

Zváranie

2 • 2023 VYDÁVA VÝSKUMNÝ ÚSTAV ZVÁRAČSKÝ

Svařování



Návšteva vo firme HORIBA MIRA

Zástupca VÚZ navštívil špičkovú firmu v oblasti výskumu, vývoja a testovania

05

Využívame cenné skúsenosti

Rozhovor poskytol Ing. Pastier, vedúci oddelenia materiálov a laboratórií VÚZ

06

Kvalita vo zváraní 2023

Prehľad prezentácií, ktoré odzneli na májovej konferencii

24

Obsah

04

VELTRH
Aký bol Medzinárodný strojársky veľtrh 2023 v Nitre?

05

SPOLUPRÁCA
Návšteva v centrále spoločnosti HORIBA MIRA

05

PARTNERI
70. výročie založenia spoločnosti HERN s.r.o.

06

ROZHOVOR
Keď praskne plynovod, o niekoľko dní mám vzorku na stole

10

ODBORNÝ ČLÁNOK
Význam skúšok zvarových spojov pre prax

14

ODBORNÝ ČLÁNOK
Životnosť parovodov. Odhad creepovej zvyškovej životnosti parovodov

18

ODBORNÝ ČLÁNOK
Pájení a vady pájených spojů

22

CERTIFIKÁCIA
Predĺženie platnosti certifikácie po 5 rokoch podľa STN EN ISO 9712:2022

24

KONFERENCIA
Reportáž z konferencie Kvalita vo zváraní 2023

28

FITS
Deň ESA na Slovensku

29

NORMY
Schválené technické normy

30

KONFERENCIA
Potrubí 2023

31

KONFERENCIA
Zváranie plastov v priemyselnej praxi

31

ŠVOČ
Oceňovanie prác ŠVOČ na SJF STU v Bratislave

32

ROZHOVOR
Zváračská škola VALTEC otvorila svoje brány

33

VZDELÁVANIE
Partnerstvo VÚZ – zväračské školy

35

VZDELÁVANIE
Ponuka kurzov VÚZ v 2. polroku 2023



Fotografia na titulnej strane

O dôležitosti nezávislých laboratórií hovorí Ing. Peter Pastier, vedúci oddelenia materiálov a laboratórií VÚZ

FOTO: ARCHÍV VÚZ

PRÍHOVOR

Ďakujeme, že chcete vedieť viac

Vážení čitateľa, vážení obchodní partneri.

Podľa prieskumov si na Slovensku vyskúšal umelú inteligenciu každý desiaty človek. Najmä študenti, ktorí využívajú túto skratku k referátom a slohom hotovým za pár sekúnd. Slovné spojenie „umelá inteligencia“, ktoré má potenciál stať sa *buzzwordom* tohto roka, dnes ponúka viac otázok, ako odpovedí. Najmä s ohľadom na bezpečnosť a spoľahlivosť. Zrejme nik nepochybuje, že jej patrí budúcnosť, i keď opatrnosť je namieste. Z médií na nás útočia titulky ako „Umelá inteligencia útočí na pracovné pozície“, alebo „Právnik je vo väčšom ohrození ako údržbár“.

Skutočnosť je taká, že umelá inteligencia a algoritmy nás sprevádzajú už desaťročia. Zároveň platí, že pracovné pozície s veľkým podielom automatizovaných činností (napr. logistika, administratíva) sú ohrozené viac, ako tzv. „odolnejšie“ pozície. Do sveta zvárania prenikli roboty a odvádzajú skvelú prácu. Zvärač z mäsa a kostí je však dodnes nenahraditeľný a nič nenasvedčuje tomu, že by sa to v dohľadnej budúcnosti malo zmeniť. V našej oblasti riešime také množstvo špecifik a jedinečných situácií, že umelá inteligencia si s nimi bez ľudí neporadí. Tu má prirodzená inteligencia vedcov, akademikov, inžinierov, špecialistov i samotných zväračov – majstrov svojho remesla, stále navrch.

Svet spoznal jazykové generatívne modely umelej inteligencie Chat GPT, Bing Chat a pod. iba koncom minulého roka, pričom od začiatku sú dostupné aj v slovenčine. Pracujú na princípe najpravdepodobnejšieho slova vo vete a aj to je dôvod, že od nich nemôžeme očakávať viac než priemerný obsah. Tak som si povedal, že dám umelej inteligencii šancu, nech napíše príhovor o prínose Výskumného ústavu zväračského pre svet zvárania. O pár sekúnd som sa na displeji

začítal do textu. Chutil ako niečo predžuté, ako zmes niečoho, s čím ste sa už stretli na našej webstránke, alebo v inom médiu a čo je už notoricky známe. Skúsil som to aj v angličtine a výsledok bol podobný. Nemá zmysel uvádzať ani krátku ukážku „umelého“ textu.

Zmysel vidíme v inom prístupe. Na budúci rok si pripomenieme 75. výročie založenia Výskumného ústavu zväračského a budeme spomínať na jeho zakladateľa, akademika Jozefa Čabelku. Na jeho odkaz nadviazalo niekoľko generácií profesionálov, ktorí dnes pôsobia nielen vo VÚZ, ale aj na iných pracoviskách v akademickej, vedeckej, či v komerčnej sfére.

V našom časopise prinášame nielen výsledky výskumu v podobe odborných článkov, ale v rozhovoroch predstavujeme aj našich odborníkov. V týchto rozhovoroch nie je primárne dôležitý výpočet ich zásluh či ocenení na poli zvárania a spájania. Je to ich tvorivý nepokoj, prístup k práci a nachádzanie receptov na problémy našich zákazníkov, ako i vklad do databázy skúseností na prospech celej zväračskej komunity. Ukazujeme ich nie ako „stroje na riešenia“, ale najmä ako ľudí. Ktorí – keď je to potrebné, vedia siahnuť aj po nástrojoch umelej inteligencie. Budeme o tom písať v ďalších číslach časopisu. Ďakujeme, že nás čítate a chcete vedieť viac.

PhDr. Robert Kiss
šéfredaktor časopisu Zváranie-Svařování



Zváranie

Svařování

Časopis zameraný na výskum a vývoj v oblasti zvárania a príbuzných technológií. • **72. ročník** • ISSN 0044-5525 • Evid. č. MK SREV.203/08 • **Vydáva:** Výskumný ústav zväračský (IČO 36 065 722), člen medzinárodných organizácií International Institute of Welding (IIW) a European Federation for Welding, Joining and Cutting (EWF) • **Šéfredaktor:** PhDr. Robert Kiss
Predsedá redakčnej rady: Ing. Peter Brziak, PhD. • **Redakčná rada:** Ing. Pavol Radič, PhD., Ing. Beáta Machová, Ing. Miroslav Jáňa, PhD., Ing. Pavol Beraxa, PhD., prof. Ing. Pavol Sejč, PhD., Ing. Jaroslav Kováčik, PhD., doc. Ing. Miloš Mičian, PhD., prof. Ing. Janette Brezinová, PhD., prof. Ing. Jaromír Drápala, CSc. • **Adresa redakcie a inzercia:** Výskumný ústav zväračský, Račianska 71, 831 02 Bratislava 3 • e-mail: redakcia.zvarania@vuz.sk • www.vuz.sk • **Grafická úprava:** www.firemnezasopisy.sk • **Tlač:** Alfa print, s.r.o. • Odborné články sú recenzované, za obsahovú správnosť inzercie zodpovedá jej zadávateľ • Časopis vychádza 4-krát ročne a je distribuovaný bezplatne • Toto číslo časopisu vyšlo v júli 2023

Aký bol MSV 2023 v Nitre?

Od 23. do 26. mája sa na nitrianskom výstavisku Agrokomplex konal už 28. ročník Medzinárodného strojárkeho veľtrhu.

Okrem expozícií s najnovšími strojami a technológiami zo sveta strojárstva a elektrotechniky prebehlo aj viacero sprievodných akcií. Už tradične boli oceňované **najlepšie exponáty** veľtrhu a **najkrajšia expozícia**.

Odbornú hodnotitelskú komisiu viedol jej predseda **Dr.h.c. prof. Ing. Lubomír Šooš, PhD.**, Dekan Strojníckej fakulty STU Bratislava. Jej členmi boli zástupcovia vysokých škôl a priemyslu. Komisia vyberala víťazné exponáty vo viacerých oblastiach.

V záujme zachovania neustrannosti bola komisia rozdelená na dve skupiny. Skupina zložená zo **zástupcov akademického sektora** hodnotila fi-



Čestné unanie za najlepšiu expozíciu udelila porota spoločnosti TRUMPF Slovakia s.r.o. Košice za estetické riešenie a technickú kompozíciu jednotlivých exponátov

remné exponáty a skupina zložená zo **zástupcov priemyslu** (súčasťou ktorej bol riaditeľ pre vedu a výskum vo VÚZ **Ing. Peter Brziak, PhD.**) hodnotila

exponáty mimoriadne početnej skupiny zástupcov vysokých škôl.

(red)

Cena medzinárodného strojárkeho veľtrhu 2023



1. miesto

Vystavovateľ: Commerc Service, s.r.o. Prešov
Výrobca: ProTech Service, s.r.o. Prešov
Exponát: Ultra presná stopková fréza pre opracoivaie kompozitov a spekaných karbidov



2. miesto

Vystavovateľ: Vision Systems, s.r.o. Bratislava
Výrobca: Vision Systems, s.r.o. Bratislava
Exponát: 100 % kontrola vrtania drážok nábytkových dielcov v procese výroby na dopravníku



3. miesto

Vystavovateľ: RECA SLOVENSKO s.r.o. Bratislava
Výrobca: Kellner & Kunz AG, Wels (Rakúsko)
Exponát: Súbor zariadení na management zásob

Tech Fórum 2023 (expozície 7 fakúlt technických univerzít SR)



1. miesto

Vystavovateľ: SPU Nitra, Technická fakulta
Výrobca: SPU Nitra, Technická fakulta
Exponát: Riadiaci systém autonómneho robota



2. miesto

Vystavovateľ: Žilinská univerzita, Strojnícka fakulta
Výrobca: Žilinská univerzita, Strojnícka fakulta
Exponát: Monolitný nástroj pre technológiu obrábania vynútenou rotáciou pre CNC stroje



3. miesto

Vystavovateľ: TU Košice, Strojnícka fakulta
Výrobca: TU Košice, Strojnícka fakulta
Exponát: Prototyp športovej sekvenčnej prevodovky

Návšteva v centrále spoločnosti HORIBA MIRA

V apríli 2023 sa riaditeľ pre vedu a výskum VÚZ **Ing. Peter Brziak, PhD.** zúčastnil pracovného stretnutia v centrále firmy HORIBA MIRA v meste Nuneaton (Veľká Británia).

Na stretnutí boli prítomné aj ďalšie dve firmy zo Slovenska. HORIBA MIRA patrí medzi svetovú špičku v oblasti výskumu a vývoja, najmä však testovania v oblasti Automotive / Defence. V poslednom období výrazne rozširuje svoje kapacity pre oblasť elektromobility. Cieľom pracovného stretnutia bola prezentácia aktivít jednotlivých partnerov v oblasti výskumu a testovania pre automotive, ako aj diskusie o nadviazaní ďalšej spolupráce.

VÚZ vidí svoj veľký potenciál v oblasti (nevyhnutnej) transformácie automobilového priemyslu na výroby s vyššou pridanou hodnotou, ako i v rozvoji obranného priemyslu na Slovensku. Pre zaujímavosť uvádzame, že účastníci stretnutia zo Slovenska mali počas návštevy priestorov spoločnosti HORIBA MIRA z pochopiteľných dôvodov prelepené fotoaparátmi na mobiloch a laptopoch.

Potenciálna spolupráca so spoločnosťou HORIBA MIRA môže byť prospešná pre všetky zainteresované strany.

info

HORIBA MIRA

HORIBA MIRA je globálny poskytovateľ inžinierskych služieb, výskumných a testovacích kapacít pre najväčšie svetové spoločnosti v oblasti Automotive / Defence s viac ako 75-ročnými skúsenosťami.

V spolupráci s výrobcami a dodávateľmi vozidiel po celom svete poskytuje HORIBA MIRA komplexnú podporu od vývoja technológií a komplexných skúšok jednotlivých produktov až po programy návrhu, vývoja a výroby celého vozidla. Svoje služby poskytuje v rozsiahlom areáli, v ktorom sa na rozlohe 36 hektárov nachádza množstvo samostatných výskumných divízií a viacerých testovacích polygónov. Okrem iného je priamo areáli trvalo prítomných 35 firiem z oblasti OEM a TIER dodávateľov.

(red)



HORIBA MIRA sa nachádza na ploche 36 ha v meste Nuneaton neďaleko Birminghamu



Výskumná infraštruktúra

70. výročie založenia spoločnosti HERN s.r.o.

V roku 2023 si spoločnosť HERN s.r.o. **Námestovo pripomína 70. výročie svojho založenia.**

HERN je tradičná strojárská spoločnosť so sídlom v Námestove. Je najväčším zamestnávateľom so slovenským kapitálom v oravskom regióne. Od svojho vzniku v roku 1953 prešla rôznymi zmenami právnej subjektivity, ako aj korekciami výrobného programu v oblasti strojárkej výroby. Hlavnou orientáciou je výroba detailov a zvarovcov pre traktory, zemné a cestné stroje, kombajny a poľnohospodársku techniku, ale aj manipulačnú techniku a ďalšie stroje. Vyrába komponenty pre globálnych lídrov v oblasti poľnohospodárskej, strojárkej a manipulačnej techniky. Dlhodobu spoluprácu s nadnárodnými firmami a svetovými lídrami vo svojich oblastiach. Produkty vyrobené v Námestove môžeme nájsť od Ameriky cez Európu až po Áziu. K ich dlhoročným partnerom sa radia renomované svetové spoločnosti ako John Deere, Caterpillar, Claas, Bobcat, Jungheinrich a ďalšie.

Toto krásne jubileum si pripomenuli viacerými spoločnými, a to súťažou pre študentov z okolitých škôl, súťažou pre zamestnancov, ako i galavečerom pre



Zvárači spoločnosti HERN dosiahli počas dňa otvorených dverí slovenský rekord v dĺžke celistvého zvaru. Neprerušaný zvar v celkovej dĺžke 70 m vytvorili na produkte z konštrukčnej ocele s rozmermi 6 x 1,8 m. Potrebovali na to 1 hod. a 38 min. Certifikát potvrdzujúci rekord prevzal z rúk komisára generálny riaditeľ Michel Ledroit (vľavo), ktorý bol aj prvým zväračom na ceste za rekordom.

partnerov spoločnosti. Vyvrcholením spoločných osláv bol Deň otvorených dverí (DOD), ktorý sa konal presne 1. júla, teda na dátum, keď bola firma HERN pred 70 rokmi oficiálne založená. Návštevníci DOD spoločnosti tak mali unikátnu možnosť nahliadnuť do výrobných hál, ktoré sú obvykle v prevádzke 24 hodín denne. Sprievodcovia ich počas exkurzií previedli priestormi lisovne, zvarovne a lakovne.

„Hlavnou víziou spoločnosti je vytvárať dlhodobé hodnoty pre všetkých – od majiteľov a klientov cez zamestnancov až po región, ktorého sme súčasťou,“ ako povedal generálny riaditeľ **Michel Ledroit**.

VÚZ poskytuje spoločnosti HERN vzdelávanie vyššieho zväračského personálu a schvaľuje im postupy zvarovania (WPQR). Pripájame sa ku gratulácii a želáme spoločnosti kilometre zvarov bez chýb, veľa kvalifikovaných a spokojných zamestnancov a splnenie všetkých vízií.

Ing. Beáta Machová
riaditeľka divízie certifikácie a vzdelávania VÚZ

KEĎ PRASKNE PLYNOVOD, O NIEKOĽKO DNÍ MÁM VZORKU NA STOLE

Vedúci oddelenia materiálov a laboratórií VÚZ Ing. Peter Pastier je vo funkcii tretí rok a väčšinu času mu zaberie organizácia práce oddelenia. Svoje laborantské DNA však nezaprie a bola by škoda ho potláčať. O kráse laboratórnych skúšok vo VÚZ, ale aj priamo u zákazníkov, ako i o svojich profesionálnych túžbach sa podelil v rozhovore.

Iné vzdelanie ako technické na vašej pozícii azda ani nie je možné. Mýlim sa?

Nie. Ale moja cesta nebola úplne priamočiara. Keď som dokončil strednú priemyselnú školu elektrotechnickú, pochopil som, že to nie je môj svet. Viac ma lákala strojárina, tak som šiel na MTF STU v Trnave. Štúdium som absolvoval v roku 2004 v odbore technológia strojárskkej výroby, zameranie prášková metalurgia. Spočiatku som sa venoval lisovaniu a spekaniu práškov a bezodpadovej technológii. Krátko po škole som sa neplánovane vybral za mojou priateľkou do Veľkej Británie. Podarilo sa mi nájsť si prácu v metalografickom laboratóriu. Strávil som tam päť rokov a veľa som sa naučil. Videl som, ako to beží v komerčnej sfére a pochopil som, že nezávislé laboratória sú to najdôležitejšie. Hoci všetci svetoví výrobcovia, napr. Rolls Royce, BAE Systems, alebo Cummins Engines majú vlastné laboratória, v ktorých robia interný výskum a vývoj, nestačí to, lebo všetky výrobky musia mať beztak certifikované nezávislým laboratóriom.

Našli ste také laboratórium vo VÚZ?

Po návrate na Slovensko som zistil, že možnosti uplatniť sa v odbore je oveľa menej. Vo VÚZ som tú možnosť naozaj našiel vďaka kamarátovi, ktorý mi poradil osloviť Ing. Petra Brziaka, riaditeľa pre výskum a vývoj. VÚZ pracoval na medzinárodných projektoch pre nadnárodné konzorciá, zapojil som sa do výskumno-vývojových činností a veľa som aj cestoval. Vďaka skúsenostiam a jazyku som sa v projektoch dokázal pomerne rýchlo zorientovať. Osvojil som si aj iný uhol pohľadu, keďže VÚZ je primárne výskumno-vývojová organizácia. V roku 2012 som dostal možnosť zaškolit sa v Rotterdame v problematike RBI (Risk Based Inspection). Predikcia životnosti zariadení bola vtedy na Slovensku novinka a tak to spočiatku aj vyzeralo. Urobili sme sériu prezentácií u rôznych zákazníkov v oblasti energetiky, petrochemie a chémie. Obdobie „osvetly“ trvalo roky a až po nejakom čase sme sa dostali k realizácii konkrétnych zákaziek. RBI je pôvodne americký systém, ktorý prevzala Európa, ale prispôbila si ho na svoj metrický systém.

”

Našou špecialitou je, že dokážeme veľmi rýchlo reagovať a dodať zákazníkovi návrh opráv, aby svoje zariadenia mohol bezpečne prevádzkovať ďalších 5 až 10 rokov.

Máte popri „papierovačkách“ priestor venovať sa aj práci skúšobného laboranta?

Väčšinu pracovného času trávim organizáciou práce oddelenia a komunikáciou so zákazníkmi. Okrem samotných protokolov o laboratórnych skúškach musím dozeráť aj na akreditáciu, na veci ohľadom certifikácie a systémov ISO 9001, 14000, 45000, SCC a podobne, skrátka všetkého, čo od nás vyžadujú naši zákazníci. Pokiaľ ide o samotný výkon laboratórnych činností, ročne sa mi podarí spracovať jednu až dve zákazky. Napríklad keď zaskakujem za kolegov počas dovoleniek, alebo keď sa toho nazbiera viac, napríklad keď nejaký zákazník hlási haváriu a potrebuje „zo dňa na deň“ riešiť problémy. Posudky, ktoré za štandardných okolností robíme niekoľko týždňov, musíme vytvoriť za niekoľko dní. Vtedy sa roboty „ujde“ aj mne...

Ak sa ešte vrátíme k RBI, svojou činnosťou pomáhate nielen predĺžovať životnosť zariadení, ale aj predchádzať haváriám.

Uvediem príklad. Na viacero zákaziek nás oslo-

vil napríklad Zväz pre skladovanie zásob. Robili sme nedeštruktívne kontroly skladovacích nádrží (podľa európskej metodiky EEMUA). Máme vyškolených vlastných inšpektorov, ktorí sa musia vyznať vo veľmi zložitej problematike a neustále si udržiavať poznatky na aktuálnej úrovni. Predsa len – ide najmä o bezpečné prevádzkovanie zariadení a teda o veľké finančné hodnoty. Certifikáty si musia obnovovať každých päť rokov. Našou špecialitou je, že dokážeme veľmi rýchlo reagovať a dodať zákazníkovi návrh opráv, aby svoje zariadenia mohol bezpečne prevádzkovať ďalších 5 až 10 rokov. Aby som bol konkrétny, naši inšpektori rozanalyzujú skladovacie nádrže na základe tlakov, objemu skladovaného média, hrúbky plechov, z ktorých je nádrž vyrobená a musia sa podrobne venovať úbytkom materiálu na dne a na plášti stien nádrže. Na základe analýz vynesú verdikt, napríklad – nádrž sa dá používať, ale len do naplnenia 70% objemu. A po opravách sa bude môcť používať na 100%. Takéto posudky potrebujú zákazníci spravidla rýchlo.

Baví vás komunikácia so zákazníkmi?

Možno sa to nezdá, ale aj to je tvorivá práca. Človek musí skombinovať veľmi veľa premenných a nájsť to najlepšie riešenie. Priznávam, že administratíva, prípadne riadenie ma odrhá od činností, ktoré som si ako začínajúci inžinier predstavoval, že budem vykonávať. Na druhej strane mi praktické laboratórne skúsenosti pomáhajú v organizácii práce a aj v komunikácii so zákazníkmi, pretože viem, čo si ktorá skúška vyžaduje, koľko asi trvá, aké látky a spotrebný materiál, prípadne iné vstupy potrebujeme.

Prevedte nás vašim kráľovstvom.

Na oddelení materiálov a laboratórií VÚZ máme laboratória rozdelené na tri oblasti – laboratórium metalografie a analytickej chémie, laboratórium mechanických skúšok a laboratórium nedeštruktívneho testovania (NDT). Prístrojové vybavenie umožňuje okrem akreditovaných činností vykonávať aj napr. creepové skúšky, skúšky opotrebenia povrchu, ako aj mnohé ďalšie testy a analýzy. Robíme aj korózne skúšky v solnej komore (na



Ing. Peter Pastier je technologický nadšenec a termomechanický fyzikálny spektrometer je jedným z jeho obľúbených prístrojov

skúšanie environmentálnych vplyvov na výroby) a skúšky v kondenzačnej komore (s čistou vodou, alebo aj s oxidom siričitým). Dopyty prichádzajú aj na metalografické skúšky a služby prenosného spektroskopu.

S čím sa na vás zákazníci obracajú najčastejšie?

Pravidelne sa opakujú rutinné skúšky, napr. metalografické a mechanické, meranie tvrdosti, ale najčastejšie hodnotíme zvarové spoje kovových materiálov, železných a neželezných kovov, niklových superzliatin a podobne. Výrobcovia spojovacieho materiálu si pravidelne dávajú robiť štandardné mechanické skúšky a výrobcovia prídavných materiálov si dávajú testovať svoje výrobky – robíme teda aj veľa skúšok chemického zloženia. Zákazníci majú najväčší záujem o nedeštruktívne testovanie, nasledujú mechanické skúšky a metalografia. Spolu s inými laboratóriami sa zúčastňujeme aj porovnávacích skúšok. A potom realizujeme zložitejšie zákazky z oblasti príčin poškodenia, ktoré zahŕňajú celý komplex skúšok. Čokoľvek, čo sa zlomí, praskne, ohne – jednoducho zlyhá, veľmi často končí u nás. Napríklad keď niekde praskne plynovod, ropovod, vodovod, tak už viem, že o niekoľko dní mám vzorku na stole.

Prečo zákazky tejto váhovej kategórie končia v laboratóriách VÚZ?

”

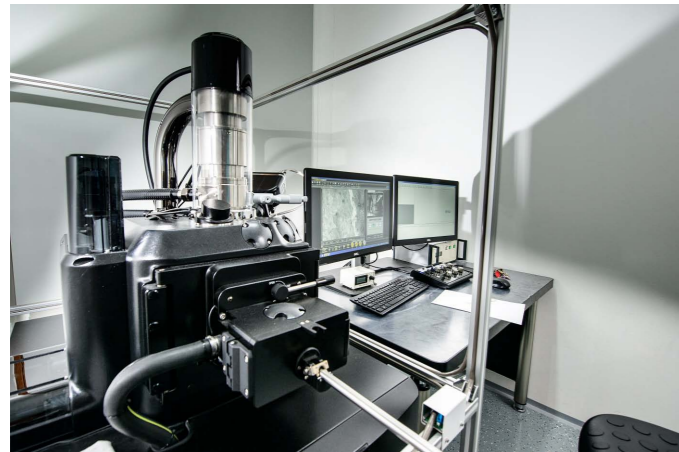
Čokoľvek, čo sa zlomí, praskne, ohne – jednoducho zlyhá, veľmi často končí u nás.

VÚZ si za desiatky rokov výskumnej činnosti získal špičkové renomé. Máme takú širokú databázu poznatkov a také komplexné portfólio služieb, že ich používame ako benchmark. Nemusíme pri každom projekte začínať „od píky“, lebo máme skúsenosti s výskumom rôznych materiálov aj v takých náročných oblastiach ako napríklad jadrová energetika. Veľmi cenné skúsenosti sú našim najväčším pozitívom, ale nežijeme z minulosti a preto sa neustále vzdelávame a sledujeme, čo sa deje vo svete. Zákazníci sa na nás obracajú aj s požiadavkami, kde nie sme najväčší špecialisti (napr. guma a plasty), ale vďaka skúsenostiam a kontaktom ich vieme zorientovať. Aby sme mali istotu, že zákazníkovi poskytneme komplexné výsledky a často aj návrh riešenia, sami využívame služby špecializovaných externých pracovísk, alebo špecialistov zamera-

ných na konkrétnu oblasť, napríklad výpočtárov. Sme v kontakte aj s inými špičkovými výskumnými ústavmi v oblasti zvrárania ako TWI (The Welding Institute), TU GRAZ, CSM (Centro Sviluppo Materiali S.p.A), Chemnitz a iní.

Na akých projektoch, resp. zákazke momentálne pracujete?

Máme na stole zadanie pre zákazníkov z oblasti stavebných konštrukcií, ktorí potrebujú preveriť tvorenie komponentov zvarovaných a šróbovaných konštrukcií. Porovnávame rôzne technológie vytvárania otvorov ako je vysekávanie, vyvítavanie, vyrezávanie vodným lúčom a podobne. Porovnávame ich s 50 rokov starými komponentami. Je veľmi zaujímavé porovnávať, čo urobí rozdiel pol storočia s výdržou komponentov. Materiál je rovnaký, ale do hry vstupujú aj normy, ktoré boli pred polstoročím tiež iné. Pracujeme aj na iných zaujímavých zákazkách, riešime napríklad mechanické opotrebenie na dopravníkoch. Vieme poslúžiť akémukoľvek segmentu priemyslu, aj potravinárom, veď väčšina technológií v potravinárskom priemysle je z nehrdzavejúcich ocelí a tam sme doma. Spolupracujeme s viacerými potravinárskymi firmami, ale aj s prevádzkami, kde prebiehajú kvasné procesy a tiež s výrobcami biopalív. V menšej miere riešime zákazky pre zbrojársky priemysel. Každá zákazka je špecifická, ale nezľakneme sa pred ňou. Ku každej pristupujeme s rešpektom.



Pohľad do laboratórií VÚZ



Ako vidíte budúcnosť materiálového výskumu a laboratórnych analýz s ohľadom na meniace sa, alebo rastúce požiadavky zákazníkov?

Do hry vstupujú aj iné, globálne faktory, či už finančné, alebo environmentálne. Rozhodovať budú požiadavky na dané produkty a my sa našimi skúškami budeme musieť prispôsobiť požiadavkám na tieto produkty. Čo sa týka trendov, veľmi rýchlo sa presadzujú kompozitné materiály a ultralhké materiály. Myslím si, že budúcnosť bude zameraná na ukladanie energie. Nielen elektrickej, ale napríklad aj tepelnej energie chemickými spôsobmi. Do kontajnerov na skladovanie energie potečú veľké investície. Veľmi skratkovito povedané – experimenty fungujú na princípe kyselín, ktoré pod vplyvom tepla gelovatejú a po pridaní vody toto teplo vyzíaria. Takto by sa dalo teplo v lete načerpať a v zime uvoľniť.

Top trendom súčasnosti je vodík. S testami sa doslova „roztrhlo vrece“ a budú pribúdať. Všetci prepravcovia plynu na Slovensku sa zaoberajú vodíkom, pretože by ho chceli transportovať zároveň s plynom. Výskumy sa zaoberajú materiálmi a podmienkami, ktoré by boli vhodné na transport vodíka. Táto tematika nie je popísaná, pretože nikto nemá skúsenosti so správaním sa atomárneho vodíka v oceliach. Problém je, že vodík v atomárnom stave spôsobuje praskanie. Stáva sa to zriedka, pretože vodík sa štandardne vyskytuje v molekulárnom stave a vtedy je neškodný. Občas sa však rozštípe, dostáva sa do materiálu a tam sa znova zlúči. V atomárnom stave má malý objem, ale v molekulárnom stave sa jeho objem enormne zväčší, v dôsledku čoho spôsobuje trhliny. Prepravcovia plynu potrebujú vedieť, pri akých teplotách, tlakoch a percente prítomnosti vodíka môžu svoju infraštruktúru používať. Potrebujú vedieť kde je ich „okno“, v rámci ktorého môžu svoju infraštruktúru prevádzkovať bezpečne.

Je to téma aj pre VÚZ?

Dnes je to už téma aj pre nás. Navrhujeme spôsoby, akými by sa dali tieto skúšky robiť, aj s vyu-

žitím našej koróznej slučky. Navrhujeme, aby sa mechanické skúšky robili priamo vo vodíkovom prostredí. Snažíme sa v spolupráci s prepravcami navrhnuť zariadenie, ktoré by bolo vhodné na takéto skúšky. Výrobca koróznej slučky (Cormet) pre nás takéto zariadenie vyrobí. V praxi by to fungovalo tak, že do potrubia sa vloží trhací stroj aj so vzorkou a vzorka sa nechá pod určitou záťažou „navodikovať“. Potom vzorku začneme zafažovať, až sa v určitom momente poruší. Získame informáciu, pri akej percentuálnej prítomnosti vodíka sa tak deje a budeme môcť popísať vplyv. Je to hudba budúcnosti, ale dúfam, že blízkej.

Keď sme už v budúcnosti, máte nejaký nesplnený profesionálny sen?

Pod vplyvom dokumentárnych filmov hovorím, že by som si rád skúsil prácu na ukladaní energie. Videl som náznaky vhodných technológií na báze tekutých sodíkových solí, ktoré do určitej miery umožňujú uchovať energiu z blesku. Úložiskom je čosi podobné ako lodný kontajner. Po zásahu bleskom by sa nabil a dokázal by napájať celé mesto po

dobu niekoľkých týždňov. Takéto „batérie“ v sebe ukrývajú aj vlastnosti kondenzátorov. Dokážu sa okamžite nabiť – prijať obrovské množstvo energie, ale zároveň dokážu túto energiu postupne kontrolovane uvoľňovať, podobne ako akumulátor. To je geniálne.

Beriete technologické vizionárstvo ako myšlienkový relax, možnosť popri každodennej práci trochu „uletieť“?

Môj relax je pestrejší. Dokumentárne filmy mám veľmi rád, lebo sa učím, ako sa riešia rôzne úskalia a otázky, na ktoré ešte dnes nepoznáme odpoveď. Duševnú prácu si kompenzujem na bicykli a veľmi rád chodím s otcom na strelnicu. Otec je vášnivý poľovník, so zbraňami som vyrastal. Podarí sa nám to tak päťkrát za rok, ale je to príjemne strávený spoločný čas. No a samozrejme sa venujem deťom, nepohrdnem dobrým filmom či knihou. Určite nie som sám, kto tvrdí, že deň má málo hodín...

zhovárал sa **Robert Kiss**

Rizikám sa snažíme vyhnúť

Slovenská národná akreditačná služba (SNAS) podrobila v júni 2021 laboratóriá VÚZ reakreditácii podľa novej normy ISO 17025 – Všeobecné požiadavky na kompetentnosť skúšobných a kalibračných laboratórií. SNAS po úspešnom preukázaní a zdokladovaní predmetných činností udelila akreditáciu do roku 2026.

„Prešli sme z verzie vydanéj v roku 2005 na novú normu z roku 2017. Najnovšia verzia priniesla viacero výrazných zmien, ktoré si vynútili vypracovanie našej dokumentácie prakticky nanovo. Je to výrazný kvalitatívny posun“, hovorí Ing. Pastier. „Novým prvkom v aktuálnej norme je oblasť rizík. Predošlá norma nepredpisovala povinnosť zohľadniť pri jednotlivých procesoch riziká, ktoré sa v procese skúšok môžu objaviť, kým nová norma túto povinnosť ukladá. V konečnom dôsledku je dôležité, aby výsledky skúšok boli korektné a preto kladieme dôraz na prevenciu s cieľom vyhnúť sa rizikám. Sledujeme hlavnú pridanú hodnotu pre zákazníkov, ktorou je vysoká kvalita skúšok.“



FOTO: ARCHIV VÚZ

Prípad, keď sme starým harcovníkom dali za pravdu

Dnes sa diagnostika dostala na takú úroveň, ktorú si ľudia pred polstoročím nedokázali predstaviť. Z takého súdka bola aj zákazka z rafinárskeho prostredia. Ing. Peter Pastier si na ňu spomína takto:

„Posudzovali sme potrubie vyrobené v rokoch, kedy neplatili súčasné normy. Pri kontrole potrubia po 45-ročnej prevádzke sme zistili, že zvarové spoje nevyhovujú súčasným požiadavkám z pohľadu geometrie zvaru, boli tam studené spoje, neprevarené korene a podobné nedostatky. Našou úlohou bolo preveriť teóriu starých harcovníkov, podľa ktorých potrubie môže naďalej slúžiť, aj keď má tieto „moderné“ defekty. Tvrdili – „beží to 45 rokov, máme tam takýto prevádzkový tlak, do potru-

bia sme pustili aj 1,5-násobný skúšobný tlak a vždy všetko vydržalo, tak si myslíme, že sa mu nemôže nič stať. Ale dobre, otestujeme, kde sú jeho hranice.“

Poskytli nám zvarenec pomerne zložitého tvaru, ktorý sme zaslepili a natlakovali. Vo VÚZ vieme tlakovať nádoby do 40 MPa. Potrubie sme tlakovali, až kým sme ho neroztrhli a podľa nameraných hodnôt sme odvodili, koľko by vydržalo v reálnej prevádzke. Potrubie podľa súčasných noriem už nevyhovuje, hoci vydrží tlak prevyšujúci 3-násobok prevádzkového tlaku. Vysvetlenie je, že potrubie bolo už pri výrobe niekoľkonásobne predimenzované. Po odovzdaní výsledkov im odľahlo a mohli kludne spať. Niektoré vzorky z našich nekompromisných skúšok si vystavili vo svojom múzeu.

Laboratóriá v tom čase nemali k dispozícii diagnostiku NDT, chyby zvarových spojov teda nemali ako objaviť. Aj napriek chybám toto potrubie vydrží oveľa väčšiu záťaž, i keby sa prevádzka vymkla spod kontroly. Také tlaky jednoducho nedosiahnu. Pred polstoročím sa materiálom zjavne nešetřilo, všetko bolo predimenzované a pracovalo sa doslova metódou „hrubej sily“. S pribúdajúcimi poznatkami v oblasti materiálov, zvarových spojov, prídavných materiálov a podobne, môžu dnešné normy predpisovať tenšie hrúbky stien a užšie tolerancie. Viac sa šetrí a dostávame sa viac „na hranu“.

(red)



MÁTE PROBLÉM?

Včasná **INŠPEKCIA** zariadení znižuje riziko porúch a predlžuje ich životnosť. Správna **DIAGNOSTIKA A PREVENCIA** je predpokladom úspešného zvládnutia problémov spôsobených únavou či inými defektami materiálov.

VÚZ disponuje diagnostickými prístrojmi a najmä cennou **EXPERTÍZOU**, pomocou ktorých dostaneme vaše problémy pod kontrolu.

Spolahnite sa na nás **REVERZNÝ INŽINIERING** a užívajte si spoľahlivý chod vašich výrobných zariadení a technologických celkov. Radi vám **POMŮŽEME**.

www.vuz.sk

VÝZNAM SKÚŠOK ZVAROVÝCH SPOJOV PRE PRAX

Ing. Luboš Mráz

Slovenská zvaračská spoločnosť

ABSTRAKT

Kvalita zvarových spojov je dôležitým faktorom bezpečnosti zvaraných konštrukcií. Závisí od zvaračov, technológov, dozorného personálu pri zhotovení konštrukcií, ako aj prístupnosti zvarov danej konštrukčným riešením projektanta. Vyžaduje správne návyky a technické zručnosti zvaračov a odborné vedomosti projektantov a technológov.

ABSTRACT

The quality of welded joints is important factor of safe welded constructions. It depends on welders, technologists, inspection personal during production of constructions and on the accessibility of welds given by design. Precise work habits and technical skill of welders and the knowledge of designers and technologists are required.

Kľúčové slová:

zvar, skúšky, kvalita, technologický postup

Kvalitu zvarových spojov nie je možné v celom rozsahu požiadaviek posúdiť na zhotovenej konštrukcii. Z toho dôvodu zodpovedný koordinátor zvarovania vypracuje predbežný postup zvarovania, ktorým sa zhotoví skúšobný zvarový spoj (skúšobné teleso). Na skúšobnom spoji sa vykonajú nedeštruktívne skúšky, skúšky celistvosti, skúšky mechanických vlastností, meranie tvrdosti a rozbor makroštruktúry, prípadne sa doplnia skúškami požadovanými výrobnou normou. Po splnení kritérií jednotlivých skúšok sa technologický postup schváli vydaním dokumentu WPQR (Welding Procedure Qualification Record). Proces schválenia postupu zvarovania stanovuje napríklad norma STN EN ISO 15614-1 [1]. Predmetom tohto príspevku je interpretácia výsledkov jednotlivých skúšok s poukázaním na ich vzájomnú väzbu.

1. HODNOTENIE KVALITY SKÚŠOBNÝCH ZVAROVÝCH SPOJOV OCELI

Rozsah skúšok pre schválenie predbežného postupu zvarovania pomocou STN EN ISO 15614-1 [1] je stanovený pre dve úrovne kontroly, a to úroveň 1 (podľa požiadaviek ASME sekcia IX) a úroveň 2 (podľa ISO).

Pre **tupé spoje** (BW) sú v tejto norme stanovené nasledovné previerky:

- A) Nedeštruktívne skúšanie (NDT):
 - vizuálna kontrola [2],
 - skúška prežiarením [3],
 - skúška ultrazvukom [4],
 - magnetická skúška [5],
 - kapilárna skúška [6].

B) Mechanické skúšky:

- ťahom v priečnom smere [7],
- lámavosti v priečnom smere [8],
- rázom v ohybe [9].

C) Skúška tvrdosti [10]

D) Makro- mikroskopický rozbor [11]

Pre **kútové zvarové spoje** (FW) norma stanovuje na príklad previerky:

A) Nedeštruktívne skúšanie:

- vizuálna kontrola [2],
- kapilárna skúška [6].

B) Skúška tvrdosti [10]

C) Makro- mikroskopický rozbor [11]

Tento rozsah skúšania sa podľa normy môže rozšíriť o skúšky stanovené výrobkovými normami, a to napríklad:

- pozdĺžna skúška ťahom zvaru,
- skúška ohybom/lámavosti čistého zvarového kovu,
- korózne skúšky,
- rozbor chemického zloženia,
- rozbor mikroštruktúry,
- kontrola obsahu delta feritu,
- krížová skúška a iné.

2. NEDEŠTRUKTÍVNA KONTROLA

Pre kontrolu skúšobných zvarových spojov nedeštruktívnymi metódami stanovuje STN EN ISO 15614-1 vizuálnu kontrolu, kapilárnu skúšku alebo magnetickú práškovú skúšku a skúšky prežiarením alebo ultrazvukom. Skúškami sa hodnotí vzhľad a výskyt necelistvostí po celej dĺžke skúšobného zvaru.

Špecifikom nedeštruktívnej kontroly je okrem jeho rozsahu tak i čas výkonu skúšky po zvarení. Závisí aj od potenciálnej možnosti vzniku vodíkom indukovaných, studených, oneskorených trhlin. Pre výsledky NDT skúšok sú určujúcimi kritériá veľkosti a počtu necelistvostí podľa STN EN ISO 5871.

3. MERANIE TVRDOSTI ZVAROVÝCH SPOJOV

Skúška tvrdosti zvarových spojov sa vykonáva na spojoch feritických a austeniticko-feritických (duplexných) ocelí. Na meranie sa používa Vickersova metóda. Pri meraniach sa musia dodržiavať ustanovenia normy STN EN ISO 6507-1 [12] a pre umiestnenie vtlačkov v reze zvarového spoja aj ustanovenia normy STN EN ISO 9015-1 [10].

Tvrdosť skúšobného zvarového spoja sa, podľa normy STN EN ISO 15614-1 meria na jednej skúšobnej vzorke

priečného rezu. Cieľom merania je identifikovať tvrdosť jednotlivých oblastí, t.j. základného materiálu, zvarového kovu a teplom ovplyvnenej oblasti a zistiť najvyššiu/ie hodnotu/y tvrdosti vo zvarovom spoji. Maximálna hodnota tvrdosti nesmie byť vyššia ako kritérium, ktoré stanovuje norma STN EN ISO 15614-1 (**tab. 1**) alebo iné výrobkové špecifikácie.

Tvrdosť sa meria naprieč zvarovým spojom v jednej, dvoch alebo troch línách v pásme do 2 mm od povrchu zvaraného materiálu (plechu, rúry) prípadne v strede hrúbky pri obojstranne zhotovenom spoji. Meranie sa vykonáva v základnom materiáli, vo zvarovom kove a v teplom ovplyvnenej oblasti (TOO). V oblasti pri hranici stavenia t.j. v hrubozrnnej zóne TOO sa merajú tri hodnoty. Vtlačky merania v tejto oblasti musia byť umiestnené v pásme do 0,5 mm od hranice stavenia (**obr. 1**).

Vo všeobecnosti môžeme konštatovať, že namerané hodnoty tvrdosti ocelí zodpovedajú stavu mikroštruktúry. Čím je tvrdosť vyššia, tým je podiel tvrdších zložiek mikroštruktúry vyšší. Pritom sa tvrdosť hrubozrnnej oblasti TOO vo zvarových spojoch feritických ocelí pohybuje v rozmedzí od cca 220 HV10 až do 600 HV10, a to v závislosti od chemického zloženia zvaranej ocele a tepelného príkonu zvarovania. Kritérium maximálnej tvrdosti je stanovené na základe výsledkov skúšok praskavosti a skúšok rázom v ohybe hrubozrnnej zóny TOO zvarového spoja. Skúška tvrdosti indikuje možnosť výskytu vodíkom indukovaných trhlin a/alebo požadovanú rázovú húževnatosť, zabezpečujúcu zastavenie šíriacej sa trhliny v základnom materiáli.

Výsledky meraní tvrdosti sú ovplyvňované nielen presnosťou tvrdomeru, odbornou zručnosťou obsluhy tvrdomeru, ale v neposlednom rade aj prípravou vzoriek na meranie. Spôsob prípravy vzoriek na meranie tvrdosti nie je predpísané žiadnym technickým dokumentom. Preto ho laboratórium špecifikuje v metodickom postupe merania. Z dlhoročných skúseností možno konštatovať, že vzorky by sa na splnenie požiadaviek normy STN EN ISO 9015-1 [10] mali pripraviť brúsením, leštením a leptaním s cieľom zviditeľniť mikroštruktúru. Takáto úprava umožňuje exaktné určenie miesta merania, obzvlášť v hrubozrnnej zóne TOO.

Výsledky meraní tvrdosti sú dôležitým technickým dokumentom. Reprezentujú zmeny mikroštruktúry vyvolané zvaraním. Preukazujú správnosť predbežného postupu zvarovania. Sú jedným z rozhodujúcich meraní na schválenie postupu zvarovania. Miesto odberu vzoriek na meranie tvrdosti stanovené normou STN EN ISO 15614-1 je z oblasti, v ktorej teplotný cyklus zvarovania je ustálený, preto výsledky meraní reprezentujú ovplyvnenie po celej dĺžke skúšobného zvarového spoja.

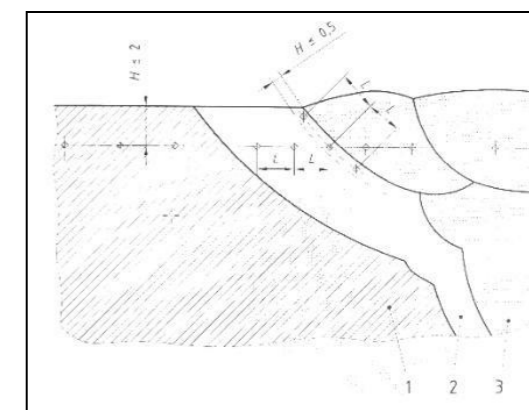
4. MECHANICKÉ SKÚŠKY

Mechanickými skúškami zvarových spojov sa hodnotia pevnostné charakteristiky tupých zvarových

Skupina ocele TNI CEN ISO/TR 15608	Tepelne nespracované	Tepelne spracované
1, 2	380	320
3	450	380
4, 5	380	320
6	-	350
9.1, 9.2 a 9.3	350 / 450 / 450	300 / 350 / 350

Poznámka:
 1 - ocele so stanovenou minimálnou medzou klzu ReH ≤ 460 N/mm²
 2 - termomechanicky spracované jemnozrnné ocele a ocelofoliatiny so stanovenou minimálnou medzou klzu ReH > 360 N/mm²
 3 - zušľachtené ocele a precipitačne vytvrdené ocele okrem nehrdzavejúcich ocelí so stanovenou minimálnou medzou klzu ReH > 360 N/mm²
 4 - Cr-Mo-(Ni) ocele s nízkym obsahom V s Mo ≤ 0,7 % a V ≤ 0,1 %
 5 - Cr-Mo ocele bez vanádu s C ≤ 0,35 %
 6 - Cr-Mo-(Ni) ocele s vysokým obsahom vanádom
 9 - Ni legované ocele s Ni ≤ 10,0 %

Tab. 1 Maximálne povolené hodnoty tvrdosti (HV10) TOO zvarových spojov
 Tab. 1 Maximum acceptable hardness values (HV10) of HAZ welded joints



Obr. 1 Poloha vtlačkov pri meraní tvrdosti v oblasti krycích húševníc zvarového spoja ocele

Fig. 1 The position of hardness indentations in the region of last bead of steel welded joint



Výsledky meraní tvrdosti sú dôležitým technickým dokumentom. Reprezentujú zmeny mikroštruktúry vyvolané zvaraním.

spojov, odolnosť proti krehkému porušeniu a ich deformačnú schopnosť. Pevnosť zvarových spojov sa hodnotí na skúšobných tyčiach orientovaných naprieč spojom.

Pri **skúške ťahom** sú hlavnými kritériami hodnota medze pevnosti ako aj miesto lomu. Vo všeobecnosti sa požaduje, aby k lomu došlo v základnom materiáli, teda mimo zvarový spoj. Pri tejto skúške sa nehodnotia klasické charakteristiky skúšky v ťahu ako ťažnosť a medza klzu. Táto skúška sa nevykonáva na kútových zvarových spojoch.

Medzi mechanické skúšky možno zaradiť aj **skúšku rázom v ohybe**. Skúška sa vykonáva u tupých zvaro-

vých spojov, a to v hrubozrnej zóne TOO a vo zvarovom kove pri teplote, pri ktorej má spĺňať požadovateľnú hodnotu nárazovej práce skúšobného materiálu. Požiadavky na hodnoty nárazovej práce pri danej teplote môže upresniť výrobová norma.

Skúška lámavosti sa vykonáva na skúšobných vzorkách tupých zvarových spojov, a to z lícnej strany tak i zo strany koreňa. Skúška preukazuje deformačnú schopnosť oblasti zvarového spoja.

Kútové zvarové spoje sa hodnotia **skúškou rozlomením** podľa STN EN ISO 9017 [13], ktorú norma STN EN ISO 15614-1 neudáva. Cieľom skúšky je posúdiť stav koreňa spoja z hľadiska jeho prevarenia po celej dĺžke skúšobného zvaru.

5. MAKRO- A MIKROSKOPICKÝ ROZBOR ZVAROVÝCH SPOJOV

Cieľom rozboru štruktúry zvarových spojov je dokumentácia tvaru, geometrie, celistvosti a mikroštruktúry skúšobného zvarového spoja. Protokoly z rozboru makro- a mikroštruktúry dokumentujú výskyt trhlín a znaky mikroštruktúry ako: počet zvarových húseníc, počet vrstiev, rozsah ovplyvnenia základného materiálu a zvarového kovu a znaky mikroštruktúry, v TOO oblasti spôsobené vplyvom zvarovania reprezentovaného tepelným príkonom.

Rozsah a obsah makro- a mikroskopického rozboru zvarových spojov stanovuje norma STN EN ISO 17639 [14]. Rozbor mikroštruktúry zvarových spojov sa, podľa STN EN ISO 15614-1, požaduje podľa výrobovej normy. Súvisí to so štruktúrnymi zmenami zvarových spojov austenitických ocelí. Dôležitým prvkom tejto normy je smernica na hodnotenie znakov štruktúry zvarových spojov uvedená v tabuľke 1 tejto normy. Rozsah znakov je detailný. Jednotlivé znaky štruktúry majú väčší alebo menší vplyv na kvalitu hodnotiacich zvarových spojov. Rozsah ich posúdenia závisí od účelu hodnotenia kvality zvarového spoja (skúšobný zvar, výrobný zvar, zvar po prevádzke). Pre hodnotenie kvality skúšobných zvarových spojov dominantnými sú, okrem trhlín, celková geometria zvaru. Vzhľadom na to, že rozbor sa vykonáva na jednom reze skúšobného zvarového spoja, výsledky rozboru sú posúdením lokálneho stavu zvarového spoja. Vyhodnotenie lokálneho stavu skúšobného zvaru môže kvalitu analyzovaného spoja znížiť v porovnaní s hodnotením skúšok NDT.

6. DISKUSIA

Hodnotenie kvality skúšobných zvarových spojov, zhotovených v rámci overovania podmienok zvarovania, podľa STN EN ISO 15614-1, vychádza z komplexných výsledkov nedeštruktívnych a deštruktívnych skúšok. Nedeštruktívne skúšky, mechanické skúšky a skúška tvrdosti hodnotia celkový stav skúšobného spoja z hľadiska celistvosti, pevnosti, tvrdosti a vrubovej húževnatosti. Rozbor makroštruktúry charakterizuje lokálny stav skúšobného zvarového spoja z pohľadu celistvosti v mieste odberu skúšobnej vzorky.

Z popisu jednotlivých skúšok vyplýva ich význam a vzájomný súvis. Premiešaním nataveného prídavného a základného materiálom vznikne zvarový kov s charakteristickou liatou makroštruktúrou. Oba tieto faktory sa podieľajú na pevnosti a vrubovej húževnatosti spoja.

Hodnotenie makro- a mikroštruktúry kvality skúšobných zvarov nadväzuje na výsledky NDT kontroly a mechanických skúšok. Vykonáva sa na jednom reze celkovej dĺžky skúšobného zvaru. Účelom rozboru makroštruktúry je u feritických ocelí najmä prierez zvaru a charakteristika chýb. Výskyt identifikovaných necelistvostí je však lokálny. Výsledky rozboru makroštruktúry preto necharakterizujú objektívny stav spoja z pohľadu výskytu necelistvosti po celej dĺžke skúšobného spoja.

Hodnotenie mikroštruktúry spojov je podľa STN EN ISO 15614-1 požiadavkou stanovenou výrobovými normami. Pri bežných feritických oceliach je reprezentatívnejšie meranie tvrdosti, a to z toho dôvodu, že namerané hodnoty tvrdosti jednotlivých oblastí zvarového spoja zodpovedajú zmenám mikroštruktúry v TOO a zvarovom kove. Preto sa požiadavka identifikácie stavu mikroštruktúry týchto ocelí nepožaduje.

Rozbor mikroštruktúry je dôležitý hlavne na spojoch z austenitických ocelí. V TOO zvarových spojov týchto ocelí dochádza, v závislosti od tepelného príkonu zvarovania a chemického zloženia ocelí, k rastu zrna a v oblasti vyhratej na teploty 500 až 900 °C k vylučovaniu karbidov chrómu. Prítomnosť karbidov chrómu v TOO je dôležitá z hľadiska odolnosti proti medzikryštálovej korózii, ktorá je požadovaná výrobovými normami.

Skúška rázom v ohybe overuje odolnosť jednotlivých oblastí spoja proti krehkému porušeniu a splnenie kritéria nárazovej práce pri danej teplote skúšania feritických ocelí.

Meranie tvrdosti sa vykonáva naprieč zvarovými spojmi feritických ocelí. Výsledky reprezentujú zmeny mikroštruktúry a z toho rezultujúcu pevnosť v TOO a zvarovom kove v porovnaní so základným materiálom. Tieto zmeny majú kvalitatívne rovnaký charakter. Sú charakteristické maximálnou hodnotou tvrdosti v hrubozrnnom pásme TOO pri hranici stavenia a jej poklesom s rastúcou vzdialenosťou od zvarového kovu do základného materiálu. Norma STN EN ISO 9015-1 uvádza dva spôsoby merania v TOO. V prvom prípade ide o tri merania v hrubozrnej zóne TOO a dve merania v TOO s väčšou vzdialenosťou od hranice stavenia (**obr. 1**).

Druhý spôsob je meranie v určených miestach po tri merania, a to v ZM, hrubozrnej oblasti a vo zvarovom kove (**obr. 2**). Pre posúdenie kvality zvarových spojov meraním tvrdosti je druhý spôsob racionálnejší a praktickejší. Charakterizuje dôležitú oblasť zvarových spojov z pohľadu potenciálneho vzniku studených trhlín prípadne poklesu vrubovej húževnatosti pod požadovanú úroveň nárazovej práce (pri

tvrdosti vyššej ako jej kritérium podľa STN EN ISO 15614-1).

K lokálnym zmenám mikroštruktúry v oblasti zvarových spojov dochádza aj v oblasti vyhratej tesne pod teplotu AC1 prípadne v tzv. interkritickej oblasti. Hodnotenie zmien mikroštruktúry v tejto oblasti (ktoré sú vyvolané ohrevom do oblasti teplôt zodpovedajúcich teplotám popúšťaniu resp. lokálnej reautenitizácie) norma STN EN ISO 9015-1 neuvádza. Táto oblasť sa pri skúškach neprejavila ako kritická, čo však nevylučuje, že v nej nedošlo ku zmenám vlastností/tvrdosti. Zmeny tvrdosti, pokles, v tejto oblasti sa pozoroval na zvaroch termomechanických ocelí a/alebo zušľachtených. Z toho dôvodu sa u týchto ocelí podľa výrobových noriem môže objaviť i požiadavka na meranie tvrdosti v tejto oblasti. Zníženie lokálnej tvrdosti môže spôsobiť zníženie únavovej pevnosti spojov, ktorej stanovenie presahuje rámec požiadaviek normy STN EN ISO 15614-1. Rovnaký prípad sa vzťahuje aj na austenitické ocele.

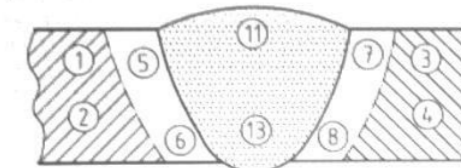
Vieme, že meranie tvrdosti zvarových spojov austenitických ocelí norma STN EN ISO 15614-1 nepožaduje. V TOO zvarov týchto ocelí dochádza, v závislosti od tepelného príkonu zvarovania, chemického zloženia ocele a rastu zrna, v oblasti vyhratej na teploty 500 až 900°C k vylučovaniu karbidov chrómu. V TOO nedochádza k fázovej premene austenitu tak ako u feritických ocelí. Uvedené zmeny sa na hodnotách tvrdosti a húževnatosti TOO v porovnaní so základným materiálom neprejavujú. Z toho dôvodu meranie tvrdosti zvarových spojov austenitických ocelí norma nepožaduje.

7. ÚDAJE V PROTOKOLOCH SKÚŠOK ZVAROVÝCH SPOJOV

Skúšky zvarových spojov sa vykonávajú na základe požiadaviek zodpovedného koordinátora zvarovania, ktorý prekladá podklady o skúšobnom zvarovom spoji v zmysle príslušných noriem. Špecifikácia údajov, ktoré sa odporúča uvádzať v protokole skúšok zvarových spojov, je v jednotlivých normách rôzna. Údaje na protokoloch by mali umožniť jednoznačnú identifikáciu skúšaného zvarového spoja bez ohľadu na druh skúšky. Možno odporúčať, aby zadanie na výkon skúšok zvarových spojov obsahovalo minimálne nasledovné údaje:

- typ a číslo normy skúšky,
- základný/é materiál/y – označenie podľa príslušnej normy,
- hrúbka materiálu/ov,
- typ zvaru – tupý, kútový,
- spôsob zvarovania,
- poloha zvarovania,
- prídavný materiál, označenie podľa príslušnej normy prípadne obchodné označenie,
- úroveň hodnotenia (podľa ASME alebo ISO). ■

RECENZENT: Ing. PAVOL RADIČ, PhD.



Obr. 2
Oblasti merania tvrdosti zvarových spojov ocelí

Fig. 2
The areas of steel welded joints hardness measurement



Hodnotenie makro- a mikroštruktúry kvality skúšobných zvarov nadväzuje na výsledky NDT kontroly a mechanických skúšok. Vykonáva sa na jednom reze celkovej dĺžky skúšobného zvaru.

LITERATÚRA

- [1] STN EN ISO 15614-1: Stanovenie a schválenie postupov zvarovania kovových materiálov. Skúška postupu zvarovania. Časť 1: Oblúkové a plameňové zvarovanie ocelí a oblúkové zvarovanie niklu a zliatin niklu
- [2] STN EN ISO 17637: Nedeštruktívne skúšanie tavných zvarov. Vizúálna kontrola tavných zvarovaných spojov
- [3] STN EN ISO 17636-1: Nedeštruktívne skúšanie zvarov. Skúšanie prežarovanim. Časť 1: Techniky röntgenového žiarenia a žiarenia gama s použitím filmu
- [4] STN EN ISO 17640: Nedeštruktívne skúšanie zvarov. Skúšanie zvarových spojov ultrazvukom
- [5] STN EN ISO 17638: Nedeštruktívne skúšanie zvarov. Skúšanie magnetickou práškovou metódou
- [6] STN EN ISO 3452-1: Nedeštruktívne skúšanie. Kapilárne skúšanie. Časť 1: Všeobecné zásady
- [7] STN EN ISO 4136: Deštruktívne skúšky zvarov kovových materiálov. Skúška ťahom zvarového spoja v priečnom smere
- [8] STN EN ISO 5173: Deštruktívne skúšky zvarov kovových materiálov. Skúšky lámavosti
- [9] STN EN ISO 9016: Deštruktívne skúšky zvarov kovových materiálov. Skúška rázom v ohybe. Umiestnenie skúšobných tyčí, orientácia vrubu a skúšanie
- [10] STN EN ISO 9015-1: Deštruktívne skúšky zvarov kovových materiálov. Skúšanie tvrdosti. Časť 1: Skúška tvrdosti spojov zhotovených oblúkovým zvarovaním
- [11] STN EN ISO 17639: Deštruktívne skúšky zvarov kovových materiálov. Makroskopický a mikroskopický rozbor zvarov
- [12] STN EN ISO 6507-1: Kovové materiály. Vickersova skúška tvrdosti. Časť 1: Skúšobná metóda
- [13] STN EN ISO 9017: Deštruktívne skúšky zvarov kovových materiálov. Skúška rozlomením
- [14] STN EN ISO 17639: Deštruktívne skúšky zvarov kovových materiálov. Makroskopický a mikroskopický rozbor zvarov

ŽIVOTNOSŤ PAROVODOV. ODHAD CREEPOVEJ ZVYŠKOVEJ ŽIVOTNOSTI PAROVODOV

Ing. Milan Baláž, PhD.
VÚZ, Bratislava

ABSTRAKT

Článok je zameraný na posúdenie zvyškovej životnosti parovodov na základe predikcie creepového poškodenia aplikáciou Larson-Miller metodiky. Väčšina posudzovaných parovodov je sprevádzkovaná nad rámec projektovej životnosti. Predikcia zvyškovej životnosti je stanovená na základe určenia najkritickejších miest parovodov a výpočtu času do porušenia vplyvom creepového poškodenia. V rámci posúdenia zvyškovej životnosti parovodov je spracovaná revízia aktuálneho stavu izometrií parovodov a vypracované detailné napätové analýzy predmetných potrubných trás metódou konečných prvkov. Celkovo bolo analyzovaných 8 parovodných trás.

ABSTRACT

Paper presents assessment of the remaining service life of steam pipelines based on the prediction of creep damage by the application of the Larson-Miller methodology. Most of the considered steam pipelines are operated beyond the design lifetime. The prediction of the remaining service life is determined based on the determination of the most critical places of the steam pipes and the calculation of the time until failure due to creep damage. As part of the assessment of the remaining service life of the steam pipelines, a revision of the current status of the isometrics of the steam pipelines is processed and detailed stress analysis of the considered steam pipelines were performed using the finite element method. A total of 8 steam pipelines were analyzed.

Kľúčové slová:

parovod, životnosť, tečenie

1. ÚVOD

Životnosť parovodov je doba prevádzky, počas ktorej vplyvom degradačných procesov poklesne miera prevádzkovej spoľahlivosti, resp. bezpečnosti parovodov. Najčastejším degradačným procesom a teda prípadom straty integrity parovodov je tečenie (creep). Parovody sú vystavené náročným prevádzkovým podmienkam, pre ktoré sú charakteristické najmä:

- vysoké teploty – prevádzka v oblasti tečenia (creepu) materiálu,
- relatívne vysoký vnútorný pretlak, vplyv namáhania od vlastnej hmotnosti, tepelného namáhania a prídavných namáhání vo vzťahu k uloženiu parovodov,

Označenie parovodu	Čas prevádzky [h]	Materiál [-]	Tlak [MPa]	Teplota [°C]
K1	410 000	15 128	9,42	540
K2	340 000	15 128	9,42	540
K3	18 000	X10CrMoVNb9-1	9,42	540
VTR1-VTR2	466 600	15 128	9,42	540
VTR1-VTR1A	410 000	15 128	9,42	540
VTR1A-VTR1B	122 000	15 128	9,42	540
TG2	219 000	15 123	9,42	540
TG3	141 000	15 128	9,42	540

Tab.1 Základné informácie o posudzovaných parovodoch
Tab.1 Steam pipelines basic information

3. prevádzková doba parovodov častokrát mnohonásobne vyššia ako projektová (predpokladaná) životnosť.

V tab. 1 sú uvedené základné informácie o posudzovaných parovodoch.

V zmysle vyhlášky 508/2009 Z. z. [1] patria parovody medzi vyhradené technické zariadenia (VTZ). Pre prevádzkovateľa je preto nesmierne dôležité, pre zabezpečenie spoľahlivosti a technicko-pracovnej bezpečnosti parovodov, analyzovať ich aktuálny stav, stanoviť mieru ich poškodenia a odhadnúť ich zvyškovú životnosť.

2. PREDIKCIA ZVYŠKOVEJ ŽIVOTNOSTI PAROVODOV VÝPOČTOM

Predikcia zvyškovej životnosti parovodov na základe výpočtu času do porušenia vplyvom tečenia (creepového poškodenia) aplikáciou metodiky Larson-Miller. Na predikciu zvyškovej životnosti parovodov je potrebné vykonať nasledujúce činnosti:

1. Revízia a spracovanie aktuálneho stavu izometrií parovodov:

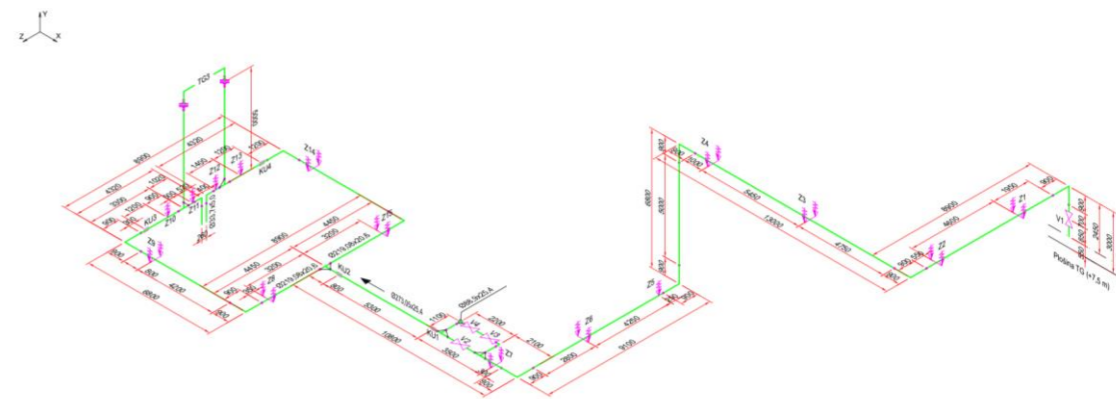
Vypracovanie revízie izometrických schém parovodov na základe ich aktuálneho stavu pre účely vytvorenia 3D výpočtových modelov.

2. Napätostná analýza parovodov:

Analýza napätosti celej potrubnej trasy parovodu – založená na výpočte pomocou 3D nosníkových prvkov. Zohľadňujú sa všetky stále, vonkajšie (sily, momenty) a tepelné zaťaženia. Modeluje sa celý parovod s príslušnými zaveseniami a okrajovými podmienkami. Ukážka výsledného napätostného stavu parovodu je na obr. 2.

Numerická analýza detailu najviac namáhanej oblasti parovodu – založená na metóde konečných prvkov sa uskutočňuje pre výpočet v mieste koncentrácie napätí (ohyby, pripojenia, redukcie), v blízkosti maximálneho namáhania získaného výpočtom celej potrubnej trasy pomocou 3D nosníkových prvkov. Stanoví sa hodnota napätia v teoreticky najkritickejšom mieste (obr. 3).

Použitie výpočtové analýzy na stanovenie stavu napätosti sú realizované v zmysle normy STN EN 13480-3 [2].



Závěsy a podpěry

ODN	Typ	d [mm]	D [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]	l [mm]	d1 [mm]	D1 [mm]	n1	s [mm]	
Z1	DPZ-V	18	140	410	1000	-	-	-	-	15	2x30
Z2	DPZ-V	18	140	410	1000	-	-	-	-	15	2x30
Z3	DPZ-V	18	140	790	1000	-	-	-	-	15	2x30
Z4	DPZ-V	18	140	790	1000	-	-	-	-	15	2x30
Z5	DPZ-V	18	140	690	900	-	-	-	-	21	2x15
Z6	DPZ-V	18	140	400	900	-	-	-	-	15	2x30
Z7	DPZ-V	18	140	710	1200	-	-	-	-	21	2x20,5
Z8	DPZ-V	18	140	400	2900	-	-	-	-	15	2x30
Z9	DPZ-V	18	140	400	2900	-	-	-	-	15	2x30
Z10	DPZ-K	-	-	220	1300	5	75	140	-	-	-
Z11	DPZ-K	-	-	220	1400	5	75	140	-	-	-
Z12	DPZ-K	-	-	200	1400	5	75	140	-	-	-
Z13	DPZ-K	-	-	230	1300	5	75	140	-	-	-
Z14	DPZ-V	18	140	400	3000	-	-	-	-	15	2x30
Z15	DPZ-V	18	140	400	2900	-	-	-	-	15	2x30
KU1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KU2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KU3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KU4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

d - průměr dráhy průřezu
D - průměr průřezu
L1 - délka průřezu
L2 - délka závěsu
l - nosná délka průřezu
d1 - menší průměr kuleňové průřezu
D1 - větší průměr kuleňové průřezu
n - odstupový počet závěsů průřezu
s - šířka průřezu
DPZ-V - jednoválcový průřezový záves s válečkovou průřezovou (typ ON 13 07 80)
DPZ-K - dvojitý průřezový záves s válečkovou průřezovou (typ ON 13 07 80)
DPZ-K - jednoválcový průřezový záves s kuleňovou průřezovou (typ ON 13 06 89)
KU - kónie ušlechťování
pozn: 1) odhadnuté hodnoty na základě fotografií
2) doplněné hodnoty

Armatury

ODN	m [kg]	L [mm]
V1	385	850
V2	400	700
V3	100	300
V4	100	300

m - hmotnosť
L - dĺžka
pozn: odhadnuté hodnoty hmotností a dĺžky

LEGENDA

Uchycenie potrubia: max. prevádzkový tlak: 0,9 MPa
max. prevádzková teplota: 510 °C
rozmery potrubia: DN 200 (Ø273,05 x 25,4 mm)
DN 200 (Ø219,08 x 20,3 mm)
DN 80 (Ø86,9 x 25,4 mm)
DN 20 (Ø26,7 x 4,5 mm)

Uchycenie potrubia: 15 128 / 1480xV-3
úroveň: novovytvorená, rok: 10. 2022

pozn: izometrické schéma bolo spracované na základe dodaných prílohových snímok "Z VTR 1B do T03 a výkresu E-0-01-2-202402" a doplnením reálnych zmien.

Názov záležitosti: Stanovenie životnosti parovodov.

Objedávateľ:	Výkonný ústav zariadení, s.r.o.p.
Adresa:	Račianska 153/373 831 02 Bratislava - Nové mesto
Datum:	17.2.2022
Podpis:	Marka
Forma:	A2
Číslo:	Ing. Peter Pávek
Výkres č.:	V12-VTR1B-T03-01
Škála:	Ing. Peter Borák, PhD.
Výkres č.:	0
Názov výkresu:	Izometrické schéma VTR 1B - TG 3.

Obr. 1 Izometrické schéma parovodu
Fig. 1 Steam pipeline isometric scheme



Obr. 2 Výsledný napätostný stav parovodu
Fig. 2 Steam pipeline resulting stress state

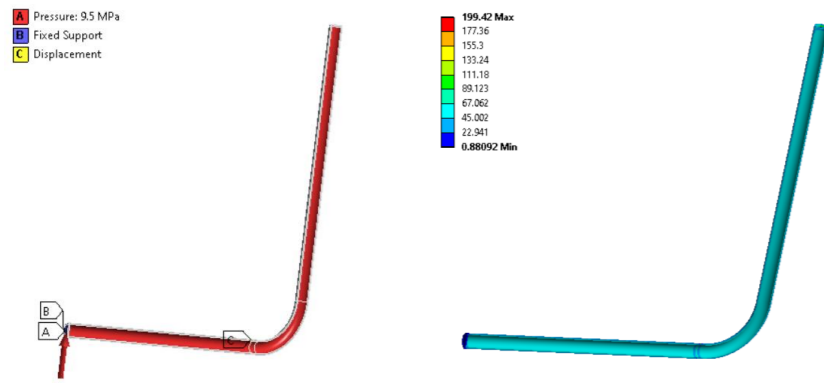
3. Analýza zvyškovej životnosti parovodov na základe predikcie creepového poškodenia:

Creep (tečenie) je jav časovo závislej plastickej deformácie materiálov pri konštantnom napätí. Je charakterizovaný pomalou plasticou deformáciou. Odhad zvyškovej životnosti parovodov sa stanoví na základe určenia času do porušenia vplyvom tečenia (creepu) v závislosti od napätia a teploty. Čas do porušenia je stanovený použitím metódy Larson-Miller Parameter (LMP). Základnou myšlienkou metódy je na základe extrapolácie creepových dát predikcia dlhodobého

creepového pôsobenia pri vysokej teplote a stálom napätí. Larson-Miller parameter je vyjadrený podľa vzťahu:

$$LMP = T \cdot (\log t_r + C) \cdot 10^{-3}$$

kde:
T – teplota vyjadrená v Kelvinoch,
t_r – čas do porušenia,
C – konštanta, hodnota C = 20

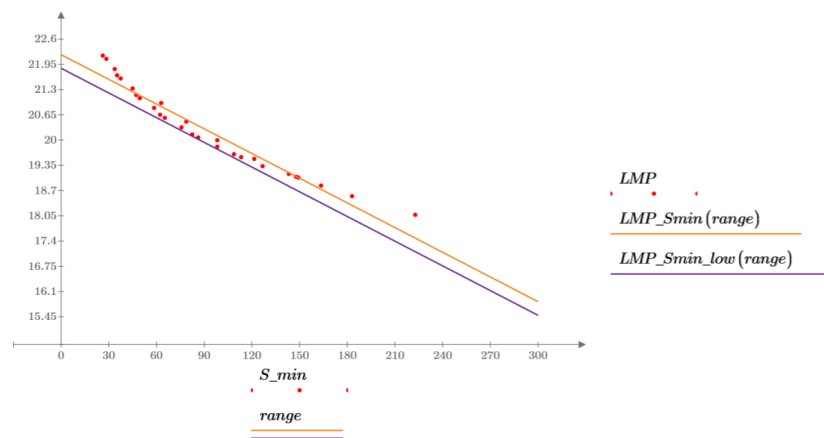


Obr. 3 vľavo – okrajové podmienky a zaťaženie detailu, vpravo – výsledný napätostný stav detailu parovodu
Fig. 3 left – boundary condition and load of the steam pipeline detail, right – resulting stress state of steam pipeline detail

Označenie	Teplota [°C]	540			
	čas [h] / R _{mT} [MPa]	10000	100000	200000	250000
15 128 (14MoV6-3)	R _{mT,avg}	162	101	87	83
	R _{mT,min}	121,5	75,75	65,25	62,25
X10CrMoVNb9-1 (1.4903)	R _{mT,avg}	216	183	171	-
	R _{mT,min}	162	137,25	128,25	-

Vysvetlivky:
 R_{mT,avg} – stredné hodnoty medze pevnosti pri creepe (tečení) v tahu
 R_{mT,min} – minimálne hodnoty medze pevnosti pri creepe vypočítané ako 0,75·R_{mT,avg}

Tab. 2 Creepové vlastnosti použitých materiálov
Tab. 2 Materials creep properties



Obr. 4 Závislosť LMP-napätie pre materiál 15 128
Fig. 4 Material 15 128 LMP-stress dependence

Pri analýze zvyškovej životnosti sa vychádza z dostupných normových creepových vlastností použitých materiálov a maximálneho napätia vyplývajúceho z napätostnej analýzy parovodov.

Vybrané creepové údaje pre maximálnu prevádzkovú teplotu 540 °C použitých materiálov 15 128 [3] a X10CrMoVNb9-1 [4] sú uvedené v **tab. 2**.

Larson-Miller parameter (LMP) sa vyhodnotil pre všetky hodnoty teploty a času uvedené v materiálových listoch. Následne sa pomocou lineárnej regresie

vyhodnotila závislosť LMP a napätia. Uvažovalo sa so 4 variáciami regresných rovníc závislosti LMP-napätie:

1. LMP_Smin_low – regresná rovnica spodnej hranice údajov závislosti LMP-napätie (napätie = minimálne hodnoty medze pevnosti pri creepe R_{mT,min}).
2. LMP_Smin – regresná rovnica údajov závislosti LMP-napätie (napätie = minimálne hodnoty medze pevnosti pri creepe R_{mT,min}).
3. LMP_Savg_low – regresná rovnica spodnej hranice údajov závislosti LMP-napätie (napätie = stredné hodnoty medze pevnosti pri creepe R_{mT,avg}).
4. LMP_Savg – regresná rovnica údajov závislosti LMP-napätie (napätie = stredné hodnoty medze pevnosti pri creepe R_{mT,avg}).

Pre ilustráciu je závislosť LMP-napätie pre minimálne normové údaje a spodnú hranicu údajov materiálu 15 128 zobrazená na **obr. 4**.

Na základe závislosti LMP-napätia a odvodením z rovnice LMP sa určil čas do porušenia (tr) vplyvom creepového poškodenia. Životnosť (čas do porušenia) sa vypočítala pre maximálnu prevádzkovú teplotu (T) a maximálne vypočítané napätia (S_{calc}), ktoré vyplývajú z uskutočnených napätostných analýz. Výsledkom je odhad zvyškovej životnosti parovodov vo forme času (hodiny prípadne roky).

Celkové zhodnotenie výsledkov posúdenia zvyškovej životnosti parovodov je sumárne zhrnuté v **tab. 3**.

3. BENEFIT

1. Časovo relatívne rýchly spôsob posúdenia stavu parovodov, odhad zvyškovej životnosti na základe dostupných informácií bez nutnosti deštruktívneho zásahu do integrity parovodov.
2. Stanovenie intervalu defektoskopických NDT kontrol a diagnostických – metalografických kontrol.
3. Získané výsledky poskytujú ucelenejší obraz o aktuálnom stave parovodov a dávajú odpoveď, či je nutné pristúpiť k deštruktívnej kontrole parovodov, teda k vyrezávaniu častí parovodov pre odbery vzoriek. V prípade, že áno, zjednoduší sa tak celý proces odberu vzoriek z časového a najmä z finančného hľadiska.

ZÁVER

Navrhované postupy riešenia predikcie zvyškovej životnosti parovodov výpočtom vplyvom creepu (tečenia), poskytujú cenné informácie pre efektívne udržiavanie technicko-pracovnej bezpečnosti parovodov. Umožňujú prevádzkovateľovi predĺžiť životnosť parovodov, ktoré sú často prevádzkované nad dobu stanovenú pri ich návrhu, prípadne naplánovať efektívnu a ekonomickú opravu/výmenu. Celkovo prispievajú k zvyšovaniu spoľahlivosti a využiteľnosti parovodov, na výstavbu ktorých boli vynaložené nemalé finančné prostriedky. ■

Označenie	K1	K2	K3	VTR1-VTR2	VTR1-VTR1A	VTR1A-VTR1B	TG2	TG3	
Napätie S _{calc} [MPa]	57	63	92	64	60	50	64	62	
Teplota [°C]	540	540	540	540	540	540	540	540 ²⁾	
Životnosť [h]	LMP_Smin_low	242349	169019	527780	159166	202390	369003	159166	
	LMP_Smin	652928	455366	1,42·10 ⁶	428821	545272	994157	428821	
	LMP_Savg_low	57348	435273	2,12·10 ⁶	416101	498254	781776	416101	
	LMP_Savg	1,5E ⁶	1,2E ⁶	5,7E ⁶	1,1E ⁶	1,3E ⁶	2,1E ⁶	1,1E ⁶	
Zvyšková životnosť [h] ¹⁾	Prevádzkový čas [h]	410000	340000	18000	466600	410000	122000	219000	
	LMP_Smin_low	-1,7E ⁵ (-19,1)	-1,7E ⁵ (-19,5)	509780 (58,2)	-3,1E ⁵ (-35,1)	-2,1E ⁵ (-23,7)	247003 (28,2)	-59834 (-6,8)	38481 (4,4)
	LMP_Smin	242928 (27,7)	115366 (13,2)	1,4E ⁶ (160,2)	-37779 (-4,3)	135,272 (15,4)	872157 (99,5)	209821 (23,9)	342553 (39,1)
	LMP_Savg_low	160348 (18,3)	95273 (10,9)	2,1E ⁶ (239,2)	-50499 (-5,8)	88254 (10,1)	659776 (75,3)	197101 (22,5)	314328 (35,9)
	LMP_Savg	1,1E ⁶ (128,5)	832698 (95)	5,7E ⁶ (648,1)	654445 (74,7)	932381 (106,4)	2E ⁶ (226,4)	902045 (102,9)	1,1E ⁶ (123,9)
Priemer	340560 (38,9)	218089 (24,9)	2,4E ⁶ (276,4)	64683,3 (7,4)	237074 (27)	940793 (107,3)	312283 (35,6)	445274 (50,8)	
Odhadovaná zvyšková životnosť min. [rok]	18,3	10,9	58,2	7,4	10,1	28,2	22,5	35,9	

Poznámky:
 1) Hodnoty zvyškovej životnosti v zátvorke sú uvádzané v rokoch.
 2) Posudzované na prevádzkovú teplotu 540 °C. Súčasná prevádzková teplota 510 °C.

Tab. 3 Sumarizácia výsledkov posúdenia životnosti parovodov

Tab. 3 Steam pipelines service life assessment results

LITERATÚRA

- [1] Vyhláška č. 508/2009 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci s technickými zariadeniami tlakovými, zdvíhacími, elektrickými a plynovými a ktorou sa ustanovujú technické zariadenia, ktoré sa považujú za vyhradené technické zariadenia. 2014.
- [2] STN EN 13480-3, Kovové priemyselné potrubia. Časť 3: Navrhovanie a výpočet. SÚTN, 2017.
- [3] Datasheet STN 415128, Žárupevná Cr-Mo-V ocel 15 128.
- [4] Datasheet WNr. 1.4903, Cr-Mo-V-Nb ocel X10CrMoVNb9-1.

RECENZENT:
Ing. MAREK SLOVÁČEK, PhD.

Ponuka spolupráce

na výkon odborných prehliadok a odborných skúšok vyhradených technických zariadení (VTZ) elektrických, plynových, tlakových a zdvíhacích.

Máme bohaté skúsenosti s vykonávaním revízií a dostatočný počet revízijských technikov.

Naším najväčším zákazníkom je Slovaft a.s.

Kontaktná osoba:
 Ing. Beáta Machová
 riaditeľ divízie certifikácie a vzdelávania
 e-mail: machovab@vuz.sk

PÁJENÍ A VADY PÁJENÝCH SPOJŮ

Jaroslav Kubíček, Michal Podstavek (VUT FSI Brno), Jan Pernica (WELDTech Brno)

ANOTACE

Pájení je velice rychlá a efektivní metoda spojování materiálů bez jejich natavení. Je to metoda stará několik tisíciletí známá již ve starém Egyptě, kde byly pájené zlaté šperky faraonů. Umožňuje spojení dílů z nesvařitelných materiálů např. vysokouhlikových ocelí a dílů pro svařování nevhodných – keramiky, skla a karbidů. Příspěvek je věnován rozboru vad pájených spojů podle normy ČSN EN ISO 18279 Tvrdé pájení – Vady v pájených spojkách. Norma popisuje klasifikace vad, které se mohou vyskytnout v pájených spojkách, směrnice pro stupně jakosti a popis mezních hodnoty vad.

ANNOTATION

Soldering is a very fast and effective method of joining materials without melting them. It is a method that is several millennia old, already known in ancient Egypt, where the gold jewelry of the pharaohs was soldered. It enables the joining of parts made of non-weldable materials, e.g. high-carbon steels and parts unsuitable for welding - ceramics, glass and carbides. The contribution is dedicated to the analysis of defects in soldered joints according to the standard ČSN EN ISO 18279 Brazing - Defects in soldered joints. The standard describes the classification of defects that may occur in soldered joints, guidelines for quality levels and description of defect limit values.

Klíčová slova:

Pájení, vady, MIG pájení, vakuové pájení

Pájení je několik tisíciletí stará metoda spojování materiálů známá již ve starém Egyptě, kde jsou pájené zlaté šperky faraonů (obr. 1). Průmyslově se využívá od počátku 20. století, protože umožňuje spojení dílů z nesvařitelných materiálů např. vysokouhlikových ocelí a dílů pro svařování nevhodných – keramiky, skla a karbidů.

Pájený spoj vzniká ohřevem pájeného materiálu na teplotu pod teplotou tavení a roztavené pájky. Kapi-



Obr. 1 Zlatý šperk faraóna Tutanchamona spojovaný pájením

Fig. 1 Gold jewelry of Pharaoh Tutankhamun joined by soldering

lárními silami se vyplní pájecí mezera pájkou a adhezí při ochlazení vznikne pevný spoj. Mezi atomy pájeného materiálu a pájky jsou vytvořeny podmínky pro vznik vzájemné difúze případně vzájemného rozpouštění. Při pájení probíhají složité fyzikálně-chemické pochody na rozhraní tuhé a tekuté fáze. Teplem se zvětšuje pohyb atomů obou fází a jejich vzájemná difúze zesiluje vytvořené adhezí vazby, kdy při optimální šířce spáry je pevnost pájeného spoje zpravidla vyšší než pevnost pájky.

Kovy s výraznější difúzí po hranicích zrn způsobují také vyšší rozpustnost:

- kovy s dokonalou vzájemnou rozpustností – rozhraní tvoří řada tuhých roztoků: Cu – Ni, Mo – W, Ag – Au, Au – Cu, Fe – Pt, Cu – Pt.
- kovy s částečnou rozpustností – rozpouštění a výrazná difúze na kontaktních plochách vznikají intermedialní fáze, eutektické a peritektické reakce: Fe – Cu, Al – Zn, Ti – Al, Cu – Ti, Cu – Ag, Al – Si.
- kovy vzájemně nerozpustné, kdy spoj tvoří především adhezí síly: Fe – Pb, Pb – Zn, Fe – Ag, Ni – Pb, Ag – Ni, Cu – Mo, Cr, W, V.

Pájení většinou vyžaduje použití speciálních typů spojů konstruovaných většinou tak, aby namáhání pájeného spoje bylo pokud možno smykové.

Výhody pájení jsou následující:

- vysoká produktivita výroby
- vysoká reprodukovatelnost výrobků, příznivý vzhled spoje
- vysoká rozměrová přesnost, možnost spojit pájení s tepelným zpracováním
- nižší tepelné zatížení pájených materiálů, menší tepelná napětí a strukturální změny
- možnost automatizace, možnost pájení i v nepřístupných místech
- nízká vnitřní napětí a minimální deformace spoje
- možnost spojování různorodých kovů, keramických materiálů i skla

ZÁKLADNÍ POJMY PŘI PÁJENÍ

POVRCHOVÉ NAPĚTÍ – síla působící na délkovou jednotku povrchu v jeho rovině, jednotkou je mN/m. Na velikost povrchového napětí pájky má vliv: teplota, složení tavidla, stupeň vakua, složení redukční atmosféry, použití povrchové aktivních prvků pájky (B, P). Povrchové napětí při pájení ovlivňuje: smáčivost a roztékavost pájky na povrchu základního materiálu, kapilární vztlínavost pájky v mezeře spoje.

SMÁČIVOST – pájka smáčí ZM jen v případě, že se mezi některými prvky pájky a ZM vytvoří tuhý roztok nebo intermetalická slitina. Aktivita vytvořených

spojů mezi atomy na rozhraní závisí na nasycenosti jejich elektronových valenčních sfér. Pokud je tato sféra z části neobsazena, dochází ke slučování valenčních elektronů a vytváření kovové vazby.

Špatná smáčivost pájky se zlepšuje legujícími přísadami, které tvoří exotermické slitiny: Pd, Li, B, P a Si. K dokonalé smáčivosti dochází, jsou-li kohézní síly menší než adhezí a naopak.

KAPILÁRNÍ VZTLÍNAVOST – schopnost tekuté pájky vyplnit při pracovní teplotě úzkou mezeru spoje působením kapilárních sil. Velikost kapilárního tlaku závisí na tvaru mezery spoje, kdy nejvyšší tlak se dosáhne v trojúhelníkové drážce (obr. 2) a v koutovém spoji. Kapilární tlak klesá se zvětšující se šířkou mezery spoje. Kapilární vztlínavost závisí na druhu pájky, povrchovém napětí pájky, teplotě a měrné hmotnosti.

Vady pájených spojů popisuje norma ČSN EN ISO 18279 Tvrdé pájení – Vady v pájených spojkách. Norma popisuje klasifikace vad, které se mohou vyskytnout v spojkách pájených natvrdo a směrnice pro stupně jakosti a jsou popsány navržené mezní hodnoty vad.

Vady jsou klasifikovány v šesti skupinách:

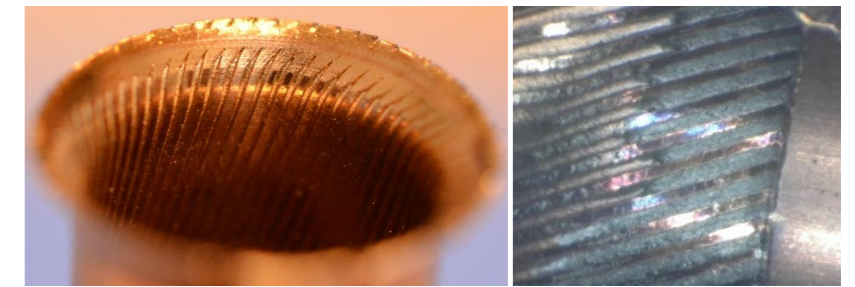
- Skupina I – trhliny
- Skupina II – dutiny
- Skupina III – pevné vměstky
- Skupina IV – vady spojení
- Skupina V – vady tvaru a rozměru
- Skupina VI – ostatní vady

PŘÍKLADY NĚKTERÝCH TYPŮ VAD PÁJENÝCH SPOJŮ A JEJICH OZNAČENÍ

TRHLINY dle polohy ve spoji se označují 1AAAA-E. Nejčastější příčina vzniku trhlin (obr. 3) je rychlé ochlazení spoje při smršťování pájky. Častou příčinou je také rozdílný součinitel tepelné roztažnosti materiálu a pájky, kdy nevhodnou konstrukční úpravou vzniká vysoká koncentrace napětí. Za tepla vznikají trhliny u pájek s velkým intervalem tuhnutí i u plastických (houževnatých) pájek. Pájený spoj s trhlínou je náchylný na korozi a ztrácí těsnost.

DUTINY. Označení: 2BAAA – plynová dutina – nemusí být kulovitá, 2BGAA – plynová bublina – kulovitá 2LIAA – velké plynové kapsy – protáhlý tvar. Dutiny (obr. 4) se tvoří v důsledku smršťování při rozdílné rychlosti tuhnutí pájky ve spoji. Makro dutiny vznikají uvolňováním těkavých složek tavidel a pájecích past, které nemají dostatek času k uniknutí před zatumněním pájky. Velikost těchto dutin je v rozmezí 100 až 300 µm v jejich průměru. Dutiny se nevyskytují pouze na rozhraní pájky a substrátu, ale mohou se vyskytovat kdekoli v pájeném spoji. Plynové bubliny vznikají uzavřením vzduchu ve spoji nebo při změně rozpustnosti CO a H₂ v pájce při ochlazení. Četnost bublin roste s výškou přehřátí pájky.

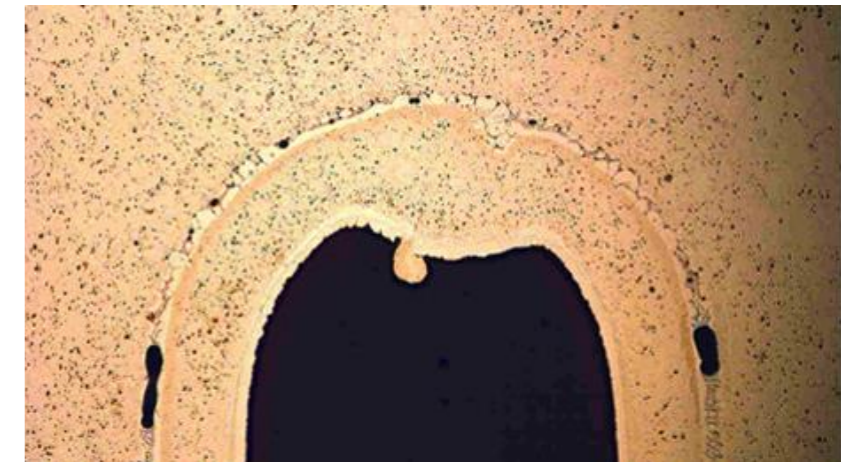
PEVNÉ VMĚSTKY 3AAAA. Rozdělení: 3DAAA – oxidický vměstek, 3FAAA – vměstek kovový, 3CAAA – vměstek tavidla. Zachycení kovových nečistot na povrchu



Obr. 2 Drážkování vyhrdlení Cu trubky a kapilární vztlínání pájky v drážkách
Fig. 2 Grooving of the neck of the Cu tube and capillary rise of the solder in the grooves



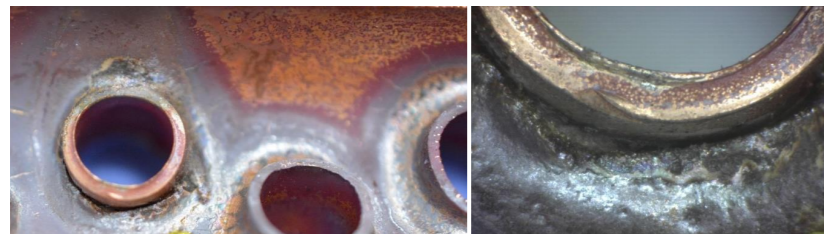
Obr. 3 Příklad trhlin v koutovém pájeném spoji
Fig. 3 Example of cracks in a corner brazed joint



Obr. 4 Příklad dutin a bublin v pájeném spoji hliníkové slitiny
Fig. 4 Example of voids and bubbles in an aluminum alloy brazed joint

spoje, nedostatečné očištění oxidů, vznik intermetalických sloučenin.

VADY SPOJENÍ. 4BAAA vada spojení, 4JAAA vady vyplnění, 4CAAA neúplné zatečení. Vady spojení jsou způsobené malým množstvím pájky, přehřátím pájky (obr. 5), špatnou přípravou pájené plochy, malou mezerou (obr. 6), nebo nevhodnou pájkou a tavidlem. **MÍSTNÍ NATAVENÍ** 5FABA vzniká příliš velkým místním ohřevem a natavením ZM – měděné trubky (obr. 7).



Obr. 5 Vyteklá pájka ze spáry vlivem vysokého lokálního přehřátí
Fig. 5 Spilled solder from the joint due to high local overheating



Obr. 6 Nedostatečná pájecí mezera
Fig. 6 Insufficient solder gap



Obr. 7 Natavení základního materiálu
Fig. 7 Melting of the base material



Obr. 8 Nadbytek pájky
Fig. 8 Excess solder

NADBYTEK PÁJKY. 6BAAA vada způsobená příliš velkým množstvím pájky ve spoji a jeho okolí (**obr. 8**).

Norma ČSN EN ISO 18279 uvádí ještě další typy vad, např. tvaru a rozměru. Hodnotí vady a jejich přípustnost ve třech stupních jakosti: D – mírný, C – střední, B – přísný.

ZVLÁŠTNÍ ZPŮSOBY PÁJENÍ

MIG PÁJENÍ je relativně nová technologie, která využívá přídavné materiály na bázi mědi pro spojování Zn povlakovaných ocelí bez natavení základních materiálů. Bronzové přídavné materiály mají nízkou teplotu tavení cca 950 až 1 100 °C, narušení zinkového povlaku je tedy podstatně omezeno. V těsném okolí svaru je jen nepatrné odpaření zinkového povlaku, které je katodickou ochrannou chráněno. Spoj bronzovým PM je odolný proti atmosférické korozi i v mořské vodě, snižuje se riziko protavení svarové lázně tenkých plechů díky nižší teplotě tavení drátu, je zajištěna katodická ochrana okolí svaru i protilehlé strany plechu, nižší pevnost spoje lze kompenzovat větší plochou.

Přídavné materiály:

CuAl8Ni2 – Al – cca 8 %, Ni = 2 %, zbytek Cu, je často používán jako návarový přídavný materiál. Má dobré kluzné vlastnosti i odolnost proti korozi. Vyrábí se jako plný i jako plněný drát.

CuSi3Mn1 – Si < 3 %, Mn = 1 %, zbytek Cu. Výborně odolává povětrnostním vlivům. Velmi často používán pro automobilový průmysl. Plný drát např. OK Autrod 19.30 firmy ESAB.

CuSiAl – Si = 2,5 %, Mn = 1 %, Al = 1,5 %, zbytek Cu. Speciální trubičkový drát pro MIG pájení např. Mecufil 903. Vysoká pevnost spojů.

Obloukové MIG pájení se používá na pevnostní konstrukční spoje karoserie automobilů. Pro pájení povrchových hlubokotažných plechů se používá LASEROVÉ pájení. Jedná se o vzhledové spoje např. spojů pátých dveří u značek Škoda, VW a spojování panelu střech automobilu s panelem bočnice. Pro pájení automobilu Škoda Superb se používá laserové pájení plným bronzovým drátem CuSi3Mn1.

Pájením se dobře spojuje keramika s kovy, ale musí se zohlednit rozdílné mechanické, chemické a fyzikální vlastnosti. Pájka se volí dle obtížnosti pájitelného materiálu a smáčivost keramiky se zajišťuje vakuovým pokovením Ag, Au, Cu, Ni, Mo atd. Ohřev při pájení musí být pomalý a řízený 30 až 50 °C/hod. Z důvodu rozdílného koeficientu tepelné roztažnosti je nutné provést ochlazování již spojených povrchů velmi pomalu 5 až 20 °C/hod.

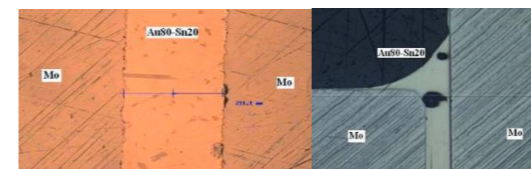
Pájení oxidické keramiky bez pokovení je možné provádět pájkami obsahujícími aktivní prvky Ti, Zr, Be, Ta, Cr, Hf. Prvky chemicky reagují s kyslíkem v keramice a na povrchu keramiky tvoří tuhé roztoky (ZrO₂, TiO₂), které zajišťují adhezi keramiky s pájkou. Pro tvrdé pájení se často používá stříbrná pájka cca 60 % Ag, 48 % Cu, 1,5 % Ti. Je ovšem nutný vysoký stupeň vakua.



Obr. 9 Laserový pájený spoj bronzovým drátem
Fig. 9 Laser brazed joint with bronze wire



Obr. 10 Řez pájeným spojem zadního víka Škoda Superb laserem
Fig. 10 Cut through the soldered joint of the Škoda Superb rear cover with a laser



Obr. 11 Pájený spoj Mo slitiny zlatou pájkou svazkem elektronů
Fig. 11 Soldered joint of Mo alloy with gold solder by electron beam

V poslední době se pro vysoce náročné spoje především v kosmonautice používá vakuové pájení pomocí svazku elektronů. Výhoda je velmi rychlý lokální ohřev materiálu v místě pájení, který omezí degradaci i deformaci celé součásti. Například jsou ověřovány spoje molybdenu pájené zlatou pájkou – slitina Mo-Ni-Au pájená pájkou Au80Sn20, Mo-Ti pájka. ■

RECENZENT: Ing. IGOR KOSTOLNÝ, PhD., IWE

LITERATURA:

- [1] Ruža, Viliam.: Pájení. SNTL nakladatelství technické literatury, 1988
- [2] Podstavek, Michal: DP Laserové pájení v automobilovém průmyslu, VUT FSI Brno, 2014
- [3] Soli, Luca: Electron beam brazing reflow technique*Workshop "Tecnologia della saldatura". Porto Antico di Genova, 2015, viz. https://pure.port.ac.uk/ws/portalfiles/portal/23253947/Dunn_Soli_Electron_Beam_reflow_LISA.pdf



Dokonalý súlad zvraciacich zariadení, spotrebného materiálu a technológií v kombinácii s našim renomovaným aplikačným a procesným know-how ponúka najlepšie riešenie pre vaše požiadavky: Skutočné a trvalé spojenie medzi ľuďmi, výrobkami a technológiami. Výsledok je to, čo sľubujeme: Kompletné riešenia pre trvalé spojenia.

Vyhľadajte ďalšie informácie



voestalpine Böhler Welding
 www.voestalpine.com/welding

voestalpine
 ONE STEP AHEAD.

PREDĽŽENIE PLATNOSTI CERTIFIKÁCIE PO 5 ROKOCH PODĽA STN EN ISO 9712:2022

PREDĽŽENIE PLATNOSTI CERTIFIKÁTU

Pred skončením platnosti prvého obdobia certifikácie a následne každých 10 rokov môže COP predĺžiť platnosť certifikátu na nové obdobie 5 rokov platnosti, na základe:

- podania žiadosti o predĺženie platnosti certifikátu,
- vyhovujúcej skúške zraku vykonanej v predchádzajúcich 12 mesiacoch,
- zdokumentovaného dôkazu o nepretržitej uspokojivej pracovnej činnosti bez podstatného prerušenia v metóde a odvetví, pre ktoré sa požaduje predĺženie platnosti certifikátu, a buď
- úspešné absolvovanie časti praktickej skúšky, ktorá musí obsahovať aspoň 50 % skúšobných vzoriek;
- úspešné splnenie požiadaviek štruktúrovaného kreditného systému.

ŠTRUKTÚROVANÝ KREDITNÝ SYSTÉM PRI OBNOVENÍ CERTIFIKÁCIE NA STUPEŇ 1, 2 a 3

Ak sa kandidát pri obnovení certifikácie na stupne 1, 2 a 3 rozhodne využívať systém štruktúrovaných kreditov, musí certifikačnému orgánu poskytnúť dôkaz, že počas 5-ročného obdobia obnovenia dosiahol minimum zo 100 bodov na základe požiadaviek **tab. 1**.

- Pri kandidátoch, ktorí chcú obnoviť certifikáty na stupeň 1, sa vyžaduje minimálne 75 zo 100 bodov za akúkoľvek kombináciu činností uvedených v časti **A tab. 1**.
- Pri kandidátoch, ktorí chcú obnoviť certifikáty na stupeň 2 alebo na stupeň 3, sa vyžaduje minimálne 50 zo 100 bodov za akúkoľvek kombináciu činností uvedených v časti **A tab. 1**.
- Ak sa certifikačný orgán rozhodne implementovať obdobie obnovenia kratšie ako 5 rokov, minimálny požadovaný počet bodov môže byť primerane rozdelený [t. j. 4-ročné obdobie obnovenia by si vyžadovalo minimálne 80 bodov (100 × 4/5)].
- Ak kandidát žiada o obnovenie viac ako jedného certifikátu, body udelené za konkrétnu činnosť sa môžu pripočítavať k celkovému počtu bodov požadovaných za každý certifikát v rámci činností, ktoré nie sú špecifické pre konkrétnu metódu (napr. „platné individuálne členstvo v spoločnosti NDT alebo v spoločnosti prepojenej s NDT“). Kandidát však musí získať celkový požadovaný počet bodov (t. j. 100 bodov) za každý certifikát, na ktorý sa požaduje obnovenie.

ŠTRUKTÚROVANÝ KREDITNÝ SYSTÉM PRI RECERTIFIKÁCI NA STUPEŇ 3

Ak sa držiteľ certifikátu rozhodne využívať štruktúrovaný kreditný systém, musí certifikačnému orgánu poskytnúť dôkaz o dosiahnutí minimálne 100 bodov počas 5-ročného obdobia recertifikácie na základe požiadaviek uvedených v **tab. 1**. Pre držiteľov certifikátov sa vyžaduje:

- minimálne 50 a maximálne 70 zo 100 bodov za akúkoľvek kombináciu činností uvedených v časti **A tab. 1**

- minimálne 30 a maximálne 50 zo 100 bodov za akúkoľvek kombináciu činností uvedených v časti **B tab. 1**

Ak sa certifikačný orgán rozhodne implementovať obdobie recertifikácie kratšie ako 5 rokov, minimálny požadovaný počet bodov sa môže primerane rozpočítať [(t. j. 4-ročné obdobie obnovenia by si vyžadovalo minimálne 80 bodov (100 × 4/5)].

“VYKONÁVANIE ČINNOSTÍ V METÓDE NDT

Pri hodnotení tohto typu činnosti berie COP do úvahy nasledujúce odborné činnosti:

- vedomosť a pochopenie zákazníckych špecifikácií a inšpekčných (kontrolných) noriem;
- overenie prevádzkových podmienok alebo nastavenie skúšobného prístroja, úspešné absolvovanie NDT, uspokojivé zaznamenanie výsledkov;
- vykonávanie činností ako skúšajúci na stupeň 3.

S cieľom posúdiť vyššie uvedené činnosti požaduje COP od osoby na obnovenie alebo na recertifikáciu na stupeň 3 dokumentáciu a/alebo dôkaz na preukázanie zhody, okrem iného:

- potvrdenia certifikovanej osoby alebo garanta o odbornej činnosti kandidátov;
- potvrdenia stupňa činnosti (spôsobilosti) osoby v danej metóde;
- potvrdenie jednej alebo viacerých formálnych skúšok spôsobilosti alebo skúšok spôsobilosti zdokumentovaných v danej metóde;
- dátumy a protokolové čísla správ;
- podrobnosti o každej absolvovanej odbornej príprave zameraanej na jednotlivé činnosti;
- potvrdenie zamestnávateľa o oprávnení na činnosť;
- súhrn činností a výsledkov;
- opis činnosti/pozície v zamestnaní;
- ročné/pravidelné kontroly výkonnosti/spôsobilosti vykonané zamestnávateľom;
- príklad správ NDT;
- príklad zavedeného postupu (postupov) (iba na stupeň 3);
- spätná väzba od zákazníkov;
- potvrdenie zamestnávateľa o dodržiavaní etického kódexu;
- potvrdenie zhody s dodatočnými národnými požiadavkami (napr. o radiačnej ochrane).

Ing. Peter Ďurík, Mgr. Henrieta Vargová
Výskumný ústav zvaračský, Bratislava

LITERATÚRA:

- STN EN ISO 9712: 2022 Nedeštruktívne skúšanie. Kvalifikácia a certifikácia pracovníkov nedeštruktívneho skúšania.
- Vargová, H.: Certifikačné schéma COP č. 12, Príprava, skúšanie a certifikácia personálu NDT podľa STN EN ISO 9712 a schvaľovanie personálu pre NDT kontrolu tlakových zariadení. Výskumný ústav zvaračský, 2022

Tab.1 Štruktúrovaný kreditný systém pri obnovení certifikácie na stupne 1, 2 a 3 a pri recertifikácii na stupeň 3

položka	aktivita	Stupeň 1			Stupeň 2			Stupeň 3		
		body pridelené za aktivitu	max. počet bodov za rok činnosti	max. počet bodov za 5 rokov činnosti	body pridelené za aktivitu	max. počet bodov za rok činnosti	max. počet bodov za 5 rokov činnosti	body pridelené za aktivitu	max. počet bodov za rok činnosti	max. počet bodov za 5 rokov činnosti
Časť A										
1	Výkon činnosti NDT ^{a)}	2 za deň	25	95	2 za deň	25	95	2 za deň	25	95
2	Absolvovanie teoretickej prípravy v metóde	1 za deň	5	15	1 za deň	5	15	1 za deň	5	15
3	Absolvovanie praktickej prípravy v metóde	2 za deň	10	25	2 za deň	10	25	2 za deň	10	25
4	Vykonalie praktickej alebo teoretickej prípravy v požadovanej metóde NDT	-	-	-	1 za deň	15	75	1 za deň	15	75
5	Účasť na výskumných aktivitách v oblasti metódy NDT alebo inžinierstva NDT	1 za týždeň	15	60	1 za týždeň	15	60	1 za týždeň	15	60
Časť B										
6	Účasť na technickom seminári / príspevok v oblasti metódy alebo techniky	1 za deň	2	10	1 za deň	2	10	1 za deň	2	10
7	Prezentácia technického seminára / príspevok v oblasti metódy alebo techniky	1 za prezentáciu	3	15	1 za prezentáciu	3	15	1 za prezentáciu	3	15
8	Aktuálne individuálne členstvo v komisii NDT alebo v spoločnosti súvisiacej s NDT	1 za členstvo	2	5	1 za členstvo	2	5	1 za členstvo	2	5
9	Technický dohľad a školenie (mentoring) NDT pracovníka / stážistu v príslušnej metóde	-	-	-	2 za zverencia (stážistu)	10	30	2 za zverencia (stážistu)	10	40
10	Účasť alebo vedenie v normalizačných a technických výboroch	-	-	-	1 za výbor	3	15	1 za výbor	4	20
11	Vykonalie technickej úlohy týkajúcej sa metódy NDT v rámci certifikačného orgánu	-	-	-	2 za činnosť	10	30	2 za činnosť	10	40

Poznámka: Tam, kde je v tejto tabuľke uvedený výraz „rok (roky)“, ide o certifikačný rok a nie kalendárny rok



Ing. Marek Slovák, PhD. počas prezentácie o deformáciách zvarovaných konštrukcií



Pohľad do auditóriu



Riaditeľ pre výskum a vývoj VÚZ Ing. Peter Brziak, PhD. vysvetľuje analýzu príčin poškodenia plynovodu

Kvalita vo zváraní 2023

Výskumný ústav zvaračský usporiadal v termíne 3.-5. mája v Grandhoteli Praha v Tatranskej Lomnici v poradí už 21. konferenciu „Kvalita vo zváraní“. Po pandemických rokoch 2020 a 2021 prišiel rok 2022, ktorý sa vyznačoval niekoľkými udalosťami, na ktoré ľudstvo len tak nezabudne.

Medzi najvýznamnejšie patrí energetická kríza a vojna na Ukrajine. Obe udalosti boli natoľko významné, že mali priamy dopad na organizáciu odborných podujatí VÚZ. Napriek tomu sa nám tento rok podarilo zorganizovať vysoko odbornú akciu, ktorej sa zúčastnilo viac ako 220 odborníkov z oblasti zvárania zo Slovenskej republiky a z Českej republiky. Celkovo odznelo 15 odborných prezentácií. Súčasťou workshopu bola prehliadka produktov firiem **FANUC Slovakia s.r.o.**, **VALTEC s.r.o.** a **EWM HIGHTEC WELDING s.r.o.**

Odborný program konferencie otvoril generálny riaditeľ VÚZ Ing. Valér Demjan, PhD., MBA a riaditeľka divízie certifikácie a vzdelávania Ing. Beáta Machová.

ODBORNÉ PRÍSPEVKY:

Ultrazvuková technika PAUT vs TFM

Ing. Daniel Dopjera, PhD., ÚJV Řež, a. s., Husinec, ČR

Ultrazvuková technika Phased Array (PAUT) využíva ultrazvukové sondy s viacerými elementami (meničmi), prevažne 16, 32 a 64, ktoré sú umiestnené na klínoch (předsádkach) z plexiskla. Výsledný ultrazvukový zväzok je potom možné elektronicky riadiť. Aj keď technika PAUT ponúka lepšie možnosti ultrazvukovej kontroly, stále je obmedzená fyzikálnymi princípmi konvenčného ultrazvuku, na čo je nutné myslieť. Pri kontrole feritických zvarov technikou PAUT sa bežne využíva 16 alebo 32 aktívnych elementov a zobrazenie S-Scan s rozsahom uhlov 40° až 70°. Pri rozlíšení 1° tak získavame 31 aktívnych zobrazení A-Scan. Tento ultrazvukový zväzok je možné v blízkom poli danej sondy

aj elektronicky fokusovať do predom určenej oblasti záujmu (do úkosu alebo koreňa zvaru). V prípade zmeny parametrov ultrazvukového zväzku je nutná nová kalibrácia.

Technika FMC (Full Matrix Capture) využíva z PAUT sondy každý element ako vysielač a zároveň aj ako prijímač ultrazvukového signálu. Tzn., že získavame zobrazenie A-Scan z každej kombinácie páru jednotlivých elementov, kedy jeden element vysiela a zvyšok prijíma daný signál. V prípade PAUT sondy s 32 elementami to je až 1024 zobrazení A-Scan, resp. v porovnaní s technikou PAUT získavame veľké množstvo dát. Je technika FCM/TFM lepšia než technika PAUT? Jednoznačná odpoveď nie je a záleží od toho čo daný zákazník potrebuje.

Zaslepovanie teplovýmenných rúrok parogenerátorov

Ing. Peter Gajdošík, Slovenské elektrárne a.s., Bratislava

Dôležitou súčasťou snahy o udržiavanie vysokej úrovne bezpečnosti prevádzky jadrových elektrární (JE) sú prevádzkové nedeštruktívne kontroly (NDT). Sú nevyhnutné z dôvodov procesov prirodzeného opotrebenia a starnutia. Tieto procesy sú súčasťou prevádzky každého priemyselného zariadenia, vrátane JE. Monitorovanie uvedených procesov metódami NDT slúži na zisťovanie poškodení rôznych typov zariadení na JE.

Metóda vírivých prúdov (ET) má nezanedbateľnú tradíciu v SR ako aj ČR. Prevádzkové skúšanie teplovýmenných rúrok výmenníkov vírivými prúdmi má históriu už niekoľko desiatok rokov. Rovnako tak technický pokrok neuveriteľne posunul možnosti skúšania a tiež hodnotenia skúšaných rúrok. Skúšanie rúrok výmenníkov zo začiatku predovšetkým kondenzátorov, viedlo k vzniku jednotlivých meracích skupín v atómových elektrárnach v SR a ČR. Na Slovensku to boli najskôr Jaslovské Bohunice a neskôr Mochovce a v Čechách Dukovany, neskôr Temelín. Zatiaľ čo kontroly v klasickej časti energetiky sú skôr motivované prevádzkovými a ekonomickými dôvodmi, parogenerátory predstavujú rozhranie medzi aktívnou a neaktívnou časťou jadrovej elektrárne a sú preto veľmi dôležité z bezpečnostných dôvodov.

Tesnosť teplovýmenných rúrok parogenerátorov (PG) je veľmi dôležitá, aby nedochádzalo k prienikom primárnej vody (prechádzajúcej rúrkami) do sekundárneho okruhu. Tu začínal vítkovický dodávateľ parogenerátorov a jeho pracovníci vykonávať príslušné merania. Na Slovensku po vybudovaní Jaslovských Bohunic, kde sa meranie rúrok začínalo s VÚJE Trnava a okrem nich aj napríklad ORGREZ Bratislava.

NDT dôležitých častí jadrovej elektrárne sú dané príslušným individuálnym programom zaistenia kvality (IPZK, IPZJ, PK) pre každé zariadenie a tvoria základný predpoklad pre systematické sledovanie degradačných procesov, ktoré ovplyvňujú spoľahlivosť a životnosť prevádzky.

Nedeštruktívne skúšanie materiálov zariadení JE sa kontinuálne vykonáva od:

- začiatku výroby
- začiatku prevádzky
- počas celej doby prevádzky

JE sa môžu uviesť do prevádzky len vtedy, keď spĺňajú všetky požiadavky pre bezpečnú a spoľahlivú prevádzku počas celej doby projektovanej životnosti. Tieto predpoklady sú zabezpečované prísnyim overovaním kvality počas výroby, predprevádzkovým a prevádzkovým skúšaním.

Hybridní svařování laser-MIG ocelí pro energetiku

Doc. RNDr. Libor Mrňa, Ph.D., Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i., Brno, ČR

Príspevok sa zaoberá využitím hybridnej technológie laser-MIG na zváranie nehrdzavejúcich martenzitických ocelí používaných pri výrobe dielov parných turbín s cieľom dosiahnuť homogénny zvarový kov. Na zváranie bol využitý hybridný systém vyvinutý na ÚPT umožňujúci meniť šírku stopy laserového zväzku. Na rozdiel od bežnej konfigurácie tupého zvaru používaného pri hybridnom zváraní bol navyše vytvorený úkos. Pri rozšírení zväzku na cca 0,9 mm prešiel prídavný materiál aj do koreňovej časti zvaru vytvárajenej laserom, čo bolo preukázané EDS analýzou so zameraním na detekciu niklu, ktorým je legovaný prídavný materiál, ale ktorý sa prakticky nevyskytuje v základnom materiáli. Chemické zloženie zvarového kovu sa navyše v oblasti koreňa a hlavy nelíši, a bol teda dosiahnutý homogénny zvarový kov.

Podstatou hybridnej technológie Laser-MIG je súčasné pôsobenie laserového zväzku a oblúkovej metódy MIG do jedného zvarového kúpeľa. Hlavná rola laserového zväzku spočíva vo vytváraní hĺbkového prievaru v penetračnom režime. Prídavný materiál v podobe drôtu tavený v MIG horáku zaistí doplnenie potrebného množstva roztaveného kovu do zvarového kúpeľa pre dosiahnutie požadovaných rozmerov zvaru. Synergickoú výhodou hybridného zvárania je dosahovanie vysokých zvarovacích rýchlostí zodpovedajúcich laserovému zváraní a súčasne regulovateľný prísun prídavného materiálu zabezpečovaný procesom MAG pre zaistenie požadovaných rozmerov a parametrov zvaru.

Spájkovanie a chyby spájkovaných spojov

Ing. Jaroslav Kubíček, VUT, FSI Brno, ČR

Príspevok uverejňujeme v tomto čísle časopisu v sekcii odborných článkov.

Význam skúšok zvarových spojov pre prax

Ing. Luboš Mráz, PhD.

Príspevok uverejňujeme v tomto čísle časopisu v sekcii odborných článkov.

Životnosť parovodov. Odhad creepovej zvyškovej životnosti parovodov

Ing. Milan Baláž, PhD., Výskumný ústav zvaračský, Bratislava

Príspevok uverejňujeme v tomto čísle časopisu v sekcii odborných článkov.

Deformácie zvarovaných konštrukcií, dôvod vzniku, možnosti ich znižovania a možnosť optimalizácie

Ing. Marek Slovák, PhD., Výskumný ústav zvaračský, Bratislava

Zváranie ako modernú, veľmi efektívnu technológiu možno nájsť vo všetkých oblastiach priemyslu a konštrukcii. Samozrejme, teraz je požadovaná aj vysoká kvalita zvarových spojov, resp. zvarovaných konštrukcií, pretože zo skúsenosti vieme, že ak vznikne vada, tak prevažne v oblasti zvarového spoja. Ďalším negatívnym javom zvárania sú dĺžkové deformácie. Sú neoddeliteľnou súčasťou zvarovaných konštrukcií, ktoré musíme vždy obmedziť počas zvaracej technológie alebo následne konštrukciu rovnať. Ale hlavným činiteľom ovplyvňujúci dĺžkové deformácie vznikajúce počas zvárania má samotný tvar konštrukcie, tzn. konštrukčný design, až potom samotná technológia zvárania. Veľkým vplyvom na obmedzenie zvarovacích deformácií je správny návrh a aplikácia zvarovacích prípravkov.

Počas zvárania dochádza k rýchlemu ohriatiu a ochladeniu základného materiálu, resp. materiálov. Prídavný materiál je privedený vo forme nataveného materiálu do oblasti zvarového spoja, tzn. do miesta spojenia, kde dochádza k jeho premiešaniu so základným nataveným materiálom a následnému ochladeniu, tzn. že prídavný materiál sa iba ochladzuje. Hlavným faktorom počas zvárania je teplota, tzn. ohriatie a ochladenie ako základného materiálu, tak prídavného materiálu. Vznikajúce teplotné polia, ktoré spôsobujú väčšinou nasledujúce negatívne javy v oblasti zvarového spoja a teplotne ovplyvnenej oblasti:

1. Teplotné gradienty
2. Zmena lokálnej materiálovej štruktúry
3. Zmena veľkosti zrna
4. Vznik materiálových, resp. chemických lokálnych zlúčenín
5. Vznik lokálnych/globálnych deformácií
6. Vznik interných a zvyškových napätí
7. Degradácia materiálu kumulatívnu plastickou deformáciou

Uvedený zoznam sa hlavne týka javov, ktoré vznikajú na báze teplotno-me-



FOTO: ARCHIV VÚZ

Ing. Igor Kostolný, PhD. priblížil opravu nátrubku

chanického vplyvu vo zvarovom spoji a teplotne ovplyvnenej oblasti. Nie sú uvažované prípadné chyby zvárača, resp. všeobecne technologické chyby alebo vady ako je napr. studený spoj, póry, neprevarený koreň, zavarená troska, vznik lokálnych vrubov atď.

Hlavné vplyvy na deformácie zvaranej konštrukcie (podľa dôležitosti):

1. Tvar samotnej zvaranej konštrukcie – má dominantný vplyv na deformácie. Nesprávne technologicky navrhnutú zvaranú konštrukciu v mnohých prípadoch nemožno zvarať bez zvyškových deformácií a musí sa vždy vyrovnávať.
2. Aplikácia zvaracích prípravkov – ich správnu aplikáciu je možné znížiť deformácie až o 50 % a je veľmi efektívna pri zvaraní materiálov do hrúbok cca. 30 mm.
3. Použitá technológia zvarania – tu môžeme ovplyvňovať iba množstvo vneseného tepla a postup kladenia jednotlivých spojov na zvaranej konštrukcii, tzn. sekvenciu zvarania. Pri správnej aplikácii množstva vneseného tepla a správnej sekvencii zvarania môžeme znížiť deformácie zvaranej konštrukcie až o 40 %. Je tu aj možnosť výrazného zníženia deformácií – väčšinou aplikáciou technológií ako zvaranie laserom, hybridné zvaranie, trecie zvaranie alebo aj čiastočne MAG CMT.

Svařování rozměrných pozinkovaných konstrukcí a jejich navrhování

Ing. Petr Strzyž, Asociace českých a slovenských zinkoven, z.s., Ostrava, ČR
Protikorózná ochrana je neoddeliteľnou a veľmi dôležitou súčasťou výrobného procesu akejkoľvek ocelevej konštrukcie. Okrem dekoratívnej funkcie je jej hlavným účelom ochrana ocelového povrchu pred pôsobením korózných stimulátorov a následnou degradáciou povrchu. V praxi existuje celý rad metód, resp. technológií, ktoré poskytujú ocelovému povrchu dostatočnú protikoróznú ochranu.

V priemyselnej oblasti ocelových konštrukcií sa veľmi často stretávame s použitím povlaku žiarového zinku, ktorý môže byť finálnym povlakom na ochranu proti korózii, ako aj základným povlakom na zhotovenie duplexného povlaku. Povlak žiarového zinku má v bežných atmosférických podmienkach veľmi dlhú životnosť, má výbornú mechanickú odolnosť, dokonalé pokovanie dutín a hrán, ale pri príprave súčastí pre žiarové zinkovanie je nutné dodržať niekoľko zásad a následne pri zinkovaní dodržať technologické postupy a normy.

Podmienok pre správny návrh súčastí pre žiarové zinkovanie je viac, ale pre dosiahnutie čo najlepšieho výsledku pri zinkovaní je vhodné vo fáze navrhovania konštrukcie konzultovať konštrukčné riešenie so zinkovňou. Zinkovňa má

rovnaký záujem o vhodné konštrukčné riešenie a výrobu výrobku z vhodného materiálu na žiarové zinkovanie, ako zákazník. Keď pozinkovanie prebehne bez problémov, je takmer isté, že zákazník bude spokojný a tým aj žiarová zinkovňa.

Oprava HZS nátrubku N23 potrebnej trasy určenej na meranie tlaku dusíka na PG JE EMO1

Ing. Igor Kostolný, PhD., Výskumný ústav zvaračský, Bratislava

Všetky heterogénne zvarové spoje (HZS) parogenerátorov sú na vnútornom povrchu nechránené. Sú vystavené účinkom vody alebo pary sekundárneho okruhu a v čase odstavenia JE a otvorenia sekundárneho priestoru parogenerátora aj účinkom vzdušného kyslíka.

Spoločným, alebo veľmi podobným mechanizmom degradácie heterogénnych zvarov na parogenerátoroch, je vznik korózných trhlín na hranici stavenia zvarového spoja (v poduške spoja) a základného uhlíkového materiálu. Trhliny sú iniciované z vnútorného povrchu a šíria sa prevažne po hranici zvaru a rovnobežne so zvarom. Vzhľadom na korózný spôsob šírenia môžu trhliny rýchlo prerásť cez celú hrúbku steny a spôsobiť netesnosť na sekundárnej strane parogenerátora. Pri súčasnom raste do hĺbky aj do dĺžky existuje (pri trhlínach veľkej dĺžky) aj riziko roztrhnutia potrubia v mieste poškodenia.

Nátrubok N23 je určený na merania hermetičnosti (tlaku dusíka) košielok PG (PG11, 12, 13 – na pravej strane od nátrubku napájania a PG14, 15, 16 – na ľavej strane od nátrubku napájania). Nátrubok N23 je iba na PG 1-6 na 1. bloku JE EMO1.

Heterogénny zvarový spoj nátrubku N23 je objemovo možné skúšať iba ultrazvukom, nakoľko nátrubkom prechádza súosá rúra. Vo všetkých 6-tich skúšaných zvaroch nátrubku N23 na EMO1 boli zistené indikácie podobného charakteru. Všetky doteraz registrované chyby boli posúdené výpočtom ako prípustné na prevádzku. Nie je však vylúčený rozvoj týchto chýb. Okrem toho niektoré z chýb dosahujú veľkú dĺžku a preto nebola možná lokálna, ale iba komplexná oprava.

Z tohto dôvodu Výskumný ústav zvaračský navrhoval a odskúšal vývojový program technológie opravy predmetného nátrubku spolu s vývojom zvariteľnosti heterogénneho zvarového spoja spojený s atestáciou prídavného materiálu typu 3.2 na základe požiadaviek ÚJD SR.

Na základe vývoja zvariteľnosti a získaných výsledkov mechanických vlastností a analýz štruktúrnej stability vrátane skúšok MKK zvarového spoja možno konštatovať, že opravný zvarový spoj spĺňa požiadavky a štandardy platných

predpisov SE a.s. a legislatívy ÚJD SR. Pozorovaná mikroštruktúra charakteristických oblastí zvarového spoja zodpovedá zvaraným materiálom a vhodne navrhutej technológii zvarovania. Predmetný vývoj zvariteľnosti týkajúci sa opravy HZS nátrubku N23 bude zúčinený počas realizácie opravy na TGO 2023 v EMO1.

Mobilné kryogénne tlakové nádoby do objemu 1 000 l tekutého plynu a malých hrúbok, zvarané plazmou KEY-HOLE systémom

Doc. Ing. Milan Čomaj CSc, EWE, Auguste Cryogenics Slovakia s.r.o., Košice

Kryogénne tlakové zásobníky na skvapalnené plyny do obsahu 1 000 l, sú dvojplášťové nádoby z austenitických chromnikových ocelí typu 18/8, hrúbka 2,5 až 4 mm. Plyn v kvapalnom stave pri nízkych teplotách (O₂ – 183 °C; N₂ – 196 °C; LNG – 162 °C) prináša rad technických problémov. Zvarové spoje musia spĺňať prísne podmienky pre prácu pri nízkych teplotách. Hlavne zabrániť vzniku solidifikačných trhlín. Ďalej používaná oceľ je pri teplotách -196 °C metastabilná, vznikom podielu martenzitickej a karbidickej fázy v austenitickej matici. Nakoľko delta ferit má výrazne nižšie krehkolomné vlastnosti, u týchto nádob obmedzuje v rozsahu 3-8 %. Jeho vznik a množstvo nezávisí len od chemického zloženia ocele a prídavných materiálov, ale aj od pomerov tuhnutia v kryštalizačnej vani zvarového spoja. Tu sa výhodne využívajú systémy pracujúce key-hole systémom, kde už používané Schaefflerove diagramy a Delongove diagramy nepopisujú presne vzniklé fázy pri solidifikácii. Tu je dôležité meranie obsahu delta feritu pomocou feritometrov. Problémom je optimalizácia parametrov zvarovania plazmou na vytvorenie key-hole systému zvarovania u tenkých plechov zásobníka.

Novovpracovaná technológia plazmového zvarovania systémom key-hole je vhodná do hrúbok pláňa 2,5 mm vypracovanými parametrami zvarovania. Podľa našich skúseností key-hole systém spĺňa požiadavky na krehkolomné vlastnosti zvarových spojov tlakových nádob pracujúcich pri kryogénnych teplotách.

Stanovenie parametrov odporového bodového zvarovania ocele S355J-2N+C pre dodržanie maximálnej dovolenej tvrdosti zvarového kovu v zmysle STN EN 15085-3

Ing. Peter Blažiček, PROFI-WELD s.r.o., Bratislava

Príspevok je zameraný na riešenie problematiky odporového bodového zvarovania a spôsobu odladenia jeho parametrov so zameraním na dodržanie podmienky minimalizácie vzniku martenzitu vo zvarovom kove pre účely použitia predmetných zvaraných konštrukcií v kolážovej doprave.

Požiadavka zákazníka bola pre odporové bodové zvarovanie s použitím 23 kVA pneumaticky ovládaných bodovacích klieští s integrovanou riadiacou jednotkou TE470 navrhnuť zvaracie parametre bodového spoja plechov hrúbka 2 mm a 1,5 mm z materiálu S355J2C+N tak, aby boli splnené akostné požiadavky zvarového spoja CL1 v zmysle normy EN 15085-3 s hodnotami tvrdosti podľa EN ISO 15614-1, s dokladovaním skúšok v zmysle EN ISO 15614-12, vrátane tvrdosti HV10, max 380.

Bodové zvarovanie je odporové zvarovanie, pri ktorom prechodom elektrického prúdu sa na rozhraní stláčaných materiálov roztaví určitý objem materiálu, ktorý po vypnutí el. prúdu tuhne a vytvára zvarový kov. Zvar má tvar šošovky a vytvára sa bez prídavného materiálu.

Vznik bodového zvaru charakterizuje prudký rýchly ohrev na teplotu tavenia a následné rýchle ochladenie.

Základný problém zvýšenej tvrdosti zvarového kovu spočíva v transformácii austenitu na martenzit spôsobenej veľkou rýchlosťou ochladzovania po zvarení.

Podľa IRA diagramu zvaranej ocele by sa na prvý pohľad mohlo zdať, že prekonať nos bainitickej respektíve feritickej premeny by nemal byť problém, vzhľadom na to, že tento sa nachádza menej ako 1 sekundu z ľavej strany diagramu, teda chladnutie zvarového kovu z teploty Ac3 (cca 800 °C) na teplotu Martenzit štart (Ms – cca 440 °C) by mal trvať viac ako 1 sekundu, aby materiál zvarového kovu po vychladnutí bol tvorený väčším podielom bainitu prípadne feritu.

Počas konferencie odzneli aj príspevky partnerov konferencie:

Analýza príčin poškodenia tranzitného plynovodu DN 1200 vyrobeného z ocele X70

Ing. Peter Brziak, PhD., Výskumný ústav zvaračský, Bratislava

Kolaboratívna a malá robotizácia zvaracích procesov v priemysle

Bc. Pavel Acs, Ing. Peter Kapusta, VALTEC s.r.o., Lieskovec

Prezentácia spoločnosti EWM HIGHTEC WELDING s.r.o.

Pavel Humlach, EWM HIGHTEC WELDING s.r.o., Jiříkov, ČR

Nová norma STN EN ISO 9712:2022

Ing. Peter Ďurík, Výskumný ústav zvaračský, Bratislava

Vývoj modifikácie nátrubku pohonu HRK na veku reaktora 4. bloku v SE EBO

Ing. Miroslav Jáňa, PhD., Výskumný ústav zvaračský, Bratislava

Fanuc, priateľ robotického zvarovania

Ing. Martin Hrabčák, FANUC Slovakia s.r.o., Nitra

Počas konferencie prebiehala tombola, v ktorej bolo pripravených množstvo zaujímavých cien od partnerov konferencie, ale aj iných spoločností z celého Slovenska.

Touto cestou ďakujem partnerom konferencie FANUC Slovakia s.r.o., VALTEC s.r.o. a EWM HIGHTEC WELDING s.r.o., vďaka ktorým môžeme každoročne zvyšovať kvalitu konferencie.

PARTNERI KONFERENCIE



Odborníci v oblasti zvarovania tak dostali možnosť absolvovať vysoko odborné podujatie, na ktorom sa mohli dozvedieť množstvo užitočných informácií, ktoré môžu uplatniť v praxi a zároveň mali možnosť osobne konzultovať pracovné záležitosti priamo s prednášajúcimi odborníkmi.

Na základe vysokej miery spokojnosti účastníkov konferencie si vás týmto dovoľujeme všetkých pozvať na konferenciu **Národné dni zvarovania**, ktorú budeme organizovať v dňoch **20.-22. septembra 2023 v Hotel Ski & Wellness Residence Družba Demänovská Dolina**. Na ďalšie stretnutie s vami sa teší pracovníci VÚZ Bratislava.

Ing. Miroslav Murčo

Deň ESA na Slovensku

Tohtoročná medzinárodná konferencia Fórum inžinierov a technikov Slovenska (FITS) 2023 sa uskutočnila 15. až 17. marca v Congress Hoteli Centrum v Košiciach. FITS organizoval Zväz slovenských vedeckotechnických spoločností (ZSVTS) v spolupráci s Ministerstvom školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky (MŠVVaŠ SR), Slovenskou vesmírnou kanceláriou, Slovenskou agentúrou pre rozvoj investícií a obchodu (SARIO) a Európskou vesmírnou agentúrou (ESA).

Ústredná téma FITS 2023 mala názov: **Deň ESA na Slovensku**. Téma konferencie bola zvolená najmä z dôvodu, že Slovenská republika sa nedávno stala pridruženým členom Európskej vesmírnej agentúry. Pridružené členstvo ponúka možnosti na transformáciu slovenského hospodárstva a rozvoj jeho inovačného potenciálu k oblastiam s vyššou pridanou hodnotou. Bolo preto namieste zrealizovať podujatie, ktoré spropaguje a vysvetlí význam tohto členstva pre slovenských účastníkov.

Záštitu nad XVI. ročníkom konferencie FITS prevzal – a priamo sa jej zúčastnil minister školstva, vedy, výskumu a športu SR, pán **Ján Horecký**. Súčasťou podujatia bolo slávnostné odovzdávanie ocenení ZSVTS z rúk ministra. Skvelá zahraničná účasť popredných funkcionárov ESA, účasť prvého slovenského kozmonauta ako aj francúzskeho kozmonauta, účasť slovenskej astrobiologičky ako aj popredných slovenských vedcov v danej oblasti zabezpečila príjemnú atmosféru. Podujatie, ktorého sa zúčastnilo viac ako 170 účastníkov zo Slovenska i zahraničia brilantne moderoval **doc. Benedikt Badánik** zo ŽU v Žiline.

V prvý deň konferencie si účastníci vypočuli prednášku „**Čaro astronómie**“. Taktiež absolvovali exkurziu s výkladom v najstaršom planetáriu na Slovensku na Hlavnej ulici v Košiciach. Nosný deň konferencie (16. marca) slávnostne otvorili prihovormi minister školstva Ján Horecký, generálny riaditeľ ESA **Josef Aschbacher** a prezident ZSVTS **Dušan Petráš**. Nasledovná odborná časť konferencie obsahovala tri bloky vystúpení, v ktorých boli prezentované tieto príspevky:

- **Hlavný prejav** zástupcu ESA predniesol **Frédéric Nordlund**, riaditeľ odboru zahraničných vzťahov ESA.
- **Vesmírne aktivity na Slovensku a spolupráca s ESA** – **Jana Rovňanová**, vedúca Slovenskej vesmírnej kancelárie, MŠVVaŠ SR a **Robert Šimončík**, generálny riaditeľ SARIO.



Držitelia zlatej medaily ZSVTS na FITS 2023. Tretí zľava člen SZS, Dr. h. c. prof. Ing. Jozef ZAJAC, CSc.

- **Podpora vzdelávania, výskumu a vývoja v oblasti vodíkových technológií** zo strany MŠVVaŠ SR – **Martin Šponiar**, OIŠPEMIVV SVT, Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu SR.
- **Predstavenie agentúry ESA a jej programov** – **Stephen Airey**, vedúci sekcie nových, spolupracujúcich a pridružených štátov, ESA.
- **Zhodnotenie doterajšej spolupráce Slovenska a ESA** – **Kay van der Made**, Country Officer Slovakia, ESA (v rámci sekcie nových, spolupracujúcich a pridružených štátov zodpovedná za spoluprácu so SR).
- **Príležitosti v priemyselnom vesmírnom sektore** – projekty, výzvy a špecifická financovania – **Michal Brichta**, vedúci priemyselnej zložky Slovenskej vesmírnej kancelárie, SARIO a **Daniel Šagath**, Slovenská vesmírna kancelária.
- **Potenciál Slovenskej republiky v rámci vesmírneho výskumu – Vesmírne počasie** – **Šimon Mackovjak**, Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied v Košiciach.
- **Potenciál SR v rámci vesmírneho výskumu – Vesmírny odpad** – **Jiří Šilha**, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave.
- **Úspešné slovenské vesmírne firmy** (predstavenie a panelová diskusia firiem CTRL, insar.sk, Geodeticca, Spinea).
- **Aktivity Prototypového a inovačného centra Strojnickej fakulty TUKE** v oblasti leteckého a vesmírneho priemyslu – **Marek Vrabec**, **Peter Barančík**, **Jozef Živčák**, **Ján Slota**, Strojnícka fakulta Technickej univerzity v Košiciach.
- **Výskum vesmíru na Slovensku** – **Aleš Kučera**, Astronomický ústav Slovenskej akadémie vied.
- **Misia Štefánik a Misia Perseus** – **Ivan Bella**, prvý slovenský kozmonaut a **Jean-Pierre Haigneré**, francúzsky astronaut.
- **Kolonizácia iných planét** – **Michaela Musilová**, slovenská astrobiologička.
- **Slovenské “cubesaty”** – skCUBE, GRBA1pha

a príprava GRBBeta – **Norbert Werner**, **Jakub Kapuš**, **Miroslav Šmelko**.

Súčasťou konferencie FITS 2023 boli dve rozsiahle diskusné fóra. Prvé sa týkalo úspešných slovenských vesmírnych firiem. Druhá diskusia bolo o vesmírnom pobyte Ivana Bellu, prvého slovenského kozmonauta a Jean-Pierre Haignerého, francúzskeho astronauta. Práve táto dvojica, ktorá bola pred 24 rokmi v jednej posádke letu na vesmírnu stanicu MIR, zanechala v účastníkoch hlboký dojem.

Nosnou témou posledného dňa bola téma **Vesmír na dotyk** – Popularizačný deň určených pre študentov a verejnosť. Podujatie prebiehalo v SteelParku vedy – Kulturpark Košice. Prednášku spojenú s diskusiou „**Pobyť prvého Slováka na zemskej orbite**“ viedli Ivan Bella a Jean-Pierre Haigneré a ako obyčajne, nesklamala. Účastníkov potešil aj fototermin: „Dotkni sa astronauta“.

Nasledovala prednáška „**Budúcnosť vesmírneho výskumu (Mars či Mesiac?)**“ autoriek **Michaela Musilová** (slovenská astrobiologička – obr. 4) a **Nicole Majská** (bývalá stážistka SR v ESA). Popularizačný deň pre študentov a verejnosť vyvrcholil časťou „**Košický vesmír – Spoznajte ľudí**“, ktorí spolu vytvárajú košícky vesmírny ekosystém (Deutsche Telekom IT Solutions Slovakia, SAV, TUKE, ...).

Slávnostná časť konferencie FITS 2023

V slávnostnej časti programu konferencie boli členom ZSVTS, za ich aktívnu a obetavú prácu na poli vedy a techniky, odovzdané ocenenia: Čestné uznanie ZSVTS, Strieborná medaila ZSVTS, Zlatá medaila ZSVTS, Plaketa k 30. výročiu vzniku ZSVTS. Keď si predstavíme, že ZSVTS má 45 členských organizácií, tak Slovenská zväračská spoločnosť (SZS) má v jej štruktúre popredné miesto. Ved' z udelených cien ZSVTS pripadá na SZS 13%.



Prezident ZSVTS, prof. Ing. Dušan Petráš, PhD., odovzdáva čestné uznanie prof. Ing. Romanovi Gálíkovi, PhD.



Brigádný generál Ing. Ivan Bella si prevzal ocenenie z rúk ministra školstva Jána Horeckého a prezidenta ZSVTS Dušana Petráša

ZSVTS udelil 7 zlatých a 6 strieborných medailí, 30 čestných uznaní a 4 plakety k výročiu vzniku. Medzi ocenenými osobnosťami za rok 2022 boli aj významné osobnosti zo SZS. Zoznam ocenených zástupcov SZS spolu s uvedením druhu ocenenia je v tabuľke.

Ján Horecký, minister školstva, vedy, výskumu a športu SR, spolu s Dušanom Petrášom, prezidentom ZSVTS odovzdali Plaketu k 30. výročiu vzniku ZSVTS nasledovným osobnostiam: **prof. Ing. Kristína Zgodavová, PhD.**; Brigádný generál **Ing. Ivan Bella** (obr. 7); **Ing. Ján Baláž, PhD.** a **prof. Ing. Karel Kudela, Dr.Sc.** in mem.

NA ZÁVER musíme vyzdvihnúť organizačné a odborné zabezpečenie tejto úspešnej konferencie.

Meno nositeľa ocenenia	Ocenenie ZSVTS
Ing. Jozef Zohn, PhD., EWE	Čestné uznanie
prof. Ing. Jozef Živčák, PhD., MPH	Čestné uznanie
prof. Ing. Roman Gálik, PhD.	Čestné uznanie
doc. Ing. Jozef Žarnovský, PhD.	Čestné uznanie
Ing. Ľubomír Olexa, PhD.	Strieborná medaila
Dr. h. c. prof. Ing. Jozef Zajac, CSc.	Zlatá medaila

V tabuľke uvádzame zoznam ocenených zástupcov Slovenskej zväračskej spoločnosti spolu s druhom ocenenia

cie. Takéto personálne obsadenie prednášajúcimi zo Slovenska ako aj zo zahraničia sa slovenským organizátorom už dlho nepodarilo. Podujatie FITS 2023 malo za cieľ poskytnúť príležitosti získať prostredníctvom odborných príspevkov informácie, zdieľať skúsenosti, ako i príklady dobrej praxe a úspešnej realizácie vesmírnych aktivít na Slovensku. Myslím, že daný cieľ sa podarilo na 100 % naplniť.

Ing. Pavol RADIČ, PhD.
Slovenská zväračská spoločnosť

Príspevok recenzoval:
Ing. Jozef Krajčovič, PhD.
ZSVTS

schválené technické normy

číslo normy	názov normy	dátum vydania
STN EN ISO 12696	Katódová ochrana ocele v betóne (ISO 12696: 2022)	1.5.2023
STN EN ISO 15610	Stanovenie a schválenie postupov zvárania kovových materiálov. Schválenie na základe overených zväracích materiálov (ISO 15610: 2023)	1.5.2023
STN EN ISO 17636-2	Nedeštruktívne skúšanie zvarov. Skúšanie prežarovanim. Časť 2: Techniky röntgenového žiarenia a žiarenia gama s použitím pomocou digitálnych detektorov (ISO 17636-2: 2022, opravená verzia 2023-02)	1.5.2023
STN ISO 10017	Manažérstvo kvality. Usmernenie na štatistické techniky pre ISO 9001: 2015	1.6.2023
STN EN ISO 5817	Zváranie. Zvarové spoje ocelí, niklu, titánu a ich zliatin zhotovené tavným zváraním (okrem lúčového zvárania). Stupne kvality (ISO 5817: 2023)	1.6.2023

POTRUBÍ 2023

Je všeobecne známe, že široká zváračská komunita sa prostredníctvom Slovenskej zváračskej spoločnosti (SZS) zapája do rôznych podujatí. A to aj takých, ktoré sú mimo územia Slovenska. Jedným z takýchto podujatí je aj konferencia POTRUBÍ 2023. Tu SZS vystupovala ako spoluorganizátor, zatiaľ čo hlavný organizátor bola spoločnosť MEDIM, spol. s r.o. a najmä jej najskúsenejší člen, Ing. Miroslav Lhotský.

Odbornú garanciu nad podujatím prevzalo České vysokého učení technického v Prahe, Strojníckej fakulty, Česká spoločnosť pre nedeštruktívne technológie, Zväz pre poskytovanie technických informácií, Technická inšpekcia ČR a Česká hutnícka spoločnosť. O úspechu konferencie svedčí nielen značný počet prednášateľov, ale aj veľké množstvo vystavovateľov a hlavne viac ako 150 účastníkov. Vysoko špecializovaná odborná konferencia POTRUBÍ 2023 sa uskutočnila 21.-22. februára v hotel Černigov, v Hradci Králové. Oboznámili sme sa s modernými technológiami, postupmi a materiálmi používanými pri návrhu, realizácii, inšpekcii a opravách potrubných sietí.

Hlavné programové témy konferencie boli:

- Výpočty potrubných systémov s hlavným dôrazom na zmenu hraničných podmienok.
- Vyhodnotenie technického stavu plynovodu.
- Tesniace schopnosti pre kritické aplikácie.
- Mechanické a zvarané spoje potrubia.
- Inteligentná potrubná sieť – možnosti vzdialenej správy a diagnostiky prostredníctvom technológií internetu vecí.
- Prehľad technológií používaných na dočasné prerušenie toku média v potrubí.
- Moderné metódy vyhľadávania únikov v potrubnej sieti.
- Mapovanie koróznych strát a kontrola zvarov pomocou moderných technológií.
- Tepelné namáhanie potrubí a z toho vyplývajúce riziká.
- Moderné metódy diagnostiky ventilov.
- Moderné NDT metódy – príklady vhodného využitia, kombinácia NDT metód.
- Korózia potrubí – tvorba defektov.
- Nové materiály a technológie pre distribúciu priemyselných médií.
- Rekonštrukcia – opravy potrubných systémov počas prevádzky, montáž kompozitných objímok s dlhou životnosťou.

Uvádzame najvýznamnejšie príspevky prezentované na podujatí:

- **Přehled technické legislativy a vydaných norem v roce 2022 s komentářem.**
Jan Lhotský, MBA; Ing. Jan Weischera, DWW, Asociace poskytovatelů technických informací, z. s., Praha
- **Řízení rizik – Kontrolní seznamy a jejich využití při výstavbě a provozu potrubí.**
doc. RNDr. Dana Procházková, DrSc, PhD., ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Praha
- **Možnosti vzniku falešných indikací při provádění magnetického zkoušení materiálů.**
Ing. Jakub Horváth, Ph.D., IWE, ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Praha
- **Vlivy na těsnost přírubových spojů.**
Ing. Martin Tesař, Pokorny industries s.r.o., Brno
- **Termomechanická únava a její zkoušení.**
Ing. Michal Bartošák, Ph.D., ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Praha
- **3D skenování ohybů parovodů za účelem sledování tečení.**
Ing. Pavel Mareš, Centrum výzkumu Řež s.r.o., Plzeň
- **Lze ze zbytků těsnění zjistit příčinu selhání?**
Michal Páca, Ruml, s. r. o., Praha
- **Přehled technologií používaných pro dočasné přerušování průtoku média ve vysokotlakých potrubích.**
Ing. Jan Kánský, FASTRA s.r.o., Kolín

- **Využití kompozitních materiálů při výstavbě a rehabilitaci potrubní infrastruktury.**
Ing. Vojtěch Ort, Ortodoma, s. r. o., Praha
- **Metoda weld overlay – oprava potrubních systémů převarněním.**
Ing. Tomáš Gurčík, IWE, ČVUT v Praze, fakulta strojní, Praha
- **Využití automatizovaných robotických systémů pro digitalizaci procesů údržby a oprav.**
Milan Rollo, AgentFly Technologies s.r.o., Praha
- **Význam EPD (Environmental Product Declaration) a jeho přínos pro vodárenství.**
Ing. Miroslav Pflieger, SAINT GOBAIN PAM CZ s.r.o., Praha
- **Možnosti detekce koroze uvnitř potrubí metodou magnetické paměti kovů.**
Ing. Václav Svoboda, PREDITEST, s.r.o., Praha
- **PE potrubí – novinky v sortimentu a využití PE trubek velkých průměrů 500-1600 mm.**
Ing. Daniel Šnajdr, Egeplast international GmbH, Greven
- **Výpočet limitních velikostí vad potrubí v provozu.**
Ing. Václav Pekař, CSc., APTI, z.s., Praha
- **Aktuální trendy ve výuce a tréninku svářečského personálu potrubních systémů s využitím moderních technologií.**
Ing. Tomáš Gurčík, IWE; doc. Ing. Ladislav Kolařík, Ph.D., IWE, ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav strojírenské technologie
- **Vplyv prídavného ohybového zaťaženia na zostatkovú životnosť tranzitného plynovodu.**
Doc. Ing. Peter Bernasovský, EWE, PhD., APTI z.s., Bratislava
- **Průmyslové plynovody – nedeštruktivní inspekce, prediktivní údržba, opravy.**
Ing. Jan Kobielski, Česká hutnícká společnost, z. s., Třinec
- **Použití moderních armatur.**
Ing. Jaromír Sobotka, HAWLE ARMATURY s.r.o., Jesenice u Prahy
- **Speciální práce na VTL plynovodech.**
Radim Mucha, GASCONTROL, společnost s r. o., Havířov-Prostřední Suchá
- **Aktuální pohled provozovatele na polyetylenové materiály pro budování a obnovu distribuční sítě.**
Ing. František Humhal, GasNet s.r.o., Praha
- **Rekonstrukce plynových potrubí nedeštruktivním způsobem.**
Ing. František Humhal, GasNet s.r.o., Praha
- **Systémy spojování potrubí lisováním.**
Ing. Tomáš Uchytíl, Viega s.r.o., Praha
- **Zkouška svarů potrubí u membránových stěn pomocí digitální radiografie.**
Stanislav Juráček, DiS, ATG s.r.o., Praha

Ciel' odbornej konferencie POTRUBÍ 2023 sa zamerl na zvýšenie kvalifikácie, odborných vedomostí a zručností účastníkov konferencie a tento cieľ sa naplnil. Potrubia sú totiž absolútne základným prvkom väčšiny technických zariadení určených na prepravu širokej škály kvapalín, sypkých materiálov alebo na prenos tepelnej energie. Samotné potrubie je ovplyvnené rôznymi vplyvmi prostredia a jeho prevádzka je zvyčajne spojená s určitou mierou rizika. Často je tiež kritickou súčasťou infraštruktúry, kde najčastejšie dochádza k nehodám. Preto sú klasické vedecké disciplíny ako materiálové inžinierstvo, diagnostika a regulácia rozhodujúce pre bezpečnosť prevádzky potrubia. Prechod na bezuhľíkovú energiu nám prinesie aj množstvo zaujímavých výziev, s ktorými sa priemysel bude musieť vysporiadať a to bude nosnou témou budúročnej konferencie POTRUBÍ 2024.

Ing. Pavol Radič, PhD.
predseda SZS
Jan Lhotský, MBA,
konateľ MEDIM, spol. s r.o.

Zváranie plastov v priemyselnej praxi

Prvý ročník medzinárodnej konferencie so zameraním na Zváranie plastov v priemyselnej praxi sa uskutočnil 19. a 20. apríla 2023 v hoteli Grand Jasná, v Demänovskej Doline.

Hlavní partneri podujatia boli: Žilinská Univerzita v Žiline – Strojnícka fakulta, TÜV SÜD Slovakia s.r.o., UNO PRAHA, spol. s r.o., Slovenská zváračská spoločnosť, Zväz slovenských vedeckotechnických spoločností, ALIAXIS, MIVA, spol. s r.o., PIPELIFE SLOVAKIA, s.r.o., ASIMEX, s.r.o. a PLASTIX, s.r.o.

Konferencia, na ktorej sa zúčastnilo viac ako 100 účastníkov hlavne zo Slovenska a Českej republiky, mala nasledovné odborné zameranie:

- Zváranie plastov v priemyselnej praxi.
- Tvorba zváračskej dokumentácie pri zváraní plastov.
- Zváračský personál pri zváraní plastov, normalizácia.
- Nedeštruktívna kontrola a skúšanie pri zváraní plastov.
- Priemyselné aplikácie pri zváraní plastov.

Po slávnostnom otvorení konferencie, ktoré zabezpečili: Ing. A. Bareš, Ing. L. Grünermelová a doc. Ing. M. Mičian, PhD., nasledovala prednášková časť. Medzi nosné príspevky môžeme zaradiť:

- **Tvorba zváračskej dokumentácie pri zváraní plastov v plynárenstve;** doc. Ing. Viliam Leždik, PhD. – SPP-D
- **Zváranie delených chráničiek z PEHD;** Ing. Jozef Čekovský – MIVA Smižany
- **Deštruktívne skúšky zvarových spojov plastov;** doc. Ing. Miloš Mičian, PhD – ŽU SJF
- **Skúšky tesnosti zvarov na veľkoformátových pevných fóliách;** Slavo Spes, MSc. – Sensor, s.r.o., Ing. Lucia Grünermelová – TÜV SÜD
- **Celoplastový reaktor na termické odstraňovanie amoniaku od návrhu až po realizáciu;** Vladimír Leckéši – AQUAFLOT
- **Praktické skúsenosti pri ultrazvukovej kontrole zvarových spojov z plastu;** Ing. Radoslav Koňár, PhD. – ŽU SJF



Pohľad do pléna konferencie

- **Výzvy a trendy v trvalo udržateľnom priemysle;** Ing. Ján Trcka – TÜV SÜD
- **Plávajúce normné steny v odľahčovacích komorách;** Ing. Milan Klempay – MIVA Smižany
- **Svařování plastů – legislativa, změny a novinky;** Ladislav Ondráček – UNO Praha
- **Elektrovarkovy – svařitelnost v praxi;** Ing. Alexandr Bareš – UNO Praha
- **Zváračský personál pri zváraní plastov;** Ing. Juraj Irling – Zváračská škola O89, Nové Mesto nad Váhom

Súčasťou konferencie bolo aj rozsiahle diskusné fórum k danej téme. Diskusia následne pokračovala aj pri večernom posedení. Na získanie praktických poznatkov bola pre účastníkov v priestoroch hotela zorganizovaná propagácia firiem, ako aj výstava produktov, prístrojov a strojných zariadení súvisiacich so zváraním plastov. Na Slovensku sa pre oblasť zvárania plastov doposiaľ takáto konferencia neuskutočnila. Verím, že tohtoročná úspešná akcia bude mať v budúcnosti pokračovanie.

Ing. Pavol Radič, PhD.
Slovenská zváračská spoločnosť

Oceňovanie prác ŠVOČ na Sjf STU v Bratislave

Spolupráca medzi Strojníckou fakultou STU v Bratislave a Slovenskou zváračskou spoločnosťou (SZS) je dlhodobá. Členská základňa „zváračov“ na Sjf STU patrí medzi základný kameň SZS. To sa prejavilo aj pri hodnotení študentskej vedeckej odbornej činnosti (ŠVOČ) za rok 2023.

Pri tejto príležitosti boli za kvalitu práce ŠVOČ ocenení dvaja študenti, ktorých príspevky sú zamerané na zváranie a súvisiace procesy. Ocenení boli študenti: **Bc. Filip Hlúšek** za prácu „Výroba polotovarov na bimetalické spojovacie elementy“ a **Bc. František Illo** za prácu „Optimalizácia parametrov plazmového navárania v aditívnej výrobe WAAM pre vybrané tvary produktov“.

Odvodzďavanie cien za výrazný prínos prác v ŠVOČ, zameraných na zváranie odovzdával, **prof. Ing. Pavol Sejč, CSc. IWE.**

Ing. Pavol Radič, PhD.
Slovenská zváračská spoločnosť



Ocenení študenti s prof. Pavlom Sejčom



Zľava moderátor podujatia Slávo Jurko, Ing. Peter Kapusta (VALTEC) a Ing. Peter Ďurík (VÚZ)



Exteriér školy komunikuje s okolím čistými architektonickými líniami

FOTO: ARCHIV VALTEC



Presvetlená učebňa



Pracoviská pre kurzistov dýchajú novotou

ROZHOVOR / ING. PETER KAPUSTA, IWT

Zváračská škola VALTEC otvorila svoje brány

Na strednom Slovensku sa rozšírili možnosti na vzdelávanie nových adeptov zváračského remesla, i skúsenejších profesionálov. Novým prírastkom v sieti škôl je Zváračská škola VALTEC. O ambíciách a profilácii tejto inštitúcie hovorí vedúci zváračskej školy Ing. Peter Kapusta, IWT.

Škola, ktorú vediete, vznikla v tomto roku. Popíšte prosím jej vznik a prvý – otvárací deň.

Zváračskú školu VALTEC založil v roku 2023 majiteľ spoločnosti VALTEC Ing. Peter Valent. Už dlhú dobu vnímal nedostatok kvalitných zváračov na trhu práce a týmto počínom chcel prispieť k rozvoju zváračského remesla na Slovensku. Slávnostné otvorenie školy prebehlo 23. mája a na podujatí sme privítali odborníkov i laickú verejnosť zo všetkých kútov Slovenska. Program zahŕňal odbornú časť, ktorá pozostávala z prednášok v oblasti technológií zvárania, prídavných materiálov, OOPP, z ukážok automatizácie a robotizácie a napokon sme slávnostne otvorili priestory novej zváračskej školy. V rámci sprievodnej časti podujatia mohli účastníci stretnúť rôznych zaujímavých hostí zo sveta športu a kultúry. Každý hosť bol automaticky zapojený do žrebovania o hodnotné ceny. Zváračskú školu považujeme za jeden z kľúčových pilierov vo fi-

lozofii spoločnosti VALTEC „všetko pod jednou strechou“. V praxi to znamená, že teraz sme okrem predaja zväračnej techniky a príslušenstva, zabezpečovania servisu zväračnej techniky a distribúcie technických plynov, schopní aj zabezpečiť školenie a certifikáciu personálu v oblasti zvárania.

Aká je spádová oblasť školy?

Zváračská škola je situovaná vo Zvolene – prakticky v strede Slovenska s vynikajúcim cestným napojením vo všetkých smeroch. Nie je teda problém dostať sa k nám do niekoľkých desiatok minút pre uchádzačov z celého Banskobystrického kraja, ale vďaka rýchlostnej ceste R1 aj z iných kútov Slovenska. Primárnou spádovou oblasťou našej školy sú mestá Zvolen, Detva, Krupina, Banská Štiavnica, Žiar nad Hronom, Banská Bystrica a pod.

Na aké druhy školenia sa prioritne zameriavate?

Najmä na oblúkové metódy zvárania, či už ide o základné kurzy podľa STN 05 0705:2019 alebo o certifikáciu personálu podľa STN EN ISO 9606-1 a 9606-2. Disponujeme aj robotickým zväracím pracoviskom a kolaboratívnym zväracím pracoviskom. Na týchto pracoviskách majú kurzisti možnosť zoznámiť sa so základnými princípmi robotiky s

možnosťou následnej certifikácie operátorov zvárania podľa STN EN ISO 14 732 na konkrétnom zariadení u zákazníka. Ponúkame aj možnosť certifikácie operátorov orbitálneho zvárania na vlastnom zariadení značky AXAIR s uzavretou aj otvorenou zväracou hlavou.

Od začiatku spolupracujete aj s VÚZ. V čom spočíva spolupráca?

Spolupráca medzi našou školou a VÚZ bola veľmi úzka už od vzniku myšlienky založiť zváračskú školu. Naším adeptom na kariéru zvárača chceme ponúkať tie najkvalitnejšie služby v celosvetovom rozsahu a práve z tohto dôvodu je spolupráca s VÚZ pre nás jasnou voľbou. Naša spolupráca aktuálne spočíva najmä v certifikácii personálu a poradenskej činnosti v oblasti certifikácie, pričom je známe, že certifikáty z VÚZ sú uznávané na celom svete. Pohrávame sa s myšlienkou ešte užšej spolupráce formou určitého „detašovaného pracoviska“ VÚZ pre stredné Slovensko s využitím našich moderných vzdelávacích priestorov a zariadení. Mohlo by tu prebiehať vzdelávanie Nedeštruktívneho skúšania, kurzy pre manažérske systémy a pod., prípadne odborné semináre.

zhovárал sa **Robert Kiss**



VÝSKUMNÝ ÚSTAV
ZVÁRAČSKÝ

PARTNERSTVO VÚZ – ZVÁRAČSKÉ ŠKOLY

Prečo je partnerstvo Výskumného ústavu zváračského a zváračských škôl prínosom?

VÚZ je medzinárodne uznávané vedecko-výskumné, vývojové a výrobné pracovisko s viac ako 70-ročnou tradíciou v oblasti zvárania a príbuzných technológií a príbuzných procesov. Pôsobí ako certifikačný orgán akreditovaný Slovenskou národnou akreditačnou službou (SNAS) a medzinárodnými zväračskými organizáciami IIW a EWF.

VÚZ je jeden zo zakladajúcich členov Medzinárodného zväračského inštitútu – International Institute of Welding (IIW) a Európskej zväračskej federácie (EWF) a zároveň jediným národným zástupcom Slovenskej republiky v oboch organizáciách. Týmto je zárukou medzinárodne uznávanej kvality a legitimity vzdelávacieho a kvalifikačného procesu v oblasti zvárania.

VÚZ hľadá spôsoby efektívneho spájania rôznych druhov materiálov už viac ako 70 rokov. Za toto obdobie sa môže pochlviť mnohými úspechmi, ktoré sú oceňované a tiež používané nielen na Slovensku, ale aj v zahraničí. VÚZ sa zameriava aj na oblasť vzdelávania zváračov, technológov zvárania, inštruktorov zvárania a vyššieho zväračského personálu, ktorí dokázali uplatniť v praxi vyvinuté technológie a postupy v oblasti spájania materiálov.

Súčasná doba prináša rôzne zmeny, nielen v oblasti technológie zvárania, ale aj v prístupe k zväračskému personálu zo strany zamestnávateľov. V záujme



neustáleho zvyšovania kvality výučby, sme sa rozhodli vybudovať na Slovensku sieť zväračských škôl, s ktorými chceme spolupracovať na základe partnerských dohôd. V súčasnosti **je nevyhnutné, aby zväračské školy boli vybavené moderným technickým vybavením a aby pracovníci vykonávajúci výučbu boli na vysokej profesionálnej a odbornej úrovni**, k čomu by sme radi prispeli našou ponukou partnerstva a benefitov.

ČO VÁM PRINESIE PARTNERSTVO S VÚZ

Certifikácia podľa certifikačných schém EWF alebo SNAS

- Ako jediný certifikačný orgán ponúkame certifikáciu personálu v súlade s certifikačnými schémami EWF a IIW.
- Možnosť výberu certifikácie podľa EWF alebo SNAS.
- Vyššia možnosť uplatnenia certifikovaných osôb v zahraničí, ako aj u zahraničných investoroch na Slovensku.

Vedenie správy agendy zväračských škôl elektronikou formou prostredníctvom softvéru VÚZ

- Presná evidencia agendy zváračov a archivácia údajov v elektronickej forme.
- Zrýchlenie spracovania agendy a vydania certifikátov.
- Šetrenie nákladov na pracovný čas, papier, tonery, poštovné... atď.

Dodanie učebného materiálu, učebníc, učebných pomôcok

- Učebnice pre základné metódy 111, 135, 141 a 311.
- Umiestnenie informačných, náučných „posterov“ v priestoroch zväračskej školy.
- Rôzne druhy učebných pomôcok a literatúry.

Predaj produktov VÚZ formou komisionálneho predaja

- Zváračská škola si môže zvýšiť svoje výnosy predajom tovarov a služieb VÚZ.
- Zváračská škola nemusí mať viazané finančné prostriedky v skladových zásobách.
- Zastupovaním VÚZ v danom regióne zväračská škola získava vyšší počet zákazníkov aj z iných oblastí, ako doteraz oslovovala.

Reklamný priestor v časopise, webe a akciách VÚZ

- Zváračská škola bude propagovaná prostredníctvom printových, elektronických a iných médií, ktoré využíva VÚZ.
- Zvýšenie propagácie zväračskej školy.
- Spolupodieľanie sa zväračskej školy na odborných seminároch a konferenciách.

Pomoc pri nákupe technického vybavenia pre zväračské školy formou kolekcie požiadaviek z viacerých zväračských škôl a vyjednaní lepších nákupných podmienok u konečného dodávateľa napr. zväračiek, tlačiarň, PC, ochranné pomôcky, technické plyny, hutný materiál... atď.

- Nižšie náklady na nákup pre zväračské školy.
- Nižšie náklady na servis.
- Unifikácia hardvérového vybavenia zväračských škôl, ktoré spolupracujú s VÚZ.

Vzdelávanie a zvyšovanie kvalifikácie pre pracovníkov zväračských škôl za zvýhodnených podmienok

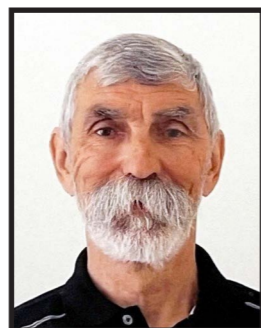
- Nastavenie jednotného pravidelného vzdelávacieho procesu pre neustále zvyšovanie odbornosti zamestnancov zväračských škôl.
- Zvýhodnené cenové podmienky kurzov, odborných prednášok, konferencií a recertifikácii personálu zväračských škôl.
- Zabezpečenie neustáleho profesného rastu.

V prípade, že vás naša základná ponuka oslovila, s dôverou sa na nás môžete obrátiť. Kontakt:

Výskumný ústav zváračský • Račianska 71 • 831 02 Bratislava
tel.: +421 918 714 624 • www.vuz.sk • e-mail: cop@vuz.sk • anb@vuz.sk

Opustil nás Dr. Damian Kotecki

S hlbokou ľútosťou vám musíme oznámiť, že nás v máji navždy opustil Dr. Damian KOTECKI. Profesionálna kariéra Dr. Koteckeho bola venovaná hlavne výskumu a vývoju prídavných materiálov.



Dr. Damian Kotecki

Na začiatku kariéry pracoval v spoločnosti Teledyne McKay a následne v spoločnosti Lincoln Electric. Dr. Kotecki bol výrazne aktívny v AWS (American Welding Society – Americká zväčská spoločnosť), kde zastával rôzne funkcie, a v čase od 2005 do 2006 pôsobil ako jej prezident. Prácu v IIW započal v Komisii II (Oblúkové zváranie a prídavné materiály) v roku 1978. V období rokov 1990 až 2003 pôsobil ako jej predseda a aj po tomto období zostal tejto komisii verný. V rokoch 1987 až 2005 bol tiež americkým delegátom v ISO TC44 SC3. Taktiež bol aktívny v predstavenstve IIW, kde bol členom, viceprezidentom a potom pokladníkom. V roku 2019 bol vymenovaný za predsedu výberovej Komisie ocenenia Fellow of IIW.

Menovanému bola za mimoriadne široký rozsah aktivít v oblasti výskumu a vývoja, taktiež v oblasti vzdelávania a štandardizácie udelená: v roku 1999 Cena Henryho Granjona, v roku 2007 Cena Arthura Smitha IIW, v roku 2013 Cena Yoshiaki Arata v roku 2018 medaila Waltera Edströma.

V našich spomienkach zostanú hlavne osobné stretnutia na Slovensku, keď VÚZ usporiadal 72. výročnú konferenciu správnej rady IIW a zároveň aj Medzinárodnú konferenciu IIW

” V našich spomienkach zostanú hlavne osobné stretnutia na Slovensku, keď VÚZ usporiadal 72. výročnú konferenciu správnej rady IIW a zároveň aj Medzinárodnú konferenciu IIW v Bratislave.

v Bratislave. Jeho predčasný odchod je veľkou stratou nielen pre americkú, ale aj pre svetovú zväčskú komunitu. Nech jeho duša odpočíva v pokoji.

Ing. Pavol RADIČ, PhD.
predseda SZS



Odišiel Ing. Juraj Lapin, DrSc.

V pondelok 22. mája 2023 nás vo veku 63 rokov navždy opustil Ing. Juraj Lapin, DrSc., vedecký pracovník Ústavu materiálov a mechaniky strojov SAV a bývalý člen Predsedníctva SAV.



Ing. Juraj Lapin, DrSc.

Ing. Juraj Lapin, DrSc. sa narodil 9. februára 1960 v Lučenci. Po absolvovaní SPŠ strojníckej vo Zvolene nastúpil na štúdium na Strojnickej fakulte SVŠT v Bratislave, ktoré ukončil v roku 1984. Vedeckú aspirantúru úspešne absolvoval v roku 1991. V roku 2006 získal titul DrSc. V rokoch 2009-2017 bol členom Predsedníctva SAV, z toho v rokoch 2009-2015 podpredsedom OV. Od roku 2015 bol vedúcim Centra aplikovaného výskumu SAV zameraného na nové materiály a technológie.

Bol členom Učenej spoločnosti SAV, v rokoch 2014-2018 členom Rady APVV pre technické vedy. Pracoval ako expert Eu-

rópskej komisie na posudzovanie projektov v rámci rámcových programov a zastával pozíciu národného delegáta pre Horizont 2020 – vesmír. Od roku 2007 bol nepretržite predsedom Vedeckej rady ÚMMS SAV, ako aj garantom doktorandského štúdia v odbore Materiálové inžinierstvo.

Od roku 2004 vykonával funkciu hlavného redaktora CC časopisu Kovové materiály – Metallic materials. V roku 2013 získal Cenu ministra školstva, vedy, výskumu a športu SR v kategórii Vedecko-technický tím roka. Česť jeho pamiatke.

Ing. Pavol RADIČ, PhD.
predseda SZS



VÝSKUMNÝ ÚSTAV
ZVÁRAČSKÝ

PONUKA KURZOV V 2. POLROKU 2023



KURZY VYŠŠÍCH ZVÁRAČSKÝCH ODBORNÍKOV	
Medzinárodný zväčský inžinier/technolog (IWE/IWT)	Kurz sa skladá zo 4 častí: 10. 7.-24. 9. 2023 (e-learning) 25. 9.-18. 10. 2023 (výučba v triede) 19. 10.-28. 11. 2023 (e-learning) 29. 11.-13. 12. 2023 (výučba v triede)
Medzinárodný zväčský špecialista/praktik (IWS/IWP)	Kurz sa skladá z 2 turnusov: 16. 10.-27. 10. 2023 (1. turnus) 6. 11.-30. 11. 2023 (2. turnus)
Medzinárodný zväčský inšpekčný personál (IWI - C)	Kurz sa skladá z 2 častí: 16. 10.-12. 11. 2023 (e-learning) 13. 11.-24. 11. 2023 (výučba v triede)
Inštruktor zvárania	10 dní e-learning + 5 dní prax podľa dohody
KURZY NEDEŠTRUKTÍVNEHO SKÚŠANIA	
Vizuálne skúšanie – stupeň 2 (VT2)	4. 9.-8. 9. 2023 11. 12.-15. 12. 2023
Vizuálne hodnotenie zvarov pre inštruktorov zvárania	1 deň (podľa požiadaviek)
Vizuálne hodnotenie stavu povrchov a náterov	4 dni (podľa požiadaviek)
Skúšanie kapilárnymi metódami – stupeň 2 (PT2)	27. 10.-5. 11. 2023 (e-learning) 6. 11.-9. 11. 2023 (výučba v triede)
Skúšanie magnetickou práškovou metódou – stupeň 2 (MT2)	20. 11.-26. 11. 2023 (e-learning) 27. 11.-30. 11. 2023 (výučba v triede)
Skúšanie ultrazvukom – stupeň 2 (UT2)	12. 9.-26. 9. 2023 (e-learning) 27. 9.-13. 10. 2023 (výučba v triede)
Meranie hrúbok ultrazvukom – stupeň 2 (UT-T2)	12. 9.-26. 9. 2023 (e-learning) 27. 9.-29. 9. 2023 (výučba v triede) 9. 10. – 11. 10. 2023 (výučba v triede)
Skúšanie tesnosti – stupeň 2 (LT-P)	27. 11.-3. 12. 2023 (e-learning) 4. 12.-8. 12. 2023 (výučba v triede)
KURZY A SEMINÁRE SYSTÉMOV MANAŽÉRSTVA	
Interný audítor kvality podľa ISO 9001	14. 12.-15. 12. 2023
Výklad normy ISO 9001	14. 12. 2023
Interný audítor kvality vo zváraní podľa ISO 3834	26. 10.-27. 10. 2023
Požiadavky na kvalitu vo zváraní podľa ISO 3834	26. 10. 2023
Požiadavky na výrobcov ocelových a hliníkových konštrukcií podľa EN 1090	20. 11.-21. 11. 2023
INÉ ODBORNÉ KURZY A SEMINÁRE	
Makroskopická analýza zvarových spojov	1 deň, podľa požiadaviek
Tvorba WPS (postupov zvárania) a schvaľovanie WPQR	9. 11. 2023
Čítanie technických výkresov a zväčských postupov	24. 10. 2023
Kvalifikácie zväčárov, vyšších zväčských odborníkov a pracovníkov skúšania	10. 11. 2023
Označovanie skúšky zväčára a rozsahy platnosti certifikátu podľa ISO 9606-1	19. 10. 2023
Kvalita vyhotovenia žiarovo pozinkovaných konštrukcií – očakávanie investora	11. 9. 2023
Napätia vznikajúce vo zväzanej ocelej konštrukcii pri žiarovom zinkovaní, ich deštruktívne účinky a úloha projektantov, ako im predísť	12. 9. 2023
KONFERENCIE	
Národné dni zvárania 2023	20. 9.-22. 9. 2023

Ponuka dištančných (e-learningových) seminárov

Ponúkame vám možnosť absolvovať nasledovné semináre aj formou e-learningu:

Tvorba postupov zvárania (WPS)
Schvaľovanie postupov zvárania (WPQR)
Bezpečnosť pri zváraní podľa noriem STN 050601, STN 050610, STN 050630
Norma STN 050705 „Zváranie. Predpisy pre základné skúšky zväčárov“
Označovanie skúšky zväčára a rozsahy platnosti certifikátu podľa ISO 9606-1
Úvod do NDT pre vedúcich pracovníkov
Norma EN 1090-1 a EN 1090-2 z pohľadu zvárania a prípravy materiálu na zváranie
Kvalifikácie zväčárov, vyšších zväčských odborníkov a NDT personálu
Požiadavky na kvalitu vo zváraní podľa ISO 3834
Zváranie železničných koľajových vozidiel podľa EN 15085 – so zameraním na personál, certifikáciu výrobcu, zväčacie postupy, skúšky a stupne kvality
Norma ISO 9712 – Kvalifikácia, skúšky a certifikácia NDT pracovníkov
Smernica EPaR 2014/68/EÚ (tzv. PED)

Ponuka NDT kurzov s kombinovanou formou výučby

Kombinovanou formou výučby (teória - e-learning; prax v priestoroch VÚZ) je možné absolvovať nasledovné kurzy NDT:

Vizuálne skúšanie – stupeň 2 (VT2) (10 dní e-learning + 2 dni praktické cvičenia)	9. 10.-22. 10. 2023 e-learning 23. 10.-24. 10. 2023 prax (výučba v triede)
Skúšanie kapilárnymi metódami – stupeň 2 (PT2) (10 dní e-learning + 2 dni praktické cvičenia)	5. 10.-18. 10. 2023 e-learning 19. 10.-20. 10. 2023 prax (výučba v triede)
Skúšanie magnetickou práškovou metódou – stupeň 2 (MT2) (10 dní e-learning + 2 dni praktické cvičenia)	25. 8.-12. 9. 2023 e-learning 13. 9.-14. 9. 2023 prax (výučba v triede)

Teóriu sa účastníci učia formou e-learningu v hociakom čase počas trvania kurzu. Túto je potrebné mať nastudovanú do nástupu na praktickú časť kurzu.

PRÍHLÁŠKY nájdete na našej stránke <https://www.vuz.sk/vzdelavanie>

alebo požiadajte o ich zaslanie na e-mail: vzdelavanie@vuz.sk

Organizačný garant: Ing. Rut Balogová

e-mail: balogovar@vuz.sk • mobil: +421 918 821 415

Výskumný ústav zväčský • Račianska 71, 831 02 Bratislava

e-mail: vzdelavanie@vuz.sk • www.vuz.sk



**VÝSKUMNÝ ÚSTAV
ZVÁRAČSKÝ**

RADI SA S VAMI STRETNEME NA XIV. ROČNÍKU KONFERENCIE

NÁRODNÉ DNI ZVÁRANIA

v dňoch 20.-22. septembra 2023

v hoteli Ski & Wellness Residence Družba, Demänovská Dolina

ODBORNÉ ZAMERANIE KONFERENCIE

- návrh, výroba zvaraných výrobkov a opravy a renovácie
- automatizácia, robotizácia zvarania
- kvalita vo zvaraní a bezpečnosť pri zvaraní
- vzdelávanie, skúšanie a certifikácia personálu vo zvaraní a NDT
- zvaranie v automobilovom a chemickom priemysle, železničnej doprave, plynárenstve a energetike
- inovatívne metódy vo zvaraní a spájkovaní a NDT
- nové normy vo zvaraní a skúšaní
- zvaranie plastov, nové metódy, zariadenia a polotovary

- prihlásenie odbornej prednášky na konferenciu: **21. 7. 2023**
- oznámenie o prijatí, resp. odmietnutí prednášky: **28. 7. 2023**
- odovzdanie textu príspevku do zborníka: **18. 8. 2023**
- zaslanie prihlášky najneskôr do: **8. 9. 2023**

KONTAKT

- Ing. Rut Balogová • tel: +421 918 821 415 • e-mail: vzdelavanie@vuz.sk

