pomiarowych będzie zawierał serię wmontowanych w korpus przekładników ciśnienia, termometru i manometru mierzącego temperaturę i ciśnienie otoczenia (dla określenia warunków odniesienia), termoanemometru umożliwiającemu pomiar prędkości przepływu gazu ponad złożem oraz aparatu fotograficznego rejestrującego stan złoża (ekspansję). Pomiar ciśnienia zostanie podłączony do odpowiednio dobranego układu akwizycji danych, w komputerze prowadzona będzie rejestracja wskazań manometrów. Dokładne opracowanie ekspansji złoża, z uwagi na metodę prowadzenia pomiaru, będzie dokonywane każdorazowo po przeprowadzonym eksperymencie. Sterowanie wydajnością wentylatora, również wchodzące w skład układu automatyki, prowadzone będzie za pomocą falownika oraz, docelowo, ma być sterowane z komputera.