



POLSKA AKADEMIA NAUK
KOMITET BUDOWY MASZYN
SEKCJA PODSTAW TECHNOLOGII
AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA
W BYDGOSZCZY
WYDZIAŁ MECHANICZNY



kierunki badań, technologia maszyn

Hubert LATOŚ*
Eugeniusz RANATOWSKI**
Marek BIELIŃSKI***

TECHNOLOGIA MASZYN W KATEDRACH WYDZIAŁU MECHANICZNEGO ATR

W pracy zaprezentowano ogólne zainteresowania dydaktyczne i naukowe trzech Katedr Wydziału Mechanicznego Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy, które w całości lub części zajmują się podstawami technologii maszyn. Są to: Katedra Inżynierii Produkcji, Katedra Inżynierii Materiałowej, Katedra Techniki Tworzyw.

WSTĘP

Wydział Mechaniczny ATR w Bydgoszczy posiada pełne prawa akademickie w dyscyplinie *budowa i eksploatacja maszyn* oraz prowadzi studia na kierunku *mechanika i budowa maszyn*.

Zagadnienia podstaw technologii maszyn są przedmiotem zainteresowań dydaktycznych i badawczych trzech Katedr Wydziału:

- Katedry Inżynierii Produkcji,
- Katedry Inżynierii Materiałowej,
- Katedry Techniki Tworzyw.

KATEDRA INŻYNIERII PRODUKCJI

Katedra Inżynierii Produkcji (KIP) w obecnej postaci została powołana w 2000 r. jako rozwiązanie kompromisowe wymuszone ówczesną sytuacją

* Katedra Inżynierii Produkcji, Wydział Mechaniczny ATR w Bydgoszczy,

** Katedra Inżynierii Materiałowej, Wydział Mechaniczny ATR w Bydgoszczy,

*** Katedra Techniki Tworzyw, Wydział Mechaniczny ATR w Bydgoszczy.

kadrową (brak samodzielnego pracownika naukowego w Katedrze Obrabiarek i Robotów). Połączono wtedy Katedrę Technologii Maszyn z częścią Katedry Obrabiarek i Robotów. Ponieważ zajęcia dydaktyczne związane z ekonomiką i zarządzaniem były także prowadzone w Katedrze Technologii Maszyn, stąd obecna nazwa Katedry. W skład Katedry wchodzi trzy Zakłady i jedna Pracownia:

- Zakład Inżynierii Procesów – kierowany przez dr. inż. Tomasza Paczkowskiego, zatrudniający sześciu nauczycieli akademickich,
- Zakład Obrabiarek i Robotów – kierowany przez dr. hab. inż. Michała Styp-Rekowskiego, prof. ATR, zatrudniający czterech nauczycieli akademickich;
- Zakład Obróbki Skrawaniem i Narzędzi – kierowany przez dr. inż. Mirosława Dalaka, zatrudniający czterech nauczycieli akademickich,
- Pracownia Zarządzania i Marketingu – kierowana przez dr. inż. Annę Ławrynowicz, zatrudniająca dwóch nauczycieli akademickich.

W Katedrze prowadzi się zajęcia z przedmiotów tematycznie związanych z profilem jej jednostek organizacyjnych. W dokonanej ostatnio nowelizacji planów studiów, w oparciu o likwidowane cztery dotychczasowe specjalizacje w technologii maszyn, takie jak: projektowanie procesów technologicznych, spawalnictwo, przetwórstwo tworzyw sztucznych, obróbka skrawaniem – utworzono jedną poszerzoną specjalność: technologię maszyn. W specjalizacji tej przewidziano nieco większy udział obrabiarek i robotów niż w dotychczasowej specjalności technologii maszyn.

W Katedrze działają dwa Studenckie Koła Naukowe:

- KN Mechaników, prowadzone przez dr. inż. Tadeusza Mikołajczyka, zajmujące się głównie wspomaganiami komputerowymi problemów występujących w technologii maszyn. Jest to najstarsze Koło Naukowe Wydziału Mechanicznego ATR, którego osiągnięcia były wielokrotnie wyróżniane i nagradzane na arenie krajowej,
- KN Narzędziowców, prowadzone przez dr. inż. Tomasza Paczkowskiego, utworzone niedawno, ukierunkowane na projektowanie i sposoby wykonywania narzędzi, z dużym udziałem narzędzi do przetwórstwa tworzyw sztucznych.

Problemy naukowe, którymi zajmują się pracownicy Katedry, zawierają się w inżynierii produkcji w budowie maszyn. Szeroki zakres prowadzonej w Katedrze dydaktyki skutkuje wielokierunkowością prowadzonych badań. Zagadnienia z zakresu podstaw technologii maszyn można podzielić na dwie grupy:

- zagadnienia w których pracownicy Katedry mieli kiedyś znaczące osiągnięcia (niektóre z nich są z różną intensywnością kontynuowane),
- zagadnienia nowo rozwijane, w których Katedra nie ma jeszcze znaczących osiągnięć, ale zdają się być współcześnie bardzo ważne, i gdzie pojawiają się nowe koncepcje badań.

W dotychczasowych kierunkach badań są to:

- proces skośnego skrawania i różne jego aplikacje w narzędziach skrawających, głównie o ostrzach jednokrawędziowych. Istnieją zakresy warunków bardzo dobrego skrawania z punktu widzenia różnych wskaźników skrawalności. W tym skrawaniu istnieje możliwość minimalizacji zmian w warstwie wierzchniej powierzchni obrobionej, co jest szczególnie ważne podczas skrawania materiałów kompozytowych. Występują jednak także niedogodności tego sposobu skrawania. Są nimi: na ogół małe kąty klina ostrza, stosunkowo duże wartości składowej odporowej siły skrawania, co wywołuje tendencję do powstawania drgań i ogranicza zastosowanie do małych i średnich średnic oraz małych głębokości skrawania. Prowadzone prace zmierzają w kierunku zmniejszenia dotychczasowych niedogodności stosowania dużych kątów pochylenia krawędzi skrawającej w tradycyjnych ostrzach jednokrawędziowych. Aktualnie opracowywane są nowe zgłoszenia patentowe takich ulepszonych ostrzy,
- elastyczność geometryczno-kinematyczna narzędzi skrawających. Zagadnienie to, umożliwiające zmniejszenie liczby różnych narzędzi, jest aktualnie rozwijane w różnych ośrodkach przemysłowych, gdyż okazało się bardzo przydatne zarówno do zmniejszenia liczby różnych narzędzi, jak i do rozwoju narzędzi mechatronicznych. Dotyczy to szczególnie zagadnienia zmiennych warunków skrawania wzdłuż krawędzi skrawającej i wzdłuż drogi skrawania. Tematyka ta obejmuje w KIP także obróbkę skrawaniem z wykorzystaniem elektronarzędzi mocowanych do kiści robota przemysłowego,
- wybrane zagadnienia obróbki erozyjnej elektrochemicznej, głównie obróbki powierzchni kształtowych, z uwzględnieniem modelowania procesu i elastyczności geometryczno-kinematycznej jako dróg do zwiększenia uniwersalizacji zastosowań, jak i potania obróbki erozyjnej elektrochemicznej,
- szlifowanie szczotkami ściernymi; prace obejmują głównie poznanie procesu dla rozszerzenia możliwości technologicznych tego sposobu kształtowania powierzchni,
- skrawalność materiałów, głównie stopów Al, a także żeliwa sferoidalnego. Prace nad skrawalnością stopów Al są kontynuacją badań zapoczątkowanych przez prof. dr. inż. M. Felda. Skrawalność żeliwa może być wstępem do skrawalności materiałów kompozytowych.
- wybrane zagadnienia nagniatania – to z kolei kontynuacja badań prowadzonych przez wiele lat przez dr. inż. Macieja M. Kozłowskiego,

Nowo rozwijane kierunki badań nastawione są na proekologiczne kształtowanie powierzchni przedmiotów, w tym:

- *toczenie na sucho lub z minimalnym stosowaniem cieczy obróbkowej*, szczególnie stali stosowanych w przemyśle spożywczym,
- *szlifowanie na sucho*: podstawy doboru warunków szlifowania stali na sucho w oparciu o ocenę procesu szlifowania w czasie rzeczywistym, na podstawie pomiaru i ocen produktu odpadowego,

- wpływ sposobu kształtowania warstwy wierzchniej na jej właściwości eksploatacyjne, w tym:
 - *odporność przedmiotów na wytwarzanie S&R* (ang.: squeek-rattle) podczas ich eksploatacji,
- obróbka powierzchni z nieciągłościami geometrycznymi:
 - *frezowanie obrotowe powierzchni z nieciągłościami geometrycznymi*,
- wybrane zagadnienia inżynierii produkcji, głównie metody zarządzania produkcją z wykorzystywaniem sztucznej inteligencji.

KATEDRA INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ

Katedra Inżynierii Materiałowej (KIM) posiada ponad 50-letnią historię, jej początki sięgają 1951 r. W 1992 r. nastąpiła transformacja Zakładu Materiałoznawstwa w Katedrę Materiałoznawstwa i Technologii Metali, a w 2001 r. ostatecznie przyjęto nazwę KIM.

Nazwa Katedry została dostosowana do nowych, rozszerzonych zadań oraz prowadzonych prac naukowo-badawczych, wynikających z posiadanego wyposażenia laboratoryjnego oraz doświadczenia naukowego pracowników Katedry i współczesnych trendów naukowych.

Aktualnie w skład Katedry wchodzi dwa Zakłady:

- Zakład Inżynierii Materiałowej i Obróbki Ciepłej (ZIM), zatrudniający sześciu nauczycieli akademickich (w tym jednego profesora ATR),
- Zakład Technologii Bezwiórowych (ZTB), zatrudniający czterech nauczycieli akademickich (w tym jednego profesora).

Do głównych zadań KIM w zakresie naukowo-badawczym należą zagadnienia projektowania cech fizyczno-chemicznych metali, stopów metali, tworzyw sztucznych, kompozytów, a także ustalanie ich właściwości mechanicznych, technologicznych i eksploatacyjnych. Działania obejmujące projektowanie cech fizykochemicznych i mechanicznych są domeną ZIM.

W ZTB przeważa tematyka kształtowania właściwości technologicznych materiałów, w ramach prowadzonej na Wydziale Mechanicznym specjalności *technologia maszyn*, obejmująca inżynierię: spajania, obróbki cieplnej, obróbki plastycznej i odlewnictwa.

Zasadniczo jest to podział formalny, gdyż w procesie kształtowania właściwości technologicznych występuje wtórne projektowanie ww. cech materiałowych, np. materiałów hutniczych w cyklu wytwórczym konstrukcji, maszyn itp., w ten sposób wymuszając merytoryczną współpracę obydwu Zakładów.

W związku z powyższym tematyka naukowa obydwu Zakładów, w przeważającej ilości, jest merytorycznie spójna i dotyczy kształtowania oraz modelowania:

- struktur i ich cech mechanicznych stali konstrukcyjnych na poziomie mikro- i nanoskopowym, z uwzględnieniem podstaw fizycznych na etapie projektowania cech materiałowych oraz wtórnego modelowania podczas realizacji procesów wytwórczych,

- rozwój nowych metod naukowo-badawczych, opartych o najnowsze trendy światowe, w zakresie projektowania materiałów oraz technologii materiałowych.

Z dotychczasowych wykonanych prac naukowo-badawczych, dotyczących problematyki projektowania cech materiałowych i powiązanych z technologią materiałową, na uwagę zasługują m.in.:

- prace nad określeniem mechanizmu przemian strukturalnych stali niskostopowych. Szczególnie dużo uwagi poświęcono opracowaniu mechanizmu przemiany bainitycznej oraz roli wydzieleni węglkowych w tej przemianie. W praktyce zagadnienia te mają wpływ na lepsze zrozumienie procesów obróbki cieplnej, a także w innych technologiach materiałowych, np. inżynierii spajania,
- prace nad opracowaniem ilościowych zależności między parametrami przemiany izotermicznej i właściwościami mechanicznymi żeliwa ADI,
- opracowanie zasad zgrzewania tarcowego żeliwa sferoidalnego. Zagadnienie to było przedmiotem wieloletnich badań, uwieńczonych opracowaniem solidnych podstaw teoretycznych tego procesu.

W zakresie technologii materiałowych szczególną uwagę poświęcono inżynierii spawania.

Problematyka naukowa ujęta w syntetyczny sposób obejmuje następujące zagadnienia:

- aplikację rozwiązań mechaniki spajania w opracowaniach technologicznych,
- analizę relacji: struktura złączy spajanych – własności mechaniczne, zwłaszcza przy ocenie stopnia uwrażliwienia na cykl cieplny procesu spajania,
- analizę możliwości rozszerzenia systemów ekspertowych poprzez modyfikację podstawowych rozwiązań fizyki procesu spawania,
- uściślenie analizy wymiarowej procesu spawania w opracowaniach technologicznych,
- modelowanie procesów cieplnych przy użyciu skoncentrowanych źródeł energii,
- zastosowanie sieci neuronowych do oceny spawalności metali i stopów,
- analizę procesu spawania prądem pulsującym.

W ramach realizacji ww. zagadnień naukowych opracowano między innymi:

- nową metodykę obliczeń nieliniowych zagadnień rozkładu temperatur i parametrów pokrewnych w złączach spawanych polegającą na opracowaniu hybrydowej, analityczno-numerycznej metody, z wykorzystaniem liniowej aproksymacji przebiegu parametrów fizycznych, konkurencyjną do metody Galerkina,

- nową metodykę obliczeń odkształceń i naprężeń poprzez wykorzystanie hybrydowej analityczno-numerycznej (H-A-N) metody oceny temperatur,
- zrealizowano analizę cyklu cieplnego procesu spawania prądem pulsującym z wykorzystaniem metody H-A-N wraz z opracowaniem stosownych algorytmów obliczeniowych w programie MathCAD.

W zakresie rozwijanych w KIM nowych kierunków badań na uwagę zasługują:

- zastosowanie sieci neuronowych w obszarze projektowania materiałowego oraz technologii materiałowych. Aktualne prace dotyczą modelowania struktur i oceny wymiarów ferrytu bainitycznego w ramach badań w ZIM oraz oceny stopnia uwrażliwienia połączeń spawanych na cykl cieplny procesu w ramach oceny spawalności materiałów konstrukcyjnych w ZTB,
- wstępne opracowania dotyczące zastosowania metody odwrotnego modelowania procesów technologii materiałowych. Pierwsze prace zostały wykonane w ramach inżynierii spawania,
- ukierunkowanie prac z zakresu inżynierii spawania na tematy naukowe wynikające z tzw. mechaniki spajania (weld mechanics).

Na uwagę zasługuje również fakt, iż KIM posiada **Certyfikat ISO 9001: 2000**

„w zakresie certyfikacji: projektowanie technologii i badania w zakresie:

- *struktury i właściwości materiałów metalowych i niemetalowych,*
- *procesów spajania metali i stopów, obróbki cieplnej, plastycznej i odlewnictwa”.*

KATEDRA TECHNIKI TWORZYW

Katedra Techniki Tworzyw (KTT) powstała w 2004 r. przez połączenie działającego od 1972 r. do 2003 r. Zakładu Przetwórstwa i Obróbki Tworzyw Sztucznych oraz Zakładu Maszyn Przetwórczych.

Obecnie w skład Katedry wchodzi dwa Zakłady:

- Zakład Przetwórstwa i Recyklingu Tworzyw – kierowany przez dr. inż. Joachima Zimniaka (Dr.-Ing. habilitatus TU Chemnitz/Niemcy), zatrudniający 3 nauczycieli akademickich (w tym samodzielnego pracownika nauki, prof. ATR),
- Zakład Procesów Mechanicznych – kierowany przez dr. hab. inż. Marka Bielińskiego, prof. ATR, zatrudniający 3 nauczycieli akademickich.

Dotychczas na specjalności „Technologia Maszyn” w ramach kierunku dyplomowania: Przetwórstwo Tworzyw Sztucznych prowadzono zajęcia z następujących przedmiotów:

- Procesy przetwórcze tworzyw sztucznych,
- Narzędzia przetwórcze do tworzyw sztucznych,
- Projektowanie wytworów z tworzyw sztucznych,
- Maszyny przetwórcze do tworzyw sztucznych.

W Katedrze prowadzono także i dalej są realizowane zajęcia na innych specjalnościach z przedmiotów łączonych np. „Narzędzia technik bezwiórowych”, „Optymalizacja procesów technologicznych” (w tym procesów przetwórczych tworzyw) oraz przedmioty występujące w planie studiów związane z wymienionymi wyżej zakładami Katedry. W dokonanej ostatnio nowelizacji planu studiów w miejsce prowadzonych przedmiotów na kierunku dyplomowa-

nia „Przetwórstwo tworzyw sztucznych” na poszerzonej specjalności „Technologia maszyn” są realizowane zajęcia z przedmiotu „Procesy przetwórcze tworzyw”.

W Katedrze od 2004 r. działa Studenckie Koło Naukowe Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych, którego opiekunem jest dr inż. Dariusz Sykutera. Ukierunkowanie Koła wiąże się z zagadnieniami wtryskiwania wspomaganego gazem oraz wtryskiwanie tworzyw transparentnych i porowatych.

Z dotychczasowych zrealizowanych prac naukowo-badawczych, obejmujących zagadnienia konstrukcyjno-technologiczne w zakresie maszyn, urządzeń do przetwórstwa i obróbki tworzyw, na uwagę zasługują:

- prace nad nowymi układami uplastyczniającymi wytłaczarek ślimakowych, które zrealizowano na zamówienie OBR „METALCHEM” w Toruniu. Opracowano oryginalne rozwiązanie konstrukcyjne, z wykorzystaniem nagrzewania półprzewodnikowego, które zapewnia znacznie wyższą sprawność wytłaczania (około 20%).
- prace nad optymalizacją klejów konstrukcyjnych na bazie żywicy klasy Epi-dian na zamówienie Zakładów Chemicznych „Sarżyna”. W ramach tematu zaproponowano oryginalną metodę badań do oceny właściwości użytkowych klejów i połączeń klejowych (metoda oddzierania obwodowego).

Drugą ważną grupą tematów realizowanych w Katedrze dotyczy rozwiązywania problemów recykulacji tworzyw poużytkowych – wtórnych, gdzie na szczególną uwagę zasługują zagadnienia recyklingu materiałowego. W ujęciu syntetycznym problematyka naukowa obejmuje następujące główne zagadnienia:

- opracowanie wytycznych dających podstawę formułowania założeń do projektowania linii technologicznych do aglomerowania folii termoplastycznych i wytworów cienkościennych,
- opracowanie założeń konstrukcyjno-technologicznych w zakresie urządzeń do rozdrabniania elastomerów. Opracowano liczne konstrukcje urządzeń rozdrabniających z cięciem hiperboloidalnym oraz model użytkowy do rozdrabniania tworzyw i elastomerów w warunkach cięcia „quasi-stycznego”. W stosunku do istniejących urządzeń na świecie, zaproponowane rozwiązania konstrukcyjne charakteryzują się wysoką efektywnością rozdrabniania.

Istotną problematyką naukową Katedry są zagadnienia materiałowo-przetwórcze. W tym zakresie wymienić należy przede wszystkim prace naukowo-badawcze w zakresie uzyskania tworzyw kompozytowych o specjalnych właściwościach akustycznych. W ramach programów centralnych, we współpracy z Politechniką Gdańską, opracowano na potrzeby Centrum Techniki Morskiej w Gdyni m.in. tworzywa kompozytowe o żądanej impedancji akustycznej do przetworników ultradźwiękowych.

W zakresie nowo rozwijanych kierunkach badań KTT na podkreślenie zasługują:

- 1) w obszarze podstaw teoretycznych (technologicznych) przetwórstwa tworzyw:

- kształtowanie wytworów z zasobów wtórnych materiałów kompozytowych,
- proekologiczny recykling materiałowy tworzyw polimerowych (nowe techniki rozdrabniania w warunkach cięcia „quasi-stycznego”),
- wielokrawędziowe rozdrabnianie tworzyw w recyklingu ze stabilizacją cech geometrycznych produktu,
- techniki porowania endo- i egzotermicznego tworzyw polimerowych,
- energooszczędne, ekologiczne techniki wielowarstwowych opakowań żywności,
- energooszczędne wytwarzanie wytworów z jednoczesnymi technikami wspomagającymi (wtryskiwanie ze wspomaganiami gazem, wtryskiwanie wytworów porowatych),
- przetwórstwo nanokompozytów (w tym kompozytów jednoskładnikowych).

2) w obszarze maszyn i urządzeń do przetwórstwa i obróbki tworzyw:

- współbieżne projektowanie narzędzi przetwórczych,
- wytwarzanie narzędzi przetwórczych,
- modele użytkowe z tworzyw polimerowych kształtowane technikami przyrostowymi.

Na uwagę zasługuje fakt, iż Katedra podtrzymuje wieloletnią współpracę zagraniczną w zakresie szeroko pojętej techniki tworzyw z następującymi ośrodkami naukowymi:

- TU Chemnitz/Niemcy – ostatnie wspólne prace naukowo-badawcze dotyczą recyklingu materiałowego tworzyw termoplastycznych i odpadów gumy wysokokwalifikowanej (tzw. TSE),
- TU Berlin – badania właściwości użytkowych tworzyw kompozytowych o wysokiej gęstości,
- Uniwersytet Paderborn/Niemcy – badania w zakresie techniki rozdrabniania.

Recenzował: Prof. dr hab. inż. Józef Flizikowski

TECHNOLOGICAL ACTIVITIES IN UTA'S FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENTS

Summary

The paper presents main scientific and didactic activity in mechanical engineering by three UTA's (University of Technology and Agriculture's) departments covering whole or part mechanical engineering, process engineering and production engineering bases. The departments are as follows:

- Department of Production Engineering,
- Department of Materials Science and Engineering,
- Department of Plastics Processing.