BIULETYN INFORMACYJNY

PERSPEKTYWICZNE KIERUNKI ROZWOJU MECHANIKI CIAŁA STAŁEGO

ZENON MRÓZ
Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa

1. Wstęp

Wytyczanie głównych kierunków rozwoju w danej dziedzinie nauki musi spełniać z jednej strony potrzeby rozwoju gospodarczego kraju, a z drugiej strony musi być zgodne z kierunkami rozwoju nauki w skali światowej. W większości krajów agencje rządowe finansujące badania formułują listy problemów priorytetowych w poszczególnych dziedzinach badań, lub podają klasy problemów gospodarczych, gdzie właściwie ukierunkowane badania naukowe są pożądane dla osiągnięcia zamierzonych celów.

Dla przykładu przytoczę zarys programu National Science Foundation (NSF) w Stanach Zjednoczonych w dziedzinie technologii. Oddział badań podstawowych w zakresie nowych technologii wyróżnia pięć dziedzin, a mianowicie: *biotechnologie, bioinżynieria* dla potrzeb ludzi fizycznie upośledzonych, *optyka i optoelektronika*, *inżynieria komputerowa* i wreszcie *neuroinżynieria*. Dla każdej z tych dziedzin sformułowano dość precyzyjnie problematykę i cele do osiągnięcia. Tak np. bioinżynieria obejmuje takie działy jak sensory i implanty, nieinwazyjna diagnostyka, analiza sygnałów oraz sterowanie i modelowanie układów biologicznych. Inżynieria komputerowa ma za zadanie rozwinięcie numerycznych i symbolicznych algorytmów oraz ogólnej metodologii komputerowej dla inżynierii wykorzystując nowe systemy procesorów.

Oddział badań podstawowych *krytycznych systemów inżynierskich* NSF formułuje cel badań jako podniesienie stopnia bezpieczeństwa i niezawodności urządzeń technicznych poddanych działaniu żywiołu środowiska, a więc trzęsienia ziemi, powodzi czy suszy, wiatru, osuwisk s karp i zboczy, spiętrzenia lodów oraz wyrzutu środków chemicznych. Jako główną klęskę żywiołową należy traktować trzęsienie ziemi, gdzie badania powinny dotyczyć mechaniki ruchu ziemi i poznaniu głównych zjawisk towarzyszących dynamicznym obciążeniom cyklicznym, następnie układom konstrukcyjnym i mechanicznym poddanym działaniom sejsmicznym.

Bardzo ważny problem pod nazwą *"Duże systemy konstrukcyjne"* dotyczy tak ważnego zagadnienia jak zbadanie mechanizmu degradacji układów konstrukcyjnych, takich jak budynki, mosty, drogi, zapory, porty, sieci gazowe, kanalizacyjne, itp. Badania mają na celu opracowanie metodyki badań nieniszczących dla diagnostyki, oceny stopnia bezpieczeństwa i pozostałego czasu pracy. Oddzielnym problemem jest opracowanie optymalnych technik regeneracji i naprawy stosując nowe materiały i nowe technologie. Trzecim zagadnieniem jest opracowanie właściwych sensorów i systemów elektronicznych dostarczających na bieżąco danych diagnostycznych które mogą być użyte do identyfikacji rozwoju uszkodzeń z wykorzystaniem metod tomograficznych.

Powyższe przykłady problemów mają charakter interdyscyplinarny i wynikają z potrzeb gospodarczych lub społecznych. Wchodzą one obszernie na grunt mechaniki i

stanowią inspirację dla wielu badań. Podobne problemy ogólne dla naszego kraju powinny być sformułowane przez Komitet Badań Naukowych przy współpracy z odpowiednimi komitetami poszczególnych dyscyplin naukowych. Tak np. problem "Duże systemy konstrukcyjne" ma również podstawowe znaczenie dla naszej gospodarki, bowiem istnieje pilna potrzeba regeneracji i unowocześnienia struktury technicznej kraju.

2. Mechanika materiałów

Przejdźmy obecnie na grunt mechaniki ciała stałego wyróżniając dwa główne obszary badań a mianowicie mechanikę materiałów i mechanikę konstrukcji. Nie stanowią one całości, lecz obejmują główne nurty prac badawczych. Celem badań jest rozszerzenie naszej wiedzy o zachowaniu materiałów i konstrukcji i wykorzystaniu jej do praktycznych celów inżynierskich, a więc projektowaniu i produkcji bardziej niezawodnych i tańszych konstrukcji.

Mechanika materiałów koncentruje się na poznaniu i opisie własności mechanicznych lub termicznych i powiązaniu ich ze strukturą wewnętrzną. Badania w pierwszym rzędzie dotyczyć będą *metali, materiałów ceramiczych materiałów kompozytowych, betonów, polimerów, biomateriałów oraz geomateriałów* (skały, grunty). Równania konstytutywne opisujące procesy deformacji są formułowane zazwyczaj na bazie fenomenologicznej. Obecnie coraz bardziej wchodzi do zastosowań podejście mikromechaniczne, gdzie rozpatruje się własonści monokryształu, a następnie agregału polikrystalicznego . Podobnie w przypadku materiałów rozdrobnionych, rozpatruje się agregaty ziarn będących we wzajemnym kontakcie, gdzie deformacja zachodzi wskutek wzajemnego poślizgu i obrotu ziarn. Opis deformacji plastycznej, pełzania, rozwoju uszkodzeń, tekstury i anizotropii można uzyskać właśnie na bazie modeli mikromechanicznych. Możemy zatem wprowadzić następującą klasyfikację:

a) modele fenomenologiczne,

b) modele mikromechaniczne wychodzące z opisu deformacji ziarn krystalicznych (mezomechanika),

c) modele mikromechaniczne opisujące defekty sieci krystalicznej i układy dyslokacji,

W związku z tymi podejściami rozwijają się nowe gałęzi nauki a mianowicie:

1. metalurgia mechaniczna,
2. mikromechanika komputerowa i doświadczalna.

W przeciwieństwie do bardziej klasycznej metalurgii fizycznej, metalurgia mechaniczna stawia za cel opis ilościowy własonści mechanicznych i procesów deformacji wychodząc z pojęć mikrostruktury na poziomie dyslokacji i mechanizmów deformacji sieci krystalicznej. Podobnie mikromechanika komputerowa ma na celu stworzenie właściwych metod numerycznych prowadzących do analizy ilościowej mikro i makroprocesów deformacji. Wymienimy tu przykładowo główne zjawiska, które są przedmiotem badań w przypadku *metali*

- przemiany fazowe w ciałach stałych,
- topnienie i krzepnięcie materiałów,
- deformacja w podwyższonych temperaturach (pełzanie, relaksacja, rekrystalizacja, starzenie, etc.),
- deformacja cykliczna i zmęczenie materiałów,
- zniszczenie kruche i ciągliwe,

- korozja naprężeniowa, wpływ wodoru na kruchość,
- lokalizacja odkształceń, stany pokrytyczne,
- duże deformacje plastyczne, anizotropia deformacyjna,

Materiały ceramiczne są obecnie przedmiotem intensywnych badań w związku z możliwością zastosowań jako elementów pracujących w podwyższonych temperaturach. Celem badań jest poznanie mechanizmów rozwoju spękań i podniesienie odporności na propagację szczelin. Podobne problemy rozpatruje się dla coraz bardziej popularnych kompozytów ceramicznych.

Materiały kompozytowe, a więc kompozyty o osnowie metalicznej, kruchej oraz polimerowej stwarzają odrębną grupę problemów związanych z analizą lokalnych mechanizmów zniszczenia i ich wzajemnego sprzężenia (pękanie włókien, osnowy, delaminacja, wyboczenie włókien, etc.). Ten kierunek badań jest słabo rozwinięty w kraju i zdecydowanie wymaga intensyfikacji ze względu na coraz bardziej masowe stosowanie kompozytów jako elementów konstrukcyjnych nie tylko w konstrukcjach lotniczych, ale w maszynowych i budowlanych.

Geomateriały stanowią odrębną klasę materiałów ważnych w geotechnice, górnictwie i technologii eksploatacyjnej złóż. Poznanie i opis ich własności stanowi przedmiot *geomechaniki*intensywnie rozwijanej w skali światowej. Opis własności skał i gruntów, analiza rozwoju spękań i deformacji stanowią podstawę do określenia stateczności wyrobisk górniczych, zboczy, zapór i innych budowli. Podobnie jak dla metali, powstają systemy analizy numerycznej wychodzące z równań konstytutywnych modelujących proces deformacji, rozwój spękań, pełzanie i naturalne defekty struktury. Aktualnie do ważnych problemów należy zbadanie mechanizmów sejsmicznych, stateczności wyrobisk na dużych głębokościach, mechanizmów tąpań i wyrzutów gazów, etc. Obok podejścia fenomenologicznego rozwija się obecnie podejście mikromechaniczne.

Biomateriały – badania dotyczą własności mechanicznych tkanki twardej i miękkiej wraz ze sprzężeniem tych własności z funkcjami biologicznymi. Powstały tu specjalistyczne działy takie jak mechanika kości, kręgosłupa, zębów, płuc, mięśni, implantów, etc. Badania w tej dziedzinie stanowią podstawę bioinżynierii.

3. Mechanika konstrukcji

Celem badań w tej dziedzinie jest udoskonalenie metod projektowania i budowy niezawodnych konstrukcji spełniających warunki minimalizacji kosztu przy określonym poziomie niezawodności. W dziedzinie tej wyróżniają się następujące wiodące kierunki badań.

3.1. Mechanika konstrukcji w zakresie nieliniowym i sprężystym

Stan graniczny konstrukcji odpowiadający maksymalnemu obciążeniu zachodzić może wskutek utraty stateczności, uplastycznienia lub rozwoju uszkodzeń. W wielu przypadkach zachodzi sprzężenie tych mechanizmów, gdy nieliniowe efekty geometryczne (duże ugięcia, obroty) zachodzą jednocześnie z deformacją plastyczną lub częściową degradacją. Badania w tej dziedzinie dotyczą opisu deformacji konstrukcji aż do całkowitego zniszczenia, przystosowanie konstrukcji do obciążeń cyklicznych, nisko i wysokocyklowe zmęczenie, rozwój uszkodzeń w konstrukcjach kompozytowych, wyboczenie i stany pokrytyczne z uwzględnieniem dużych ugięć. Zachodzi tu potrzeba zbudowania możliwie prostych teorii dużych ugięć i obrotów konstrukcji belkowych i powierzchniowych (płyty, powłoki), oraz opracowania algorytmów numerycznych analizy układów nieliniowych z uwzględnieniem punktów bifurkacji i stanów pokrytycznych.

Odrębną klasę konstrukcji stanowią roboty o podatnych elamentach, gdzie skończone obroty są podstawowym elementem ruchu, zaś podatność zależy od zmiennej konfiguracji. Prace w tej dziedzinie są intensywnie prowadzone, stanowiąc integrację mechaniki konstrukcji i mechaniki sztywnych mechanizmów.

3.2. Analiza wrażliwości, optymalizacja i niezawodność

Komputerowo wspomagane projektowanie (computer aided design), optymalne projektowanie, analiza wrażliwości, identyfikacja, stanowią klasę zagadnień aktywnie rozwijanych w wielu ośrodkach. Optymalizacja dotyczy zarówno zmiennych wymiarowych kształtu, jak i zmiennych topologicznych określających strukturę konstrukcji. Wysiłek badaczy w tej dziedzinie doprowadził do efektywnych algorytmów optymalizacji mających zastosowanie w projektowaniu konstrukcji. Do najbardziej aktualnych zagadnień należą: optymalizacja dużych układów konstrukcyjnych, uwzględnienie warunków niezawodności jako aktualnych ograniczeń projektowania, aktywne sterowanie połączone z optymalizacją w warunkach obciążeń dynamicznych. Wprowadzenie sterowania umożliwia zbudowanie tzw. konstrukcji inteligentnych (lub adaptacyjnych), gdzie istnieje układ sensorów i działań aktywnych zmniejszających amplitudy drgań lub nadmierne koncentracje naprężeń. Innym ważnym kierunkiem jest użycie metod sztucznej inteligencji oraz układów neuronowych do optymalnego projektowania wybranych typów konstrukcji.

3.3. Dynamika konstrukcji

Dynamika konstrukcji w zakresie liniowym i nieliniowym przy obciążeniach deterministycznych i stochastycznych, uwzględnienie tłumienia oddziaływania konstrukcji z gruntem i cieczą, efekty chaosu, stanowią główne kierunki badań. Optymalne sterowanie drgań (tłumienie pasywne i aktywne) stanowi jeden z ważnych kierunków badań zaś coraz częstsze realizacje inżynierskie aktywnego sterowania dla konstrukcji budowlanych wskazują, że tego typu sterowanie wejdzie do praktyki inżynierskiej.

3.4. Mechanika komputerowa

Mechanika komputerowa to w pierwszym rzędzie rozwój metod adaptacyjnych dyskretyzacji, automatuczne generowanie siatki obliczeniowej i modelu numerycznego, wykorzystanie metod dekompozycji i algorytmów równoległych, opracowanie efektywnych metod dla dużych systemów, efektywne algorytmy optymalizacji, to w skrócie główne aktualne trendy badawcze.

Omówione w niniejszym opracowaniu trendy badawcze nie obejmują całego obszaru badań w zakresie mechaniki ciała stałego. Uważam jednak, że dla rozwoju techniki są to kierunki najważniejsze. Komitet Mechaniki powinien dokonywać stałej oceny głównych kierunków badawczych i wskazywać na potrzebę rozwinięcia określonych badań w skali kraju. Podobnie Komitet Badań Naukowych powinien opracować listę ważnych problemów badawczych, istotnych dla rozwoju techniki i aktualnych z punktu widzenia nauki.

OMÓWIENIE KIERUNKÓW ROZWOJU I TRENDÓW BADAWCZYCH W MECHANICE PŁYNÓW

JERZY OSTROWSKI

Instytut Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej PW

Dokonanie takiej analizy jest sprawą nie tylko bardzo trudną, ale wręcz niemożliwą do jednoznacznej i jednopłaszczyznowej klasyfikacji badń i uwartościowania ocen.

Związane jest to, tak z subiektywnością wszelkich ocen i rokowań postępu, jak i z niesłychaną różnorodnością zjawisk wynikającą z ich skal, oddziaływań zewnętrznych, właściwości fizycznych ośrodków, ukierunkowania celów, złożoności opisów teoretycznych i metod badawczych uzależnionych ponadto od czynników pozadyscyplinarnych.

Stąd też założyć trzeba z góry, że przedstawiona, niniejsza ocena będzie niepełna i niedoskonała, stanowiąca tylko pewien zarys ogólny, wymagający korekt a także w niektórych partiach materiału istotnych przewartościowań ocen i uzupełnień.

Kierunki i trendy światowe uwidaczniające się w problematyce badań oraz zakres prowadzonych badań uwarunkowane są wielostronnie. Warunkuje je tak dystrybucja środków pochodzących z najróżnorodniejszych źródeł i przeznaczonych na różnorodne cele, jak i sposoby realizacji badań dla osiągnięcia założonych celów. Ten ostatni proces jest bardzo złożony i mimo głównego ukierunkowania działań przez wypadkowe dystrybucji środków, zawiera wiele elementów indywidualnych i grupowych inicjatyw wynikających z różnorodnych motywacji, organizacji i dystrybucji potencjału badawczego oraz innych.

Zwrócić tu trzeba uwagę na fakt, że nie mamy w mechanice płynów do czynienia z procesami na ogół progresywnymi w sensie penetracji nowych obszarów działań. Gwałtowny rozwój narzędzi badawczych pozwalających na doskonalszy opis zjawisk powoduje okresowe fale nawrotów do źródeł – uściślanie koncepcji wyjściowych i realizację tych samych celów i tematyki badawczej przy użyciu poprawniejszych i bardziej złożonych modeli.

Stąd też przy okresowych analizach programów badawczych można zauważyć, że ta właśnie działalność przeważa. Motywowana jest ona niepełną realizacją zadań w okresach poprzedzających, jak i niemożliwością uzyskania na poszczególnych etapach zadowalających dziś rozwiązań.

Problematyka badawcza z zakresu mechaniki płynów jest bardzo szeroka. Wynika to po prostu z faktu, że egzystencja i cała działalność człowieka odbywa się w obszarach płynnych. Płyn stanowi główny składnik organizmów żywych i procesy utrzymania i rozwoju życia uwarunkowane są procesami i zjawiskami przebiegającymi w obszarach przemieszczania się w organizmach ośrodków płynnych. Wszelka również działalność wytwórcza i gospodarcza nie byłaby możliwa bez znajomości zjawisk przepływu i wykorzystania tych zjawisk w tej działalności.

Ogólną definicję celów i zadań mechaniki płynów można sformułować bardzo łatwo.

Zadaniem mechaniki płynów jest bowiem badanie zjawisk zachodzących w ośrodkach płynnych pod wpływem oddziaływań zewnętrznych z uwzględnieniem właściwości fizycznych ośrodka. Badania takie prowadzone być mogą pod kątem poznania zjawisk, ich wykorzystania i kształtowania w pożądanym kierunku w oparciu o znajomość praw nimi rządzących.

Różnorodność badanych zjawisk jest jednak ogromna. Zjawiska badane są w obszarach mierzonych w przemieszczeniach cząstek swobodnych i skali geofizycznej, a nawet astrofizycznej; prędkości ruchu w przepływach zmieniają się praktycznie od zera do tysięcy m/s. Niezwykle zróżnicowane są właściwości ośrodków: od gazów rozrzedzonych do ciał pełzających, od przepływów Stokes'a do silnie zaburzonych przepływów turbulentnych, a także różnych ośrodków zmieniających swe właściwości reologiczne i inne ze zmianą parametrów przepływu. W ośrodkach wielofazowych zmieniać się mogą stosunki fazowe i struktura faz w wyniku oddziaływania parametrów fizycznych pola przepływu i procesów w tym polu zachodzących. Różnorodne mogą być też pola fizyczne oddziaływujące na przepływy i zróżnicowane ich łączne efekty.

Specjalną bardzo szeroką grupę badań z uwagi na powszechność zastosowań stanowią badania wpływu procesów cieplnych w polach przepływu.

Zjawiska cieplne mogą być związane z różnymi przemianami termodynamicznymi zachodzącymi ze zmianą parametrów przepływu, bądź inicjowane przez wprowadzanie ciepła na granicach lub do wnętrza badanych obszarów. W tym drugim przypadku istotne i ważne są przepływy z reakcjami chemicznymi zachodzącymi w wyniku wprowadzenia w obszar przepływu reagujących komponentów. W zależności od ilości i sposobu doprowadzenia ciepła obserwować można zmiany struktury przepływu od inicjowania zjawisk niestateczności przez turbulencję cieplną, generację przepływów o różnej intensywności aż do wybuchów włącznie. Wyróżnić tu trzeba ponadto, z uwagi na ważność zastosowań, procesy jonizacji gazów i możliwości sterowania procesami przepływowymi przy oddziaływaniu pól elektrycznych i magnetycznych.

Podejmując próbę klasyfikacji problematyki badawczej należałoby w pierwszym rzędzie podzielić ją na dwie grupy z uwagi na specyfikę i realizację celów.

1. Badania zjawisk zachodzących w naturze.
2. Badania zjawisk związanych z ogólnie pojętą działalnością cywilizacyjną człowieka.

Do pierwszej grupy należeć będą badania zjawisk w skali geofizycznej, zachodzących w warstwach atmosfery i we wnętrzu ziemi, mechanika mórz i oceanów, zjawiska warunkujące krążenie wody w przyrodzie, inżynierię wiatru, a ponadto badania w małej i mikro-skali w zakresie bioinżynierii, biologii i inne. Badnia te mają jedną wspólną cechę – głównym celem jest tu mianowicie poznanie zjawisk i ich współzależności. Natomiast możliwości kształtowania tych zjawisk są bardzo ograniczone i peryferyjne, tak z uwagi na skalę zjawisk, jak i złożoność i różnorodność procesów przebiegających w organizmach żywych.

Do drugiej grupy należą na ogół badania związane z działalnością wytwórczą i kształtowaniem warunków egzystencji człowieka. Cechować ją będzie głównie, poza istotnym marginesem obejmującym działalność poznawczą, wyraźne ukierunkowanie na poprawę warunków i komfortu egzystencji człowieka, usprawnienie działaności gospodarczej i wytwórczej.

Zastosowanie mechaniki płynów jest tu znaczące a w szeregu dziedzinach warunkujące realizację celów. Wymienić tu można:

- *energetykę* – systemy enenrgetyczne, maszyny i urządzenia energetyczne;
- *transport* – środki transportu: samoloty, statki, koleje, napędy;
- *ekologia* – ograniczanie źródeł emisji, transport zanieczyszczeń, wentylacja naturalna pomieszczeń, zakładów, zabudowy miejskiej, opływ pokryć terenowych, oczyszczanie ścieków, ochrona wód, i inne;
- *inżynieria cywilna* – ogrzewnictwo, klimatyzacja, wentylacja, instalacje komunalne;
- *inżynieria chemiczna* – procesy przepływowe z reakcjami chemicznymi, przepływy wielofazowe, procesy mieszania, dyfuzja, dyspersja;
- *inżynieria wodna* – wszelkie procesy przepływowe wchodzące w zakres działalności w tej dziadzinie;
- *inżynieria lądowa* – obciążanie wiatrem obiektów i konstrukcji elastycznych;
- *przemysł spożywczy* – instalacje, maszyny i urządzenia produkcyjne, procesy wytwórcze;
- *rolnictwo i leśnictwo* – nawożenie, ochrona roślin, ochrona gleby, nawadnianie itd;
- oraz inne jak *kopalnictwo, hutnictwo, przemysł naftowy i gazownictwo, przemysł materiałów mineralnych, przemysł włókienniczy* i szereg innych, w których wytwórstwie zastosowania mechaniki płynów są istotne.

Wymienione tu ukierunkowania i podane przykładowo hasła zawierają w podtekście możliwości podejmowania różnorodnych działań pod kątem optymalizacji istniejących rozwiązań i poszukiwania nowych.

W prezentacji międzynarodowych osiągnięć (literatura, konferencje) występuje tematyka, której ukierunkowanie na określone cele jest czytelne (dominują tu próby uściśleń i doskonalenia opisu znanych zjawisk), problematyka której ukierunkowanie nie jest określone, lecz można go się w podtekście doszukiwać i wreszcie problematyka o niesprecyzowanych ukierunkowaniach – ogólnopoznawcza.

Prezentacje stanowiące tu podaż informacji tworzą pewnego rodzaju "rynek". Istnienie podaży i możliwości wykorzystania informacji dla celów wytwórczych wytworzyły pewnego rodzaju mechanizmy. Powstały złożone i wzajemnie sprzężone układy – producentów informacji i pośredników, odbiorców przetwarzających tę informację w zastosowaniach. Ta druga działalność stanowi również szeroką problematykę badawczą, której realizacja pochłania środki wielokrotnie nieraz przekraczające koszty produkcji rynkowej.

Wyniki z tej sfery badań dostępne bywają, z uwagi na zastosowania, dopiero po krótszych i dłuższych okresach czasu (z uwagi na ochronę interesów gospodarczych czy wojskowych). Zatem problematyka stanowiąca podaż "jawną" nie oddaje w pełni aktualnej problematyki badań i jej osiągnięć, a bieżące analizy i przewidywania są niepełne. W pewnym sensie rzutuje to na na ocenę priorytetów badawczych.

Podejmując próbę analizy pod kątem klasyfikacji zjawisk przepływowych wydaje się celowe rozróżnienie ogólnie uwarunkowanych właściwości przepływu z uwagi na możliwości zastosowań. Wyraźnie zarysowują się trzy grupy.

1. Przepływy, w których dominującą rolę odgrywają zjawiska transportu ciepła, masy i energii.

2. Przepływy, w których dominującą rolę odgrywają naprężenia (transport pędu) i w efekcie siły działające na bryły i powierzchnie opływane.

3. Zjawiska związane ze statecznością przepływów (zmiany struktur ośrodka i jego właściwości) uwarunkowane oddziaływaniem różnych czynników tak wewnętrznych jak i zewnętrznych, w założeniu wyraźnego ukierunkowania badań na fizykę samych tylko procesów niestateczności.

Istnieje ponadto szereg zjawisk przepływowych, w których dominującą rolę odgrywają różnorodne właściwości ośrodka, siły występujące w przepływach, czy specyficzne oddziaływania zewnętrzne.

Zjawiska związane z procesami tansportu występują w naturze i w zastosowaniach technicznych. W technice kształtują one procesy wymiany ciepła (chłodzenie, ogrzewanie), wymiany masy – intensyfikacja procesów mieszania (dyfuzji, dyspersji), co warunkuje sprawność szeregu procesów, jak procesy spalania, reakcje chemiczne i różne procesy wytwórcze. W naturze procesy cieplne powodują ruchy atmosfery (wiatry o różnej skali częstotliwości), wpływają na turbulencję przepływów atmosferycznych; łącznie z procesami wymiany masy w relacjach powietrze–woda (parowanie, skraplanie) stanowią istotny mechanizm krążenia wody w przyrodzie. Są także przyczyną występowania silnych przepływów w troposferze i szeregu zjawisk atmosferycznych (tajfuny).

Intensyfikacja procesów transportu wiąże się z turbulencją przepływów, stąd istotna rola badań zakresu turbulencji i poza jej istotą, badanie i kształtowania struktur turbulentnych pod kątem intensyfikacji tych procesów (struktury koherentne, wielkoskalowe, badanie efektów sztucznych zaburzeń).

Potrzeba intensyfikacji omawianych procesów narzuca konieczność wykorzystania lepszych właściwości innych ośrdków płynnych np. wielofazowych o różnych właściwościach faz. Stwarza to nowe, szerokie pole badań obejmujące poza oddziaływaniem zewnętrznym takich przepływających ośrodków cały szereg problemów związanych z mechaniką wzajemnego oddziaływania struktur, statecznością układów fazowych, procesami dyspersji, dynamiką pęcherzy i szeregiem innych zjawisk bardzo trudnych do opisu teoretycznego i badań eksperymentalnych. Podkreślić tu trzeba jeszcze raz sprawy związane z procesami

spalania, warunkujące sprawność tych procesów, wymagających odpowiedniego sterowania w ośrodkach, w których zachodzi zjawisko spalania, tak od strony ukształtowania pola przepływu, jak i jego struktury (palniki i komory spalania).

Do drugiej grupy należą zjawiska opływu powierzchni tak stałych jak i płynnych. Obejmują one również bardzo szeroką skalę zjawisk od ruchów cząstek, zawiesin, przez skale ciał przemieszczających się w płynie, do skal oddziaływania wiatru na powierzchnie wodne i przy opływie wiatrem elementów terenu, jego konfiguracji i pokryć naturalnych i sztucznych.

W zakresie badań związanych z techniką pierwsze miejsce należy tu przyznać lotnictwu. Podstawowym zadaniem realizacji celu jest tu określenie geometrii różnego rodzaju konstrukcji latających, zapewniających powstanie sił aerodynamicznych i możliwości ich zmian dla uzyskania pożądanych zdolności manewrowych i stateczności przy optymalnej doskonałości aerodynamicznej.

Problematyka badań obejmuje tu głównie optymalizację kształtów istniejących rozwiązań, obejmującą geometrię profili, skrzydeł, usterzeń i kompleksową analizę opływu całych układów oraz badania związane z rozwojem konstrukcji lotniczych coraz to szybszych samolotów i pojazdów specjalnych przeznaczeń.

Różny zakres prędkości i przepływu uwarunkowany relacjami sił bezwładności, lepkości i sprężystości, uwielokrotnia zakres tematyki badawczej narzucając konieczność optymalizacji układów dla różnych zakresów lotu: podkrytycznych – nieściśliwych i ściśliwych, przykrytycznych (mieszanych, przydźwiękowych) i naddźwiękowych. W pierwszym przedziale są to sprawy sterowania procesami laminaryzacji, turbulizacji opływów i analizą różnych zjawisk oderwań, w przepływach naddźwiękowych dominują zjawiska falowe, interferencja fal i warstwy przyściennej. Wysiłki skierowane są tu na minimalizację oddziaływań falowych. Badania tych zjawisk komplikują efekty trójwymiarowości opływu uwarunkowane różnymi formami geometrii, interferencja wzajemna układów, generacja różnych struktur wirowych, wpływających silnie na zjawiska opływu i doskonałość aerodynamiczną. Istotną sprawą jest też zmniejszenie tarcia. Uzyskuje się pierwsze efekty laminaryzacji warstw turbulentnych w obszarach o małych zmianach gradientów ciśnienia (riblets).

Przy tak rozwiniętej problematyce badawczej w lotnictwie *kształtowanie brył samochodów, lokomotyw i innych pojazdów* i zmniejszanie ich oporów ruchu przez tak zwany fairing jest sprawą wtórną i marginesową. Specyfiką tych opływów, wymagającą oddzielnej analizy zjawisk, jest wpływ oddziaływania ziemi i uwzględnianie sił aerodynamicznych przy ocenie stateczności ruchu.

W problematyce badań związanych z ruchem statków specyficzne są zjawiska związane z falowaniem powierzchni wody powodujące powstawanie oporu falowego, interferencji fal – np. przy opływie dwukadłubowców, a także zjawiska kawitacji przy opływie części zanurzonych. Ciągle badana jest geometria powierzchni opływanych pod kątem możliwości zmniejszenia oporów ruchu (efekty trójwymiarowe warstwy przyściennej, strefy oderwania). Możliwości zmniejszenia oporów tarcia na drodze niekonwencjonalnej (drgania elastycznych pokryć) stanowią ciągle przedmiot zainteresowania wielu bdaczy. W tym przypadku jednak brak jest jeszcze pełnego zrozumienia mechanizmów tego procesu i technicznych możliwości jego realizacji. Wydaje się, że rozwiązanie tego zagadnienia jest łatwiejsze przy opływie cieczą niż przy opływie gazem.

Problematyka obejmująca analizę zjawisk zachodzących na powierzchniach opływanych jest bardzo ważną, także w zastosowaniach do *maszyn przepływowych i pędników.* W tym przypadku specyfiką przepływów są dodatkowo pola sił wywołanych ruchem obrotowym elementów opływanych jak i oddziaływanie wzajemne układów łopat i wieńców. Tak w lotnictwie jak i tu, z uwagi na dalekie zaawansowanie techniczne rozwiązań, problematyka badań ukierunkowana jest na optymalizację zjawisk przepływowych w kierunku poprawy sprawności i efektywności urządzeń. Wiąże się to z kształtowaniem przepływu w kanałach międzyłopatkowych, kształtowaniem łopatek zapewniającym przy opływie możliwie małe opory ruchu (głównie straty pędu w obszarach dyfuzorowych). W przypływie obserwuje się silne trójwymiarowe zaburzenia (przepływy wtórne) występujące z uwagi na oddziaływanie sił odśrodkowych, efekty naroży i szczeliny łopatkowe. Zmienne są warunki napływu (ślady, turbulencja wstępna). Ogólna tematyka badań zbliżona jest do tematyki

opływu płatów, z koniecznością uwzględnienia tu dodatkowo oddziaływania wzajemnego łopat wywołującego silne gradienty ciśnień w przekrojach kanału, a w przepływach mieszanych i naddźwiękowych zjawiska odbić falowych w kanałach.

W badaniach pędników dominuje problematyka zjawisk opływu łopat śmigłowców i śrub okrętowych. W tym pierwszym przypadku aktualne są obecnie badania oddziaływania zaburzeń w śladzie za łopatą uchodzącą na opływ łopaty nachodzącej. W przypadku dużej prędkości łopat i występowania zjawisk falowych efekty te mogą być bardzo silne. W tematyce natomiast śrub okrętowych dominuje w dalszym ciągu kawitacja (opływ i ukształtowanie końców łopat). Ważne są zjawiska oddziaływania śruba–kadłub.

W badaniach teoretycznych podejmowane są prace nad opisem przepływu turbulentnego w kanałach palisad, zastosowania matod panelowych do obliczeń opływu łopat. W zakresie badań eksperymentalnych ciągle pozostaje otwarta sprawa pomiarów pola przepływu i jego struktur na obiektach znajdujących się w ruchu.

Do tej samej grupy tematycznej zaliczyć można także przepływy *w przewodach i kanałach zamkniętych*. Badania są prowadzone w kierunku zmniejszenia oporów tarcia na opływanych powierzchniach (oscylacja powierzchni, riblets) oraz badane są pola i struktury przepływu w różnorodnie ukształtowanych kanałach. Nadspodziewanie dużo, w związku z rozwojem technik komputerowych, pojawia się tu prac obliczeniowych. Opory tarcia zależne są od właściwości ośrodka przepływającego i struktur przepływu. Transport różnych ośrodków w rurach i kanałach wymaga więc ciągłych badań zmian oporów ruchu ze zmianą ośrodka. Dotyczyć to może przepływów wielofazowych, płynów reologicznych. Specjalnym przypadkiem jest tu problematyka transportu pneumatycznego i hydraulicznego materiałów, w którym na zjawiska opływu czynnika transportującego nakładają się oddziaływania materiału transportowanego.

Dla zjawisk występujących w naturze typowe będą *badania oddziaływania wiatru na powierzchnie wodne*. Zjawisko to wywołuje z jednej strony ruch falowy na powierzchni wody i przemieszczenia mas wodnych, z drugiej strony, w zależności od różnicy temperatur (parowanie lub skraplanie wody), proces wymiany masy, mający ogromne znaczenie dla klimatu w skali globu i gospodarki wodnej. Ruch falowy powoduje utlenianie powierzchni wody a w małych, o dużej głębokości zbiornikach wywołuje ruchy wtórne, krążenie w poszczególnych warstwach, które przenoszą tlen z powierzchni do warstw głębszych. Przemieszczenia masy wody wywołane wiatrem zmieniają warunki pławne w pobliżu brzegów (porty), wywołują prądy lokalne i wymywanie brzegów.

Innym ważnym zjawiskiem występującym w naturze *jest proces generacji przyziemnej warstwy atmosferycznej* i oddziaływanie wiatru na pokrycia naturalne i sztuczne, w efekcie którego zmienia się pole przepływu i stuktura samej warstwy. Szczególnie istotne jest badanie zjawisk w części przyziemnej, w której procesy cieple, z uwagi na małe różnice wysokości nie ingerują silnie. Dominującym zjawiskiem jest więc tu mechaniczna generacja turbulencji przy opływie pokryć i konfiguracji terenowych i procesy jej dysypacji (ewolucja śladów).

Zjawisko to oddziaływuje silnie nie tylko na procesy niskiego transportu zanieczyszczeń, przewietrzanie miast i osiedli, ale oddziaływuje także na niektóre procesy biologiczne i mikroklimat środowisk. Ruch wiatru powoduje występowanie sił na opływanych obiektach i konstrukcjach budowlanych, które mogą być znaczne, a nawet niszczące przy bardzo silnych wiatrach lub w przypadkach sprzężeń rezonansowych; przy opływie konstrukcji elastycznych. Wpływa także na energetykę budynków przez wymuszanie przepływów wewnętrznych (różnice ciśnień na ścianach budynków opływanych) i wychładzanie ścian.

Do trzeciej grupy, według przyjętej klasyfikacji zaliczono zjawiska stateczności przepływów i ich uwarunkowań, koncentrujące duży potencjał badawczy. Z uwagi na powszechność występowania, najwięcej uwagi poświęca się sprawom przejścia z przepływu laminarnego do turbulentnego. Bada się różne przypadki przepływu: na powierzchniach stałych, na powierzchniach nieciągłości (oderwania), w strumienach, w przepływach w rurach i innych. Różne są przy tym uwarunkowania: wymiana ciepła, wymiana masy, gradienty ciśnienia, pola sił masowych itp.

Z uwagi na to, że utrata staeczności przepływu laminarnego inicjuje proces turbulizacji,

analiza zjawisk przejścia jest niezwykle ważna dla ciągle prowadzonych prób badania istoty zjawiska turbulencji.

Drugim ważnym problemem badawczym w tej dziedzinie są zjawiska falowe związane z przekroczeniem krytycznej liczby Macha (prędkości dźwięku w przepływie). Poza badaniami samej struktury fali i jej form, ważne są zjawiska oddziaływania wzajemnego na przepływ w warstwie przyściennej zaznaczający się szczególnie silnie w przepływach mieszanych.

W przepływach wielofazowych bada się stateczność struktur przelywu (konfiguracji występujących faz) i ich stabilności warunkującej prawidłowe wykorzystanie właściwości tych przepływów.

Przykładem stateczności przepływów występujących w skali makro jest stratyfikacja przepływu w warstwie atmosferycznej. W zależności od gradientu temperatury otrzymujemy bądź atmosferę niestateczną – inicjowanie i wzmacnianie procesów turbulencji bądź stateczną – tłumienie tych procesów.

W małych skalach przykładem niestateczności mogą być zjawiska warunkujące rozpad strumieni na krople.

Liczba przykładów, które można tu wymienić jest ogromna i dotyczy właściwie prawie wszystkich zjawisk przepływowych. Z wżniejszych można jeszcze wymienić: stateczność płomieni, procesów spalania lub przebiegu różnych reakcji chemicznych, uzależnioną od bardzo złożonych uwarunkowań tych procesów.

Poza wyszczególnioną powyżej problematyką ujętą w klasyfikacji w trzech wyżej wymienionych grupach rozróżnić trzeba tematykę badawczą zjawisk, które z uwagi na właściwości ośrodka i inne uwarunkowania nie dają się w tym układzie sklasyfikować. Wymienić tu trzeba w pierwszym rzędzie *przepływy nieustalone*, w których przebieg zjawisk zdeterminowany jest siłami bezwładności wynikającymi z przyspieszeń lokalnych.

Dotyczyć to może tak przepływów zewnętrznych jak i wewnętrznych (ograniczonych przestrzennie). Zjawiska te mogą być wzbudzane w wyniku oddziaływania zewnętrznego (pulsacje strumienia napływającego, drgania powierzchni opływanych) bądź wewnętrznego (oderwania, niestateczności lokalne zjawisk opływu). Przy opływach zewnętrznych badania ukierunkowane są głównie na zjawiska opływu elementów odkształcalnych, drgań konstrukcji w układach rezonansowych, sprzężeń przepływu z odkształceniem obiektów (flatter). W technice badania ukierunkowane są na drgania płatów samolotów, łopatek wirników turbin i sprężarek osiowych, łopat pędników i elastycznych konstrukcji budowlanych.

Oddzielną grupę stanowią przepływy pulsacyjne w przewodach i elementach instalacji, przepływy przez zawory silników, sprężarek, pomp. Efektem nieustaloności zjawsk przepływowych jest hałas aerodynamiczny, którego widma określa częstotliwość i natężenie pulsacji. Na tym tle rozwinęła się problematyka tłumienia pulsacji – tłumiki.

W następnej kolejności można wyróżnić przepływy uwarunkowane szczególnie właściwościami ośrodka przepływającego, jak np. płynów reologicznych – uwarunkowanie pola naprężeń od właściwości ośrodka, przepływy gazów zjonizowanych – podatne na oddziaływanie pól elektrycznych i magnetycznych, przepływy cieczy niezwykłych (superfluids), wykazujących specyficzne właściwości np. nadprzedownictwo oraz bardzo ważne w zastosowaniach procesy smarowania (trybologia), gdzie dominują efekty smarne cieczy i przepływy pełzające z uwagi na specyficzne właściwości ośrodka.

Przepływy uwarunkowane środowiskowo i specyfiką realizacji celu stanowią nową grupę, do której zaliczyć można przepływy cieczy i gazów w złożach, dynamikę rzek, ochronę wód i oczyszczanie ścieków, a także z uwagi na definicję, przepływy płynów biologicznych uzależnionych od procesów zachodzących w organizmach.

Z tematyki nie ujętej powyższą klasyfikacją, a angażującej widoczny potencjał badawczy i ważnej w zastosowaniach wymienić należy: przepływy strumieni i ewolucję śladów, mechanikę kropel i pęcherzy, przepływy gazów rozrzedzonych, pola wirowe i dyfuzja wirowości oraz zjawiska niedeterministyczne i chaos.

Przedstawiona wyżej problematyka badawcza i jej ukierunkowanie nie są w stanie oddać w pełni różnorodności tematyki badawczej w zastosowaniach mechaniki płynów. Pewną ilustracją rozrzutów tematyki mogą być tematy prezentacji dokonywanych jednocześnie w różnych pomieszczeniach na jednej konferencji – dynamika lawin, wewnętrzne

fale grawitacyjne, stratyfikowane przepływy płynów, formy niestateczności przepływu zawiesin bakteryjnych.

Z uwagi na ukierunkowanie problemowe niniejszego opracowania nie została tutaj przedstawiona szeroka problematyka związana z rozwojem narzędzi badawczych – zastosowań aparatu matematycznego, technik badawczych w zakresie eksperymentu i uwypuklona rola komputeryzacji. Podkreślono jedynie wpływ rozwoju narzędzi badawczych na problematykę badań.

RAPORT O STANIE MECHANIKI ANALITYCZNEJ

BOGDAN SKALMIERSKI

Przewodniczący Sekcji Mechaniki Analitycznej Komitetu Mechaniki PAN

Niestety nie ma jasnej definicji mechaniki analitycznej. Istnieją w tej kwestii zdania podzielone. Niektórzy utożsamiają ją z mechaniką klasyczną, inni twierdzą, że mechnika anlityczna to mechnika we współrzędnych krzywoliniowych. W klasycznym wykładzie uniwersyteckim termin mechanika analityczna pojawia się przy formułowaniu równań ruchu z nałożonymi więzami. To co charakterystyczne dla mechniki analitycznej to jej wyższy stopień abstrakcji dzięki wprowadzeniu bardziej sformalizowanego opisu ruchu niż to ma miejsce w podstawach mechniki z uwzględnieniem różnego rodzaju więzów nałożonych na ruch. Punktem wyjścia mechniki anlitycznej są prawa mechniki, które na jej gruncie formułują się w zasady takie jak chociażby zasada Hamiltona czy zasada d'Alemberta. Rozważania nad ruchem prowadzą do takich podstawowych pojęć jak przestrzeń konfiguracyjna czy fazowa co umożliwia sprowadzenie ruchu układu do ruchu punktu wzdłuż trajektorii. Ten wyższy stopień abstrakcji związany z wprowadzeniem silniejszych formalizmów pozwala w mechnice anlitycznej odłożyć na dalszy plan intuicję, co w znacznej mierze ułatwia formułowanie równań wyjściowych.

Podstawy ogólne mechniki analitycznej obejmują w zasadzie całą mechanikę, przy czym najsilniej zaakcentowana jest mechanika układów dyskretnych. Nie oznacza to jednak, że mechanika analityczna nie ingeruje w pewne zagadnienia mechaniki ośrodków ciągłych poprzez np. metodę Ritza (która wywodzi się z zasady Hamiltona) czy też metodę Galerkina (która wywodzi się z zasady d'Alemberta).

Kreśląc taki obraz mechaniki analitycznej zauważmy, że uzupełnia ona obszar zainteresowania pozostałych sekcji Komitetu Mechaniki PAN, dzięki czemu zostaje wypełniona cała "przestrzeń" mechaniki.

Ważna jest odpowiedź na dwa podstawowe pytania:

- jakie są osiągnięcia krajowe w zakresie mechaniki analitycznej;
- określenie tematów priorytetowych w tej dziedzinie.

Odpowiedzi na powyższe pytania poszukiwano na zebraniu Sekcji Mechaniki Analitycznej Komitetu Mechaniki PAN, które odbyło się w dniu 1991-11-20 na Politechnice Częstochowskiej. W wyniku obrad ustalono zgodnie z wizją zagadnień występujących w pracach z zakresu mechaniki poniższy podział mechaniki analitycznej.

1. Podstawy mechaniki analitycznej:
   - teoria drgań
   - teoria stabilności
   - teoria wrażliwości
   - dynamika nieliniowa; bifurkacja i chaos
   - dynamika układów holonomicznych i nieholonomicznych
   - dynamika układów z więzami jednostronnymi
2. Dynamika układów fizycznych:
   - dynamika maszyn i mechanizmów
   - dynamika układów o strukturze mieszanej
   - drgania nieliniowe maszyn i konstrukcji
   - modelowanie układów fizycznych
   - identyfikacja układów fizycznych
   - biomechanika
   - zagadnienia impulsowe w dynamice maszyn
3. Dynamika układów sterowanych:
   - system: człowiek – maszyna – otoczenie – zadanie
   - sterowanie ruchem układów fizycznych
   - badanie wrażliwości układów sterowanych
   - systemy automatycznego sterowania
   - eliminacja drgań i wibroizolacja
   - symulatory, układy symulacyjne.

Obecnie omówimy niektóre aspekty związane z listą problemów mechaniki analitycznej.

Teoria drgań powstała pod naciskiem coraz częstszych problemów pojawiających się w budowie urządzeń technicznych. Drgania pojawiające się w różnych układach były przyczyną różnego typu awarii prowadzących często nawet do katastrof. To zmusiło uczonych do uporządkowania tych faktów i do stworzenia jednolitej teorii pozwalającej na analizowanie różnego rodzaju drgań występujących w obiektach budowanych przez inżynierów. Powstające teorie stały się fundamentem dla syntezy wspomnianych obiektów, w konsekwencji zaczęły powstawać coraz doskonalsze rozwiązania. Choć teoria drgań współcześnie ukształtowała się na pewnym poziomie to w pewnych przypadkach problemy z nią związane wciąż czekają na rozwiązanie. Można powiedzieć, że prawie wszystkie problemy liniowe są już obecnie dobrze poznane, stworzono jednolitą teorię w tym obszarze, natomiast większość zagadnień nieliniowych wciąż czeka na rozwiązanie. Nic dziwnego, że w literaturze światowej ukazują się nowe ciekawe rozwiązania dotyczące teorii drgań, a zapotrzebowanie na dalsze jest wciąż obserwowane. Przykładami takich problemów, które czekają na rozwiązania są np. zagadnienia drgań układów ze wstępnymi naprężeniami. W tym zakresie rozwijane są tematy, które mają poważny aspekt zarówno teoretyczny jak i praktyczny.

Teoria stabilności jest dziedziną zrodzoną na gruncie matematyki. Istnieje duże zapotrzebowanie na badania w zakresie tej teorii, w szczególności jest szeroko wykorzystywana w mechanice. Stabilność (stateczność) rozwiązań równań różniczkowych opisujących ruch układów jest bardzo ważnym problemem związanym z bezpieczeństwem. Problematyka dotyczy zarówno zagadnień zdeterminowanych jak i stochastycznych w układach dyskretnych jak i ciągłych. Wydaje się, że jednym z ważniejszych zadań stojących przed tą dziedziną nauki jest rozwiązanie wielu problemów stabilności stochastycznej.

Teoria wrażliwości, która została zauważona przy badaniu wpływu różnych parametrów na ruch układów jest w ostatnich latach doceniana i rozwijana w wielu pracach. Element wrażliwości powinien być szczególnie uważnie studiowany; głównie przez konstruktorów, którzy powinni dostrzegać zagrożenia związane z wrażliwością układów. Oczywiście w wielu wypadkach wrażliwość układu jest widoczna na pierwszy rzut oka; są jednak zadania, w których ta wrażliwość jest trudniej dostrzegana, a jej znaczenie może okazać się istotne przy zmianie konstrukcji.

Dynamika nieliniowa; bifurkacja i chaos są w ostatnich latach dość intensywnie rozwijane. Teorie te dają możliwość lepszego opisu zjawisk zachodzących w układach mechanicznych, co może być wykorzystane w budowie oraz eksploatacji maszyn i konstrukcji. Zagadnienia bifurkacji i chaosu są ściśle związane z teorią drgań. Są one prowadzone tak w aspekcie zdeterminowanym jak i stochastycznym.

Dynamika układów holonomicznych i nieholonomicznych to teren zainteresowania głównie inżynierów, którzy dzięki niej potrafią analizować ruchy układów liniowych i nieliniowych. Jednolity aparat Lagrange'a umożliwia rozwiązanie wielu problemów układów holonomicznych. Dynamika układów nieholonomicznych jest znacznie młodszą teorią i znajduje wciąż zainteresowanie wśród uczonych, którzy wiele prac poświęcają tym zagadnieniom. Dynamika układów holonomicznych i nieholonomicznych ma bardzo ważny aspekt praktyczny. Rozwój tej problematyki leży w centrum zainteresowania mechaniki analitycznej i jest jednocześnie źródłem zadań dla matematyki, zwłaszcza zagadnień topologii, teorii grup i innych.

Dynamika układów z więzami jednostronnymi rodzi szereg trudnych problemów matematycznych. Przykładami tych problemów są zadania związane z ruchem mechanizmów z luzami, problemy uderzeń itp. Zainteresowanie tą problematyką wiąże się z potrzebą rozwiązania wielu zagadnienień praktyki inżynierskiej.

W **dynamice układów fizycznych** na pierwszy plan wysuwają się problemy **dynamiki maszyn i mechanizmów**. Nowoczesne konstrukcje wymagają coraz to nowych rozwiązań. Problemy analizy i syntezy mechanizmów są bardzo istotnym zadaniem inżynierów. Stany rozruchu i hamowania wymagają rozwiązywania nieliniowych równań różniczkowych. W pracy konstruktora, świadomość tego, jak wpływają na dynamikę maszyny wielkości redukowane (moment bezwładności i obciążenia redukowane np. na wał główny silnika), ma istotne znaczenie dla wybrania właściwych rozwiązań. Stąd dynamika maszyn i mechanmizmów jest jednym z ważniejszych działów mechaniki analitycznej o znaczeniu utylitarnym.

Dynamika układów o strukturze mieszanej ma podobnie jak teoria maszyn i mechanizmów duże znaczenie praktyczne. W tej dziedzinie na plan pierwszy wysuwają się układy mechaniczno–elektryczne. Opis Lagrange'a dzięki analogii Maxwella daje podstawy takiej teorii. W praktyce inżynierskiej występuje bardzo wiele rozwiązań takich układów. Zatem ważność zagadnień związanych z dynamiką układów o strukturze mieszanej wiąże się przede wszystkim z aspektem praktycznym tych problemów.

Drgania nieliniowe maszyn i konstrukcji to głównie zastosowanie teorii drgań w konkretnych rozwiązaniach technicznych. Praca tych układów często wymaga łagodnych ruchów, a pojawiające się drgania mogą stać się udręką dla konstruktora. Należy zatem prowadzić badania nad możliwością eliminacji drgań zapewniając tym samym spokojną pracę układu. Taka spokojna praca może w procesie technologicznym gwarantować poprawność wykonania produkowanych elementów (np. przez obrabiarkę).

Modelowanie układów fizycznych. Jednym z podstawowych zadań inżyniera jest poszukiwanie tych modeli matematycznych, które w sposób adekwatny opisują zjawiska fizyki czy techniki. Zadania takie zaznaczyły się w wielu pracach np. przez zastosowanie teorii procesów stochastycznych w mechanice. Obszar tego typu zagadnień oczywiście jest bardzo rozległy i ze wszech miar ważny.

Biomechanika wiąże się z obserwacją mechaniki w organizmach żywych. Problemy biomechaniki odgrywały i odgrywają ważną rolę w pracy uczonego, który tłumacząc ruch organizmu żywej istoty potrafi wspomagać medycynę w jej dążeniu do przywracania np. zdolności ruchowej człowieka po stracie kończyny, która może być zastąpiona w pwnym zakresie przez odpowiednio skonstruowany mechanizm. Podpatrywanie przyrody okazuje

się bardzo cenne, gdyż otwiera częstokroć możliwość jej naśladowania jako wzorca doskonałego.

Zagadnienie impulsowe w dynamice maszyn wiąże się z problemami układów z więzami jednostronnymi. Uderzenia jakie występują w eksploatacji maszyn mogą stać się problemem ich pracy a ich eliminacja koniecznością. Są jednak układy, w których uderzenie jest jednym z podstawowych i koniecznych elementów pracy maszyny. Analiza tych zadań jest ważna z punktu widzenia zastosowań.

Następna grupa zagadnień to **dynamika układów sterowanych**. Do ważnych problemów tego rozdziału należy **system: człowiek – maszyna – otoczenie – zadanie**. Zagadnienia te występuje powszechnie w nowoczesnej fabryce. Tak więc problematyka ta obejmuje szeroki obszar zadań wykonywanych przez zespoły ludzkie.

Sterowanie ruchem układu fizycznego jest jednym z wciąż rozwijanych i udoskonalanych elementów pracy układów. Wiąże się to zagadnienie z systemem sterowania, stanowiąc jego element lokalny. Coraz większe wymagania techniczne czy postęp w dziedzinie technologii, nie jest możliwy bez układów ze sprzężeniami zwrotnymi, regulatorów różnego typu, konwerterów analogowo–cyfrowych itp.

Badania wrażliwości układów sterowanych to jedno z zadań ważnych. Problemy wrażliwoáci są bliskie problemom stabilności. Stopień wrażliwości układu na pewne parametry może okazać się decydujący przy wyborze takiego lub innego rozwiązania technicznego.

Systemy automatycznego sterowania są jednym z ważniejszych problemów rozwijanych współcześnie w świecie. Mówi się obecnie o wielkich systemach z szeroko rozbudowaną siecią informatyczną. Perspektywa wielu przedsięwzięć technicznych i technologicznych wymaga budowania układów z CRPD (centralną rejestracją i przetwarzaniem danych) oraz układów przetwarzających sygnały analogowe na cyfrowe i odwrotnie (konwertery) a także układów liczących, które pozwalają rozwiązywać równania różnego typu (różniczkowe, całkowe itp) w trakcie kierowania procesami.

Eliminacja drgań i wibroakustyka ma do spełnienia podwójne zadanie; z jednej strony ma ograniczyć lub wręcz uniemożliwić drgania pewnym elementom, z drugiej strony wykształcić metody diagnostyki układów na podstawie charakterystyk widmowych. Eliminacja drgań ma ogromne znaczenie dla potrzeb zdrowotnych człowieka, pomijając już zupełnie problem bezpieczeństwa układów lub szkodliwego ich oddziaływania na procesy technologiczne. Inny zupełnie poroblem to budowa instrumentów muzycznych, w których pragniemy uzyskać odpowiednie charakterystyki elementów drgających dla zapewnienia dobrych walorów akustycznych.

Symulatory i układy symulujące są w dzisiejszych czasach ważnym elementem pozwalającym na obserwację lub sterowanie układem pozorującym układ rzeczywisty. Nie trzeba dowodzić, że symulatory odgrywają poważną rolę w szkoleniu np. personelu eliminując koszta jak i zagrożenia treningu.

Problemy rozpatrywane w obrębie wyszczególnionych kierunków badań mogą być rozpatrywane zarówno w aspekcie problemów zdeterminowanych jak i stochastycznych. Tak ustalona tematyka była kluczem do zakwalifikowania osiągnięć poszczególnych zespołów badawczych do problematyki mechaniki analitycznej.

Sprawozdanie z XV Sympozjum "Drgania w Układach Fizycznych"

Uprzejmie informujemy, że w dniach 20-23 maja 1992r. odbyło się w Poznaniu XV Sympozjum "Drgania w Układach Fizycznych".

Organizatorami Sympozjum były następujące instytucje:

- Instytut Mechaniki Stosowanej Politechniki Poznańskiej,
- Oddział Poznański Polskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej.

Konferencja ma wieloletnią tradycję, a w ostatnich latach stała się jednym z najistotniejszych w kraju miejsc wymiany poglądów i informacji o najnowszych osiągnięciach badawczych licznej grupy badaczy zajmującej się problemami szeroko rozumianej dynamiki w układach fizycznych. Wczasie tegorocznego Sympozjum zaprezentowano 129 prac bądź w formie krótkiego wykładu, bądź prezentacji plakatowej.

Wygłoszono także trzy referaty plenarne:

S.Joniak – Studies on materials and construction elements under dynamic load

G.A.Maugin – Surface elastic solitions

W.Szemplińska-Stupnicka – Problems of chaos in nonlinear oscillators: a survey.

Andrzej Drzewiecki

IV Europejska Konferencja Turbulencji

W dniach 30 czerwca – 3 lipca 1992 w Delft (Holandia) odbyła się IV Europejska Konferencji Turbulencji. Konferencję zorganizował Prof. F.T.M.Nieuwstadt z J.M.Burgers Centre, Delft University of Technology, zaś patronował jej Podkomitet Turbulencji Euromech'u. W Konferencji udział wzięło 249 uczestników z całego świata w tym 2 uczestników z Polski. W trakcie konferencji przedstawiono 123 referaty podzielone na następujące grupy tematyczne:

- systemy dynamiczne i przejście laminarno–turbulentne,
- fizyka statystyczna i turbulencja,
- badania doświadczalne i nowe techniki eksperymentu,
- modelowanie ruchu cząstek i pęcherzy w przepływach turbulentnych,
- metody numerycznej symulacji przepływów turbulentnych,
- struktury koherentne,
- modelowanie turbulencji z uwzględnieniem efektów ściśliwości.

Każda z sesji poprzedzona była wykładem podsumowującym obecny stan wiedzy w poszczególnych dziedzinach badań przepływów turbulentnych. W trakcie konferencji wygłoszono następujące wykłady:

- Dynamika układów nieli owych w przepływach okołokrytycznych, Prof. W.Eckhaus z University of Utrech, olandia;
- Turbulencja w ciekłym helu, Prof. A.J.Libchaber, Princeton University, USA;
- Turbulencja w odlewnictwie stopów aluminium, Dr. L.Katgerman z Banbury Laboratory, W.Brytania;
- Najnowsze techniki anemometrii laserowej, Prof. F.Durst, Universität Erlangen, Nürnberg, Niemcy;
- Numeryczna symulacja przepływów turbulentnych, Prof. M.Lesieur, Institute de Mecanique de Grenoble, Francja;
- Najnowsze osiągnięcia w modelowaniu dynamiki dwuwymiarowych wirów, Prof. B.Legras, Ecole Normale Superieure, Francja, Prof. D.G.Dritschel, University of Cambridge, W.Brytania.

Konferencję zakończył wykład Prof. P.Bradshaw'a ze Stanford University, USA, który zapoznał zebranych z wynikami wieloletnich badań prowadzonych na Uniwersytecie w Stanfordzie a dotyczących oceny efektywności opracowanych dotychczas klasycznych modeli turbulencji.

W trakcie konferencji odbyła się również sesja specjalna, poświęcona zastosowaniom opracowanej przez Prof. U.Frischa teorii tzw. "automatów komórkowych" w modelowaniu przepływów turbulentnych. Uzupełnieniem IV Europejskiej Konferencji Turbulencji były wystawy aparatury badawczej oraz najnowszego sprzętu komputerowego używanego w eksperymentalnej i numerycznej analizie przepływów turbulentnych. Dodatkowo, Konferencji towarzyszyła wystawa posterów prezentowanych przez członków grup zainteresowań ERCOFTAC (European Research Community On Flow Turbulence And Combustion) a poświęconych następującym dziedzinom:

- analizie procesów przejścia laminarno–turbulentnego z zastosowaniem modeli turbulencji,
- turbulencji atmosferycznej i dyfuzji w terenach o złożonej geometrii,
- analizie turbulentnych warstw przyściennych,
- turbulencji w przepływach dwufazowych,
- modelowaniu turbulencji w atmosferycznej warstwie przyściennej nad obszarami miast.

Doskonale zorganizowana IV Europejska Konferencja Turbulencji stanowiła fragment uroczystych obchodów 150–lecia Uniwersytetu Technicznego w Delft, największej obecnie uczelni technicznej w Holandii.

Zgodnie z decyzją Podkomitetu Turbulencji Euromech kolejna Europejska Konferencja Turbulencji zorganizowana zostanie we Włoszech w 1994 roku, rolę organizatora powierzono Prof. R.Benzi z University "Tor Vergata" w Rzymie.

Janusz W. Elsner
Stanisław Drobniak

KONFERENCJE

November 16-17, 1992
Symposium on Compression Responce of Composite Structures
Location: Miami, Florida, USA
Sponsors: ASTM Committee D-30
Deadlines: Dec. 16, 1991 – Abstract (250-300 w.)
Inquiries: Dr. M.R.Mitchel, Rockwell Int.Science Center
1049 Camino dos Rios, Thousand Oakes, CA 91360, USA

March 23-25, 1993
The Griffith Centenary Meeting: The Energetics of Fracture
Location: Risley Conference Centre, UK
Organizer: The Institute of Metals, UK
Inquiries: Ms. J. McIlroy, Conference Department (C307), The Institute of Metals
I Carlton House Terrace, London SWIY 5DB, UK

March 29-31, 1993
2nd Int. Conference on Deformation and Fracture of Composites
Location: Manchester, UK
Organizer: The Plastic and Rubber Institute, UK
Deadlines: July 1, 1992 – Abstracts, Dec. 14, 1992 – full manuscripts
Inquiries: Conference Department (C150), The Plastic and Rubber Institute
II Hobart Place, London SWIW 0HL, UK

April 20-22, 1993
8th Int. Conference on Mechanics of Composite Materials – MCM–93
Location: Riga, Latvia
Organizer: Inst. of Polymer Mechanics Latvian Academy of Sciences
Deadlines: April 15, 1992 – Abstracts (1 page), Sept. 15, 1992 – Full Manuscripts
Inquiries: Prof. V. Tamuzs, Inst. of Polymer Mechanics
23 Aizkraukles iela, Riga, 226006 Latvia

April 20-22, 1993
Surface Treatment'93
Location: Southampton, UK
Organizer: Wessex Inst. of Technollogy
Deadlines: June 15, 1992 – Abstracts (300 words), Dec. 15, 1992 – Final Paper, Jan. 15, 1993 – Final Acceptance
Inquiries: Mrs. Sue Owen, Wessex Inst. of Technology, Ashurts Lodge, Ashurts
Southampton, Hants SO4 2AA, UK

May 4-6, 1993
5th Symposium on Composite Materials: Fatigue and Fracture

Location: Atlanta, Georgia, USA
Sponsors: ASTM Committee D-30
Deadlines: May 5, 1992 – Extended abstracts (1000-1500 words + Fig.)
Inquiries: J.J. Ruschau, Univ. of Dayton Research Institute
300 College Park, Dayton, OH 45469, USA

May 11-14, 1993
High Temperature Component Life Assessment
Location: Lmperial College, London
Organizer: Lmperial College, London Univ.
Deadlines: Early registration March 11-14, 1993
Inquiries: Prof. G.A. Webster, Mechanical Engineering Dept, Imperial College
London SW7 2BX, UK

June 29-July 1, 1993
25th National Symposium on Fracture Mechanics
Location: Bethlehem, Pennsylvania, USA
Sponsors: ASTM E-24
Deadlines: June 30, 1992 – Abstracts (300-500 words)
Inquiries: Prof. F. Erdogan, Dept. of Mechanical Engng. and Mechanics
Building 19, Lehigh University, Bethlehem, PA 18015, USA

July 7-9, 1993
Int. Conference on Structural Dynamics Modelling
Location: Cranfield, UK
Organizer: Dynamic Testing Agency (DTA)/NAFEMS
Deadlines: Aug. 31, 1992 – Abstracts (200-500 words), Jan. 31, 1993 – Final papers
Inquiries: Mr. Neil Harwood, DTA Conference Office, NEL
East Kilbridge, Glasgow, Scotland G75 0Qu, UK

August 15-20, 1993
12th Int. Conf. on Structural Mechanics in Reactor Technology
Location: Univ. of Stuttgart, Germany
Organizer: IASMiRT, MPA Stuttgart
Deadlines: July 31, 1992
Inquiries: Prof. K. Kussmaul, SMiRT 12, MPA, Univ. of Stuttgart
Pfaffenwaldring 32, 7000 Stuttgart 80, Germany

August 23-25, 1993
SMiRT 12 Post Conference Seminar on Knowledge–Based (Expert) System Applications in Power Plant and Structural
Location: Lake of Constance (Bodensee), Germany
Organizer: IASMiRT, MPA Stuttgart
Inquiries: Dr. A. Jovanovic, MPA
Pfaffenwaldring 32, 7000 Stuttgart 80, Germany

September 20-22, 1993
European Symposium on Impact and Dynamic Fracture of Polymers and Composites

Location: Sardinia, Italy
Organizer: ESIS TC4 on Polymers and Composites
Deadlines: Feb. 28, 1993 – Abstracts (1 page)
Inquiries: Prof. A. Pavan, Politecnico di Milano, Dip. di Chimica Industriale e Ingegneria Chimica
Piazza L. da Vinci 32, 10133 Milano, Italy

October 7-10, 1993
First International Conference Graphs & Mechanics

Location: The Beskidy Mountains, Poland
Organizer: Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanics, Robots & Heavy Duty Machines, Silesian Technical University
Deadlines: Sep. 15, 1992
Inquiries: Dr. J. Świder, Faculty of Mechanical Engineering, Silesian Technical University
Konarskiego 18a, 44-100 Gliwice, Poland

November 17-18, 1993
2nd Symposium on Constrasint Effects in Fracture

Location: Ford Worth, Texas, USA
Sponsors: ASTM E-24/ESIS
Deadlines: Nov. 17, 1992 – Abstract (250-300 words), Sep. 17, 1993 – Final manuscripts
Inquiries: Prof. A. Bakker, Delft Univ. of Technology, Materials Laboratory
P.O.Box 5025, 2600 GA Delft, The Netherlands

July 18-22, 1994
10th International Conference on Experimental Mechanics

Location: Lisbon, Portugal
Organizer: Potuguese Society for Experimental Stress Analysis
Deadlines: July 31, 1993 – Abstracts, Dec. 31, 1993 – Final papers
Inquiries: Secr. 10th Int. Conf. on Exp. Me4ch. APAET, Laboratório Nacional de Engenharia Civil
Av. do Brasil, 101; 1799 Lisbona Codex, Portugal

May 28-June 2, 1995
7th International Conference on Mechanical Behaviour of Materials – ICM7

Location: The Hague, The Netherlands
Sponsors: Int. Congress on Mech. Behaviour of Materials
Organizer: ESIS/Delft University
Deadlines: to be announced later
Inquiries: ICM7 Scientific Secretariat, c/o Prof. A. Bakker, Delft Univ. of Technology, Lab. for Materials Science & Technology
P.O.Box 5025, 2600 GA Delft, The Netherlands

KONFERENCJE BHR GROUP

BHV Group Limited, Cranfield, Bedford, MK43 OAJ, United Kingdom

- **A One-Day Seminar Advances in Pumping Technology for the Offshore Industry**
  Aberdeen, Scotland: 3 November 1992
  Seminar Organiser: Tracey Peters
- **3rd International Conference on Floods & Flood Management**
  Florence, Italy: 24-26 November 1992
  Conference Organiser: Kit Stones
- **4th International Conference on Profitable Condition Monitoring**
  Stratford-upon-Avon, UK: 8-10 December 1992
  Conference Organiser: Tracey Peters
- **4th International Conference on Offshore Loss Prevention - a Systematic Approach**
  Aberdeen, Scotland: 3-5 March 1993
  Conference Organiser: Kit Stones
- **10th International Conference on Fluid Power**
  Brugge, Belgium: 5-7 April 1993
  Conference Organiser: Kit Stones
- **International Conference on Advances in Process Technology for Survival and Profit**
  Rouen, France:20-22 April 1993
  Conference Organiser: Tracey Peters
- **3rd International Conference on Effective Membrane Processes. New Perspectives**
  Bath, UK: 12-14 May 1993
  Conference Organiser: Tracey Peters
- **6th International Conference on Multiphase Production**
  Cannes, France: 16-18 June 1993
  Conference Organiser: Kit Stones
- **3rd International Conference on Bioreactor and Bioprocess Fluid Dynamics**
  Cambridge, UK: 14-16 September 1993
  Conference Organiser: Sharon Kennedy
- **12th International Conference on Slurry Handling and Pipeline Transport – Hydrotransport 12**
  Brugge, Belgium: 28-30 September 1993
  Conference Organiser: Tracey Peters
- **The Pipe Protection Conference**
  Amsterdam, The Netherlands: 10-12 November 1993
  Conference Organiser: Tracey Peters