Koroze výměníku pro ohřev zemního plynu

Ing. Jiří Dobřický, CSc.
Markovická 653, 500 03 Hradec Králové

ÚVOD

Předmětný výměník je stojatá válcová nádoba o průměru 273 mm, vysoká 2 112 mm, plášť, dna i trubkovnice jsou vyrobeny z oceli jakosti 11418.1. Uvnitř jsou svisle umístěny trubky ve tvaru U. V našem případě bylo použitu bezešvých trubek o rozměru 22/3,2 mm z ocele jak. 12021.1. Trubky jsou do trubkovnice upevněny pevnostním kalíškovým svarem s krycím koutovým svarem a za svarem byly trubky mírně rozválcovány na vymezení vůle mezi trubkou a trubkovnicí. Toto mírné rozválcování se běžně provádí, jeho důvodem je zamezení vzniku štěrbiny mezi trubkou a trubkovnicí. Trubkovnice je v aparátu umístěna nahoře, neboli trubky na ní v podstatě „visí".

Výměník slouží k ohřevu zemního plynu před jeho distribucí z podzemního zásobníku. Pracuje tak, že v mezitrubkovém prostoru je vodní pára o tlaku 0,78 MPa a teplotě do 175 °C, v trubkách potom probíhá ohřívaný zemní plyn o pracovním přetlaku 16,5 MPa. Ohříván je na maximální teplotu 40 °C.

Výměník byl vyroben v roce 1987. Po cca dvacetiletém úspěšném provozu tohoto výměníku došlo k proděravění jedné výměníkové trubky v blízkosti jejího spoje s trubkovnicí a tím došlo k průniku zemního plynu do mezitrubkového parního prostoru.

Na základě této vážné provozní poruchy bylo vypracováno odborné znalecké vyjádření, ve kterém bylo třeba zejména stanovit příčinu a charakter tohoto proděravění, a pokud možno i navrhnout účinná technická opatření k zamezení obdobných poruch v budoucnosti.

K tomuto odbornému vyjádření a jeho provedení byly předloženy vzorky spojů trubka–trubkovnice, vyříznuté z předmětného výměníku, viz obr. 1 až 4.

Výsledky provedených odborných šetření

Jak je jednoznačně patrno z obr. 1 až 4, došlo při zaválcování trubek do trubkovnice ke vzniku mezery (štěrbiny) mezi vnějším povrchem trubek a otvory v trubkovnici v délce cca 12 mm od vnitřní strany trubkovnice, a to u všech trubek. Tyto mezery jsou důsledkem nerozválcování trubek podél celé tloušťky trubkovnice, čili nedoválcováním až k samému vnitřnímu povrchu trubkovnice. Následkem existence těchto štěrbin vznikla štěrbinová koroze v této oblasti, čímž byl korozně napaden jak materiál vnějšího povrchu trubek, tak i materiál v otvorech trubkovnice. Tento korozní mechanizmus byl ještě podpořen erozním mechanizmem od turbulentního proudění topné páry a tím došlo k zeslabení stěn trubek v místech těsně pod trubkovnicí (směrem do parního prostoru). Těmito popsanými mechanizmy porušení došlo při dlouhodobém provozu (cca 20 let) k zeslabení tloušťek stěn u všech trubek v uvedené oblasti, místy až k úplné perforaci stěny.

S největší pravděpodobností lze očekávat stejné zeslabení stěn trubek i u ostatních výměníků stejného stáří, které pracují v ohřívacím systému zemního plynu u daného podzemního zásobníku.

ZÁVĚR

Na základě výše uvedených skutečností lze považovat za primární příčinu posuzované provozní poruchy tohoto výměníku existenci původních štěrbin mezi trubkami a otvory v trubkovnici (hloubky cca 12 mm), vzniklých nedoválcováním trubek po celé tloušťce trubkovnice. Tyto štěrbiny se během dlouhodobého provozu

rozšířily vlivem působení koroze ve štěrbině (ozn. 3.17 podle ČSN EN ISO 8044) a erozního účinku (3.27 podle výše uvedené normy) topné páry. Tím došlo k zeslabování stěn trubek až k úplné perforaci jejich stěny popisované oblasti.

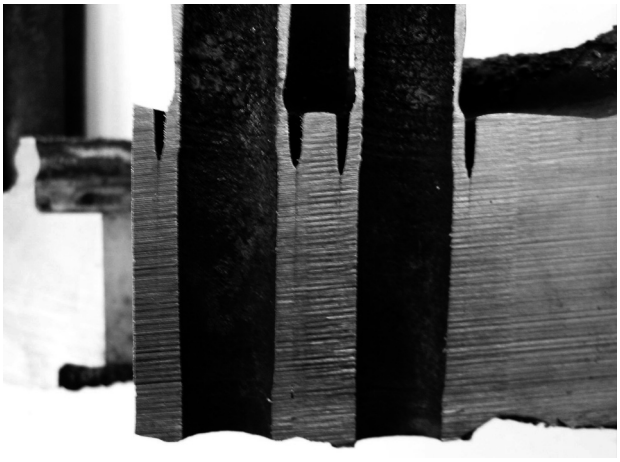
Aby k obdobným provozním poruchám takovýchto výměníků nedocházelo, je bezpodmínečně třeba rozválcovat trubky až do konce otvoru v trubkovnici tak, aby nevznikla nebezpečná štěrbina. Tohoto prohřešku se bohužel pracovníci při rozválcovávání trubek často dopouštějí z obavy, aby při tzv. přejetí celé tloušťky trubkovnice válcovačkou nedošlo k tzv. nastřižení stěny trubky. Tomu lze zamezit opatrností při práci, řízeným přítlakem válcovačky a především vytvořením výrazného radiusu (zaoblení) na konci otvoru v trubkovnici.

Na závěr je nutno připomenout, že zkoumaný výměník je po dvacetiletém bezporuchovém provozu na konci své technické i ekonomické životnosti. Provozovateli podzemního zásobníku plynu byla doporučena náhrada všech těchto provozovaných a stejně starých výměníků v dohledné době za nové, protože lze očekávat obdobné poruchy (netěsnosti) i u ostatních výměníků.

Obr 1. Pohled na trubkový svazek po sejmutí pláště výměníku

Obr 3. Pohled na zeslabení trubek a štěrbiny mezi trubkovnicí a trubkami

Obr 2. Pohled na korozí zeslabené stěny trubek nad trubkovnicí, proděravění trubky a výrazné korozní štěrbiny mezi trubkovnicí a trubkami



Obr 4. Pohled na řez trubkovnicí. Na vnitřní straně trubek je patrné ukončení rozválcování