

Damage Tolerance – metody, aplikace (DTMA2011)

Sylabus přednášek

Č.	Téma	Hodin/dnů	Termíny	Přednášející	Lokalita	Stručný obsah tématu
1.	Úvod k DT, předpisy	5/1	1.3.	M. Růžička (FS ČVUT v Praze) J. Běhal (VZLÚ) J. Papuga (FS ČVUT v Praze)	místnost č. 223 FSv ČVUT v Praze	Poslání kurzu; historie výzkumu únavového zatížení a jeho uplatnění při vývoji součástí; faktory ovlivňující pevnost a životnost konstrukcí; typy selhání konstrukcí, jejich kombinace; nedestruktivní prohlídky a zkoušky; kritéria navrhování na únavovou pevnost; vznik a vývoj Damage Tolerance přístupu; aktuálně platné předpisy; předpis CS 25, paragraf CS 25.571; certifikace safe-life, damage tolerance dle CS 25.
2.	Únava	5/1	2.3.	M. Růžička (FS ČVUT v Praze) J. Papuga (FS ČVUT v Praze)	místnost č. 17 FS ČVUT v Praze	Napětí a deformace při cyklickém zatěžování; změny materiálové odezvy při cyklickém zatěžování; tvrdé a měkké zatěžování; cyklická deformační křivka; Wöhlerova křivka; Mansonova-Coffinova křivka; Basquinova křivka; napěťově orientovaná analýza a vlivy, které je potřeba zahrnout; vliv střední hodnoty; vrubovitost; kumulace poškození; rain-flow; deformačně orientovaná predikce; poškozovací parametr; rozdíly v zaměření: nízkocyklová únava; vysokocyklová únava; mez únavy; gigacyklová únava; multiaxiální zatěžování; multiaxiální řešení únavové predikce; teplotní vlivy
3.	Lomová mechanika a fraktografie	10/2	16.- 17.3.	J. Kunz (FJFI ČVUT v Praze) A. Materna (FJFI ČVUT v Praze) J. Siegl (FJFI ČVUT v Praze)	místnost č. 17 FS ČVUT v Praze	Lineární lomová mechanika; faktor intenzity napětí; módy porušování; křehký a tvárný lom; korekční funkce a kalibrace MKP modelů; lineární superpozice; lomová houževnatost a faktory ji ovlivňující; tvárný lom; nelineární lomová mechanika; plastická zóna na čele trhliny; J-integrál; R-křivky; COD koncept; šíření únavových trhlin; faktory ovlivňující jejich růst - redistribuce napětí, plastická zóna, interakce zatěžování; uzavírání-otevírání trhliny; šíření trhlin při složitém zatěžování; šíření krátkých trhlin; souvislost meze únavy a prahové hodnoty faktoru K; souvislost prahové hodnoty faktoru K a součinitele vrubu; použitelný software, možnosti nasazení na konkrétní typy úloh; inspekční prohlídky a jejich intervaly, určení bezpečného intervalu prohlídek. fraktografická analýza lomových ploch, rekonstrukce růstu trhliny pro konstantní i proměnnou amplitudu zatěžování, značkování lomové plochy.

Č.	Téma	Hodin/dnů	Termíny	Přednášející	Lokalita	Stručný obsah tématu
4.	Spolehlivost & NDT metody	10/2	23.- 24.3.	G. Dohnal (FS ČVUT v Praze) P. Kopřiva (FJFI ČVUT v Praze) J. Běhal, jr. (ATG) M. Boháčová (VZLÚ)	první den: místnost č. 17 FS ČVUT v Praze druhý den: VZLÚ a.s.	Statistická rozdělení, jejich parametry; statistické zpracování experimentálních dat - příklady; pravděpodobnostní náplň součinitelů spolehlivosti; deterministické a stochastické řešení; navrhování na pravděpodobnost poruchy; simulační metody; testování hypotéz, pravděpodobnost detekce defektu, metody vyhodnocování PoD křivek; PoD křivky, příklad jejich praktického užití; jednotlivé metody a jejich hlavní aspekty (náročnost nasazení, cena, vypovídací hodnota, použitelnost); sledování redistribuce napětí; vizuální prohlídky, penetrační kapaliny, ultrazvukové metody, rentgenografické metody, magnetostrikční metody, metody využití vakua; tenzometrie, optická vlákna, piezosenzory, akustická emise, termo citlivé metody, moderní optické metody (holografie); sledování dynamické odezvy, piezoaktuátory, piezosenzory; přechod k SHM (Structural Health Monitoring), jeho hlavní aspekty.
5.	Kovové konstrukce	6/1	20.4.	V. Očenášek (SVÚM) H. J. Schmidt a B. Schmidt (AeroStruc)	místnost č. 17 FS ČVUT v Praze	Materiály používané na kovové letecké konstrukce; jejich statické a únavové vlastnosti; certifikace materiálů; materiálové databanky; zhodnocení běžně používaných leteckých materiálů z hlediska DT; posuzování záměn materiálu, dodavatele; příklady konstrukčních řešení a jejich použitelnost pro DT návrh; vícecestný přenos silových účinků; rozdíl v fail-safe a damage tolerant přístupech; aspekt viditelnosti podkritické poruchy; zastavovače trhlin; větvení čela trhliny; dostupnost materiálových podkladů; identifikace hlavních částí konstrukce, rozsah poškození, nepřístupné oblasti, zkoušky částí primární konstrukce.
6.	Kompozity, jejich analýza	6/1	27.4.	B. Cabrnach (Inter Informatics) R. Doubrava (VZLÚ) A. Johnson (DLR)	místnost č. 17 FS ČVUT v Praze	Rozdělení kompozitů; dlouhovláknové kompozity; typy vláken a matic; technologie výroby; mikromechanika kompozitu; elastické moduly; anizotropie, ortotropie, izotropie. Lamináty, skladba, označování; deformace a napjatost laminy; pevnostní kritéria. Úvod do klasické laminační teorie, deformace a napjatost v laminátu; spring-back efekt; porušování laminátů, delaminace; únava kompozitů, degradace tuhosti; experimentální analýza deformací; identifikace poškození, optické metody, ultrazvuk; metody modelování kompozitů pomocí MKP; sendvičové konstrukce; analýza sendvičů.

Č.	Téma	Hodin/dnů	Termíny	Přednášející	Lokalita	Stručný obsah tématu
7.	Kompozitní konstrukce	6/1	28.4.	R. Růžek (VZLÚ) A. Johnson (DLR)	místnost č. 17 FS ČVUT v Praze	Materiály používané na kompozitní letecké konstrukce. Jejich statické a únavové vlastnosti; certifikace materiálů; příklady konstrukčních řešení a jejich použitelnost pro DT návrh; aspekt viditelnosti podkritické poruchy; rozdíly v porušování kovů a kompozitů; zhodnocení běžně používaných leteckých materiálů z hlediska DT; dostupnost materiálových podkladů; spojování kompozitních a kovových dílů, lepení, nýtování, šroubové spoje, kombinované spoje; sendvičové konstrukce; identifikace poškození; aspekty kompozitních konstrukcí pro DT; impaktní zkoušky; numerické simulace; prokazování konstrukcí s defekty; rozsah poškození; nedostupné součásti a spoje; nové trendy výrobních technologií.
8.	DT – integrace vědomostí, praxe	12/2	4.-5.5.	H. J. Schmidt, B. Schmidt (AeroStruc)	místnost č. 17 FS ČVUT v Praze	Přehled typických dílů prokazovaných jako DT u evropských letounů. Statistika a výsledky prohlídek. Příklady postupu certifikace DT modelového kovového dílu, výpočtový program, experimentální program, postup prokazování, systém NDT, provozní opatření. Příklady certifikace DT modelového kompozitního dílu, rozdíly v procesu průkazu a zkoušek. SHM systémy; praktický workshop v týmech zpracovávajících konkrétní typové návrhy, analýza stávajících konstrukcí. identifikace posuzovaných míst, analýzy přípustného poškození; prohlídky; postup průkazu pro typické díly; rozsah zkoušek; aplikovatelnost DT na různé části konstrukce.

CELKEM hodin	60	
--------------	----	--