

**ÚNAVA**

- Základní rozdělení mezních stavů materiálů a konstrukcí.
- Filozofie navrhování na únavu – trvalá pevnost, safe-life, fail-safe, damage tolerance.
- Fáze a mechanismy únavového poškození z hlediska mikrostruktury.
- Vlastnosti materiálu při kvazistatickém a při cyklickém zatěžování, hysterezní smyčka, změny vlastností při cyklování, cyklická deformační křivka – zjišťování parametrů, rovnice.
- Únavová křivka napětí (Wöhlerova) – určování, zobrazení, parametry, popisy.
- Únavová křivka deformace (Mansonova-Coffinova) – určování, zobrazení, parametry, popisy.
- Vlivy působící na únavovou pevnost (únavové vlastnosti reálných dílů): vliv tvaru, velikosti, jakosti povrchu, gradientu napětí, teploty, frekvence. Součinitel tvaru, vrubu, výpočty.
- Vliv středního napětí, Haighův, Smithův diagram, ekvivalentní napětí (amplituda) kmitu.
- Statistické postupy vyhodnocování únavových zkoušek, jednohladinové a vícehladinové zkoušky, parametry regrese. Aplikace normálního, logaritmicko-normálního rozdělení na pevnostní a únavové veličiny, bodové a intervalové odhady parametrů základního souboru, pravděpodobnostní stupnice (papír). Statistická povaha součinitele bezpečnosti.
- Klasifikace (rozdělení) kmitavých zatížení, stochastické zatížení- charakteristiky, popis.
- Metody třídění stochastického procesu – jednoparametrické (metoda lokálních vrcholů, překročení hladin), víceparametrické metody, metoda stékání deště, rain-flow matrix,
- Navrhování na trvalou pevnost (pod mez únavy), určení souč. bezpečnosti, včetně nesouměrných kmitavých zatížení, víceosé napjatosti a kombinace ohyb a krut.
- Únavové poškození, definice, lineární a nelineární princip kumulace poškození. Palmgrenova-Minerova hypotéza kumulace poškození, použití.
- Navrhování na neomezený život: nominální přístupy (NSA).
- Navrhování na omezený život: přístup podle nominálních napětí (NSA). Střední (logaritmický) život, bezpečný únavový život, součinitelé bezpečnosti (spolehlivosti). Pravděpodobnost poruchy.
- Vliv vrubů v oblasti nízkocyklové únavy, součinitelé koncentrace napětí a deformace, Neuberovo pravidlo, Glinkovo pravidlo, určení parametrů napětí a deformace ve vrubech.
- Základní princip predikce životnosti podle lokálních elastických napětí (LESA), využití MKP.
- Přístup podle lokálních plastických deformací a napětí (LPSA), poškozovací parametry (SWT), použití, princip a postup výpočtu, multiaxiální přístupy-principy
- Únava svarových spojů, životnost ozubení – způsoby hodnocení

**LOMOVÁ MECHANIKA**

- Lomový proces, vliv okrajových podmínek, geometrie tělesa, okolních podmínek, vlastnosti materiálů a stavu napjatosti na lomový proces. Kategorizace lomového procesu. Definice mezního stavu, podmínka stability trhliny. Pojem lomová houževnatost. Grafické vyjádření a popis Griffithova kritéria stability.

- Hodnocení stavu napjatosti v tělesech s trhlinou. Módy namáhání, filozofie popisu pole napětí a deformací a předpoklady řešení podle lineární lomové mechaniky.
- Faktor intenzity napětí a jeho význam v LM. Korekční funkce  $Y$ , její použití a stanovení - popis. Aplikace při výpočtu/dimenzování konstrukcí.
- Plastická zóna na čele trhliny. Zahrnutí plastické zóny do výpočtu faktoru intenzity napětí - Irwinova korekce. Skutečný tvar plastické zóny podle např. HMMH teorie pro různé módy namáhání. Vliv stavu napjatosti RD versus RN. Aplikace při výpočtu/dimenzování konstrukcí.
- Hnací síla trhliny. Definice, vztah s  $K$ . Použití R-křivek pro popis stability trhliny. Faktor hustoty deformační energie  $S$ , definiční vztah a popis použití v případě smíšeného módu namáhání. Sihovy hypotézy.
- Oblast platnosti lineární lomové mechaniky, vysvětlení.
- Šíření únavových trhlin. Konstrukční přístupy. Pojem růstová křivka (nakreslit a popsat). Současná představa o fyzikální podstatě šíření trhlin (v rámci přednášek). Pojem prahová hodnota faktoru intenzity napětí  $K$ . Parisova rovnice a její experimentální validace (způsob určení parametrů  $A$  a  $m$ ), oblast platnosti. Diagram  $v-\Delta K$ , jeho popis, matematické vyjádření jednotlivých částí (I, II, III). Vliv plastické zóny na rychlost šíření únavových trhlin (zbytkové napětí) + aspekty zatěžování s nekonstantní amplitudou a střední hodnotou – použitelnost rainflow. Aplikace Parisova vztahu při predikci šíření únavových trhlin (výpočet prodloužení trhliny pro daný počet cyklů daného zatížení, nebo úloha inverzní - výpočet počtu cyklů pro daný přírůstek a dané zatěžování).

### Zkouška (2111031 zk):

- **písemná část:** 90 min. – posluchač zodpovídá otázky a numericky řeší zadané příklady zaměřené na prověření znalosti postupů i výpočtových metod; odpovídá na otázky zaměřené na odvození nebo teoretické znalosti. Celkem je možné získat max. 30 bodů. Nutné **minimum pro vykonání zkoušky je 16 bodů.**
  - **Hodnocení:**
    - 16 – 18 b. → E
    - 19 – 21 b. → D
    - 22 – 24 b. → C
    - 25 – 27 b. → B
    - 28 – 30 b. → A
- Při písemné části nejsou povoleny pomůcky. K dispozici budou potřebné diagramy a únavové přílohy.**
- **ústní část:** doplňující otázky, uzavření hodnocení