

THE DEGRADATION BY CAVITATION OF MATERIALS 12 020 AND 12 060**KAVITAČNÁ DEGRADÁCIA MATERIÁLOV 12 020 A 12 060**

Pešlová, F., Kopecký, M.

Cavitation damage of function surfaces has importance for rational working of many from machines and devices. Therefore it is necessary to know the properties of materials during constructions of machines from point of view of cavitation. The mechanisms of degradation process of choice ferritic-perlitic (12 020) and perlitic-ferritic (12 060) steels is described in this work.

Úvod

Porušované povrchy pevných telies, ktoré sa stykajú s kvapalinou, sú charakteristické prejavu kavitácie.

Rozrušovanie materiálov vzniká mechanickým pôsobením kvapaliny na povrch dvoma spôsobmi. Je to buď nárast divergentnej guľovej tlakovej vlny, alebo nárast na stenu rýchlo sa pohybujúceho lúča kvapaliny, ktorý vznikol pri nesymetrickom kolapse bubliny.

Mechanické účinky sú charakteristické tým, že tlaková vlna alebo lúč kvapaliny vznikajúci pri kolapse bublínok môžu zasiahnuť len relatívne malú časť povrchovej vrstvy telesa, porovnateľnú s veľkosťou zŕn materiálov alebo ich častí, či s veľkosťou jednotlivých štruktúrnych zložiek materiálov. Kavitačné rozrušovanie prebieha v najslabšom mieste. Povrch telesa je akoby „bombardovaný“ hydraulickými nárazmi. Tieto spôsobujú opakujúce sa plastické deformácie časti povrchovej vrstvy telesa, čo vedie k únave materiálu a jeho porušeniu.

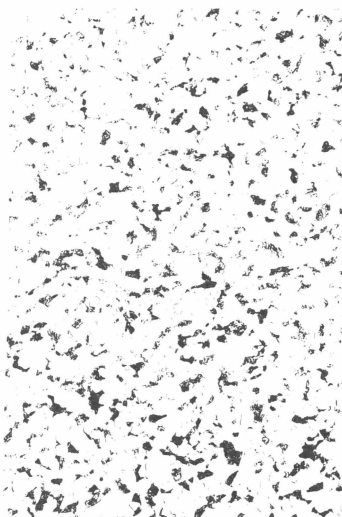
Kavitačné pôsobenie na ocele

V prezentovanej práci sa vychádzalo z dvoch typov oceli (ferriticko-perlitickej a perliticko-ferritickej), na ktorých boli sledované odlišnosti prejavujúce sa v celom priebehu.

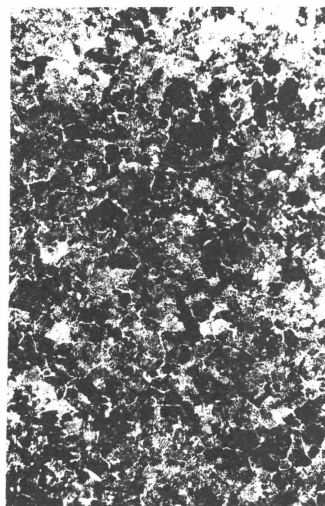
Doc. Ing. Františka Pešlová, CSc., VŠDS, SJF, KMI, Veľký diel, 010 26 Žilina

Prof. Ing. Miroslav Kopecký, CSc., VŠDS, SJF, KMPP, Veľký diel, 010 26 Žilina

kavitačného namáhania (obr. 1, obr. 2). Mikroštruktúra bola snímaná priamo z funkčnej plochy určenej pre kavitačné skúšky



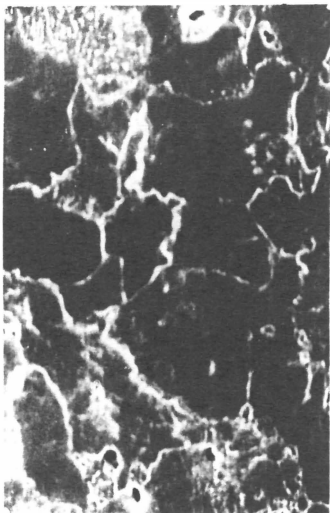
Obr. 1 Mikroštruktúra feriticko-perlitickej ocele, zv. 100 x, lept. 1 % Nital



Obr. 2 Mikroštruktúra perliticko-feritickej ocele, zv. 100 x, lept. 1 % Nital

Ocel' 12 020 s feriticko-perlitickou štruktúrou a ocel' 12 060 s perlitickou štruktúrou a feritickým sieťovaním, boli charakteristické tým, že sa v týchto materiáloch vyskytovali inklúzie. Z dôvodu, že sa inklúzie vo väčšej alebo menšej miere vyskytujú v každom kovovom materiáli, dá sa predpokladať, že prvé kavitačné napadnutie bude práve v týchto miestach, ako to aj dokumentujú obr. 2 a obr. 3. Na obr. 2 sú vidieť zvýraznené hranice feritických zŕn už v samom prvopočiatku pôsobenia kavitácie. Hranice zŕn pôsobia tiež ako veľmi oslabené miesta, ktoré sú menej odolné voči kavitácii. Po 90 min. kavitačného pôsobenia v destilovanej vode dochádzalo k uvoľňovaniu zŕn feritu v oceli 12 020 (obr. 4) a začiatku rozpadu perlitických zŕn oceli 12 060 (obr. 5). Kavitácia prechádzala do väčšej hĺbky spolu s koróznym účinkom, zrno štruktúry bolo napadnuté z troch strán. Po 120 min. sú prezentované materiály na povrchu s rozpadnutou štruktúrou (obr. 6 a obr. 7). Fotograficky dokumentované neostre oblasti sú hlboké kavity po vypadnutí materiálu. Ďalej pôsobí korózia, ktorá urýchľuje celkové rozpadnutie povrchovej vrstvy daných materiálov.

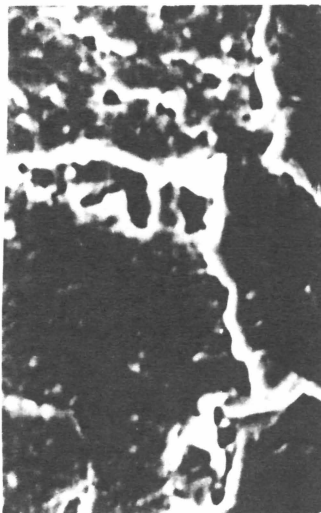
Skúšky boli vykonané pri 4 rozdielnych hydrostatických tlakoch kvapaliny: 0, 0,1; 0,2; 0,3 MPa. Skúšobné médium bola destilovaná voda. Hmotnostné úbytky boli merané po časových intervaloch 30, 60 90 a 120 minút.



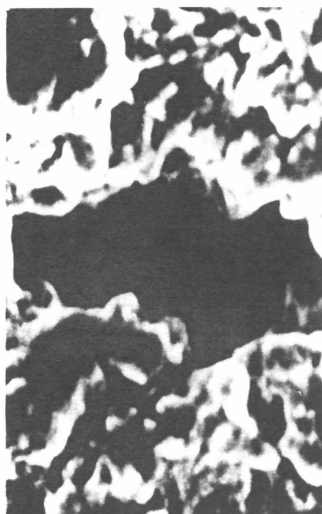
Obr. 3 Ocel' 12 020
Počiatočná fáza kavitácie, zv. 7000 x



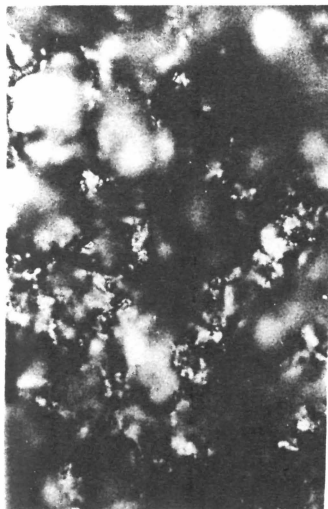
Obr. 4 Ocel' 12 050
Počiatočná fáza kavitácie, zv. 7000 x



Obr. 5 Ocel' 12 020
po 90 min. kavitácie, detail, zv. 7000 x



Obr. 6 Ocel' 12 060
po 90 min. kavitácie, detail, zv. 7000 x



Obr. 7 Celkovo rozpadnutá štruktúra ocele
12 020 po 120 min. kavitácie, zv. 2000 x



Obr.8 Celkovo rozpadnutá štrukt. ocele
12 060 po 120 min. kavitácie, zv. 2000 x

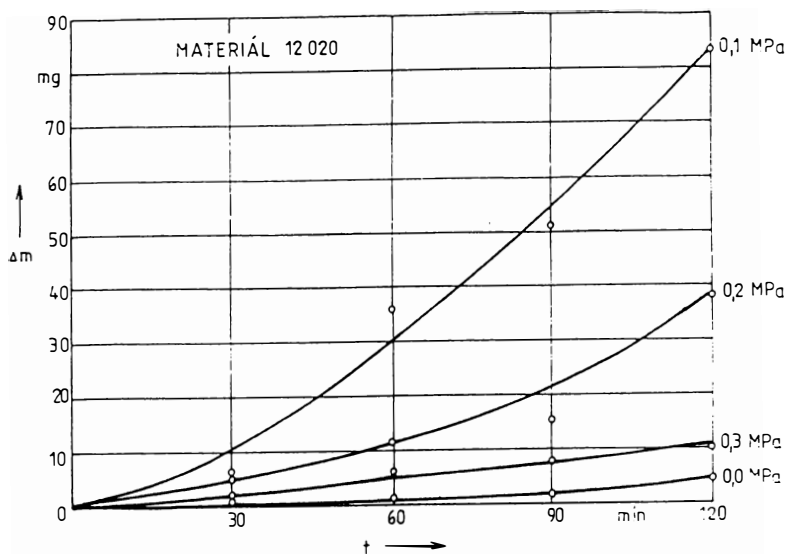
Pri experimentálnych skúškach boli merané hmotnostné kavitáčne úbytky zvolených ocelí a ďalej bol analyzovaný charakter a priebeh kavitáčného poškodenie v štruktúre a jednotlivých štruktúrnych fázach ocele.

Tab. 1 Ocel' 12 020, hmotnostné úbytky materiálu pri rôznych hydrostatických tlakoch s kontrolou teploty

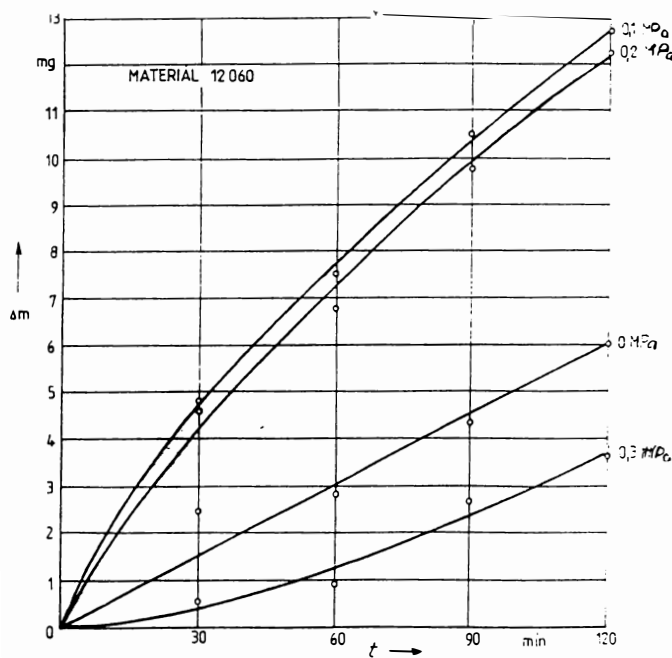
t (min)	30'	60'	90'	120'	Hydrostat. tlak [MPa]	Teplota [°C]
č. vz.	Hmotnostný úbytok [mg]					
1	0,2	0,6	1,1	4,1	0,0	28,2
2	6,3	35,2	51,8	83,3	0,1	29,5
3	5,6	10,7	14,7	38,5	0,2	30
4	4,9	5,8	7,5	9,9	0,3	29,7

Tab. 2 cel' 12 060, hmotnostné úbytky materiálu pri rôznych hydrostatických tlakoch s kontrolou teploty

t (min)	30'	60'	90'	120'	Hydrostat. tlak [MPa]	Teplota [°C]
č. vz.	Hmotnostný úbytok [mg]					
1	2,4	2,8	4,3	6,0	0,0	30,1
2	4,8	7,5	10,5	12,7	0,1	30,2
3	4,6	6,8	9,8	12,3	0,2	29,7
4	0,5	0,9	2,7	3,6	0,3	32,4



Obr. 9 Závislosť hmotnostných úbytkov na čase a hydrostatickom tlaku kvapaliny



Obr. 10 Závislosť hmotnostných úbytkov na čase a hydrostatickom tlaku kvapaliny

Z nameraných hodnôt v tab. 1 a tab. 2 bola zostrojená grafická závislosť hmotnostných úbytkov v daných časových intervaloch a rôznych hydrostatických tlakoch.

Z uvedených závislostí na obr. 9 a obr. 10 vyplýva, že ocel' 12 060 s perliticko-feritickou štruktúrou má pri najintenzívnejšej kavitácii (tlak 0,1 MPa) podstatne väčšiu protikavitačnú odolnosť, až o cca 6-krát v porovnaní s ocel'ou 12 020. Táto skutočnosť vyplýva jednak z rozdielnosti tvrdostí (ocel' 12 060 - 180 HV, 12 020 - 152 HV) a jednak z rozdielnosti základných kovových štruktúr. Prevládajúca perlitická štruktúra v oceli, najmä lamelárneho perlitu vytvára väčšiu protikavitačnú odolnosť pri porovnaní s feritickou štruktúrou.

Štruktúrna degradácia materiálu po dlhodobom kavitáčnom namáhaní s výskytom plastickej deformácie v počiatočnom štádiu sa bude prejavovať v konečnej fáze podobne u všetkých druhov materiálu. Pri veľkom úbytku materiálu dochádza k ďalšiemu obnažovaniu celých zŕn, ktoré sú vystavené väčšiemu pôsobeniu korózie. Následne uvoľnené zrná prechádzajú menšou plasticťou deformáciou ako zrná na povrchu, lebo korózný účinok predbeha plasticťu deformáciu.

Z grafov na obr. 9 a obr. 10 je vidieť akým spôsobom typ štruktúry ovplyvňuje úbytok materiálu. Mákká feritická štruktúra má veľké hmotnostné úbytky pri všetkých skúšaných tlakoch. Perlitická štruktúra sa ukazuje ako odolnejšia. Perlit, feriticko-cementitická zmes spomaľuje hĺbkový rast kavitáčnych kráterov na rôzne orientovaných lamelách feritu a cementitu.

Záver

Z analýzy výsledkov experimentálnych skúšok možno konštatovať:

- a) zo zvolených odlišných materiálov, ktoré môžu byť použité pre výrobu vložiek valcov motorov, jednoznačne priaznivejšie výsledky boli získané u ocele 12 060 s perliticko-feritickou štruktúrou,
- b) k hlbšiemu rozrušeniu feritických a perlitických zŕn dochádza najmä v prítomnosti vmestkov v perlitickej štruktúre, výraznejšie kavity sa objavovali medzi feritom a cementitom. Pri porovnaní týchto dvoch štruktúr je vidieť väčšiu súdržnosť perlitických zŕn, povrch štruktúry ocele 12 020 je viac rozpadnutý ako povrch štruktúry ocele 12 060 ,
- c) čím väčší je obsah feritu v štruktúre, tým rýchlejšie sa rozvíja kavitáčné rozrušenie. Zvýšenie kavitáčnej odolnosti sa môže dosiahnuť zvýšením obsahu uhlíka. Kavitáčná odolnosť je ovplyvnená aj tvarom perlitu. Lamelárny perlit je výhodnejší ako globulárny, pretože je tvrdší a má menší sklon k plastickým deformáciám.

Odolnosť materiálu proti kavitáčnemu poškodzovaniu je súhrn vlastností, ktoré nie je možné vždy vyjadriť jednotlivými vlastnosťami materiálu, ako je pevnosť, húževnatosť, tvrdosť, teplota tavenia, obrobitel'nosť, chemické zloženie a pod.