

Doświadczalna instalacja do ciągłej granulacji bębnowej

Andrzej OBRANIAK, Tadeusz GLUBA – Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, Politechnika Łódzka

Prosimy cytować jako: CHEMIK 2012, 66, 5, 501-508

Wstęp

Na podstawie badań wstępnych przeprowadzonych w granulatorach bębnowych okresowych o różnych średnicach bębnowych oraz na podstawie doświadczenia, opracowano założenia do projektu procesowego:

- określono zakres zmian prędkości obrotowej bębna, wynikającą z zapewnienia typowego dla procesu granulacji ruchu kaskadowego (zapewniającego toczenie, ewentualnie zsuwanie się ziaren wsadu po utworzonej powierzchni swobodnej, przy zachowaniu ciągłości złoża) oraz efektu związanego z jednej strony ze zjawiskiem wysypywania się materiału przez otwór czołowy w pokrywie, a z drugiej wynikający z optymalnych warunków nawilżania wsadu ziarnistego, oblepiania się ścianek aparatu oraz optymalnej wydajności procesu, przyjęto zakres zmian prędkości obrotowej;
- ustalono wymiary aparatu przy uwzględnieniu zmian objętości złoża wynikających z postępu procesu; zaproponowano rozwiązanie z wymiennym bębniem, tak by można było dokonać porównania efektów granulacji dla aparatów o różnej średnicy;
- ustalono zakres zmian stopnia wypełnienia bębna materiałem sypkim, uwzględniający potencjalną zmianę jego gęstości nasypowej wynikającą z dodania cieczy nawilżającej oraz z postępu procesu;
- ustalono zakres zmian następujących parametrów procesowych:
 - ciśnienia cieczy roboczej
 - ciśnienia powietrza
 - temperatury czynników
 - natężenia przepływu cieczy
 - natężenia przepływu powietrza
 - wydajności procesu.Podczas badań zmieniano:
 - średnicę bębna D
 - współczynnik wypełnienia bębna k
 - prędkość obrotową bębna n
 - natężenie przepływu powietrza Q_p
 - natężenie przepływu cieczy Q_c
 - rodzaj cieczy nawilżającej.

Podczas przeprowadzonych prób dokonano obserwacji przebiegu procesu przeprowadzanego przy różnych parametrach pracy oraz porównania uzyskanego efektu.

W celu ustalenia parametrów pracy układu zasilającego układ w ciecz nawilżającą badano charakterystyczne parametry dysz pneumatycznych. Zasadniczym celem badań dysz było określenie wpływu parametrów pracy (natężenie przepływu cieczy i powietrza), oraz cech konstrukcyjnych dyszy, na stopień rozpadu strugi cieczy.

Na podstawie przeprowadzonych badań wstępnych przyjęto, że optymalnym sposobem dozowania cieczy (którą mogła być woda lub roztopione detergenty) do przesypującego się w bębnie granulatora złoża materiału ziarnistego jest rozpylenie ich nad swobodną powierzchnią wsadu za pomocą dysz pneumatycznych. Podczas badań stwierdzono, że dla stosowanych bębnowych granulatorów, ze względu na zapewnienie równomierności nawilżania, można stosować zamiennie jedną lub zestaw dysz pracujących w układzie szeregowym. Zasto-

sowana aparatura badawcza pozwalała na podawanie do dysz rozpylowych obu czynników (ciekłego i gazowego) o założonych dla danego doświadczenia parametrach pracy (temperatura, ciśnienie, natężenie przepływu).

Do badań zastosowano dysze pneumatyczne różnych konstrukcji:

- wykonaną przez Spraying System Deutschland GmbH; dysze te posiadają wymienne głowice o różnych średnicach wypływowych cieczy, a także dają możliwość wymiany rozpylaczy, które zapewniają krzyżowy przepływ cieczy i powietrza pod kątem 45° lub 60°
- dysze zaprojektowane i wykonane w Katedrze Aparatury Procesowej PŁ; dysze te dawały możliwość przeprowadzenia badań dla średnic otworu wylotowego cieczy z zakresu $d = 0,75-4$ mm.

Dla wszystkich badanych konstrukcji zderzenie strumienia cieczy i gazu realizowane jest na zewnątrz dyszy. Rozpylacze te wytwarzają rozpylony strumień o kołowym lub płaskim przekroju, który wydaje się być korzystny podczas nawilżania materiałów drobnoziarnistych w procesie granulacji w aparatach przesypowych.

Dla danego układu głowica-rozpylacz przeprowadzono badania parametrów uzyskanego strumienia przy zmiennych wartościach objętościowego natężenia przepływu cieczy i powietrza:

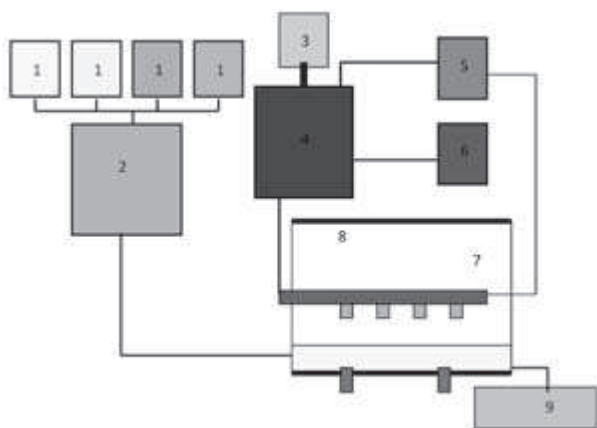
- natężenie przepływu cieczy, regulowano za pomocą regulatora przepływu cieczy w zakresie $Q_w = 0-300 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{h}$ z jednej dyszy
- natężenie przepływu powietrza podawanego za pomocą sprężarki ustalano w zakresie $Q_p = 0-30 \text{ m}^3/\text{h}$.

Stosowano stałe ciśnienie powietrza zakresu $p = 0-0,5$ MPa. Przeprowadzono szereg prób granulacji wsadu w bębnie przy zmiennych parametrach pracy dysz rozpylowych oraz różnych warunkach pracy granulatora. Uzyskane wyniki oraz obserwacje poczynione podczas badań pozwoliły na sformułowanie propozycji zawężenia stosowanych parametrów procesowych przy projektowaniu procesu i aparatury dla granulacji ciągłej.

Opis instalacji

Podstawowym założeniem budowy granulatora bębnowego o pracy ciągłej jest stworzenie zwartej konstrukcji technologicznej. Projekt stanowi zwartą całość, przejścia poszczególnych członów połączone są ze sobą tworząc ciągły przepływ materiału, począwszy od zbiornika pyłu a kończąc na gotowym granulacie o odpowiedniej średnicy. Aparatura, poza zadaniami użytkowymi, ma umożliwiać realizację celów badawczych, w związku z tym założono możliwość regulacji w pewnym zakresie niektórych parametrów aparaturowo-procesowych, a mianowicie:

- prędkości obrotowej
- współczynnika wypełnienia
- czasu przebywania
- kąta pochylenia
- długość bębna
- średnicy wylotowej dyszy
- natężenia przepływu cieczy zwiłżającej i powietrza oraz ich ciśnienia.



Rys. 1. Doświadczalna instalacja do ciągłej granulacji bębnowej
 1 – dozowniki; 2 – mieszalnik; 3 – silnik; 4 – zbiornik ciśnieniowy z płaszczem wodnym; 5 – sprężarka; 6 – termostat; 7 – zespół dysz; 8 – bęben granulatora; 9 – sita

Instalacja w założeniach projektowych obejmuje następujące zespoły (Rys. 1):

- mieszalnik substancji pylistych



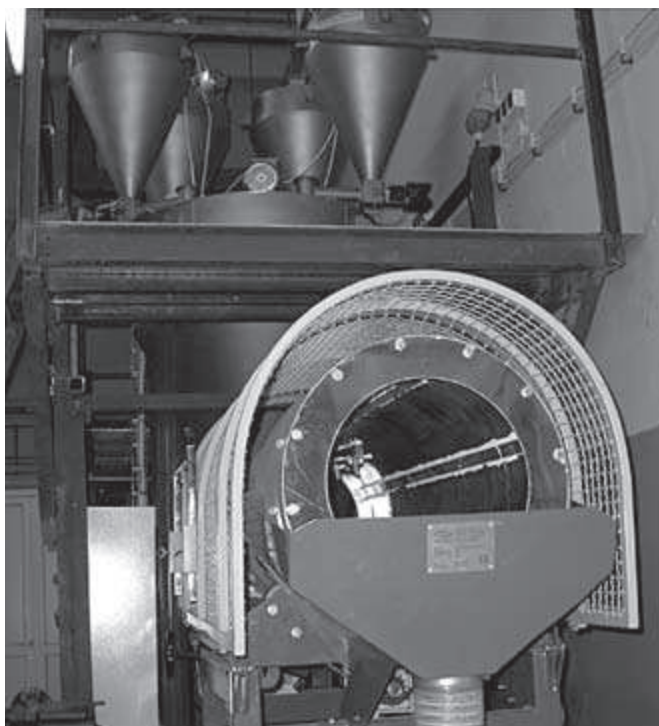
Rys. 2. Mieszalnik surowców

- dozownik substancji pylistych

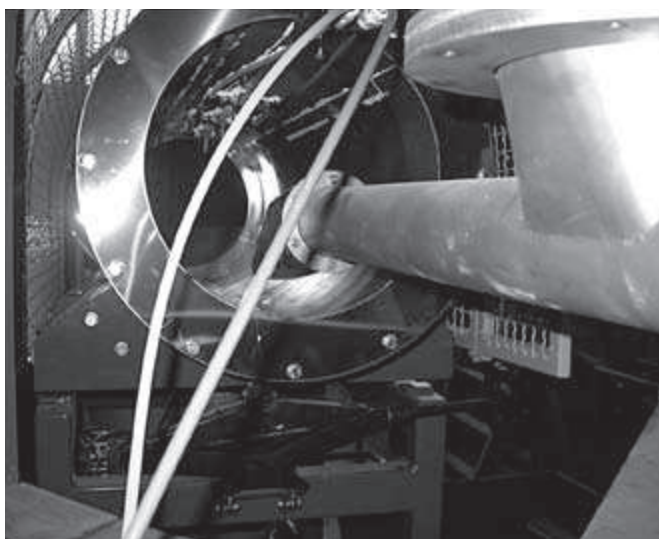


Rys. 3. Dozowniki

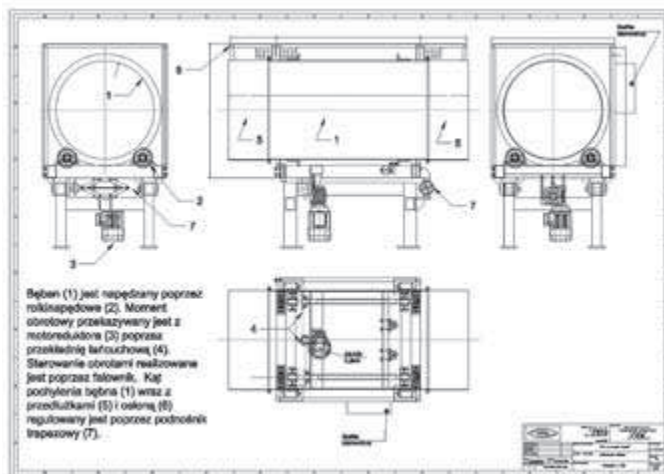
- bęben granulatora z napędem



Rys. 4. Bęben granulatora

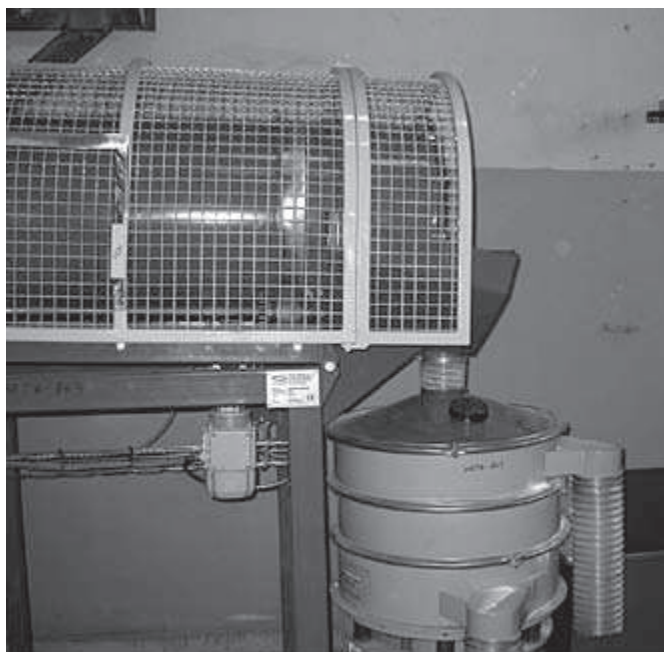


Rys. 5. Bęben granulatora

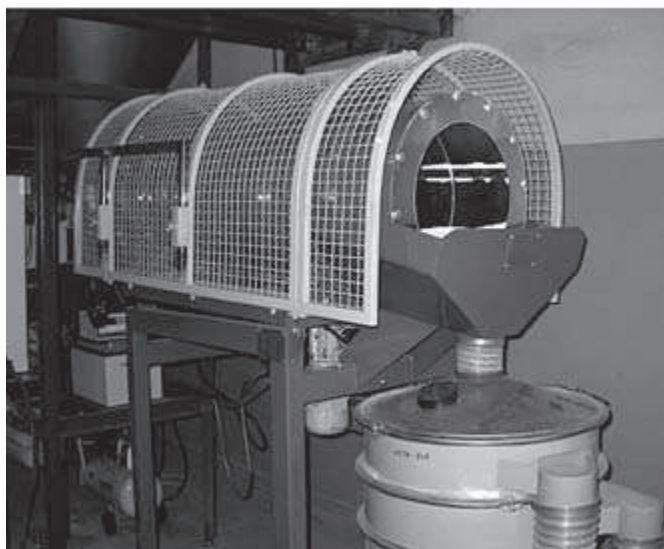


Rys. 6. Bęben granulatora

- przesiewacz

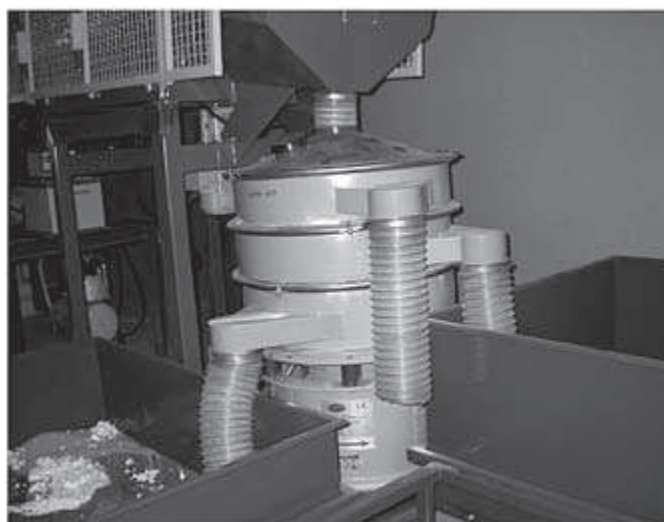


Rys. 7. Przesiewacz



Rys. 8. Przesiewacz

- zasobnik produktu



Rys. 9. Zasobniki

- zespół nawilżający



Rys. 10. Zbiornik ciśnieniowy

- moduł pomiarowy, który stanowił laserowy analizator wielkości ziaren
- ramę nośną.

Suchy materiał poddawany granulacji podawany jest z zasobników materiałów pylistych do mieszalnika poprzez dozowniki. Wydajność dozownika jest określona w zakresie umożliwiającym mieszanie substratów w odpowiedniej proporcji. Regulację prędkości obrotowej bębna zapewnia falownik. Zakres zmian prędkości obrotowej ustalony został na $n = 0-30$ obr/min.

Czas przebywania materiału w granulatorze regulowany jest przez natężenie podawanego surowca przez dozownik, zmianę długości bębna oraz jego kąta pochylecia.

Założono zmianę wydajność instalacji w zależności od zmieniających parametrów. Przyjęto: wydajność $Q =$ do 500 kg/h i średnicę bębna $D = 500$ mm. Kąt pochylecia aparatu ustalono w zakresie $\beta = 0-10^\circ$. Możliwość regulacji położenia kąтового granulatora osiąga się przez zawieszenie jednego końca ramy podtrzymującej na dwóch podporach przegubowych, a drugiego na podporach walcowych oraz zastosowaniu podnośnika trapezowego.

Moc zużywana do napędu granulatora składa się z następujących składowych:

- mocy na podniesienie materiału w bębnie do kąta naturalnego usypu
- mocy na mieszanie materiału
- mocy na pokonanie tarcia w czopach układu napędowego
- mocy na pokonanie sił tarcia tocznego układu napędowego.

Ustalono zapotrzebowanie mocy do napędu granulatora na $N = 3$ kW.

Przesypujące się w bębnie złożo będzie nawilżane cieczą nawilżającą (np. wodą lub roztopionym detergentem) przy ustalonych parametrach strugi. Niezbędne jest, by dostarczona w postaci drobnych kropli ciecz zmieniła wilgotność złoża w sposób zapewniający uzyskanie produktu o żądanych parametrach, a jednocześnie nie spowoduje oblepiania wewnętrznych ścianek aparatu, ani nie wygeneruje dodatkowych kosztów wynikających z długotrwałego suszenia produktu.

Zmiany natężenia przepływu powietrza i cieczy zwilżającej zostaną dokonane za pomocą zmiany średnicy rozpylaczy (2-4 mm) i parametrów zasilania dysz.

Ustalono następujące zakresy zmian natężenia przepływu mediów: powietrze $Q_p = 1-10$ m³/h; ciecz zwilżająca $Q_c = 1-50$ l/h.

Natężenie przepływu obu mediów można regulować za pomocą rotametrów lub ustalać na podstawie badań wstępnych. Dane określono dla jednej dyszy. Instalacja pozwala na wymianę dysz i stosowanie zamiennie dysz o innych parametrach pracy.

Wnioski

Omawiana instalacja do granulacji ciągłej pozwala projektować proces ciągłej granulacji bębnowej złoża wieloskładnikowego. Daje możliwości komponowania składu produktu dla czterech różnych surowców. Dzięki możliwości ustalenia różnej prędkości podawania surowca, dla każdego z czterech dozowników można ustalać różne proporcje stosowanych składników. Mieszalnik pozwala na ujednorodnienie złoża jeszcze przed dostarczeniem go do bębna granulatora. Dzięki zainstalowaniu dyszy hydraulicznej istnieje również możliwość dostarczania do mieszalnika dodatkowo rozpylonego składnika ciekłego. Instalacja pozwala na płynną zmianę kąta pochylenia bębna granulatora oraz, dzięki zastosowaniu falownika, na zmianę stosowanej prędkości obrotowej aparatu. Ciecz nawilżającą dostarcza się do bębna za pomocą zespołu dysz pneumatycznych. Można stosować różne rodzaje cieczy nawilżającej, zmieniać ich skład, temperaturę oraz parametry strugi dostarczanej do dysz. Instalacja pozwala również na skokową zmianę długości bębna, co przy uwzględnieniu wymienionych możliwości pozwala w dużym zakresie wpływać na czas przebywania.

Uzyskany granulat można skierować do przesiewacza, który segreguje go na produkt, nadziarno i podziarno, i kieruje do odpowiednich zasobników.

Prace wykonano w ramach projektu badawczego rozwojowego
Nr N R05 0009 06/2009.

Dr inż. Andrzej OBRANIAK ukończył studia na Wydziale Mechanicznym Politechniki Łódzkiej (1989). W 2002 r. uzyskał tytuł doktora na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska na tej samej uczelni. Obecnie jest pracownikiem naukowym w Katedrze Aparatury Procesowej Politechniki Łódzkiej.

Dr inż. Tadeusz GLUBA ukończył studia na Wydziale Mechanicznym Politechniki Łódzkiej (1973). W 1982 r. uzyskał tytuł doktora w Instytucie Inżynierii Chemicznej i Procesowej na tej samej uczelni. Obecnie jest pracownikiem naukowym w Katedrze Aparatury Procesowej Politechniki Łódzkiej.

Konkurs Chemiczny w GCE w Gliwicach

Tradycja konkursu chemicznego w Górnośląskim Centrum Edukacyjnym sięga czasów, gdy kształcenie odbywało się na poziomie szkoły podstawowej w cyklu 8-letnim i wówczas był on skierowany do uczniów klas ósmych szkół podstawowych. Po wdrożeniu reformy szkolnictwa konkurs uległ modyfikacji i obecnie jest adresowany obecnie do gimnazjalistów z Gliwic i okolic.

W bieżącym roku odbyła się 18 edycja tego konkursu, który corocznie składa się z dwóch etapów: etap I – teoretyczny (testowy) i etap II – praktyczny.

W związku z rozwojem Technologii Informacyjnej od trzech lat część teoretyczna konkursu odbywa się na platformie e-learningowej Moodle Górnośląskiego Centrum Edukacyjnego na której to w dniu konkursu uczniowie logują się i rozwiązują przygotowany test. Wynik z tej części konkursu młodzież otrzymuje natychmiast po rozwiązaniu i zatwierdzeniu testu w postaci komunikatu na ekranie.

Część praktyczna konkursu czyni go innym niż wszystkie inne konkursy chemiczne – część praktyczna jest doświadczalna w pełnym tego słowa znaczeniu, gdyż uczestnik sam wykonuje ciekawe i różnorodne eksperymenty chemiczne.

Konkurs skierowany jest do młodzieży szkół gimnazjalnych – klas drugich i trzecich – przejawiającej uzdolnienia i zainteresowania chemiczne, wykazującej się aktywnością i sprawnością manualną oraz chętniej do rozwijania umiejętności praktycznych w tej fascynującej i wszechstronnej dziedzinie.

Do najważniejszych celów konkursu należą:

- rozwijanie zainteresowań uczniów chemią jako nauką doświadczalną
- pogłębianie wiedzy i umiejętności praktycznych z chemii ogólnej, nieorganicznej i organicznej
- rozwijanie sprawności posługiwania się sprzętem laboratoryjnym i pracy z odczynnikami chemicznymi
- kształtowanie umiejętności prawidłowych obserwacji oraz sformułowania wniosków na podstawie przeprowadzonych doświadczeń
- przygotowanie uczniów do samodzielnego wykonywania doświadczeń chemicznych
- przestrzegania zasad bhp w laboratorium chemicznym

Konkurs przygotowują i prowadzą nauczyciele dyplomowani chemii i chemicznych przedmiotów zawodowych pracujący w Górnośląskim Centrum Edukacyjnym i mający duże doświadczenie zawodowe.

Laureaci Konkursu otrzymują nagrody i dyplomy: wszyscy, a nauczyciele listy gratulacyjne.

Tegorocznymi laureatami konkursu zostali:

1. Michał Biały Gimnazjum Nr 3 Gliwice opiekun: Zbigniew Gawron
2. Maciej Janus Gimnazjum Nr 3 Gliwice opiekun: Zbigniew Gawron
3. Karolin Zep Gimnazjum Nr 17 Gliwice opiekun: Justyna Gałuszka-Zajac

Część praktyczna konkursu odbywa się w bogato wyposażonym laboratorium chemicznym GCE jedynym takim laboratorium szkolnym na terenie Gliwic.

Laboratorium posiada 80 indywidualnych stanowisk pracy, na których każdego dnia odbywają zajęcia uczniowie GCE kształcący się z zawodów technik analityk i technik ochrony środowiska. Ponadto laboratorium jest częścią ośrodka egzaminacyjnego, w którym odbywają się praktyczne egzaminy zewnętrzne w zawodzie technik analityk.

Laboratorium udostępnia również swoje stanowiska i wyposażenie zorganizowanym grupom ze szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych, co cieszy ogromnym zainteresowaniem wśród młodzieży z gliwickich i zabrzańskich szkół. (kk)