

1 | 2023

SLÉVÁRENSKÉ LISTY

e-časopis České slévárenské společnosti, z.s.
Czech & Slovak Foundry e-Magazine

100 

1920 23 CSSS

100



19 2023 ČSS

VÝZVA K AKTIVNÍ ÚČASTI

59. slévárenské dny[®]

Brno, hotel Avanti

07.–08.11.2023

VÝZVA K AKTIVNÍ ÚČASTI

- tradiční účast zástupců sléváren ČR a SR
- propojení účastníků konference a doprovodné výstavy
- cenová dostupnost i pro menší firmy
- tradiční setkání zástupců sléváren s dodavateli

KONTAKT

Organizační garant 59. slévárenských dnů[®]
doc. Ing. Antonín Záděra, Ph.D.
tel./fax: +420 541 142 656, mobil: +420 737 542 333
zadera@fme.vutbr.cz

www.slevarenskedny.cz

POŘADATEL:



Česká slévárenská
společnost, z. s.



SPOLUPOŘADATEL:



Ústav strojírenské technologie
FSI VUT Brno

SLÉVÁRENSKÉ LISTY

Volně přístupný elektronický časopis
České slévárenské společnosti, z.s.
Open access electronic magazine of
the Czech Foundrymen Society
Datum zveřejnění č. 1/2023
na www ČSS: 31.03.2023
Frekvence vydávání: 4× ročně

ISSN: 2788-2586

Vydavatel | Publisher:

© Česká slévárenská společnost, z.s.

Divadelní 6, CZ 602 00 Brno

tel./fax: +420 542 214 481

mobil: +420 603 342 176

<https://ceskaslevarenska.cz/>

 Česká slévárenská společnost



anno 1923

Česká slévárenská společnost, z.s.,
je členem



Redakce:

Mgr. Helena Šebestová
Mgr. František Urbánek

Mgr. Milada Písaříková
+420 724 364 578
slevarenske.listy@gmail.com

Sazba:

Ing. Jana Knapcová

Redakční rada:

Ing. Martin Balcar, Ph.D.
Ing. Vladimír Bláha
prof. Ing. Danka Bolibruchová, Ph.D.
Ing. Bc. Barbora Bryksí Stunová, Ph.D.
Ing. Václav Krňávek
Ing. Vladimír Krutiš, Ph.D.
Ing. Marco Kyncl
doc. Ing. Petr Lichý, Ph.D.
Ing. Milan Luňák
doc. Ing. Antonín Mores, CSc.
Ing. Martin Mrázek, Ph.D.
Ing. Jiří Pazderka
doc. Ing. Ivo Špička, Ph.D.
doc. Ing. Iveta Vasková, Ph.D.
předseda: Ing. Ludvík Martínek, Ph.D.

© Česká slévárenská společnost, z.s.

OBSAH 1/2023

Úvodní slovo

- 4 Milada Písaříková

Odborné články

- 5 BREDL, J.; NOVÁKOVÁ, I.:
Grafitizační očkování při výrobě odlitků z litiny s lupínkovým a kuličkovým grafitem | Graphitizing inoculation in the manufacture of castings from lamellar and spheroidal graphite cast irons
- 17 HERMAN, A.; ZEMAN, J.; VÝLETOVÁ, K.; NOVÁK, V.:
Kompozity s maticí slitiny Al a výztuží skelného a uhlíkového vlákna | Composites with aluminium alloy matrix and glass and carbon fibre reinforcement
- 25 LUŇÁK, M.; REŠKA, R.; BRXÍ, J.; JELÍNEK, D.:
Squeeze casting – využití této licí metody a praktické propojení s MAGMASOFT | Squeeze casting – use of this casting method and practical connection with MAGMASOFT software

Z činnosti ČSS

- 32 KRŇÁVEK, V.: Návrh vtokových soustav – workshop organizovaný OK 06 pro lití pod tlakem
- 33 BRYKSÍ STUNOVÁ, B.: O školení na téma „Slitiny hliníku, jejich metalurgie a tepelné zpracování“ byl nečekaný zájem

Zahraniční slévárenské časopisy

Umělecké odlitky

- 40 KRÁL, Z.: Umělecké odlitky v historii slévárenství – V. část: Litinová vřidelní kolonáda v Karlových Varech byla největším dílem českých slévačů všech dob

Představení firem

- 46 Firemní profil Heinrich Wagner Sinto Maschinenfabrik GmbH

Reklama

- 45 Heinrich Wagner Sinto Maschinenfabrik GmbH
- 31 MAGMA Giessereitechnologie Gesellschaft für Giesserei- Simulations- und Regeltechnik mbH, organizační složka, Pardubice
- 56 ŠEBESTA-sloužby slévárnám s.r.o., Brno

Z HISTORIE ČSS

- 44 Z historie Československého odborného spolku slévárenského a České slévárenské společnosti – I. část
- 53 ROUČKA, J.: Medailonek profesora Františka Píška



Milada Písařiková

Vážení a milí čtenáři,

Je nám velkým potěšením, že v roce, kdy Česká slévárenská společnost slaví výročí 100 let od založení, vám můžeme představit novou podobu Slévárenských listů, které vznikly transformací původního zpravodaje ČSS. Slévárenské listy mají od ledna přiděleno mezinárodní standardní číslo seriálové publikace ISSN, takže je bude možné jednoznačně identifikovat.

Ve snaze o profesionalizaci časopisu jsme oslovili přední odborníky jak z akademické sféry, tak ze sléváren i dodavatelských firem a ustavili redakční radu, která bude dohlížet na odbornou náplň časopisu, v jehož hlavní části budou publikovány právě odborné články. Na základě smlouvy se společností Citace.com, s.r.o., pak budou tyto příspěvky zařazeny do databáze Pablíkado (<https://www.pablíkado.cz/>).

V další části budeme přinášet informace z bohaté činnosti ČSS, z vysokých škol, anotace článků ze zahraničních slévárenských časopisů a příspěvky týkající se historie a uměleckých odlišností a další.

Prostor dostanou i firmy, které budou chtít představit novinky v oboru, svůj výrobní program nebo nabídku služeb.

V souvislosti s letošním významným výročím ČSS bude v tomto roce v závěru časopisu vycházet seriál o její historii a vývoji, a tedy nelze nezmínit zakladatele ČSS, nestora slévárenství akademika Františka Píška.



Milada Písařiková

Rádi bychom vás také upozornili na profil České slévárenské společnosti na profesní sociální síti LinkedIn s upoutávkami a pozvánkami na naše akce a s aktuálními zprávami ze zasedání Odborných komisí, seminářů a konferencí.

Milí kolegové, děkujeme za vaši přízeň a podporu a za to, že berete ohled na životní prostředí a publikujete v digitálním světě.

Za redakci Slévárenských listů

s úctou

Milada Písařiková

Grafitizační očkování při výrobě odlitků z litiny s lupínkovým a kuličkovým grafitem

Graphitizing inoculation in the manufacture of castings from lamellar and spheroidal graphite cast irons

Ing. Jan Bredl, student Ph.D.

Technická Univerzita v Liberci, Fakulta strojní, Katedra strojírenské technologie

doc. Ing. Iva Nováková, Ph.D.

Technická Univerzita v Liberci, Fakulta strojní, Katedra strojírenské technologie

Klíčová slova

Grafitizační očkování, odlévání, litiny s lupínkovým a kuličkovým grafitem

Key words

Graphitizing inoculation, casting, lamellar and spheroidal graphite cast irons

Abstrakt

Ve slévárně METALURGIE Rumburk s.r.o. jsou rotační pece tavicími agregáty pro výrobu litiny s lupínkovým a kuličkovým grafitem. Ve vsázce pro litinu s lupínkovým grafitem byl snížen podíl surového železa o 25 %, došlo tedy k velké změně poměru vsázkových surovin. Z tohoto důvodu bylo nutné prověřit účinky grafitizačního očkování nataveného kovu do lící jamky a rovněž do lící pánve. U prověřovaných taveb byly zjištěny mechanické hodnoty a bylo také provedeno detailní strukturní vyhodnocení. Vlivem grafitizačního očkování nedošlo ke změně mechanických hodnot a rovněž struktura byla perlitická, odpovídající požadovanému materiálu ČSN-EN-250 [1]. Očkování bylo účinné, na odlitcích nedošlo k vytvoření hranových zákalek, které jsou u složitých odlitků obráběcích strojů nepřijatelné [2]. U litiny s kuličkovým grafitem bylo prově-

řeno grafitizační očkování do proudu tekutého kovu termickou analýzou AccuVo a následným vyhodnocením pomocí softwaru Apromace. Eutektické tunutí lze ovlivnit množstvím očkovačla [3]. Grafítizační očkování se u LKG ve slévárně provádí plněným profilem ihned po modifikaci plněným profilem přímo v dávkovací stanici dodané firmou Progelta.

Abstract

The Metalurgie Rumburk Ltd. Foundry has rotation furnaces for the production of lamellar graphite cast iron (GJL) and spheroidal graphite cast iron (GJS). The furnace charge of pig iron for GJL cast iron was decreased by 25% thus changing the ratio of the batch furnace raw materials. The effect of graphitization inoculation during casting of the metal into a foundry ladle and a pouring cup were verified. The inoculation was effective, no hard quenched edges on castings for machine tools were formed. Mechanical properties were verified on cast testing rods located on the castings. Modification in the GJS material is performed in the foundry with the full wire followed immediately by graphitisation inoculation also with the full wire.

Úvod

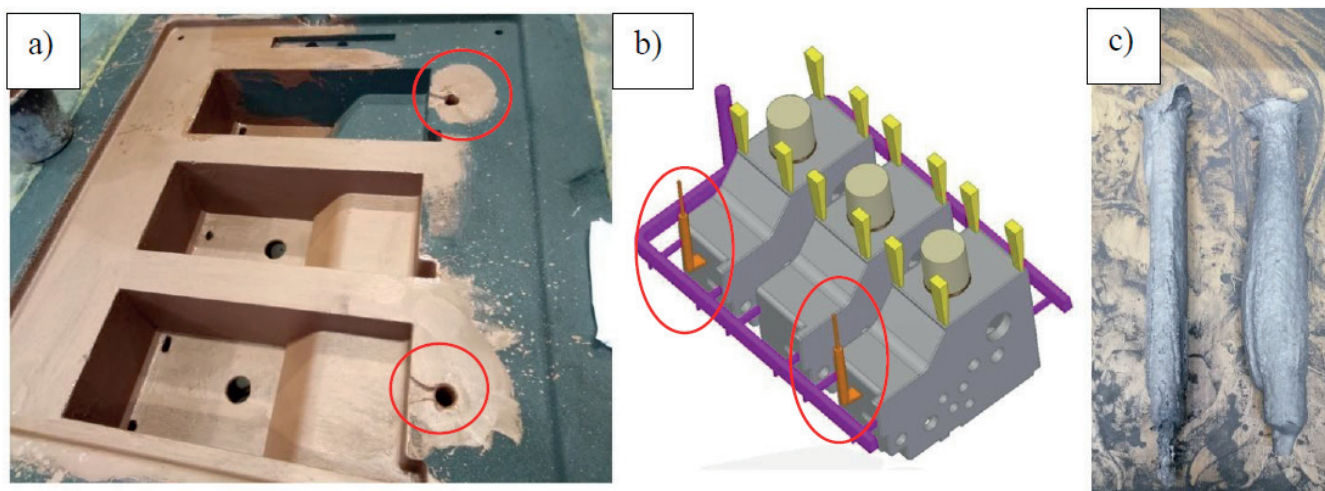
Vzhledem k vývoji ekonomické situace a neustálému zdražování vsázkových surovin v ČR během roku 2022 byly ve slévárně METALURGIE Rumburk s.r.o. (MR) provedeny zkoušky se snížením obsahu surového železa ve vsázce do rotační bubnové pece o 25 %. Zkoušky byly provedeny u výchozího kovu v rotační peci pro litinu s lupínkovým grafitem (LLG). Ve zkušebních tavebách byl ověřen očkovací účinek očkovačel, která se ve slévárně MR běžně používají. V MR se používají čtyři

Tab. 1. Chemické složení očkovačel GERMALLOY a OPTIGRAN

GERMALLOY	% Si	68 - 76	OPTIGRAN	% Si	68 - 76
	% Al	3,2 - 4,5		% Al	0,8 - 1,8
	% Ca	0,3 - 1,5		% Ca	0,3 - 1,4
	% Mg	stopové množství		% Mn	3,5 - 4,5
	% Se	stopové množství			
	% Fe	zbytek			

Tab. 2. Výsledek tahové zkoušky u vzorků očkovaných OPTIGRANEM

Vzorek	Rm [MPa]
22A0158-0	231,116
22A0158-1	228,784
22A0158-2	243,6
Průměr vzorku 1-2	236,192



Obr. 1. Příprava vzorků při očkování pomocí očkovačel OPTIGRAN; a) foto vzorků ve formě, b) 3D model se vzorky, c) odlité vzorky odříznuté z odlitků

způsoby očkování, konkrétně se tedy jedná o očkování do licí jamky, očkování do licí pánve, očkování pomocí plněného profilu a očkování do proudu taveniny při odpichu pece. Pro ověření očkovacího účinku jednotlivých metod byl ve slévárně MR uskutečněn experiment pro každou metodu zvlášť. Vyhodnocením očkovacího účinku u jednotlivých metod se podrobně zabývají následující kapitoly.

Grafitizační očkovaní u odlitků z LLG

Grafitizační očkovaní do licí jamky

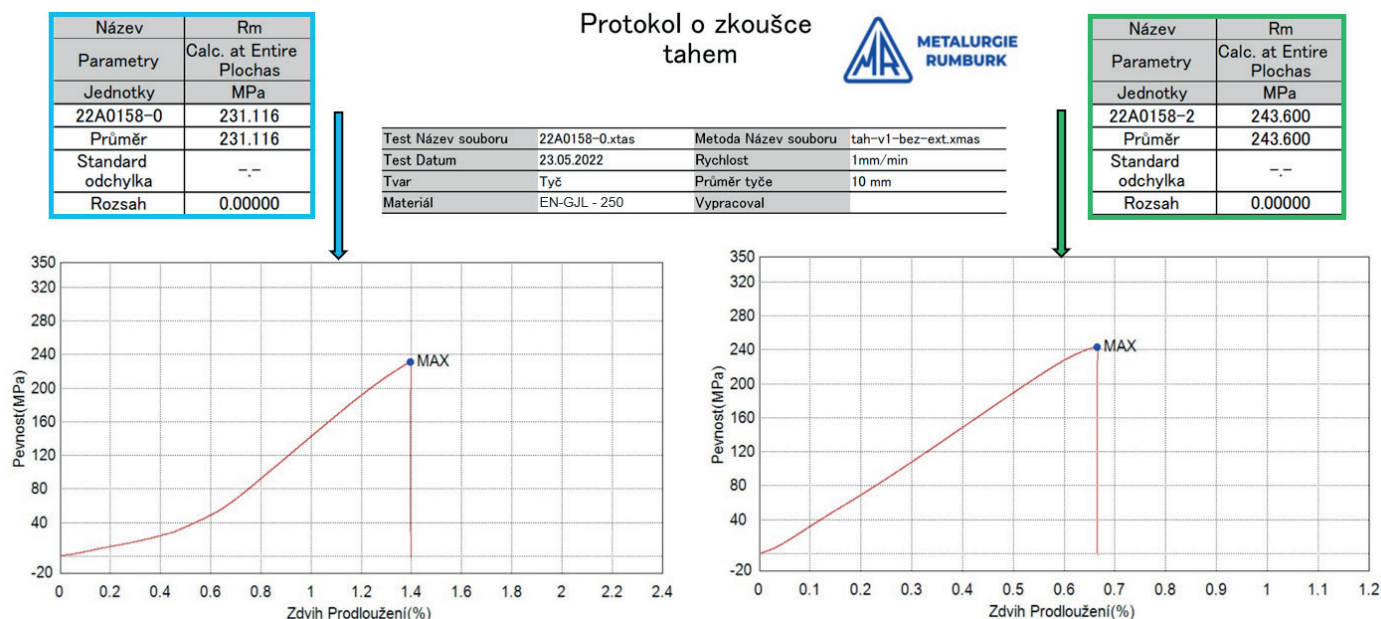
Grafitizační očkovaní do licí jamky se v MR provádí za pomoci očkovačel OPTIGRAN (pro litinu s lupinkovým grafitem) a GERMALLOY (pro litinu s kuličkovým grafitem). Chemické složení jednotlivých očkovačel je pak zachyceno v **tab. 1**, kde je uvedeno i očkovačel GERMALLOY používané pro očkovaní do licí jamky u odlitků z LKG.

Vliv očkování na mez pevnosti v tahu Rm

Pro zkoušku byl zvolen materiál EN-GJL-250 a očkovaní tedy proběhlo pomocí očkovačel OPTIGRAN. V rámci experimentu byly odebrány celkem 3 vzorky, kdy první vzorek č. 22A0158-0 byl získán z neočkované taveniny odlitím vertikální formičky se 3 tyčkami o průměru 30 mm. Jedna z těchto 3 tyček pak byla použita na výrobu vzorku pro tahovou a metalografickou zkoušku. Další dva vzorky č. 22A0158-1 a 22A0158-2 rovněž o průměru 30 mm byly připraveny ve formě pomocí speciálního vrtáku a byly odlity rovněž vertikálně. Pozice jednotlivých vzorků je zachycena na **obr. 1**.

Celkem tedy byly vyhotoveny 3 zkušební tyčky pro tahovou zkoušku, výsledek je uveden v **tab. 2** a na **obr. 2**. Rovněž byly vyhotoveny 3 vzorky pro metalografickou zkoušku, výsledky jsou zobrazeny na **obr. 3** a v **tab. 3**, pro prezentaci výsledků byly vybrány vzorky číslo 22A0158-0 a 22A0158-2.

Grafitizační očkování při výrobě odlitků z litiny s lupinkovým a kuličkovým grafitem



Obr. 2. Porovnání výsledků Rm tahové zkoušky u vzorku 22A0158-0 (neočkovaný kov) a 22A0158-2 (očkováný kov)

Tab. 3. Výsledky metalografické zkoušky u jednotlivých vzorců za použití očkovadla OPTIGRAN

Číslo vzorku	očkováno	struktura	Třída grafitu	Velikost grafitu	%
22A0158-0	NE	P. FE. C	4	120-250 μm	5
			5	60-120 μm	15
			6	30-60 μm	25
			7	15-30 μm	55
22A0158-1	ANO	P. FE. C	4	120-250 μm	5
			5	60-120 μm	20
			6	30-60 μm	20
			7	15-30 μm	55
22A0158-2	ANO	P. FE. C	4	120-250 μm	5
			5	60-120 μm	20
			6	30-60 μm	20
			7	15-30 μm	55

Legenda: P - perlit, FE - fosfidické eutektikum, C - cementit

Průměrná hodnota meze pevnosti v tahu ze vzorků č. 22A0158-1 a 22A0158-2 byla $R_m = 236,192$ MPa, což je poněkud více než 231,116 MPa, hodnoty dosažené u vzorku 22A0158-0, který byl vyroben z neočkované taveniny. Ani jedna hodnota tedy nedosáhla požadovaných $R_{m_{min}}$ 250 MPa stanovených normou ČSN EN

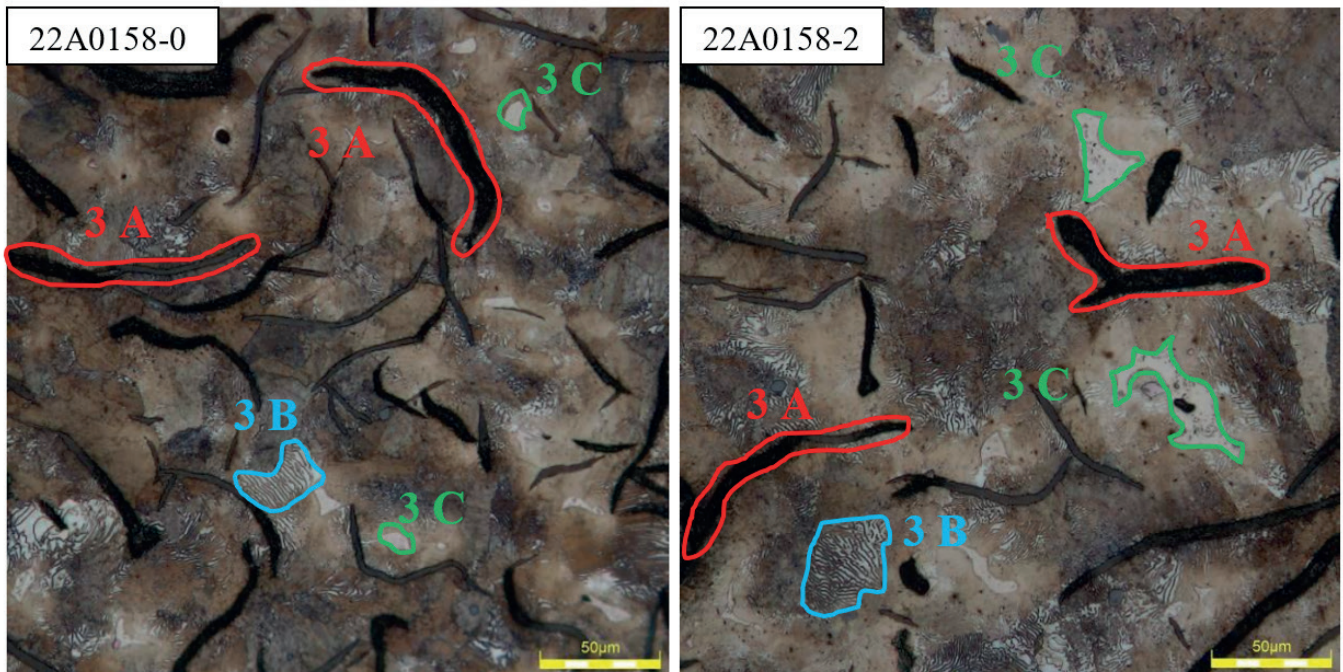
1561. Jak je tedy patrné z výsledků tahových zkoušek, očkování do jamky pomocí očkovadla OPTIGRAN nemělo na mez pevnosti v tahu téměř žádný vliv. Je nutné zdůraznit, že mez pevnosti v tahu R_m byla zjišťována na průměrové tyči $d = 30$ mm, která byla součástí odlitků přímo ve formě.

Metalografické vyhodnocení

Velikost grafitu byla u všech tří vzorků velmi podobná a pohybovala se u vzorků 22A0158-1,2 od 15 do 250 μm, resp. 5 % třídy velikosti grafitu 4 (od 120 do 250 μm), 20 % třídy 5 (od 60 do 120 μm), 20 % třídy velikosti 6 (od 30 do 60 μm), 55 % třídy 7 (od 15 do 30 μm). Rozdíl mezi očkováným a neočkovaným kovem je minimální a dá se konstatovat, že v tomto případě nemělo očkování zásadní vliv na velikost ani disperzitu grafitu. Rozložení grafitu ve struktuře je smíšené, v některých částech vzorků mezidendriticky usměrněné (22A0158-2) a v některých částech mezidendriticky neusměrněné (22A0158-0). Veškeré hodnoty ohledně velikosti grafitu jsou pro všechny vzorky uvedeny v **tab. 3**.

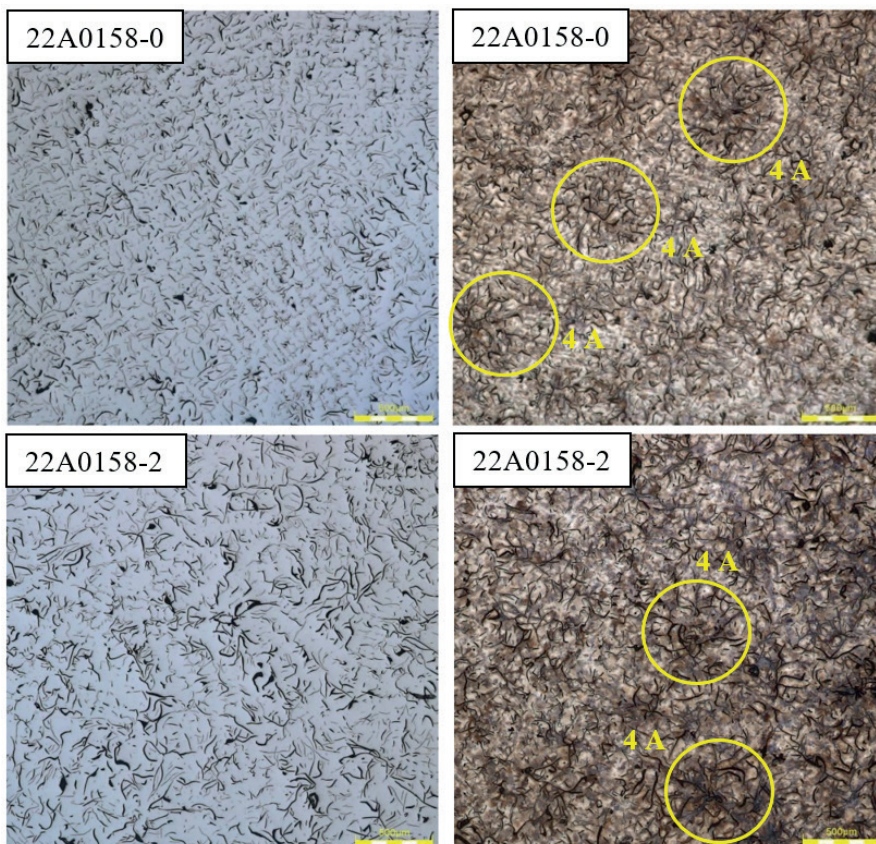
Tab. 4. Chemické složení tavy 22A0158

Číslo tavy	C [%]	Mn [%]	Si [%]	P [%]	S [%]	Cr [%]	Cu [%]	Mg [%]
22A0158	3,175	0,909	1,736	0,218	0,061	0,136	0,182	0,0012



Obr. 3. Metalografický výbrus vzorků 22A0158-0 a 22A0158-2 z materiálu EN-GJL-250 s plně perlitickou matricí, lept. Nital 3 %, zvětšeno 1000×

Označení: 3 A – lupinkový grafit, 3 B – lamelární perlit, 3 C – fosfidické eutektikum



Obr. 4. Metalografický výbrus vzorků 22A0158-0 a 22A0158-2 z materiálu EN-GJL-250 s plně perlitickou matricí, obrázky vlevo neleptáno, obrázky vpravo lept. Nital 3 %, zv. 100×; označení: 4 A růžicové uspořádání LLG

Kovová matrice je plně perlitická, jak je patrné na **obr. 3 a 4**. To mohlo být způsobeno větším podílem perlitotvorných prvků, např. Mn a vyšším podílem fosforu, neboť ve vzorcích je přítomen steadit. Chemické složení tavby, ze které byly odlity vzorky, je zobrazeno v **tab. 4**.

Jak je patrné z **obr. 3 a 4**, tato litina s lupinkovým grafitem (označení 3 A) má perlitickou strukturu (označení 3 B). Ve struktuře se nachází pseudobinární fosfidové eutektikum (označení 3 C) vyloučené v jednotlivých útvarech a po hranicích zrn se vyskytuje cementit. Na **obr. 4** je viditelné růžicové uspořádání litiny (označení 4 A), rozložení grafitu ve struktuře je smíšené a v některých částech vzorku mezidendriticky usměrněné. Žádný ze vzorků nemá ve své struktuře místa s menší hustotou rozložení grafitu, vzorky jsou tedy v celém průřezu homogenní, což má příznivý vliv na vlastnosti litiny.

Tab. 5. Chemické složení očkovadla SUPERSEED

SUPERSEED	% Si	73-77
	% Sr	0,6-1
	% Ca	max 0,15
	% Al	max. 0,6
	% Fe	zbytek

Tab. 6. Výsledek tahové zkoušky u vzorků očkovaných SUPERSEEDEM

Vzorek	Rm [MPa]
22A0146-0	241,673
22A0146-1	233,994
22A0146-2	239,279
22A0146-3	237,939
22A0146-4	244,121
22A0146-5	VADNÁ ZKUŠ. TYČ
22A0146-6	NEDOLITÝ VZOREK
Průměr vzorků 1-4	238,833



Obr. 5. Příprava vzorků při očkování pomocí SUPERSEEDU

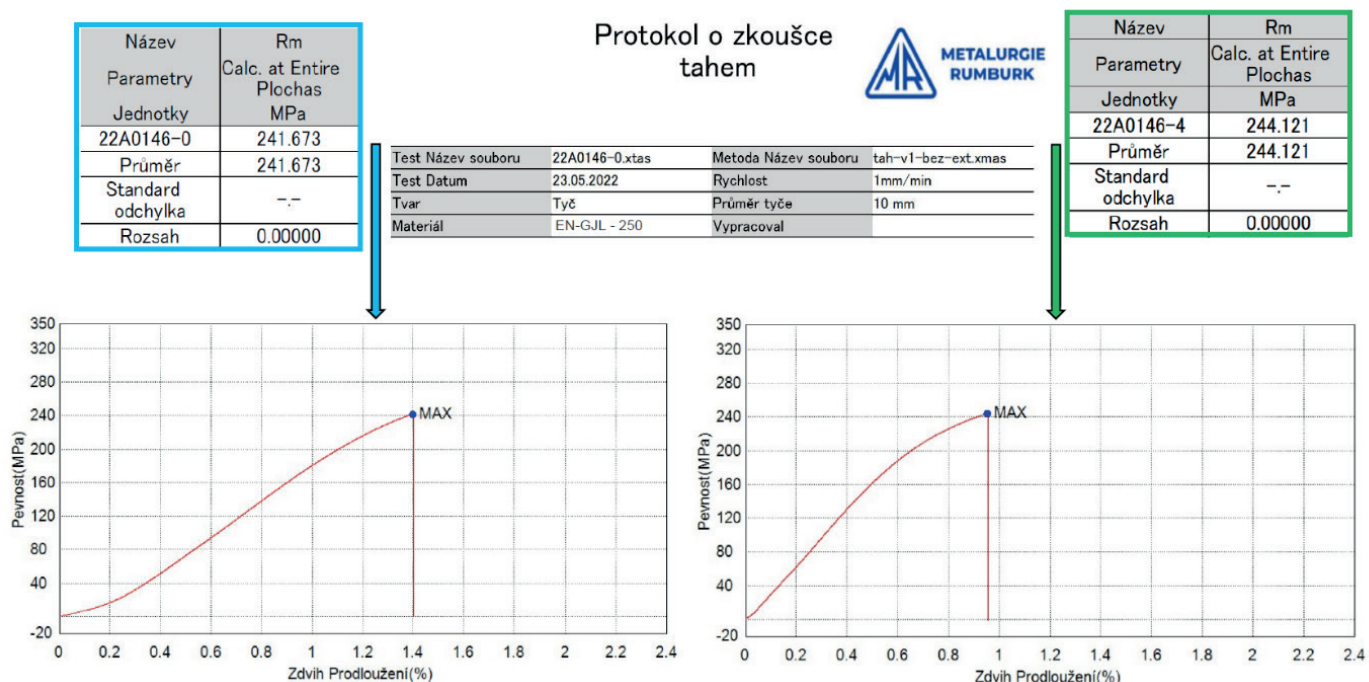
Očkování do lící pánve

Očkování do lící pánve se v MR provádí pomocí očkovadla SUPERSEED, které je rovněž známé pod označením SrFeSi neboli Ferrosilicon stroncium. To se v potřebném množství nasype na dno lící hrcové pánve a následně se na něj nalije tavenina. Pak dojde k rozpuštění a rovnoměrnému promíchání taveniny s očkovadlem. Chemické složení SrFeSi je uvedeno v **tab. 5** [4].

Pro ověření funkčnosti očkovadla SUPERSEED byl opět zvolen materiál EN-GJL-250. V rámci experimentu bylo odebráno celkem 7 vzorků, první vzorek č. 22A0146-0 byl získán z neočkované taveniny odlitím vertikální for-

mičky se 3 tyčkami o průměru 30 mm. Jedna z těchto 3 tyček pak byla použita na výrobu vzorku pro tahovou a metalografickou zkoušku. Dalších šest vzorků, konkrétně č. 22A0146-1 až 22A0146-6, rovněž o průměru 30 mm, bylo připraveno ve formě pomocí speciálního vrtáku a bylo odlito vertikálně. Pozice jednotlivých vzorků je pak zachycena na **obr. 5**. Z těchto šesti připravených vzorků bylo pět úspěšně odlito, jeden vzorek byl nedolitý a byl nedostatečný jak pro výrobu vzorku na tahovou zkoušku, tak pro výrobu vzorku pro metalografické vyhodnocení. Z odlitých vzorků bylo tedy vyrobeno 5 zkušebních tyček pro zkoušku tahem a 5 vzorků na metalografii. Při kontrole tyček pak jedna byla vyřazena, protože obsahovala vadu.

Grafitizační očkování při výrobě odlitků z litiny s lupinkovým a kuličkovým grafitem



Obr. 6. Porovnání výsledků tahové zkoušky u vzorku 22A0146-0 (neočkovaný kov) a 22A0146-4 (očkováný kov)

Tab. 7. Výsledky metalografické zkoušky u jednotlivých vzorků za použití SUPERSEEDU Označení: P – perlit, FE – fosfidické eutektikum, C – cementit

Číslo vzorku	očkováno	struktura	Třída grafitu	Velikost grafitu	%
22A0146-0	NE	P, FE, C	4	120-250 μm	5
			5	60-120 μm	20
			6	30-60 μm	25
			7	15-30 μm	50
22A0146-1	ANO	P, FE, C	4	120-250 μm	5
			5	60-120 μm	25
			6	30-60 μm	20
22A0146-2	ANO	P, FE, C	4	120-250 μm	5
			5	60-120 μm	25
			6	30-60 μm	20
22A0146-3	ANO	P, FE, C	4	120-250 μm	5
			5	60-120 μm	25
			6	30-60 μm	20
22A0146-4	ANO	P, FE, C	4	120-250 μm	5
			5	60-120 μm	25
			6	30-60 μm	20
			7	15-30 μm	50
22A0146-5	ANO	P, FE, C	4	120-250 μm	5
			5	60-120 μm	20
			6	30-60 μm	25
22A0146-6		NEDOLITÝ VZOREK			

Vliv očkování na mez pevnosti v tahu Rm

Vyhodnocení meze pevnosti bylo provedeno pouze ze 4 vzorků. Hodnoty meze pevnosti Rm, dosažené u jednotlivých vzorků, jsou zaneseny v **tab. 6** a na **obr. 6** jsou pak zobrazeny vybrané grafy z průběhu tahových zkoušek.

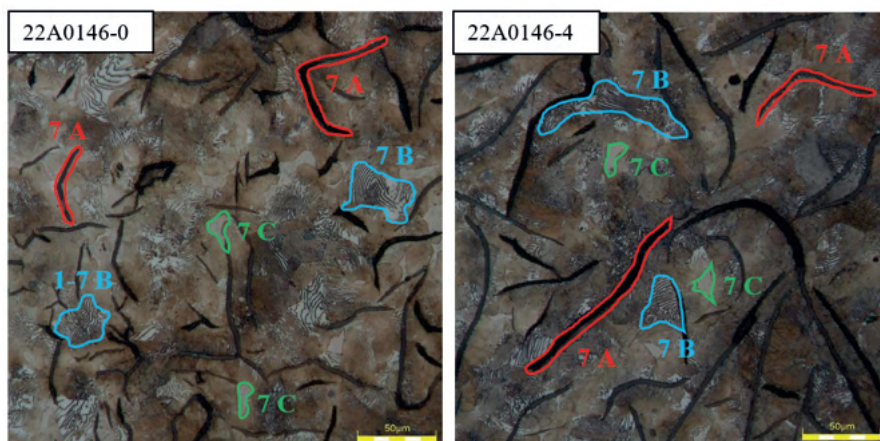
Průměrná hodnota meze pevnosti v tahu Rm ze vzorků č. 22A0146-1 a 22A0146-4 byla 238,833 MPa, což je o trochu méně než 241,673 MPa, než bylo dosaženo u vzorku 22A0146-0, který byl vyroben z neočkované taveniny. Mez pevnosti v tahu Rm u očkováných vzorků byla dokonce nižší než u neočkované varianty, z toho vyplývá, že očkování pomocí očkovadla SUPERSEED do pánve nemělo na mechanické vlastnosti žádný vliv.

V **tab. 7** jsou uvedeny výsledky metalografických zkoušek jednotlivých vzorků a na **obr. 7** jsou zobrazeny fotografie výbrusů vzorků 22A0146-0 a 22A0146-4.

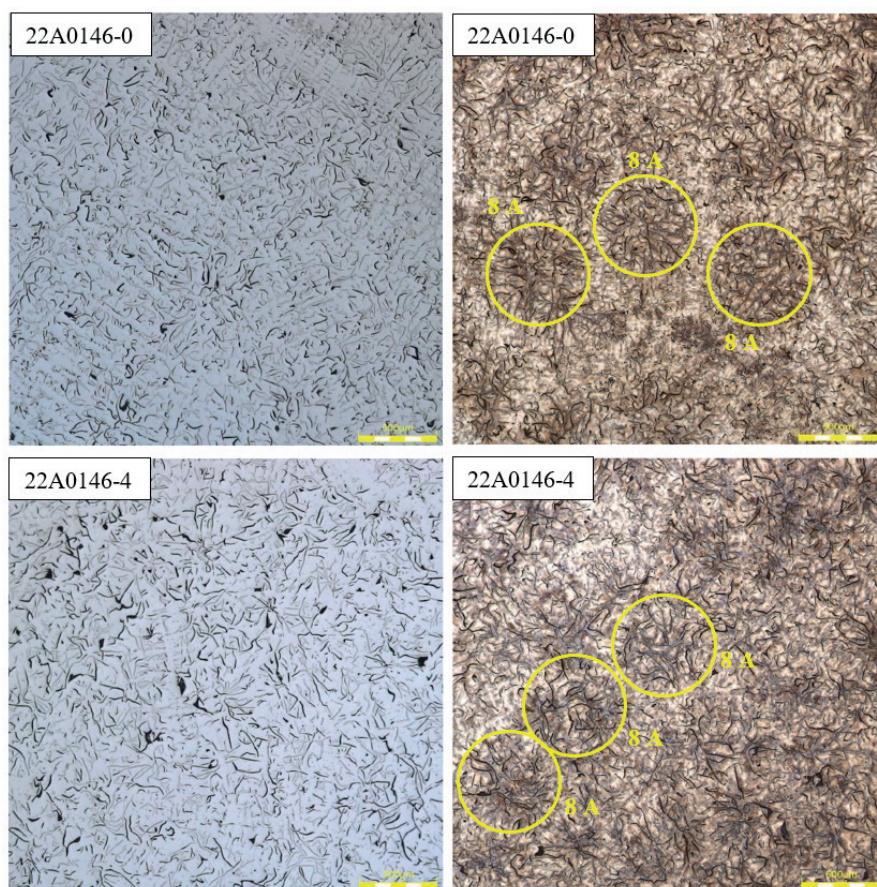
Jak uvádí **tab. 7**, velikost grafitu byla u všech vzorků prakticky stejná a pohybovala se v rozmezí od 15 do 250 μm, nejčastěji v tomto rozložení: 5 % třídy velikosti grafitu 4 (od 120 do 250 μm), 25 % třídy

Tab. 8. Chemické složení tavby 22A0146

Číslo tavby	C [%]	Mn [%]	Si [%]	P [%]	S [%]	Cr [%]	Cu [%]	Mg [%]
22A0146	3,207	0,648	1,807	0,242	0,059	0,085	0,134	0,001



Obr. 7. Metalografický výbrus vzorků 22A0146-0 a 22A0146-4 z materiálu EN-GJL-250 s plně perlitickou matricí, lept. Nital 3 %, zvětšeno 1000×
Označení: 7 A – lupínkový grafit, 7 B – lamelární perlit, 7 C – fosfidické eutektikum



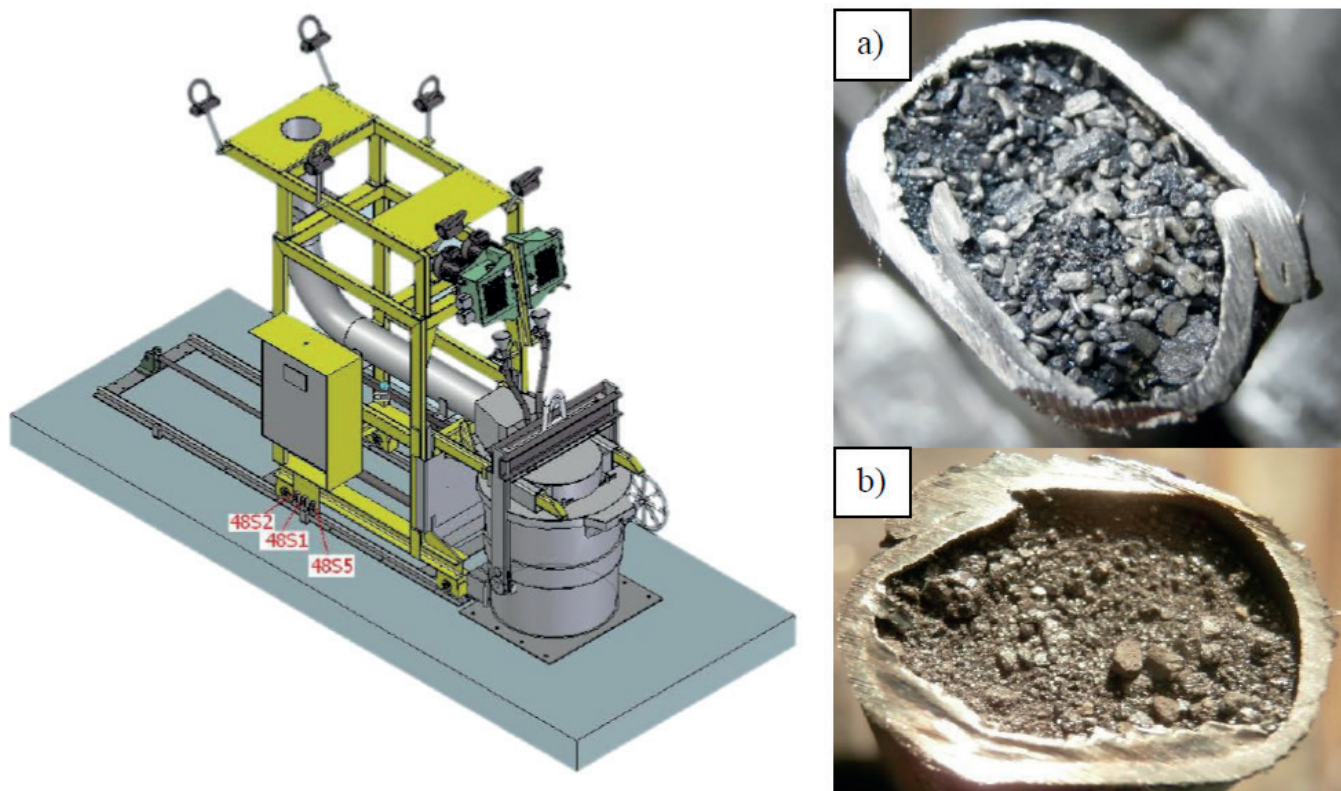
Obr. 8. Metalografický výbrus vzorků 22A0158-0 a 22A0158-4 z materiálu EN-GJL-250 s plně perlitickou matricí, obrázky vlevo neleptáno, obrázky vpravo lept. Nital 3 %, zv. 100×
Označení: 8 A růžicové uspořádání LLG

(od 60 do 120 μm), 20 % třídy velikosti 6 (od 30 do 60 μm), 50 % třídy 7 (od 15 do 30 μm). Rozdíl mezi očkováním a neočkováním kovem je minimální a dá se říct, že ani v tomto případě nemělo očkování zásadní vliv z hlediska velikosti nebo disperzity grafitu.

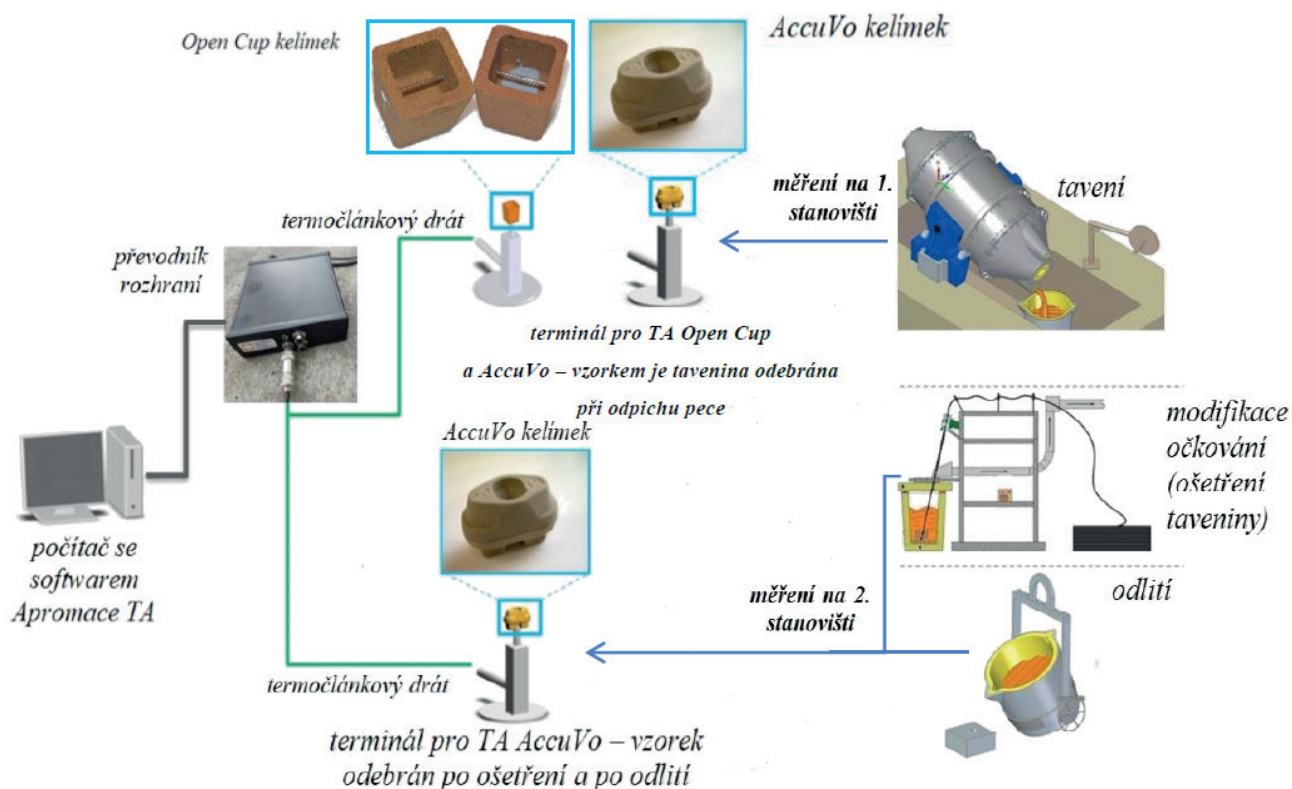
I v tomto případě nebyla kovová matrice perliticko-feritická, ale plně perlitická, což je vidět na **obr. 7 a 8**. To mohlo být opět způsobeno větším podílem perlitotvorných prvků, jako je např. Mn a vyšším podílem fosforu, neboť se ve struktuře vyskytuje steadit. Chemické složení tavby, ze které byly odlity vzorky, je zobrazeno v **tab. 8**.

Na **obr. 7 a 8** je vidět litina s lupínkovým grafitem (označení 7 A), která má plně perlitickou strukturu (označení 7 B). Ve struktuře se nachází pseudobinární fosfidové eutektikum (označení 7 C) vyloučené v jednotlivých útvarech, po hranicích zrn se vyskytuje cementit. Na **obr. 8** je velmi dobře viditelné růžicové uspořádání této LLG (označení 8 A), rozložení grafitu ve struktuře je smíšené, v některých částech vzorku mezidendriticky usměrněné (22A0146-0, 22A0146-4). Žádný ze vzorků nemá ve své struktuře místa s menší hustotou rozložení grafitu, vzorky jsou tedy v celém průřezu homogenní, což má příznivý vliv na vlastnosti litiny.

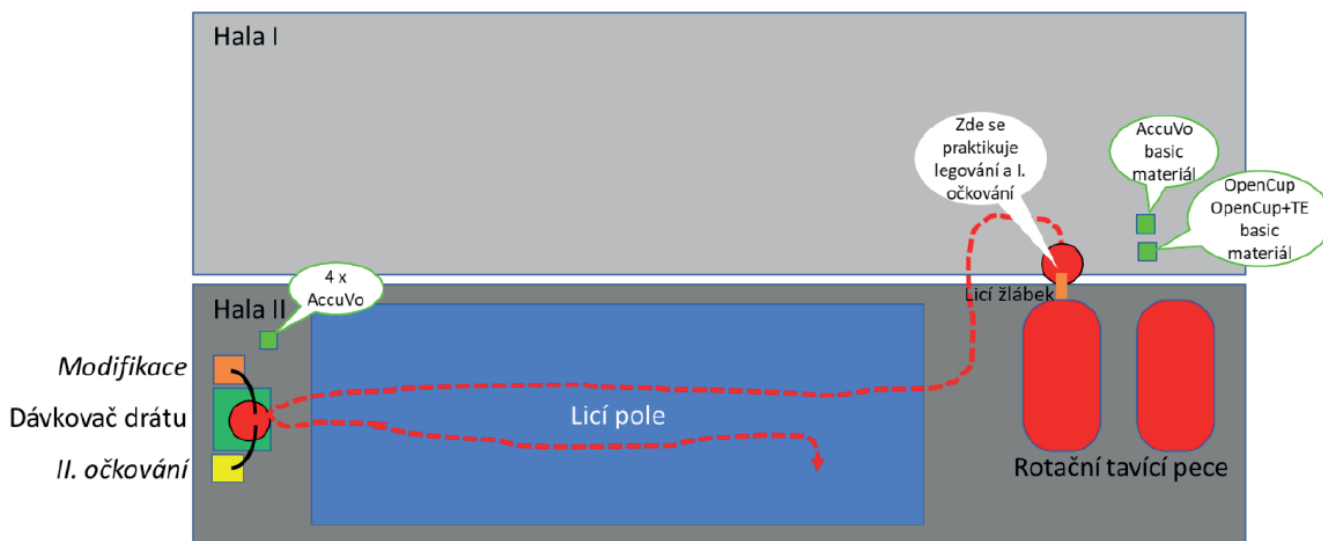
Grafitizační očkování při výrobě odlitků z litiny s lupínkovým a kuličkovým grafitem



Obr. 9. Metalurgická stanice Progelta a řezy plněného očkovacího a modifikačního profilu; a) modifikátor Progelta LSK 13412BS; b) očkovadlo Progelta WIN 13A [5]



Obr. 10. Zapojení aparatury při měření v MR [6]



Obr. 11. Schematické uspořádání pracoviště se stanovišti termické analýzy při měření kvality tekutého kovu v MR

Očkování plněným profilem u odlitků z LKG

Očkování plněným profilem se v MR provádí na metalurgické stanici Progelta, která disponuje dvoužilovým podavačem plněných profilů. Očkování za pomoci plněného profilu se v MR provádí pouze při výrobě litiny s kuličkovým grafitem, buď jako primární případně jako sekundární očkování. Na jedno očkování či modifikaci lze na stanici zpracovat 2,5–2,7 t taveniny. Metalurgická stanice Progelta je pak zachycena na **obr. 9**.

Vyhodnocení kvality očkování pomocí plněného profilu a očkováním do proudu kovu je uvedeno v následující kapitole.

Průběh měření kvality kovu termickou analýzou (TA)

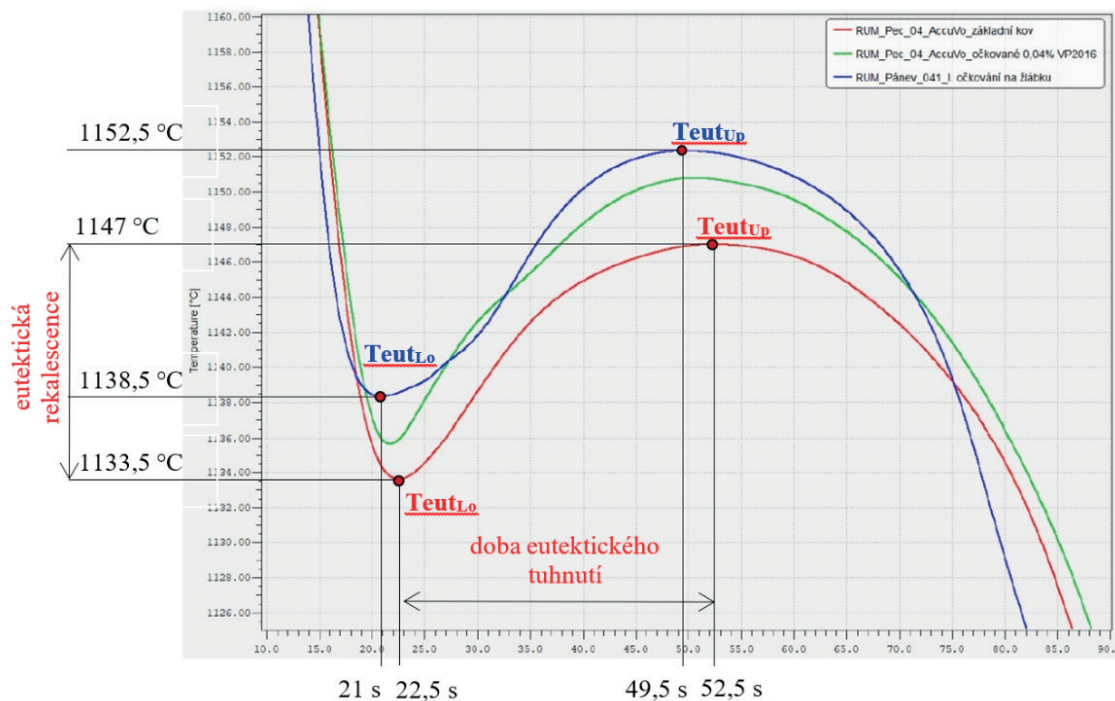
Pro hodnocení metalurgické kvality tekutého kovu při výrobě LKG bylo ve spolupráci s firmami Technical Service Kuehn GmbH a DETYCON Solutions s.r.o. uskutečněno měření kvality tekutého kovu termickou analýzou AccuVo s následným vyhodnocením pomocí softwaru Apromace. Účelem tohoto měření bylo zjistit, zda používané očkovadlo a modifikátor má při výrobě LKG odpovídající normě EN GJS 600-3 požadovaný účinek, nebo zda by nebylo vhodné použít jiný typ modifikátoru a očkovadla, nebo zda by nebyla vhodná úprava jejich dávkování.

Samotné měření kvality taveniny pomocí TA probíhalo na dvou stanovištích. Schéma průběhu měření je zachyceno na **obr. 10**.

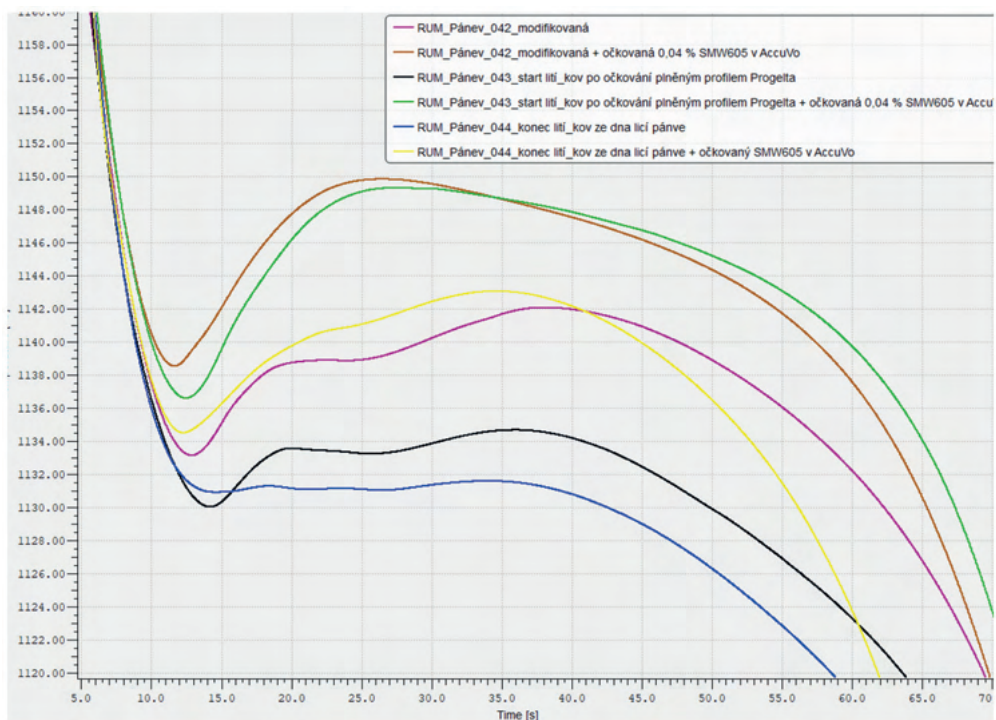
První stanoviště se nacházelo v blízkosti rotační pece a druhé stanoviště bylo zřízeno u stanice Progelta pro dávkování plněných profilů. Na **obr. 11** je schéma uspořádání jednotlivých stanovišť v rámci celé výrobní haly v MR.

Na **obr. 11** je ukázán průběh přípravy LKG a jsou zde vyznačena i obě stanoviště, kde probíhal odběr vzorků pro termickou analýzu. Termická analýza zaznamenává a interpretuje změny teploty v čase při ochlazení nebo ohřívání materiálu. Ve slévárenství se používá pro interpretaci křivky chladnutí kov, který je analyzován při tuhnutí ve speciálním kelímku. Fázové přeměny, ke kterým dochází v průběhu tuhnutí a chladnutí kovu, se projevují na křivce jako anomálie. Při měření podchlazení na křivce chladnutí u její eutektické části je pak možné odhadnout, zda je tavenina správně naočkována pro výrobu konkrétního odlitku. Křivku lze tedy použít na hodnocení úrovně modifikace a očkování taveniny. Při vyhodnocování jednotlivých křivek bylo zjištěno, že plněný profil pro sekundární sériové očkování nefunguje správně. Dalším důležitým zjištěním pak bylo, že samotné eutektické složení vsázky nemusí zajistit eutektické tuhnutí bez toho, aniž by kov tuhl vícestupňově eutektic-

Grafitizační očkování při výrobě odlitků z litiny s lupinkovým a kuličkovým grafitem



Obr. 12. Ovlivnění eutektického tuhnutí množstvím očkovadla VP216 u pánve č. 4: označení: základní kov před primárním očkováním (červená křivka), primární očkování na žlábků 0,2 % VP216 (modrá křivka), kov očkováný v AccuVo 0,04 % VP216 (zelená křivka)



Obr. 13. Porovnání očkování – porovnání očkování 0,04 % SMW 605 přímo po modifikaci a po očkování plněným profilem Progetla

Označení: modifikovaný kov (fialová křivka), modifikace + následné očkování pomocí 0,04 % SMW 605 (hnědá křivka), modifikace + očkování plněným profilem Progetla – standardní postup, vzorek před začátkem odlévání (černá křivka) a vzorek na konci odlévání (modrá křivka), modifikace + očkování plněným profilem Progetla + další očkování v AccuVo 0,04 % SMW 605 (zelená křivka), modifikace + očkování plněným profilem Progetla, vzorek odebraný na konci lití + další očkování v AccuVo 0,04 % SMW 605 (žlutá křivka)

ky či směřoval do podeutektického nebo nadeutektického tuhnutí. Při měření bylo celkem z 5 pánví pořízeno 65 křivek tuhnutí. Na vybraných křivkách jsou pak prezentovány výsledky měření.

Při tomto měření se k tavení kovu používala pouze 12t rotační bubnová pec. Na prvním stanovišti byly umístěny 2 stativy. Na prvním stativu byl umístěn jeden dvoukomorový kelímek AccuVo a na druhém stativu byly umístěny dva zkušební kelímky Open Cup, jeden s telurovým nátěrem a druhý bez nátěru. Otevřené kelímky s Te se používají na analýzu taveniny eutektického chemického složení. Kelímek bez Te, ve kterém vzorek tuhne stabilně podle rovnovážného diagramu Fe-C, se používá na podeutekticky tuhnoucí taveninu (*nadeutekticky tuhnoucí tavenina se prakticky téměř nepoužívá*). Stativ může být kombinovaný a může nést jeden až dva Open Cup kelímky a jeden AccuVo kelímek současně, nebo 2 AccuVo.

Ovlivnění eutektického tuhnutí množstvím očkovačla

Na **obr. 12** jsou zobrazeny křivky tuhnutí z pánve číslo 4. Červená křivka zde zobrazuje kov před primárním očkováním. Modrá křivka prezentuje standardně primárně očkovaný kov a zelená křivka zobrazuje očkování také standardním očkovačlem, ale za použití 5násobně menšího množství než při klasickém sériovém očkování. Průběh modré a zelené křivky je téměř totožný, z toho vyplývá, že 5násobné očkování na žlábkku, které se v Metalurgii Rumburk provádí standardně, nemá příliš velký efekt. Ani mezi průběhy červené a modré křivky nejsou velké rozdíly.

Rozdíl mezi eutektickou rekalescencí u neočkovaného a primárně očkovaného kovu je pouhých 0,5 °C. Podobně malý rozdíl (1,5 s) je však i u doby eutektického tuhnutí. Díky tomuto záznamu je patrné, že rozdíl eutektického tuhnutí mezi primárně očkovaným a neočkovaným kovem je minimální. Křivky tuhnutí mají velmi podobný průběh, z čehož vyplývá, že primární očkování na žlábkku je zbytečné.

Porovnání očkovačho účinku

Na **obr. 13**, který opět zobrazuje křivky tuhnutí z pánve číslo 4, je ukázáno nesprávné fungování sekundárního

očkovačla. Fialová křivka zde představuje stav taveniny po modifikaci plněným profilem a černá křivka představuje stav taveniny po očkování plněným profilem. Očkování, které probíhá po modifikaci, by mělo zvednout eutektickou teplotu, to znamená, že černá křivka na obrázku by se měla dostat nad fialovou křivku, ale ve skutečnosti tomu bylo právě naopak a černá křivka je nižší než fialová, což není správné. Při měření byla rovněž testována i alternativní sekundární očkovačla, jejichž vliv na stav taveniny prezentuje zelená a hnědá křivka. Jak je patrné, tak zde je vše v pořádku, neboť došlo ke zvýšení eutektické teploty a obě tyto křivky se nachází nad fialovou křivkou. Poslední dva záznamy na tomto obrázku představuje modrá křivka, která zobrazuje stav taveniny po 4 minutách lití – vzorek byl odebraný ze dna licí pánve a v porovnání s černou křivkou lze vidět další degeneraci očkovačho účinku v čase. Žlutá křivka prezentuje stav taveniny také na konci lití – vzorek byl opět odebrán ze dna licí pánve a následně byl očkovan jedním z alternativních očkovačel (*kov tedy absolvoval primární očkování na žlábkku, modifikaci, sekundární očkování plněným profilem, určitou časovou výdrž v licí pánvi a poslední třetí očkování*). Jak je vidět, i na toto očkování kov stále reaguje, neboť dojde k nárůstu eutektické teploty oproti stavu na konci lití – to je patrné z porovnání žluté a modré křivky. Tímto experimentem bylo tedy prokázáno, že sekundární očkování, které se v Metalurgii Rumburk používá standardně, nefunguje správně.

Závěr

V rámci uvedených zkoušek byl ověřen účinek čtyř způsobů očkování litin, očkování do licí jamky, do licí pánve u LLG, do proudu kovu a pomocí plněného profilu u LKG. První dva jmenované způsoby očkování dosáhly téměř stejných výsledků. U obou těchto způsobů byly porovnávány dosažené hodnoty meze pevnosti, a to jak u základního neočkovaného kovu, tak u očkované taveniny. Dále byly porovnávány metalografické výbrusy, a to opět u očkovaných a neočkovaných variant. Výsledkem těchto porovnání je, že jak u očkování do licí jamky, tak u očkování do licí pánve, nebyl pozorován žádný rozdíl u meze pevnosti v tahu R_m , a také na metalografických výbrusech. Dle normy ČSN EN ISO 945-1 je definováno 8 tříd velikostí grafitu a oba

tyto způsoby očkování dosáhly velikosti grafitu 25 % v 6. třídě a 50 % v 7. třídě, což je dohromady 75 % grafitu v posledních 3 „nejjemnějších“ velikostech. Těchto hodnot ovšem v obou případech dosahovala tavenina již před samotným očkováním, což znamená, že již na počátku byla tavenina ve velice dobré kvalitě. Grafit byl rozložen rovnoměrně a nikde na výbrusech se neobjevila místa, kde by byl grafit v menší koncentraci. Ani u jedné metody očkování se na odlitcích neobjevila zákal, proto lze konstatovat, že obě očkovadla fungovala, i když ani jedno nemělo vliv na mechanické vlastnosti a na velikost grafitu. Samozřejmě je nutné uvažovat, že velikost vzorku přilité tyče \varnothing 30 mm a pomalejší tuhnutí a chlazení mohlo tyto vlastnosti ovlivnit. Před zavedením snížení obsahu surového železa ve vsázce musí ovšem proběhnout ještě další zkoušky (za použití jiného dávkování očkovadel či použití alternativních očkovadel), aby bylo ověřeno, že litina dosahuje požadované pevnosti v tahu Rm.

Další dva způsoby očkování – očkování do proudu kovu a plněným profilem u LKG – byly ověřovány pomocí termické analýzy AccuVo. Na základě této analýzy bylo zjištěno, že by při přípravě LKG mělo dojít jak k procesním, tak materiálovým změnám. Procesní změny se týkají primárního očkování do proudu kovu při odpichu z pece, které nemělo žádný efekt, a lze ho proto úplně vynechat. Materiálové změny by se týkaly především očkování pomocí plněného profilu, kde měření pomocí termické analýzy AccuVo prokázalo, že tento způsob

očkování nefunguje správně. Před provozní změnou je ovšem nutné provést opakovaná měření a ověřit tak, že výsledky měření, které proběhlo při zkouškách, jsou reprodukovatelné. Hledání ideálního očkovadla, ostatní analýzy a provozní zkoušky pak budou dále řešeny.

Recenzent:

doc. Ing. Antonín Mores, CSc.

Literatura

- [1] GEDEONOVÁ, Z.; JELČ, I.: *Metalurgia liatin*. Vydání HT TU Košice 2000. ISBN 80-7099-516-5.
- [2] SÝKORA, P.: *Metalurgie litin II*. Svaz sléváren Brno, 2007. ISBN 80-87088-14-2.
- [3] ROUČKA, J.: *Metalurgia liatin*. VUT Brno 1998. ISBN 80-214-1263-1.
- [4] HAMPL, J.: *Metalurgie slévárenských litin*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2013. ISBN 978-80-248-3357-6.
- [5] BREDL, J.: *Optimalizace technologie výroby odlitku z LKG*. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní, Katedra strojírenské technologie. 2020. 25.
- [6] ANJOS, V.: *Use of Thermal Analysis to Control the Solidification Morphology of Nodular Cast Irons and Reduce Feeding Needs*. Dizertační práce. Universität Duisburg-Essen, Abteilung Maschinenbau und Verfahrenstechnik. 2015. 197.

Pozvánka na 31. ekologický seminář

25. 5. 2023 | Hradec Králové

Sledujte  Česká slévárenská společnost

Kompozity s matricí slitiny Al a výztuží skelného a uhlíkového vlákna

Composites with aluminium alloy matrix and glass and carbon fibre reinforcement

doc. Ing. Aleš Herman, Ph.D.

ČVUT v Praze, Fakulta strojní

Ing. Jindřich Zeman

ČVUT v Praze, Fakulta strojní

Ing. Karolína Výletová

ČVUT v Praze, Fakulta strojní

Ing. Vít Novák

ČVUT v Praze, Fakulta strojní

Klíčová slova

Kompozity s kovovou matricí, Metal Matrix Composite (MMC), výztuž, uhlíkové vlákno, skelné vlákno, mechanické vlastnosti

Key words

Metal Matrix Composites (MMC), reinforcement, carbon fibre, glass fibre, mechanical properties

Abstrakt

Tento příspěvek je úvodní studií do problematiky výroby kovových kompozitů s výztuží ze skelných či uhlíkových vláken. Jeho cílem bylo ověřit, jak se budou chovat jednotlivé typy výztuží – roving, tkanina, sekaná vlákna či rohož ve standardní slitině hliníku AlSi9Cu3 – a jestli se povede tou nejjednodušší cestou vylepšit mechanické vlastnosti slévárenské slitiny bez toho, aniž by bylo nutno provádět složité úpravy výztuží.

Abstract

This paper is an initial study into the production of metal composites with glass or carbon fibre reinforcement. Its aim was to verify how the different types of reinforcement - roving, fabric, chopped fibre or rug - would behave in a standard aluminium alloy AlSi9Cu3 and whether the mechanical properties of the alloy could be improved in the simplest way without having to make any complex modifications to the reinforcement.

Úvod

Kompozity s kovovou matricí, z anglického názvu Metal Matrix Composite (MMC), jsou jedinečnou třídou materiálů, které jsou schopny po spojení materiálů zlepšit jejich samotné vlastnosti a limitovat jejich nevýhody. Tyto materiály byly předmětem vědeckých výzkumů po tři desetiletí, nicméně až v posledních letech dochází k výraznému pokroku a začínají nacházet reálné využití v průmyslu. S ohledem na kompoziční flexibilitu mohou být nově vytvořené kompozitní materiály se zlepšenými vlastnostmi syntetizovány prakticky ze všech kovových materiálů, které se v současnosti používají. Momentálně jsou však nejčastěji používány kovy jako hliník, titan, měď, hořčík a jejich slitiny. Ve srovnání s konvenčními materiály MMC představují jedinečný způsob přizpůsobení vlastností kovů prostřednictvím výběru typu, velikosti a množství použité výztuže, čímž lze dosáhnout potřebných mechanických vlastností (např. tahových, tlakových, únavových, rázových, tribologických apod.) i pro splnění těch nejvyšších požadavků v jednotlivých odvětvích, jako jsou letecký nebo jaderný průmysl. Dále správná kombinace MMC může nabídnout vynikající specifický modul pružnosti, pevnost a tuhost při zvýšených teplotách, vysokou tepelnou a elektrickou vodi-

vost, dobrou odolnost proti tečení, únavě a opotřebením. Velká nevýhoda u těchto kovových kompozitů je složitá technologie výroby a tedy i vyšší cena, než je tomu např. u polymerních kompozitů (PMC). Tyto inovativní materiály proto otevírají nové možnosti a technologický rozvoj zejména v automobilovém, leteckém, vojenském a kosmickém průmyslu, v nichž cena není zásadním kritériem [1].

Jedním z problémů tématu kovových kompozitů je jasně určit hranice toho, co je považováno za MMC, a co ne. Stávající literatura neposkytuje jasnou a přesnou definici. Proto se často MMC definuje jako kompozit, který obsahuje spojitou kovovou matici a výztuž, která představuje alespoň několik procent (min. 5 %) celkového objemu materiálu [2], [3], [4]. Tato definice je však velmi široká a může zahrnovat mnoho materiálů, jakými jsou například litina s kuličkovým grafitem, dvoufázová ocel či ocel s vysokým obsahem karbidů. Proto je zapotřebí přidat ještě jednu definici, která říká, že každá složka materiálu MMC musí zůstat po celou dobu zpracování ve vytvářeném systému. Touto definicí můžeme vyloučit konvekční slitiny a slitiny obsahující precipitáty, segregované vměstky a vícefázové slitiny. MMC lze rozdělit několika různými způsoby, podle geometrických charakteristik použité výztuže, použité matrice a materiálu výztuže [5], [6].

Kompozity vyztužené spojitou výztuží nabízejí lepší specifickou pevnost a tuhost než nespojitě vyztužené kompozity [7]. Nicméně vysoké náklady na jejich zpracování, vysoká anizotropie a špatné další zpracování kovovýrobou omezují jejich široké průmyslové využití. Zatímco kompozity s nespojitou výztuží nedosahují stejné úrovně pevnosti, mají však téměř izotropní vlastnosti a tyto materiály lze dále zpracovávat a dokončovat konvenční kovovýrobou. Navíc mají vynikající rozměrovou stabilitu a zvýšenou odolnost proti únavě a opotřebením [8].

Výběr materiálu výztuže souvisí s typem aplikace a kompatibilitou s matricí. Typickými výztuhami v MMC je např. Al_2O_3 , SiC, TiC. Zejména TiC je široce používána jako částicová výztužná fáze díky vysoké tvrdosti, pevnosti, tuhosti a elektrovodivosti. Dalšími používanými výztuhami jsou B_4C , BeO , *grafit*, *Mo*, *TiB*, *W*, *WC* [8].

Nevýhody MMC:

- vysoké náklady na výrobu;
- nedostatek standardních testovacích technik;
- špatná recyklace;
- nesoulad tepelné roztažnosti matrice a výztuže;
- špatné sekundární zpracování.

Výhody MMC:

- odolnost proti opotřebením;
- vyšší odolnost proti únavě;
- dobré mechanické vlastnosti i za vyšších teplot;
- vynikající specifický modul;
- dobrá elektrická i tepelná vodivost;
- pevnost a tuhost [1].

Slévárenské metody výroby kompozitů a jejich vlastnosti

Stálé míchání (still casting)

V procesu lití za míchání jsou výztuhy, typicky částice nebo krátká vlákna, distribuovány v roztaveném stavu matrice mechanickým mícháním. Hlavní výhodou této metody je jednoduchost, flexibilita, nízké výrobní náklady, použitelnost pro velké odlitky a velkosériovou výrobu. Uvádí se, že náklady na přípravu kompozitního materiálu touto metodou mohou být až poloviční ve srovnání s konkurenčními metodami. Existují však určité technické problémy spojené s výrobou homogenního kompozitu o vysoké hustotě a rovnoměrným rozložením výztuže u některých materiálů. Aby se předešlo těmto problémům, používá se úprava této metody zvaná „reocasting“. Tato metoda je téměř totožná jako lití za míchání. Jediným rozdílem je vmíchání výztuže do polotuhého stavu matrice. Matrice se nachází ve dvoufázovém stavu, a to v kapalném a částečně pevném. Vzniká „kaše“, do níž se zachytává výztuž a při stálém míchání a měnící se teplotě se redukuje ideální viskozita taveniny. Vzhledem k tomu, že při této metodě dosahujeme nižších teplot v porovnání s odléváním, je zde také menší pravděpodobnost, že dojde k nechtěným reakcím mezi výztuží a matricí, což vede ke zlepšení výsledné smáčivosti [9].

Infiltrace

V tomto procesu proniká tekutý kov do porézního předlisku sestávajícího z výztuže (částice, whisker nebo vlákna) a malého množství pojiva, které tvoří 5 až 10 %

hmot. předlisku a je během procesu lití spáleno. Úspěch této metody je závislý především na kvalitě předlisku, který musí být jednotný, aby se zabránilo rozložení výztuže během infiltrace taveniny. Objemový podíl výztuže pro zajištění dostatečné mechanické stability předlisku se pohybuje mezi 40–70 %, aby vydržel infiltrační síly. Hnací silou procesu infiltrace může být buď kapilární síla, nebo vnější zprostředkovaný tlak (vakuum, plynem, mechanicky, odstředivě nebo ultrazvukově). Tlak bývá v rozmezí 10–100 MPa. Při použití tlaku se zlepšuje kompatibilita matrice s výztuží. Velice důležitým faktorem je čas infiltrace, který nesmí být příliš dlouhý z důvodu reakcí mezi výztuží a maticí, ovšem ani příliš krátký, aby nedocházelo k poškození předlisku. Aby se zabránilo nechtěným reakcím mezi rozhraními, používá se inertní plyn. Spolu s litím za míchání je tato metoda používána hlavně u hliníkových kompozitů. Nevýhodou této metody je však vysoká cena předlisku a nemožné následné sekundární operace [9].

Mezi další velmi používané metody infiltrace patří tzv. squeeze casting a infiltrace tlakovou tryskou, které spadají do kategorie mechanické tlakové infiltrace. Technika squeeze casting je nejpoužívanější pro komerční výrobu MMC. Kompozity vyrobené tímto způsobem mají výsledné matrice téměř bez porů [10], [11].

Infiltrace tlakovou tryskou je dnes také velmi používaná metoda. Při této metodě dochází k vyplnění porézního předlisku taveninou pomocí tlaku pístu (**obr. 13**). Hlavní výhodou této metody je možnost využití konvenčního tlakového licího stroje. Aplikovaný tlak umožňuje infiltraci předlisku pod teplotou likvidu matrice, čímž omezíme a snížíme chemické interakce mezi maticí a výztuží [9].

Speciální způsob infiltrace (Proces Primex)

Tato metoda využívá beztlakovou infiltraci kovu. Do procesu je zahrnuta hliníková slitina, dusíková atmosféra a je potřebná přítomnost hořčíku. Během zahřívání na teplotu infiltrace cca 750 °C hořčík reaguje s dusíkovou atmosférou za vzniku nitridu hořečnatého (Mg_3N_2), který je zesilovačem infiltrace a umožňuje roztavené hliníkové slitině infiltrovat vyztužující fázi bez nutnosti vyvíjeného tlaku. Během infiltrace je Mg_3N_2 redukován hliníkem za vzniku malého množství nitridu hliníku,

kteřý se ve výsledku projeví jako malé sraženiny a jako tenký film na povrchu vyztužné fáze. Nejpoužívanějším litým kompozitem vyráběným touto metodou je slitina $Al_{10}Si_1Mg$ vyztužena 30 obj. % SiC [9].

Vlastnosti kovových kompozitů

Kompozity mohou mít výrazně vyšší mechanické vlastnosti až řádově několikrát vyšší, než je matrice kovové slitiny (v případě metody infiltrace do hliníkové slitiny s využitím uhlíkových vláken se uvádí dosažené hodnoty R_m až 1200 MPa [1], [9], [12]), mohou mít výrazně lepší únavové vlastnosti (výrazně vyšší mez únavy), lepší houževnatost materiálů, lepší creepové chování. Zároveň je možné dosáhnout lepší tepelné odolnosti a lepší vodivosti těchto materiálů. U částicových kompozitů se mohou měnit i tribologické vlastnosti materiálů.

Experimentální část

Experimentální část byla zaměřena na ověření vhodnosti metody lití do pískové formy a různých typů výztuže pro výrobu hliníkového MMC. Výsledným MMC odliškem byl nepoměrný kruhový vzorek pro tahovou zkoušku, která byla následně provedena a vyhodnocena. Po tahové zkoušce byly vyhotoveny metalografické výbrusy pro vyhodnocení vnitřní mikrostruktury.

Jako materiál pro výrobu kovového kompozitu byla použita slitina AlSi9Cu3.

Použité výztuže

Pro tento experiment bylo zvoleno několik typů výztuží od dodavatele Havel Composites CZ s.r.o. Základním materiálem výztuží bylo sklo a uhlík.

Tkaniny

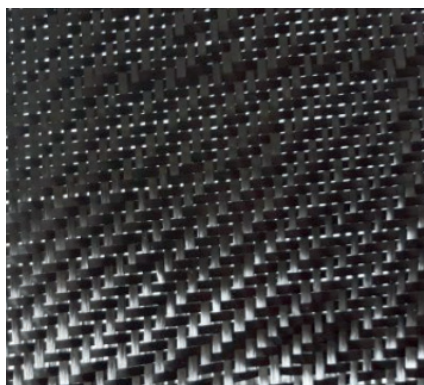
1. Skelná tkanina 163 g/m² Aeroglass (**obr. 1**)
2. Uhlíková tkanina 160 g/m² Toray 3K 200 tex (**obr. 2**)

Sekaná vlákna

1. Skelná sekaná vlákna, sklovina typ E, 3 mm (**obr. 3**)
2. Uhlíková sekaná vlákna, 3 mm (**obr. 4**)



Obr. 1. Skelná tkanina



Obr. 2. Uhlíková tkanina



Obr. 3. Sekaná skelná vlákna



Obr. 4. Sekaná uhlíková vlákna



Obr. 5. Skelný roving [13]



Obr. 6. Uhlíkový roving [13]



Obr. 7. Skelná rohož

Roviny

1. Skelný roving ASSEMBLED 2400 tex (**obr. 5**)
2. Uhlíkový roving TENAX STS10 F13 48K 3200 tex (**obr. 6**)

Skelná rohož 30 g/m² (**obr. 7**)

Varianty odlitků

Pro experiment byly zvoleny odlitky se sedmi různými typy výztuže. Dále byly tyto výztuže různými způsoby upravovány, aby bylo dosaženo maximálního spojení.

Vzorky bez úpravy výztuže a výsledky po odlití

V první fázi byly odlity vzorky bez modifikace výztuže a vyhodnoceny vizuální kontrolou.

Proběhlo několik zkoušek odlití do kovové formy tzv. kokily, avšak se stejným výsledkem. Proto byla navržena další úprava výztuže.

Jelikož první neupravené odlitky vykazovaly špatné spojení mezi matricí a výztuží, bylo zapotřebí navrhnout úpravu (**obr. 8**). Navrhnutým řešením byl pokus s roztažením mřížky



Obr. 8. Možnost vytažení vláken vlivem špatného spojení mezi matricí a vlákny



Obr. 9. Vyplavání rovingů



Obr. 10. Vzorky hliníkové slitiny se sekaným uhlíkovým vláknem po tahové zkoušce

Tab. 1. Výsledné hodnoty meze pevnosti v tahu vzorků se sekaným uhlíkovým vláknem

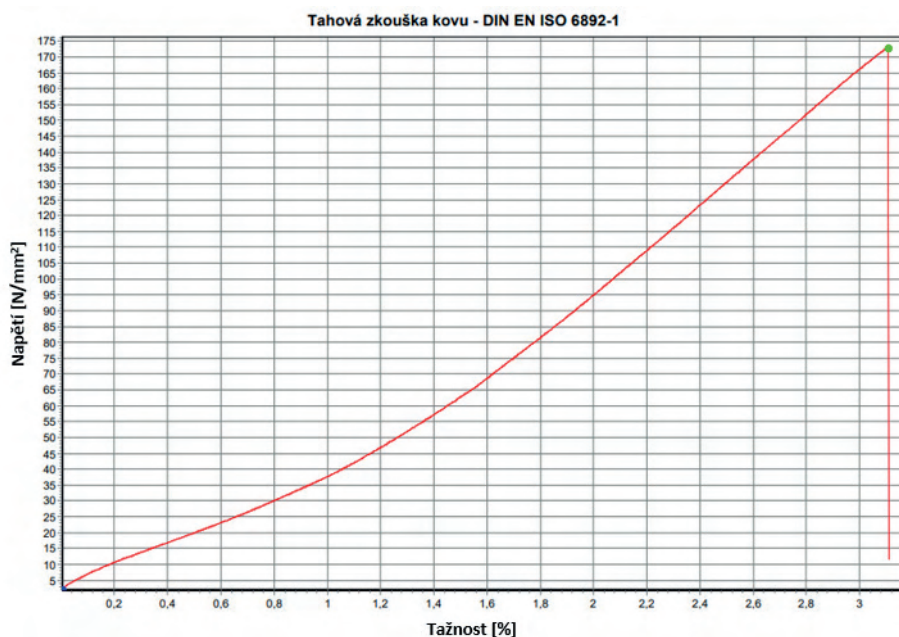
UČ	1	2	3	4	5	6	7	8	Průměr	Směrodatná odchylka
R _m [MPa]	195	150	149	199	155	188	194	173	176	21,41
Z	0,92	1,18	1,23	1,10	0,95	0,59	0,87	0,11		

a následným několikanásobným odmaštěním v acetonu a izopropylalkoholu. Toto řešení se snažilo o lepší proniknutí taveniny mezi jednotlivá vlákna a lepší smáčivost po odstranění nečistot a mastnoty.

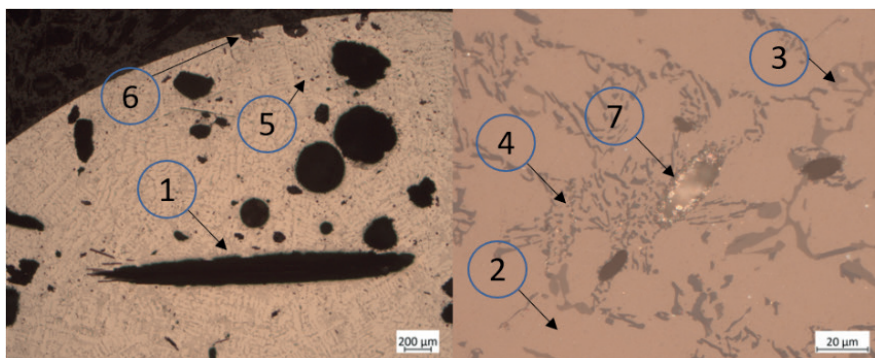
Dále byla navržena další úprava spočívající v rozpletení jednotlivých vláken tkanin, jejich odmaštění, následném natažení, do připravené mřížky z kovu a několikanásobném ponoření v tavenině eutektické slitiny Al-Si (obdobu zpracování metodou afinace). Tato úprava měla za cíl narušení případné chemické vrstvy na povrchu vláken vytvořené při styku s taveninou a s tím spojenou lepší smáčivost vlákna (totéž bylo realizováno s rovingy).

Uhlíkové sekané vlákno

Po provedené zkoušce tahem bylo možné vidět rozložení vláken ve vzorku. Potvrdil se předpoklad po obrobení a to, že částice byly tíhou taveniny vytlačeny (vyplaveny) do horní poloviny vzorku (obr. 9).



Obr. 11. Tahový diagram vzorku se sekaným uhlíkovým vláknem



Obr. 12. Metalografické snímky vzorků se sekaným uhlíkovým vláknem

uložené uhlíkové vlákno (1) v hliníku (2), křemík vyloučený ve formě lamel (3), měď ve formě intermetalické fáze $Cu Al_2$ (4) a malé černé útvary značící pórovitost (5) v odlitku. Dále je vidět nerovnoměrné rozložení vláken v horní části odlitku a jsou vidět povrchové vady jako zadrobění (6). Při větším přiblížení je vidět uhlíkové vlákno obklopené karbidy hliníku (Al_4C_3) (7).

Mez pevnosti v tahu u vzorku č. 3 = 149 MPa je nejvzdálenější od zbytku naměřených hodnot, nicméně vejde se do kritické hodnoty $Z = 2,13$, a proto je průměrná hodnota počítána ze všech měření (tab. 1).

Z výsledných hodnot po tahové zkoušce (obr. 10) je zřejmé, že uhlíkové částice dosahovaly nejvyšší průměrné hodnoty meze pevnosti v tahu, a to i přes nerovnoměrné rozložení a shlukování částic v odlitku.

Na obr. 11 je znázorněn tahový diagram vzorku č. 8, který je nejbližší průměrné hodnotě.

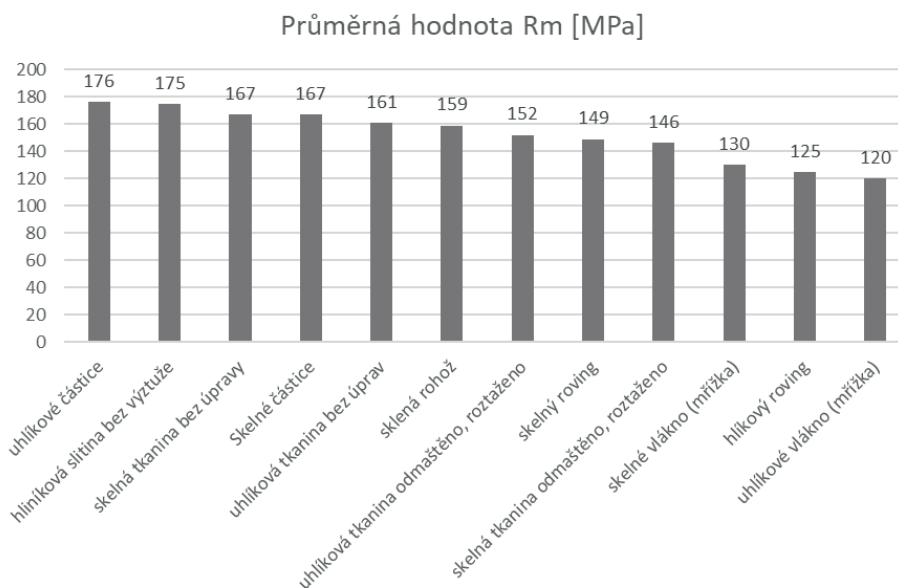
Na metalografických snímcích (obr. 12) je možné vidět

Shrnutí výsledků experimentu

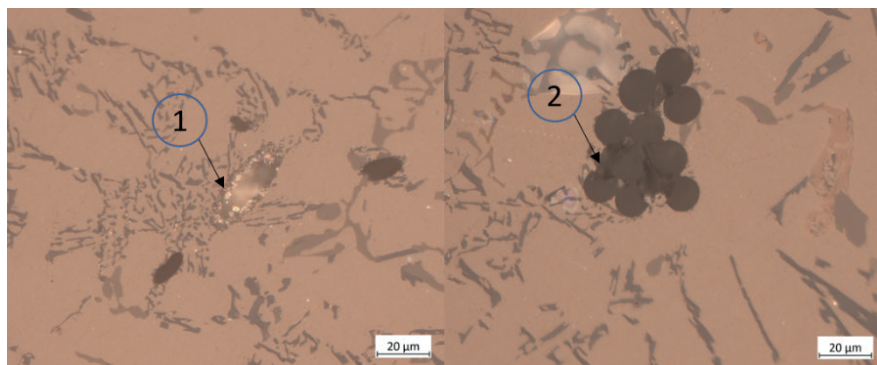
Experimentální část se zabývala výrobou kovového kompozitu metodou lití do pískové formy. Při tavení nebyla tavenina nijak očkovaná ani modifikována. Dále bylo zapotřebí zvolit základní materiál výztuže, což bylo uhlíkové a skelné vlákno. Výztuž byla ve formě tkanin, sekaných vláken, rovinů a rohože. Tyto výztuže byly vybrány z důvodu očekávání zlepšení mechanických vlastností při zkoušce tahem. Během experimentu byly výztuže upravovány několika různými způsoby, a to odmaštěním, roztažením tkanin a namáčením v tavenině. Snahou úprav bylo zvýšit smáčivost výztuže s matricí. Pro experiment bylo vyrobeno 96 vzorků (obr. 13), 8 kusů pro každou skupinu ze statistických důvodů.



Obr. 13. Všechny vzorky odlité pro experiment



Obr. 14. Dosahované meze pevnosti v tahu seřazené od nejnižšího po nejvyšší



Obr. 15. Metalografické snímky se skelným a uhlíkovým vláknem

Po odlití a obrobení vzorků byla provedena tahová zkouška podle DIN EN ISO 6892-1 na stroji LabTest 5.100SP1. Posuzovala se průměrná hodnota meze pevnosti v tahu. Z výsledků tahové zkoušky je možné vidět, že téměř většina odlitých hliníkových kompozitů má nižší výslednou mez pevnosti v tahu než základní použitá slitina bez přidání výztuže (obr. 14). Provedené úpravy měly na hodnotu meze pevnosti v tahu negativní vliv. To bylo ve všech případech zapříčiněno nižším počtem pevných vláken v odlitku, nikoliv však smáčivostí. Jediným vzorkem, který dosahoval vyšší hodnoty meze pevnosti v tahu, byla matrice vyztužená uhlíkovými částicemi, a to i přes špatnou distribuci a rozložení jednotlivých částic.

Cílem modifikování výztuží byla snaha zlepšit spojení výztuže s hliníkovou slitinou. Bohužel ani v jednom

z případů se toto nepovedlo. Na vině jsou chemické reakce vznikající při kontaktu taveniny hliníku s výztuží. Chemickou reakcí vzniká vrstva oxidů, díky níž nemůže být vlákno dostatečně smáčené. Na přiložených metalografických snímcích (obr. 15) je možné vidět vzniklé oxidy (1) a (2) na jednotlivých vláknech.

Závěr

Z výsledků experimentální části je zřejmé, že pouze v případě sekaných uhlíkových vláken se podařilo překonat mez pevnosti v tahu slitiny AlSi9Cu3, a to pouze o 1 MPa. Ve všech zbylých případech byla hodnota meze pevnosti v tahu nižší, a to i přes provedené úpravy, které měly ve výsledku negativní vliv. Tato problematika je spojena s nižším počtem použitých vláken a špatnou smáčivostí.

Dosažené výsledky potvrzují fakt, že spojení vláken s matricí je velice komplikované. V případě dalšího zkoumání této problematiky by bylo vhodné zaměřit se na chování

rozhraní matrice vůči výztuži. Tato cesta vede k lepšímu pochopení chemických reakcí při kontaktu taveniny s výztuží a k lepšímu navržení vhodné úpravy. Velice důležité je v tomto ohledu prostředí při odlévání, které by při použití vakua či jiné inertní atmosféry mělo snížit tyto reakce a zamezit tak vzniku nežádoucích sloučenin a oxidů na povrchu vláken a tím zlepšit výslednou smáčivost. Dále je možná úprava vláken, a to v podobě nanesení vrstvy kovu, který je smáčivý pro obě použité složky matrice a výztuže. V tomto případě by se dal využít titan nanesený plazmovým nástřikem. Co se týče použité technologie, tak odlévání do pískové formy je při výrobě kovových kompozitů z výše uvedených důvodů zcela nepoužitelné. Problematika zlepšení vazby výztuž – kovová matrice bude dále řešena, obdobně bude řešena cesta, jak zabránit vyplavání výztuží z odlitků.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu SGS22/155/OHK2/3T/12 *Aditivní technologie a simulační procesy v oblasti strojírenské technologie.*

Literatura

- [1] CESCHINI, L.; R. MONTANARI, (eds) 2011, *Advances in Metal Matrix Composites*, Trans Tech Publications, Limited, Durnten. Available from: ProQuest Ebook Central. [2 June 2022].
- [2] ABRAMOVICH, H. *Advanced aerospace materials: aluminum-based and composite structures*. Berlin; Boston: De Gruyter, 2019. Dostupné také z: <https://go.exlibris.link/3zglWdnY>
- [3] MAGAGNIN, L. *Engineered Metal Matrix Composites: Forming Methods, Material Properties, and Industrial Applications*. In: *Engineered Metal Matrix Composites: Forming Methods, Material Properties, and Industrial Applications*. 2012. ISBN 9781620817193. Dostupné také z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&an=541300&scope=site> [x]
- [4] GLAZOFF, M. V., et al. *Casting Aluminum Alloys*, Elsevier Science & Technology, 2007. *ProQuest Ebook Central*, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/techlib-ebooks/detail.action?docID=311417>.
- [5] CAROU, D.; J. P. DAVIM, (eds) 2018, *Machining of Light Alloys : Aluminum, Titanium, and Magnesium*, Taylor & Francis Group, Milton. Available from: ProQuest Ebook Central. [24 July 2022].
- [6] CAMPBELL, F. C. *Elements of Metallurgy and Engineering Alloys*. In: *Elements of Metallurgy and Engineering Alloys*. 2008. ISBN 9780871708670. Dostupné také z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&an=395909&scope=site>
- [7] CESCHINI, L.; A. DAHLE; M. GUPTA, et al. *Aluminum and Magnesium Metal Matrix Nanocomposites*. Singapore: Springer Singapore, 2017;2016;. ISSN 1612-1317. Dostupné z: doi:10.1007/978-981-10-2681-2
- [8] CAMPBELL, F. C. *Structural Composite Materials*. In: *Structural Composite Materials*. 2010. ISBN 9781615030378. Dostupné také z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&an=395920&scope=site>
- [9] ETEMADI, R., B. WANG, K. M. PILLAI, B. NIROUMAND, E. OMRANI a P. ROHATGI. *Pressure infiltration processes to synthesize metal matrix composites – A review of metal matrix composites, the technology and process simulation*. *Materials and Manufacturing Processes* [online]. 2018, 33(12), 1261-1290 [cit. 2022-07-06]. ISSN 1042-6914. Dostupné z: doi:10.1080/10426914.2017.1328122
- [10] RANA, S.; R. FANGUEIRO. *Pokročilé kompozitní materiály pro letecký průmysl: Zpracování, vlastnosti a aplikace*. 00070. In: *Advanced Composite Materials for Aerospace Engineering: Processing, Properties and Applications*. 2016. ISBN 9780081009390. Dostupné také z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&an=1144182&scope=site>
- [11] PRAMANIK, Sumit, Jayesh CHERUSSERI, Navajit Singh BABAN, L. SOWNTHARYA a Kamal K. KAR, 2016. *Metal Matrix Composites: Theory, Techniques, and Applications* [online]. 5. duben 2016. B.m.: Springer Berlin Heidelberg. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-662-49514-8_11
- [12] *Kovový kompozit, který je tak lehký, že plave*. 100+1 zahraniční zajímavost. 100+1 zahraniční zajímavost [online]. Copyright © Extra Publishing, s. r. o. 2007 [cit. 17.07.2022]. Dostupné z: <https://www.stoplusjednicka.cz/kovovy-kompozit-ktery-je-tak-lehky-ze-plave-1> [online]. Copyright © S [cit. 19.07.2022]. Dostupné z: <https://www.havel-composites.com/uploads/files/HAVEL%20katalog%202021%281%29.pdf>
- Aktualizovaná přednáška 58. slévárenských dnů, sekce F neželezných kovů a slitin a ekologie, 08.–09.11.2022, Brno.*

Recenzent:

doc. Ing. Petr Lichý, Ph.D.

Squeeze casting – využití této lící metody a praktické propojení s MAGMASOFT

Squeeze casting – use of this casting method and practical connection with MAGMASOFT software

Ing. Milan Luňák

TOP Alulit s.r.o., Benešov

Roman Reška

TOP Alulit s.r.o., Benešov

Josef Brixí

TOP Alulit s.r.o., Benešov

Ing. David Jelínek

MAGMA Gießereitechnologie GmbH, Pardubice

Abstract

The article describes Squeeze casting technology in the form of indirect pressing. A brief theory showing the advantages and specifics of this unique foundry production method is mentioned there, as well as a particular case study proving its practical use in the automotive industry. MAGMASOFT plays an essential role in the case study and the article presents a possible connection and a very useful usage of numerical calculations for production efficiency.

Úvod

Tento příspěvek představuje nevšední lící technologii nazývanou squeeze casting v obecném pojetí. Ukazuje výhody této lící metody a dále přibližuje na konkrétní případové studii její uplatnění v praktické výrobě. To vše je doplněno o napojení na slévárenský simulační software MAGMASOFT s podložením praktickými ukázkami, jak tento silný technologický nástroj využít. Konkrétní případová studie odráží genezi projektu z oblasti automotive, a to případ, kde konvenční technologie vysokotlakého odlévání již nedosahovala na požadované mechanické vlastnosti dílce. Rozsáhlá obrazová podpora dokresluje celý vývoj přípravy výroby i následné kroky vykonávané při prvních neúspěších odrážející prvotní reálnou produkci s vyšším procentem zmetkovitosti. To vše paralelně řešeno v simulačním softwaru MAGMASOFT.

Představení technologie squeeze casting

Pro uvedení do tématu je nezbytné sdělit základní informace o této lící technologii, jelikož ne každý se s ní setkal prakticky. A zrovna tak ne každý má alespoň základní teoretické znalosti o této velmi málo známé a ještě méně

Klíčová slova

Squeeze casting, MAGMASOFT, modul HPDC, AlSi9Cu3(Fe)

Key words

Squeeze casting, MAGMASOFT, module HPDC, AlSi9Cu3(Fe)

Abstrakt

V článku je přiblížena lící technologie squeeze casting v provedení nepřímého lisování. Je zde uvedena jak stručná teorie poukazující na výhody a specifika této unikátní slévárenské výrobní metody, tak konkrétní případová studie dokazující praktické použití i v automobilovém průmyslu. MAGMASOFT v případové studii hraje zásadní roli a článek představuje možné propojení a velmi užitečné použití numerických výpočtů k zefektivnění výroby.

rozšířené technologii v rámci ČR. Nyní slíbené základní informace pro vhodnější představu principu a této metody jako celku. Squeeze casting je jakousi hybridní lící technologií spojující výhody vysokotlakého odlévání a nízkotlakého odlévání do kovových permanentních forem. Z vysokotlakého lití si tato metoda bere výhody v podobě přesnosti rozměrů, vysoké kadence výrobních cyklů, možnost široké variability nastavení tlakové křivky a vyšší stabilitu procesu docílenou vyšší mírou integrace lícího stroje do robotizované výrobní buňky. Na druhou stranu z nízkotlaké lící technologie je přejata koncepce uspořádání lícího stroje. Tedy horizontální dělicí rovina formy a vertikální stavba rámu stroje. Dále se k nízkému tlaku pojí svojí poměrně nízkou rychlostí tekutého kovu ve vtokové soustavě, na rozdíl od vysokotlaku jsou zde běžně dosahovány rychlosti taveniny mezi 0,5 až 2 m/s, což jsou hodnoty vyšší než u NTL. Nicméně stále velmi nízké v porovnání s tlakovým litím, kde dochází až k úplnému rozstříku taveniny při plnění v dutině formy a nelze se již bavit o tečení kovu. Velmi

důležitou výhodou je fakt, že s použitím běžné slitiny, stejně tak jako je tomu i v tomto konkrétním příkladě, lze dosáhnout příznivějších mechanických vlastností. A v neposlední řadě vnitřní struktury odlitků s výraznější potlačenou pórovitostí, především charakteru vodíkových pravidelných pórů. Když budeme konkrétnější, je řeč o slitině $AlSi9Cu3(Fe)$ označované podle evropské normy jako EN AC-46000 F. Mechanické vlastnosti jsou příliš široký pojem, a proto budeme konkretizovat, jedná se především o tažnost daného odlitku. U slitiny s běžnou metalurgickou přípravou srovnatelnou s vysokotlakým odléváním lze dosáhnout hodnoty až o 100 % vyšší, tedy hodnoty tažnosti se pohybují mezi 3 a 4 % u odlitků stále bez tepelného zpracování. Jak je vůbec možné této výhody dosáhnout? Odpověď zní: výše hodnoty dosaženého specifického tlaku v tavenině, respektive slitiny zahajující svoji krystalizaci. Ano, správné načasování a nastavení tlakové křivky je nejdůležitějším klíčem k úspěchu. Když se vrátíme ke specifickému tlaku vyvinutému na taveninu, lze dosáhnout hodnot až

3000 kg/cm², což jsou jednoznačně výrazně navýšené hodnoty známé z běžného vysokotlakého lití. Pro zajímavost lze uvést srovnání s gravitačním odléváním do kokil z pohledu kritéria DAS index. U squeeze casting je tento parametr až 3krát nižší, tedy mikrostruktura v podobě dendritů o poznání jemnější. Je na místě uvést i další teoretické výhody



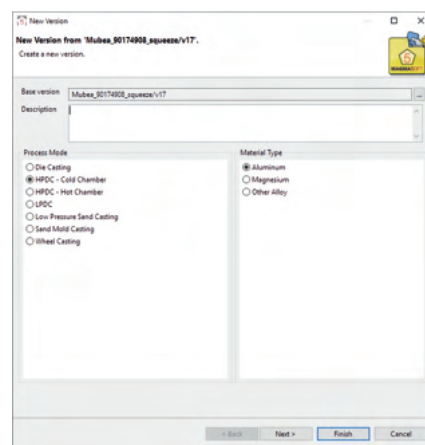
Obr. 1. Koncepce lícího stroje – squeeze casting



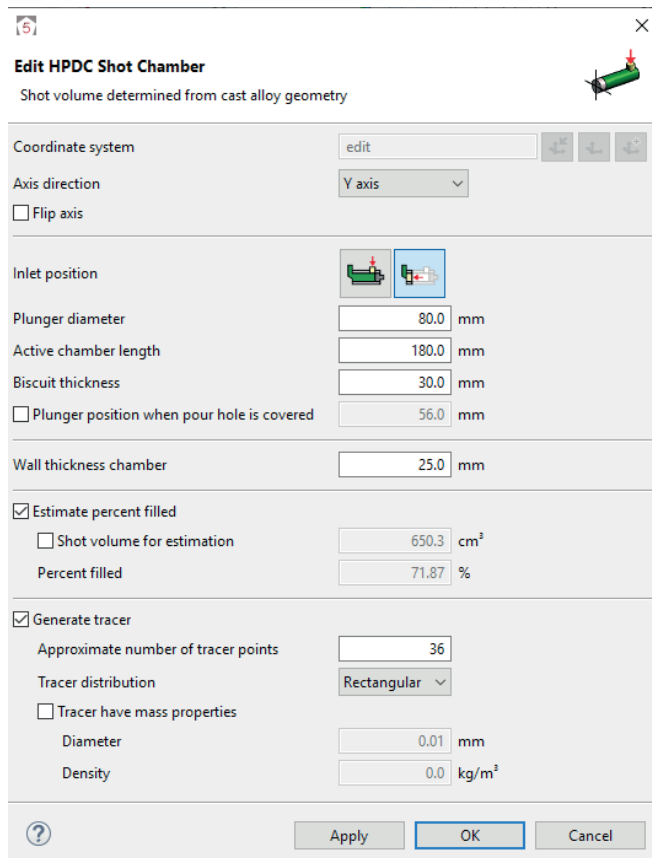
Obr. 2. Foto reálné integrace lícího stroje



Obr. 3. Příklad odlitku z případové studie



Obr. 4. Ukázka z uživatelského prostředí MAGMASOFT – výběr technologie



Obr. 5. Ukázka z uživatelského prostředí MAGMASOFT – definice lící komory

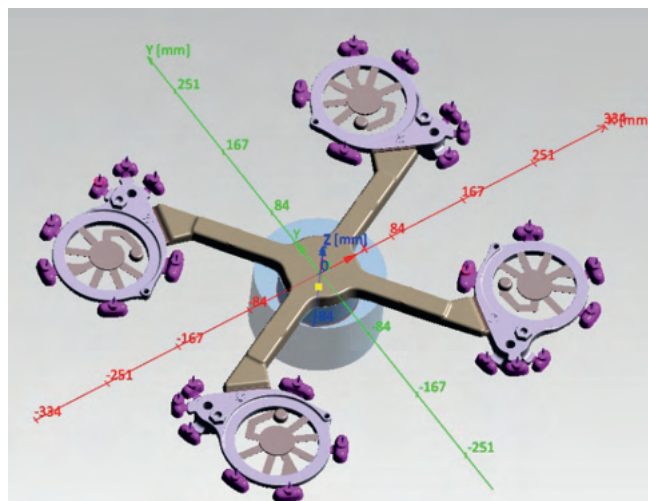
této technologie. Jsou to zejména vysoká otěruvzdornost, velmi dobrá tlakutěsnost a vyšší korozní odolnost, než je běžné u jiných lících technologií.

Od teorie k praxi

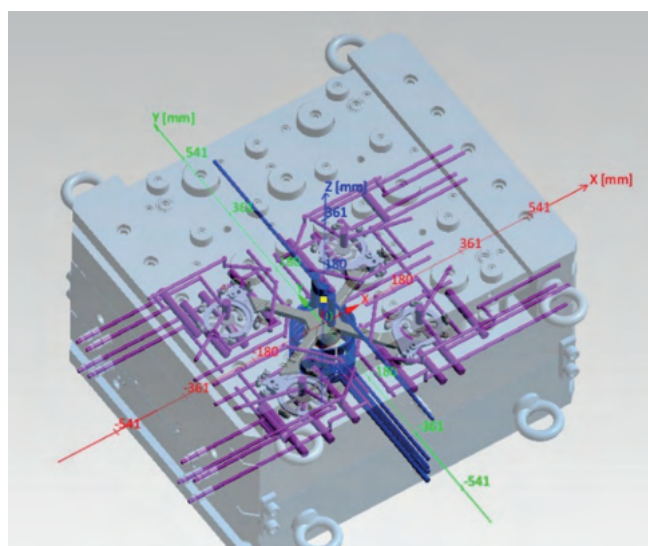
Koncepci lícího stroje představuje **obr. 1** a příklad z reálné instalace již po integraci **obr. 2**. Příklad odlitku vyrobeného touto lící technologií v podobě nepřímého squeeze castingu a vázajícího se na uvedenou případovou studii je zachycen na **obr. 3**.

Spojení squeeze casting a možnost výpočtu v simulačním software MAGMASOFT

V našem případě při využití nejnovější dostupné verze se jedná o MAGMASOFT 5.5.1 Patch 3. Jelikož je tato technologie velmi málo rozšířená, myšleno i celosvětově, není v softwaru speciálně vyvinutý modul čistě pro indirect squeeze casting, kterým např.



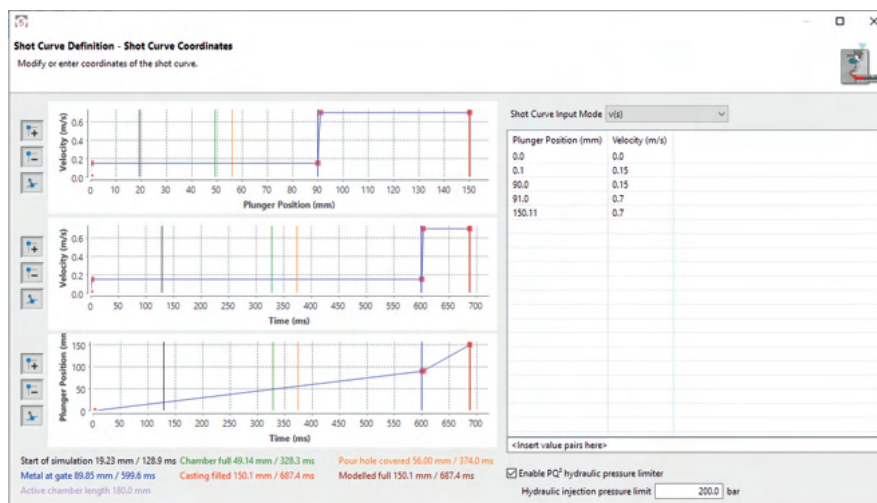
Obr. 6. Ukázka z uživatelského prostředí MAGMASOFT – geometrie celé technologie odlitku



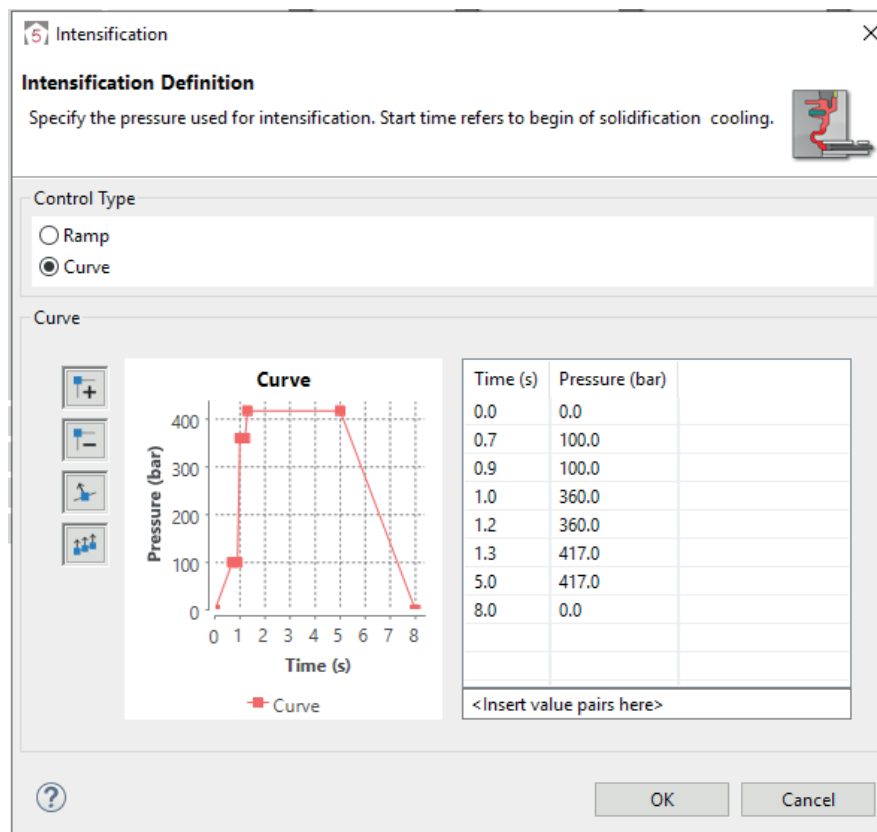
Obr. 7. Kompletní geometrie vstupující do výpočtu v MAGMASOFT

společnost TOP Alulit s.r.o. disponuje, ovšem pro spolehlivý výpočet lze použít modul HPDC – Cold Chamber s materiálovým typem Aluminium. Postup zadávání jednotlivých parametrů je velmi obdobný jako u běžného vysokotlaku – definice formy včetně chlazení a teploty. Dále pak definice komory, její aktivní délky nebo tloušťky stěny. Vtokovou soustavu, především tabletu, nadefinovat podle požadavku na tabletu (průměr a výška). Blíže zobrazuje uživatelské prostředí a rozsáhlou definici parametrů (**obr. 4 až 6**). Na následujícím **obr. 7** je ukázka vstupující geometrie zohledněné ve výpočtu výsledků. Geomet-

Squeeze casting – využití této licí metody a praktické propojení s MAGMASOFT



Obr. 8. Ilustrace zadání plnicí křivky v rozhraní MAGMASOFT



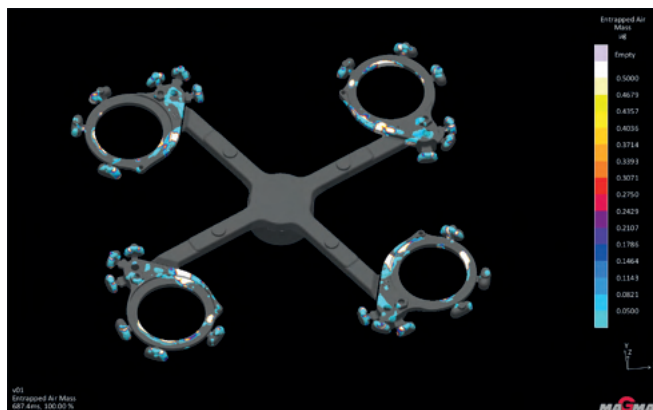
Obr. 9. Ilustrace zadání tlakové křivky v rozhraní MAGMASOFT

na virtuální formu, ale výsledky jsou jednoznačně bližší realitě ve výrobním procesu. Technologické parametry teploty i chlazení jsou velmi podobné parametrům běžně používaným při vysokotlakém lití. Pro ohřev v rámci teploty se používají olejové thermocasty a jako chladicí médium voda. Plnicí křivka je klasická časová závislost na poloze pístu v komoře. Rychlostní křivka definuje rychlost pístu v m/s vztaženou k pozici pístu v komoře. Pro ilustraci zadání křivek jsou použity obr. 8 a 9. Etapa tuhnutí a chlazení je dána závislostí z tlakové křivky, je zde tedy opět vazba tlaku v barech na časovou jednotku. Podstatným vstupem je slitina, a to jak její typ, tak teplota taveniny, která je nalita do komory nad píst. Zde je nutné vybrat typ slitiny z databáze a teplotu volit dle odhadu nebo skutečného měření z procesu. Teplota taveniny je běžně nižší než při vysokotlakém odlévání, ale je nutností minimum cca 680 °C. Nutno dodat, že v reálných podmínkách se často s tímto parametrem variuje dle aktuálních výsledků lití v podobě odlitků a jejich odlitých tvarů a slévárenských vad. V neposlední řadě je třeba vybrat z databáze odpovídající licí stroj definovaný velikostí uzavírací síly v kN, ostatně jak je to v MAGMASOFT běžné při používání modulu HPDC.

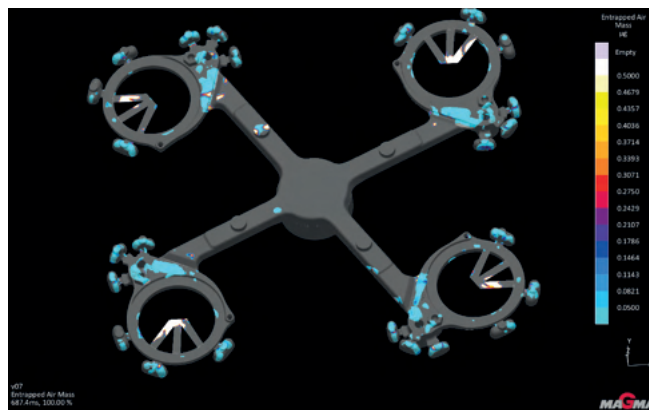
rie zahrnuje chladicí a temperační kanály, kompletní zavtokování a odvzdušnění celé formy. Za samozřejmost považujeme nutnost celý výpočetní projekt odlaďovat přímo na kompletním designu licí formy, a tedy simulovat tzv. na reálnou formu. Výpočet je časově náročnější než ve zjednodušeném provedení simulace

Případová studie

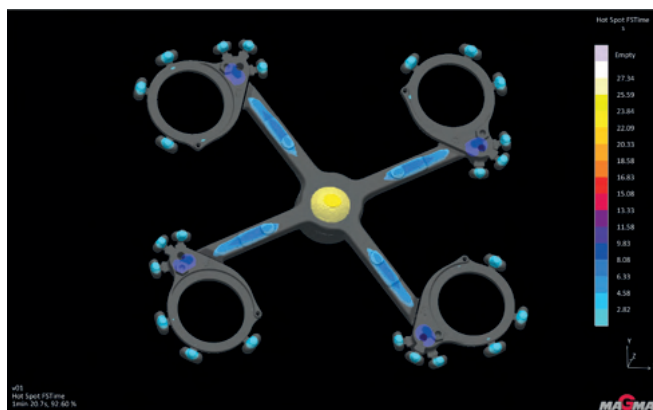
V naší diskutované případové studii se jedná o díl nadnárodní korporaci z prostředí automotive. V dodavatelském řetězci zaujímající úroveň Tier 1. Díl je ve své finální aplikaci použit do spalovacího motoru



Obr. 10. Výsledek kritéria Entrapped Air Mass při prvním návrhu technologie



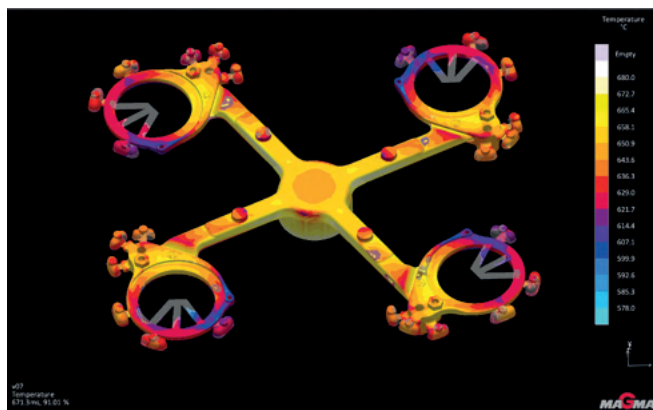
Obr. 13. Výsledek kritéria Entrapped Air Mass při upraveném řešení technologie



Obr. 11. Výsledek kritéria Hot Spot FSTime při prvním návrhu technologie



Obr. 14. Výsledek kritéria Filling Air při konečném řešení technologie



Obr. 12. Výsledek kritéria Temperature při upraveném řešení technologie

vozidla kategorie SUV. Jedná se o část napínáku primárního řetězu. Kvůli speciální montáži v podobě pertlování bylo nutno dosáhnout vyšší tažnosti dílu, než je obvyklé u vysokotlakých odlitků, a právě toto bylo hlavním motivem přechodu z běžné technologie lití na tuto netradiční. Zavedení technologie squeeze casting bylo podpořeno i z akademické sféry, a to Technickou

univerzitou v Liberci. Vzorkování a nyní již menší sériová výroba je provozována na lícím stroji již zmíněném na obr. 2. Integraci tohoto stroje částečně postaveného v Asii provedla jedna ryze česká firma a v konečné konfiguraci se jedná o robotizovanou lící buňku složenou z elektrické odporové kelímkové pece, průmyslového 6osého robotického ramene a vertikálně uspořádaného lícího stroje s uzavírací silou 650 tun včetně běžně používaného kloubového mechanismu a hydraulické multiplikace. Postřik obou polovin lící formy zajišťuje menší postřikovací hlava na mechanizovaném rameni. Velmi ve zkratce řečeno: robot s keramickou naběračkou nabere z udržovací pece taveninu, přes usměrňovací korýtko nalije tento objem tekutého kovu přímo nad píst do stacionární komory (pozn. komora je orientována svisle – píst koná vertikální pohyb) a cyklus dále pokračuje již běžně známým procesem z vysokotlakého odlévání. Použitým typem slitiny je AlSi9Cu3(Fe).

Hlubší náhled na případovou studii přes optiku simulačního softwaru a zdůraznění výsledků některých kritérií z průběhu optimalizace samotné výroby

Nutno přiznat, že na počátku odlévání, tedy při vzorkování, byla zmetkovitost velmi vysoká a postupem času skrze mnohé technologické změny na formě i změny lících parametrů se zmetkovitost redukovala na přijatelnou míru. Faktem je, že bychom při opětovném návrhu formy řešili již mnoho věcí jinak a pravděpodobně bychom uspořádali celý koncept formy naprosto odlišně. Ale na „kdyby“ se nyní již nehraje a procesně či dílčími technologickými úpravami si musíme poradit se stávajícím stavem. Postupný vývoj při optimalizaci provedení formy ukazují výsledky z MAGMASOFT na obr. 10 až 14. Z uvedených výsledků je patrné, jak se pomocí změn na vtokové soustavě, odvzdušňovacím systému a řešením přetoků v podobě ledvinek postupně vylepšovaly dílčí

výsledky jednotlivých kritérií. Zhodnocení probíhalo především přes kritéria Entrapped Air Mass, Hot Spot FSTime, Temperature a Filling Air.

Závěr

Technologie squeeze casting je prozatím velmi neotřelou technickou možností řešení odlitků v případech, kde je běžná technologie vysokotlakého lití na svých limitech. Simulační software MAGMASOFT 5.5.1 lze použít jako pomocníka při návrhu technologie zavtakování a odvzdušnění lící formy, přičemž modul HPDC je k těmto účelům způsobilý. Je však nutno zmínit, že v používání této technologie se máme ještě co učit a je nutné se dále rozvíjet. V současné době se jedná o odvážné průkopnické projekty ve snaze prosadit se s tímto technickým řešením na český i evropský slévárenský trh.

Česká slévárenská společnost, z. s., Odborná komise pro lití pod tlakem

vás srdečně zve na své zasedání s tématem:



Energie a další směřování výroby odlitků litých pod tlakem,

které se uskuteční

18.–19. 4. 2023
v RESORTU SOBOTÍN



★★★★
RESORT SOBOTÍN
hotel • wellness • sport

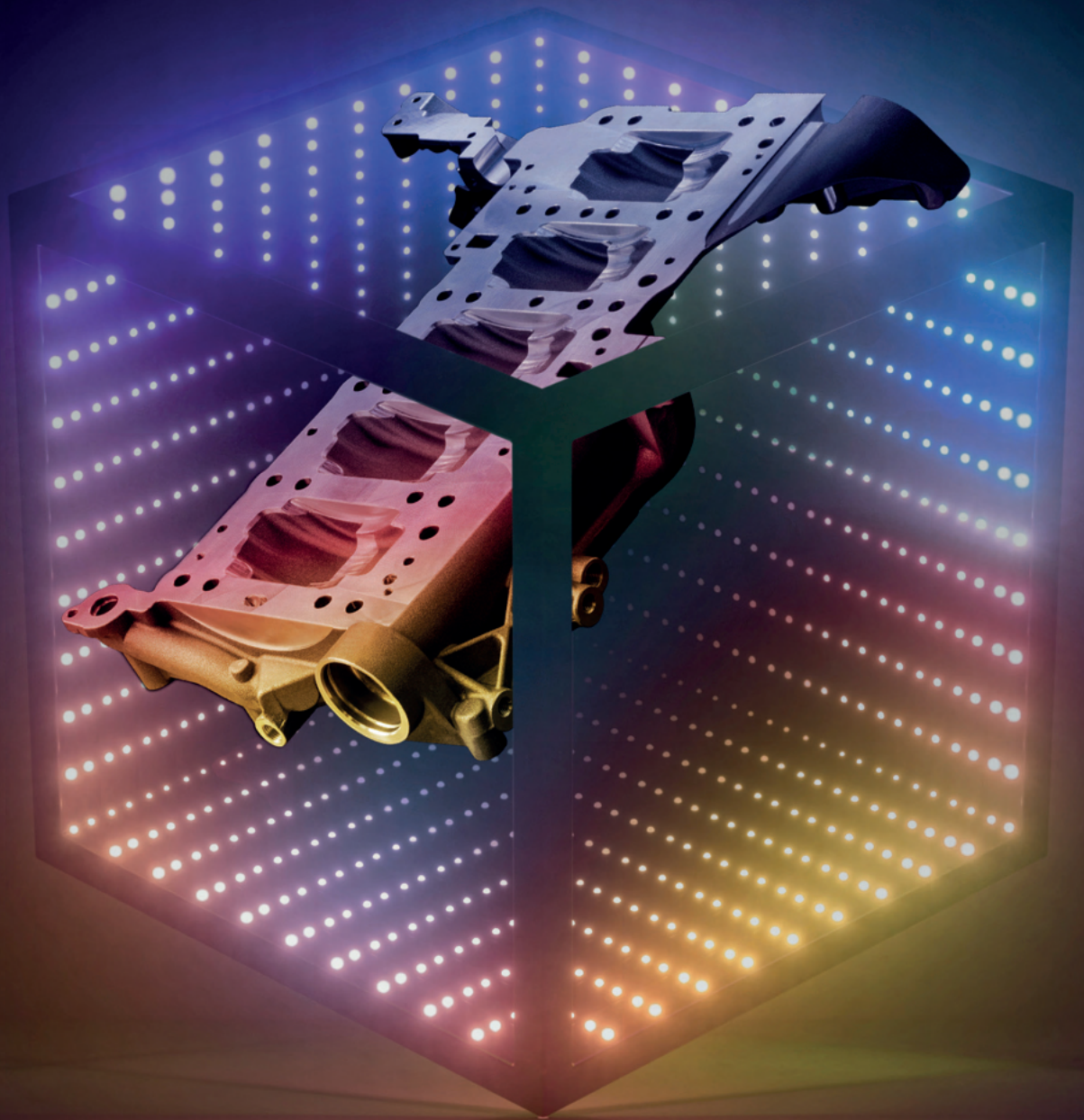


Bližší informace na www.podtlakem.cz

Casting Knowledge. In a Software.



MAGMASOFT® 6.0



GIFA 12 - 16 June 2023
Dusseldorf
Hall 12
Booth A19 - A20



MAGMASOFT®
autonomous engineering

Návrh vtokových soustav – workshop organizovaný OK 06 pro lití pod tlakem

Ing. Václav Krňávek

předseda OK pro lití pod tlakem

Dne 11. ledna 2023 se uskutečnil workshop zaměřený na řešení vtokových soustav AISi a Zn odlitků odlévaných technologií lití pod tlakem. Workshop proběhl v prostorách VUT Brno, Fakulty strojního inženýrství, odboru slévárenství.

Program workshopu byl rozdělen do dvou částí, kde v první části Ing. Bc. Barbora Bryksí Stunová, Ph.D., přesně a výstižně přednesla účastníkům teorii výpočtu vtokových soustav.

Druhá část byla věnována praktickým zkušenostem a dosaženým výsledkům z předních sléváren. Workshop byl zakončen exkurzí slévárenských, dílenských prostor.

O workshop byl nebývale velký zájem a vzhledem k tomu, že jsme nemohli uspokojit všechny zájemce, budeme v průběhu letošního roku workshop opakovat. Z dosavadních kladných reakcí účastníků můžeme usuzovat, že cíl workshopu byl více než naplněn. Realizační výbor OK 06 se rozhodl, že vzhledem ke kladným reakcím účastníků volně navážeme dalším workshopem, který bude ten-

tokrát zaměřen na konstrukci forem z pohledu tepelné vyváženosti. Toto setkání se bude konat v Brně v hotelu Avanti dne 11. října 2023.

Veškeré informace k připravovaným workshopům a zasedáním OK 06 sledujte na stránkách <https://www.podtlakem.cz/>. Naše OK organizuje na 18. a 19. dubna 2023 pravidelné jarní zasedání, které se uskuteční v Resortu Sobotín. Na toto zasedání se můžete přihlásit na našich webových stránkách.

Více fotografií na:

 Česká slévárenská společnost



Organizátoři workshopu o návrhu vtokových soustav: Ing. Bc. Barbora Bryksí Stunová, Ph.D., Ing. Vlastimil Bryksí, Ing. Václav Krňávek



Ing. Vlastimil Kolda ze společnosti Mecas ESI a jeho tanec kolem návrhu vtokových soustav



Učebna odboru slévárenství zaplněná účastníky workshopu

O školení na téma „Slitiny hliníku, jejich metalurgie a tepelné zpracování“ byl nečekaný zájem

O školení na téma „Slitiny hliníku, jejich metalurgie a tepelné zpracování“ byl nečekaný zájem

Ing. Bc. Barbora Bryksí Stunová, Ph.D.

Dne 2. 2. 2023 uspořádala Odborná komise pro neželezné kovy společně s pobočkou ČSS při VUT v Brně školení na téma „Slitiny hliníku, jejich metalurgie a tepelné zpracování“. Počáteční obavy organizátorů, kolik zájemců se na školení přihlásí a zda bude školení tzv. v plusu, postupně přešly v obavy, zda se vůbec do vyčleněné místnosti všichni přihlášení vejdou. Vše nakonec vyústilo v nadšení, že akce bude nejen finančně úspěšná, ale také, že ze strany firem o školení je i v této nelehké době zájem.

Účastníci, kterých nakonec bylo téměř 50, vyslechli 3 teoretické přednášky a jeden příspěvek z praxe. V první přednášce dr. Bryksí z ČVUT v Praze, Ústavu strojírenské technologie, byli posluchači seznámeni s různými skupinami

slitin hliníku a jejich obecnými vlastnostmi, dále s vlivy jednotlivých legujících, doprovodných či nežádoucích prvků na vlastnosti slitin a s přehledem konkrétních nejčastěji používaných slitin včetně jejich vlastností, způsobů odlévání a aplikacemi. Druhé přednášky se ujal dr. Kaňa z VUT v Brně, Ústavu strojírenské technologie, odboru slévárenství, který se věnoval struktuře siluminů, její závislosti na rychlosti chladnutí a možnostem jejího ovlivňování, tedy očkování a modifikaci. Po obědě následoval příspěvek Ing. Luňáka ze společnosti TOP Alulit, s.r.o., který uvedl 5 příkladů z praxe, kdy díky zúžením rozmezí obsahu křemíku v rámci interního tavicího předpisu nebo změnou slitiny za slitinu vytvrditelnou byly vyřešeny původní problémy a splněny požadavky zákazníka. Poslední přednášky se zhostil doc. Roučka také z VUT

v Brně, Ústavu strojírenské technologie, odboru slévárenství, který ve své přednášce shrnul různé režimy tepelného zpracování, jejich podstatu z materiálového hlediska a jejich přínosy pro vlastnosti odlitků.

Vzhledem k časovému omezení jednodenního školení zdaleka nebyla vyčerpána všechna témata související se slitinami hliníku a jejich zpracováním na odlitky, proto se 12. 9. opět na VUT v Brně uskuteční pokračování školení, jehož obsahem budou další metalurgické operace, jako rafinace a odplynění, metody ověřování požadované kvality taveniny a vlastností odlitků a problematika vad odlitků ze slitin hliníku napříč jednotlivými technologiemi odlévání.

Více fotografií na [in](#) Česká slévárenská společnost



Zahájení školení v učebně odboru slévárenství VUT v Brně



Účastníci školení metalurgie hliníku



Přednášející školení Slitiny hliníku, jejich metalurgie a tepelné zpracování, zleva: Ing. Milan Luňák, Ing. Bc. Barbora Bryksí Stunová, Ph.D., Ing. Václav Kaňa, Ph.D., doc. Ing. Jaromír Roučka, CSc.

Giesserei



Inovační postup levitačního tavení pro získání těch nejčistších tavenin
Innovatives Levitationsverfahren für reinste Feinguss-Schmelzen

TEUMER, N.

2022, 109, č. 1, s. 34–37

Základní informace o novém postupu levitačního tavení výše uvedených materiálů a tavicího zařízení Fast Cast. Nový postup a nově vyvinuté zařízení umožňují zvýšit hmotnost taveniny z dosavadních 50 g na 500 g. Popis konstrukce a funkce zařízení, procesu tavení a odlévání.

Materiály prvního a druhého tavení – výpočet jejich vlivu na životní prostředí

Primär- und Sekundärstoffe – Berechnung ihrer Umweltwirkung

NEUMANN, F.; REUTER, M. A.

2022, 109, č. 1, s. 38, 43, 45

Po stručném objasnění pojmu bilancování vlivu výroby na životní prostředí (eko-bilancování označovanému fyzikální ekobilance) a zmínce o jeho běžném způsobu hodnocení podle

norem řady 14000 se příspěvek věnuje jeho aplikaci na recyklaci šrotu slitin zinku. Uvedeny výsledky bilance.

Analýzy podle směrnice BDG P 203.

Analyzovat pórovitost odlitků

Analysen nach BDG-Richtlinie P 203. Volumendefizite in Gussstücken analysieren

LÄPPLER, R.

2022, 109, č. 1, s. 38, s. 54–56, 58

Předmětem příspěvku je výše uvedená směrnice BDG P 20, která se týká způsobu zjišťování pórovitosti odlitků průmyslovou počítačovou tomografií. V rámci zajišťování kvality odlitků se zkoumá, jak pórovitost, která se v nich vyskytuje, ovlivňuje jejich statickou a dynamickou pevnost. Pojednává se podrobněji o využití tohoto nedestruktivního zkoušení a o příslušných počítačových programech.

Postupy zvyšování účinnosti založené na datech

Datenbasierte Verfahren zur Steigerung der Energieeffizienz

HARTMANN, D.

2022, 109, č. 2, s. 24–31

Příspěvek ukazuje, jak se dá strojovým učením a se solidní databází procesních dat modelovat spotřeba energie na tavení v indukční peci, případně na vsázkování. Popsaný model může předpovědět spotřebu energie na základě vsázkování a způsobu tavení s ca 81% přesností.

Udržitelné postupy výroby jader. Regenerace formovacích směsí s anorganickými pojivy

Nachhaltige Kernherstellungsprozesse. Regenerierung anorganisch gebundener Sandsysteme

HAANAPPEL, V. a kol.

2022, 109, č. 2, s. 44–49

Popisovaný postup spočívá na mechanicky adsorpčním procesu, který je také nazýván Clustreg-Process. Výsledky opakovaných regenerací ukazují, že dokonce po desíti obězích bylo možné použít formovací směs s jádrovou směsí pojenou anorganickým pojivem Solosilem-TX, aniž by to ohrozilo tekutost směsi nebo její mechanické vlastnosti.

Technika měření. Vysoká škola Landshut zkouší nejrychlejší senzor na měření toku tepla

Messtechnik. Hochschule Landshut testet schnellsten Wärmefluss-Sensor

RÖDIGER, T. a kol.

2022, 109, č. 3, s. 31–33

Popis nové metody měření toku a přestupu tepla vyznačující se extrémně krátkou dobou vybavení – méně než 1 mikrosekunda. Popis konstrukce senzoru a podstaty jeho funkce.

Tlakové lití se studenou komorou. Případová studie předností a překážek u simulace licí komory

Kaltkammer-Druckgießen. Fallstudie zu Vorteilen und Hürden bei der Gießkammersimulation

JERG, J.

2022, 109, č. 3, s. 36–44

Studie se zaměřuje na simulaci procesů probíhajících ve studené komoře v horizontálních licích strojích používaných hlavně na tlakové odlévání slitin Al a Mg, kterým doposud nebyla věnována velká pozornost, i když do značné míry ovlivňují licí proces. Příspěvek přináší zjištění souvislostí a problémů a nabízí možná řešení.

Lité konstrukční součásti v e-mobilě. Plynotěsné laserové svařování slitin hliníku

Gussbauteile in der E-Mobilität. Gasdichtes Laserschweißen von Aluminium-gusslegierungen

MÖLLER, M.; HAUG, P.

2022, 109, č. 3, s. 46–47

Jedná se o inovaci ve sváření slitin hliníku laserem inovovaným postupem zaručujícím maximální kvalitu svarů a plynutěsnost litých hliníkových konstrukčních dílů pro automobily s elektrickým pohonem. Stručný popis postupu.

Optimalizace procesu. Správný dělicí prostředek pro větší efektivitu a udržitelnost

Prozessoptimierung. Der richtige Trennstoff für mehr Effizienz und Nachhaltigkeit

BELYK, J.; TOMAZIC, D.; VOGEL, A.

2022, 109, č. 3, s. 48–50

Uvedena kritéria volby správného dělicího prostředku na kovové formy pro tlakové lití, který zajistí optimalizaci výrobních postupů. Doplněno příkladem řešení v reálné slévárně tlakově odlévaných automobilových odlitků.

Virtuální plánování zkoušek. Vývoj hliníkového odlitku tělesa škrticí klapky – tři varianty, jedno řešení!

Virtuelle Versuchsplanung. Entwicklung eines Aluminiumgehäuses – Drei Varianten, Eine Lösung!

SONNTAG, P.

2022, 109, č. 3, s. 51–54

Na příkladě odlitku tělesa škrticí klapky jsou popsány tři návrhy postupu řešení systému odlévání a odvodu. K řešení se použil program MAGMASOFT. Po vyhodnocení výsledků simulace byl zvolen návrh č. 2, který představuje nejmenší riziko netěsnosti a vyrovnává se i s kolísáním dávkování. Tento návrh umožnil

hladký přechod do masové výroby odlitku.

Dokončování. Pro každý materiál vhodný nástroj

Nachbehandlung. Für jedes Material das passende Werkzeug

TIMONS, E.

2022, 109, č. 3, s. 56–58

Pojednává se o možnostech a nástrojích na dokončování litinových odlitků z litin rozdělených podle jejich obrobiteľnosti (norma ISO 5 13). Jde o vývoj a nabídku firmy ISCAR Germany GmbH. Firma nabízí širokou paletu nástrojů pro řešení i speciálních případů s náročnou obrobiteľností.

Lehká konstrukce. Nápadité rozšíření pro hliníkové odlitky

Leichtbau. Gesalzenes Upgrade für Aluminiumguss

2022, 109, č. 3, s. 59–61

Na příkladě odlitku tlumiče stlačeného vzduchu ukazuje firma Automoteam GmbH, jaký potenciál má odlitek z hliníku s otevřenými póry. Materiál, který se vyrábí s kuchyňskou solí jako pomocným prostředkem, umožňuje svými speciálními vlastnostmi inovace ve vývoji produktu. Porézní hliník s otevřenými póry je lehký, má vysokou odolnost vůči tepelnému a mechanickému namáhání a stejně jako neporézní ho lze hybridizovat. Popis postupu výroby.

Samostatné přesné odlitky. 3D-kalkulátor to umožňuje

Individuelle Feingussteile. 3D-Kalkulator macht's möglich

SCHMID, M.

2022, 109, č. 3, s. 62–63

Stručná informace o novém online kalkulátoru vyvinutém firmou Feinguss Blank, který umožňuje 3D tis-

kem vyrábět voskové modely. Uvedeny výhody využití.

Vodíkové spalovací motory. Zvláštní požadavky na dimenzování materiálu a konstrukčních dílů

Wasserstoff-Verbrennungsmotoren. Besondere Anforderungen an die Material- und Bauteilauslegung

ROTTENGRUBR, H.; WINTERGOLLER, D.

2022, 109, č. 4, s. 28–33

Pojednává se o stávajícím výzkumu zaměřeném na vývoj spalovacích vodíkových motorů. Práce se týkají látkových vlastností emisí a vlastností spalování vodíku, které se srovnávají s konvenčními pohonnými hmotami. Závěrem jsou popsány určité požadavky kladené na konstrukční součásti tohoto typu motoru.

Selektivní tavení elektronovým proukem. Tisk vysoce reflexní čisté mědi bez tepelného zpracování

Selectives Elektronenstrahl-schmelzen. Drucken von hochreflektiven Reinkupfer ohne Wärmebehandlung

HÄSLICH, F.

2022, 109, č. 4, s. 34–36

Popis aditivního postupu SEBM (Selective Electron Beam Melting – selektivní tavení elektronovým obloukem) nebo také EPBF (Electron Beam Powder Bed Fusion – Fúze v práškovém loži s elektronovým svazkem), kterým je možné zpracovávat i vysoce reflektivní materiály. Nabízí ideální předpoklady pro tvarově složité konstrukční díly z čisté mědi s unikátní kombinací elektrické a tepelné vodivosti.

Nedestruktivní zkoušení. Začlenění simulace testovatelnosti velkých odlitků do softwarového řetězce jejich konstrukce

Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung. Einbindung der Simulation zur Prüfbarkeit von Großgussteilen in die Softwarekette der Konstruktion

BIRKEFELD, C. a kol.

2022, 109, č. 4, s. 38–43

Jsou uvedeny důvody a výhody začlenění simulace testovatelnosti velkých odlitků. Popis struktury simulace nedestruktivního zkoušení, softwarového řetězce konstrukce odlitku a rozhraní při jeho začlenění do tohoto řetězce. Souhrn výsledků dosavadních prací na vypracování software pro nedestruktivní zkoušení a nástin náplně dalších prací.

Pěnové kovy s otevřenými póry. Postupy odlévání upravené na míru pro aplikaci na energetickou techniku

Offenporige Metallschäume. Maßgeschneiderte Gießverfahren für Anwendungen in der Energietechnik

BAUMEISTER, J.; WEISE, J.

2022, 109, č. 4, s. 44–47

Na třech příkladech – odpařovací zařízení (u tepelných čerpadel s tepelným pohonem), podpěry adsorbérů a tepelné zásobníky, jsou ukázány úspěšné výsledky výzkumu ústavu Fraunhofer-Institut (IFAM), Brémy, který se dlouhodobě zabývá výzkumem, vývojem a možnostmi aplikace porézních kovových materiálů.

Nárůst cen surovin. Vliv na výsledek a likviditu

Preissteigerung bei Rohstoffen. Folgen für Ergebnis und Liquidität

JUNG, P.; WEBER, J.

2022, 109, č. 4, s. 82–87

Příspěvek předkládá krátký přehled účinků růstu cen surovin, energie, obalového materiálu apod. na výpočet zisků a ztrát a na bilanci sléváren. Účinky jsou analyzovány na případo-

vých studiích. Po analýze výchozí situace jsou popsány některé možnosti řešení.

Vedení podniku. Důsledné a agilní využívání možností odbytu

Unternehmensführung. Vertriebschancen konsequent und agil nutzen

SCHEIBER, P.

2022, 109, č. 4, s. 88–91

Příspěvek se zabývá zásadami správného odbytu. Jeho nezbytnou a opomíjenou součástí je plán odbytu. Vypracování plánu prodeje je popsáno na příkladu z praxe.

Zabezpečení dodávek. Vlastní výroba energie – varianta pro slévače?

Versorgungssicherheit. Eigenstromerzeugung – eine Option für Giesser?

WALTER, D.

2022, 109, č. 4, s. 94–98

Po zhodnocení současných problémů se zásobováním energií nejen v průmyslu a pojednání o cílech v oblasti klimatu se příspěvek zabývá fotovoltaikou a větrnou energií a z toho vyplývajícími možnostmi, jak využít některou z nich pro slévárenskou výrobu.

Optimalizace výroby a životnosti forem na tlakové lití

Fertigungs- und Standzeitorientierung von Druckgießformen

SCHUCHARDT, T.; HOFFMANN, N.; DILGER, K.

2022, 109, č. 5, s. 22–29

Předloženy výsledky výzkumného úkolu „Tepelné zpracování okrajové vrstvy ocelí pro práci za tepla elektronovým paprskem s cílem zvýšit životnost a optimalizovat výrobu tlakových licích nástrojů“, při kterém se na jedné straně experimentálně stanovil vhodný interval teplota–čas se

zaměřením na krátkodobou austenitizaci, a na druhé straně se zkoumalo tepelné zpracování okrajové vrstvy s vyhodnocováním náhradního zdroje tepla založené na simulaci. Popis podmínek a průběhu prací, vyhodnocení výsledků.

Tlakové zalévání materiálůvých systémů na bázi dřeva

Druckumgießen von Holzbasierten Materialsystemen

KALLIEN, L. a kol.

2022, 109, č. 5, s. 30–31

Stručná informace o výzkumu Německého centra pro letectví a kosmonautiku zabývající se možnostmi použití dřeva zalévaného tlakově slitinami hliníku nebo hořčíku při výrobě konstrukčních součástí automobilů a železničních vozidel. Krátký popis experimentů a vyhodnocení výsledků.

Bivalentní pec pro energeticky náročné výrobní procesy

Bivalente Öfen für energieintensive Produktionsprozesse

KÖSE, E. a kol.

2022, 109, č. 5, s. 32–34

Základní informace o konstrukci a funkci kelímkové pece, která může během provozu dynamicky měnit zdroj energie, tzn. přecházet od elektřiny na plyn. Uvedeny výhody řešení a možné využití u dalších slévárenských zařízení a strojů.

Digitalizovaný vývoj konstrukčních dílů. S designem řízeným polem rychleji k odlitku vyhovujícím jeho výrobnímu postupu

Digitalisierte Bauteilentwicklung. Mit Field-Driven-Design schneller zum gießbaren Produkt

DORFSCHÄFER, P. a kol.

2022, 109, č. 5, s. 36–38

Na konkrétním příkladu vývoje konstrukce odlitku čepu řízení je popsáno, jaký potenciál má digitalizovaný návrh konstrukce, a to jak pro konstruktéra, tak pro slévače. S využitím platformy ELISE vyvinuli technici metodu, která spojuje software Altair-Optistruct pro optimalizaci topologie (firma ALTAIR) s Magma V5. Lze tak poloautomaticky najít synergická a tvarově optimální konstrukční řešení splňující jak požadavky na technologii výroby odlitku, tak na strukturu konstrukční součásti.

Tenkostěnné odlitky hlav válců spalovacího motoru Boxer vozu Porsche
Zylinderköpfe des Porsche Boxer-Saugmotors im Dünnwandguss
VOGELEZANG, G.; STAUDER, B.

2022, 109, č. 5, s. 40–46

Modely 7 18 Boxter/Cayman GTS 4,0 litrů, Spyder und Cayman GT4 kladou na hlavy válců ve srovnání se svými předchůdci zvýšené požadavky týkající se namáhání a hmotnosti. Popis úpravy technického designu, postupu odlévání (do pískových i do kovových forem, Rotacast, materiál AlSi7Cu0,5Mg-T6). Při zkouškách se použila koncepce zajišťování kvality analogická jako u ostatních produktů výroby hlav válců a ověřovala se i způsobilost pro sériovou výrobu.

Nová generace furanových pryskyřic
Neue Generation umweltfreundlicher Furanharze
RIENSCH, N. A.; KREY, T.; WALLENHORST, C.

2022, 109, č. 5, s. 48–51

Firma ASK Chemicals vyvinula technologii Magnaset-Harze pro novou generaci pojiv formovacích směsí s nízkým obsahem formaldehydu

furanových pryskyřic, které obsahují méně volného furfurylalkoholu při zachování vlastností srovnatelných se standardními furanovými pryskyřicemi. Stručné informace o chemickém složení, použitých katalyzátorech a dalších vlastnostech.

Dělicí prostředky pro tlakové lití. Efektivita díky koncepci Clean Part & Mold Release

Druckguss-Trennmittel. Effizienz mit dem Clean Part & Mold Release-Konzept

PYKA, P. a kol.

2022, 109, č. 6, s. 42–50

Informace o koncepci Clean Part & Mold Release (CPM), která nabízí nové přístupy k formulaci dělicích prostředků, aby bylo možné předcházet vzniku usazenin na formách i odlitcích. Jsou uvedeny 3 zkušební receptury dělicího prostředku a výsledky zkoušek odlévání. Popis podmínek a průběhu zkoušek, vyhodnocení výsledků.

Optimalizace konstrukčních dílů. Šetřit zdroje a chránit životní prostředí simulací

Bauteiloptimierung. Mit Simulation Ressourcen schonen und die Umwelt schützen

SONNTAG, P.

2022, 109, č. 6, s. 78–80

Na příkladě odlitku jednopákové vodovodní baterie odlévaného nízkotlakým litím ze slitiny CuZn je ukázáno, jak lze simulací předejít vzniku trhlin, ke kterým má tento odlitek sklon. V softwaru Magmasoft se nejprve analýzou vad zjišťovaly příčiny jejich vzniku a pak se na základě výsledků navrholo 25 variant designu baterie. Změnou designu se zmetkovitost snížila o 70 % a hmotnost o 8 %. Zvo-

lené řešení přineslo ještě celou řadu dalších výhod.

Tlakové lití zinku. Technologie horkého kanálu umožňuje výrobu odlitků filigránových rozměrů

Zink-Druckguss. Heißkanaltechnologie macht filigrane Geometrien gießbar

KONSTANTY, N.

2022, 109, č. 6, s. 81–84

Popis alternativy tlakového odlévání malých zinkových odlitků. Alternativou je výše uvedená technologie, která nabízí optimalizovanou kvalitu odlitků, vyšší výtěžnost při současném snížení spotřeby materiálu a energie. Podle volby je zcela beználitková nebo jsou nálitky výrazně redukovány. Umožňuje vyrobení odlitků s tloušťkou stěny pouhých 0,3 mm a hmotností nižší než 2 g, zdvojnásobení počtu odlitků při jednom vstřelení a řadu dalších zlepšení výroby.

Úprava litých součástí spalovacích motorů se střídavým fázovým chlazením

Gussteilgestaltung bei phasenwechselgekühlten Verbrennern

HOFMANN, U. a kol.

2022, 109, č. 6, s. 85

Popis nového systému řízení teploty, který spočívá ve střídavém fázovém chlazení (Phase Change Cooling – PCC). Nový systém však vyžaduje novou konstrukci litých jader pláště chlazení v hlavě válců a klikové skříni válců. Srovnání konvekčního a nového systému chlazení, dále se pojednává o jeho komponentech a požadavcích na konstrukci odlitků.

Digitální zpracování obrazu. Klasi- fikace struktur grafitu nezávislá na materiálu

Digitale Bildverarbeitung. Werkstoffunabhängige Klassifikation von Grafitstrukturen

KUTZ, A. a kol.

2022, 109, č. 7, s. 44–52

Cílem pokračujícího výzkumného projektu Diagraph II – Klasifikace vývoje grafitu v GJL, resp. GJV, a také grafitových struktur, které nelze zařadit k základním formám grafitu ve vztahu k jejich okolí digitální obrazovou analýzou, navazujícího na Diagraph I bylo vytvořit základ pro reprodukovatelné, objektivní hodnocení struktury. Klasifikátor vypracovaný v první etapě výzkumu byl zde rozšířen o složku vztahující se na okolí grafitu. Popis podmínek a průběhu prací, shrnutí a vyhodnocení výsledků.

Vývoj konstrukční součásti. Do týdne odlitek s optimalizovanými vlastnostmi

Bauteilentwicklung. In einer Woche zum eigenschaftsoptimierten Gussteil

KOPPENSTEINER, E. a kol.

2022, 109, č. 7, s. 53–57

Nová 3D tiskárna pískových forem v ÖGI je perfektním zařízením na rychlou výrobu pískových forem na odlévání tvarově složitých odlitků. Popis náhrady tříkloubové svařované součásti zemědělského stroje odlitkem s topologicky optimalizovanými vlastnostmi. Příprava tištěné pískové formy a výroba složitého odlitku trvala jen týden.

Gravitační lití hliníku. Inovační solná jádra pro složité tvary

Aluminium-Schwerkraftguss. Innovative Salzkerne für komplexe Geometrien

ERHARD, P.; GÜNTHER, D.; MINKEL, G.

2022, 109, č. 8, s. 44–46

Informace o výsledcích výzkumu a vývoje výroby solných jader realizovaného Frauenhofer IGCV a K+S a.s. Po krátkém souhrnu technologií výroby solných jader je popsána nová koncepce výroby. Vyznačuje se tím, že použitá solná směs neobsahuje pojivo, jádra jde po odlití beze zbytku vypláchnout a vzniklý solný roztok se dá recyklovat. Dalším krokem práce bude připravit koncepci pro průmyslovou výrobu.

Zajištění kvality. Kontrola taveniny na hliníkové odlitky se složitými profily vlastností

Qualitätssicherung. Schmelzkontrolle für Al-Gussteile mit komplexen Eigenschaftsprofilen

KIENTZLER, P. a kol.

2022, 109, č. 8, s. 48–53

Příspěvek popisuje systém na zpracování taveniny – Melt-Treatment-System (MTS)-1500 a zařízení na stanovení kvality – Melt-Quality-Assessment (VMET), obojí vyvinuté společností FOSECO. Systém MST je robustní postup, který kombinuje rotační odplynění se vstříkáním solí. Zařízení VMET navíc umožňuje kvantifikaci získané kvality. Uvedeny výhody nabízených zařízení při tavení slitin hliníku pro nízkotlaké odlévání součástí s vysokými nároky na mechanické vlastnosti, např. automobilových kol.

Opravy laserovým svařováním. Docílit přidanou hodnotu u vadných odlitků

Instandsetzung mittels Laserschweißen. Wertschöpfung bei defekten Gussteile erhalten

WEISS, S.

2022, 109, č. 8, s. 58–60

Popis postupu oprav vadných odlitků

laserovým svařováním, který nabízí Reichle Technologiezentrum GmbH, Bissingen, SRN, evropským slévárnám. Vadné odlitky, které vykazovaly vadná místa, staženiny, póry, shluky pórů a trhliny, bylo možné z 95 % opravit. Centrum opraví ročně více než 300 tisíc odlitků z nejrůznějších slitin a s velkým hmotnostním rozsahem.

Digitalizace. Data ze spřažené počítačové tomografie zvyšují jakost a výkonnost

Digitalisierung. Daten aus Online-Computertomografie steigern Qualität und Effizienz

HANSEN, F.; ULBRICHT, M.

2022, 109, č. 8, s. 68–71

Stručná informace o systému počítačové tomografie – Phoenix Speed Scan CT 64 – vyvinutém firmou Waygate Technologies, Wunstorf, SRN. Systém umožňuje rychlou hromadnou 3D analýzu odlitků z lehkých neželezných kovů. Popis jeho funkce a výhody použití. Uvedeny zkušenosti s využíváním v konkrétní slévárně automobilky Volkswagen a jedné asijské slévárny automobilových odlitků.

Využití slévárenských odpadních směsí. Surovina pro sklářský průmysl

Verwertung von Gießerei-Altsanden. Rohstoff in der Glasindustrie

LÜPFERT, M.; RADKE, E.; FRANKE, M.

2022, 109, č. 9, s. 18–24

Cílem výzkumu bylo zjistit, zda je možné zužitkovat staré slévárenské formovací směsi ve výrobě skla. Popis podmínek a průběhu prací, shrnutí a vyhodnocení výsledků. Vyplývá z nich, že odpadní směsi lze jako surovinu využít ve výrobě barevného obalového skla.

Kompaundní odlitky. Hodnocení kvality oblastí spojení hybridních kovových konstrukčních dílů

Multimaterialverbunde. Qualitätsbeurteilung von Fügezonen metallischer Hybridbauteile

LIEPERT, P.; SCHINDELBACHER, G.; SCHUMACHER, P.

2022, 109, č. 9, s. 26–33

V rámci výzkumného projektu se zkoumaly vlastnosti spojení jak kompaundních odlitků, např. spojení litina–hliník, nebo titan–hliník, tak slepovaných součástí. Sledovaly se užité mechanické vlastnosti, vliv na životní prostředí, stárnutí a korozivzdornost. Vlastnosti hybridních součástí vyrobených těmito způsoby se pak srovnávaly. Popis podmínek a průběhu výzkumu, vyhodnocení výsledků.

Ke 100. výročí slévárenského normování. Stoletá služba pro optimální odlitek

Zum 100. Geburtstag der Giesserei-Normung. Ein Jahrhundert-Dienst für den besten Guss

STELLER, I.

2022, 109, č. 10, s. 22–25

Po všeobecném úvodu o charakteru a nezbytnosti norem pro průmyslovou výrobu se pojednává o začátcích normování pro slévárenskou výrobu (1922), prvních výborech, které tyto normy vypracovávaly, přerušení jejich činnosti za 2. světové války a nových začátcích po válce, počátcích vypracování norem s celoevropskou platností (1961 a 1990), normách ISO, současném stavu v této oblasti a předpokládaném dalším vývoji.

Vytavování skořepin pro přesné lití. Obsáhlá analýza procesů v parním autoklávu

Ausschmelzen von Feingussformschalen. Umfassende Analyse der Vorgänge im Dampfautoklav

JAKUMEIT, J. a kol.

2022, 109, č. 10, s. 26–33

Popis vytavování voskového modelu ze skořepinové formy v parním autoklávu a jeho nedostatků. Pojednáno také o chybějících znalostech o procesech při vytavování, které by mohly tyto procesy optimalizovat. Zatímco v mnoha oblastech výroby odlitku se k optimalizaci už používá simulace, u vytavování k tomu zatím nedošlo. Příspěvek přináší první komplexní simulaci procesu vytavování v parním autoklávu.

Posilovač svalů ve světě práce. Testování exoskeletů v průmyslu

Muskelkraftverstärker in der Arbeitswelt. Exoskelette für die Industrie im Test

RECKTER, B.

2022, 109, č. 10, s. 38–41

Vysvětluje se pojem a podstata exoskeletů a jejich dosavadní využívání pro pacienty po těžkých úrazech, mrtvici apod. Příspěvek se zabývá zkouškami využití této pomůcky v průmyslu při namáhavých způsobech práce. Z výsledků studie a na základě praktických zkoušek je zřejmé, že tyto pomůcky mají v oblasti průmyslové výroby velký potenciál.

Recyklace a upcyklace slitin zinku. Jakostní cirkulární ekonomika

Recycling und Upcycling von Zinklegerungen. Circular Economy mit Qualität

BURBACH, M.; GILLARDIN, M.; NEUMANN, F.

2022, 109, č. 10, s. 44–46

Pojednává se o důvodech, možnostech a postupech recyklace zinko-

vých slitin. To bylo obsahem výzkumného projektu Mezinárodní asociace pro zinek (International Zinc Association – IZA). Informace o inovačních technologiích, které zanechávají menší stopu na životním prostředí, resp. menší množství skleníkových plynů.

3D tisk jako alternativa k tlakovému odlévání zinku. Tisknout, nebo odlévat?

3-D Druck als Alternative zum Zinkdruckguss. Drucken statt Gießen?

OHMS, M.

2022, 109, č. 10, s. 48–51

Po krátkém shrnutí vývoje postupů 3D tisku je popsán proces ZAMAK 5 3D tisku spočívající v selektivním tavení laserem firmy Protiq GmbH. Tento postup 3D tisku umožňuje jak výrobu prototypů, tak malosériovou výrobu součástí i s velmi složitými tvary. Jsou uvedeny rozdíly vyplývající z porovnání obou postupů výroby – 3D tisk vs. tlakové lití.

Zpracovala:

Edita Bělehradová

VUT v Brně, FSI, odbor slévárenství

Česká slévárenská společnost, z. s.

úterý–čtvrtek, tel.: +420 541 142 646

infoslevarny@tiscali.cz

Poděkování

Za poskytnutí zahraničních slévárenských časopisů pro zpracování děkujeme společnosti ŠEBESTA-slужby slévárnám s.r.o.

Umělecké odlitky v historii slévárenství – V. část: Litinová vřídelní kolonáda v Karlových Varech byla největším dílem českých slévačů všech dob



Ing. Zdeněk Král
REX, s.r.o., Blansko

Historie výroby železa v Blansku a okolí

Býčí skála je jeskyně nacházející se ve střední části Moravského krasu, od roku 1867 prováděl v této jeskyni vykopávky Jindřich Wankel. Mezi nejvýznamnější objevy patří soška bronzového býčka, kterou objevili bratřenci Felklovi, býček byl ovšem import ze středomoří. Nález kovárny, organické součásti nalezené svatyně, nám však sděluje, že již v době halstattské naši předkové dokázali zpracovávat železnou rudu a kovat různé výrobky. Tuto technologii později zdokonalili Keltové. Osídlení zdejší krajiny Slovany spadá do období slovanské kolonizace na počátku 9. století. Slované se ve zdejších hvozdech usídlili jako prospektoři, uhlíři a hlavně hutníci.

Zatímco zemědělci tvořili součást majetku držitele panství, hutníci byli vrstvou privilegovanou s kutacím právem. Panství patřilo pánům z Lysic a Kunštátu. V roce 1506 vydává král Vladislav privilegium kutacího práva Beneši Černoorskému z Boskovic, přičemž vrcholu dosáhla těžba železných rud roku 1860. V tomto roce vydaly šachty u Rudice 175 000 centů rudy.

První historické odkazy na zpracování železa v Blansku a okolí je možno datovat do roku 1698, kdy došlo k založení prvního blanenského hamru hrabětem Gellhornem (Ernst Leopold – dnes slévárna v Blansku). Pokud se chceme blíže seznámit s výrobou prvního zpracovaného železa, je možno i v současné době vidět práci hamru v obci Hamry nad Sázavou v bývalém Brdičkově mlýně, který je památkovým objektem Technického muzea v Brně. Při prohlídce se návštěvníci dozvědí, jakým způsobem středověcí železáři získávali základní suroviny, tedy dřevo, dřevěné uhlí a železo, a jaký byl sortiment produktu hamrů. Návštěvníkům je během prohlídky předvedena ukázka chodu vodních kol a při speciálních akcích i chod bucharu a dalších zařízení.

Tavilo se pomocí dřevěného uhlí v dýmačkách, tj. v pecích, které můžete vidět na mnoha akcích historických taveb, např. u Býčí skály, na VUT a dalších. V roce 1741 byla v Blansku postavena první vysoká pec nahrazující dýmačky. Dodnes je vidět již modernější vysoká pec kousek od Býčí skály. Ta je taktéž ve vlastnictví brněnského Technického muzea.

Počátek slévárenství v Blansku – Salmové

V roce 1766 Gellhornové prodali veškerý svůj majetek v Blansku rodu Salmů, který přišel na Moravu z Lu-

cemburska. Salmové sídlili na zámku v Rájci nad Svitavou. Pokračovali ve výrobě na hamrech a postupně s rozvojem technologie tavení ve vysoké peci začali dosahovat teploty tavení železa a část železa ve formě litiny začali odlévat. Salmové získali 17. 8. 1810 císařský dekret udělující jejich podnikům zvláštní c.k. tovární privilegium s právem výroby litého železného zboží. V roce 1811 vstupuje do podnikání s litinou a jinými aktivitami nejkreativnější Salm, Hugo František starohrabě ze Salmu. Jeho přínos ze studia konkurence v západní Evropě přinesl Blansku mohutný rozvoj lití litiny. Jeho inovativní, marketinková a personální podnikatelská politika dovedla Blanenské železářny k fenomenálním úspěchům na světovém trhu s odlitky. První kuplovna byla v Mariánské huti na pravém břehu říčky Punkvy uvedena do provozu v roce 1811.

V roce 1855 bylo v železárnách provedeno soudní ocenění majetku, z něhož lze vyčíst, že hlavní výroba byla prováděna v Mariánské huti s jednou vysokou pecí a dvěma kuplovnami (**obr. 1**). Později byla postavena i třetí kuplovna.

S jednou vysokou pecí a taktéž dvěma kuplovnami se jmenovala huť Starohraběcí na pozemcích za křižovatkou Blansko, Jedovnice a Skalní mlýn. Dnes v těchto prostorách pra-

cuje současná slévárna ocelových odlitků a dodnes se tomuto prostoru říká Starohraběcí. Hugova huť stála v Jedovnicích, i zde se odlévaly odlitky ze dvou kuploven. Součástí ocenění byla i první vysoká pec na koks, která ještě nebyla v plném provozu. Ta stála kousek od nádraží v Blansku na pravém břehu Svitavy. Po proudu řeky stála huť Paulínka s hamry na zkujňování železa. Další hamerská kladiva fungovala v Kněžnině huti na levém břehu Punkvy u dnešní budovy ředitelství ČKD. Ta se již v r. 1855 měnila na soustružnu. V ocenění se ještě zmiňuje Karlova huť, Roberto-va huť v Doubravici a huť Rosolda ve Vranové Lhotě.

V dodnes stojící „Klamovce“ (Klamova huť) mezi Svitavou a železniční tratí zahájila provoz vysoká pec na koks v roce 1857. Pokud pojedete z Brna do Blanska, uvidíte tuto huť těsně před Blanskem po levé ruce. I zde pracovala slévárna malých odlitků. Tyto hutní a slévárenské kapacity byly předpokladem realizace zakázek, které přinesly blanenské umělecké litině slávu v celém světě. Dodnes můžete obdivovat ve Vídni plot kolem císařského hradu, který má délku skoro 1000 metrů o hmotnosti cca 200 tun. Litinová výzdoba portálů a mostů ve Vídni svědčí o jemné práci blanenských slévačů. Významnou zakázkou byly vodovodní trouby pro rozvody vody v Terstu i socha anděla postavená u Chartúmu na památku anglických koloniálních vojáků. Ovšem nejvýznamnější prací v oboru umělecké litiny byla dodávka litinové Vřídelní kolonády v Karlových Varech a později i v Mariánských Lázních.

V roce 1896 Salmové prodali svůj majetek akciové společnosti Breitfeld–Daněk a po konkurenčním tlaku Vítkovických železáren vyhasla v roce 1896 poslední vysoká pec. Slévárny pracovaly dále. Postupně však zanikaly a v současné době pracuje jen tzv. „Nová slévárna“ šedé litiny a slévárna oceli. Umělecké lití v bývalé slévárně a smaltovně litinových van ukončilo činnost před několika lety.

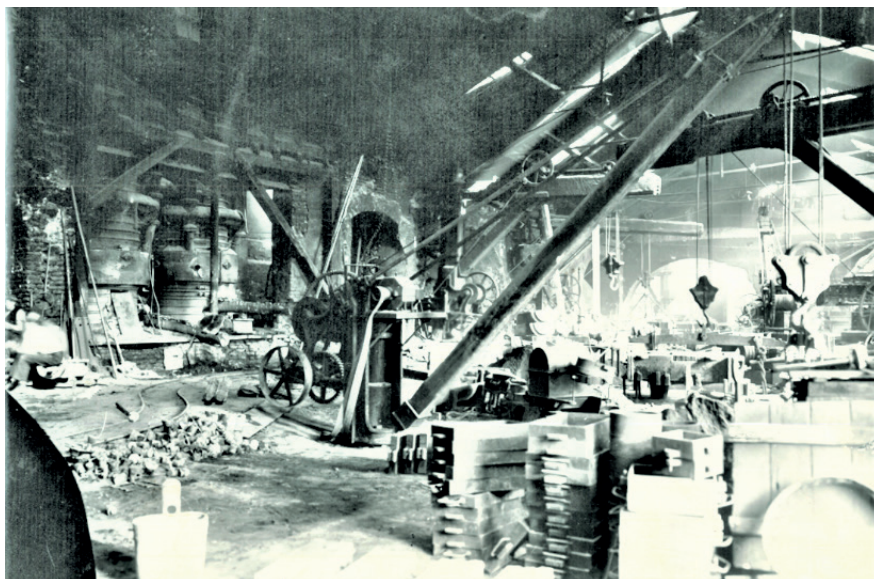
Vřídelní kolonáda v Karlových Varech

Největším dílem v historii Salmů byla Vřídelní kolonáda v Karlových Varech. Na rozdíl od kolonády v Mariánských

Lázních, která těžkou válečnou dobu „přežila“, si o kolonádě v Karlových Varech můžeme pouze psát a vyrábět videa.

V dubnu 1878 vyzvala radnice v Karlových Varech dodavatele k podání nabídek na výstavbu kolonády nad Vřídlem. Požadavky obsahovaly data: podání nabídky 31. 7. 1878, konec dodávky 1. 5. 1879.

Náklady nesměly přesáhnout 250 000 zlatých. Rozhodnutí bylo určeno do max. 20. 8. 1878. Na radnici bylo předloženo 7 nabídek: Blansko, 2 firmy z Prahy, Ph. Wagner – Vídeň, 2 nabídky z Lauchhammeru a 1 z Míšně.



Obr. 1. Mariánská huť



Obr. 2. Herman Helmer (vlevo), Ferdinand Fellner (vpravo)

Umělecké odličky v historii slévárenství – V. část: Litinová vřídelní kolonáda v Karlových Varech byla největším dílem českých slévačů všech dob

Z jednotlivých nabídek byly vybrány k realizaci Salmovy železářny, které již při zpracování nabídky spolupracovaly s ateliérem Fellner a Helmer (**obr. 2**) založeným v roce 1873. Ten byl koncem 19. století jedním z nejznámějších architektonických ateliérů v Rakousko-Uhersku. V Brně máme podle jejich návrhu postaveno Národní divadlo (dříve Mahenovo). Ateliér požadoval odměnu 1000 zlatých v případě neúspěchu nabídky, v opačném případě 5 % z nákladů stavby za vypracování všech stavebních plánů a vedení stavby.

Dne 14. 9. 1878 byla podepsána

smlouva mezi radnicí a Salmovými železářnami. Bylo kalkulováno dodat 400 tun odlitků a svářkového železa. Projektanti dodali výkresy 22. 10. 1878 – a to neměli k dispozici počítače ani jiné dnešní moderní technologie. Jak dlouho by to trvalo dnes? Dokonce již ve stejný den byl formován ve slévárně první odlitek sloupu. Takéž klobouk dolů před výkonem tehdejších modelářů, kteří neměli k dispozici současné technologie. Hlavní výroba odlitků probíhala v Mariánské a Starohraběcí huti, některé další slévárny určitě pomáhaly s menšími odličky. Ve strojírenském závodě se po celou dobu stavby pracovalo na

tří směny. Již 1. 10. 1878 byly v Karlových Varech zahájeny stavební práce pod dohledem architekta Fellnera.

Monstrózní dílo bylo dokončeno podle příslibu a smlouvy 1. 5. 1879 (**obr. 3, 4, 5, 6**). Slavnostní otevření kolonády proběhlo 1. 6. 1879 při zahájení lázeňské sezóny. Délka kolonády činila 107 m, z toho vstupní hala 48,57 m. Šířka kolonády byla 14,54 m. Dvě



Obr. 3. Celkový pohled na Vřídelní kolonádu



Obr. 4. Vřídelní kolonáda



Obr. 5. Litinová brána



Obr. 6. Sloupy Vřídelní kolonády

kupole stály na podstavách čtvercového půdorysu. Mezi kupolemi byl překrásně zdobený zastřešený průchod opatřený litinovými sloupy, který umožňoval lázeňským hostům projít na most přes řeku Teplou. Zadní zděná budova s verandou měla rozměry 21,5 m × 3,4 m + veranda.

Celá fronta kolonády byla zdobena renesančními motivy s postavami kentaurů, draků, antických bohyň a květinovou ornamentikou. V obou kupolovitých budovách byla vřídla, oba prostory byly úplně stejné s výškou 22,75 m. Stěny byly vykládány mramorem. Výsledek díla byl fascinující a obdivován řadou významných evropských i světových architektů. Skutečná hmotnost dodané litiny ale byla oproti původní kalkulaci překročena o 194,5 t, hmotnost kujných součástí o 72 t. Bylo to dáno ještě ne přesnou technickou dokumentací pro nabídku. Kalkulovaná cena surového železa byla 13,7 zlatých / metrický cent. Skutečná cena se ale vyšplhala na 15,5 zlatých. V kalkulaci byly podceněny náklady na složitost odliček. Navíc bylo nutné použít na malé jemné díly slitiny olova a zinku, s čímž nebylo v kalkulaci počítáno. Některé další nekalkulované náklady již byly zanedbatelné. Celková ztráta zakázky se vyšplhala na 120 169,63 zlatých. Přesto vedení slévárny této ztráty nelitovalo, neboť reklama a ušetřené náklady na řadu výstav byly větším bonusem pro slévárnu než konkrétní ztráta na této zakázce. Na čelní stěně kolonády býval umístěn pamětní nápis v němčině s uvedením jmen architektů, datem realizace a názvem dodavatele, tj. Salmovými železárnami v Blansku. Jediným subdodavatelským dílem

zakoupeným za 1000 zlatých a dodnes zachovaným je litinová socha Hygieia umístěna u vývěru *Hygieina pramene*. Pod pravou nohou postavy je socha signována „V. Pilz“, což byl vídeňský sochař. Jiné zdroje uvádějí Antonína Fernkorna, v jehož slévárně byla ve Vídni socha odlita.

Likvidace kolonády

Kolonáda sloužila lázeňským hostům Karlových Varů do roku 1939. Objektivní informaci, proč byla zlikvidována, se asi nikdy nedozvíme. Oficiální zdůvodnění bylo, že kolonáda zchátrala a že byla staticky narušena v důsledku koroze šestnácti železných spojníků, které držely střešní ocelovou konstrukci s litinovou kosturou kupole nad gejzírem Vřídla. My se dnes můžeme přesvědčit, že Eifelova věž postavena pouze o 10 let později než kolonáda stojí dodnes a je největší atrakcí Francie. Celá je vyrobena ze svářkové oceli, stejného materiálu, který byl použit na střešní konstrukci kolonády. V 19. století a v první polovině 20. století nebylo zakázáno používat suřík (oxid olovnato-olovičitý), dosud nejkvalitnější ochranu ocelových konstrukcí. O kvalitě této ochrany se přesvědčujeme při rekonstrukcích litinových a ocelových výrobků z 19. století. Dnes je ze zdravotních důvodů zakázán. Ocel Eifelovy věže není dnes přetírána suříkem, ale kvalitními barvami, které ale nedosahují kvality suříku. Proto nemohu oficiální informaci o nemožnosti ošetřit svářkovou ocel na střeše kolonády přijmout jako relevantní. Že by se na tuto skutečnost přišlo těsně po Mnichovském diktátu (29. 9. 1938) a obsazení Sudet včetně Karlových Varů?

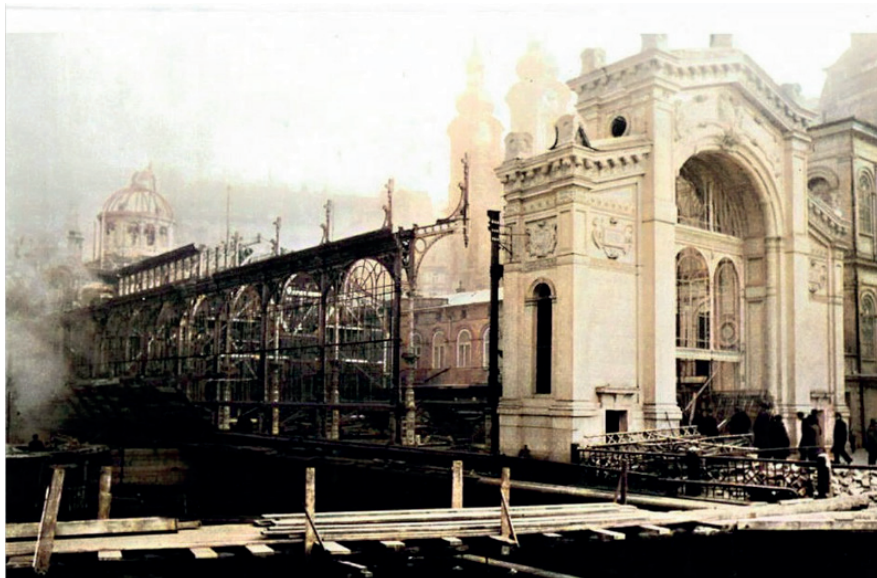
Dne 23. ledna 1939 začala demolice kolonády. Během dvou měsíců desítky nezaměstnaných rozřezaly ocelovou nosnou konstrukci a roztřídily ozdobné litinové fragmenty, bronzové plastiky a měděné plechy ze střech. Všechny díly byly následně naloženy a odvezeny na sběr kovů pro válečné účely. Poslední vlak strategického materiálu odjel z Horního nádraží dne 23. března 1939. Máme k dispozici dva unikátní snímky. Jeden představuje bourání kolonády (**obr. 7**) a druhý poděkování nezaměstnaných Führerovi za to, že mají práci (**obr. 8**). Kde byly suroviny pro válečné účely přetaveny a v jakých zbraních skončily, není známo. Největší dílo českých slévačů se doslova přetavilo do zbraní na zabíjení lidí.

Abychom nekončili pesimisticky. Druhé velké dílo blanenských slévačů stojí dodnes v Mariánských Lázních. Unikátní litinová konstrukce přežila i válečné období, i když i této kolonádě hrozilo rozmontování a použití na výrobu zbraní. Nešťastné období přečkala v celkem dobrém stavu. Kolonáda se stavěla stejně rychle jako konkurenční v Karlových Varech za necelý 1 rok. Naši zaměstnanci z ČKD ji za dob socialismu pouze opravovali, a to 8 let. Nechci porovnávat produktivitu práce v 19. století s produktivitou za socialismu, ale určitou vypovídací schopnost tato data mají.

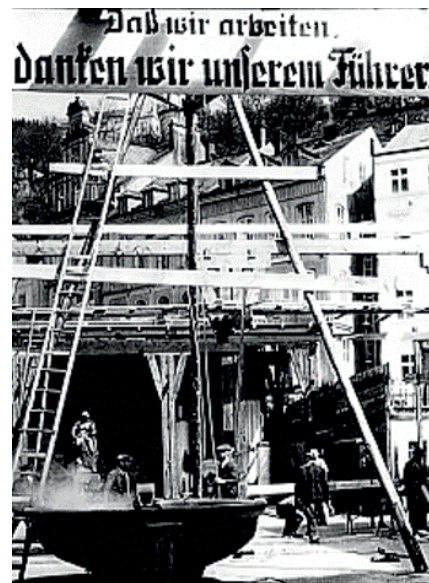
Referendum o obnově litinové kolonády

V Karlových Varech se skupina nadšených občanů již 2krát v souvislosti s prezidentskými volbami pokusila v referendu donutit radnici, aby odstoupila od neefektivních oprav stá-

Umělecké odlitky v historii slévárství – V. část: Litinová vřídelní kolonáda v Karlových Varech byla největším dílem českých slévačů všech dob



Obr. 7. Likvidace kolonády



Obr. 8. Poděkování za práci Führerovi

vající kolonády a aby kolonáda byla nahrazena replikou původní litinové kolonády Fellnera a Helmera. Bohužel se to ani jednou nepovedlo prosadit z důvodů nedostatečného počtu hlasujících. Přestože více hlasů bylo odevzdáno pro repliku než hlasů negativních, rozhodlo vždy nenaplnění počtu hlasujících.

Zdroje:

PILNÁČEK, Josef. 250 let [práce] blanenských železáren: 1698-1948. V Blansku: Českomoravská-Kolben-Daněk, 1948.

KREPS, Miloš. Dějiny blanenských železáren. 1. [díl], Do roku 1897. Brno: Blok, 1978.

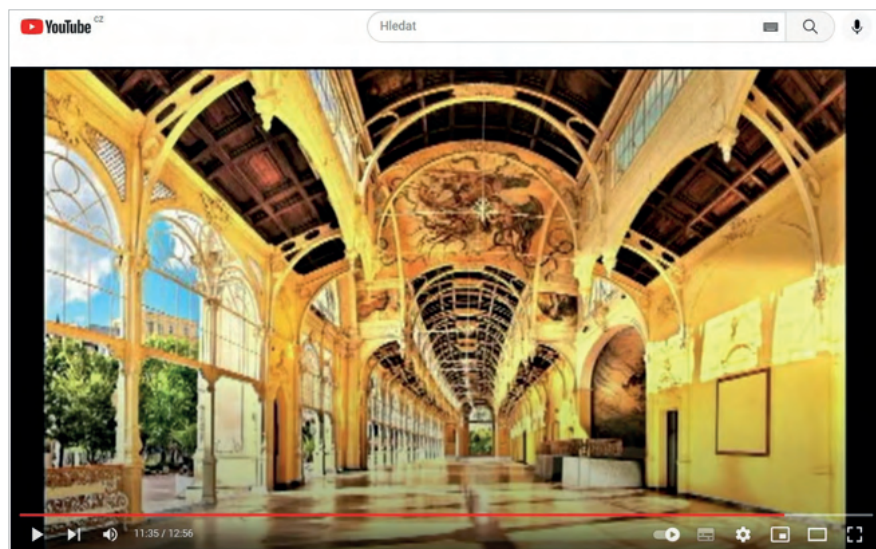
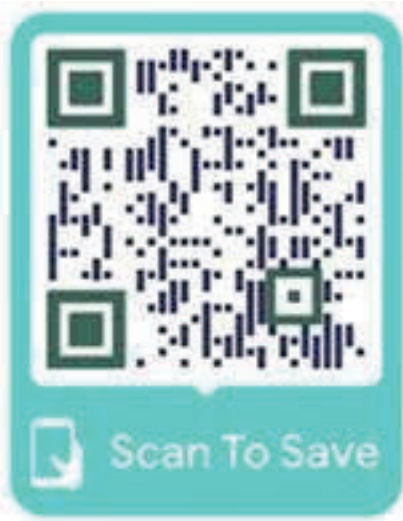
Archiv: Zdeněk Král, Blansko

Archiv: REX, s.r.o., Brno

Moravský zemský archiv v Brně
Google

Poděkování

všem přátelům z Karlových Varů za jejich historické fotografie a Radě starších slévačů za motivaci k publikování článku a tvorbě videa, které můžete zhlédnout na <https://www.youtube.com/watch?v=mRmrb74v4So>.

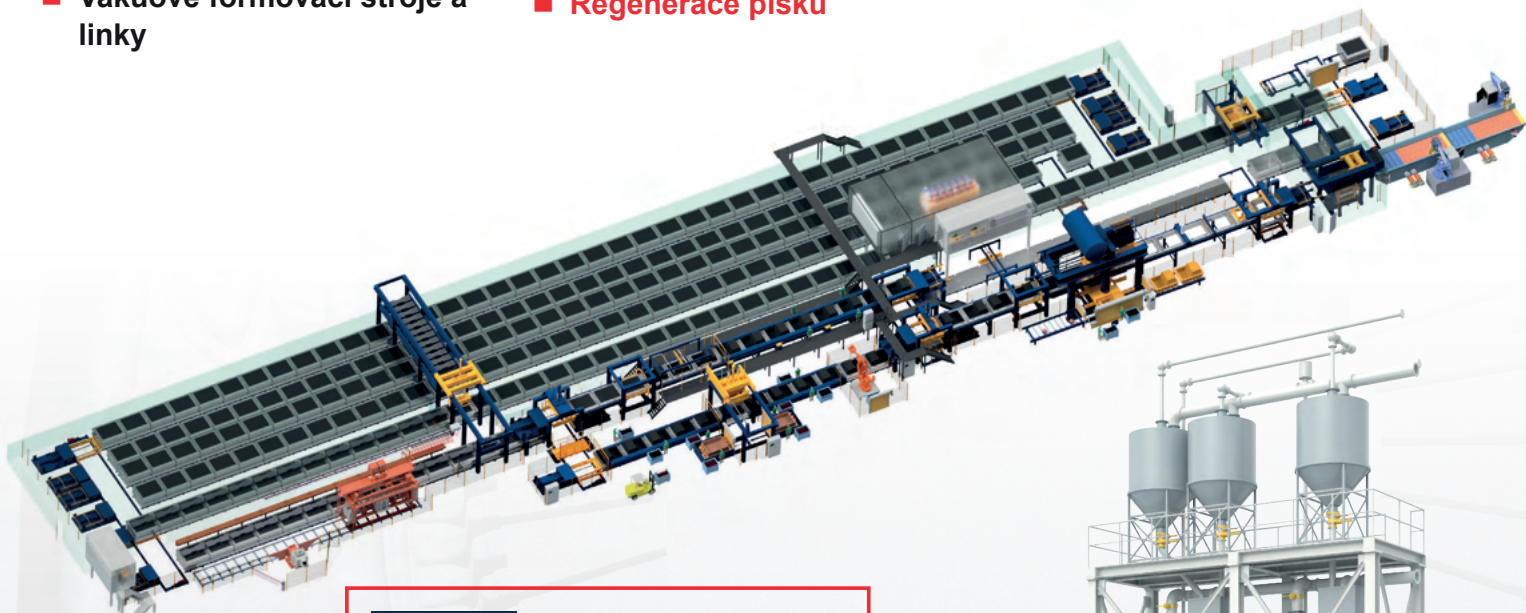


<https://www.youtube.com/watch?v=mRmrb74v4So>

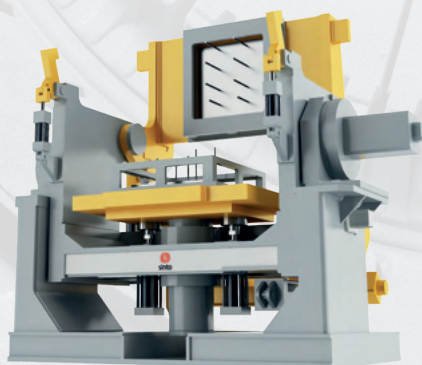
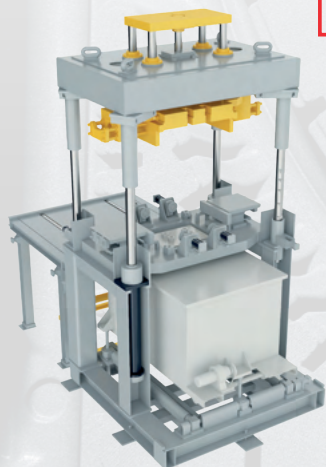
PERFEKTNÍ V KAŽDÉ FORMĚ.

Slévárenská technika od HWS.

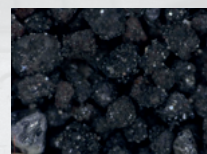
- SEIATSU/ACE – formovací stroje a linky
- Bezrámové formovací stroje a linky
- Vakuové formovací stroje a linky
- Lící stroje, polo- a plně automatické
- Nízkotlaké lící stroje
- Sklopné lící stroje
- Regenerace písku
- Software pro slévárny
- Modernizace stávajících linek
- Servis



Navštivte nás na GIFA
12. – 16. června 2023
Düsseldorf, Německo
Hala 17 – D01



Před regenerací



Po regeneraci



sinto

sinto
**FOUNDRY
INTEGRATION™**

sinto FOUNDRY INTEGRATION

HEINRICH WAGNER SINTO Maschinenfabrik GmbH

SINTOKOGIO GROUP

Bahnhofstr. 101 · 57334 Bad Laasphe, Germany

Tel +49 2752/907 0 · Fax +49 2752/907 280 · www.wagner-sinto.de

New Harmony » New Solutions™

www.sinto.com

Kontakt pro CZ a SK:
Petr Kachlik
Branka 10 · 624 00 Brno
Česká republika
Tel.: +420 723 562 463
E-Mail: kachlik.p@centrum.cz

Firemní profil Heinrich Wagner Sinto Maschinenfabrik GmbH

Firma Heinrich Wagner byla založena v roce 1937 jako soukromý podnik pana Heinricha Wagnera a partnerů ve městě Bad Laasphe ve spolkové zemi Nordrhein-Westfalen v Německu. Od roku 1983 patří firma Heinrich Wagner k japonské skupině Sintokogio, která se svými ca 4100 zaměstnanci dosahuje koncernového obrátu přibližně 750 mil. USD.

V rámci koncernu Sintokogio se firma Heinrich Wagner Sinto (HWS) specializuje na vývoj, konstrukce a stavbu strojů a linek pro výrobu rámových a bezrámových forem pro bentonitové směsi a také vakuové formování pro slévárny.

U bentonitových směsí probíhá ztuhnutí forem podle metody SEIATSU – proudem vzduchu s dolisováním. Od zavedení této japonské metody na evropský trh v roce 1983 bylo prodáno samotným HWS více než 750 formovacích strojů a linek SEIATSU. Tím se SEIATSU stává nejspěšnější moderní formovací metodou. Do Česka a na Slovensko bylo od HWS dodáno 21 formovacích strojů a linek.

V oblasti vakuovo-foliové metody zaujímá koncern v automatických formovacích linkách výsadní celosvětovou pozici. Bylo vyrobeno více než 260 formovacích strojů a linek, z toho 57 prostřednictvím Heinrich Wagner Sinto, obzvláště pak pro velké ocelové odlitky, jako jsou armatury a železniční odlitky.

Pro vysokou kvalitu odlitků je rozhodující správné odlévací zařízení. Automatické licí stroje Heinrich Wagner Sinto lze použít pro všechny bezrámové i rámové formovací linky. Integrovaná a individuálně nastavitelná řídicí jednotka umožňuje reprodukovatelné, bezúdržbové a přesné lití. Celkem bylo v HWS vyrobeno již více než 90 odlévacích strojů.

V moderním provozu představuje vysoce produktivní formovací linka srdce celkové výroby slévárny. Každá porucha na formovací lince vede k prostojům celé slévárny. Proto zákazníci vsázejí na vysoce kvalitní provedení formovací linky a efektivní zákaznický servis od Heinrich Wagner Sinto.

Z tohoto důvodu firma Heinrich Wagner Sinto klade důraz na značnou hloubku výroby. Kompletní konstrukce a výroba včetně hydraulického systému, elektriky a softwaru je prováděna v Německu, ve vlastní firmě s 310 zaměstnanci.

Firemní politikou Heinrich Wagner

Sinto je dosahovat nejvyšší kvality výroby, aby stroje a linky u zákazníka uvedené do provozu, zaručily vysokou spolehlivost a efektivitu.

Náhlá omezení cestování přinesla zákazníkům a dodavatelům strojů nové výzvy: stroje a systémy mohly být sice dodány, ale neinstalovány a uvedeny do provozu. Stejně tak nebylo možné u zákazníka provést plánované inspekce a servisní záahy.

HWS se k této výzvě postavila čelem a ve spolupráci se zákazníky vyvinula individuální vzdálená řešení šitá na míru místní infrastruktuře.



Výrobní závod v Bad Laasphe



Generační výměna: Oblastní manažer pan Exner (vpravo) předává štafetu panu Schumannovi (vlevo) a uprostřed pan Kachlík, zástupce pro Českou republiku



Operační středisko HWS při zprovoznění kompletní formovací linky v dubnu 2021



Stánek na minulém veletrhu GIFA

Vzdálené řešení znamená, že tým v závodě v Bad Laasphe pracuje společně s týmem u zákazníka pomocí digitálních nástrojů. Například data ze systému a obrázky z místních webových kamer jsou vyhodnocována a přenášena do týmu na místě jako pomoc v reálném čase. Již v květnu 2020, šest týdnů po zahájení prvního lockdownu, byl v Číně úspěšně uveden do provozu formovací stroj a odlévací stroj pomocí vzdáleného řešení.

Tímto způsobem uvedla společnost HWS společně se svými zákazníky a za přispění místních příslušných servisních organizací v Asii a Severní Americe do provozu několik formovacích strojů, licích strojů, vakuového formování V-proces a také celé kompletní formovací systémy.

Velmi užitečné inspekce byly rovněž několikrát provedeny podobným způsobem. V současné době je již ve fázi plánování vícero „vzdálených inspek-

cí“. To znamená, že tyto nové služby jsou již prověřené a lze je při splnění technických předpokladů úspěšně provádět.

Každé 4 roky vyčkávají evropští sléváři na svůj největší svátek – veletrh GIFA. Letos v červnu se opět otevrou brány výstaviště v německém Düsseldorfu, abychom se podívali, kam se posunul pokrok v našem oboru. **Proto bychom vás rádi pozvali na návštěvu našeho stánku D01 v hale 17.**



Kontakt pro CZ a SK:

Petr Kachlík
Branka 10, 624 00 Brno
tel.: +420 723 562 463
kachlik.p@centrum.cz

HEINRICH WAGNER SINTO

Maschinenfabrik GmbH SINTOKOGIO GROUP
Bahnhofstraße 101 · 57334 Bad Laasphe, Germany
Phone +49 (0) 2752 907-0 · Fax +49 (0) 2752 907-280
www.wagner-sinto.de



New Harmony >> New Solutions™

www.wagner-sinto.de

Z historie Československého odborného spolku slévárenského a České slévárenské společnosti – I. část

1. Vznik a vývoj technických spolků

Přechod od řemeslné výroby k moderní průmyslové výrobě vyžadoval stále hlubší technické, ekonomické i organizační znalosti. Rozvoj průmyslu také způsobil, že jednotlivci už nedokázali ovládnout celý obor. Toto bylo pak zřejmě jednou z hlavních příčin sdružování techniků ve společnostech, které jim měly sloužit k vzájemné výměně zkušeností, usnadňovat společné řešení složitých problémů souvisejících s vývojem průmyslové výroby, s rozšiřováním nejnovějších vědeckotechnických poznatků a s popularizací nových způsobů výroby. Plnění těchto úkolů však vyžadovalo zajištění určitých materiálních prostředků. Ve většině případů tyto prostředky poskytovali prozíraví průmyslníci, kterým velmi záleželo na růstu technické úrovně jejich podniků. Vedle toho vznikaly i stavovské spolky, za jejichž členy mohli být přijati jen ti, kteří dosáhli akademického vzdělání.

První spolky vznikaly v zemích, které nejdříve přecházely od řemeslné výroby k výrobě průmyslové. V Anglii počátkem 18. století vznikla „Society for the promotion of arts manufactures and commerce“ a ve Francii „Société d'encouragement pour l'industrie nationale“.

V rámci Rakousko-Uherska se v roce 1772 utvořilo v Praze volné sdružení pokrokových lidí, učenců, kteří se rozhodli společně pracovat, vzájemně se podporovat a společně v tehdy pokrokovém duchu vystupovat. Vytvořili tak „Královskou českou společnost nauk“, na jejíž tradici navázala později Československá akademie věd. V roce 1866 byl založen „Spolek inženýrů a architektů v království českém“, známý později pod zkratkou SIA. Tento spolek sdružoval techniky bez rozdílu vzdělání a soustředil kolem sebe téměř veškerou inženýrskou inteligenci. Když se SIA změnou stanov v roce 1904 stal čistě stavovským spolkem, zřídili si absolventi vyšších průmyslových škol a oprávnění stavitelé vlastní spolek „Klub inženýrů a stavitelů“ označený KIS. V roce 1919 se utvořil „Svaz horních a hutních inženýrů“ jako stavovská organizace, v níž se soustředili horní a hutní inženýři. Svaz pak v roce 1936 přistoupil k SIA a v jeho rámci utvořil odbor hutních inženýrů.

2. Předchůdci československého slévárenského spolku

Také ve slévárenství se pocítila potřeba sdružovat slévárenské odborníky v jeden celek. Bylo to dáno i tím, že slévárenství zcela nezapadá ani do strojírenství, ani do hutnictví. Slé-

várenský odborník musí mít dostatečné znalosti nejen z obou těchto oborů, ale i z chemie, tepelné techniky a dalších odvětví. Charakter slévárenství vyžaduje úzkou součinnost více oddělení na sebe navazujících, počínaje přípravou nářadí a pomůcek přes výrobu forem a jader, tavení, odlévání, čištění a úpravu odlitků včetně kontroly a zkoušení. Nejstarší slévárenský spolek vznikl v Americe, a to „American Foundrymen's Association“ ve Phi-



Tři pece. Zdroj: „Jiřího Agricoly Dva-
násť knih o hornictví a hutnictví“

ladelphii, založený již v roce 1896. V roce 1904 byl založen anglický slévárenský spolek „The Institute of British Foundrymen“ v Londýně. Další odborné slévárenské spolky byly utvořeny ve Francii, a to „Association Technique de Fonderie“ v Paříži, v Německu „Verein Deutscher Gissereifachleute“, založený v roce 1909 se sídlem v Berlíně, v Belgii „Association Technique de Fonderie de Belgique“ se sídlem v Lutychu. V Itálii a ve Španělsku se utvořily odbočky spolku francouzského. Později byl v Itálii založen místní slévárenský spolek „Unione Lombarda delle Fonderie de Ghisa“.

Příčina, proč se u nás již za Rakousko-Uherska neustavil slévárenský spolek, spočívala v politických poměrech. Jakmile se však po převratu poměry ve vzniklé Československé republice uklidnily, byl již tehdy velmi rozvětvený slévárenský průmysl (odhadovaný počet sléváren byl asi 500) přiveden na myšlenku založit vlastní spolek. Ten měl sdružovat všechny slévárenské odborníky bez rozdílu vzdělání, kteří by pracovali na rozvoji slévárenství ve spolupráci se spolky v zahraničí, a tak dovedli náš slévárenský průmysl na vyšší úroveň nezbytnou pro jeho další rozvoj. Tato všude pociťovaná nutnost

odborné organizace slévárenských pracovníků způsobila, že když se v roce 1923 sdružilo několik slévárenských odborníků v čele s prof. Dr. Mont. Ing. Františkem Píškem z České vysoké školy technické v Brně, aby uvedlo myšlenku založení slévárenského spolku ve skutek, byla tato idea velmi příznivě přijata.

3. Československý odborný spolek slévárenský

Usilovnou prací se 23. ledna 1923 v Praze za podpory „Sdružení kovářského průmyslu československého“ podařilo uspořádat ustavující



Prof. František Píšek



Znak ČSOSS v Praze



Znak odborného spolku slévárenského od roku 1931

schůzi spolku pod názvem „Československý odborný spolek slévárenský v Praze“ (ČOSS). Předsedou byl zvolen prof. Píšek.

Znak spolku vznikl syntézou hornicko-hutnických prvků s dubovou a olivovou ratolestí z rakousko-uherského státního znaku. Byl zhotoven v roce 1821 jako ozdoba na zdivo pro novou tzv. „císařskou“ dřevouhelnou vysokou pec ve Strašicích, kde setrval do jejího vyhasnutí v roce 1850. Pak byl sejmut a zavěšen nad vchodem do kancelářské budovy železářny v Dobřívě. Jeho estetický vzhled vedl k tomu, že byl v roce 1931 navržen jako spolkový znak ČOSS. Dnes ho užívá Česká slévárenská společnost ve spojení s ochrannou registrační značkou ® na základě osvědčení o zápisu ochranné známky vydaného Úřadem průmyslového vlastnictví v Praze.

Cílem spolku bylo semknout všechny odborníky pracující ve slévárenství, bez rozdílu vzdělání, ke společné práci za účelem povznesení slévárenství ku prospěchu celého průmyslu. Dosažení vytčeného cíle se mělo docílit udržováním styku s členy přednáškami, odbornými kurzy, pořádáním výstav a exkurzemi do různých závodů v tuzemsku i zahraničí. Aby byl styk mezi členy spolku co nejužší, byly vytvořeny hned čtyři odbočky v centrech slévárenství, a to v Praze, Plzni, Brně a ve Vítkovicích (M. Ostravě). Tam se členové pravidelně scházeli k odborným přednáškám a debatám. Již brzy po založení měl spolek 124 členů. K seznamování členů s pokrokem ve slévárenství a s ním souvisejícím průmyslem bylo usneseno

využívat časopis „Strojnický obzor“ patřící SIA, který pak přinášel odborné novinky týkající se slévárenství. Ke zkoumání technických, vědeckých a normalizačních otázek byly ustanoveny pracovní komise, které se týkaly značení a lakování mode-

lů, zkoušek litiny, rozdělení zlomkové litiny, pokračovacích škol pro slevačské učně i formovacích písků a jejich zkoušení.

První sjezd pořádal ČOSS v roce 1924 v Praze u příležitosti veletrhu,



První brněnská strojírenská společnost, Brno, malá slévárna



První brněnská strojírenská společnost, Brno, velká slévárna

při němž byla uspořádána slévárenská výstava. Na ploše 700 m² byly vystaveny slévárenské stroje, mezi nimi i rozruch budící pískomet a řada odlitků ze šedé litiny, temperované litiny i oceli. Novinkou byla expozice přístrojů a potřeb pro kontrolu ve slévárnách a zařízení chemické laboratoře.

Ještě v roce 1923 byl navázán styk s francouzským slévárenským spolkem návštěvou mezinárodní slévárenské výstavy a 1. mezinárodního slévárenského sjezdu (MSS) v Paříži. V roce 1925 byl navázán bližší osobní styk se slévárenským spolkem anglickým a písemný styk s kolegy americkými, belgickými a německými. Následujícího roku se konal 2. mezinárodní slévárenský sjezd v Detroitu, pořádaný americkým spolkem. Tam se zástupci národních slévárenských společností dohodli založit „Mezinárodní výbor technických slévárenských společností“ (Comité International des Associations Techniques de Fonderie – CIATF). Výbor byl oficiálně ustaven v prosinci 1926, zakládajícími členy byly společnosti Anglie, Belgie, Československa, Francie, Nizozemska, Itálie, Německa, Polska, Španělska a USA. Československou delegaci vedl prof. Píšek.

Pro větší informovanost členů začal ČOSS vydávat od roku 1926 informační „Měsíční zprávy“, kde mimo spolkových zpráv byly informace ze zahraničních slévárenských spolků, zprávy o normalizaci a technické novinky. V roce 1929 byla uzavřena se SIA dohoda, že sudá čísla časopisu Strojnický obzor se budou věnovat slévárenské problematice.

Pod patronací vlády ČSR se konal ve dnech 9. až 16. září 1933 v Praze 9. mezinárodní slévárenský sjezd, který byl vyvrcholením desetileté činnosti ČOSS, který měl v té době již 400 členů. U příležitosti sjezdu pořádala Živnostenská komora spolu s Uměleckoprůmyslovým muzeem v Praze výstavu staré i nové umělecké litiny. Na sjezdu bylo zastoupeno 15 národních slévárenských společností a předloženo 40 odborných přednášek, z toho 25 českých. Vzorně provedený sborník přednášek ještě dnes budí zaslouženou pozornost. Delegáti sjezdu byli přijati prezidentem republiky T. G. Masarykem. Na tomto sjezdu byl prof. Píšek zvolen prezidentem CIATF pro rok 1934.

Pod patronací některých odboček vyšlo i několik slévárenských kalendářů. Po osmi letech byla spolupráce se SIA ukončena. Jako náhradu začal ČOSS vydávat od roku 1938 časopis „Slévárenské zprávy“ pod vedením prof. Píška, odpovědným redaktorem byl Ing. Bohumil Odstřil. Ve stejném roce se také konal poslední předválečný XV. valný sjezd spolku, a to ve dnech 19. až 22. května ve Zlíně. Počet členů byl v té době 416.

Následkem okupace byl nucen spolek změnit název, a tak 6. února 1940 byl úředně schválen nový název „Odborný spolek slévárenský“ se sídlem v Praze. V témže roce vystoupili ze spolku někteří členové německé národnosti a schůze spolku musely být hlášeny policii. Doba okupace velmi nepříznivě poznamenala činnost spolku a značně polevila od podzimu roku 1941, kdy prof. Píšek

odešel do ilegality. Zájmy členů pak zajišťoval místopředseda spolku Ing. Emil Rynda. Slévárenské zprávy vycházely dále do března 1944, odpovědným redaktorem byl od října 1940 Ing. C. Dásek, od listopadu 1941 Ing. Bohuslav Holman. Celkem vyšlo 46 čísel tohoto časopisu.

Po osvobození se opět plně obnovila činnost všech odboček a 16. prosince 1945 se konal v Praze první poválečný XIX. sjezd ČOSS. Svě členství obnovilo 320 členů. V roce 1946 začalo Ministerstvo hutního průmyslu vydávat časopis „Hutnické listy“, který byl do roku 1950 časopisem Československých hutí a ČOSS. Náplň časopisu byla zaměřena kromě slévárenství také na tematiku železa a neželezných kovů. Redakci vedl prof. Píšek. V prvních poválečných letech se rozšířil počet odboček z původních čtyř o nové v Hořovicích, Teplicích a Hradci Králové.

První poválečný, v pořadí 16. mezinárodní slévárenský sjezd v roce 1948 byl uspořádán u příležitosti 25. výročí založení ČOSS v Praze ve dnech 12. až 18. září. Bylo předneseno 40 přednášek, z toho 32 československých. Součástí sjezdu byla také slévárenská výstava a výstava umělecké litiny, jakož i návštěvy závodů.

Významný 24. výroční sjezd ČOSS se konal ve dnech 30. září až 2. října 1949 v Turčianském Sv. Martině a v Trenčianských Teplicích. Poprvé od založení spolku byl uspořádán na Slovensku a účastníci se jej také zástupci kovářů vedeni Dr. Ing. Zimmermannem, kteří také vstoupili do ČOSS. Tam byla také založena prv-

ní odbočka na Slovensku, která pak působila v Bratislavě. Profesor Píšek byl podruhé zvolen prezidentem CIATF pro rok 1950.

V roce 1951 byl ČOSS spolu s dalšími spolky na doporučení ROH rozpuštěn. Byla to velká neuváženost, protože se činnost spolku velmi dobře rozvíjela a počet členů dosáhl více než 1400. Problémy se zahraničím však byly již dříve, neboť od roku 1948 Národní banka československá odpírala platit příspěvky do mezinárodního výboru CIATF. Ná-

sledkem toho jsme byli v roce 1951 vyškrtnuti ze seznamu členů tohoto výboru.

Tlak slévárenské veřejnosti na zřízení samostatného slévárenského časopisu trval dále, až v roce 1953 za pomoci tehdejších ministerstev začal vycházet časopis „Slévárství“ jako časopis Ministerstva těžkého a všeobecného strojírenství a Ministerstva hutního průmyslu a rudných dolů. Vedoucím redaktorem se stal prof. Píšek, předsedou redakční rady Rudolf Brabenec,

hlavní metalurg ministerstva těžkého strojírenství.

Zdroj: archiv ČSS; původní příspěvek Ing. Jana Hučky z Almanachu k 75. výročí založení Československého odborného slévárenského spolku (1998) upravil a doplnil Mgr. František Urbánek.

Obrázky: archiv ČSS a archiv Technického muzea v Brně.

Pokračování ve Slévárenských listech č. 2/2023.

18. 5. 2023

Hotel Tři Věžičky – Stráž u Jihlavy

Pozvánka na workshop a 2. setkání podskupiny NTL při OK 06

Zaměření: lící stroje, pece a všechna relevantní výrobní zařízení NTL, aktuální možnosti energetických úspor.

Přihlášky zasílejte na lunak@topalulit.com nebo telefonicky na +420 736 654 195 – Ing. Milan Luňák



Bližší informace na www.podtlakem.cz

Medailonek profesora Františka Píška

* 24. 4. 1886 – † 10. 3. 1970

doc. Ing. Jaromír Roučka, CSc.
VUT v Brně, FSI, odbor slévárenství

František Píšek se narodil 24. 4. 1886 v Praze. V roce 1909 absolvoval studium na pražské technice a v roce 1911 na Vysoké škole báňské v Příbrami, kde také v roce 1921 získal doktorát věd báňských. Do roku 1921 působil v několika slévárenských a strojírenských závodech.

V roce 1921 nastoupil jako mimořádný profesor na stoličce Mechanické technologie II při České vysoké škole technické v Brně. Na brněnské technice strávil celý svůj pedagogický život, tedy až do roku 1960. Vzhledem k jeho vysoké náročnosti při zkouškách byli absolventi brněnské techniky v praxi hodnoceni jako velice dobře připraveni v oborech materiálu a jeho zpracování.

Ve své kariéře byl Fr. Píšek dvakrát děkanem a jednou rektorem Vyso-

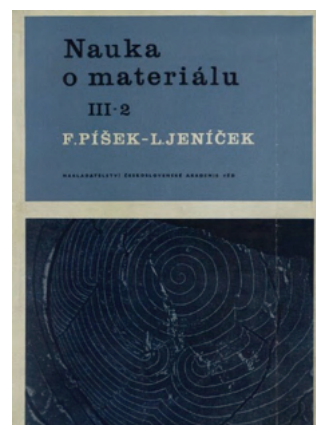
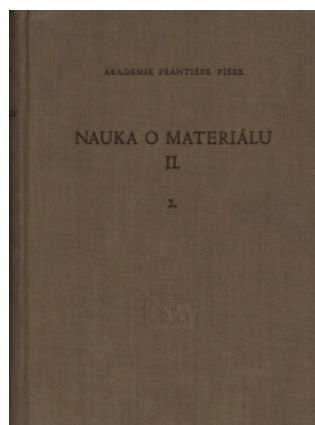
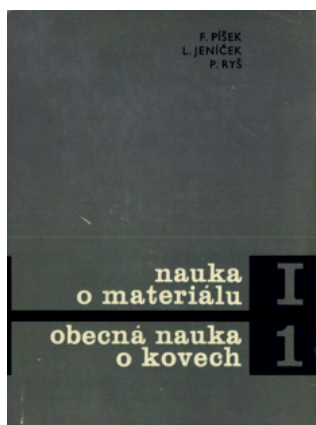
kého učení technického a doktorem h.c. na řadě významných univerzit.

Vedle mnoha desítek drobných prací byl také autorem řady slévárenských učebnic a knih, z nichž dodnes má řada z nás v knihovnách jeho encyklopedii „Nauka o materiálu“.

Organizoval odborné slévárenské kurzy, které byly první formou postgraduálního vzdělávání, jak je známe dnes. Existence slévárenského oboru v Brně nebyla vždy jednoduchá a prošla transformacemi, při nichž zachování specializace a její civilní formy nebylo zdaleka samozřejmé. Prof. Píškovi se však vždy podařilo

lo obhájit kontinuitu slévárenského oboru na civilní technické škole.

Pedagogické a vědecké působení prof. Píška se úzce proplétá se spolkovou činností. V roce 1923 se zásadním způsobem podílel na vzniku nově ustanoveného Českého



Medailonek profesora Františka Píška

odborného spolku slévárenského, od něhož se odvíjí historie současné České slévárenské společnosti. Předsedou Českého odborného spolku slévárenského a jeho následných organizací byl až do roku 1963.

Byl rovněž zakládajícím členem „Mezinárodního výboru technických slévárenských společností“ CIATF, který byl ustaven v roce 1926 v Detroitu a v letech 1934 a 1950 byl prezidentem této organizace.

Prof. Píšek byl aktivním organizátorem tuzemských slévárenských konferencí. Slévárenské dny se konaly již v roce 1931, jednání mezinárodních slévárenských spolků, mezinárodních sjezdů CIATF (v ČSR v roce 1933 a 1948) a výstav (1. slévárenská výstava v roce 1924 v Praze). Spolupracoval s mnoha zahraničními vysokými školami a organizacemi. Za svůj přínos byl oceněn francouzským „Rytířským řádem čestné legie“, „Lavoisierovou

medailí“ univerzity v Lille a mnoha dalšími vyznamenáními.

Od roku 1952 byl jedním z prvních členů ČSAV a od roku 1954 ředitelem brněnské pobočky ČSAV. O odborný život na katedře slévárenství a v ČSAV se zajímal až do svého vysokého věku.

Byl odpovědným redaktorem časopisů Hutník a Hutnické listy a byl zakladatelem odborného českého slévárenského časopisu Slévárenství.



První slévárenský kurz pro inženýry a dílovedoucí pořádaný ve dnech 9.-21. září v ústavu prof. Dr. Mont. Fr. Píška na České technice v Brně, rok 1929



Pamětní deska věnovaná F. Píškovi umístěná v budově bývalého SVÚMu na ul. Svatopetrská v Brně

Celý život profesora Píška byl spojen s výukou, výzkumem, s činností slévárenských spolků a slévárenskou praxí. V našem oboru pracovala řada vynikajících osobností a odborníků, profesora Píška však bezesporu musíme považovat za vůdčí postavu, která našemu oboru v českých zemích i na Slovensku vtiskla odborné vzdělání, organizační řád a celosvětovou vážnost. Je pozoruhodné, že jeho snahy vždy prosazovaly jednotu vzdělání, praxe a spolkového života. Tento komplexní přístup k aplikaci vzdělání do reálného života se v československém slévárenství projevil vysokou úrovní našeho oboru a mezinárodní vážností. Lze říci, že v tomto modelu se i dnes snažíme pokračovat, a to v činnosti České slévárenské společnosti a jejich komisí, ve stylu Slévárenských dnů a dalších odborných akcí.

František Píšek je právem považován za nestora československého slévárenství.

VÝZVA K AKTIVNÍ ÚČASTI

59. slévárenské dny[®]

Brno, hotel Avanti

07.–08.11.2023

VÝZVA K AKTIVNÍ ÚČASTI

- tradiční účast zástupců sléváren ČR a SR
- propojení účastníků konference a doprovodné výstavy
- cenová dostupnost i pro menší firmy
- tradiční setkání zástupců sléváren s dodavateli

KONTAKT

Organizační garant 59. slévárenských dnů[®]
doc. Ing. Antonín Záděra, Ph.D.
tel./fax: +420 541 142 656, mobil: +420 737 542 333
zadera@fme.vutbr.cz

www.slevarenskedny.cz

POŘADATEL:



Česká slévárenská společnost, z. s.



SPOLUPOŘADATEL:



Ústav strojírenské technologie
FSI VUT Brno

100[®]

192023 ČSS



TECHNOLOGIE • INOVACE • OPTIMALIZACE • SERVIS

Žijeme slévárstvím a fascinují nás technologie. Přinášíme vám podporu a inovace v rámci procesů, zvyšujeme produktivitu ve stávající výrobě a staráme se o stav vašich strojů.