

VÝSLEDKY VÝVOJE A PŘÍPRAVY VÝMĚNY NÁTRUBKU ODBĚRU MĚŘENÍ TLAKU NA HLAVNÍM CIRKULAČNÍM POTRUBÍ JE TYPU VVER-1000/320

RESULTS OF DEVELOPMENT AND PREPARATION OF THE NOZZLE REPLACEMENT ON THE MAIN CIRCUIT PIPE AT NPP TYPE VVER-1000/320

Marek Palán, Petr Ducháček a Zdeněk Čančura

ČEZ, a. s., Řízení kvality JE

Abstrakt

Příspěvek se zabývá přípravou výměny nátrubku odběru měření tlaku hlavního cirkulačního potrubí primárního okruhu JE typu VVER-1000/320 se zaměřením na konstrukčně-technologickou a materiálovou problematiku ve vazbě na specifický postup svařování metodou popouštěcí housenky. Podrobně popisuje celý proces vývoje postupu výměny nátrubku od prvotních úvah až po svařování Kontrolního svarového spoje ve smyslu NTD A.S.I. Sekce I včetně vyhodnocení souvisejících kontrol a zkoušek.

Abstract

The paper deals with the preparation of the replacement of the pressure measurement nozzle of the main circulation pipe of the primary circuit at the NPP type VVER-1000/320 with a focus on design-technological and material issues in connection with a specific welding procedure using the tempering caterpillar method. It describes in detail the whole process of developing the socket replacement procedure from the initial considerations to the welding of the Inspection welded joint in the sense of NTD A.S.I. Section I including evaluation of related inspections and tests.

Úvod

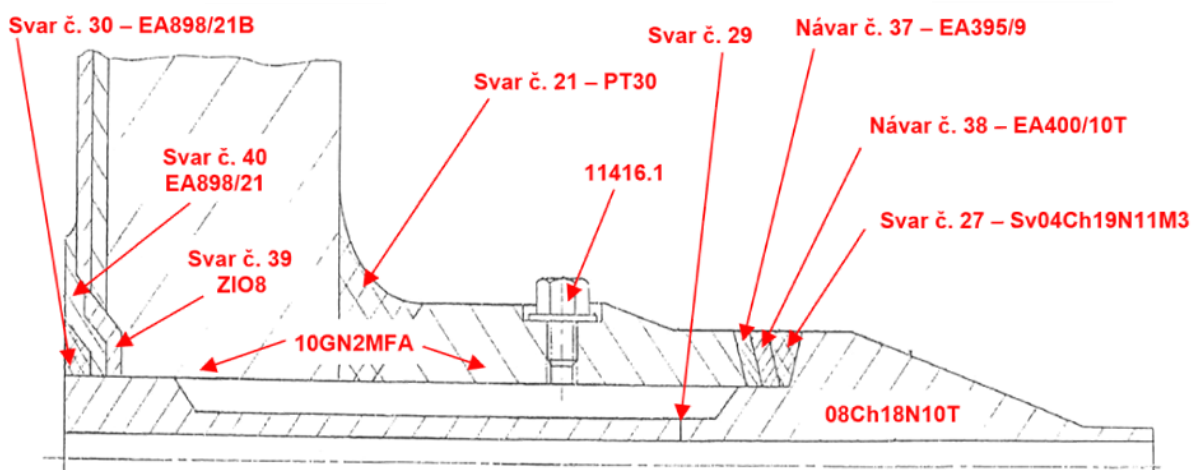
S rostoucími požadavky projektantů a konstruktérů na provozní parametry komponent a zařízení, rostou i požadavky na základní materiál. Aby bylo dosaženo materiálových vlastností, které budou vyhovovat uvažované aplikaci, jsou při výrobě základních materiálů, zejména ocelí, uplatňovány technologicky náročné metalurgické procesy. Tyto procesy zajišťují dosažení požadovaných materiálových vlastností. Pro zachování takto nabytých vlastností, musí být pro zpracování materiálu respektovány odpovídající postupy pro další technologické operace. [1]

Tato skutečnost do určité míry komplikuje provádění údržby, právě u těchto komponent a zařízení, neboť lze ve většině případů jen obtížně provést korektní tepelné zpracování svarových spojů. Obtížnost provedení tepelného zpracování souvisí především s rozměrností a tvarovou složitostí komponent a zařízení, kde se jen komplikovaně zajišťuje rovnoměrnost tepelného zpracování v celém objemu základního materiálu a hrozí tak ztráta důležitých vlastností základních materiálů, které často bezprostředně ovlivňují technickou a jadernou bezpečnost, v tomto případě při svařování. [1]

Pro podmínky údržby jsou proto neustále vyhledávány různé alternativy, které by odstranily nedostatky spojené s prováděním tepelného zpracování. Jednou z těchto alternativ je využití metody popouštěcí housenky při svařování svarových spojů z oceli 10GN2MFA. Typickým příkladem pro její praktické uplatnění je výměna nátrubku odběru měření tlaku na hlavním cirkulačním potrubí jaderné elektrárny typu VVER-1000/320. [1]

Vývoj a příprava výměny nátrubku

Předmětem výměny nátrubku odběru měření tlaku na hlavním cirkulačním potrubí je odstranění výrobní vady ve svarovém spoji č. 30 jaderné elektrárny typu VVER-1000/320, viz obr. 1. V rámci výměny nátrubku, bude provedena modifikace současného konstrukčního řešení a stávající nátrubek z oceli 10GN2MFA bude odstraněn a nahrazen novým nátrubkem z nízkouhlíkové oceli 22K. V současném konstrukčním řešení je součástí nátrubku vložka z austenitické korozivzdorné oceli 08Ch18N10T (označené podle GOST, dále jen 08Ch18N10T), která plní funkci bariéry proti korozi oceli 10GN2MFA. Modifikovaná konstrukce nátrubku s touto vložkou již nepočítá, a tato vložka bude nahrazena austenitickým korozivzdorným návarem přídatným materiálem Sv-07Ch25N13 na vnitřní válcový povrch o průměru přibližně 60 mm a tloušťce návaru minimálně 5 mm. [1]



Obr. 1: Současné konstrukční řešení nátrubku odběru měření tlaku [2]

S ohledem na rozměrnost, tvarovou složitost a další úskalí (například riziko zcitlivění austenitické výstelky provozovaného zařízení na mezikrystalovou korozi) související s provedením řádného teplotního režimu na hlavním cirkulačním potrubí, zejména tepelného zpracování po svařování, bude kvalifikován postup svařování založený na metodě popouštěcí housenky. [1]

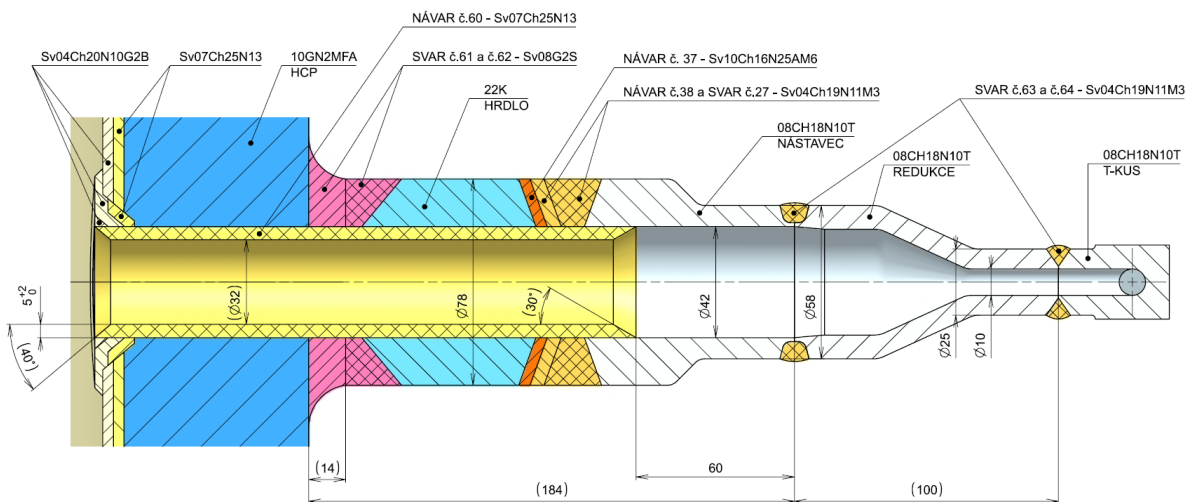
Poznámka: Předpis NP-104-18 [3] v tabulce 9.3 uvádí, že přechodné popouštění oceli 10GN2MFA pro jmenovitou tloušťku větší než 10 mm je prováděno při teplotě 620 ± 10 °C a závěrečné popouštění při teplotě 650 ± 10 °C. [1]

Na základě provedeného experimentálního programu, provedení a vyhodnocení zkušebního svarového spoje sloužícího pro kvalifikaci postupu svařování ve smyslu EN ISO 15613, respektive EN ISO 15614-1 a EN ISO 15614-7, a jako Kontrolní svarový spoj ve smyslu NTD A.S.I. Sekce I [4], bude kvalifikován postup výměny nátrubku.

Provedení kvalifikace ve výše popsaném rozsahu předchází intenzivní, téměř dvouletý, komplexní vývoj, který nesouvisí pouze s kvalifikací metody popouštěcí housenky, ale zahrnuje celou řadu dalších oborů. Úvodní myšlenky pracovaly s tezí nátrubku z austenitické korozivzdorné oceli 08Ch18N10T a umístěním heterogenního svarového spoje mezi ocelmi 10GN2MFA a 08Ch18N10T na plášti hlavního cirkulačního potrubí. [1]

Na základě provedených numerických simulací napětových stavů v oblasti heterogenního svarového spoje a jejich výsledků bylo od této varianty ustoupeno a začala být rozvíjena varianta s nátrubkem z oceli 22K. Vzhledem k omezenému přístupu z vnitřní strany hlavního cirkulačního potrubí (bez možnosti přístupu osob; přístup pouze pomocí zařízení a vybavení; úroveň nátrubku se nachází přibližně 6800 mm pod úrovní dělicí roviny víka primárního kolektoru; vnitřní průměr hlavního cirkulačního potrubí 850 mm) a uvažovaným rozměrům nátrubku, byla

zahájena příprava technologického postupu výměny nátrubku zahrnující vývoj a výrobu speciálních, jednoúčelových, zařízení, především pro obrábění a svařování. Součástí přípravy je i vývoj a odzkoušení vhodných postupů pro provedení odpovídajících nedestruktivních kontrol, zejména ultrazvukovou metodou. Důležitým aspektem je rovněž vývoj a výroba přípravků pro zajištění ochrany místa výměny nátrubku před působením vlhkosti z primárního kolektoru a vytvoření podmínek pro zajištění kvalitní ochrany ochranným plynem při svařování. V rámci přípravy je opakovaně prováděn detailní nácvik realizace výměny nátrubku včetně přípravy tří rozměrových variant nátrubku, kdy bude o konečné rozměrové variantě rozhodnuto až v průběhu výměny nátrubku na základě aktuálního stavu základního materiálu 10GN2MFA hlavního cirkulačního potrubí. Součástí výměny nátrubku je i provedení svarových spojů č. 37, 38, 27, 62, 63, 64 v uvedeném chronologickém pořadí, viz obr. 2. Předmětný návar č. 61 bude proveden před svarovým spojem č. 62, a návar č. 60 bude proveden mezi svarovými spoji č. 62 a 63. [1]



Obr. 2:: Realizované konstrukční řešení nátrubku odběru měření tlaku [5]

Vlastní navařování návarů č. 61 a 60 bude provedeno v souladu s kvalifikovanými postupy metodou svařování 141 přidavným materiálem EMK 6, respektive Sv-07Ch25N13 o průměru 0,8 mm. V průběhu svařování bude prováděna kontrola návarů metodou vizuální (přímou i nepřímou pomocí videoskopu) a po dokončení návarů a přípravě povrchů budou provedeny nedestruktivní kontroly metodou vizuální (přímá i nepřímá pomocí videoskopu), kapilární a ultrazvukovou. Ultrazvuková kontrola bude provedena technikou impulzní odrazovou za účelem kontroly přilnutí návaru. Rozsah všech nedestruktivních kontrol bude odpovídat 100 % povrchu návaru. [1]

Nátrubek a hlavní cirkulační potrubí je klasifikováno jako vybrané zařízení ve smyslu vyhlášky č. 358/2016 Sb. [6], spadající pod § 12, odst. 2), písm. a), bod 2, a zařazeno do bezpečnostní třídy 1 ve smyslu vyhlášky č. 329/2017 Sb. [7]. [1]

Návrh výměny nátrubku vychází z původních projektových požadavků definovaných v ÚP/PP, jedná se zejména o požadavky předpisů OP 1513-72 [8], PK 1514-72 [9], PNAE G-7-002-86 [10], OST 108.300.02-86 [11] nahrazující RTM 108.300.02-82 [12], a splňuje požadavky stanovené Atomovým zákonem č. 263/2016 Sb. [13] a vyhláškou č. 358/2016 Sb. [6]. Svařování a nedestruktivní kontroly budou prováděny v souladu s požadavky uvedenými v NTD A.S.I. Sekce I [4], NTD A.S.I. Sekce II [14] a NTD A.S.I. Sekce VII [15].

Závěr

V současnosti jsou dokončovány technologické zkoušky související s přípravou před zahájením vlastního svařování kvalifikace postupu svařování ve smyslu EN ISO 15613, respektive

EN ISO 15614-1 a EN ISO 15614-7, a Kontrolního svarového spoje ve smyslu NTD A.S.I. Sekce I [4]. Kompletní vývoj a příprava výměny nátrubku hlavního cirkulačního potrubí je prováděna ve spolupráci se společností ŠKODA JS a.s. Vlastní výměna uvedeného nátrubku je plánována na rok 2023.

Literatura

- [1] Palán, M. (2020): *Studium dopadu svařování metodou popouštěcí housenky na výsledky oprav v jaderných elektrárnách*. Teze disertační práce, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň.
- [2] ČEZ, a. s.: *Interní materiály ČEZ, a. s.*
- [3] NP-104-18 (2018): *Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок*. Москва.
- [4] NTD A.S.I. (2020): *Normativně technická dokumentace A.S.I. Sekce I – Svařování zařízení a potrubí jaderných elektráren typu VVER*. NTD A.S.I. Sekce I – 2020, A.S.I. [Asociace strojních inženýrů], Praha.
- [5] ŠKODA JS a.s. (2020): *Nátrubek odběru tlaku*. Technický výkres, D009280, ŠKODA JS a.s., Plzeň.
- [6] Sbírka zákonů České republiky (2016): *Vyhláška č. 358/2016 Sb., o požadavcích na zajišťování kvality a technické bezpečnosti a posouzení a prověřování shody vybraných zařízení*. Sbírka zákonů České republiky. ISSN 1211-1244
- [7] Sbírka zákonů České republiky (2017): *Vyhláška č. 329/2017 Sb., o požadavcích na projekt jaderného zařízení*. Sbírka zákonů České republiky. ISSN 1211-1244
- [8] OP 1513-72 (1975): *Основные положения по сварке и наплавке узлов и конструкций атомных электростанций, опытных и исследовательских ядерных реакторов и установок*. Москва.
- [9] РК 1514-72 (1974): *Правила контроля сварных соединений и наплавки узлов и конструкций атомных электростанций, опытных и исследовательских ядерных реакторов и установок*. Москва.
- [10] ПНАЭ Г-7-002-86 (1989): *Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок*. Энергоатомиздат, Москва.
- [11] OST 108.300.02-86 (1987): *Оборудование и трубопроводы атомных электростанций. Сварка, наплавка и термическая обработка сварных соединений деталей из стали марок 10ГН2МФА, 10ГН2МФАЛ, 15Х2НМФА и 15Х2НМФА-А*.
- [12] RTM 108.300.02-82 (1982): *Оборудование и трубопроводы атомных электростанций. Сварка, наплавка и термическая обработка сварных соединений деталей из стали марок 10ГН2МФА, 10ГН2МФАЛ, 15Х2НМФА и 15Х2НМФА-А*.
- [13] Sbírka zákonů České republiky (2016): *Zákon č. 263/2016 Sb., Zákon atomový zákon*. Sbírka zákonů České republiky. ISSN 1211-1244
- [14] NTD A.S.I. (2020): *Normativně technická dokumentace A.S.I. Sekce II – Charakteristiky materiálů pro zařízení a potrubí jaderných elektráren typu VVER*. NTD A.S.I. Sekce II – 2020, A.S.I. [Asociace strojních inženýrů], Praha.
- [15] NTD A.S.I. (2020): *Normativně technická dokumentace A.S.I. Sekce VII – NDT kontroly*. NTD A.S.I. Sekce VII – 2020, A.S.I. [Asociace strojních inženýrů], Praha.