



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

LETNÍ ŠKOLA

Pokročilé metody řízení a optimalizace vozidel i hnacích jednotek

ČVUT, FAKULTA STROJNÍ

17.8. – 28.8.2015 VTP ROZTOKY

„Podpora zkvalitnění týmů výzkumu a vývoje a rozvoj intersektorální mobility na ČVUT v Praze“

CZ.1.07/2.3.00/30.0034

17.8.2015 – Hassan Metered (WG 3)

- 1) Technology of semi-active devices
- 2) Application of semi-active devices in mechanical systems
- 3) Investigation of semi-active vehicle suspension system using Matlab and Simulation

1) Technology of semi-active devices

This lecture presents the main types of semi-active devices focusing on the basic construction, the theory of operation and a brief history, passive and active devices will not be mentioned here. There are a lot of semi-active devices; variable viscous devices, variable stiffness devices, magnetorheological devices, friction devices, tuned liquid dampers, electro-inductive device, air-jet actuators and Shape memory alloy actuators. The first three types will be explained in details because they are the most common devices applied in mechanical systems until now.

2) Application of semi-active devices in mechanical systems

This lecture introduces the main applications of semi-active devices focusing on the control strategies and algorithms for generating semi-active damping force. Several approaches were proposed during last decades, some originating from an adaptation of active control laws, others originating directly from physical considerations of semi-active devices. With a semi-active control device, the energy can be dissipated from the system very effectively. These kinds of devices could be seen as passive dampers with changing characteristics to be adjusted on-line. There are a lot of control laws will be explained in this lecture such as Open-loop Control, On–Off Skyhook Control, Continuous Sky-hook Control, On–Off Ground-hook Control, Hybrid-hook Control, Clipping Control, Linear Quadratic Regulator (LQR) and Fuzzy Logic Control.

3) Investigation of semi-active vehicle suspension system using Matlab and Simulation

This lecture proposes a theoretical application of a semi-active device in vehicle suspension system controlled by the Linear Quadratic Regulator (LQR) and Fuzzy Logic Control (FLC) to enhance the ride comfort and vehicle stability, as case studies. A mathematical model and the equations of motion of the quarter active vehicle suspension system will derive and simulate using Matlab/Simulink software. Also, The LQR and FLC techniques will design and apply in a closed loop control way in details using Matlab/Simulink. The controlled semi-active suspension systems will compare with the passive suspension. Suspension performance will evaluate in both time and frequency domains, in order to verify the success of the proposed control techniques.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

18.8.2015 – Mohamed El Morsy (WG 2)

1) Vehicle Gearbox Fault Diagnosis Based on Vibration Measurements

Vibration measurement is one of the technologies for health monitoring and diagnosis of rotating machines such as gearboxes. Although, significant research has been undertaken in understanding the potential of vibration measurement in monitoring gearboxes, this has been solely applied on any types of gears (spur, helical, etc.). The condition monitoring of a real vehicle's gearbox, using non-destructive inspection methodology and the processing of the acquired waveform with advanced signal processing techniques is the aim of the present summer school.

During the summer school the acquisition of the vibrational signal will be demonstrated with help of the open loop test stand. The test stand is equipped with three dynamometers; the input dynamometer serves as the internal combustion engine, the output dynamometers introduce the load on the flanges of the output joint shafts. The pitting defect is manufactured on the tooth side of the fifth speed gear on the intermediate shaft. During the lecture will be demonstrated different techniques of the signal processing. The presented concept has an important application in the field of mechanical fault diagnosis and improvement in gears design.

Topics

- Literature survey for fault diagnosis methods
- Value of vibration measurements in vehicle gearbox fault diagnosis.
- Vibration measurement and experimental procedures.
- Modern techniques used in vehicle gearbox fault diagnosis.
- Signals processing.
- Severity index (RMS, Kurtosis...etc.)
- Practical examples.
- Conclusion

19.8.2015 – Michal Vojtíšek (WG 1)

1) Motorová paliva, spalování ve spalovacích motorech a výfukové emise

Mezi základní cíle vývoje spalovacích motorů patří hledání dlouhodobě využitelných paliv s přijatelnými emisemi skleníkových plynů jako náhradu paliv z dovážené ropy, a jejich spolehlivé spalování v motorech s rozumnou účinností a emisemi rizikových látek s přijatelnými dopady na kvalitu ovzduší a na lidské zdraví.

V tomto semináři se studenti seznámí s více i méně tradičními alternativními palivy pro pístové spalovací motory, adaptací motorů na zemní plyn, LPG, alkoholová paliva, bionaftu a další paliva, dvojpalivovým a různopalivovým provozem, a pokročilými způsoby spalování. Na vybraných palivech budou provedeny zkoušky vozidla nebo motoru. Vybavení a provoz zkušebního stanoviště, včetně měření spotřeby paliva, toku vzduchu a výfukových plynů, tlaku ve spalovacím prostoru, a výfukových emisí, rizika spojená se zkouškami a jejich ošetření, a další techniky budou popsány a představeny.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

20.8.2015 – Eduardo Barrientos (WG 1)

Alternativní pohony, pokročilé technologie vozidel na jejich dopad na regulovanou produkci emisí

- 1) Seminář na téma výkon vznětových motorů a optimalizace produkce emisí**
- 2) Provoz vznětových motorů na dva druhy paliva**
- 3) Seminář na téma pokročilé technologie elektrických vozidel**

1) Seminář na téma výkon vznětových motorů a optimalizace produkce emisí

Na tomto semináři se dozvíte o některých technikách a strategiích, které mají velký potenciál pro optimalizaci spalování a produkce emisí vznětových motorů. První technologie zahrnuje tvorbu vírové struktury ve válci při sání motoru. Vír (swirl) je definována jako rotace náplně válce kolem své osy. Víření zlepšuje promíchávání paliva a vzduchu a při optimální hodnotě urychluje hoření, zlepšuje stabilitu spalování a může snížit produkci částic (PM). Nicméně, vír zvyšuje konvektivní tepelné ztráty a úbytek náplně válce. Zároveň může zvýšit produkci oxidu dusíku (NO_x). Vysoká intenzita víření náplně válce může bránit šíření plamene a zvyšuje emise nespálených uhlovodíků (HC) a oxidu uhelnatého (CO). Z tohoto důvodu, pečlivá a pozorná optimalizace intenzity víření v motoru je rozhodující pro získání příznivého vlivu na spalování a produkci emisí.

Druhá technologie je zaměřena na recirkulaci výfukových plynů (EGR). EGR je jeden z nejúčinnějších známých technologií pro omezení NO_x. Redukce NO_x se provádí pomocí ředění a tepelných mechanismů. Chlazení výfukových plynů před smísením s čerstvým nasávaným vzduchem pomáhá dále snížit produkci emisí NO_x. Nicméně, zvýšení průtoku EGR má opačný efekt na produkci částic PM. Na tomto semináři bude ukázán současný stav techniky EGR spolu s novými metodami určení optimálního množství EGR pro snížení produkce emisí a zvýšení účinnosti.

2) Provoz vznětových motorů na dva druhy paliva

V uplynulém desetiletí byl vývoj technologií vozidel a používaných paliv velmi rozsáhlý. Tento vývoj byl podporován nedávnými změnami celosvětové legislativy a společným úsilím snížit závislost na dovozu ropy a emisí skleníkových plynů a zároveň snížení emisí motorů. Pro splnění požadavků na příští generace motorů byl proveden rozsáhlý výzkum zaměřený na vývoj alternativního způsobu spalování. Pokročilé metody spalování nebo nízkoteplotní spalování (LTC) je relativně nová oblast výzkumu. Cílem LTC je snížit teploty v průběhu spalovacího procesu, než při které se vytváří oxidy dusíku (NO_x) formy a za směšovacích poměrů pod úrovní, při které dochází k vyšší produkci sazí. Paliva s menší odolností vůči zapálení byla studována v pokročilých režimech spalování, kdy řízení délky hoření umožní zvýšení tepelné účinnosti oběhu (BTE). Jednou z těchto technologií je provoz na dva druhy paliva.

V motoru na dva druhy paliva je velká část energie uvolněna z hoření plynného paliva, které je zapalováno malým množstvím vstříknuté nafty v přesně definovaný okamžik. Takovýto motor může mít parametry srovnatelné nebo lepší než mají běžné zážehové a vznětové motory (nižší produkce emisí, tišší provoz, lepší vlastnosti při provozu za nízkých teplot a snížení tepelného namáhání dílů motoru).

V tomto semináři bude ukázán aktuální stav vývoje motorů na dvojí palivo a také výsledky nového výzkumu, na kterém pracuje Výzkumné centrum Josefa Božka pro udržitelnou mobilitu (JBRC) na Českém vysokém učení technickém (ČVUT).



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

3) Seminář na téma pokročilé technologie elektrických vozidel

Se snižující se zásobou fosilních paliv jsou ve stále vyšší míře vyhodnocovány technologie umožňující snížení spotřeby energie. Vzhledem k tomu, že doprava představuje asi dvě třetiny spotřeby paliva, jsou v dopravě hledány nové technologie. Jednou z těchto nových technologií jsou elektromobily (EV).

Elektrická vozidla používají pro pohon jeden nebo více elektromotorů nebo trakční motorů. Elektrické vozidlo může být napájeno prostřednictvím sběračem z elektrického zdroje mimo vozidlo, nebo může být vybaveno samostatnou baterií nebo generátorem pro přeměnu paliva na elektrickou energii. Existuje mnoho typů a konfigurací elektrických vozidel, ale obecně se dělí do tří hlavních kategorií. Elektromobil poháněný bateriemi (BEV), elektromobil s rozšířeným dojezdem (OT.E) a Plug-in Hybrid (HEV). Hybridní vozidla (HEV) mají velký potenciál pro snížení spotřeby paliva, emise skleníkových plynů a některých omezovaných emisí.

Na tomto semináři bude ukázán přehled různých konfigurací elektrických vozidel, která jsou v současné době na trhu k dispozici. Bude ukázáno posouzení jejich dopadu na emise a spotřebu paliva. Tzv. well-to-wheel (WTW) provozu v předepsané cyklu pro jednotlivá uspořádání hnacího ústrojí budou hodnoceno na základě produkce skleníkových plynů, sledovaný emisí a energie potřebnou pro dopravu (GREET) pomocí modelu vyvinutého v Argonne National Laboratory.

21.8.2015 – Ahmed El Sawaf (WG 2)

1) Vibration control using smart structures

2) Multi-actuator optimization for deformation control of smart structure under thermal load

1) Vibration control using smart structures

A smart structure can sense its dynamic loading environment via sensors and modify its behavior in real time, so that it can withstand external dynamic forces. Also, Proportional-Integral-Derivative (PID) control technique and particle swarm optimization (PSO) technique are widely being utilized in many engineering applications. This lecture presents a study on the use of a PSO algorithm to tune the PID controller gains for active vibration control of piezoelectric bonded smart structure. The smart structure is a cantilevered lead-zirconate-titanate (PZT) layered composite plate consists of two PZT layers and graphite-epoxy composite layers. In order to control the vibrations produced by several disturbances, the state space model of the cantilever beam is studied and simulated with the PID controller using Matlab/Simulink software. The PSO technique is used to solve the nonlinear optimization problem to find the PID controller gains for suppressing the vibration induced on the smart structure. The proposed PID tuned by PSO is compared to both the classic PID controller and uncontrolled systems. The simulated results prove that the proposed PID controller tuned by PSO offers a significant improvement in vibration control of the smart structure

2) Multi-actuator optimization for deformation control of smart structure under thermal load

The improvement of smart structures offers great prospective for use in advanced aerospace and vehicle applications which, may exposed to unavoidable thermal environment. This lecture deals with the optimization of the multi-actuator in a smart structure in order to control the deformation caused by a thermal load. It is assumed that prescribed temperature distributions applied to the smart structure while different actuators are placed on the upper surface of the structure when

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

some boundary conditions are imposed. The forces for all actuators are optimized using the particle swarm optimization technique (PSO) in order to control the maximum deformation caused by the thermal load. Illustration of the proposed particle swarm technique will be given. An example model with the theoretical will be shown in Matlab/Simulink program.

24.8.2015 – Vít Doleček (WG 1)

Pokročilé metody simulační spalovacích motorů

1) Propojení výhod 1-D a 3-D simulačních metod

2) Využití systému DASY pro návrh optimálního downsizovaného motoru

1) Propojení výhod 1-D a 3-D simulačních metod

S rostoucími nároky na omezení produkce emisí skleníkových plynů a škodlivin spalovacích motorů, zároveň rostou nároky na optimalizace motoru během jeho vývoje. Jednou oblastí je optimalizace jednotlivých dějů v motoru a tedy optimalizace jednotlivých funkčních skupin. Druhou oblastí je potom optimalizace chování motoru jako celku, kde se také uplatní optimalizace jeho řízení. Z hlediska produkce emisí motoru se budeme zabývat jeho termodynamickým oběhem a počítačovými simulacemi jednotlivých dějů.

Numerické simulace můžeme rozdělit z hlediska jejich detailnosti od 3-D simulací až po jednoduché algebraické modely, které svoji omezenou přesnost vynahrazují výpočetní nenáročností. Zjednodušené výpočetní modely jsou náročnější z hlediska kalibrace modelů, což vynahrazují masivním zkrácením výpočetního času. 3-D simulační modely jsou často pro svoji výpočetní náročnost používány pouze pro omezenou zkoumanou oblast, která zahrnuje např. vnitřní objem válce motoru nebo nějakou komplikovanou část sacího či výfukového systému. Výpočetní doba simulace kompletního motoru zabraňuje jeho použití pro kompletní optimalizace. Pro optimalizace motorů se nejběžněji používá 1-D modelů, které postihují pouze podélnou dynamiku plynů v potrubních systémech. Takovýto model je vhodný pro simulace chování motoru jako celku a používá se hlavně pro optimalizace řízení motorů. Nevýhodou 1-D simulačního modelu je, že nepostihuje tvorbu emisí, která je zpravidla závislá na lokálních podmínkách v jednotlivých částech spalovacího motoru.

Jednou z možností je doplnění 1-D simulačního modelu motoru o detailní model válce motoru, který může být buď jako plně 3-D model nebo zjednodušený zónový model. Oba přístupy umožní spojit výhody 1-D a 3-D simulačních modelů a umožnit simulaci kompletního motoru z hlediska produkce emisí.

První možností spojení simulačních modelů je jejich přímé propojení, kdy v každém časovém kroku jsou počítány jednotlivé rovnice obou modelů a dochází k výměně vlastností na hranicích objemů, reprezentujícím jejich rozhraní. Druhou možností je používat 3-D simulační model pouze v průběhu hoření, kdy dochází k formování škodlivin. Výhodou tohoto řešení je další snížení výpočetní náročnosti. Třetí možností je modely nepropojovat přímo a iteračním postupem vytvořit databázi výsledků 3-D simulací, kdy jsou tyto výsledky extrapolovány i do oblastí, které nebyly simulovány. Tímto způsobem je možné ještě více omezit náročné 3-D simulace a zároveň umožní následné rychlé optimalizace pouze v 1-D simulačním modelu.

Na tomto semináři budou tyto metody prezentovány i s dostupnými výsledky.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

2) Využití systému DASY pro návrh optimálního downsizovaného motoru

DASY je asistenční systém pro tvorbu a optimalizace konstrukce motorů. Tento systém je vyvíjen ve Výzkumném centru Josefa Božka. Tento systém může obsahovat CAD modely jednotlivých konstrukčních celků, jejichž rozměry jsou na základě výpočetních modelů (FEM, CFD...) optimalizovány. Okrajové podmínky pro výpočetní modely mohou být dodávány i pomocí 1-D simulačního modelu.

Pro zvyšování měrného výkonu motoru a tedy i zvyšování jeho účinnosti se využívá snižování objemu motoru – downsizing. Pro omezení vlivu mechanických ztrát, které rostou s otáčkami motoru, se tyto provozní otáčky motoru omezují – downspeeding. Oba přístupy jsou aplikovány na moderní přeplňované vznětové motory. Zvyšování kvality materiálů a výroby umožňuje postupné zvyšování měrného výkonu motorů a jejich maximálních pracovních tlaků. Zvyšování měrného výkonu ale vede i nárůstu mechanických ztrát vlivem vyššího zatížení klikového mechanismu a k růstu podílu tepla odvedeného chlazením stěn válce. Pro nalezení totálního optima byly téměř všechna omezení daná konstrukcí obvyklého motoru odstraněna.

Pro návrh optimálního downsizovaného vznětového motoru byl využit konstrukční model motoru v systému DASY, termodynamického modelu motoru spolu s několika dalšími modely pro stanovení mechanických ztrát. Na tomto semináři budou ukázány výsledky optimalizací, které byly pomocí genetického algoritmu nalezeny.

Z optimalizovaných režimů bylo vytvořeno několik variant modelů motorů a byly porovnány mezi sebou v simulacích jízdních cyklů. Z výsledných spotřeb je možné určit jakým směrem se vydat při volbě intenzity downsizingu pro budoucí pohonné jednotky.

25.8.2015 – Erik Prada (WG 3)

1) Mechatronické systémy a ich využitie v automobilovom priemysle

2) Geometrická mechanika v mechatronike a jej základne pojmy matematického formalizmu diferenciálnej geometrie

3) (Praktické) Elektromagnetický akčný člen

1) Mechatronické systémy a ich využitie v automobilovom priemysle

Štruktúra mechatronickej sústavy, fyzikálny, topologický, matematický a numerický model, modelovanie a simulácia.

Dekompozícia mechatronickej sústavy - popis logických väzieb mechatronickej sústavy, popis princípov akčných členov, snímačov, riadiacej jednotky, Základy teórie riadenia. Využitie mechatronického prístupu v automobilovom priemysle.

2) Geometrická mechanika v mechatronike a jej základne pojmy matematického formalizmu diferenciálnej geometrie

Konfiguračný priestor, Pojem variety, Lieove grupy, Euklidovská grupa, Funkcia a krivka na variete, Rýchlosť mechanickej sústavy, Aplikácia geometrickej mechaniky, Vyjadrenie lokomočných systémov, Pojem fibrovanej variety, Charakteristika konexie, Klasifikácia lokomočných mechanických systémov, Chaplyginov mechanický systém.

3) (Praktické) Elektromagnetický akčný člen



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Základne fyzikálne princípy akčných členov. Konštrukčný návrh a materiálová charakteristika jednotlivých konštrukčných častí.

Stanovenie statických charakteristík konkrétneho typu konštrukčného návrhu elektromagnetického akčného člena. Vytvorenie numerického modelu a výpočet magnetického poľa použitím softvéru MKP. Výpočet magnetickej sily, indukčnosti a energie magnetického poľa elektromagnetického akčného člena.

26.8.2015 – Zdeněk Neusser (WG 2)

1) Kinematika robotických systémů

2) Dynamika robotických systémů

1) Kinematika robotických systémů

Seminář bude zaměřen na kinematický popis robotických systémů a řešení úloh kinematiky robotů numerickými a analytickými metodami. Účastníci budou seznámeni s postupem modelování robotických systémů, se strukturní analýzou robotů, dále bude ukázán maticový popis pohybu těles a řešení kinematického pohybu pomocí základních matic, řešení kinematiky pomocí metody uzavřené smyčky, metody řezu, vyjmutí tělesa a metodou kompartmentů. Budou ukázány metody numerického řešení kinematických vazeb a metody analytického řešení.

2) Dynamika robotických systémů

Seminář bude zaměřen na dynamický popis robotických systémů a řešení úloh dynamiky robotů. Bude ukázán postup sestavování dynamického modelu pomocí Newton-Eulerových rovnic a Lagrangeových rovnic smíšeného typu, budou probrány metody integrace získaných algebro-diferenciálních rovnic a jejich stabilizace, bude ukázán vztah mezi Newton-Eulerovým popisem a Lagrangeovými rovnicemi, vysvětlena fyzikální interpretace Lagrangeových multiplikátorů, budeme se zabývat rekurzivními metodami sestavování pohybových rovnic a sestaví se pohybové rovnice soustavy poddajných těles.

27.8.2015 – Michal Vojtíšek (WG 1)

1) Měření částic ve výfukových emisích

Velmi jemné částice emitované spalovacími motory lze považovat za nejvíce rizikovou kategorii látek znečišťujících ovzduší v obydlených oblastech, odpovědnou za přibližně 400 tisíc předčasných úmrtí v zemích EU.

Tento seminář je zaměřen na metody měření částic ve výfukových plynech spalovacích motorů v laboratoři a částečně i během reálného provozu. Dílčí témata zahrnují výběr a příprava vozidel/motorů a testovacích cyklů, ředění a vzorkování výfukových plynů, příprava a vážení filtrů pro gravimetrické měření hmotnosti emitovaných částic, metodika PMP pro měření počtu nevolatilních částic, měření velikostních spekter částic, kouřivosti, a dalších veličin, vzorkování částic pro následné chemické a toxikologické analýzy. Názorné ukázky budou provedeny na vybraném lehkém vozidle a/nebo motoru těžkého vozidla.

Účastníci mohou donést vlastní přístroje pro ověřovací a porovnávací měření.

28.8.2015 – Michal Vojtíšek (WG 1)

1) Měření emisí za reálného provozu

Výfukové emise spalovacích motorů během jejich reálného každodenního provozu jsou mnohdy jiné, zpravidla vyšší, než během tradičních zkoušek v laboratoři. Proto se měření emisí za provozu používá při hodnocení dopadů nových paliv a technologií, dopravních opatření a dalších úsilí ke snižování emisí, a nově též pro ověřování emisních vlastností vozidel.

Náplní semináře bude výběr vozidel, trasy a provozních podmínek, měření toku výfukových plynů, měření sledovaných a vybraných nesledovaných látek, umístění a upevnění přístrojů ve vozidle, akumulátory a výkonová elektronika pro napájení přístrojů.