

Datum vytištění: 9. 3. 2023

Rozsah platnosti:

UNIPETROL RPA, s.r.o. – RAFINÉRIE, odštěpný závod



SMĚRNICE PRO NDE MĚŘENÍ – PŘÍLOHA 1 - UT

Schválil:

Ing. Milan Tomeček, vedoucí odboru údržby RAF

Platnost od:

7.11.2018

Správce dokumentu:

Roman Cívín, odbor údržby

Zpracovatel:

Oddělení inspekce, odbor údržby

Určeno pouze pro vnitřní potřebu

Historie a řízení dokumentu

Datum	Důvod aktualizace	Autor (jméno)	Schválil (jméno a podpis)
		Jirsa, Cívín, Snop, Charvát	Vedoucí sekce údržby
22.11.2013	Revize textu	Cívín	<i>Vedoucí sekce údržby</i>
19.11.2014	Revize dokumentu	Jirsa, Cívín	Vedoucí sekce údržby
7.11.2018	Pravidelná revize dokumentu	Cívín	Vedoucí odboru údržby

Přehled změn

Číslo změny	Číslo strany		Předmět změny	Datum	Podpis
	vyjmuté	vložené			
1	4	5	Úprava textu „Přístrojová technika“	22.11.2013	
2	2	9	Revize směrnice, doplnění vyhodnocení místa měření, 5 hodnot pro Verifikaci.	19.11.2014	
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Obsah

Přehled změn	2
Obsah.....	3
Obecně.....	4
Metoda UT - měření ultrazvukem - rozsah a použitelnost	4
Definovaná provozní okna metody.	4
Přístrojová technika.....	4
Rozměry místa měření.	5
Měření tloušťky stěny přes barvu.	6
Měření za zvýšených teplot.....	7
Měření hrdel malých průměrů.	7
Vyhodnocení měřicího místa.	7
Postup a vyhodnocení v jednom místě měření.	7
Postup a vyhodnocení měření v rastru.....	8
Verifikace výsledků NDE měření.	8
Záznamy a výsledky měření.....	9
Vyhodnocení a popis měřicího místa.	9

Obecně

Tento dokument je součástí směrnice PPU_205 – Směrnice pro NDE měření.
Popisuje použití NDE techniky na zařízení v majetku Rafinerie,o.z..

Příloha směrnice je závazná pro zajištění NDE měření na zařízení, slouží jako podklad pro vypracování nabídek pro výběrová řízení a je součástí přílohy smluv.

Metoda UT - měření ultrazvukem - rozsah a použitelnost

Definovaná provozní okna metody.

Minimální měřená tloušťka :	1, 0 mm
Maximální měřená tloušťka :	200 mm v závislosti na útlumu ultrazvuku v materiálu
Minimální měřitelná dimenze potrubí / hrdla :	DN 40 (po dohodě s inspektorem je možný i menší měřený rozměr v závislosti na přístupnosti průměru měniče sondy)
Doporučená teplota kovu v místě měření :	< 60°C
Maximální dovolená teplota kovu v místě měření :	< 150°C (měření za zvýšených teplot). Tato hodnota byla stanovena odd. inspekce po zkušenostech s výsledky měření.
Maximální teplota kovu v místě měření :	< 150 - 400°C (měření za vysokých teplot krátkodobé s použitím speciálních zařízení, měření se provádí jen ve specifických případech a na požadavek odd. inspekce)
Přesnost měření	opakovaná přesnost 0,2 mm

Přístrojová technika.

Ultrazukový tloušťkoměr pro místní měření tloušťek s možností A-zobrazení, tzn. se zobrazením průběhu ultrazukového signálu, kde je na ose X čas a na ose Y amplituda. Přístroj musí umožňovat toto zobrazení v reálném čase s označením echa od reflektoru (zadní stěny), jehož vzdálenost je přístrojem odečtena, zobrazena na displeji přístroje a operátorem případně zaznamenána. Přístroj musí mít nastavitelné parametry zkoušení, aby bylo možné dosáhnout optimálního nastavení pro danou zkušební úlohu jako např. pro měření za zvýšených teplot.

V případě měření prováděného v rastru (tzn. sítě měřících míst/bodů) je vyžadován ultrazukový tloušťkoměr, který, kromě výše uvedeného, umožňuje ukládání naměřených výsledků v rastru měřících míst či bodů X x Y. V případě měření liniového (B-Sken) je vyžadován tloušťkoměr, který umožňuje provádění tohoto měření včetně zpracování a transferu dat.

V žádném případě nelze pro výše uvedené činnosti používat ultrazukové tloušťkoměry bez A-zobrazení, s omezenou citlivostí a nízkým technickým vybavením, jako jsou přístroje pouze s číslíkovým displejem apod.

Výše uvedené požadavky splňují např. přístroje GE Technologies řady DMS nebo Olympus řad 3xDLplus, případně jiné ekvivalentní přístroje.

Použití sond v závislosti na přístrojové technice, teplotě a průměru potrubí :

Je vyžadováno používání měřících (většinou dvojitých) sond odpovídající použitému tloušťkoměru a odpovídající prováděné úloze.

Pro měření za běžných, případně mírně zvýšených, teplot povrchu (do cca 60°C) se používají běžné sondy určené k přístroji.

Pro měření za zvýšených teplot se musí používat sondy k tomu určené (pro přístroje GE např. DA319, pro přístroje Olympus např. D790 případně jiné vhodné). Velmi důrazně je třeba upozornit, že přestože výrobci udávají pro použití maximální hodnoty teploty v typových listech, tyto hodnoty jsou ve skutečnosti pro měření v reálném prostředí vysokých teplot velmi obtížně dosažitelné a je nutné počítat s teplotou nižší !

Pro měření zaoblených povrchů jako trubek pod DN100 je nutné používat měřicí sondy s průměrem menším než pro běžná měření rovinných povrchů, tzn. s průměrem pod 10 mm.

Příklad sond pro :

Pro ultrazvukové tloušťkoměry DM4..., DMS, DMS2 – sondy DA 301, DA 312, DA 319, DA 401, DA 412, HT400,

Da 301 - rozsah 1,2 – 200 mm, teplotní rozsah -20.....+60 °C
Použití od DN 100.

Da 312 - rozsah 0,6 – 50 mm, teplotní rozsah -20.....+60 °C

Da 319 - rozsah 1,0 – 15 mm, teplotní rozsah +25.....+300 °C

Da 401 - rozsah 1,2 – 200 mm, teplotní rozsah -10.....+60 °C
Použití od DN 100.

Da 412 – rozsah 0,6 – 50 mm, teplotní rozsah -10.....+60 °C

HT400 – rozsah 1,0 – 50 mm, teplotní rozsah -10.....+540 °C

U sondy HT 400 pro použití na horkém potrubí výrobce udává teplotu až 540°C. V praxi se však toto nepotvrdilo, údaje při vysokých teplotách nejsou stabilní. V každém případě je nutné tuto sondu použít s přístrojem, který má A zobrazení (DMS,DMS2).

Na základě zkušeností je doporučeno měření s touto sondou max. do 250°C.

Pro ultrazvukové tloušťkoměry Panametrics 26DL, 36DL – sondy D 790, D 795

D 790 – pro měření horkých potrubí do 500°C

D 795 – teplotní rozsah -20.....+60 °C, obecně na potrubí menších průměrů.

Malé sondy: DA412 - průměr D=7.5mm

Velké sondy : DA401,DA301 - průměr D=12.5mm

Maximálně přípustné DA303, DA403 - průměr D=16.1mm

Rozměry místa měření.

Vychází z charakteristického rozměru potrubní větve (aparátu) a je závazně stanovena, nebo ji v jednotlivých případech určuje inspektor (korozní specialista)

Potrubní větve do DN 100

Měřicí místo má rozměr : 25 x 25 mm

Počet měření v místě je :

- Malou sondou (např.DA 412) - průměr sondy $D \leq 10\text{mm}$

Způsob měření a výsledky dle metodiky měření v pěti bodech A,B,C,D,E viz dále.

Potrubní větve do DN 300

Měřicí místo má rozměr : 25 x 25 mm

Počet měření v místě je :

- Malou sondou (např.DA 412) - průměr sondy $D \leq 10\text{mm}$
- Velkou sondou (např. DA301) - průměr sondy $D \leq 13\text{mm}$

Způsob měření a výsledky dle metodiky měření v pěti bodech A,B,C,D,E viz dále.

c/ Potrubní větve nad DN 300 a aparáty

Měřicí místo má rozměr 50 x 50 mm

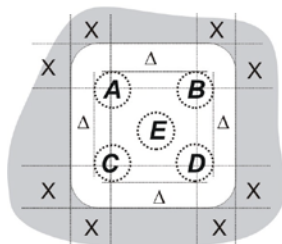
Počet měření v místě je :

- Velkou sondou (např. DA 401) - průměr sondy D od 10mm do 18mm
- Malou sondou (např. DA412) v případě doměřování vady určuje operátor. Tento postup doměřování se aplikuje jen ve specifických případech dohledávání vad a defektů. Používá se jen při SPEC_NDE měření, nebo v případech, které určí inspektor Rafinerie,o.z..

Způsob měření a výsledky dle metodiky měření v pěti bodech A,B,C,D,E viz.dále

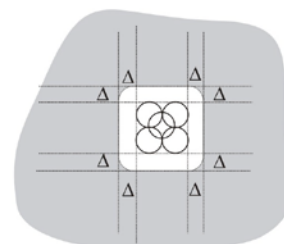
Ve všech případech operátor odečítá tloušťky v pěti bodech měřicí plochy označených na jako A,B,C,D,E. Tloušťky určené v bodech A,B,C,D,E, zaznamenává operátor do tabulky Excel výsledků měření. Následný obrázek ukazuje rozmístění bodů na měřené ploše měřicího místa. Body A,B,C,D tvoří čtverec s odstupem od krajů minimálně cca 4 až 6mm. Bod E je situován do středu plochy. Odstup od okrajů je požadován proto, že v okrajích může docházet ke zvyšování plochy a sonda nemusí přiléhat optimálně k povrchu komponenty.

Strana plochy 50mm



X= cca 10-12mm pro malé sondy do D<10mm
X= cca 12 -14mm pro velké sondy D od 10 do 14mm
X=cca 14 -16mm pro velké sondy D od 14 do 20mm
Δ odstup sondy od okrajů min. 4 až 6mm

Strana plochy 25mm



Δ odstup sondy od okrajů 4 až 6mm

NEBO

Měření v rastru bodů

Měřicí místo má rozměr : měření v rastru, velikost a modul rastru určí inspektor (korozní specialista)

Počet měření v průsečících rastru je :

Rastr – zde se zaznamenají všechny naměřené hodnoty naměřené v rastru. Pro rastr je vytvořena zvláštní tabulka v Excelu po dohodě s inspektorem Rafinerie,o.z..

Pozice	1	2	3	4	5	6	7	8
A	12,7	12,6	12,8	12,1	12,6	12,5	12,7	12,8
B	12,4	12,3	12,5	11,4	12	12,5	12,9	12,7
C	12,6	12,4	12,5	11,9	12,2	12,2	12,4	12,6
D	12,2	12,2	12,3	12,4	11,5	12,5	12,5	12,4
E				12,3	12,5	12,4		

Rozšíření rastru : v případě, že technik naměří nejmenší tl. na okraji určeného rastru, rastr rozšíří. „viz modré pole“, další rozšíření oznámí zadavateli, který rozhodne o dalším doměření.

Měření tloušťky stěny přes barvu.

Ultrazvuková metoda měření tloušťky stěny je nejlépe použitelná pro povrch bez nátěru nebo barvy.

Měření vad, např. u svarů vyžaduje odstranění nátěrů.

Měření přes nátěr lze provést v případě souvislého, neporušeného, dobře přilnutého a rovnoměrného nátěru, který je bez korozních produktů a jiných nečistot, bez větších nerovností, obvykle do tloušťky 0,5 mm.

Použitelnost měření přes barvu je vždy třeba posoudit případ od případu – bývá nutností experimentální určení akustických vlastností („prozvučitelnosti“) nátěru (povlaku).

Pro měření musí být použit přístroj s funkcí měření „Echo to Echo“, která je ve výbavě některých přístrojů (Krautkammer DMS2, Panametrics 26 DL, 36 DL), kdy je při měření ignorována tloušťka nátěru. Při tomto způsobu dochází k měření od jednoho koncového echa ke druhému a čas – vzdálenost mezi těmito echy nezahrnuje tloušťku nátěru.

V žádném případě nelze změřit tloušťku vrstvy nátěru spec. měřičem a poté takto získanou hodnotu odečíst od naměřené hodnoty ultrazvukem.

Chyba měření přes barvu závisí na rovnoměrnosti nátěru, bude větší než při měření na kovově čistém povrchu a může být 0,6 mm, ale i vyšší.

V případě porušeného nátěru a výskytu korozních zplodin je případné odstranění nátěru a způsob jeho odstranění nutné dohodnout s příslušným inspektorem.

Po ukončení práce je kontraktor provádějící měření povinen obnovit nátěr na měřeném místě, pokud došlo k jeho odstranění. V tomto případě bude toto místo řádně odmaštěno a nátěr obnoven s použitím alkydového (syntetického) nátěru pro případ větvi/aparátů s provozní teplotou do 80 °C nebo akrylsilikátového nátěru pro zařízení provozovaná za vyšších teplot. Nebo místo konzervovat mazivem poloměkké konzistence, které dobře odolává vlivům vody.

Měření za zvýšených teplot.

V případě, že se provádí měření při teplotě vyšší než 60°C, je třeba provést nastavení na teplotu měřeného povrchu.

Měření hrdel malých průměrů.

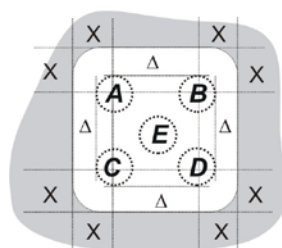
Při měření hrdel malých průměrů je třeba mít na paměti konstrukci hrdla, tj. návarku a krkové přivařovací příruby. Je zřejmé, že jedno měření síly stěny, nemusí znamenat zjištění nejmenší síly stěny. V tomto případě je třeba provést minimálně dvě měření, tj. na návarku a na přírubě, těsně nad svarem návarek x příruba.

Vyhodnocení měřicího místa.

Postup a vyhodnocení v jednom místě měření.

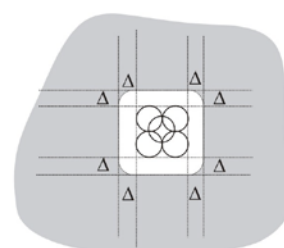
V každé bodě A,B,C,D,E přiloží operátor sondu **3x** a zapíše jako výsledek střední ze tří naměřených hodnot. Operátor přikládá sondu pokud možno kolmo k povrchu přes roztlačení dostatečného množství vazebního média. Přitlačí sondu a dále s ní nepohybuje (NE-kroucení, posouvání, naklánění). Před přiložením sondy MUSÍ operátor kontrolovat čistotu povrchu a vazebního média stejně jako vlivu povrchu a případě významnější nerovnosti / hrubosti či znečištění povrchu raději posunout měření do takového bodu na ploše, která má vhodnější povrch pro měření i proti původnímu schématu rozmístění bodů A,B,C,D,E na obrázku.

Strana plochy 50mm



X = cca 10-12mm pro malé sondy do D<10mm
 X = cca 12 -14mm pro velké sondy D od 10 do 14mm
 X = cca 14 -16mm pro velké sondy D od 14 do 20mm
 Δ odstup sondy od okrajů min. 4 až 6mm

Strana plochy 25mm



Δ odstup sondy od okrajů 4 až 6mm

Příklad odečítání tloušťky: 3x přiložení v 5 bodech.

Při následujících změření trojic přiložení v místech A,B,C,D,E.

- A: (5,1; 5,2; **5,2**)
- B: (5,5; 5,2; **5,4**)
- C: (**5,2**; 5,4; 5,1)
- D: (5,7; **5,6**; 5,3)
- E: (5,3; **5,3**; 5,3)

Operátor zapíše do Excel tabulky hodnoty : A: **5,2** ; B: **5,4** ; C: **5,2** ; D: **5,6** ; E: **5,3**.

Předpokládá se opakovatelnost 3 hodnot tloušťky, při třech přiloženích sondy, za předpokladu že rozptyl nejmenší a nejvyšší ze tří naměřených hodnot v jednom bodě je maximálně:

- 0.3mm pro tloušťky do 10mm včetně ;
- 0.4mm pro tloušťky nad 10mm do 25mm
- 2% naměřené tloušťky pro tloušťky nad 25mm (např. pro tloušťku 30mm maximální rozptyl 0.6mm)

Naměří-li operátor vyšší rozptyl (neopakovatelnost tří přiložení sondy v jednom bodě) než udává výše předpokládaný rozptyl (např. naměří v bodě hodnoty 5.2; 5.7; 5.5mm kde $5.7 - 5.2 > 0.4\text{mm}$), opakuje operátor měření 3 hodnot, dokud se opakovatelnost 3 následných hodnot při třech přiloženích sondy nevejde do požadovaného rozptylu.

Toto opatření se týká rozdílů 3 měření/přiložení sondy v jednom bodě nikoliv rozdílů mezi body A,B,C,D,E. Rozdíly mezi body A,B,C,D, mohou být větší a způsobené nerovnoměrností povrchů.

Postup a vyhodnocení měření v rastru.

V každém bodě měření rastru platí totéž jako, pro měření v jednom místě měření.

Verifikace výsledků NDE měření.

Rafinerie,o.z. má zavedený systém kontroly ověření správnosti naměřených dat.

Inspekce Rafinerie,o.z. provádí kontrolu (verifikaci) naměřených výsledků měření síly stěny kontraktorem bezprostředně po změření. Požadavek na verifikaci a následné přeměření se bude týkat těch míst TMLs (Thickness Measurement Locations), jež vybočují z předchozích či okolních výsledků měření. Za vybočující budou označena místa, jen z aktuálního posledního měření :

- a) vybočují z trendu časové řady výsledků předchozích měření, (v místech, kde je počet měření minimálně 3 a vyšší)
- b) vybočují vysokou rychlostí či nízkou zbytkovou životností z výsledků okolních měření na daném zařízení, (v místech, kde je počet měření menší než 4)
- c) ukazují na možnost chyby ať již v důsledku měření, záměny místa měření, (v místech, kde je počet měření menší než 4)

V místech TMLs označených za "vybočující" kontraktor provede opakované NDE měření dle požadované specifikace.

Označení míst TMLs jako "vybočující" provede zadavatel – Rafinerie,o.z. na základě vlastní metodiky identifikace "vybočujících" míst TMLs.

Body měření (TMLs), které neprojdou touto verifikací z viny kontraktora nebudou zahrnuty do fakturace.

Aby mohla být verifikace naměřených hodnot provedena, musí kontraktor zavést následující organizační opatření

- Předávat průběžně všechny výsledky měření ve schváleném formátu excelovské tabulky tak, aby v případě požadavku na verifikaci NDE měření pro stanovené body měření TML, mohl kontraktor opakovat měření ještě v rámci dané etapy měření (kdy jsou body měření TML dostupné – lešení a izolace).
- Případné nesrovnalosti v dokumentaci, značení, atd... řešit neprodleně se zodpovědným inspektorem za daný provozní soubor.

Záznamy a výsledky měření.

Výsledky NDE měření kontraktor předává podle : PPU_205 Směrnice pro NDE měření, článek 10.

Jako součást výsledků NDE měření je izometrický výkres nebo technický výkres zařízení.

Pro případ snadnější identifikace při následném měření je možno vynést kótu měřicího bodu vzhledem k pevné části potrubí nebo aparátu.

- V případě, že kontraktor provádí první měření a měřicí body nejsou zakresleny, provede jejich zakreslení podle skutečnosti.
- V případě, že kontraktor provádí opakované NDE měření a na základě výsledku měření dojde ke změně místa nebo polohy měřicího bodu, provede změnu zakreslení a o této změně informuje příslušného inspektora Rafinerie, o.z..

Vyhodnocení a popis měřicího místa.

První měření

Pro záznam výsledků prvního měření platí příloha PPU_205 – „Návod pro vyplnění tabulky NDE měření“.

Do předdefinované Excell tabulky :

- Identifikaci měřeného zařízení (provozní soubor, číslo zařízení, označení měřicího bodu, popis měřicího bodu, pořadové číslo protokolu měření kontraktora)
- nejmenší naměřenou hodnotu z měřicího místa
- teplotu povrchu kovu (měřeno kontaktním nebo bezdotykovým teploměrem)
- nutnost instalace lešení
- nutnost demontáže / montáže izolace
- zda měření bylo provedeno při provozu nebo odstavení jednotky (ON / OFF)
- do poznámky popis, zhodnocení stavu vnějšího povrchu v blízkém okolí měřeného místa, např. koroze pod izolací do hl. xx mm, poškozená izolace, poškozený nátěr, atd. na základě vizuálního posouzení zda se jedná o nerovnoměrnou nebo důlkovou korozi.

Do izometrického výkresu měření potrubní větve nebo aparátu :

- polohu místa měřicího bodu (pro případ snadnější identifikace při následném měření je možno vynést kótu měřicího bodu vzhledem k pevné části potrubí nebo aparátu)
- číslo měřicího bodu

Opakované měření.

Kontraktor provádějící následné měření dostává izometrický náčrtek a vyplněnou Excell tabulku a provádí :

- kontrolu izometrie (v okolí měřicího bodu) – porovnání se skutečným stavem
- kontrolu uvedených údajů v Excell tabulce, v případě, že některé z údajů chybí, doplní je.

Například :

- o teplota kontrolovaného místa
- o izolace / snímačka
- o lešení
- Dále do poznámky zapisuje :
 - o Materiálové řešení (CS x SS)
 - o Vnější koroze „KOE“, nerovnoměrná koroze.
 - o Atd...