

# DEFEKTOSKOPIE NEBO DEFEKTOMETRIE?

## DEFECTOSCOPY OR DEFECTOMETRY?

Jan Vít, Lukáš Stainer a Zdeněk Skála

ŠKODA JS a.s.

### Abstrakt

Požadavky na výsledky nedestruktivních kontrol (NDT) se neustále zvyšují. V současné době se jako výstup zpravidla očekává určení rozměrů necelistvostí, a ne pouze určení rozměrů indikací nebo jiných imaginárních údajů (rozměrů). Někteří proto přejmenovávají defektoskopii na defektometrii. Příklady méně známých způsobů určování rozměrů necelistvostí a zajímavé kombinace různých metodických přístupů k této problematice v novém ruském předpisu NP-084-15 jsou hlavní náplní příspěvku.

### Abstract

The demands on results of NDT inspections are increasing continually. The determination of discontinuity dimensions is expected as an output at present time, not only the dimensions of indication or other imaginary values. So some people rename the defectoscopy to defectometry. Examples of less known ways of discontinuity dimensions determination and interesting combinations of different methodological approaches to this issue in the new Russian regulation NP-084-15 are the main contents of this paper.

### 1. Úvod

Vývoj metod a technik NDT lze názorně ukázat na ultrazvukovém zkoušení austenitických a heterogenních svarových spojů. Před lety se s tímto zkoušením vůbec nepočítalo, a proto většina předpisů (např. PK 1514-72 [1]) logicky neobsahuje žádná kritéria pro hodnocení ultrazvukového zkoušení. Dnes se ultrazvukem zkoušejí všechny typy svarových spojů, a to přináší vyšší nároky nejen na zkušební techniky, ale i na vyhodnocení a interpretaci výsledků.

### 2. Nedestruktivní zkoušení

Postup provedení a vyhodnocení provozních nedestruktivních zkoušek můžeme zjednodušeně popsat v šesti fázích (není uvedena nezbytná etapa přípravy zkoušení):

- **Detekce.**  
Zjištění přítomnosti necelistvosti a určení jejích základních parametrů podle použité metody (techniky) NDT.
- **Lokalizace.**  
Určení polohy (souřadnice) necelistvosti.
- **Klasifikace.**  
Stanovení typu, tvaru a orientace necelistvosti.
- **Sizing.**  
Určení rozměrů necelistvosti, včetně jejího ligamentu, tj. nejkratší vzdálenosti k nejbližšímu povrchu zařízení.
- **Schematizace.**  
Detekované necelistvosti se konzervativně předpokládají jako planární (eliptické trhliny s nejhorsí možnou orientací z hlediska hodnocení lomové mechaniky) nebo jako laminární (rovnoběžné se zkušebním povrchem).
- **Vyhodnocení.**  
Porovnání rozměrů necelistvostí s přípustnými velikostmi necelistvostí. Výsledkem může být i výměna dílu nebo oprava.

Řada norem a předpisů hodnotí jako nepřijatelné necelistvosti plošného (planárního) charakteru – trhliny, studené spoje a neprůvary – bez ohledu na jejich rozměry. V těchto případech pochopitelně odpadají fáze 4 a 5 a následuje rovnou nevyhovující hodnocení.

### 3. Rozměry necelistvostí

#### 3.1. Terminologie

Při zkoušení ultrazvukem se můžeme setkat se čtyřmi typy rozměrů; uvádíme pouze nejpoužívanější pojmy:

- **Náhradní, smluvní nebo ekvivalentní rozměry.**  
Rozměry indikace, určují se přes velikost (výšku) echa. Referenčním reflektorem je vývrt s plochým dnem kolmý na osu ultrazvukového svazku.
- **Maximální, pravděpodobné, konečné geometrické nebo reálné rozměry.**  
Rozměry necelistvostí určené s přesností použité zkušební techniky.
- **Schematizované rozměry.**  
Rozměry pro hodnocení a případné výpočty.
- **Skutečné rozměry.**  
U vnitřních necelistvostí se tyto rozměry nemusíme vůbec dozvědět.

Nejdůležitějším rozměrem necelistvostí je jejich výška (hloubka), tj. rozměr ve směru tloušťky stěny (TWE). Je smutnou ironií, že tento rozměr nelze některými metodami NDT vůbec určit a další zde dosahují obvykle nejslabší výsledky.

Podrobněji pojednává o problematice určování rozměrů při ultrazvukovém zkoušení TNR náš příspěvek z roku 2009 – viz [2].

#### 3.2. Potenciometrická metoda (měření úbytku napětí)

Relativně populární a rozšířená byla nejvíce v 80. a 90. letech minulého století potenciometrická metoda. Její hlavní využití spočívalo v měření hloubky povrchových trhlin v elektricky vodivých materiálech. Metoda byla jednoduchá, operativní a umožňovala velký rozsah měřených hloubek trhlin (max. 100÷120 mm). Ve své době dávala údajně nejpřesnější (objektivní) informace o hloubce povrchových trhlin, které byly obvykle detekovány kapilární metodou (PT) nebo metodou magnetickou práškovou (MT). Podrobnější údaje lze nalézt v dobové literatuře – např. [3]. Berte, prosím, tuto informaci jako nostalgickou vzpomínku autorů na již téměř zapomenuté zajímavé metody NDT.

#### 3.3. Defektometr

Polozapomenutá norma ČSN 05 1155:1982 [4], stále je ale platná, řeší měření rozměrů neprůvarů v kořeni svarových spojů při prozařování (RT) pomocí tzv. defektometrů – viz obr. 1. Jedná se vlastně o drážkové měrky různých velikostí (celkem 4) a z různých materiálů. Optimální situace nastala tehdy, když byla tloušťka defektometru stejná jako výška převýšení svaru a byl vyroben i ze stejného materiálu. Zajímavý, dnes prakticky nepoužívaný, pokus o měření rozměru ve směru tloušťky stěny při prozařování (RT).

### 4. Předpis NP-084-15

Prakticky k 60. výročí komerčního provozu JE v Rusku (včetně bývalého SSSR) byl vydán předpis NP-084-15 [5], který obsahuje kritéria pro hodnocení výsledků předprovozních a provozních kontrol. V současné době platí nejen v Ruské federaci, ale i v Arménii a naše společnost ŠJS jej letos úspěšně využila při opravě heterogenního svaru DN 1100 PG č. 43 v EBO. Obsahuje řadu dosud nepublikovaných kritérií pro hodnocení výsledků NDT, včetně základního materiálu, spojovacích dílů (svorníky, matice a podložky) i závitových hnízd, metody vířivých proudů pro teplosměnné trubky PG a ultrazvukového zkoušení austenitických a heterogenních svarů nejen pro provozní, ale také pro předprovozní či výrobní kontroly.

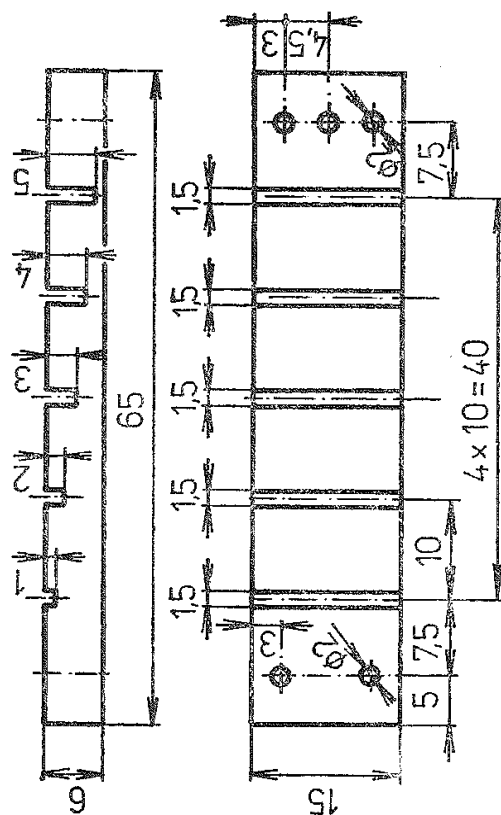
Závěr příspěvek obsahuje jako příklady kritéria přípustnosti při ultrazukovém zkoušení tupých austenitických a heterogenních svarů (tabulka 1) a při zkoušení obvodových heterogenních svarů kolektorů PG DN 1100 (tabulka 2).

## 5. Závěr

Předpis NP-084-15 obsahuje různé metodiky hodnocení výsledků zkoušení nedestruktivními metodami, včetně nutnosti určování reálných rozměrů necelistvostí. Příklady budou podrobně rozebrány při orální prezentaci na konferenci v Srní.

## Literatura

- [1] PK 1514-72 (1972): *Pravidla kontroly svarových spojů a návarů uzlů a konstrukcí jaderných elektráren, zkušebních a výzkumných jaderných reaktorů a zařízení*. Moskva: Metallurgia. (překlad z ruského jazyka)
- [2] Skála, Z., Stainer, L., Vít, J. (2009): *Určování pravděpodobných (skutečných) rozměrů necelistvostí detekovaných ultrazukem při automatizovaném zkoušení tlakových nádob reaktorů typu VVER*. Srní: 4. ročník konference Zvyšování životnosti komponent energetických zařízení v elektrárnách.
- [3] Míšek, B., Ptáček, L. (1992): *Defektoskopie a provozní diagnostika*. Brno: VUT.
- [4] ČSN 05 1155 (1982): *Nedestruktivní zkoušení svarů – Určování hloubky kořenových vad ve svaru defektometrem*. Praha: ÚNM.
- [5] NP-084-15 (2015): *Pravidla pro kontrolu základního kovu, svarových spojů a navařených ploch při provozu zařízení, potrubí a dalších prvků jaderných elektráren*. Moskva: Rostechnadzor. (překlad z ruského jazyka)



Obr. 1: Defektometr podle ČSN 05 1155:1982

Tabulka 1: Hodnocení výsledků ultrazvukového zkoušení tupých austenitických a heterogenních svarů

Jmenovitá tloušťka svařených dílů [mm]	Průměr referenčního reflektoru ve tvaru bočního válcového vývrtu [mm] / Vzdálenost od zkušebního povrchu k referenčnímu reflektoru	Vyřazovací úroveň citlivosti vůči referenční úrovni [dB]		Přípustný počet registrovaných ojedinelých necelistvostí na libovolných 100 mm délky svarového spoje		Korekce N [mm]
		Provoz	Opravy	Provoz	Opravy	
Více než 5,5 až 10,0 včetně	2 / s/2	4	0	7	5	8
Více než 10,0 až 20,0 včetně	3 / s/2 a 2s/3	4	0	8	6	10
Více než 20,0 až 40,0 včetně	4 / s/4, s/2 a 3s/4	4	0	9	7	12
Více než 40,0	5 / s/5, 2s/5, 3s/5 a 4s/5	6	0	10	8	16

**Poznámky:**

s – jmenovitá tloušťka svařených dílů.

V tabulce uvedená vyřazovací úroveň citlivosti je stanovena pro kontrolu prováděnou pomocí standardního reflektoru ve formě bočního válcového vývrtu. Je dovoleno také provádět zkoušení s použitím jiných reflektorů za podmínky, že bude rovnocenná citlivost zkoušení.

Kontrolní úroveň citlivosti (registrační úroveň) se dosahuje zvyšováním citlivosti zkoušení o 6 dB vzhledem k vyřazovací úrovni.

Kontrolní úroveň citlivosti (registrační úroveň) musí být min. o 6 dB vyšší, než je průměrná úroveň šumů, v opačném případě se oblast zkoušení považuje za nevhodnou pro provádění ultrazvukového zkoušení a musí být zkontrolována jinou objemovou metodou.

Smluvní délka zjištěných necelistvostí nesmí přesáhnout hodnotu  $\Delta L_0 + N$ , kde  $\Delta L_0$  je smluvní délka reflektoru s plochým dnem s průměrem, který se rovná průměru referenčního reflektoru, N – korekce v mm.

Pro zajištění opakovatelnosti výsledků zkoušení musí být referenční vzorky (měrky) bez svarového spoje unifikovány a jejich provedení musí být schváleno hlavní organizací zabývající se materiály. Při ultrazvukovém zkoušení musí být zajištěno zkoušení min. 2/3 tloušťky svarového spoje přiléhajícího k jeho kořenové části.

Tabulka 2: Hodnocení výsledků ultrazvukového zkoušení heterogenních svarů PG DN 1100

Celková délka necelistvostí [mm]	Maximální výška necelistvostí pro případ, kdy doba do příští kontroly či opravy je [mm]			
	Max. 12 měsíců	Max. 24 měsíce	Max. 36 měsíců	Max. 48 měsíců
Do 462 včetně	19,0	17,0	15,0	13,0
Větší než 463 až do celoobvodové	16,0	14,0	12,0	10,0