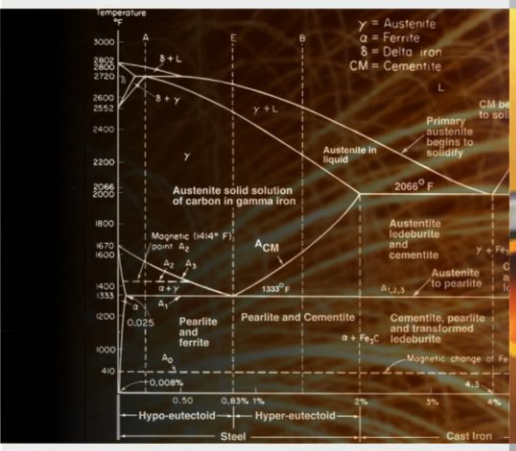
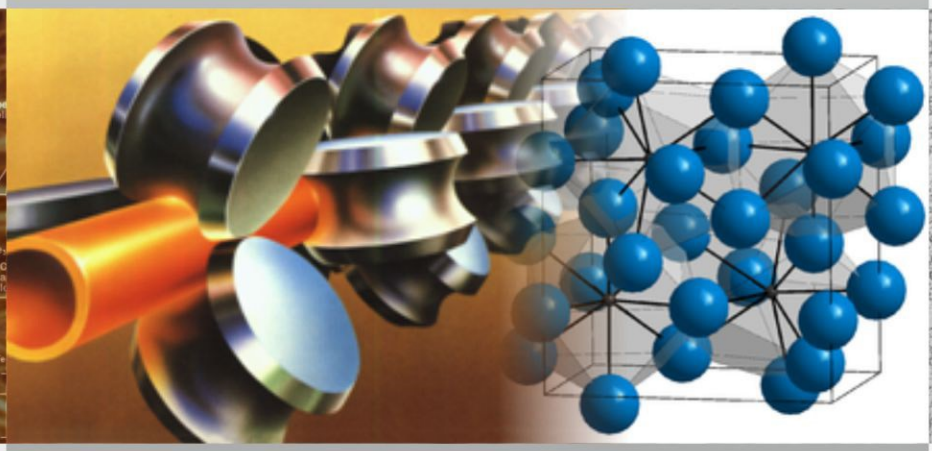
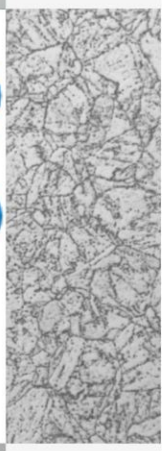
ŽP Výskumno-vývojové centrum s.r.o.

ŽP Výskumno-vývojové centrum s.r.o.
Kolkáreň 35, 976 81 Podbrezová

ROČNÁ SPRÁVA 2020







Telefón: +421 48 645 40 35, Fax: +421 48 645 40 32, www.zpvvc.sk,
IČO: 44 307 535, IČ DPH: SK 202 2650 894,
Bankové spojenie: Slovenská sporiteľňa Podbrezová, 0304691736/0900

CERTIFIED VÚZ SYSTÉM MANAŽERSTVA KVALITY STN EN ISO 9001

CERTIFIED VÚZ SYSTÉM MANAŽERSTVA KVALITY STN EN ISO 9001

OBSAH

1 IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE 4
1.1 HLAVNÝ PREDMET ČINNOSTI 5
2 VŠEOBECNÁ ČASŤ 6
3 ĽUDSKÉ ZDROJE, VZDELÁVANIE A SOCIÁLNA OBLASŤ 7
4 VÝSKUMNO-VÝVOJOVÁ ČINNOSŤ 8
4.1 Výskumné projekty 8
4.2 Dosiahnuté výsledky 8
VaV-2020-VP1 STEELTECH: Zvyšovanie technologickej úrovne výroby a odlievania ocele 9
VaV-2020-VP2 REFRACER: Zvyšovanie životnosti a úžitkových vlastností hutníckej keramiky 13
VaV-2020-VP3 TUBETECH: Zvyšovanie technologickej úrovne výroby oceľových rúr 14
VaV-2020-VP4 ANALYTIKA: Implementácia dátovej analytiky vo výrobnom procese 17
VaV-2020-VP5 KVALITA: Hodnotenie kvality výroby ocele a oceľových rúr 17
VaV-2020-VP6 ENVIRONMENT: Spracovanie metalurgických odpadov v ŽP, a. s. 24
5 ÚROVEŇ EXTERNEJ SPOLUPRÁCE 28
6 PREZENTÁCIA VÝSLEDKOV SPOLOČNOSTI 28
7 ÚČTOVNÁ ZÁVIERKA K 31. 12. 2020 29
7.1 Súvaha 29
7.2 Výkaz ziskov a strát 30
8 HLAVNÉ ÚLOHY NA ROK 2021 31
8.1 Prehľad výskumných projektov ŽP VVC 33
VP1 STEELTECH: Zvyšovanie technologickej úrovne výroby a odlievania ocele 33
VP2 REFRACER: Zvyšovanie životnosti a úžitkových vlastností hutníckej keramiky 33
VP3 TUBETECH: Zvyšovanie technologickej úrovne výroby oceľových rúr 33
VP4 ANALYTIKA: Implementácia dátovej analytiky vo výrobnom procese 33
VP5 KVALITA: Hodnotenie kvality výroby ocele a oceľových rúr 33
VP6 ENVIRONMENT: Spracovanie odpadov a druhotných surovín 33
8.2 Stručný popis projektov 34
VP1 STEELTECH: Zvyšovanie technologickej úrovne výroby a odlievania ocele 34
VP2 REFRACER: Zvyšovanie životnosti a úžitkových vlastností hutníckej keramiky 34
VP3 TUBETECH: Zvyšovanie technologickej úrovne výroby oceľových rúr 35
VP4 ANALYTIKA: Implementácia dátovej analytiky vo výrobnom procese 36
VP5 KVALITA: Hodnotenie kvality výroby ocele a oceľových rúr 36

VP6 ENVIRONMENT: Spracovanie odpadov a druhotných surovín 37

9 PUBLIKAČNÁ ČINNOSŤ V ROKU 2020 38

ADC – Vedecké práce v zahraničných karentovaných časopisoch 38

ADM – Vedecké práce v zahraničných časopisoch registrovaných v databázach Web of Science alebo SCOPUS 38

GAI – Správy 38

GII – Správy 39

10 ZÁVER 40

11 Použité skratky 41

1 IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE

OBCHODNÉ MENO	ŽP Výskumno-vývojové centrum s.r.o.
SÍDLO	Kolkáreň 35 976 81 Podbrezová
IČO	44 307 535
DIČ	2022650894
IDENTIFIKAČNÉ ČÍSLO PRE DPH	SK2022650894
BANKOVÉ SPOJENIE	Slovenská sporiteľňa a.s. 0304691736/0900
DÁTUM ZALOŽENIA	16. 07. 2008
DÁTUM VZNIKU	24. 07. 2008
PRÁVNA FORMA	Spoločnosť s ručením obmedzeným
REGISTRÁCIA	Obchodný register SR, OS Banská Bystrica Oddiel: Sro, vložka č.:15157/S
WEB	www.zpvvc.sk

ORGANIZAČNÁ ŠTRUKTÚRA

100	Riaditeľ spoločnosti	
110	**Odbor výskumu a vývoja**	
	111	Oddelenie fyzikálnej metalurgie
	112	Oddelenie tvárnenia kovov
	113	Oddelenie materiálového inžinierstva
	114	Oddelenie modelovania a simulácie procesov
130	**Hospodársko-správny odbor**	

ŠTATUTÁRNY ORGÁN

Ing. Pavol Beraxa, PhD., konateľ a riaditeľ spoločnosti
Ing. Pavol Buček, PhD., konateľ
Ing. Lenka Nováková, konateľ

DOZORNÁ RADA

Ing. Vladimír Soták, predseda dozornej rady
Ing. Miloš Dekrét, člen dozornej rady
Ing. Milan Srnka, PhD., člen dozornej rady

1.1 HLAVNÝ PREDMET ČINNOSTI

VÝSKUM A VÝVOJ V OBLASTI PRÍRODNÝCH A TECHNICKÝCH VIED S OBSAHOVÝM VYMEDZENÍM:

- základný a aplikovaný výskum v oblasti fyzikálnej metalurgie;
- výskum tekutej fázy v podmienkach kontinuálneho odlievania ocele;
- výskum a vývoj v oblasti tvárnenia materiálov;
- vývoj technologických postupov pri tvárnení za tepla a za studena;
- výskum a vývoj materiálov;
- ekologické riešenia v hutníctve;
- výskum a vývoj žiarupevnosti materiálov;
- výskum a vývoj koróznej odolnosti materiálov;
- výskum porušovania a medzných stavov materiálov;
- výskum a vývoj nástrojových materiálov;
- modelovanie a simulácia technologických procesov;
- výskum a vývoj hutníckej keramiky.

INFORMATÍVNE TESTOVANIE, MERANIE, ANALÝZA A KONTROLY S OBSAHOVÝM VYMEDZENÍM:

- mikroštruktúrna a subštruktúrna analýza materiálov;
- chemické analýzy a mikroanalýzy v atestovaných laboratóriách;
- skúšky a hodnotenie fyzikálnych a mechanických vlastností materiálov.

ČINNOSŤ PODNIKATEĽSKÝCH, ORGANIZAČNÝCH A EKONOMICKÝCH PORADCOV V OBLASTI VÝSKUMU A VÝVOJA

VYKONÁVANIE MIMOŠKOLSKEJ VZDELÁVACEJ ČINNOSTI A ŠKOLIACA ČINNOSŤ V OBLASTI VÝSKUMU A VÝVOJA

VÝSKUM A VÝVOJ V OBLASTI SPOLOČENSKÝCH A HUMANITNÝCH VIED

VYDAVATEĽSKÁ ČINNOSŤ, POLYGRAFICKÁ VÝROBA A KNIHÁRSKE PRÁCE

2 VŠEOBECNÁ ČASŤ

Rok 2020 vo určitej miere ovplyvnila situácia s vývojom pandémie Covid-u 19, ale aj napriek tomu dosiahnuté výsledky potvrdzujú rastúcu úroveň a kvalitu výskumno-vývojovej činnosti našej spoločnosti. Riešenie projektov bolo v plnom rozsahu zabezpečené výskumnými pracovníkmi ŽP VVC, s. r. o., odbornými pracovníkmi spolupracujúcich prevádzkarní a odborov ŽP, a. s., ako aj univerzitnými výskumnými pracovníkmi na štyroch spoločných pracoviskách: Kontilab na Strojníckej fakulte STU v Bratislave, LSPO a SimConT na Fakulte materiálov, metalurgie a recyklácie TU v Košiciach a OPTECHFORM na Materiálovotechnologickej fakulte STU so sídlom v Trnave. V rámci budovania spoločnej vedecko-výskumnej infraštruktúry bolo na Ústave materiálov a inžinierstva kvality FMMR TUKE do prevádzky oficiálne spustená laboratórna pec v Laboratóriu vysokoteplotných koróznych procesov (LVKP), ktoré je zamerané na výskum koróznej odolnosti oceľových rúr zo žiarupevných kotlových akostí v podmienkach vysokoteplotnej oxidačnej pecnej atmosféry, vznikajúcej pri spaľovaní fosílnych palív a biomasy.

V roku 2020 bolo riešených šesť výskumných projektov, ktoré svojim obsahom pokrývali požiadavky všetkých výrobných prevádzkarní a dosiahnuté výsledky sú bližšie uvedené v kapitole 4. Výskumná činnosť bola zameraná aj na oblasť hutníckej keramiky v spolupráci so spoločnosťou Žiaromat Kalinovo, a. s.

V rámci výskumno-vývojových aktivít zameraných na financovanie výskumu z agentúry APVV boli ukončené dva projekty a to projekt APVV-15-0696 „Výskum, výroba a prevádzkové overenie prototypových nástrojov pre tvárnenie výmenníkových rúr s tvarovo členitým vnútorným povrchom pre zvyšovanie efektívnosti energetických zariadení, ktorý bol riešený v spolupráci s fakultou výrobných technológií TUKE so sídlom v Prešove a APVV-15-0319 „Výskum technologického procesu tvárnenia pri výrobe rúr s tvarovočlenitým vnútorným povrchom“, na ktorom sme spolupracovali s Materiálovo technologickou fakultou STU v Trnave.

Zároveň sme na agentúru APVV podali tri nové projekty:

- APVV-20-0339 – „Výskum a vývoj ocelí pre energetické zariadenia na spaľovanie biomasy s cieľom redukcie uhlíkových emisií“,
- APVV-20-0355 – „Interakcia vodíka a mikroštruktúrnych defektov v procese vodíkového krehnutia uhlíkových ocelí“,
- APVV 20-0392 – „Digitalizácia plynulého odlievania pre podporu flexibility, inovácií a udržateľnosti výroby ocele v Železiarňach Podbrezová, a. s.“.

Plánované výskumné aj hospodárske ciele našej spoločnosti boli v roku 2020 splnené. Zároveň bolo formulovaných 6 nových výskumných projektov pre rok 2021, ktoré sú bližšie popísané v kapitole 8. Novou témou v rámci projektu č.5 Kvalita bude realizovaný aj výskum v oblasti materiálov vhodných pre bezpečný transport vodíka, nakoľko Európska únia (EÚ) a s ňou aj Slovenská republika sa zaviazali k dosiahnutiu uhlíkovej neutrality do roku 2050. Energetická budúcnosť EÚ sa javí vo vodíkových technológiách. Vodík sa pokladá za najčistejší nosič energie, ktorý je možné vyprodukovať pomocou obnoviteľných zdrojov energie a je pokladaný za hlavného nosiča energie blízkej budúcnosti pričom potrubia sa javia ako najekonomickejšia a najbezpečnejšia možnosť prepravy vodíka aj na veľké vzdialenosti s minimálnymi stratami energie.

3 ĽUDSKÉ ZDROJE, VZDELÁVANIE A SOCIÁLNA OBLASŤ

ŽP Výskumno-vývojové centrum s.r.o. k 31. 12. 2020 zamestnávala 17 technicko-hospodárskych zamestnancov na pracovný pomer, z toho jeden zamestnanec pracoval na skrátený pracovný úväzok. V odbore výskumu a vývoja pracovalo 14 zamestnancov v štyroch výskumných oddeleniach, 3 zamestnankyne pracovali v Hospodársko-správnom odbore. Priemerný prepočítaný počet zamestnancov v spoločnosti k 31. 12. 2020 dosiahol hodnotu 18 osôb. V priebehu roku 2020 došlo k personálnym zmenám v spoločnosti: k 30. 09. 2020 ukončil pracovný pomer doc. Ing. Martin Ridzoň, PhD. a 31.10. 2020 ukončil pracovný pomer Ing. Stanislav Turňa. Obaja zamestnanci prestúpili do materskej spoločnosti ŽP, a. s.

Spoločnosť kládla aj v roku 2020 veľký dôraz na vzdelávanie zamestnancov v súlade s hlavným odborným zameraním, výskum a vývoj a potrebami jednotlivých oddelení spoločnosti. Vzdelávacie aktivity boli zamerané predovšetkým na zvyšovanie kvalifikácie v odbore. V doktorandskom štúdiu na MTF STU so sídlom v Trnave pokračovali dvaja zamestnanci spoločnosti.

Okrem povinných vzdelávacích aktivít sa zamestnanci zúčastňovali na prehlbovaní kvalifikácie v oblasti výskumu a vývoja, resp. v ekonomickej, účtovnej, mzdovej a personálnej oblasti, a to účasťou na krátkodobých školeniach, odborných seminároch a konferenciách, ktoré boli potrebné na udržiavanie a rozvoj odborných znalostí. Spoločnosť kládla dôraz aj na jazykové vzdelávanie, pričom aj v roku 2020 bola prostredníctvom jazykovej školy SPEAK Banská Bystrica permanentne zabezpečovaná výučba anglického jazyka. Na zvyšovanie kvality v oblasti vzdelávania spoločnosť v roku 2020 vynaložila finančné prostriedky vo výške 11 672,- EUR.

Spoločnosť pokračovala v spolupráci s univerzitami organizovaním odborných online seminárov a ďalej v oblasti poskytovania odbornej pomoci a konzultácií pri vypracovávaní diplomových prác a dizertačných prác.

V rámci starostlivosti o zamestnancov, stabilizácie a hlavne motivácie spoločnosť poskytovala svojim zamestnancom finančné a nefinančné benefity. V spolupráci s materskou spoločnosťou ŽP a.s. umožnila spoločnosť svojim zamestnancom využiť možnosť rehabilitácie pracovnej sily, skipasy, letné detské tábory, pokračovala s príspevkom zamestnávateľa do doplnkového dôchodkového poistenia ako aj v projekte skupinového úrazového poistenia zamestnancov s finančným príspevkom zamestnávateľa. Pre vybraný okruh zamestnancov v oblasti zdravotnej starostlivosti zabezpečila možnosť absolvovať preventívnu lekársku prehliadku v zdravotníckom zariadení NOVAMED.

4 VÝSKUMNO-VÝVOJOVÁ ČINNOSŤ

4.1 Výskumné projekty

V roku 2020 boli riešené nasledovné interné výskumné projekty ŽP, a. s. a projekty APVV:

ČÍSLO	NÁZOV PROJEKTU	AKRONYM
VaV-2020-VP1	Zvyšovanie technologickej úrovne výroby a odlievania ocele	STEEELTECH
VaV-2020-VP2	Zvyšovanie životnosti a úžitkových vlastností hutníckej keramiky	REFRACER
VaV-2020-VP3	Zvyšovanie technologickej úrovne výroby oceľových rúr	TUBETECH
VaV-2020-VP4	Implementácia dátovej analytiky vo výrobnom procese	ANALYTIKA
VaV-2020-VP5	Hodnotenie kvality výroby ocele a oceľových rúr	KVALITA
VaV-2020-VP6	Spracovanie odpadov a druhotných surovín	ENVIRONMENT
ČÍSLO	**NÁZOV PROJEKTU APVV**	**HLAV. RIEŠITEĽ**
APVV-15-0319	Výskum technologického procesu tvárnenia pri výrobe rúr s tvarovo členitým vnútorným povrchom	MTF STU
APVV-15-0696	Výskum, výroba a prevádzkové overenie prototypových nástrojov pre tvárnenie výmenníkových rúr s tvarovo členitým vnútorným povrchom pre zvyšovanie efektívnosti energetických zariadení	FVT TUKE
APVV-17-0483	Keramické materiály pre žiaruvzdorné výmurovky kotlov s intenzívnym spaľovaným biomasy	FMMR TUKE
APVV-18-0418	Výskum príčin vzniku geometrických odchýlok pri výrobe bezšvíkových rúr a ich technologická dedičnosť s dôrazom na tvarovú stabilitu presných rúr ťahaných za studena	MTF STU

4.2 Dosiahnuté výsledky

Dosiahnuté výsledky boli prezentované vo výskumných správach, ktoré sú uvedené v 9. kapitole. Záverečné výskumné správy ŽP VVVC č. 15 – 20 podrobne popisujú dosiahnuté výsledky a boli postúpené Predstavenstvu, ŽP a. s. ako aj jednotlivým prevádzkarňam. V nasledujúcej časti stručne uvádzame vybrané výsledku výskumu v jednotlivých výskumných projektoch.

VaV-2020-VP1 STEELTECH: Zvyšovanie technologickej úrovne výroby a odlievania ocele

Téma č. 1: Technologická úroveň plynulého odlievania špeciálnych akostí a formátov

Zvyšovanie výťažnosti tavieb akosti ZP10CrMo9-10

V priebehu roka bola analyzovaná štruktúra kontizliatkov vybraných tavieb s cieľom vrátiť časť počiatočných výrezov zliatkov späť do výroby. Pri zavádzaní pravidla o krátení odliatej dĺžky sa stanovila dĺžka počiatočného výrezu na 4 metre po odrezaní hlavy zliatku (cca 0,8 m). Z tavby č. 2394 bolo z počiatočného 4-metrového výrezu odobratých 7 templetov v pravidelných intervaloch, na ktorých boli vykonané kapilárne skúšky s negatívnym výsledkom. Obnažená makroštruktúra leptaním v kyseline bola porovnateľná s makroštruktúrou templetov z produkčných zliatkov (určených na výrobu rúr). Kapilárne skúšky na produkčných zliatkoch danej tavby mali negatívny výsledok. 4-metrový výrez z tavby č. 3035 bol zvalcovaný a rúry testované nedeštruktívnymi metódami s dobrým výsledkom. Kapilárna skúška na ostatných produkčných zliatkoch mala negatívny výsledok. 4-metrový výrez z tavby č. 3593 bol narezaný na metrové klátiky, ktoré boli pripravené na kapilárne skúšky a valcovanie. Kapilárna skúška na ostatných produkčných zliatkoch mala negatívny výsledok. Všetky uvedené zistenia predbežne potvrdzujú presvedčenie o prehodnotení príkazu eliminovať 4-metrový výrezy (spolu 12 m kontizliatkov) z tavieb predmetnej akosti. Výskum v tejto oblasti bude preto pokračovať aj v roku 2021.

Heterogenita húževnatosti ZP10CrMo9-10 v liatom stave

Skúškami vrubovej húževnatosti pri 20°C bolo poukázané na nízku hodnotu a vysoký rozptyl lomovej energie KV2 pre materiál v liatom stave. Súčasný výskyt húževnatých a krehkých oblastí v jednom materiáli sa dá prirovnať k napätej reťazi s krehkými a húževnatými článkami. Dlhodobé pôsobenie termicky indukovaného napätia v materiáli môže viesť k spontánnej relaxácii aj týždne po odlievaní. Túto hypotézu potvrdzujú progresívne početnosti nálezov trhlín kapilárnymi skúškami, kedy sa tavba spracúva s časovými odstupmi na viac krát. Vylúčiť sa nedá ani externé spolupôsobenie faktorov, ako je pílenie, prekládky či striedanie teplôt. Dodávka zliatkov tejto akosti by preto mohla prebiehať v režime *just-in-time*.

Skupinová analýza tavieb ZP10CrMo9-10 podľa chémie

Tavby akosti ZP10CrMo9-10, pri ktorých sa potvrdil výskyt trhlín kapilárnymi skúškami boli priradené do jednej skupiny podľa finálneho chemického zloženia. V druhej skupine sa ocitli tavby s vykonanými kapilárnymi skúškami bez výskytu trhlín. Medzi skupinami sa hľadali spojitosti metódou zoraďovania obsahu prvkov od minimálnej po maximálnu úroveň, s rozlíšením na poslednú platnú číslicu. Pre skupinu tavieb bez výskytu trhlín bolo možné stanoviť niekoľko diskrétnych koncentračných intervalov, ktoré je možné interpretovať ako odporúčania.

Prototyp koncovky automatického dávkovača lejacieho prachu (ADLP)

Návrh na konštrukčnú úpravu koncovky ADLP bol iniciovaný odlievaním najmenšieho formátu „kvadrát 105 mm“. Výhodou súčasného dizajnu koncovky sú kompaktné rozmery a jednoduché prevedenie. Nevýhodou je, že poskytuje len obmedzené možnosti adaptácie na menšie formáty vrátane údržby. Navrhovaný prototyp upravuje spôsob výpuste prachu zo súčasného bočného na priamy so zvýšeným sklonom. Kvalita distribúcie prachu bola testovaná na viacerých prototypoch, aj s použitím prídavného vibračného pohonu za účelom stekutenia prachu. Úloha bude pokračovať aj roku 2021.

Prototyp zariadenia na testovanie vodno-vzdušných dýz ZPO

Správna funkcia sekundárneho chladenia je podmienená dobrým stavom dýz, čo sa nezaobíde bez pravidelnej kontroly. Prácu pri rutinnej kontrole má uľahčiť špeciálne zariadenie, ktoré je vyvíjané za účelom automatickej diagnostiky vodno-vzdušných dýz. Diagnostickou veličinou je tlak vody pri pracovnom prietoku vody. Kvalitatívne parametre rozstrekového kužeľa (uhol, stabilita) majú byť vizuálne hodnotené operátorom zariadenia. Na podporu tejto činnosti boli rozpracované metódy, ktoré by umožňovali tieto parametre vyčísliť. Zariadenie po dokončení bude pracovať s uzatvoreným vodným okruhom s vlastnou úpravňou vody, čím prispeje k šetreniu zdrojov. Automatická regulácia dovolí premerať celé spektrum pracovných režimov dýz a porovnať ich s nominálnymi hodnotami, uložené v pamäti počítača. Kompaktné rozmery samonosnej konštrukcie umožňujú testovanie aj v stiesnených priestoroch. Pôjde o prototyp, ktorý môže nájsť uplatnenie aj v ostatných výrobných prevádzkarňach ŽP, a. s.

Rok 2020 bol z pohľadu úspešnosti riešenia témy mimoriadne úspešný. Podarilo sa vytvoriť udržateľnú metodiku experimentálneho materiálového výskumu, na ktorej je možné stavať aj v budúcom roku. Dosiahnuté výsledky naznačujú, že týmto spôsobom bude možné zvýšiť výťažnosť tavieb akosti ZP10CrMo9-10. Ak sa podarí kvantifikovať súvislosti medzi chémiou, procesom odlievania a výsledným napäťovým stavom, potom optimistický scenár predpokladá návrat k tavbám s vyššou sekvenčnosťou. Vývoj prototypov je ukážkou praktických zručností a kreatívneho myslenia členov riešiteľského kolektívu.

Téma č. 2: Rafinačné a homogenizačné vlastnosti medzipanvy

C-krivky a predlžovanie retenčných časov

Meraním parametrov prietoku na vodnom modeli SimConT bolo preukázané, že úprava priestorového natočenia otvorov v priečke má pre homogenizáciu retenčných časov výleviek sľubný optimalizačný potenciál. Okrem natáčania vo vodorovnej rovine je možné uvažovať aj s natáčaním vo vertikálnej rovine, resp. upraviť tvar (v súčasnosti obdĺžnikových) otvorov.

Zvyšovanie životnosti hubice medzipanvy

V roku 2020 boli v projekte REFRACER vyšetrované možnosti použitia monolitického prefabrikátu hubice medzipanvy. Alternatívnym, technologicky nenáročným riešením môže byť úprava sklonu torkrétu spodnej časti hubice. Prvý stupeň (sokel) vyrastá od štandardnej dopadovej dosky vertikálnym smerom a druhý stupeň už len kopíruje tvar trvalej výmurovky. Prvý stupeň stáča hlavný prúd ocele z tieniacej trubice do jej stredu, čo môže spomaliť rýchlosť erózie v oblasti troskovej čiary.

Napojenie tavieb v jednej sekvencii

Realizovaný experiment napojenia tavieb (2774 – 2775) priniesol nové poznatky, ktoré bude možné zúročiť pri pokročilom návrhu metodiky prepájania tavieb v jednej sekvencii. V budúcnosti očakávame častejšie využívanie záťažových komponentov vystrojenia medzipanvy (monolit hubice, špeciálne ponorné trubice), čo okrem životnosti zvýši aj vlastné náklady na prípravu. Pri súčasných nákladoch by podľa kritéria finančnej návratnosti bolo potrebné skrátiť prechodovú oblasť asi 4-násobne na približne 4,5 – 5,2 m pre jeden prúd. Z analýzy experimentálnych údajov, vrátane podkladov z databázy *//zposerver* je zrejmé, že pri skracovaní prechodovej oblasti je vhodné narábať so stúpaním hladiny (nie s výdržou) a nárastom rýchlosti liatia, pri rešpektovaní asymetrie medzipanvy. Technologicky nie je možné s hladinou stúpať donekonečna, preto je potrebné analyzovať len scenáre, ktoré sú technicky realizovateľné. Prvý počíta s návratom hladiny do pôvodného stavu so súčasným zvýšením rýchlosti na krajných prúdoch (1 a 3); druhý scenár počíta s dvojitým návratom

do pôvodného stavu, t. j. po prvom dopustení sa oceľ čo najrýchlejšie vypustí a znova (2. krát) sa dopustí na cieľovú hladinu. Alternatívne námety na stratégie skracovania prechodovej oblasti bude potrebné získať z experimentov a simulácií na vodnom modeli medzipanvy.

Napriek objektívnym komplikáciám počas roka 2020 konštatujeme citeľný posun v riešení tejto témy. Podarilo sa realizovať veľké množstvo fyzikálnych a numerických simulácií, na základe ktorých je možné zvoliť stratégiu zlepšovania rafinačných a homogenizačných vlastností medzipanvy. Odpovedajúca pozornosť bola venovaná aj návrhom na zlepšenie ekonomiky výroby prostredníctvom jednoduchých zmien sklonu stien hubice. Skracovanie prechodového javu pri napájaní tavieb v rámci jednej sekvencie predstavuje náročnú úlohu, ktorá bude podrobnejšie rozpracovaná v roku 2021.

Téma č. 3: Rafinačná troska ako prísada do elektrickej oblúkovej pece

V prvej fáze riešenia sa rafinačná troska v rôznych časových etapách (čerstvá troska z LF, troska po 1., 2. a 3. týždni zretia na halde) podrobila charakterizácii z pohľadu chemického prvkového a fázového zloženia. Vo všetkých vzorkách trosky (s výnimkou čerstvej trosky odobratej z LF), sa našiel zanedbateľný obsah voľného CaO.

Poznámka: *Významnejší obsah voľného CaO 11,40 % a 21,10 % sa identifikoval len vo vzorkách trosky odobratých priamo z LF. Zvýšený obsah voľného CaO pravdepodobne súvisel s časom odberu vzoriek z LF. Rafinačná troska sa odoberá približne v čase čerenia, kedy ešte nie je rozpustené a zreagované všetko vápno pridané do LF pred čerením.*

Na základe uvedených výsledkov sa v rámci vývojovej skúšky overoval predpoklad, že kvôli nízkemu obsahu voľného CaO nie je možné rafinačnú trosku použiť ako náhradu páleného vápna. Počas skúšky sa zároveň hodnotila možnosť pretavenia rafinačnej trosky za účelom výroby väčšieho množstva UHK s požadovanou kvalitou. Výsledky prevádzkovej skúšky je možno zhrnúť do nasledujúcich bodov:

- potvrdilo sa, že rafinačnú trosku nie je vhodné využiť ako náhradu páleného vápna pre účely odfosforenia ocele (nižšie percento prípadov dovažovania vápna bolo počas skúšky ovplyvnené kvalitou šrotu a nie použitím brikiet);
- negatívny vplyv brikiet na kvalitu ocele, resp. kvalitu UHK sa nezaznamenal. V prípade vsádzania väčšieho množstva brikiet je však nutné počítať s možným zvýšením obsahu CaO v UHK;
- zaznamenala sa vyššia bázicita trosky 2,29 (priemerná hodnota v roku 2020 bola 2,15), ktorá môže negatívne vplývať na životnosť výmurovky EOP;
- množstvo vzniknutej EOP trosky sa zvýšilo približne o množstvo troskotvorných prísad (vrátane brikiet), ktoré sa do vsádzky pridali vo väčšom množstve;
- zaznamenala sa zvýšená spotreba elektrickej energie a tým sa zvýšila cena za tavbu o cca 16,19 € (cena je orientačná a nepočíta s cenou za briketáciu rafinačnej trosky).

Pre ďalší výskum sa odporučilo overiť možnosť briketácie rafinačnej trosky a podsitného podielu z výroby páleného vápna zo spoločnosti Calmit, s. r. o. Tisovec a analyzovať vhodnosť využitia brikiet v EOP (podsitný podiel vápna je odpadovým produktom z procesu výroby páleného vápna.)

Téma č. 4: Materiálovo-energetická bilancia výroby ocele v elektrickej oblúkovej peci

Bilančný výpočet účinnosti sa uskutočňuje na základe zaznamenaných údajov o hmotnostiach a spotrebovaných energiách v procese výroby jednej tavby alebo tavieb z daného obdobia. Z pohľadu hmotností ide o jednoduchú materiálovú bilanciu, kde parciálne hmotnosti činiteľov na vstupe procesu predstavujú:

- kovonosná šrotová vsádzka;
- troskotvorné prísady;
- antracit;
- napeňovadlá trosky;
- odtavený materiál elektród;
- zemný plyn;
- kyslík;
- prisatý vzduch v procese tavenia.

Tieto materiálové vstupy sa v procese tavenia premieňajú na nasledujúce výstupné zložky:

- tekutá oceľ s požadovaným chemickým zložením;
- EOP troska s požadovanou konzistenciou a chem. zložením;
- prach, odsávaný odprašovacím zariadením;
- spaliny.

Proces premeny sa realizuje vďaka teplu z horenia elektrického oblúka, horením privedených plynov a tuhých látok, vrátane príspevku z ich vlastného tepla. Časť z privedeného tepla sa užitočne spotrebuje na dosiahnutie požadovaných teplôt, pri ktorých prebiehajú želané procesy oxidácie prvkov kovonosnej vsádzky, rozklad uhličitanov v troske, ako aj na dosiahnutie požadovanej teploty odpichu ocele a trosky. Zvyšná časť tepelnej energie tvorí energetické straty:

- ohrievaním pracovného priestoru agregátu;
- odťahom spalín;
- nedopálením paliva;
- vyžarovaním cez otvory pece;
- chladením panelov pece.

Z pomeru celkovej privedenej tepelnej energie a užitočne spotrebovanej energie očistenej od strát získame údaj o energetickej účinnosti procesu. Aplikačné výstupy projektu pozostávajú z rovnicového aparátu a výpočtového zošita programu MS Excel, v ktorom je výpočtový aparát implementovaný v podobe výpočtových makier.

Téma materiálovej-energetickej bilancie výroby ocele v EOP bola zaradená do projektu STEELTECH v roku 2020 ako nová, doposiaľ neriešená v portfóliu výskumných projektov. Jej súčasťou bolo štatistické spracovanie priemerného zloženia šrotovej vsádzky a vypracovanie matematicko-fyzikálneho opisu tepelno-chemickej bilancie procesu tavenia. Plánovaný výsledok v podobe štúdie realizovateľnosti sa podarilo úspešne naplniť, nakoľko vznikli účelné výpočtové makrá, umožňujúce proces tavenia lepšie kvantifikovať. V budúcom snažení sa zameriame na výpočty, ktorými bude možné odhadovať okrem energetickej účinnosti aj odpichnuté množstvo ocele v okamihu k+1 na základe vstupov v okamihu k.

VaV-2020-VP2 REFRACER: Zvyšovanie životnosti a úžitkových vlastností hutníckej keramiky

Téma č. 1: Životnosť stredového veka elektrickej oblúkovej pece

Dôvody návratu k myšlienke opätovného odskúšania celomonolitického veka boli nasledovné:

1. Trend vo svete je prechod na monolitické klenby;
2. Smerom k chladniciam klenby bola narušená kompaktnosť samotnej klenby EAF;
3. Existencia odsávania spalín na EAF.

V roku 2020 bolo naším cieľom realizovať veko výlučne betónové a to konkrétne z novovyvinutého ultranízkocementového žiarobetónu ŽNU 1800 SP, ktorého špecifikácia je uvedená v prílohe. Uvedená kvalita betónu je vysoko odolná voči abrázii a náhlym zmenám teploty, ktoré sú najpodstatnejšími aplikačnými vlastnosťami pre zvýšenú požadovanú životnosť veka EAF. Pred použitím betónového veka používajúceho ultranízkocementový žiarobetón (ULCC) v prevádzke EAF na oceliarni v ŽP, a. s. je však potrebné takéto veko vysušiť s pozvoľným nábehom na teplotu minimálne 450 °C. V tomto ohľade je podstatný rozdiel v aplikácii veka z obyčajného žiarobetónu, kde je potrebné odstránenie len fyzikálnej vody do 200 °C oproti ULCC, kde je potrebné odstrániť aj chemicky viazanú vodu, aby počas prevádzkovania veka nedošlo k deštrukcii veka.

Na základe uvedených skutočností zástupcovia oceliarne pracovali na tom, aby sme veko z kvality ŽNU 1800 SP mohli vysušiť v termoboxe na min. 450 °C. Spravili konkrétne činnosti ako výmena špirál, zaizolovanie pôdne termoboxu. Po spomenutých úpravách sa však dosiahla maximálna teplota len 269 °C, ktorá je nedostatočná pre vysušenie ŽNU 1800 SP.

Životnosť veka EAF sa v roku 2019 pohybovala na úrovni 292 tavieb a v roku 2020 na úrovni 431 tavieb za mesiac (2 nisteje). Z uvedeného môžeme usúdiť, že životnosť veka nie závislá len od kvality žiaruvzdorných materiálov, ale aj od životnosti nisteje a v neposlednom rade od samotného prevádzkovania EAF. Preto do budúcnosti je potrebné si zvoliť tzv. optimálny cieľ životnosti veka EAF na oceliarni v ŽP, a. s.

Téma č. 2: Životnosť pracovnej výmurovky hubice medzipanvy

V spolupráci s firmou Žiaromat, a. s. Kalinovo bol vyrobený prototyp žiaruvzdorného monolitického prefabrikátu (v texte ďalej nazývaný „monolit“). Bol zhotovený špeciálne pre podmienky výroby ocele v prevádzkarni Oceliareň ŽP, a. s. a slúžil pri odlievaní ocele na ZPO ako vložka hubice (vtokovej časti) medzipanvy. Monolit bol vyrobený zo žiaruvzdorného materiálu ŽN 1800V (t. j. z toho istého materiálu, ako hlavná priečka (tzv. „prepážka“) a horná aj dolná výlevka). Monolit bol na báze tabulárneho korundu s hydraulickou väzbou a bol vyhotovený vibrovaním do vyrobenej formy. Forma bola vyrobená v kombinácii kov a polyuretán. Monolit obsahuje aj 4 tzv. oká, ktoré slúžia na ľahšiu manipuláciu pri jeho umiestnení na požadované miesto. Úlohou monolitu je chrániť hubicu medzipanvy, najmä troskovú zónu od agresívnej panvovej trosky a zásypového piesku z hlavnej panvy. Monolit taktiež zabezpečuje ochranu trvalej výmurovky hubice medzipanvy, najmä v troskovej zóne a nahrádza súčasne dopadovú dosku, priečku a nástrekovú hmotu (torkrét).

Vývojová skúška s piatimi kusmi monolitov jednoznačne potvrdila funkčnosť a spoľahlivosť monolitu ako vložky hubice medzipanvy a tým prakticky vyriešila problém opotrebovania pracovnej aj trvalej výmurovky v oblasti troskovej čiary pre viactavbové sekvencie (≥ 14 tavieb).

Pri odlievaní 16-tavbových sekvencií, ktoré sú z pohľadu sekvenčnosti najviac preferované v rámci výroby ocele v ŽP, a. s., môžeme vidieť nárast vo finančných nákladoch 0,45 EUR na tonu vyrobenej ocele, čo pri uvažovaní úplných vlastných nákladov na výrobu tony ocele za obdobie 01 – 10/2020 (511,87 EUR/t) predstavuje 0,09 %.

Téma č. 3: Životnosť ponorných trubíc

Pre rok 2020 sme očakávali predovšetkým overenie hypotézy o dostatočnej rezerve v životnosti používaných ponorných trubíc pre odlievanie 17-tavbových sekvencií. Počas riešenia tejto úlohy bolo preto vyhodnotených 180 ponorných trubíc zo 16-tavbových sekvencií. Z dosiahnutých výsledkov jednoznačne potvrdzujeme správnosť implementácie trubíc VK 00939 pri odlievaní formátu 205R40 v ŽP, a. s. a to pre všetky sekvencie od 13 do 16 tavieb.

Skúška odlievania 17-tavbovej sekvencie sa mohla uskutočniť až potom, čo sa overila funkčnosť a spoľahlivosť vložky monolitického prefabrikátu (monolitu – Téma č. 2 tohto projektu). Týmto projektom sme chceli vyriešiť problém opotrebovania pracovnej výmurovky hubice medzipanvy v oblasti troskovej čiary pre viactavbové sekvencie (≥ 14 tavieb), na ktoré sa používala torkrétovacia hmota. Výrazné opotrebovanie výmurovky (torkrétu) je dôvodom pre zákaz odlievania viac ako 16-tavbových sekvencií.

Pri odlievaní 17-tavbovej sekvencie s monolitom sa postupovalo podľa nového technologického predpisu polohovania medzipanvy počas odlievania. Konštatujeme, že odliatie 17-tavbovej sekvencie s monolitom dopadlo dobre aj pre ponorné trubice.

VaV-2020-VP3 TUBETECH: Zvyšovanie technologickej úrovne výroby oceľových rúr

Téma č. 1: Zvýšenie technologickej úrovne valcovacej trate

Projekt vznikol za účelom navrhnutia novej technológie chladenia valcov pretlačovacej stolice a aplikácie indukčného ohrevu za účelom dosiahnutia homogénnej mikroštruktúry v celom objeme valcovanej rúry. Pre zistenie skutočného stavu chladenia valcov boli premerané výkonové charakteristiky používaných dýz, pre budúcu aplikáciu indukčného ohrevu bolo vykonané zameranie miesta medzi ostrekom okují a ťahovou redukovňou. Výsledkom riešenia problematiky chladenia valcov pretlačovacej stolice a indukčného ohrevu lupy sú ucelené predstavy o tom „ako postupovať“ pri zavedení nového zariadenia do procesu výroby rúr na prevádzke Vvr.

Téma č. 2: Výroba HPZ rúr

Periodické striedanie oblastí s najväčšou a najmenšou deformáciou vytvára špirálovitú stopu na odvalcovanej lupe. Zúžením valcovacej medzery o 0,5 mm nedochádza k požadovanému odvalcovaniu materiálu lupy s povrchu tŕňovej tyče a tým môže dôjsť k problémom pri vyťahovaní tŕňovej tyče. Pri 1mm zúžení došlo k zväčšeniu priemeru odvalcovanej lupy o približne 1,5 mm čo by malo byť dostačujúce odvalcovanie pri danom nápichu. Pri 1,5mm priblížení došlo k najmenšiemu rozdielu v radiálnej i celkovej deformácii materiálu vo význačných bodoch povrchovej špirály (maximum, minimum) pre oba uvažované nápichy (8,5 a 6,8 mm).

Téma č. 3: Výroba rúrových tvaroviek

ŽP, a. s. ponúkajú v súčasnosti svojim zákazníkom rúrové tvarovky (redukcie) jediného tvaru, ktoré sú na širšom konci definované priemerom 26,9 – 114,3 mm a hrúbkou steny 2,3 – 3,6 mm a na užšom konci s priemerom 21,3 – 88,9 mm a hrúbkou steny 2 – 3,2 mm. Keďže je permanentnou

snahou podniku ponúkať zákazníkom širšie výrobkové portfólio s novými tvarmi a rozmermi, je úloha analyzovať možnosti rozšírenia výroby výsostne aktuálna a pre využitie numerickej simulácie v prostredí DEFORM-3D mimoriadne vhodná. Práve výsledky numerickej simulácie lisovania naznačili výhody a nevýhody navrhovaných nových tvarov redukcií. Keďže si však výroba tvárniacich nástrojov vyžaduje nemalé finančné prostriedky a tiež dostatok času na technologické skúšky a atestáciu nových výrobkov, je aj v prípade sľubných výsledkov numerických simulácií nutné dobre odhadnúť potenciálny dopyt na nové tvary redukcií od budúcich odberateľov a s tým súvisiacu ekonomickú návratnosť projektu. V prípade návrhu technológie výroby redukcií štandardného tvaru ŽP s priemerom 133,0 – 168,3 mm budú v roku 2021 v spolupráci s Opm a Vt ŽP a. s. vybraté konkrétne rozmery spolu so špecifickejším plánom riešenia technologických otázok výroby.

Téma č. 4: Geometrické a silové pomery pri ťahaní rúr

Vplyv geometrie prievlaku na výsledné rozmery rúr

Pri ťahaní rozmeru Ø16 × 1 mm; Ø16 × 1,5 mm a Ø16 × 2,5 mm na prievlakoch od troch rôznych výrobcov (Ceratizit, Durit, Scleros) boli dodržané očakávané geometrické rozmery v rámci predpísaných tolerančných pásiem. Všetky tri prievlaky vykazovali podobné výsledky a výrazné odchýlky sa neprejavili ani pri variácii hrúbky steny vstupných rúr. Prievlak od spoločnosti Scleros vykazoval najbližšie hodnoty zadefinovaným meraným parametrom. Pri simulovanom ťahaní rozmeru Ø18 × 1,45 mm na rozmer Ø14, resp. Ø12 × 1,5 mm, nemá trojica doplnkových rozmerových parametrov prievlaku [R; n; z] vplyv na finálny rozmer rúry. Hodnota vonkajšieho priemeru rúry po vytiahnutí OD_1 bola o 0,03 mm menšia, ako je vnútorný rozmer prievlaku d_1.

Vplyv polohy tŕňa a jeho geometrie na sledované parametre ťahania: simulačná štúdia

Poloha tŕňa voči prievlaku v intervale <-2; 2> mm pri ťahaní rúry s rozmerom Ø22 × 1,65 mm na rozmer Ø18 × 1,45 mm nemá výrazný vplyv na zaťaženie tŕňa a ťažnú silu. Čím viac je tŕň vysunutý v smere ťahania, tým je hrúbka steny menšia, avšak tento jav je prakticky zanedbateľný. Tŕň s nulovou kužeľovitosťou vykazuje väčšiu kontaktnú plochu, čo má za následok vyššie zaťaženie tŕňa. V prípade tŕňa s nenulovou kužeľovitosťou bola zaznamenaná tenšia stena vytiahnutej rúry, pretože tŕň má v časti, kde dochádza ku kontaktu s rúrou cca o 0,01 mm väčší priemer. Zaoblenie konca hrany kalibračnej časti R = 0,5 mm tvarového tŕňa s nenulovou kužeľovitosťou je neefektívne, pretože v tejto fáze ťahania už nedochádza ku kontaktu rúry s tŕňom.

Vývoj excentricity pri tŕňovom a prievlačnom ťahaní

Percentuálna hodnota vstupnej rúry s excentricitou 5 % sa po 5-priebehovej, 7-ťahovej technológii znížila na 0,98 %.

Nástroj pre analytický výpočet vybraných parametrov ťahania rúr za studena

Bol pripravený výpočtový hárok na číselný odhad ťažnej sily. Vedomosť o ťažnej sile je pre prípravu experimentálneho plánu alebo numerickej simulačnej štúdie nenahraditeľná, pretože jednoznačne klasifikuje kvalitu návrhu experimentu alebo simulácie podľa kritéria prekročenia medzného stavu materiálu s následným roztrhnutím ťahanej rúry.

Téma č. 5: Tepelné spracovanie rúr

Riadkovitosť mikroštruktúry

Bol podrobne popísaný mechanizmus vzniku a faktory, ovplyvňujúce vývoj riadkovitej mikroštruktúry ocelí od prvotnej kryštalizácie taveniny cez tvárnenie za tepla až po tepelné spracovanie. Riadkovitosť má malý vplyv na ťahové vlastnosti ako je medza sklzu, medza pevnosti, ale riadkovitosť

môže spôsobiť zníženie hodnôt ťažnosti v porovnaní s mikroštruktúrou, ktorá nemá riadkovitú mikroštruktúru. Riadkovitosť má výrazný vplyv na nárazovú prácu. Nárazová práce klesá so zvyšujúcim sa stupňom riadkovitosti. Riadkovitosť nemá vplyv na nárazovú prácu pri krehkom lome, ale bol zaznamenaný vplyv na tvárny lom. Maximálna práca klesá so zvyšujúcim sa počtom riadkov na jednotku plochy, na druhej strane dochádza k poklesu tranzitnej teploty. Je to v dôsledku delaminačného vplyvu, čiže riadkovité mikroštruktúry sú menej náchylne na únavový lom, pretože riadkovitá mikroštruktúra spôsobuje rozvetvenie trhliny.

Nálepy na rúrach a valcoch v žíhacej peci

Problém s nalepovaním čiastočiek (tzv. nálepov) na povrch tepelne spracovávaných rúr sa vyskytuje na všetkých žíhacích peciach ŽP, a. s., no v najväčšej miere na peciach č. 6 a 7. Vzhľadom na zistené informácie je možné konštatovať, že príčinou tohto problému je oxidáciou povrchu pecných valcov, resp. nedokonalé očistenie povrchu rúr pred vstupom do pece.

Neželaná oxidácia povrchu valcov sa deje najčastejšie na konci prvej zóny. Pri otvorení brán na oboch stranách výrobnej haly sa do pece dostane vzduch (kyslík). Na valcoch sa vytvorí oxidická vrstva, ktorá sa pri pohybe rúr po valcoch uvoľní a nalepí sa na prechádzajúce rúry. Na zabránenie tomuto javu je v peci ochranná atmosféra, ktorá chráni súčasne rúry aj všetky časti pece pred oxidáciou. Ďalšia možnosť ochrany pece pred možným vniknutím kyslíka je vstupná clona v prednej komore. Vstupná clona zabraňuje pri žíhaní rúr nadmernému nasávaniu vzduchu do žíhacieho priestoru pece, resp. unikaniu ochranného plynu z pece sádzacím otvorom. Nalepené čiastočky sú na rúrach pozorované väčšinou v pozdĺžnom páse. Je to spôsobené lineárnym posuvom rúry po valčekoch. Vlastnou váhou a teplotou v peci sa čiastočky natavujú na rúru. Tento jav je najvypuklejší pri tenkostenných rúrach, kde následkom odstránenia týchto častíc brúsením vznikajú vonkajšie poškodenie povrchu rúry. V súčasnej dobe sa nálepy odstraňujú brúsením brúsnym papierom, resp. pilníkom (ak sú väčšie). Pre tieto práce sa používa aj pásová brúska. Pri rovnaní rúr sa môže stať, že sa oxidické čiastočky zatlačia do rúry a po následnom vybrúsení ostáva povrchu rúry poškodený.

Druhou príčinou vzniku nálepov na rúrach je nedokonalé očistenie rúr pred vstupom rúr do pece. Rúry po ťahu môžu mať na sebe nečistoty po chemickej úprave, po rezaní, delení, rovnaní, olejovaní a pod. Niektoré veľmi znečistené rúry sú posielané do odmasťovacích vaní na oddelení chemickej úpravy. Ďalšie nečistoty, ktoré sa nachádzajú v peci môžu byť z nedostatočného vyčistenia pilín, otrepov a nedokonalého odstránenia okovín z rúr pred vstupom do pece. Taktiež aj z prepálených horákov pece. Tieto čiastočky následne oxidujú a teplom sa nalepujú na valce a následne na rúry.

Na zamedzenie vzniku nalepených čiastočiek je potrebné:

- zabezpečiť dusíkovú clonu. Na niektorých peciach na Vt2 je takáto clona aktívna, a hoci neeliminovala dokonale výskyt nálepov, výrazne znížila početnosť ich výskytu;

- zabezpečiť dôkladnejšie čistenie rúr pred vkladaním do pece (oplach v časti chem. úpravy), resp.

intenzívnejšie prefukovanie rúr od pilín a nečistôt;

- zamedziť v čo najväčšej miere vnikaniu kyslíka do pece.

Téma č. 6: Možnosti tepelného spracovania rúr na kontilinke typu QT

Štúdia poukazuje na aktuálnu situáciu výroby rúr zo špecifikáciou QT (*quenching*/*tempering*) na kontinuálnej výrobnej linke. Podľa zistení, popredný svetový producenti rúr takéto výrobné linky vlastnia a teda na trhu ponúkajú rúry so špecifikáciou QT. Aktuálny trend pre výrobcov QT liniek,

ako aj samotných zákazníkov vedie k používaniu indukčného ohrevu, ktorý sa ukazuje ako efektívnejší a hlavne čistejší pre životné prostredie, keďže nedochádza k produkcii emisií CO_2. Vhodnosť kontinuálnej QT linky v podmienkach ŽP a. s. by bolo potrebné overiť prieskumom trhu, keďže by sa jednalo a veľkú investíciu.

VaV-2020-VP4 ANALYTIKA: Implementácia dátovej analytiky vo výrobnom procese

Téma č. 1: Výroba a plynulé odlievanie ocele

V roku 2020 bol navrhnutý, vypracovaný a odladený jednoduchý, no veľmi účinný a na pomery ŽP, a. s. unikátny koncept nového užívateľského rozhrania k údajom z výrobnej databázy Informix, týkajúcich sa výroby a odlievania ocele. Systém spĺňa všetky parametre, ktoré boli sledované (dátová úplnosť, užívateľská prívetivosť, navigačná rýchlosť, analytická efektívnosť). Pri absencii špecializovaných analytických nástrojov dokáže poskytnúť údaje o výrobe vo forme, ktorá plne vyhovuje klasickej, ručnej analytickej práci odborníkov a odbremeňuje ich od zdĺhavého a z hľadiska ľudského faktora nebezpečného procesu ručnej kompilácie podkladov zo štruktúrne heterogénnych zdrojov pre analýzu daného problému. Kontextovosť navrhnutého riešenia má zároveň didaktický účinok a smeruje užívateľa k „viacrozmernému“ prístupu k údajom z výroby.

Téma č. 2: Výroba valcovaných rúr

Z časových dôvodov a dátovo objemovej náročnosti témy č. 1 nebola téma č. 2 v roku 2020 riešená. Jej riešenie sa presúva do roku 2021.

VaV-2020-VP5 KVALITA: Hodnotenie kvality výroby ocele a oceľových rúr

Téma č. 1: Transformačné teploty vybraných ocelí

Projekt prebiehal podľa naplánovaných úloh pre rok 2020 a podľa operatívnych úloh, ktoré vyplynuli z potrieb ŽP, a. s. Pre dilatometrické stanovenie teplôt fázových premien ocelí boli dodané 3 externé správy FMMR TU v Košiciach v súlade so zmluvami o dielo č. P-102-0022/20, P-102-0022/20.2 a P-102-0043/20. Cieľom správ bolo určiť, aký je rozptyl vybraných transformačných teplôt tavieb s normovo rovnakým chemickým zložením (akosti ZP7Mn42NSi a ZP16Mn52NS), avšak na opačnom konci prípustného koncentračného intervalu uhlíka. Výsledky preukázali, že rozdiely v teplotách fázových premien sú minimálne pre obe skúmané akosti. Odliatie predmetných tavieb na hornej alebo dolnej hranici obsahu C nemá prakticky žiaden vplyv na teploty fázových premien.

Ďalším cieľom bolo stanovenie teplôt fázovej premeny akostí, ktoré doteraz neboli v databáze ŽP VVC. Na analýzu boli vybraté akosti ZP18MN122NS špeciál 5, stredne uhlíková oceľ N80 a strednelegovaná žiarupevná oceľ T5, ktorá bola v ŽP, a. s. v roku 2020 premiérovo vyrobená a odliata.

Téma č. 2: Vrubová húževnatosť ocelí v kryogénnych podmienkach

Riešenie výskumnej témy prebiehalo podľa vopred odsúhlaseného harmonogramu. Výsledky experimentálneho programu sú podrobne popísané v priebežnej výskumnej správe č. 13/2020/ŽPVVC. Lomová húževnatosť bola skúmaná na akosti ZP18Mn122NS, ktorá sa v ŽP, a. s. vyrába v 5 špeciáloch.

Prvým cieľom bolo stanoviť vplyv celkovej redukcie prierezu na veľkosť zrna. Výsledky výskumu ukazujú, že so zvyšujúcou sa celkovou redukciou prierezu klesá veľkosť zrna. Najjemnejšiu mikroštruktúru majú špeciály, ktoré sú legované Nb (špeciál 3, 4, 5). Špeciál 4, legovaný Nb, má najnižší obsah

C a najvyšší obsah Mn a pri nízkej hodnote celkovej redukcie prierezu má zo všetkých špeciálov najjemnejšiu mikroštruktúru. Na druhej strane, nelegovaná, tzv. podniková chémia má najväčšie zrno. Ďalej pri tejto nelegovanej chémii pozorujeme veľký rozptyl hodnôt veľkosti zrna pri rovnakej redukcii prierezu. V špeciále 2, legovanom V je dosahovaná hrubozrnnejšia mikroštruktúra v porovnaní s ostatnými špeciálmi, legovanými Nb napriek tomu, že obsahuje porovnateľné množstvo C a Mn ako špeciál 3, ktorý je legovaný Nb.

Ďalším cieľom bolo stanoviť vplyv chemického zloženia na nárazovú prácu. Výsledky výskumu ukazujú, že so zvyšujúcou sa celkovou redukciou prierezu hodnota nárazovej práce stúpa. Je to spôsobené znižujúcou sa veľkosťou zrna so zvyšujúcou sa redukciou. Pri celkovej redukcii prierezu cca 50 % majú všetky špeciály približne rovnaké hodnoty nárazovej práce. Vyššie hodnoty nárazovej práce pri menšej celkovej redukcii prierezu sú dosahované pri podnikovej chémii, ktorá nie je legovaná V a Nb. Porovnaním mikroštruktúry sa pri legovaných špeciáloch po celom priereze tvoria hrubozrnné ihlicovité útvary s náznakmi Widmanstättenovej morfológie.

Posledná krehkolomová vlastnosť, ktorá bola experimentálne stanovená v tejto téme, bola prechodová teplota T_{35}. Výsledky výskumu ukazujú, že so zvyšujúcou sa celkovou redukciou prierezu prechodová teplota klesá. Nelegovaná podniková chémia má najvyššiu prechodovú teplotu T_{35}, pričom táto teplota je vyššia ako teplota skúšania (-20 °C). Môžeme konštatovať, že celková redukcia prierezu má na prechodovú teplotu T_{35} pri nelegovaných tavbách minimálny vplyv. Napriek tomu, že prechodová teplota je vyššia ako je teplota skúšania, hodnoty nárazovej práce boli pri všetkých redukciách dodržané. Naopak, najnižšiu prechodovú teplotu má špeciál 4, ktorý je legovaný Nb s najnižším obsahom uhlíka a vyšším obsahom mangánu v porovnaní s ostatnými špeciálmi.

Téma č. 3: Kvalita rúr vybraných legovaných a nelegovaných akostí

Štatistické spracovanie výmetov akostí 8617H, P460N a ZP10CrMo9-10

Z dôvodu dlhodobo vyšších výmetov predmetných akostí bola vykonaná analýza kvality výroby rúr za obdobie 1. 1. – 31. 10. 2020, počnúc výrobou kontizliatku až po NDT hotových rúr. Do štatistického súboru boli zaradené len tavby, kde bolo odskúšaných viac ako 30 000 kg rúr. Celkový percentuálny výmet bol stanovený z celkového množstva skúšaných rúr a z množstva zlých rúr.

Akosť 8617H

Bolo identifikovaných 8 tavieb s výmetom nad 15 % (T: 54 – 19,73 %, T: 56 – 22,71 %, T: 59 – 28,02%, T: 401 – 18,71%, T:3 239 – 14,63%, T: 3 240 – 17,92 %, T: 3 241 – 24,13 % a T: 3 404 – 16,95 %). Celkový percentuálny výmet bol 11,54 %. Tento výsledok považujeme z hľadiska stupnice kvantifikácie parametrov kvality rúr za veľmi dobrý. Príčiny výmetov sú popísané v metalografických správach nasledovne:

TV metalografickej správe 114/2020 (tavba 56) sa konštatuje, že chyby na vnútornom povrchu vznikli pri procese výroby rúr tvárnením za tepla. V metalografickej správe 214/2020 (tavba 59) sa uvádza, že podľa textúry, ako jednotlivé riadky kopírujú vnútornú chybu (tvar chyby), je možné konštatovať, že chyby vznikli pri tvárnení za tepla. V metalografickej správe 595/2020 (tavba 3 404) sa uvádza, že z priebehu a charakteru trhlín je možné konštatovať, že poškodenie vnútorného povrchu bolo primárne na lupe. Pri redukovaní došlo k následnému prehĺbeniu trhlín prevažne v hranách polygónu , čoho svedkom je aj orientácia textúry nad vnútornými nerovnosťami (trhlinami). Vo výplni trhlín boli bodovou a plošnou analýzou preukázané oxidy Fe, Si, Mn, Cr. V metalografickej správe 607/2020 (tavba 3 239) sa konštatuje, že analyzovaná rúra bola po celoplošnom brúsení, preto nie je možné presne určiť pôvodnú hĺbku chýb na vonkajšom povrchu. EDX analýzou boli v

priečnom reze v okolí chyby zistené častice s vysokým obsahom C, O, S, Mn, Si, Cr. Vznik chyby na analyzovanej vzorke zapríčinila prítomnosť nečistôt v oceli. V metalografickej správe 621/2020 (tavba 3 240) sa konštatuje, že pri hodnotení trhlín na výbruse (indikovaných po kapilárnej skúške) bolo zistené, že pre všetky trhliny je charakteristické miestne nepretvárnenie vnútorného povrchu po ťahu. Následne jemné oduhličené trhliny s vnútornou oxidáciou prenikajú do matrice v tvare kolmých, prípadne rozvetvených trhlín. To podporuje tvrdenie vzniku trhlín pri procese výroby rúr tvárnením za tepla v ťahovej redukovni.

Akosť P460N

Boli identifikované 2 tavby s výmetom nad 15 % (T: 51 – 19,12 %, T: 3 242 – 27,81 %). Celkový percentuálny výmet bol 9,39 %. Tento výsledok považujeme z hľadiska stupnice kvantifikácie parametrov kvality rúr za výborný. Príčiny výmetov sú popísané v metalografických správach nasledovne:

V metalografickej správe 108/2020 (tavba 51) sa konštatuje, že v blízkosti chýb a v blízkosti vonkajšieho povrchu bolo pozorované početné množstvo vtrúsenín v oceli (oxidy Fe, Mn, Si). Chyby na vonkajšom povrchu zapríčinila prítomnosť zhlukov nekovových vtrúsenín metalurgického pôvodu. V metalografickej správe 120/2020 (tavba 51) sa konštatuje, že chyby – (šupiny/preložky) vznikali v procese výroby rúr pri tvárnení za tepla. V metalografickej správe 608/2020 (tavba 3 801) sa konštatuje, že pri hodnotení trhlín na výbruse bolo zistené, že pre všetky trhliny je charakteristické širšie ústie – nepretvárneného vnútorného povrchu po ťahu s následným prienikom úzkych trhlín do matrice. Tento priebeh podporuje predpoklad, že chyby na vnútornom povrchu vznikli pri procese výroby valcovaných rúr z hutného náradia a v ťahovej redukovni sa následne prehĺbili.

Akosť ZP10CrMo9-10

Boli identifikované 2 tavby s výmetom nad 10 % (T: 438 – 14,45 % a T: 3 190 – 16,29 %). Celkový percentuálny výmet bol 5,05 %. Tento výsledok považujeme z hľadiska stupnice kvantifikácie parametrov kvality rúr za výborný. Avšak je potrebné uviesť, že hodnota 5,05 % (celkový percentuálny výmet), je skresľujúca, pretože v nej nie sú započítané tavby, ktoré boli zošrotované (resp. mohli byť zošrotované) z dôvodu výskytu termických trhlín. Ako príklad uvádzam tavby 2 812 (metalografická správa 452/2020), 3 000 (metalografická správa 455/2020) a 3 265 (metalografická správa 630/2020), kde bola zistená prítomnosť termických trhlín a prakticky nedošlo k spracovaniu predmetných tavieb. Príčiny výmetov sú popísané v metalografických správach nasledovne:

V metalografickej správe č. 452/2020 sa konštatuje, že trhlina vznikla pri chladnutí, vznik trhliny zapríčinili termické napätia, ktoré prekročili medzný materiálový stav. V metalografickej správe č. 455/2020 sa konštatuje, že vznik trhlín zapríčinili termické napätia, trhliny vznikli pri chladnutí alebo manipulácií so zliatkom. V metalografickej správe č. 630/2020 sa konštatuje, že trhliny na dodanom templete sa vyskytujú v kritických hĺbkach, rizikových pre spracovanie poškodených klátikov na valcovacej trati a vznikli v dôsledku prítomnosti termických napätí mechanizmom štiepneho lomu.

Závislosť kvality vnútorného povrchu rúr na miere opotrebovania tŕňových tyčí

Z vyhodnotenia šiestich výrezov z opotrebovanej tŕňovej tyče (TT) možno konštatovať, že hĺbka trhlín na vonkajšom povrchu dosahovala max. 7 mm. Z hodnotenia mikrotvrdosti TT po priereze možno konštatovať, že tesne pod povrchom (cca 1 mm) dosahovala HV 10 hodnotu 218 (po prepočte na tvrdosť HRC = 17). V hĺbke cca 10 mm dosahovala HV 10 hodnotu približne 300 (po prepočte na tvrdosť HRC = 30,5). Táto hodnota tvrdosti sa smerom do stredu TT (65 mm) ďalej výraz-

nejšie nemenila. Maximálna hodnota mikrotvrdosti HV 10 bola nameraná na úrovni 324, čo v prepočte na tvrdosť HRC predstavuje 33,6. Analýza chemického zloženia z povrchu TT, potvrdila prítomnosť okovín s malým podielom ďalších prvkov (C, Mn, Si, Al, Cr, Cu, Ni, V, Ti, S).

Z porovnania záznamov lúp po NDT z oboch akostí P460N a ZP8Mn45 valcovaných na starých a nových TT vyplynulo, že neboli pozorované chyby, ktoré by presiahli 5 % z hrúbky steny lupy. Na akosti P460N (stará aj nová TT) síce boli zaznamenané píky, avšak boli falošné, začiatky a konce lúp neboli zaštopľované (ultrazvukové vlny sa odrážali od vody, ktorá sa dostala na začiatok lupy). Z lupy akosti P460N boli odobraté vzorky – 1 x 100 cm (nová TT) a 3 x 100 cm (stará TT), ktoré boli rozdelené v pozdĺžnom smere na 2 rovnaké časti kvôli kapilárnym skúškam a analýze vnútorného povrchu. Na vnútornom povrchu boli pozorované okoviny (EDX analýza). Porovnaním vnútorného povrchu lúp odvalcovaných na novej a starej TT možno konštatovať, že lupa, odvalcovaná na novej TT, vykazovala vizuálne lepší vnútorný povrch (menšie zastúpenie okovín v porovnaní s lupou odvalcovanej na starej TT).

Z porovnania záznamov valcovaných rúr po NDT skúške akosti P460N (nová, stará TT) možno konštatovať, že na záznamoch z novej TT neboli pozorované žiadne chyby (trhliny), ktoré by presiahli 5 % z hrúbky steny rúry. Na zázname zo starej TT (rúra po delení I) bola pozorovaná chyba, ktorej veľkosť prekročila 5 % z hrúbky steny rúry. Metalografickým rozborom sa zistilo, že trhlina mala hĺbku 405,2 µm (5,07 %) a vznikla pri procese výroby rúr tvárnením za tepla. V ďalšom zázname zo starej TT (rúra po delení II) bola pozorovaná chyba, ktorej veľkosť sa blížila k 5 %. Táto rúra bola určená na ťah. Rúra odvalcovaná na novej TT vykazovala vizuálne lepší vnútorný povrch (menšie zastúpenie okovín v porovnaní s rúrou odvalcovanej na starej TT).

Z porovnania záznamov valcovaných rúr po NDT skúške akosti ZP8Mn45 (nová, stará TT) možno konštatovať, že neboli pozorované žiadne chyby (trhliny), ktoré by presiahli 5 % z hrúbky steny rúry. Na záznamoch z valcovaných rúr (nová TT) boli pozorované 2 chyby, ktorých veľkosť sa blížila k 5 %. Rúra odvalcovaná na novej TT vykazovala vizuálne lepší vnútorný povrch (menšie zastúpenie okovín v porovnaní s rúrou odvalcovanej na starej TT).

Z porovnania záznamov ťahaných rúr po NDT skúške akosti P460N (nová, TT) možno konštatovať, že neboli pozorované žiadne chyby (trhliny), ktoré by presiahli 5 % z hrúbky steny rúry. Na záznamoch ťahaných rúr zo starej TT boli pozorované trhliny, ktorých veľkosť prekročila 5 % z hrúbky steny rúry. Metalografickým rozborom sa zistilo, že 1 trhlina dosahovala hĺbku 654,7 µm (10,91 %). Ťahaná rúra (na novej TT) vykazovala vizuálne lepší vnútorný povrch (menšie zastúpenie okovín v porovnaní s rúrou odvalcovanej a ťahanej na starej TT). Počet analyzovaných priečnych rezov na novej TT bol 4 v porovnaní s počtom priečnych rezov na starej TT (14).

Z porovnania záznamov ťahaných rúr po NDT skúške akosti ZP8Mn45 (nová, TT) možno konštatovať, že neboli pozorované žiadne chyby (trhliny), ktoré by presiahli 5 % z hrúbky steny rúry. Na záznamoch ťahaných rúr zo starej TT boli pozorované trhliny, ktorých veľkosť prekročila 5 % z hrúbky steny rúry. Metalografickým rozborom sa zistilo, že 3 trhliny dosahovali hĺbku nad 5 % z hrúbky steny rúry: 310,9 µm (5,18 %), 346,0 µm (5,77 %) a 381,7 µm (6,36 %). Ťahaná rúra (na novej TT) vykazovala vizuálne lepší vnútorný povrch (menšie zastúpenie okovín v porovnaní s rúrou odvalcovanej a ťahanej na starej TT). Počet analyzovaných priečnych rezov na novej TT bol 4 v porovnaní s počtom priečnych rezov na starej TT (26).

Výroba ocele a oceľových rúr z akosti T5

Výroba a odlievanie akosti T5 sa spolu s výrobou valcovaných a presných rúr zaradila medzi úspešne dosiahnuté ciele roku 2020. Systematický prístup pri návrhu technológie výroby a odlievania ocele, opierajúci sa o hlboké poznatky a mnohoročné skúsenosti odborníkov v ŽP, a. s. a podporený výpočtami v príslušných softvérových systémoch ukázal svoje ovocie a umožnil zaradiť chrómovú akosť T5 do štandardného portfólia výroby kontizliatkov v ŽP, a. s.

Technológia tepelného spracovania ťahaných rúr dodávaných do Transmesy

Výsledky realizovaných analýz a skúšok z navrhnutej vývojovej skúšky technológie tepelného spracovania ťahaných rúr sú podrobnejšie opísané vo výskumnej správe 7/2020/ŽPVVC. Mikroštruktúra rúry v stave po valcovaní bola tvorená feritom (F), perlitom (P) a bainitom (B), pričom F = 22 %, P = 46 % a B = 32 %. Rúra v stave po normalizačnom žíhaní bola tvorená feritom a perlitom (F = 37 %, P = 63 %). Mikroštruktúra v priečnom smere po ťahaní s redukciou 29 % zostala feriticko-perlitická, tvárnením nedošlo ku zmene fáz (F = 40 %, P = 60 %). Rúra v stave po popustení na teplote 710 °C bola tvorená popustenou feriticko-perlitickou štruktúrou s vylúčenými karbidmi vo vnútri zŕn (obohatený cementit o karbidotvorné prvky) a aj po hraniciach zŕn (F = 35 %, P = 65 %). Mikroštruktúra v priečnom smere po ťahaní s redukciou 31 % bola tvorená z popustenej feriticko-perlitickej štruktúry, tvárnením nedošlo k zmene podielu fáz (F = 35 %, P = 65 %). Rúra v stave po popustení na teplote 780 °C bola tvorená čiastočne popustenou feriticko-perlitickou mikroštruktúrou s výskytom nepopusteného lamelárneho perlitu (F = 50,2 %, P = 49,8 %). Popustenie bolo realizované nad teplotou A_{c1} (t. j. v dvojfázovej oblasti). Štruktúra je z pohľadu rozloženia jednotlivých fáz a zŕn homogénna. V pozdĺžnych rezoch bola mikroštruktúra riadkovitá. Priemerná veľkosť feritického zrna po normalizácii bola 7,1 µm, použitou technológiou na rúrach došlo u finálneho rozmeru k zjemneniu zrna na 5,3 µm.

Vo finálnom rozmere Ø22 x 3,2 mm bolo oduhličenie vonkajšieho povrchu do hĺbky cca 150 µm, t. j. 4,7 % z hrúbky steny. Celkové oduhličenie vonkajšieho povrchu bolo do hĺbky cca 240 µm, t. j. 7,5 % z hrúbky steny.

Na valcovanej rúre bol pozorovaný polygón. Po vnútornom obvode rúr boli pozorované početné trhliny. Väčšie trhliny sa vyskytovali prevažne v hrane polygónu. Najväčšia trhlina bola nameraná do hĺbky 222 µm na rúre po normalizačnom žíhaní a ťahaní s redukciou 29 % na rozmere Ø 27,0 x 3,75 mm, t. j. do 5,92 % z hrúbky steny. Ťahaním za studena nedošlo k odstráneniu nadkritických necelistvostí z vnútorného povrchu vzorky. Nad vnútorným povrchom materiálu a aj vo vnútri trhlín boli zdokumentované aj hrubé komplexné oxidy Fe_xO_y. Chemické zloženie analyzovaných častíc vo vzorke zodpovedalo chemickému zloženiu okují na povrchu vzorky. V oblasti nad vnútorným povrchom boli zdokumentované aj karbonitridy/nitridy na báze Ti do veľkosti 7 µm. Veľkosť častíc a ich výskyt v objeme vzoriek bol nerovnomerný.

Možnosti zvýšenia výťažnosti tavby akosti ZP10CrMo9-10 pri výrobe valcovaných rúr

Ukazuje sa, že spôsob ako zvyšovať výťažnosť tavieb technologicky náročných akostí vyžaduje pochopenie mechanizmu solidifikácie, ktorý je ovplyvnený prídavnými chemickými prvkami. Potom bude možné navrhnúť špecifické chemické zloženie odlievanej ocele, vrátane spôsobov jej prípravy, ktoré efektívne homogenizujú mechanické vlastnosti zliatkov. Experimentálne valcovanie doplnené o nedeštruktívne skúšky je jedinou cestou ako navrhnuté postupy validovať v reálnych prevádzkových podmienkach.

Téma č. 4: Creepové vlastnosti žiarupevných ocelí

V rámci vývoja novej akosti ocele pre energetický priemysel, boli v spolupráci s FMMR TU v Košiciach realizované subštruktúrne analýzy na dodaných vzorkách akosti 9CrNB, ktoré boli vystavené skúškam tečenia. Z tohto pracoviska bola dodaná jedna externá výskumná správa „Mikroštruktúrna a subštruktúrna analýza stavov ocele akosti 9CrNB po skúške tečenia“ (zmluva o dielo č. P-102-0027/20).

Predmetom analýz boli tri vzorky (označené A, B a C) ocele 9CrNB porušené pri rôznych dobách tečenia. Išlo o vzorku základného materiálu (stav A) bez ovplyvnenia štruktúry a vlastností zváraním a dve vzorky ocele so zvarom (stav B a C) porušené po rôznych dobách tečenia. Zvary na analyzovaných vzorkách B a C boli vytvorené pred skúškou tečenia. Vzorka A analyzovaného základného materiálu ocele bola pri skúške tečenia vystavená nižšej teplote 625 °C a vyššiemu napätiu 139 MPa ako vzorky B a C ocele so zvarmi (teplota: 650 °C, napätie: 88 MPa). Predpísaný teoretický počet hodín do lomu pri vzorke A bol 3000 h (vydržala 21 118,6 h – vyhovela), pri vzorke B bol 10 000 h (vydržala 4 475,6 h – nevyhovela) a pri vzorke C bol tiež 10 000 h (vydržala 12 741,9 h – vyhovela).

Z dodaných vzoriek ocele porušených pri skúške tečenia boli pomocou rozbrusovania odobraté vzorky pre metalografickú analýzu mikroštruktúry ocele v mieste lomu vzoriek. Mikroštruktúra bola hodnotená na ploche pozdĺžneho rezu vzorkou vedeného v smere jej pozdĺžnej osi od lomového povrchu vzorky. Detailný popis štruktúry skúmaného materiálu je v záverečnej výskumnej správe projektu KVALITA za rok 2020.

Téma č. 5: Analýza textúrotvorných procesov pri ťahaní za studena

Projekt prebiehal podľa vopred odsúhlaseného harmonogramu. Výsledky experimentálneho programu sú podrobné popísané v priebežnej výskumnej správe č. 14/2020/ŽPVVC. Vývoj textúry jednotlivých zŕn a napäťovo-deformačný stav bol sledovaný v troch rôznych smeroch cylindrického súradnicového systému. Hodnoty napätia a deformácie boli vypočítané v softvéri DEFORM-3D. Kryštalografická orientácia bola získaná pomocou EBSD (*Electron backscatter diffraction*) analýzy na rastrovacom elektrónovom mikroskope.

Vývoj kryštalografickej textúry bol skúmaný v 3 smeroch vzhľadom na smer ťahania: radiálny, tangenciálny a axiálny smer. Kryštalografická textúra je znázornená pomocou inverzných pólových obrazcov. Intenzita inverzných pólových obrazcov je vyjadrená strednou rovnomernou hustotou (MUD – *Multiples of uniform distribution*). Na základe MUD analýzy môžeme vyvodiť nasledujúce závery:

EBSD analýza presných rúr a simulácia napätia pri tŕňovom ťahaní preukázala, že pri tŕňovom ťahu v axiálnom smere pôsobí ťahové napätie. Vplyvom ťahového napätia pri ťahaní v axiálnom smere rotuje kryštál do stabilnej polohy, ktorá je v rovine (101) pri ťahovom napätí v mriežke BCC. V radiálnom a tangenciálnom smere pôsobí dominantné tlakového napätie. Pri ťahaní v radiálnom a tangenciálnom smere kryštál rotuje do stabilnej polohy, ktorá je v rovine (111) pri tlakovom napätí v mriežke BCC.

EBSD analýza presných rúr a simulácia napätia pri prievlačnom ťahaní preukázala, že pri prievlačnom ťahaní v axiálnom a radiálnom smere pôsobí dominantné ťahové napätie. Vplyvom ťahového napätia pri ťahaní v axiálnom a radiálnom smere, kryštál rotuje do stabilnej polohy, ktorá je v rovine

(101) pri ťahavom napätí v mriežke BCC. V tangenciálnom smere pôsobí dominantné tlakové napätie. Pri ťahaní kryštál v tangenciálnom smere rotuje do stabilnej polohy, ktorá je v rovine (111), ktorá je pri tlakovom napätí v mriežke BCC.

Z výsledkov vývoja kryštalografickej orientácie vyplýva, že vyšší podiel optimálnej textúry (111) a (101) pre vysokú tvárniteľnosť materiálu je možné dosiahnuť vysokou redukciou pri tŕňovom ťahu (R = 40 %) a pomerne nízkou redukciou R = 10 % pri prievlačnom ťahu. Najhoršia kryštalografická orientácia z pohľadu tvárniacej schopnosti je (100). Túto hypotézu by bolo potrebné experimentálne overiť. Ťahanie presnej rúry by sa realizovalo podľa daných redukcii bez tepelného spracovania. Výsledná textúra po ťahu zabezpečí aj výhodné nukleačné miesta pre rekryštalizáciu za účelom dosiahnutia optimálnej textúry po tepelnom spracovaní, teda pred vstupom do ďalšieho ťahu.

Téma č. 6: Výskum koróznej odolnosti žiarupevných ocelí v prostredí spalín biomasy

Dňa 20. 6. 2019 bola podpísaná zmluva o združení č. 01/2019 – ZDR medzi Fakultou materiálov, metalurgie a recyklácie (FMMR) TU v Košiciach a ŽP Výskumno-vývojovým centrom, s. r. o. Predmetom zmluvy je vybudovanie spoločného pracoviska s názvom Laboratórium vysokoteplotných koróznych proces (LVKP). V júli 2020 bola podpísaná zmluva o dielo (evidenčné číslo zhotoviteľa 3822/2019) „Laboratorní zařízení pro provádění korozních testů ocelí“ medzi firmou ATEKO, a. s. a ŽP Výskumno-vývojovým centrom, s. r. o.

Pec pre testovanie vzoriek zo žiarupevných ocelí mala byť dodaná do 20 týždňov odo dňa podpisu zmluvy o dielo. V priebehu výroby pece boli dodatočne dokúpené:

- Meranie teploty – dodávka a montáž termočlánkov do retorty pece vrátane úpravy retorty (vrátane špeciálnej plynotesnej priechodky) tak, aby bolo možné na PC sledovať a zaznamenávať priebeh teploty pri realizovaní experimentov. Súčasťou dodania bola úprava retorty vrátane priechodky, dodanie a montáž termočlánku, zobrazovacia jednotka a kalibrácia meracej slučky (okruhu).

- Software a vybavenie pre sledovanie a záznam priebehu experimentu. Súčasťou dodania bola súprava HT-Monit a nevyhnutné rozhranie RS 232 alebo EIA485 či Ethernet.

- Automatické chladenie pece – pre rýchle ochladenie pece po experimente alebo pri jeho prerušení (vybratie častí vzoriek). Doporučené bolo nainštalovať systém vzduchového ochladzovania. Pred otvorením pece je potrebné ochladenie na cca 200 °C. Bez automatického chladenia trvá ochladenie pece 24 – 48 hod, s automatickým chladením cca 2 hod. Súčasťou dodávky bol ventilátor, systém uzatváracích klapiek a príslušný softvér.

Kvôli dodatočným prácam (montáž termočlánkov) a dokúpeniu ďalších položiek bolo zariadenie dodané na pracovisko FMMR koncom februára 2020. V dňoch 4. – 5. 3. 2020 prebiehalo zapájanie a oživovanie pece, ktoré realizovali dvaja pracovníci z firmy Ateko, a. s. Po zapojení pece a realizovaní všetkých prác k spusteniu pece, bolo realizované školenie pracovníkov za FMMR a ŽP VVC pre obsluhu danej pece. Toto školenie realizoval pracovník spoločnosti LAC s.r.o., ktorá ako subdodávateľ firmy Ateko, a. s. danú pec vyrobila. Následne bola spustená skúšobná prevádzka pece (ohrev do cca 400 °C) a zaškolenie prítomných v obslužnom softvéri.

V priebehu leta 2020 vyplynulo, že je potrebné dokúpiť výmenník voda/vzduch pre chladenie goliera retorty skúšobného zariadenia. Golier retorty je totiž ochladzovaný vodou. Chladenie musí byť

v prevádzke vždy, pokiaľ je v prevádzke pec, t. j. je spustený program pre riadenie teploty. Toto zariadenie bolo dodané na FMMR 16. 11. 2020.

Dňa 8. 12. 2020 sa uskutočnilo oficiálne otvorenie spoločného pracoviska Laboratórium vysokoteplotných koróznych proces (LVKP). Taktiež sa začali práce podľa experimentálneho programu: vzorky z ocele P91, MarBN a gradientnej ocele budú oxidované pri teplote 600 a 650 °C po dobu 3000 h v prostredí vodnej pary. Vzorky budú postupne zo zariadenia vyberané po 100, 250, 500, 750, 1000, 2000 a 3000 hodinách.

Po exponovaní pri teplote 600 a 650 °C v prostredí vodnej pary budú vzorky z ocele P91, MarBN a gradientnej ocele oxidované pri teplote 400 °C a 450 °C po dobu 1000 h a 3000 h v prostredí s HCl(g) a SO_2. Vzorky budú postupne zo zariadenia vyberané po 100, 250, 500, 750, 1000, 2000 a 3000 hodinách.

VaV-2020-VP6 ENVIRONMENT: Spracovanie metalurgických odpadov v ŽP, a. s.

Téma č. 1: Spracovanie oceliarenských odpraškov

Realizácia témy v roku 2020 pozostávala zo vzorkovania a chemických analýz oceliarenských odpraškov. Analyzoval sa nový spôsob odberu a prípravy vzoriek, ktorý zvyšuje reprezentatívnosť odobratých vzoriek. Zo štatisticky spracovaných výsledkov chemického zloženia odpraškov v roku 2020 (vzoriek odobratých spôsobom „jedna vzorka za týždeň“ a vzoriek pripravených homogenizáciou a kvartáciou) vyplývajú nasledujúce závery:

Priemerný obsah Zn v odpraškoch dosiahol 19,27 %, čo v porovnaní s rokom 2019 predstavuje pokles o cca. 1,4 % v absolútnom ponímaní (priemerný obsah Zn v odpraškoch bol v roku 2019 20,63 %). Napriek zaznamenanému poklesu však priemerný obsah Zn naďalej spĺňa kritérium minimálneho požadovaného obsahu Zn (15 %), ktorý je jednou z podmienok ekonomickej rentability procesu spracovania odpraškov.

V roku 2020 bola zaznamenaná zvýšená produkcia oceliarenských odpraškov na tonu vyrobenej ocele, čo súvisí s kvalitou šrotu (v roku 2020 prebiehalo čistenie šrotového poľa.)

V ďalšej etape výskumu sa v rámci prevádzkového experimentu overovala korelácia medzi šrédrovaným šrotom vo vsádzke a obsahom Zn v oceliarenských odpraškoch. Závislosť medzi sledovanými veličinami sa potvrdila a výsledky sa zaznamenali vo výskumnej správe č. 02/2020/ŽPVVC. Počas tohto experimentu sa tiež overoval vplyv zmeny spôsobu vsádzania páleného vápna do EAF (prostredníctvom košov) na zníženie Ca v oceliarenských odpraškoch. V tomto prípade sa závislosť nepotvrdila, pričom sa konštatovalo, že významnejším zdrojom Ca v odpraškoch je pravdepodobne pálené vápno, ktoré sa pridáva do LF.

V rámci témy sa otvorila aj otázka briketácie oceliarenských odpraškov. V spolupráci so spoločnosťou ECO – GLOBAL, s.r.o. sa pripravila receptúra brikiet, ktorú okrem oceliarenských odpraškov tvoria aj ďalšie odpady produkované v ŽP, a. s, spolu s uhlíkatými odpadovými materiálmi. Brikety sa v ďalšej etape výskumu budú pretavovať s cieľom produkcie „surového“ ZnO a Fe koncentrátu. Výskum briketácie a pyrometalurgického spracovania brikiet je v štádiu realizácie.

Téma č. 2: Spracovanie trosky z elektrickej oblúkovej pece

Primárna troska

Výskum EAF trosky v roku 2020 nadviazal na výsledky, prezentované vo výskumnej správe č. 35/2019/ŽPVVC. V prvej časti priblížil dôvody koncentrovania sa magnetickej zložky EAF trosky v jemnejších zrnitostiach. Ako možná príčina sa v správe uvádza krehkosť feromagnetického Fe_3O_4, ktorý sa drví prednostne a prechádza do najjemnejších zrnitostí. Rovnaké výsledky sa pozorovali v prípade demetalizovanej aj nedemetalizovanej EAF trosky.

V druhej časti sa výskum zameral na hydrometalurgické spracovanie EAF trosky s cieľom získať ekonomicky zaujímavé kovy (Cr, V, ale aj Mn), ktoré počas kyslého lúhovania trosky prechádzajú do roztokov vo významných koncentráciách. Experimenty lúhovania sa realizovali za pomoci vysokofrekvenčného indukčného generátora, ktorý spoločnosť ŽP VVC s.r.o. zakúpila pre potreby LSPO v roku 2019. Podrobné výsledky uvádza príslušná (externá) záverečná správa ÚRT FMMR TUKE (zmluva o dielo č. P-102-0013/20).

Rafinačná troska

V prvej fáze sa rafinačná troska v rôznych stavoch zrelosti (čerstvá troska priamo z LF, troska po 1., 2. a 3. týždni zretia na halde) podrobila charakterizácii z pohľadu chemického prvkového a fázového zloženia. Vo všetkých vzorkách trosky bol s výnimkou čerstvej trosky pozorovaný zanedbateľný obsah voľného CaO. Podrobné výsledky sumarizuje výskumná správa č. 01/2020/ŽPVVC.

Výsledky sitovej analýzy a magnetickej separácie poukázali na to, že sitovanie rafinačnej trosky cez sito s veľkosťou oka 2 mm je v prípade požiadavky na odstránenie kovových častíc postačujúce. Po príprave 15 ton rafinačnej trosky podľa špecifikácií spoločnosti Carmeuse sa pripravená troska podrobí výskumu jej využitia pri výrobe materiálov na stavebné účely (podmienené certifikáciou REACH). Počas prípravy vzoriek rafinačnej trosky pre spoločnosť Carmeuse sa pozoroval rôzny podiel nerozpadnutých častíc na jednotlivých haldách. Pridanie menšieho množstva Si legúr na tavbu sa odzrkadlilo v nižšom obsahu SiO_2 v troske a následne v nižšom percentuálnom zastúpení fázy Ca_2SiO_4, ktorá zodpovedá za rozpad trosky. Toto tvrdenie je však potrebné overiť na väčšom množstve vzoriek.

Využitie rafinačnej trosky v procese briketácie je bližšie popísané v téme č. 3. Recyklácia rafinačnej trosky v EAF je súčasťou výskumného projektu STEELTECH.

Téma č. 3: Spracovanie kalov

Téma č. 3 sa v roku 2020 zamerala na charakterizáciu troch typov kalov, vznikajúcich v ŽP, a. s.:

- kalu z neutralizácie odpadových vôd z úpravy rúr na Vt1 a Vt2;
- fosfatizačného kalu;
- kalu z neutralizačnej stanice odpadových vôd galvanizačnej linky.

Za týmto účelom bola zmapovaná produkcia kalov a na získaných vzorkách popísané ich chemické prvkové a fázové zloženie. Z analýz vzoriek vyplynulo, že kaly obsahujú vyšší obsah Zn a Fe. Jednotlivé fázy Zn a Fe sa v kaloch neidentifikovali, nakoľko amorfný charakter vzoriek neumožnil využiť RTG fázovú analýzu.

Vychádzajúc zo zvýšeného obsahu Zn a Fe sa kaly v kombinácii s ďalšími odpadmi, produkovanými v ŽP, a. s., využili pri experimentoch briketácie. Briketácia sa realizovala v spoločnosti Kovohuty, a. s., Krompachy.

Po týždni zretia sa brikety podrobia sérii analýz a v prípade pozitívnych výsledkov sa pyrometalurgicky spracujú za účelom výroby „surového“ ZnO a Fe koncentrátu. Experimenty tavenia sa budú realizovať v Kovohutách Dolný Kubín, s.r.o. Výskum briketácie a pyrometalurgického spracovania brikiet prebieha v spolupráci so spoločnosťou ECO – GLOBAL, s.r.o.

Téma č. 4: Znižovanie uhlíkovej stopy (CO_2)

V roku 2020 riešenie témy emisií CO_2 prebiehalo v troch fázach:

Prvá fáza

Bola vypracovaná štúdia, analyzujúca emisnú situáciu z globálneho aj lokálneho, slovenského hľadiska, s konkrétnymi príkladmi z priemyslu, vrátane ŽP, a. s. Výsledky štúdie možno zhrnúť do nasledovných bodov:

- Dominantný skleníkový plyn je CO_2, ktorý sa do atmosféry dostáva najmä pri spaľovaní fosílnych palív;
- Slovensko v roku 2018 prispelo k celosvetovým emisiám CO_2 percentuálnym podielom 0,1 % a umiestnilo sa na 70. mieste z 221 hodnotených krajín;
- Za 80 % emisií skleníkových plynov v EÚ je zodpovedný energetický priemysel. Priemyselná činnosť prispieva k produkcii emisií necelými 8 %. Na Slovensku je situácia podobná;
- Slovensko v roku 2018 prispelo k celkovým emisiám EÚ 0,9 % a umiestnilo sa na 20. mieste;
- ŽP, a. s. v roku 2018 skončili spomedzi 118 spoločností, zapojených do obchodovania s emisiami na 30. mieste v produkcii CO_2.
- Najväčšia produkcia emisií CO_2 na Slovensku je v Košickom kraji, banskobystrický kraj je na 5. mieste;
- ŽP, a. s. sú spomedzi 24 hodnotených spoločností piatym najvýznamnejším emitorom CO_2 v Banskobystrickom kraji;
- Celková produkcia emisií CO_2 v ŽP, a. s. sa od roku 2017 výrazne nemení a pohybuje sa na úrovni 94 000 ton ekv. CO_2;
- Cena za metrickú tonu emisií CO_2 sa v súčasnosti pohybuje na úrovni 25 – 26 EUR.

Druhá fáza

Bola podrobne zmapovaná produkcia emisií CO_2 v ŽP, a. s. s nasledujúcimi zisteniami:

- Najväčšia produkcia CO_2 bola zaznamenaná v prevádzke Vvr, s karuselovou pecou ako najvýznamnejším zdrojom;
- V prepočte na konkrétny produkt sa najviac emisií indikovalo pri výrobe ťahanej rúry, konkrétne 384,9 kg CO_2/t produktu (vrátane emisií CO_2 z Vo a Vvr).

Tretia fáza

Boli analyzované možnosti využitia alternatívnych zdrojov energie v ŽP, a. s., s cieľom znížiť priame i nepriame emisie CO_2. Podrobné výsledky sa nachádzajú vo výskumnej správe č. 6/2020/ŽPVVC, ktorá sa venuje využitiu vodnej a veternej energie, termickému a fotovoltaickému využitiu slnečnej energie, energie biomasy (bioplynu, biometánu, koksu z biomasy), energie zo spaľovania komunálnych odpadov, geotermálnej energie a energie z tzv. zeleného vodíka.

Z uvedených obnoviteľných zdrojov energie (OZE) sa pre ŽP, a. s. vyhodnotili veterná a geotermálna energia ako najmenej vhodné (nepostačujúca rýchlosť vetra a absencia významnejšieho zdroja geotermálnej energie v blízkosti ŽP, a. s.) V prípade ostatných, v štúdii rozpracovaných alternatívnych zdrojov energie existuje potenciál pre ich využitie v ŽP, a. s. Potenciál využitia však do určitej miery znižuje súčasná legislatíva, respektíve jej uplatňovanie v praxi, napr. pripájanie nových lokálnych zdrojov vyrábajúcich elektrickú energiu z OZE do distribučnej siete, limitujúce hodnoty maximálneho inštalovaného výkonu, množstvo otáznikov ohľadne nových zdrojov elektrickej energie z OZE s inštalovaným výkonom vyšším ako 500 kW. Ďalšími faktormi, znižujúcimi potenciál využitia OZE, je absencia priemyselnej výroby niektorých energetických zdrojov, napr. biometánu, pyrolýzneho koksu/uhlia a zeleného vodíka a taktiež vysoké investičné náklady a riziká, spojené s naplnením spracovateľských kapacít jednotlivých procesov, napr. spaľovania komunálnych odpadov.

5 ÚROVEŇ EXTERNEJ SPOLUPRÁCE

Kooperačné vzťahy so slovenskými fakultami, resp. univerzitami (Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie TU v Košiciach, Fakulta výrobných technológií TU so sídlom v Prešove, Materiálovotechnologická fakulta STU so sídlom v Trnave, Strojnícka fakulta STU v Bratislave) pokračovali aj v roku 2020. Zameranie zmluvne kodifikovaného výskumu v roku 2020 bolo orientované na celý technologický tok výroby v ŽP, a. s.

V roku 2020 sme na Ústave materiálov a inžinierstva kvality FMMR TUKE spustili do prevádzky experimentálne zariadenie v spoločnom pracovisku LVKP, slúžiace pre výskum koróznej odolnosti oceľových rúr zo žiarupevných kotlových akostí v podmienkach vysokoteplotnej oxidačnej pecnej atmosféry, vznikajúcej pri spaľovaní fosílnych palív a biomasy. Pri riešení optimalizácie chladenia valcov pretlačovacej stolice na prevádzke Valcovňa rúr sme spolupracovali s Laboratóriom prenosu tepla a prúdenia, ktoré je súčasťou Fakulty strojného inžinierstva VUT v Brne a tiež so spoločnosťou REVOS, s. r. o., s ktorou máme pozitívne skúsenosti z minulosti pri návrhu a riešení problematiky chladenia valcov ťahovej redukovne.

6 PREZENTÁCIA VÝSLEDKOV SPOLOČNOSTI

Hlavnou prezentáciou kvality a úrovne výsledkov výskumu je ich úspešné implementovanie v prevádzkových podmienkach ŽP, a. s. ako aj publikačná činnosť. Konštatujeme, že v roku 2020 sme publikovali päť odborných článkov, či už ako prví autori alebo v spoluautorstve so spolupracujúcimi univerzitnými a výskumno-vývojovými pracoviskami. Podrobný prehľad publikačnej činnosti ŽP VVC v roku 2020 je uvedený v 9. kapitole. Výsledky výskumu pre potreby ŽP, a. s. boli publikované v dvadsiatich výskumných správach a dvoch technických správach ŽP VVC.

V priebehu roku 2020 sa k vybraným výskumným úlohám, resp. operatívnym úlohám pre jednotlivé prevádzkarne ŽP, a. s. uskutočnilo množstvo pracovných porád a seminárov. K propagácii a prezentácii ŽP VVC slúži o. i. webová stránka www.zpvvc.sk.

7 ÚČTOVNÁ ZÁVIERKA K 31. 12. 2020

7.1 Súvaha

A K T Í V A (EUR)	**k 31.12.2020 (brutto)**	**k 31.12.2020 (korekcia)**	**k 31.12.2020 (netto)**	**k 31.12.2019**
Dlhodobý nehmotný majetok	*156868*	*144721*	*12147*	*36631*
Dlhodobý hmotný majetok	*314806*	*194460*	*120346*	*100382*
Samostatné hnuteľné veci a súbory hnuteľných vecí	311231	194460	116771	77826
Obstarávaný dlhodobý hmotný majetok	3575	0	3575	970
Poskytnuté preddavky na dlhodobý hmotný majetok	0	0	0	21586
Neobežný majetok	**471674**	**339181**	**132493**	**137013**
Krátkodobé pohľadávky súčet	*202287*	*0*	*202287*	*227688*
Pohľadávky z obchodného styku	197760	0	197760	210145
Pohľadávky z obchodného styku voči prepojeným ÚJ	197760	0	197760	210000
Ostatné pohľadávky z obchodného styku	0	0	0	145
Daňové pohľadávky a dotácie	4527	0	4527	17543
Finančné účty	*38519*	*0*	*38519*	*20787*
Peniaze	451	0	451	577
Účty v bankách	38068	0	38068	20210
Časové rozlíšenie súčet	3962	0	3962	5378
Náklady budúcich období krátkodobé	3962	0	3962	5378
Obežný majetok	**240806**	**0**	**240806**	**248475**
Spolu majetok	**716442**	**339181**	**377261**	**390866**

P A S Í V A (EUR)	**k 31.12.2020**	**k 31.12.2019**
Základné imanie	33194	33194
Zákonné rezervné fondy	6211	6211
Nerozdelený zisk z minulých rokov	156138	133455
Výsledok hospodárenia za účtovné obdobie po zdanení	38574	52684
Vlastné imanie	**234117**	**225544**
Dlhodobé záväzky	*10042*	*9268*
Krátkodobé záväzky	*123942*	*143588*
Záväzky z obchodného styku a ostatné záväzky	29730	38925
Záväzky voči zamestnancom	21023	28607
Záväzky zo sociálneho poistenia	17308	21997
Daňové záväzky a dotácie	55881	54059
Krátkodobé rezervy	*9160*	*12466*
Záväzky	**143144**	**165322**
Spolu vlastné imanie a záväzky	**377261**	**390866**

7.2 Výkaz ziskov a strát

Výkaz ziskov a strát (EUR)	**k 31.12.2020**	**k 31.12.2019**
Výnosy z hospodárskej činnosti spolu súčet	**956937**	**1024833**
Tržby z predaja služieb	*904780*	*955400*
Ostatné výnosy z hospodárskej činnosti	*52157*	*69433*
Náklady na hospodársku činnosť spolu	**904687**	**953900**
Spotreba materiálu, energie a ostatných neskladovateľných dodávok	80791	59800
Služby	224478	236140
Osobné náklady	536654	605427
Mzdové náklady	382837	417545
Náklady na sociálne poistenie	139333	154242
Sociálne náklady	14484	33640
Dane a poplatky	296	361
Odpisy dlhodobého nehmotného a hmotného majetku	60232	51943
Ostatné náklady na hospodársku činnosť	2236	229
Výsledok hospodárenia z hospodárskej činnosti	*52250*	*70933*
Pridaná hodnota	599511	659460
Náklady na finančnú činnosť spolu	2286	2874
Kurzové straty	156	219
Ostatné náklady na finančnú činnosť	2130	2655
Výsledok hospodárenia z finančnej činnosti	-2286	-2874
Výsledok hospodárenia za účtovné obdobie pred zdanením	***49964***	***68059***
Daň z príjmov	11390	15375
Výsledok hospodárenia za účtovné obdobie po zdanení	**38574**	**52684**

8 HLAVNÉ ÚLOHY NA ROK 2021

Výskumno-vývojová činnosť ŽP VVC s. r. o. na rok 2021 je rámcovaná témami, pokrývajúcimi všetky dôležité aspekty výroby ocele a oceľových rúr v Železiarňach Podbrezová, a. s. Každý z predložených výskumných projektov (VP) je tvorený témami, ktoré spolu prirodzene súvisia, či už z hľadiska zamerania sa na danú výrobnú prevádzkareň (projekty STEELTECH, REFRACER, TUBETECH), alebo spoločných cieľov, pokrývajúcich výrobu v celom podniku (projekty ANALYTIKA, KVALITA, ENVIRONMENT).

ČÍSLO	NÁZOV PROJEKTU	AKRONYM
VaV-2020-VP1	Zvyšovanie technologickej úrovne výroby a odlievania ocele	STEEELTECH
VaV-2020-VP2	Zvyšovanie životnosti a úžitkových vlastností hutníckej keramiky	REFRACER
VaV-2020-VP3	Zvyšovanie technologickej úrovne výroby oceľových rúr	TUBETECH
VaV-2020-VP4	Implementácia dátovej analytiky vo výrobnom procese	ANALYTIKA
VaV-2020-VP5	Hodnotenie kvality výroby ocele a oceľových rúr	KVALITA
VaV-2020-VP6	Spracovanie odpadov a druhotných surovín	ENVIRONMENT

Projekt **STEELTECH** je postavený na témach kvality a efektívnosti výroby a plynulého odlievania ocele. Ide o vyriešenie problematiky praskania a zvýšenia výťažnosti kontizliatkov akosti ZP10CrMo9-10, problematiky účinného a spoľahlivého dávkovania lejacieho prachu do kryštalizátorov, skonštruovanie zariadenia na automatizované testovanie stavu vodno-vzdušných dýz sekundárneho chladenia a návrh systému na optické meranie dĺžky kontizliatkov pred vstupom na chladník, zlepšenie parametrov prúdenia ocele a zvýšenie životnosti výmurovky v medzipanve s využitím numerického a fyzikálneho modelu na pracoviskách SiMet/SimConT, zodpovedanie otázky o vhodnosti použitia briketovanej rafinačnej trosky z panvovej pece ako vratnej prísady do elektrickej oblúkovej pece a vytvorenie dátovo-metodického rámca pre tzv. virtuálnu oceliareň s klasifikátormi aktuálneho a prediktormi budúceho stavu.

Projekt **REFRACER** je úzko zameraný na zvyšovanie výkonnosti a životnosti hutníckej keramiky. Témy projektu pokrývajú problematiku životnosti stredového veka elektrickej oblúkovej pece, pracovnej výmurovky vtokovej časti medzipanvy a ponorných trubíc.

Projekt **TUBETECH** je široko koncipovaný projekt, pokrývajúci kvalitu výroby valcovaných rúr z pohľadu technologických aspektov tvárnenia aj technickej úrovne jednotlivých výrobných agregátov. Jednotlivé témy projektu riešia otázky modernizácie chladiaceho systému košov pretlačovacej stolice, problematiku vzniku nerovnomernej hrúbky steny rúry (excentricita, polygón), možnosťou výroby HPZ rúr 1-ťahovou technológiou, možnosťami rozšírenia súčasného sortimentu rúrových tvaroviek o nové rozmery, vytvorením modelu závislosti výslednej geometrie ťahanej rúry ako funkcie

rozmerov a pevnostného stavu vstupného materiálu, geometrie a opotrebovania prievlakov a polohy tŕňa voči prievlaku, problematikou tepelného spracovania valcovaných a ťahaných rúr s prednostným zameraním sa na riadkovitosť mikroštruktúry po valcovaní a taktiež využívanie tepla zo spalín, vznikajúceho počas tepelného spracovania rúr v žíhacích peciach vo výrobnej prevádzkarni Ťaháreň rúr ŽP, a. s.

Projekt **ANALYTIKA** vo svojich témach symbolicky prepája oba výrobné závody ŽP, a. s. vo forme spoločného virtuálneho dátového priestoru „BigZelpo“ s výrobno-technologickými údajmi o výrobe ocele a oceľových rúr. Vytvorený priestor poslúži ako dátový podklad, na ktorom bude vypracovaný systém dátovej analytiky výroby, kombinujúci ručné ad-hoc analýzy expertov, systematické analýzy nástrojmi BI (*Business Intelligence*), matematické a štatistické modely výroby a odlievania ocele (EAF model vo VP1 STEELTECH, systém OPTIexpert) a výroby valcovaných rúr.

Projekt **KVALITA** pozostáva z tém, ktoré úzko súvisia s kvalitou vyrábaných rúr, vrátane aplikácií v náročných tepelných a koróznych podmienkach. Jedná sa o vypracovanie DTA analýz vybraných akostí ocele pre poznanie kľúčových transformačných teplôt Ar1, 3 a Ac1, 3, riešenie problematiky výroby rúr, určených pre transport vodíka, riešenie otázok kvality výroby kontizliatkov, valcovaných a presných rúr z akostí, ktoré majú štatisticky významný počet NDT skúšok s výmetmi nad 10 %, stanovenie creepovej odolnosti kotlových akostí vyrábaných v ŽP, a. s. a analýzu vplyvu chemicky agresívnej atmosféry na oxidačnú odolnosť žiarupevných ocelí v agresívnom prostredí vodnej pary a spalín z biomasy.

Projekt **ENVIRONMENT** rieši v dnešnej dobe mimoriadne aktuálne otázky environmentálneho dopadu výroby ocele a oceľových rúr na životné prostredie. Projektové témy zahŕňajú analýzu vplyvu druhového zloženia vsádzky na obsah Zn, Fe a Ca v EOP odpraškoch, analýzu možností znižovania obsahu železa v EOP troske, prieskum možností spolupráce s výrobcami cementu na použití EOP trosky ako prísady do špeciálnych betónov a analýzu možností spracovania kalov z neutralizačnej stanice odpadových vôd a kalov zo zneškodňovacej stanice galvanizačnej linky. „Najmodernejšou“ témou projektu je však vypracovanie „uhlíkovej mapy ŽP, a. s.“ a návrh možností úspory energie a zníženia emisií CO2.

Vyššie uvedené projekty boli sformulované podľa požiadaviek všetkých výrobných prevádzkarní, Odboru bezpečnosti a životného prostredia a Odboru predaja a marketingu. Riešenie predkladaných projektov je v plnom rozsahu zabezpečené výskumnými pracovníkmi ŽP VVC, s. r. o., odbornými pracovníkmi spolupracujúcich prevádzkarní a odborov ŽP, a. s., ako aj univerzitnými výskumnými pracovníkmi na štyroch spoločných pracoviskách: Kontilab na Strojníckej fakulte STU v Bratislave, LSPO a SimConT na Fakulte materiálov, metalurgie a recyklácie TU v Košiciach a OPTECHFORM na Materiálovotechnologickej fakulte STU so sídlom v Trnave. V roku 2020 bolo na Ústave materiálov a inžinierstva kvality FMMR TU v Košiciach slávnostne otvorené nové spoločné pracovisko „Laboratórium vysokoteplotných koróznych procesov (LVKP)“ pre výskum životnosti oceľových rúr kotlových akostí pri spaľovaní biomasy. Pri riešení projektov výskumu pre rok 2021 budeme spolupracovať aj s Ústavom metalurgie FMMR v Košiciach v oblasti zvyšovania životnosti hutníckej keramiky a Ústavom materiálov a inžinierstva a kvality FMMR TU v Košiciach v oblasti modelovania výroby presných ťahaných rúr. Ďalšími spolupracujúcimi výskumnými a akademickými pracoviskami budú Fakulta materiálově-technologická VŠB-TU Ostrava, Fakulta strojního inženýrství VUT Brno, Technická univerzita v Liberci a Ústav materiálového výskumu SAV v Košiciach.

V roku 2021 bude ŽP VVC, s. r. o. riešiť dva výskumné projekty APVV z oblasti rozmerovej stability valcovaných rúr a jej dopadu na výslednú geometriu presných ťahaných rúr (**APVV-18-0418**) a tiež z oblasti hutníckej keramiky (**APVV-17-0483**).

8.1 Prehľad výskumných projektov ŽP VVC

VP1 STEELTECH: Zvyšovanie technologickej úrovne výroby a odlievania ocele

Téma č. 1: Technologická úroveň plynulého odlievania špeciálnych akostí a formátov

Téma č. 2: Rafinačné a homogenizačné vlastnosti medzipanvy

Téma č. 3: Rafinačná troska ako prísada do elektrickej oblúkovej pece

Téma č. 4: Materiálovo-energetická bilancia výroby ocele v elektrickej oblúkovej peci

VP2 REFRACER: Zvyšovanie životnosti a úžitkových vlastností hutníckej keramiky

Téma č. 1: Životnosť stredového veka elektrickej oblúkovej pece

Téma č. 2: Životnosť pracovnej výmurovky hubice medzipanvy

Téma č. 3: Životnosť ponorných trubíc

VP3 TUBETECH: Zvyšovanie technologickej úrovne výroby oceľových rúr

Téma č. 1: Technologická úroveň valcovacej trate

Téma č. 2: Numerické modelovanie výroby valcovaných rúr

Téma č. 3: Výroba rúrových tvaroviek

Téma č. 4: Geometrické a silové pomery pri ťahaní rúr

Téma č. 5: Tepelné spracovanie rúr

Téma č. 6: Tepelná bilancia spalín žíhacích pecí

VP4 ANALYTIKA: Implementácia dátovej analytiky vo výrobnom procese

Téma č. 1: Výroba a plynulé odlievanie ocele

Téma č. 2: Výroba valcovaných rúr

VP5 KVALITA: Hodnotenie kvality výroby ocele a oceľových rúr

Téma č. 1: Transformačné teploty vybraných ocelí

Téma č. 2: Výskum a vývoj bezšvíkových rúr pre transport vodíka

Téma č. 3: Kvalita rúr vybraných legovaných akostí

Téma č. 4: Creepové vlastnosti žiarupevných ocelí

Téma č. 5: Výskum koróznej odolnosti žiarupevných ocelí v prostredí vodnej pary a spalín biomasy

VP6 ENVIRONMENT: Spracovanie odpadov a druhotných surovín

Téma č. 1: Spracovanie oceliarenských odpraškov

Téma č. 2: Spracovanie trosky z EAF a LF

Téma č. 3: Spracovanie kalov

Téma č. 4: Recyklácia CO_2

8.2 Stručný popis projektov

VP1 STEELTECH: Zvyšovanie technologickej úrovne výroby a odlievania ocele

Riešitelia projektu: Ing. Pavol Buček, PhD., Ing. Vladimír Chomič, Ing. Karol Ondrejkovič, PhD., Ing. Gréta Maruškinová, PhD., Ing. Pavol Beraxa, PhD.

Téma č. 1: Technologická úroveň plynulého odlievania špeciálnych akostí a formátov

Analýza termického režimu odlievania a dochladzovania kontizliatkov akosti ZP10CrMo9-10 a návrh opatrení, minimalizujúcich riziko vzniku termických trhlín a maximalizujúcich výťažnosť odliateho materiálu.

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Karol Ondrejkovič, PhD.

Téma č. 2: Rafinačné a homogenizačné vlastnosti medzipanvy

Vypracovanie validovaného numerického a fyzikálneho modelu prúdenia ocele v medzipanve v spolupráci s pracoviskami SimConT a SIMET FMMR TU v Košiciach. Ide o kľúčové nástroje pre analýzu prúdenia ocele a následné návrhy zlepšení v oblasti rafinácie ocele a životnosti pracovnej výmurovky medzipanvy.

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Karol Ondrejkovič, PhD.

Téma č. 3: Rafinačná troska ako prísada do elektrickej oblúkovej pece

Analýza vhodnosti použitia briketovanej, zásaditej rafinačnej trosky z panvovej pece v kombinácii s prachovým páleným vápnom ako vratnej prísady do elektrickej oblúkovej pece.

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Gréta Maruškinová, PhD.

Téma č. 4: Materiálovo-energetická bilancia výroby ocele v elektrickej oblúkovej peci

Vytvorenie štúdie realizovateľnosti prediktora množstva odpichnutej ocele z elektrickej oblúkovej pece. Prediktor (model) má predpovedať množstvo odpichnutej ocele na základe znalosti procesných parametrov pre aktuálnu tavbu i predchádzajúce tavby a tým zlepšiť odhad technologickej a ekonomickej úrovne výroby ocele v danom časovom horizonte.

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Pavol Buček, PhD.

VP2 REFRACER: Zvyšovanie životnosti a úžitkových vlastností hutníckej keramiky

Riešitelia projektu: Ing. Ľuboš Ďurik, PhD., Ing. Vladimír Chomič

Téma č. 1: Životnosť stredového veka elektrickej oblúkovej pece

Zvýšenie životnosti stredového veka elektrickej oblúkovej pece ako súčasti taviaceho agregátu.

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Ľuboš Ďurik, PhD.

Téma č. 2: Životnosť pracovnej výmurovky hubice medzipanvy

Zvýšenie životnosti pracovnej výmurovky vtokovej časti medzipanvy najmä v oblasti troskovej čiary.

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Ľuboš Ďurik, PhD.

Téma č. 3: Životnosť ponorných trubíc

Analýza možností zvýšenia sekvenčnosti odlievania ocele na ZPO z pohľadu životnosti ponorných trubíc.

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Vladimír Chomič

VP3 TUBETECH: Zvyšovanie technologickej úrovne výroby oceľových rúr

Riešitelia projektu: Ing. Peter Bella, PhD., Ing. Roman Ďurčík, Ing. Michal Kán, Ing. Milan Mojžiš, PhD., Ing. Ján Turňa, Ing. Pavol Beraxa, PhD.

Téma č. 1: Technologická úroveň valcovacej trate

Úloha č. 1: Návrh systému riadeného chladenia valcov pretlačovacej stolice

Modernizácia chladiaceho systému košov pretlačovacej stolice s cieľom zabezpečiť maximálnu životnosť valcov v prostredí cyklického tepelno-mechanického namáhania.

Úloha č. 2: Analýza príčin a mechanizmu vzniku nerovnomernej hrúbky steny valcovanej rúry

Analýza procesu výroby valcovanej rúry z pohľadu možného vzniku excentricity a polygónu.

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Ján Turňa

Téma č. 2: Numerické modelovanie výroby valcovaných rúr

Využívanie simulačného prostredia DEFORM-3D pre modelovanie tvárniacich procesov pri výrobe rúr v prevádzkarni Valcovňa rúr ŽP, a. s. Kvantifikácia vybraných materiálovo-technologických veličín tvárniacich procesov pre dosiahnutie lepších kvalitatívno-ekonomických parametrov výroby valcovaných rúr.

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Roman Ďurčík

Téma č. 3: Výroba rúrových tvaroviek

Analýza možností rozšírenia súčasného rozmerového sortimentu rúrových tvaroviek vyrábaných v ŽP, a. s. o nové rozmery.

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Peter Bella, PhD.

Téma č. 4: Geometrické a silové pomery pri ťahaní rúr

Vytvorenie modelu závislosti výslednej geometrie ťahanej rúry ako funkcie rozmerov vstupného materiálu vrátane excentricity, pevnostného stavu vstupného materiálu, geometrie a miery opotrebovania prievlakov a polohy tŕňa voči prievlaku. Sekundárnym výstupom z modelu bude tiež odhad strednej hodnoty ťažnej sily ako funkcie spomínaných vstupných parametrov. Časť úloh v tejto téme bude riešených v rámci spoločného pracoviska OPTECHFORM na MTF STU v Trnave a v spolupráci s Ústavom materiálov a inžinierstva kvality TU v Košiciach.

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Peter Bella, PhD.

Téma č. 5: Tepelné spracovanie rúr

Riešenie problematiky tepelného spracovania valcovaných a ťahaných rúr, najmä riadkovitosti po valcovaní a ďalších problémov, vznikajúcich pri tepelnom spracovaní rúr.

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Milan Mojžiš, PhD.

Téma č. 6: Tepelná bilancia spalín žíhacích pecí

Efektívne využívanie tepla zo spalín počas tepelného spracovania bezšvíkových ťahaných oceľových rúr v priebežných valčekových žíhacích peciach v prevádzkarni Ťaháreň rúr ŽP, a. s.

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Michal Kán

VP4 ANALYTIKA: Implementácia dátovej analytiky vo výrobnom procese

Riešitelia projektu: Ing. Pavol Buček, PhD., Ing. Roman Ďurčík, Ing. Karol Ondrejkovič, PhD., Ing. Ján Turňa, Ing. Pavol Beraxa, PhD.

Téma č. 1: Výroba a plynulé odlievanie ocele

Vypracovanie systému pre efektívnu prácu s úplným súborom údajov z výrobno-technologickej databázy výroby a odlievania ocele v ŽP, a. s. Systém bude slúžiť na podporu štatistických analýz a matematického modelovania výroby a odlievania ocele z pohľadu technológie a ekonomiky výroby.

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Pavol Buček, PhD.

Téma č. 2: Výroba valcovaných rúr

Dokončenie informatizácie dierovacieho lisu, návrh systému na zber a efektívnu prácu s údajmi z výrobno-technologickej databázy a NDT databázy valcovaných rúr pre podporu tvorby štatistických, sústredených a rozložených modelov procesov výroby.

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Pavol Buček, PhD.

VP5 KVALITA: Hodnotenie kvality výroby ocele a oceľových rúr

Riešitelia projektu: Ing. Pavel Bekeč, PhD., Ing. Lucia Domovcová, PhD., Ing. Peter Burik, Ph.D., Ing. Vladimír Chomič, Ing. Pavol Beraxa, PhD.

Téma č. 1: Transformačné teploty vybraných ocelí

Výskum v oblasti transformačných teplôt pri valcovaní bezšvíkových rúr za tepla. Vypracovanie DTA analýz predmetných akostí pre definovanie kľúčových transformačných teplôt $A_{r1,\,3}$ a $A_{c1,\,3}$.

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Pavel Bekeč, PhD.

Téma č. 2: Výskum a vývoj bezšvíkových rúr pre transport vodíka

Výskum a vývoj bezšvíkových rúr z uhlíkových nízkolegovaných ocelí vyrábaných v ŽP, a. s., slúžiacich pre transport, resp. distribúciu vodíka. Všeobecné požiadavky a charakteristika vodíkových potrubí a potrubných systémov.

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Lucia Domovcová, PhD.

Téma č. 3: Kvalita rúr vybraných legovaných akostí

Riešenie otázok kvality výroby kontizliatkov, valcovaných rúr a presných rúr z akostí, ktoré majú štatisticky významný počet NDT skúšok s výmetmi nad 10 % (8617H, ZP10CrMo9-10, ...)

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Pavel Bekeč, PhD.

Téma č. 4: Creepové vlastnosti žiarupevných ocelí

Stanovenie creepovej odolnosti ocelí, určených pre energetický priemysel.

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Peter Burik, Ph.D.

Téma č. 5: Výskum koróznej odolnosti žiarupevných ocelí v prostredí vodnej pary a spalín biomasy

Výskum v oblasti vplyvu agresívnych zložiek v simulovanom prostredí korózneho zariadenia na oxidačnú odolnosť žiarupevných ocelí na výrobu prehrievačov. Téma je riešená v rámci spoločného pracoviska LVKP FMMR TU v Košiciach.

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Pavel Bekeč, PhD.

VP6 ENVIRONMENT: Spracovanie odpadov a druhotných surovín

Riešiteľ projektu: Ing. Gréta Maruškinová, PhD.

Téma č. 1: Spracovanie oceliarenských odpraškov

Analýza vplyvu druhového zloženia vsádzky na chemické zloženie odpraškov, najmä prvkov Zn, Fe a Ca. Súčasťou riešenia budú dve overovacie skúšky pre vyhodnotenie vplyvu šrédrovaného šrotu na obsah Zn a spôsobu vsádzania vápna na obsah Ca v odpraškoch.

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Gréta Maruškinová, PhD.

Téma č. 2: Spracovanie trosky z EAF a LF

Analýza chemického zloženia trosky s dôrazom na obsah Fe, overenie možností spolupráce s výrobcami cementu pre použitie trosky ako prísady pre výrobu špeciálnych betónov.

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Gréta Maruškinová, PhD.

Téma č. 3: Spracovanie kalov

Analýza možností spracovania kalov z neutralizačnej stanice odpadových vôd a kalov zo zneškodňovacej stanice galvanizačnej linky.

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Gréta Maruškinová, PhD.

Téma č. 4: Recyklácia CO_2

Vypracovanie štúdie o možnostiach recyklácie CO_2, analýza a návrh možností modernizácie technologických agregátoch pre ohrev materiálu vo výrobných prevádzkarňach ŽP, a. s. s cieľom úspory energie a zníženia emisií CO_2.

Zodpovedný riešiteľ témy: Ing. Gréta Maruškinová, PhD.

9 PUBLIKAČNÁ ČINNOSŤ V ROKU 2020

KÓD	NÁZOV KATEGÓRIE	POČET
ADC	Vedecké práce v zahraničných karentovaných časopisoch	1
ADM	Vedecké práce v zahraničných časopisoch registrovaných v databázach Web of Science alebo SCOPUS	4
Publikačná činnosť spolu		**5**
GAI	Správy	20
GII	Technické správy	2
Publikačná činnosť spolu, vrátane GAI a GII		**27**

ADC – Vedecké práce v zahraničných karentovaných časopisoch

ADC1 BOTKO, F., BELLA, P., HATALA, M., BERAXA, P., LEHOCKÁ, D., ŠUŤÁK, D.: Effect of Friction Coefficient Change on Internally Shaped Tubes Drawing Process Using Finite Elements Method, Vol. 51 (7), 2020, pp. 948-956, ISSN 1521-4052

ADM – Vedecké práce v zahraničných časopisoch registrovaných v databázach Web of Science alebo SCOPUS

ADM1 BEKEČ, P., PARILÁK, Ľ., BERAXA, P., FUJDA., M., MATVIJA, M.: Microstructure, Sub-structure and Mechanical Properties of 9CrNB Steel after Tempering, In: Defect and Diffusion Forum, Vol. 405, 2020, pp 127-132, ISSN 1662-9515

ADM2 HATALA, M., BOTKO, F., PETERKA, J., BELLA, P., RADIČ, P.: Evaluation of Strain in Cold Drawing of Tubes with Internally Shaped Surface, In: Materials Today: Proceedings, Vol. 22, 2020, pp. 287–292, ISSN 2214-7853

ADM3 PARILÁK, Ľ., BURIK, P., BELLA, P., KEJZLAR, P.: Texture Evolution During Cold Drawing of Steel Tube with Respect to the Stress-Strain State, In: Defect and Diffusion Forum, Vol. 405, 2020, pp. 115-120, ISSN 1662-9515

ADM4 BELLA, P., KÁN, M., RIDZOŇ, M., MOJŽIŠ, M.: Simulation of Two Hollow Sinking Passes in One Tool, In: Procedia Manufacturing, Vol. 50, 2020, pp. 407–410, ISSN 2351-9789

GAI – Správy

GAI1 TURŇA, S., MARUŠKINOVÁ, G.: Analýza rafinačnej trosky, VS 01/2020/ŽPVVC

GAI2 MARUŠKINOVÁ, G., TURŇA, S., CHOMIČ, V.: Analýza vplyvu šrédrovaného šrotu vo vsádzke do EOP a zmeny vsádzania páleného vápna na zloženie EOP odpraškov, VS 02/2020/ŽPVVC"

GAI3 MARUŠKINOVÁ, G., TURŇA, S.: Analýza produkcie emisií CO2 v ŽP, a. s., VS 03/2020/ŽPVVC

GAI4 BEKEČ, P., TURŇA, J., BURIK, P., DOMOVCOVÁ, L., MAŤAŠ, P., ŽEC, M., PATIN, Ľ., VRBOVSKÝ, A., NEPŠINSKÝ, M., HÖGER, R. : Vyhodnotenie hypotézy o závislosti kvality vnútorného povrchu rúr na miere opotrebovania tŕňových tyčí, VS 04/2020/ŽPVVC

GAI5 CHOMIČ, V., TURŇA, S., SLATINSKÝ, M., BRENKUS, M., BERAXA, P., ONDREJKOVIČ, K., BUČEK, P. : Životnosť ponorných trubíc s polguľovým uzáverom po odliatí 16-tavbových sekvencií, VS 05/2020/ŽPVVC

GAI6 MARUŠKINOVÁ, G., TURŇA, S.: Analýza alternatívnych zdrojov energie využiteľných v ŽP, a. s., VS 06/2020/ŽPVVC

GAI7 DOMOVCOVÁ, L., RIDZOŇ, M., MOJŽIŠ, M., BAKSA, P.: Metalografická analýza pre overovaciu skúšku č. 02/2020 ŽP, a. s., VS 07/2020/ŽPVVC

GAI8 BUČEK, P., BEKEČ, P., BURIK, P., TURŇA, S., TURŇA, J., ONDREJKOVIČ, K., HAVRAN, J., MOTYČKA, L., SLATINSKÝ, M., RONČÁK, M., MAŤAŠ, P., PATIN, Ľ.: Výroba ocele a oceľových rúr z akosti T5, VS 08/2020/ŽPVVC

GAI9 BEKEČ, P.: Analýza príčiny vzniku korózie na pozinkovanom potrubí, VS 09/2020/ŽPVVC

GAI10 CHOMIČ, V., TURŇA, S., ĎURIK, Ľ., BRENKUS, M., BRIŽEK, M., BERAXA, P., ONDREJKOVIČ, K., BUČEK, P.: Overenie funkčnosti a spoľahlivosti žiaruvzdorného monolitického prefabrikátu ako vložky hubice medzipanvy, VS 10/2020/ŽPVVC

GAI11 BELLA, P., KÁN, M., MOJŽIŠ, M., RIDZOŇ, M., VRBOVSKÝ, A.: Numerická štúdia geometrických a silových pomerov pri ťahaní rúr, VS 11/2020/ŽPVVC

GAI12 BELLA, P., BERAXA, P., HREBÍČEK, I.: Výroba rúrových tvaroviek, VS 12/2020/ŽPVVC

GAI13 BURIK, P., BEKEČ, P., TURŇA, J., DOMOVCOVÁ, L.: Analýza dodržania požadovaných hodnôt vrubovej húževnatosti pri akosti ZP18Mn122NS, VS 13/2020/ŽPVVC

GAI14 BURIK, P., BELLA, P., KÁN, M., VRBOVSKÝ, A.: Analýza vývoja kryštalografickej textúry pri ťahaní presnej rúry rozmeru Ø 25,0 x 1,5 mm, VS 14/2020/ŽPVVC

GAI15 ONDREJKOVIČ, K., TURŇA, S., BUČEK, P., BEKEČ, P., CHOMIČ, V., RONČÁK, M., VESELOVSKÝ, P., HAVRAN, J.: Zvyšovanie technologickej úrovne výroby a odlievania ocele, VS 15/2020/ŽPVVC

GAI16 ĎURIK, Ľ., CHOMIČ, V., BERAXA, P., BRENKUS, M., TURŇA, S., BRIŽEK, M., ONDREJKOVIČ, K., BUČEK, P.: Zvyšovanie životnosti a úžitkových vlastností hutníckej keramiky, VS 16/2020/ŽPVVC

GAI17 TURŇA, J., ĎURČÍK, R., BELLA, P., MOJŽIŠ, M., KÁN, M., DOMOVCOVÁ, L., BURIK, P., VRBOVSKÝ, A., DOLINSKÝ, Ľ., MAŤAŠ, P., PATIN, Ľ., ADAMČÁK, M., HREBÍČEK, I., ALBERTY, M.: Zvyšovanie technologickej úrovne výroby oceľových rúr, VS 17/2020/ŽPVVC

GAI18 BUČEK, P., ONDREJKOVIČ, K., TURŇA, S., VÉNOS, P., MICHALÍK, M.: Implementácia dátovej analytiky vo výrobnom procese, VS 18/2020/ŽPVVC

GAI19 BEKEČ, P., BURIK, P., DOMOVCOVÁ, L., TURŇA, J., BUČEK, P., ONDREJKOVIČ, K., BELLA, P., MOJŽIŠ, M., BERAXA, P., TURŇA, S., MAŤAŠ, P., LUPTÁK, D., PATIN, Ľ., VRBOVSKÝ, A., GEMZICKÝ, T., NEPŠINSKÝ, M., JURSA, A., BAKSA, P., ULBRICHTOVÁ, M., HÖGER, R.: Hodnotenie kvality výroby ocele a oceľových rúr, VS 19/2020/ŽPVVC

GAI20 MARUŠKINOVÁ, G., TURŇA, S., CHOMIČ, V., BÚTORA, R., MAŤAŠ, P., LUPTÁK, D., NEPŠINSKÝ, M., ČERŇAN, J., FAŠKO, P., AUXTOVÁ, Z., HAVLÍK, T., VINDT, T.: Spracovanie metalurgických odpadov v ŽP, a. s., VS 20/2020/ŽPVVC

GII – Správy

GII1 TURŇA, S., BRIŽEK, M., HAVRAN, J.: Technologické odporúčania na zamedzenie zaťahovania počas plynulého odlievania akosti C45, TS 01/2020/ŽPVVC

GII2 TURŇA, S., BRIŽEK, M., HAVRAN, J., MOTYČKA, L.: Technologické odporúčania na zamedzenie zaťahovania počas plynulého odlievania ocele akosti S355 J2 špeciál 4, TS 02/2020/ŽPVVC

10 ZÁVER

Záverom vyslovujeme poďakovanie Predstavenstvu ŽP, a. s. za podporu činnosti našej spoločnosti, ako aj všetkým pracovníkom v prevádzkarňach ŽP, a. s., bez ktorých by mnohé úlohy nebolo možné úspešne vyriešiť. Ďakujeme tiež nášmu najbližšiemu partnerovi – Oddeleniu riadenia a zabezpečovania kvality ŽP, a. s., taktiež všetkým externým spolupracovníkom a organizáciám, ktoré nám pomohli zabezpečiť najmä experimentálnu časť nášho výskumu vo svojich laboratóriách a v neposlednom rade ďakujeme našim vlastným zamestnancom za ich priamy podiel na pozitívnych výsledkoch spoločnosti ŽP VVC, s. r. o. v roku 2020.

V Podbrezovej, 9. apríla 2021

Vypracovali: Ing. Pavol Beraxa, PhD.

Ing. Pavol Buček, PhD.

Ing. Lenka Gajdošová

Ing. Gréta Maruškinová, PhD.

Predkladá: .....

Ing. Pavol Beraxa, PhD.

riaditeľ spoločnosti

11 POUŽITÉ SKRATKY

APVV	Agentúra na podporu výskumu a vývoja
FMMR	Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie
FVT	Fakulta výrobných technológií
LPTP VUT	Laboratoř přenosu tepla a proudění, Vysoké učení technické Brno
LVKP	Laboratórium vysokoteplotných koróznych procesov
MTF	Materiálovotechnologická fakulta
SjF	Strojnícka fakulta
TEM	Transmisná elektrónová mikroskopia
TUKE	Technická univerzita v Košiciach
VÚZ – PI	Výskumný ústav zváračský – Priemyselný inštitút SR
VUT	Vysoké učení technické
Vvr	Valcovňa rúr
Vt	Ťaháreň rúr
Vo	Oceliareň
VŠB TU	Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
ŽP VVC s.r.o.	ŽP Výskumno-vývojové centrum, s. r. o.
ŽP a.s.	Železiarne Podbrezová, a. s.