

VLIV DLOUHODOBÉ PROVOZNÍ EXPOZICE NA PEVNOST PŘI TEČENÍ A ÚNAVOVÉ VLASTNOSTI MATERIÁLU V PROSTŘEDÍ SODÍKU A PAROVODNÍ SMĚSI.

Ing. Vladimír B í n a, CSc., p.m., Ing. Jindřich
D o u d a, CSc., Ing. Miroslav K n e i f l, CSc.,
SVÚM Praha

Úvod

S rozvojem jaderné energetiky je úzce spjata chování materiálů v různých prostředích, zejména v sodíku a v prostředí parovodní směsi. Změny vlastností souvisí se spolehlivostí provozu, protože degradace vlastností může způsobit i vážné havárie v provozu, jestliže s nimi není při výpočtech životnosti uvažováno.

V rámci zkušebního programu, kde byly ověřovány materiálové vlastnosti pro výrobu parogenerátorů rychlých reaktorů, byly provedeny zkoušky, které ověřovaly vliv působících prostředí na změny tečení a únavy. Jedná se o materiály typu Cr20Ni35Ti (S 31), Cr18Ni11 (3R12) a Cr2,25Mo1Nb (HT8X6).

Působení teplosměnných medií na pevnost při tečení

K ověření změn pevnosti při tečení bylo použito zkušebních vzorků vyrobených z trubek (ať již v původním stavu nebo provozovaných) a to tak, že byly zachovány oba povrchy v původním stavu. Způsob tohoto zkoušení umožňuje ověřit vliv povrchových změn na materiálové vlastnosti.

Porovnání výsledků zkoušek tečení uvedených ocelí ukázalo, že při provozních parametrech, tj. při teplotách do 500°C, se po době expozice neukázaly žádné významné vlivy, které by byly způsobeny

vlivem působícího sodíku ani páry nebo parovodní směsi /1/.

U oceli S 31 a 3R12 nebyly shledány žádné významné změny, které by ovlivnily žárupevné vlastnosti.

U feritické oceli HT8X6 nebylo rovněž prokázáno ovlivnění uvedenými medii žárupevných vlastností i přes korozní napadení nalezené u trubek \emptyset 18/3 ze strany vody.

Výsledky zkoušek tečení a porovnání exponovaných a neexponovaných ocelí je uvedeno na obr.č. 1-3.

Rovněž plastické vlastnosti (tažnosti) po dlouhodobém působení teplosměných medií zůstaly zachovány na původních hladinách, jak je dokumentováno na obr.č.4.

Ověření uvedených výsledků bylo provedeno jednak prostřednictvím statistických testů shody /2/ a dále získané výsledky byly konfrontovány s údaji zahraničních výrobců obdobných ocelí /3/ a i s výsledky, které byly vyhodnoceny v pracech /4/.

Vliv parovodní směsi na únavové vlastnosti

Zkoušky vysokocyklové únavy oceli typu 08Cr2,25 Mo1Nb prokázaly značný pokles odolnosti vlásenek proti dynamickému namáhání. Na obr.5 jsou znázorněny Wöhlerovy křivky základního materiálu, a materiálu po provozu. Výsledky zkoušek provozované vlásenky mají značný rozptyl způsobený výskytem lokálního korozního napadení. Pokud je vnitřní povrch neporušený, s kompaktní magnetitovou vrstvou, jsou únavové vlastnosti trubek rovnocenné výchozímu stavu. Výsledky zkoušek vzorků, kde bylo pozorováno lokální korozní napadení lze proložit křivkou, kte-

rá je značně posunuta ve směru nižšího počtu cyklů do porušení.

Vzorky byly po odebrání vnějšího povrchu vy-
leštěny, takže k iniciaci trhlin docházelo vždy na
vnitřním povrchu. Trhliny mají blízko povrchu smí-
šený charakter s převahou interkrystalického poru-
šení. Ve větší vzdálenosti od povrchu jsou téměř
výlučně transkrystalické.

Závěry

Výsledky experimentálních prací na materiálech
typu Cr20Ni35Ti, Cr18Ni11 a Cr2,25MolNb ukázaly,
že po dlouhodobém působení sodíku a prostředí páry
a parovodní směsi (při teplotách do 500°C)

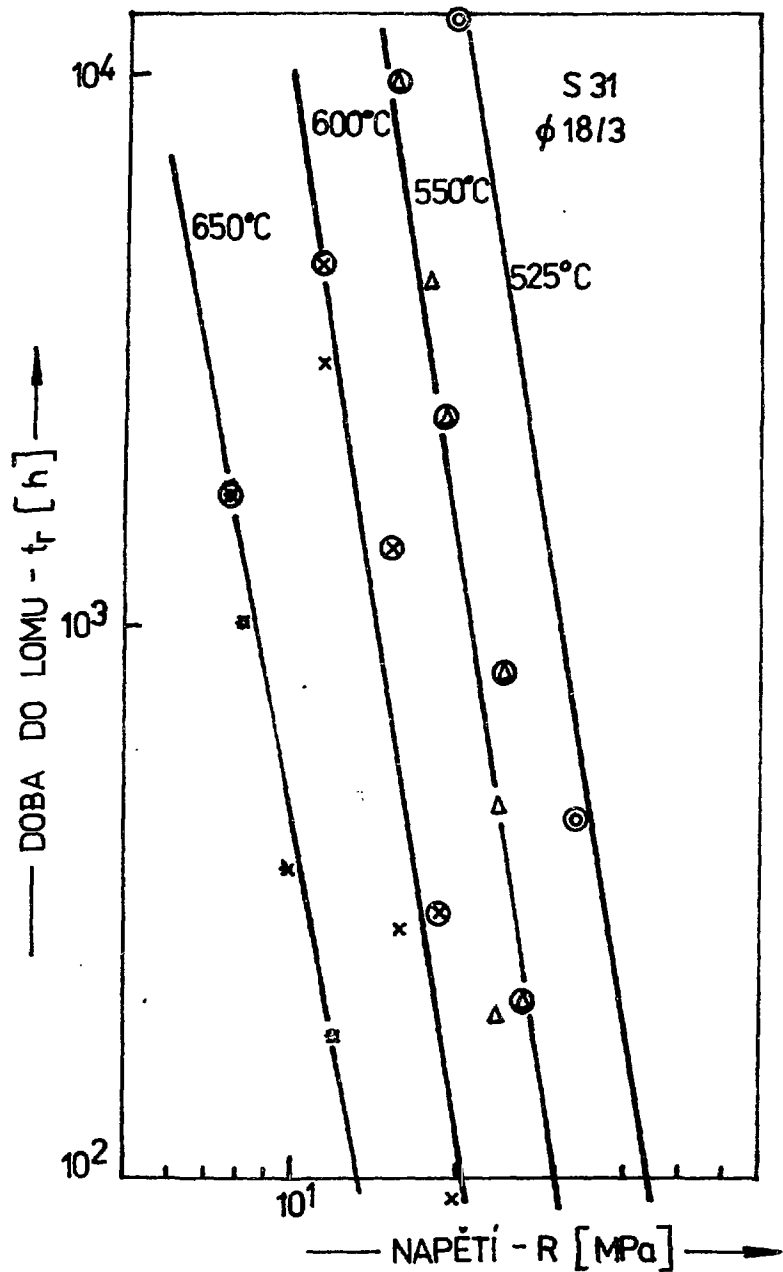
- a) mechanické vlastnosti jsou adekvátní hodnotám
neexponovaných ocelí
- b) výsledky zkoušek tečení nevykazují změny žárupev-
ných vlastností, a to jak vlivem působení sodíku,
tak i vlivem působení korozního napadení ze strany
voda, pára
- c) rovněž metalografická šetření ukazují, že za do-
bu provozu nedošlo k významným strukturním změnám
- d) během provozu dochází u oceli Cr2,25MolNb k té-
měř řádovému snížení odolnosti proti vysokocyklové
únavě vlivem lokálního korozního napadení trubek
ze strany vody.

Trhliny, které iniciují v místech necelistvos-
tí magnetitové vrstvy mají v blízkosti povrchu smí-
šený charakter.

Literatura

1. Bína, V.-Abušinov, A.-Kneifl, M.-Žižka, J.:
Studium stavu poškození exponovaných trub
z I.experimentálního PG BOR 60, zpráva
SVÚM Z-82-4706, Praha, 1982

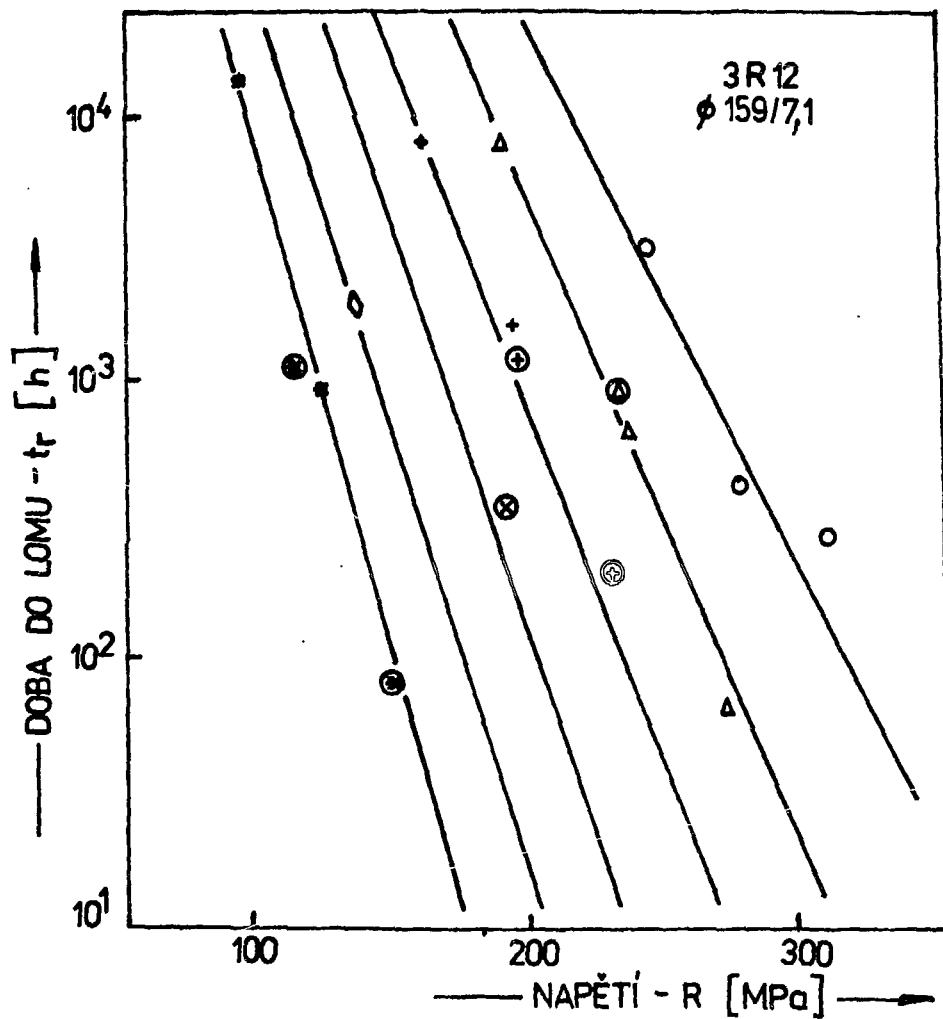
2. Anděl, J.: Matematická statistika, ACADEMIA,
Praha, 1978
3. Werkstoffblatt 426 B, Mannesmannröhrenwerke, 1974
4. Pech, R. a kol.: Výzkum vlastností materiálů
součástí pro stavbu parogenerátoru rychlé-
ho reaktoru, zpráva SVÚM Z-78-3922, Praha,
1978



I	II	
⊙	○	525°C
⊕	△	550
⊗	+	575
⊗	x	600
⊗	◇	625
⊗	*	650

I exponovaný materiál
II neexponovaný materiál

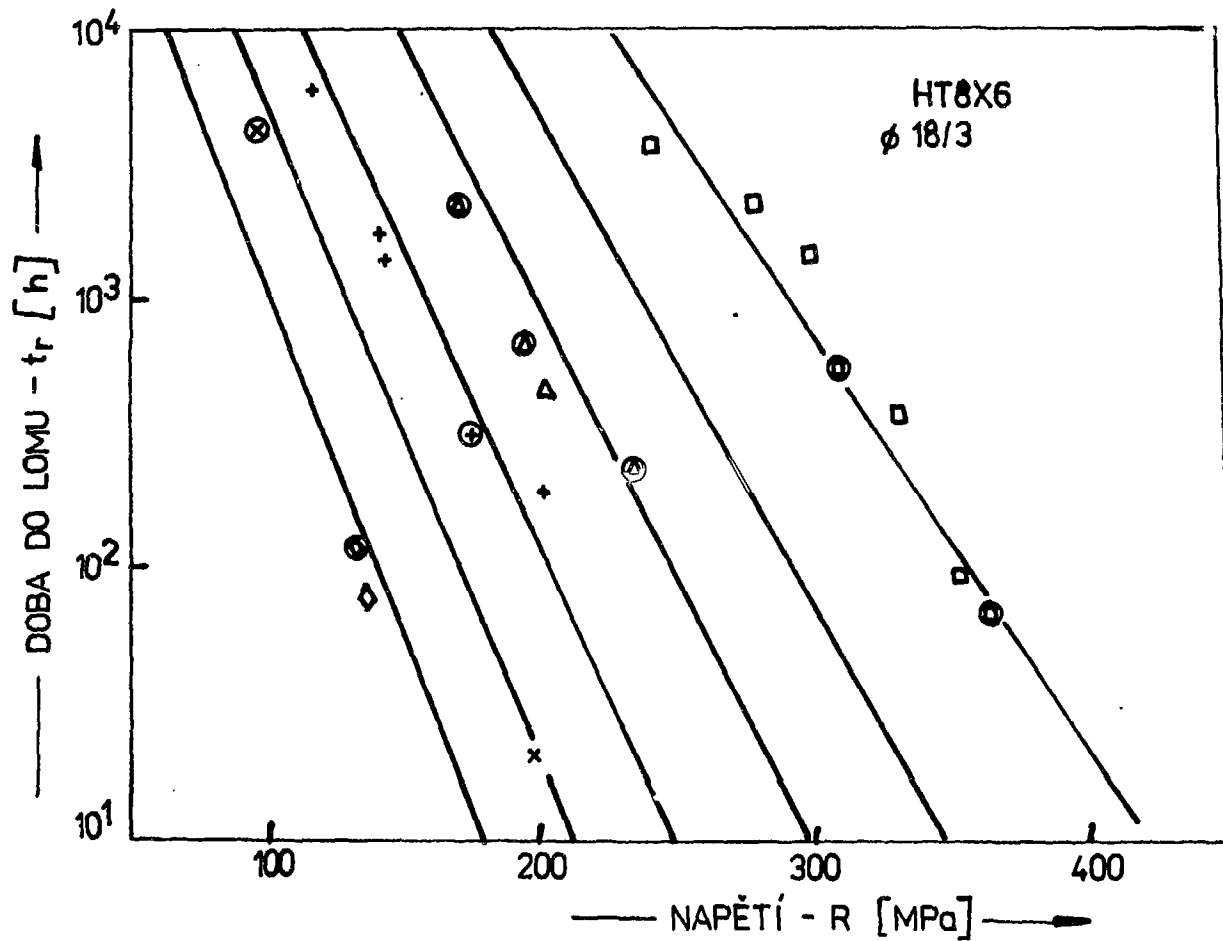
Obr. 1.: Vliv dlouhodobého působení vodíku na pevnost při tečení oceli typu Cr20Ni35Ti (S 31).



I	II	
⊙	○	525°C
⊕	△	550
⊗	+	575
⊘	x	600
⊙	◇	625
⊙	*	650

I nezponovaný materiál
 II zponovaný materiál

Obr. 2.: Vliv působení teple-
 měrných medií na
 žírupevnost oceli
 3R12.

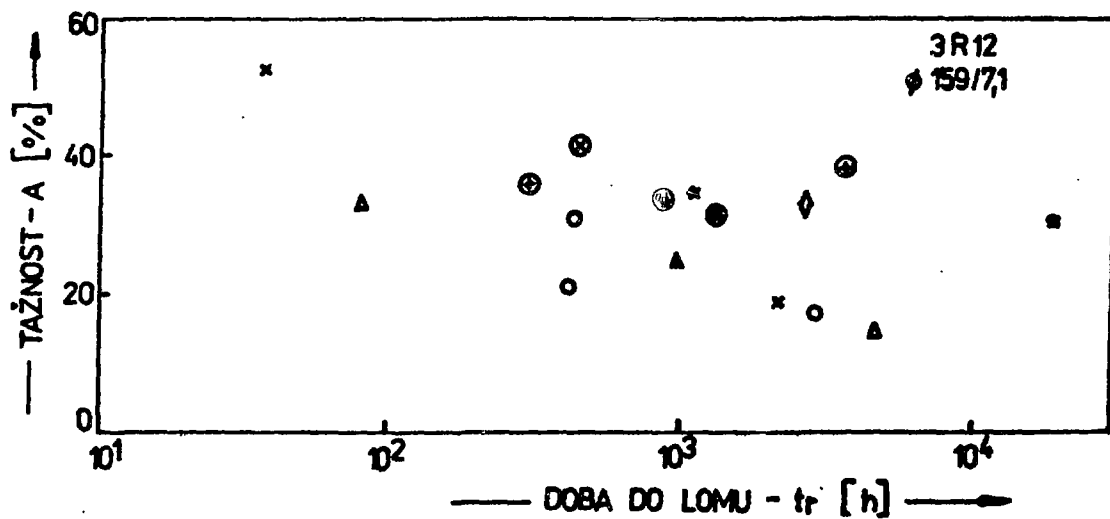
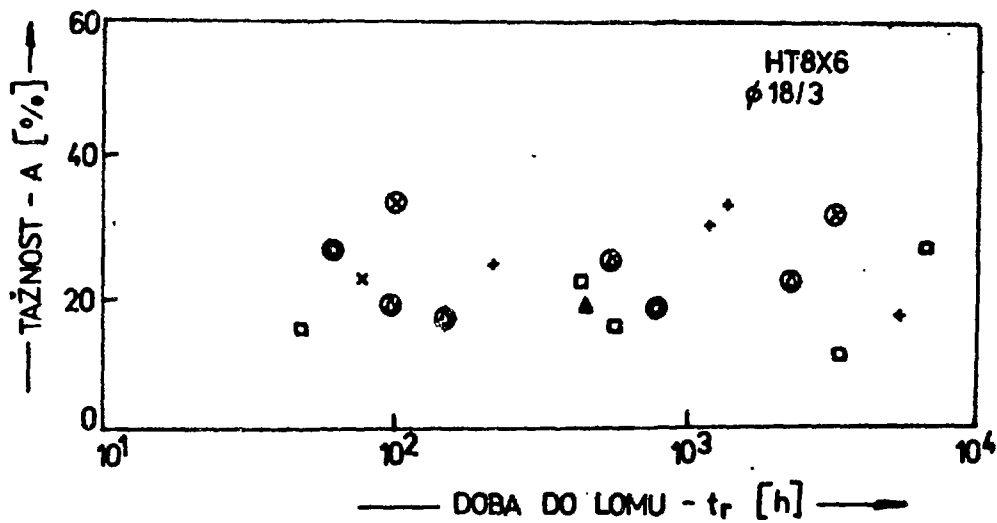


I	II	
⊕	□	500°C
⊗	△	550
⊕	+	575
⊗	x	600
⊕	◇	625

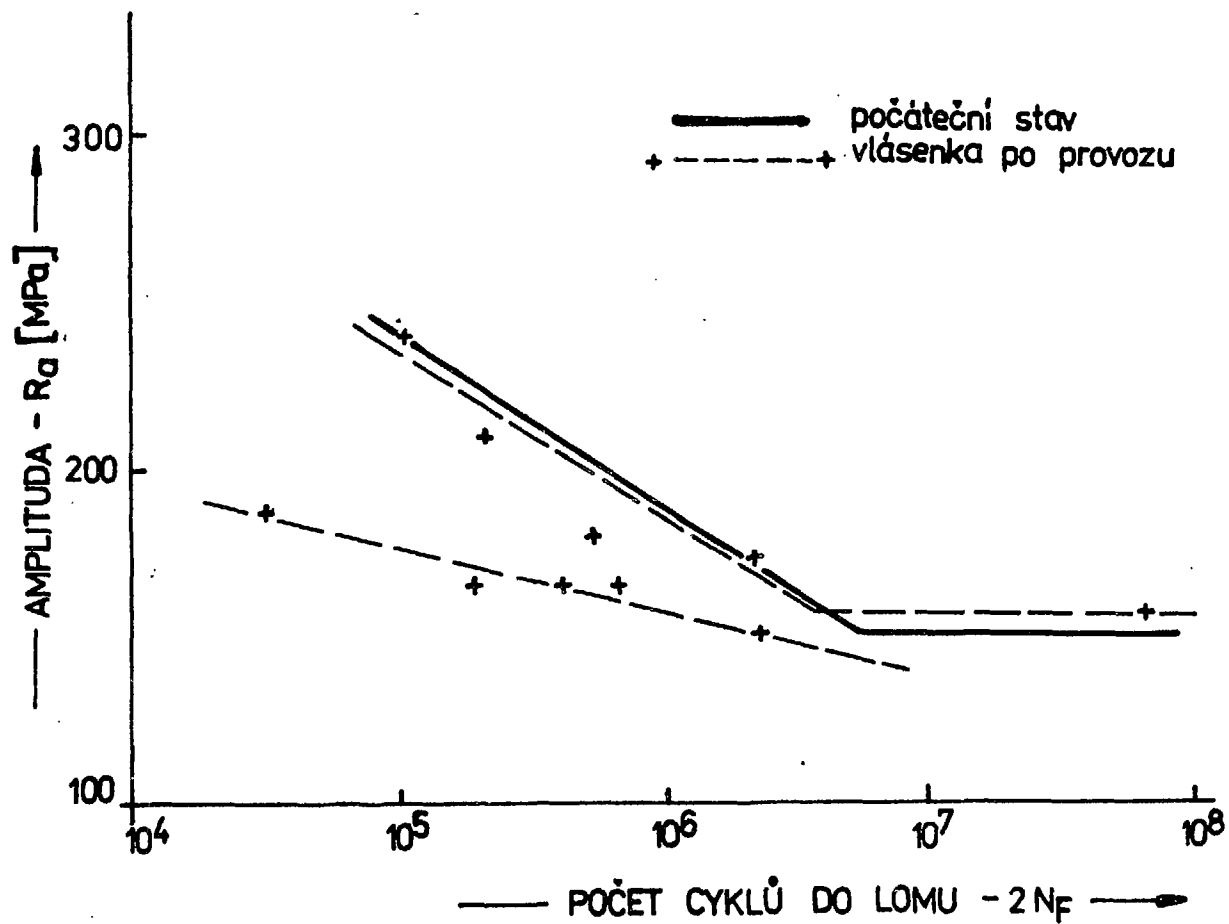
I neexponovaný materiál

II exponovaný materiál

Obr. 3.: Vliv působení
teploměrných medií
na žárupevnost
oceli HT8X6.



Obr. 4.: Porovnání plastických vlastností oceli HT8X6 a 3R12 neexponované a po dlouhodobém provozu.



Obr. 5.: Wöhlerovy křivky materiálu $Cr_{2,25}Mo_1Nb$ ve výchozím stavu a po provozu. ($T=350^{\circ}C$, $f=38$ Hz)