

OBSAH

Předmluva	4
ÚVOD DO TEORIE MEZNÍCH STAVŮ	5
ÚNAVA MATERIÁLU	9
1. ZÁKLADNÍ POJMY	9
2. NÍZKOCYKLOVÁ ÚNAVA	11
2.1 Etapa iniciace trhliny	11
2.1.1 Stadium změn mechanických vlastností	11
2.1.2 Ustálená cyklická plasticita	12
2.1.3 Nukleace trhliny	14
2.2 Růst trhlin v nízkocyklové únavě	17
2.2.1 Šíření krátké (strukturní) trhliny	17
2.2.2 Růst makrotrhliny	18
2.3 Životnost při nízkocyklové únavě	19
2.3.1 Životnost laboratorních vzorků při zatěžování konstantním cyklem	19
2.3.2 Životnost laboratorních vzorků při zatěžování proměnlivými cykly	21
2.3.3 Životnost reálného tělesa	22
3. VYSOKOCYKLOVÁ ÚNAVA	23
3.1 Etapa iniciace trhliny	23
3.2 Růst trhlin při vysokocyklové únavě	24
3.2.1 Růst trhlin při zatěžování konstantním cyklem. Růstové zákony	24
3.2.2 Růst trhlin při zatěžování proměnlivými cykly	27
3.3 Životnost při vysokocyklové únavě	38
3.3.1 Životnost laboratorních vzorků při zatěžování konstantním cyklem	38
3.3.2 Životnost laboratorních vzorků při zatěžování proměnlivými cykly	40
3.3.3 Životnost reálného tělesa	41
4. POPIS PROCESŮ ZÁTĚŽOVÁNÍ	48
4.1 Vyhodnocení záznamu provozního zatěžování jakožto náhodné posloupnosti	48
4.2 Rozklad zátěžného procesu do cyklů	52
4.2.1 Vyhodnocování četností charakteristických parametrů	52
4.2.2 Posloupnost amplitud jako stochastický proces	54
5. STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ ÚNAVOVÝCH EXPERIMENTŮ	56
5.1 Statistická konstrukce Wöhlerovy křivky	56
5.1.1 Hodnocení dat za předpokladu logaritmicko-normálního rozdělení životnosti ..	56
5.1.2 Aplikace Weibullova rozdělení v teorii Wöhlerovy křivky	58
5.2 Analýza růstu únavových trhlin při zatěžování konstantním cyklem	59
6. PŘÍKLAD ÚNAVOVÉ PEVNOSTI STROJNÍCH ČÁSTÍ - ŠROUBOVÉ SPOJE	64

7. ÚVOD DO ZKOUŠENÍ ÚNAVY	67
7.1 Objekty testování	67
7.2 Zatěžování	67
7.3 Laboratorní zkoušky pro stanovení únavových vlastností materiálů	68
7.4 Laboratorní únavové stroje	69
7.5 Speciální únavové zkoušky	70
LITERATURA	71

Předmluva

Skriptum pokrývá podstatnou část úvodní přednášky o únavě materiálu v předmětu Teorie mezních stavů v základním kurzu zaměření Stavba a vlastnosti materiálů na FJFI ČVUT v Praze. Pojetí předmětu koncipoval už kolem r. 1960 prof. Jaroslav Němec (1921-2005) jako syntézu mechaniky, nauky o materiálu a teorie spolehlivosti zaměřenou na procesy vedoucí k mechanickým poruchám.

Skriptum si klade za cíl poskytnout základní vhled do problematiky. Poznatky a teorie různých autorů odrážejí rozmanitá specifika konkrétních materiálů a konstrukcí a jsou proto značně rozříštěné. Výběr faktů a postupů obecnější platnosti vedl k tomu, že jsou vedle sebe jako rovnocenné uvedeny desítky let staré inženýrské metody i moderní fenomenologické modely a výpočetní algoritmy.

Pedagogické ohledy si vyžádaly řadu nezbytných zjednodušení a generalizací. Ve snaze vytvořit přehledný a ucelený obraz fenoménu únavy byla dána přednost jistěmu zploštění před hromadným přílišným podrobností a speciálních informací. V každém konkrétním případě únavové poruchy jsou různou měrou přítomny všechny probírané aspekty a jde o to, aby absolvent studia byl schopen celkového přehledu.

Zvýšená pozornost je věnována náhodným aspektům procesu únavového porušování. Kapitoly o aplikaci pravděpodobnostních a statistických metod vycházejí z tradice založené na Katedře materiálů FJFI doc. Janem Sedláčkem (1920-1981).

Děkuji všem, kdo mi přispěli radou a pomocí. Zvláštní poděkování patří recenzentovi Ing. Lúbobíru Gajdošovi, CSc., za pečlivou kontrolu textu a velmi cenné připomínky.

Pro druhé vydání bylo skriptum upraveno a rozšířeno. Studenti vytýkali, že text je sbírkou vzorců - doplnil jsem proto řadu názorných schématických grafů.

Úsporné až heslovité vyjadřování volím v přesvědčení, že většině studujících šetří čas.

Prosím čtenáře o laskavé upozornění na chyby a nedostatky, kterých jsem se přes veškerou snahu nevyvaroval.

Praha, leden 2007

Autor