

Projekt: Laboratorium Dynamiki Zderzeń Statków Powietrznych i Kosmicznych

Aerospace Collision Impact Dynamics Laboratory - ACID Lab

Autorzy: Bartłomiej Dziewoński^{1,2}, Maciej Milewski^{1,2}, Krzysztof Kaliszuk^{1,2}, Mateusz Kucharski^{1,2}, Jacek Napora^{2,3}

¹ Inżynieria Mechaniczna, Szkoła Doktorska Politechniki Wrocławskiej

² Katedra Eksploatacji Systemów Technicznych, Wydział Mechaniczny

³ Lotnictwo i Kosmonautyka, Wydział Mechaniczno – Energetyczny

Abstrakt: Inwestycja w laboratorium badań zderzeniowych lotniczych i kosmicznych na uczelni, która dotychczas nie dysponowała takim wyposażeniem, stanowiłaby znaczący krok naprzód w rozwoju potencjału badawczego. Tego rodzaju laboratorium otwiera nowe możliwości badawcze w wielu dyscyplinach naukowych. W niniejszym projekcie przedstawiono krótki opis i uzasadnienie stworzenia laboratorium, wyposażonego w działa pneumatyczne zdolne do rozpędzania obiektów w celu badania zderzeń w zakresie prędkości od 60 km/h do nawet 9 km/s. Projekt wpisuje się w plan zwiększania potencjału naukowego i badawczego Politechniki Wrocławskiej.

Cel projektu: Celem projektu jest utworzenie laboratorium umożliwiającego badaczom Politechniki Wrocławskiej prowadzenie prac eksperymentalnych nad mechaniką zderzeń. Kompleks pozwoli analizować kolizje elementów konstrukcyjnych środków transportu lub części organizmów żywych (np. model głowy człowieka) z różnymi obiektami uderzającymi przy określonych prędkościach (np. kamień, ptak, odłamki). Z infrastruktury będą mogli korzystać badacze z dziedzin: inżynierii mechanicznej, inżynierii materiałowej, inżynierii biomedycznej oraz nauk medycznych.

Stan wiedzy: Obecnie testy zderzeniowe są kluczowym elementem oceny bezpieczeństwa w sektorach kosmicznym, lotniczym czy motoryzacyjnym. Pozwalają one na analizę zachowania materiałów i struktur pod wpływem dynamicznie zmieniających się obciążeń. Badania te obejmują uderzenia hiperprędkościowe pozwalające na ocenę ochrony i mechanizmów zderzenia występujących podczas zderzeń z mikro asteroidami, szczątkami orbitalnymi i odpadami kosmicznymi [1] [2]. W lotnictwie komercyjnym, zarówno załogowym, jak i bezzałogowym, testy zderzeniowe wykorzystywane są do oceny zniszczeń powstałych przez zderzenia z ptakami czy obecność zanieczyszczeń obcych. Obecnie badania skupiają się między innymi na testowaniu zderzeń z ptakami [3], wpływie uderzeń fragmentów lotu na wentylatory silników turbowentylatorowych [4] i struktury nośne płatowców [5] czy balistycznych testach penetracji materiałów kompozytowych [6]. Do rozpędzenia obiektów w tego typu testach używa się dział pneumatycznych, takich jak te obecne w [Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt](#) czy [Thiot Ingenierie](#). Testy zderzeniowe pozwalają nie tylko na eksperymentalną walidację struktur, ale także wspierają rozwój modeli numerycznych, mających na celu przewidywanie dynamiki zderzeń [7].

Planowane działania: Zakłada się utworzenie laboratorium wyposażonego w działa pneumatyczne o co najmniej czterech różnych kalibrach, umożliwiających wyrzut obiektów z prędkościami od 50 km/h do 400 km/h, z prędkościami do Mach 3 oraz z prędkościami

hipersonicznymi do 9 km/s. W ramach działań przewidziane jest pozyskanie i instalacja specjalistycznej aparatury badawczej takich jak: dział pneumatycznych o wymienionych parametrach, systemów monitorowania i rejestrowania zjawisk zderzeniowych, takich jak kamery szybkoeklatkowe, czujników do pomiaru odkształceń w badanych strukturach oraz systemu cyfrowej korelacji obrazu. Oprócz aparatury służącej do rejestrowania przebiegu zderzenia laboratorium zostałoby wyposażone w dalszych etapach w urządzenia pozwalające na dokładniejszą ocenę zaistniałych uszkodzeń bez ingerencji w badany obiekt – tomograf komputerowy, pozwalający na prześwietlenie badanych obiektów przed i po zderzeniu, a także ultrasonograf służący do wykrywania wad mikroskopijnych bez użycia tomografii. Pierwszym etapem planowanych działań będzie dokładne zdefiniowanie zakresów prędkości, mas i rodzaju materiałów z których będą wykonane obiekty wyrzucane oraz uderzane. Na tej podstawie stworzona zostanie metodyka badań oraz dokładana wycena każdego z czterech dział niezbędnych do uzyskania zdolności badawczej w pełnym zakresie prędkości spotykanych w zderzeniach powietrznych, kosmicznych a także innych opisanych w części dotyczącej interdyscyplinarności laboratorium. Drugim etapem będzie instalacja dział pneumatycznych i ich kalibracja w celu uzyskania wcześniej zdefiniowanych zakresów prędkości i dokładności pomiarowej. Ostatnim etapem będzie przeprowadzenie próbnych testów zderzeniowych w celu weryfikacji poprawności działania aparatury rejestrującej oraz urządzeń służących do nieniszczących metod badań.

Uzasadnienie celu projektu i wpływ realizacji na rozwój uczelni: ACID Lab znacząco wzbogaci ofertę dydaktyczną oraz badawczą Uczelni. Studenci kierunków Lotnictwo i Kosmonautyka, Mechanika i Budowa Maszyn, czy Transport będą mieli możliwość zapoznania się ze zjawiskiem zderzeń elementów statków powietrznych i kosmicznych z różnymi obiektami zewnętrznymi. Laboratorium umożliwi realizację prac dyplomowych przez studentów z zakresu mechaniki zderzeń, a także współpracę z Kołami Naukowymi udostępniając laboratorium na potrzeby testów własnych konstrukcji.

Dzięki istnieniu laboratorium możliwa będzie weryfikacja modeli numerycznych. Pozwoli to doktorantom i pracownikom wyspecjalizować się w zakresie technik symulacyjnych, które są kluczowe we współczesnej inżynierii. Przełoży się to na powstanie publikacji w renomowanych czasopismach. Zwiększenie dorobku publikacyjnego oraz samo funkcjonowanie laboratorium podniesie szanse na pozyskanie finansowania na projekty badawcze z zakresu zderzeń. Możliwe będzie wnioskowanie o dofinansowanie np. opracowania pasywnych i aktywnych systemów ochrony przed skutkami zderzeń, opracowania zaawansowanych materiałów: odporniejszych na zderzenie, adaptacyjnych oraz samonaprawiających się. Potencjał laboratorium ma charakter interdyscyplinarny – umożliwi przeprowadzanie testów zderzenia nie tylko elementów konstrukcyjnych statków powietrznych i kosmicznych, ale także elementów innych środków transportu, jak również modeli organizmów żywych (np. model głowy człowieka uderzony kamieniem). To sprawia, że laboratorium mogłoby być wykorzystywane przez studentów i badaczy z dziedzin: inżynierii mechanicznej, inżynierii materiałowej, inżynierii biomedycznej oraz nauk medycznych.