

Termično utrujanje utopnih jekel

Franc Černe

Železarna Ravne proizvaja velike količine jekel za delo v vročem stanju. Orodja, izdelana iz teh jekel, delajo na višjih temperaturah, razen tega pa so izpostavljena velikim in tudi hitrim temperaturnim spremembam, to je toplotnim udarcem. Ena od najvažnejših lastnosti teh jekel je torej zdržljivost proti tem temperaturnim spremembam.

Takim obremenitvam pa ni izpostavljeno samo orodje za delo v vročem, temveč tudi stene gorilnikov, deli plinskih turbin, deli parnih kotlov, kokile za vse vrste litja kovin, deli motorjev z notranjim zgorevanjem, deli raketne in reaktorske tehnike in podobno.

V praksi so poznane naslednje vrste toplotnih obremenitev:

1. Stena, ki je sorazmerno visoko ogreta, se na eni strani naglo hladi.

2. Sorazmerno hladna stena se na eni strani hitro ogreje, nato sledi počasno ali hitreje ohlajanje.

3. Debela stena se v kratkotrajnem ciklusu na eni strani ogreva in hladi.

Da bi izboljšali zdržljivost takih strojnih delov, se v svetu čedalje več raziskuje na tem področju. Zaradi raznovrstnih vplivnih dejavnikov je težko osvojiti splošno veljavno metodo raziskovanja.

Posamezni raziskovalci te občutljivosti jekla pri termičnem utrujanju se pri raziskavah omejujejo na reševanje točno določenih problemov. Temu cilju ustreza tudi izbrana metoda preizkušanja kakor tudi oblika in dimenzije preizkušancev. Vendar se pri vseh metodah preizkušanja določa občutljivost na tvorbo razpok s številom ponavljanih ciklov ogrevanja in ohlajanja, ki ga epruveta, oziroma orodje zdrži do prve razpoke.

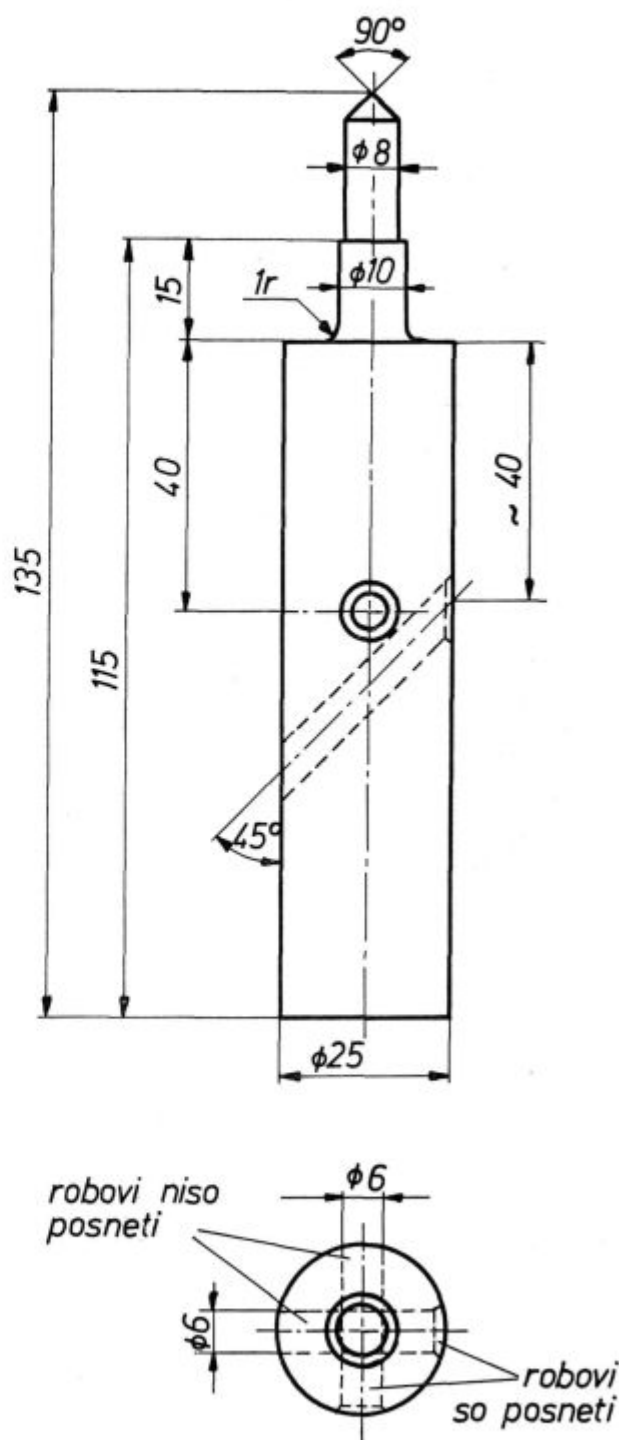
V železarni Ravne je bilo termično utrujanje raziskano na napravi Peddinghaus za večkratno kaljenje, ki omogoča hitro segrevanje in ohlajanje preizkušanca, to je toplotni udarec v določenem temperaturnem intervalu. Preizkušanece ogrevajo močni gorilci na mešanico propana, butana, zraka (PBZ) in kisika, hladi pa ga vodna prha. Gorilca sta podolgovata, da ogrevata po celi dolžini preizkušance, ki se pri tem vrti s hitrostjo 82 obratov na minuto. Ko je ogrevanje končano, se gorilnika odmakneta, k preizkušancu pa se primakne vodna prha. To premikanje in štetje ciklov je avtomatizirano, kontrolirana je tudi temperatura.

Preizkušanec ima premer 25 mm in je brez vpenjalnega dela dolg 100 mm (slika 1). Na razdalji 60 mm od čelne površine ima dve izvrtini, premaknjeni za 90°. Ena izvrtina leži pravokotno na vzdolžno os preizkušanca, druga pa pod kotom 45°. Na eni strani vsake od izvrtin so robovi posneti. Izvrtine so kritična mesta, ob katerih najraje nastajajo razpoke.

Raziskano je termično utrujanje na naslednjih jeklih za delo v vročem stanju:

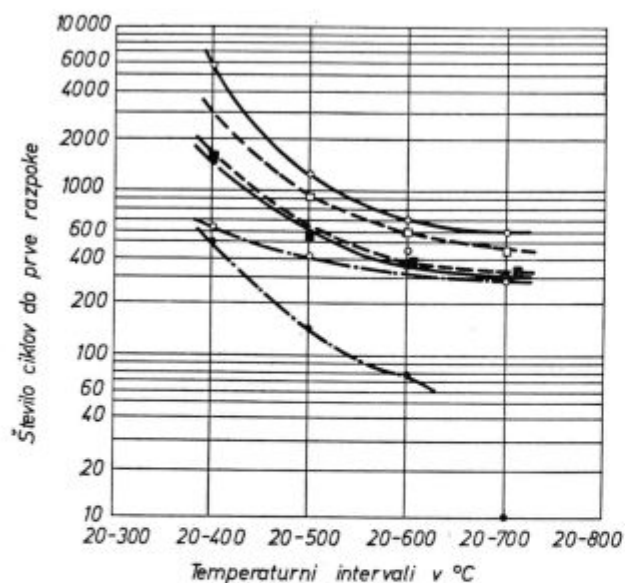
Č 4751 — Utop Mo 1, Č 4753 — Utop Mo 2 in Č 6451 — Utop 2.

Za vsako od teh je bila polovica preiskovanega jekla klasično lita in prekovana, druga polovica pa pretaljena po postopku EPZ in prekovana. Pred končnim brušenjem so bili preizkušanci primerno toplotno obdelani.



Slika 1
Preizkušanec za napravo Peddinghaus

Franc Černe je diplomirani inženir metalurgije in vodja INDOK centra v Železarni Ravne.



Legenda:

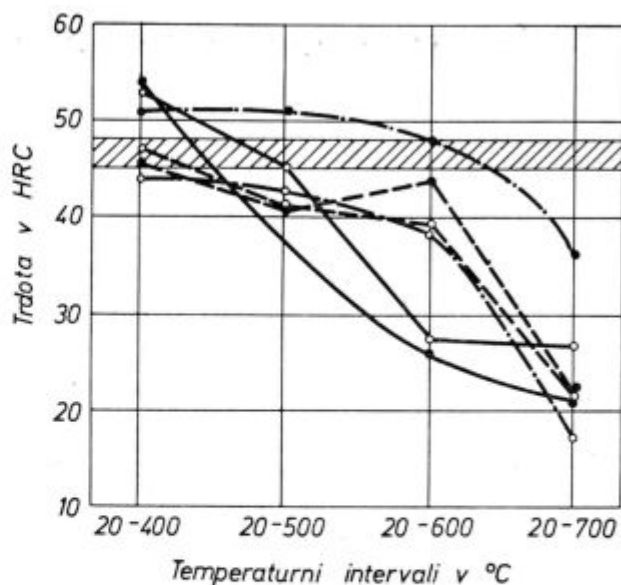
- Č.4753 Utop Mo2 (EPŽ)
- Č.4753 Utop Mo2 (navadno)
- Č.6451 Utop 2 (EPŽ)
- Č.6451 Utop 2 (navadno)
- Č.4751 Utop Mo1 (EPŽ)
- Č.4751 Utop Mo1 (navadno)

Slika 2

Število ciklov do pojave prve razpoke v odvisnosti od temperaturnih intervalov termičnega utrujanja

Slika 2 podaja število ciklov do prve razpoke v odvisnosti od temperaturnih intervalov ogrevanja in ohlajanja. Slika 3 pa podaja trdote preizkušancev po termičnem utrujanju.

Jekla torej lahko po odpornosti razvrstimo v naslednjo vrsto: Utop Mo 2 — Utop Mo 1 — Utop 2. Velike razlike so tudi med navadnimi in EPŽ — jekli. Električna pretalitev pod žlindro veliko izboljša odpornost jekel za termične obremenitve in udare. Pri večjem temperaturnem intervalu termičnega šoka se odpornost močno zmanjšuje.



Legenda:

//// trdota pred preizkušanjem

- Č.4753 Utop Mo2 (EPŽ)
- Č.4753 Utop Mo2 (navadno)
- Č.6451 Utop 2 (EPŽ)
- Č.6451 Utop 2 (navadno)
- Č.4751 Utop Mo1 (EPŽ)
- Č.4751 Utop Mo1 (navadno)

Slika 3

Trdote preizkušancev, ki so zdržali število ciklov iz slike 2

Primerjava trdot ni popolnoma točna, ker ne upošteva različnega števila ciklov v različnih temperaturnih intervalih.