



KATEDRA APARATURY PROCESOWEJ

Wydziału Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska
Politechnika Łódzka

Poprzedniczką obecnej Katedry Aparatury Procesowej Politechniki Łódzkiej była powołana w 1957 roku Katedra Aparatury Przemysłu Chemicznego na Wydziale Chemicznym PŁ, a jej kierownikiem został doc. dr hab. Henryk Błasiński. Do tej pory jest On uważany za Ojca obecnej Katedry. W latach 60. ubiegłego wieku, dzięki zatrudnieniu absolwentów Wydziału Mechanicznego, w krótkim czasie nastąpiło rozszerzenie oferty dydaktycznej Katedry o przedmioty ogólnotechniczne, tj. rysunek techniczny i maszynoznawstwo, przejęte etapami od Wydziału Mechanicznego. Pozwoliło to na zwiększenie kadry do kilkunastu nauczycieli akademickich w roku 1970, gdy z połączenia z Katedrą Inżynierii Chemicznej na Wydziale Chemii Spożywczej powołany został Instytut Inżynierii Chemicznej (później i Procesowej) na prawach wydziału. Zespół Katedry Aparatury Przemysłu Chemicznego pod kierownictwem prof. H. Błasińskiego występował w strukturze organizacyjnej Instytutu najpierw, jako zespół naukowo-dydaktyczny maszynoznawstwa i aparatury, a potem, jako Zakład Aparatury Chemicznej. W roku 1986 po przejściu na emeryturę prof. Henryka Błasińskiego kierownikiem Zakładu został prof. Andrzej Heim.

Taka jest najstarsza historia naszej Katedry. Jej nowsza część nierozdzielnie związana jest z decyzją Senatu PŁ o powołaniu w roku 1992, w miejsce Instytutu Inżynierii Chemicznej i Procesowej, Wydziału Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, który przyjął strukturę katedralną. Od początku tradycyjnie, jak to było w Instytucie, z numerem K-101, jako pierwsza katedra na dziesiątym wydziale PŁ, występuje Katedra Aparatury Procesowej. Po przejściu prof. Andrzeja Heima na emeryturę od 2009 roku Katedrą kieruje prof. Czesław Kuncewicz. W chwili obecnej zatrudnionych jest 9 nauczycieli akademickich (2 profesorów tytułarnych, 1 doktor habilitowany, 4 adiunktów i 2 wykładowców). W sumie w Katedrze obecnie jest zatrudnionych 10 osób plus 3 osoby będące na studiach doktoranckich.



Fot. 1. Prof. H. Błasiński – twórca i kierownik Katedry Aparatury Przemysłu Chemicznego na Wydziale Chemicznym PŁ w roku 1957

Fot. 1. Prof. H. Błasiński – founder and head of the Department of Chemical Industry Equipment at the Faculty of Chemistry LUT in 1957

Katedra K-101 była i jest miejscem, w którym zdobywało się i nadal zdobywa tytuły i różne stopnie naukowe. Na przestrzeni całej swej działalności w ramach Katedry 4 osoby zdobyły tytuły naukowe profesora, 8 osób stopnie naukowe doktora habilitowanego i ponad 25 osób stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria chemiczna.

Zajęcia dydaktyczne realizowane są dla studentów trzech Wydziałów PŁ. Na macierzystym wydziale, czyli na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, prowadzimy zajęcia z aparatury procesowej, rysunku technicznego, grafiki komputerowej, podstaw informatycznych i programów komputerowych oraz w nieco mniejszym wymiarze z przedmiotów związanych z inżynierią środowiska. Z czterech kierunków istniejących na naszym Wydziale, pracownicy Katedry prowadzą zajęcia na trzech z nich: na Inżynierii Chemicznej, Inżynierii Środowiska i Inżynierii Biochemicznej oraz na na-

szym studium doktoranckim „Inżynieria Chemiczna w Ochronie Środowiska”. Oprócz wymienionych zajęć mamy zlecenia z Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności oraz z Wydziału Chemicznego PŁ.

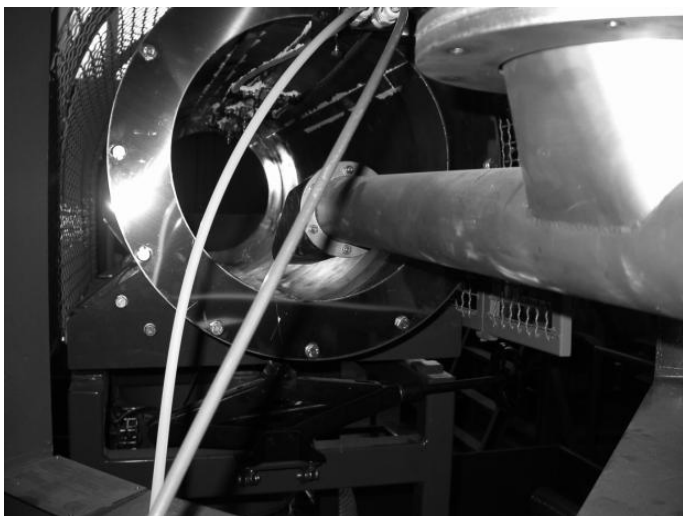
Działalność naukowa Katedry dotyczy przede wszystkim obszaru związanego z procesami mechanicznymi stosowanymi w inżynierii chemicznej i procesowej i wynika ona w dużym stopniu z tradycji przejętej od prof. Henryka Błasińskiego (mieszanie). Część obecnej tematyki badawczej wynika z kolei z aktualnego zapotrzebowania przemysłowego. Generalnie, oprócz mieszania układów jedno i wielofazowych, Katedra zajmuje się również procesami przesiewania, granulacji bębnowej oraz talerzowej, procesami mielenia oraz procesami dezintegracji komórek mikroorganizmów w młynach perełkowych.

Badania dotyczące zagadnień związanych z technikami granulacji prowadzi się w Katedrze od początku lat 70. ubiegłego wieku. Prace te koncentrują się przede wszystkim na metodach bezciśnieniowych, realizowanych w różnych wielkościach granulacjach talerzowych oraz granulacjach bębnowych. W większości przypadków badania dotyczą procesu granulacji realizowanego w trybie okresowym oraz w dużo mniejszym zakresie, w zbudowanej w 2010 roku instalacji do granulacji ciągłej o wydajności od 5-500 kg/h. Prace te mają dwojaki charakter. Od strony zjawiskowej są to badania podstawowe dotyczące kinetyki oraz dynamiki procesu, mechanizmów powstawania i wzrostu aglomeratów wraz z badaniami ich właściwości fizycznych i wytrzymałościowych. Z drugiej strony prowadzone są również badania użytkowe we współpracy z podmiotami gospodarczymi, które dotyczą opracowania technologii dla konkretnych materiałów granulowanych.

W wyniku dotychczas zrealizowanych badań w tym zakresie dorobek Katedry obejmuje: 1 pracę habilitacyjną, 6 prac doktorskich oraz szereg innych opracowań. Najważniejsze z nich to uzyskane patenty (8), publikacje (ponad 100), projekty oraz konstrukcje granulatorów talerzowych i bębnowych, zrealizowane projekty badawcze naukowe (5) i rozwojowe (1).

Wyrazem dorobku w tej dziedzinie jest fakt, że od początku lat 80. Katedra Aparatury Procesowej jest współorganizatorem Ogólnopolskiego Sympozjum GRANULACJA, a jej długoletni

Kierownik prof. Andrzej Heim jest przewodniczącym Komitetu Naukowego seminarium.



Fot. 2. Granulator do granulacji ciągłej o wydajności do 500 kg/h
Fot. 2. Granulator for continuous granulation with a capacity of up to 500 kg/h

Od początku istnienia Katedry Aparatury Procesowej prowadzone są prace związane z przesiewaniem materiałów ziarnistych. Prace te dotyczą kilku obszarów tematycznych tj.:

- badania podstawowe procesu przesiewania,
- blokowanie się otworów sitowych,
- konstrukcje maszyn przesiewających,
- konstrukcje urządzeń towarzyszących przesiewaczom (zasilanie, odbiór klas ziarnowych itp.).



Fot. 3. Przesiewacz laboratoryjny o regulowanych parametrach procesowych
Fot. 3. Set of laboratory screening with controlled process parameters

W ramach prac związanych z procesem przesiewania zajmujemy się przede wszystkim opisem analitycznym tego procesu, tworzeniem nowych modeli procesowych i określeniem wpływu poszczególnych parametrów procesowych na kinetykę i efektywność przesiewania. W ramach prac związanych z analizą konstrukcji poszczególnych sit interesuje nas ich

przydatność do konkretnych warunków procesowych, również tych najnowocześniejszych oferowanych przez czołowe zakłady produkujące sita na świecie. Z tym tematem związany jest problem blokowania się otworów sitowych oraz sposoby likwidacji tego niekorzystnego zjawiska. Ostatnio została opracowana w Katedrze analityczno-empiryczna metoda wyznaczania stopnia zablokowania sita.



Fot. 4. Emiter systemu laserowego LDA firmy Dantec
Fot. 4. Emitter of LDA Dantec laser system

W konstrukcjach maszyn przesiewających opracowano szereg nowych rozwiązań konstrukcyjnych, na które łącznie uzyskano 27 patentów. Najciekawszym rozwiązaniem wydaje się być uniwersalny przesiewacz dwuosiowy, będący również przesiewaczem o podwójnej częstotliwości. Innym rozwiązaniem opracowanym w Katedrze Aparatury Procesowej są maszyny rotacyjne, w tym bębnowe.

Ważnym tematem w technice przesiewania materiałów uziarnionych są urządzenia towarzyszące. Należą do nich przede wszystkim podajniki dostarczające nadawę do przesiewacza oraz transportery odbierające produkty przesiewania. Tematyka ta również znajduje się w polu zainteresowania zespołu przesiewania.

Ze względu na zainteresowania naukowe założyciela Katedry prof. Henryka Błasińskiego w początkowej jej historii procesy mieszania były dominujące. Z oczywistych względów z czasem doszły nowe tematy badawcze. Szczególnie w ostatnim okresie czasu procesy mieszania były rozpatrywane w dwóch aspektach: w aspekcie teoretycznym – badawczym oraz w aspekcie praktycznym. Na przestrzeni ostatnich 15 lat w Katedrze zostało opracowanych kilka modeli matematycznych, dotyczących mieszania cieczy w ruchu laminarnym z wykorzystaniem numerycznych technik CFD. Był to model 2D opisujący hydrodynamikę mieszalnika dla mieszadeł turbinowo-łopatkowych (1997), model 2D pozwalający określić szybkość wymiany ciepła na ścianie mieszalnika (2003), model 3D dotyczący hydrodynamiki mieszalnika dla mieszadeł wstęgowych i ślimakowych (2008) oraz hybrydowy model 3D/2D pozwalający obliczyć rozkład prędkości wewnątrz mieszalnika i moc mieszania dla mieszadeł o dowolnej konstrukcji (2010). Wszystkie wymienione modele były rozwiązane z wykorzystaniem własnych algorytmów obliczeniowych. Poza tym, czysto teoretycznym obszarem, prowadzone są badania dotyczące mieszadeł samozasysających oraz badania

przepływów burzliwych w mieszalniku. W aspekcie praktycznym opracowano wiele nowych układów mieszających, w tym m.in. opatentowano i wdrożono w Zakładach Azotowych w Tarnowie układ mieszający w reaktorze przegrupowania Beckmana. Rozwiązanie to zostało sprzedane wraz z całą technologią Firmie F.C.F.C. Corp. na Tajwanie. W tematyce związanej z mieszaniem pracownicy Katedry zdobyli 3 tytuły profesorskie, 4 stopnie doktora habilitowanego oraz ponad 10 stopni doktora nauk technicznych.

W pracach naukowych Katedry znajdują się również zagadnienia związane z mikromieleniem i dyspergowaniem ziaren ciał stałych w zawiesinie oraz z dezintegrowaniem mikroorganizmów. Procesy te znajdują zastosowanie między innymi w przemyśle: farb i lakierów, spożywcym, farmaceutycznym i kosmetycznym. Rezultatem prowadzonych od wielu lat badań naukowych i prac konstrukcyjno-projektowych jest ponad 80 publikacji krajowych i zagranicznych, 9 patentów dotyczących zwłaszcza młynów mieszalnikowych oraz opracowanie wielu prototypowych urządzeń przemysłowych. Te sukcesy były możliwe między innymi dzięki współpracy z Kozielską Fabryką Maszyn Kofama i Ośrodkiem Badawczo-Rozwojowym Przemysłu Barwników Organika w Zgierzu. Prowadzone prace badawcze w opisywanej tematyce dotyczyły badań kinetyki procesu rozdrabniania ziaren ciał stałych, dezintegracji komórek mikroorganizmów i uwalniania zawartych w nich związków wewnątrzkomórkowych



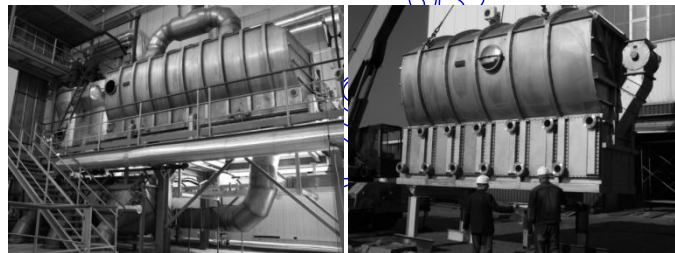
Fot. 5. Mikroskop badawczy z zestawem narzędzi do mikromanipulacji
Fot. 5. Research microscope with tools for micromanipulation

Osobnym obszarem działalności Katedry były projekty, konstrukcje i wdrożenia przemysłowych suszarek i chłodziarek cukru. W latach 2001-2009 wdrożono w różnych cukrowniach w całej Polsce ponad 15 instalacji o wydajnościach od 25 ton/h do 60 ton/h.

Pracownicy Katedry od 1990 roku aktywnie uczestniczyli we wszystkich dotychczas organizowanych konferencjach „Budowa i Eksploatacja Maszyn Spożywczych” prezentując wyniki szeregu prac badawczych, w szczególności dotyczących za-

gadnień, takich jak procesy jednostkowe oraz konstrukcje występujące w technologiach przetwórstwa spożywczego.

Od 1997 roku Katedra Aparatury Procesowej jest organizatorem konferencji „Operacje mechaniczne inżynierii procesowej” (Spała - 1997 i 2000, Słok - 2003, 2006 i 2009). W 2013 roku odbyła się VI konferencja (Smardzewice). Tradycyjnie już uczestniczyli i uczestniczą w nich naukowcy i praktycy z takich branż, jak: przemysł wydobywczy, chemiczny, rolno-spożywczy, farmaceutyczny, oraz szeroko pojętej inżynierii środowiska.



Fot. 6. Przykładowa zaprojektowana i wdrożona przez Katedrę suszarka oraz chłodziarka do cukru w polskich cukrowniach

Fot. 6. An exemplary of designed and implemented by the Process Equipment Department dryer and sugar cooler in the Polish sugar factories

W chwili obecnej zaplecze techniczne Katedry stanowi m.in.:

- laserowy system do pomiarów lokalnych prędkości płynów (LDA) oraz rozkładu wielkości cząstek fazy rozproszonej (PDA),
- laserowy system PIV do określania rozkładu prędkości w płaszczyźnie noża laserowego,
- mikroskop badawczy (jasne i ciemne pole, kontrast fazowy i kontrast Nomarskiego) wyposażony w układ do mikromanipulacji,
- laserowy analizator rozkładu wielkości cząstek na sucho i w zawiesinie w zakresie $0,16 \div 1200 \mu\text{m}$, firmy Fritsch,
- zestaw specjalistycznych kamer (500Hz) do rejestracji szybkozmiennych procesów,
- uniwersalne stanowisko do badania procesów mieszania,
- okresowy granulator bębnowy i talerzowy oraz instalacja do ciągłej granulacji bębnowej.

Potencjalne możliwości badawcze Katedry to:

- ekspertyzy i konsultacje dotyczące procesów mieszania,
- badania oraz dobór urządzeń do dyspergowania ciał stałych w płynach,
- badania procesowe oraz projektowanie maszyn i instalacji do przesiewania,
- opracowanie technologii granulacji proszków oraz wykorzystywanie projektów instalacji granulacyjnych.

Katedra prowadzi współpracę naukowo-techniczną z Laboratoire de Genie Chimique, Toulouse (Francja), z Czech Technical University in Prague (Czechy) oraz Laapenrata University of Technology (Finlandia).

Prof. dr hab. inż. Czesław Kuncewicz

Katedra Aparatury Procesowej

Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska

Politechnika Łódzka, (tel. 42 631 37 27)

czeslaw.kuncewicz@p.lodz.pl