

Oponentský posudek disertační práce

„Hodnocení bezpečnosti a porušování vysokotlakých produktovodů s využitím nových teoretických i experimentálních přístupů“

Autor práce: Ing. Jan Kec

Školitel: doc. Ing. Jiří Janovec, CSc.

Školitel specialista: Ing. Ivo Černý, PhD.

Oponent: doc. RNDr. Petr Sajdl, CSc.

Předložená disertační práce se zabývá detailně podmínkami integrity vysokotlakých produktovodů ohrožených po dlouhodobém provozu zejména korozním praskáním a korozní únavou. Pomocí kombinace rozsáhlého souboru experimentů, z nichž většina je provedena na reálných vzorcích, a originálně aplikovaných teoretických přístupů práce posunuje možnosti předpovídání hranic stability integrity potrubí.

V teoretické části podává vyčerpávající přehled současného stavu problematiky, zabývá se ocelmi, jejich vývojem pro tuto aplikaci, korozním praskáním, únavovým porušováním i strategiemi pro zmírnění vlivu korozních trhlin.

Teoretická část je zpracována kvalitně, s přehledem o problematice.

Poté jsou uvedeny cíle práce a v experimentální části detailně popsán postup testů, příprava vzorků a metodika zkoušek. Dále jsou podrobně probrány výsledky testů mechanických vlastností, šíření únavových trhlin, chování korozních trhlin a finálně testů pevnosti potrubí. Podstatná pozornost je také věnována efektům přetížení na různé úrovně napětí, která mohou přispět ke zpomalení šíření trhlin.

Výsledky těchto testů jsou poté statisticky zpracovány a použity pro předpověď podmínek stability potrubí. Finálně jsou zpracovány vývojové diagramy navrhuující postupy při zajišťování bezpečnosti provozu produktovodů.

Práce významně posunuje znalosti o chování trhlin, efektech přetížení, pevnosti potrubí,

K práci mám následující poznámky a dotazy:

U obr.2-8 by bylo vhodné doplnit, pokud zdroj tyto informace obsahuje, poměr R, teplotu testu a složení prostředí, tj. zda bylo měřeno na vzduchu nebo v inertní atmosféře.

V popisu obr. 2-11 je použito přepisu z angličtiny „ mírně neutrální prostředí“, v české chemické terminologii by bylo lepší použít obratu: „prostředí blízké neutrálnímu“.

Na str.22 bych považoval za vhodné zdůraznit, že se jedná o korozní praskání z vnější strany potrubí. Bylo by možné se vyjádřit krátce i k možnosti výskytu korozního praskání z vnitřní strany potrubí ?

Na str.25 je zmíněno zastavení růstu po přetížení, je možné úplné zastavení růstu trhliny po přetížení na vhodné napětí?

Na str.29 v tab. 2-3, lze získat informaci o rozpuštěných plynech v daném prostředí?

Na str. 34 je citována hloubka trhliny 0,29 %, má být 0,29 tloušťky stěny, zjevně jde jen o přepis.

Na konci str.52 je v textu porovnávána změna rychlosti růstu trhliny a počtu cyklů do porušení, zde by bylo třeba upřesnit vysvětlení.

Na str.74 i v mnoha dalších případech je použita přesnost měření délek na mikrometry, je možné odhadnout chybu těchto měření?

Na str.87 by bylo vhodné uvést definici veličiny L_r , případně rozvést informaci o funkcích programu Alias Hida.

Na str. 88 v grafu 5-39 není uvedeno, o jaká čísla poznamenaná u vynesných bodů jde. Dále by bylo vhodné uvést kompletní soubor bodů získaných pro tento graf, protože se jedná o unikátní soubor testů.

Str.89 a 97, zde by bylo zajímavé definovat co už je trhlina a co ještě není trhlina, jde zde o počet krátkých trhlin ve statistice na str. 89. Tento počet by pak zřejmě významně ovlivnil celkovou statistiku.

Na str. 98, na začátku, by opět bylo vhodné zdůraznit, že jde o trhliny z vnější strany potrubí.

Po jazykové stránce lze práci vytknout občasné přepisy, různé obraty, které nejsou v pořádku (viz např. str.13 „Finální doválcování dochází je prováděno ve dvoufázové...“, apod.). Míra jejich výskytu není velká, ale zbytečně snižují dojem z jinak perfektně provedené práce.

K práci mám následující spíše náměty k diskusi než dotazy:

1. Součástí problematiky je také spolehlivost a přesnost detekce poruch. Bylo by i toto možné zahrnout do pravděpodobnostních výpočtů? Byla by možnost na studovaných vzorcích potrubí prověřit nedestruktivní defektoskopické metody?
2. Při známém statistickém rozdělení poruch by bylo možné stanovit pravděpodobnost přítomnosti kritické poruchy v určitém úseku potrubí. Šlo by použít tento statistický přístup při údržbě a rozhodování o opatřeních na zvýšení životnosti potrubí?
3. Práce je věnována hodnocení trhlin iniciovaných z vnější strany potrubí. Případný výskyt trhlin z vnitřní strany, které mohou být iniciovány například pod úsadami, může také ohrozit integritu potrubí. Byly na studovaných potrubích i iniciace z vnitřní strany? Byl by aplikovatelný stejný přístup i na trhliny šířící se z vnitřní strany stěny potrubí?

Definovaných cílů disertace bylo dosaženo, teoretický přínos práce je zejména ve způsobu kombinace dat z mechanických testů definovaných vzorků a testů vzorků celých potrubí a použití statistických metod pro určení pravděpodobnosti počtu cyklů do porušení pro reálná potrubí i pro případ aplikace přetěžovacího cyklu. Co se týká praktického přínosu práce lze zdůraznit vytvoření vývojového diagramu pro údržbu a možné způsoby posilování bezpečnosti potrubí, což zahrnuje kvalitní předpověď rychlosti rozvoje trhlin.

Jak výběr metod, tak jejich aplikace odpovídají cíli práce, jsou provedeny a výsledky zpracovány s odbornou znalostí věci.

Závěrem lze konstatovat, že práce splnila zadání, je zpracována na vysoké odborné úrovni s použitím rozsáhlého množství zdrojů. Výsledky jsou pečlivě prezentovány a detailně interpretovány. Případné výtky jsou čistě formálního charakteru.

Z výše uvedených důvodů práci doporučuji k obhajobě a po jejím úspěšném ukončení doporučuji udělit titul PhD.

V Praze 9. listopadu 2023

Doc. RNDr. Petr Sajdl, CSc.

Ústav energetiky VŠCHT Praha