

Konstrukční a materiálová optimalizace pracovní vyzdívky nalévacích pánví v podmínkách TŽ, a.s.

Construction and Material Optimizing of Refractory Linings of Pig Iron Transfer Ladles in conditions TŽ, a.s.

Ing. Česlav Kantor¹; Ing. Jan Lasota¹; Ing. Roman Powetz¹; Ing. Milan Cieslar²

¹ REFRASIL, s.r.o., Průmyslová 720, 739 61 Třinec, Česká republika

² TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a. s., Průmyslová 1000, 739 70 Třinec-Staré město, Česká republika

V rámci rozšíření produkce vysocejakostních ocelí na konvertorové ocelárně v TŽ, a.s. bylo uvedeno do provozu zařízení na odsíření surového železa v nálevací pánvi. Tato nová technologie přispěla ke zvýšení sortimentu vyráběných jakostí, avšak zároveň přispěla ke snížení životnosti vyzdívky nálevací pánve. Vystal úkol najít vhodné řešení pro zvýšení životnosti vyzdívky nálevací pánve a její provozní spolehlivosti. Článek popisuje historický vývoj v oblasti konstrukčních řešení a použití různých materiálů v jednotlivých částech nálevací pánve. V článku jsou analyzovány faktory, jež ovlivňují životnost nálevacích pánví v podmínkách TŽ, a.s. Je zde prezentováno použití nového druhu materiálu na bázi Al_2O_3 - SiO_2 - SiC -C (ASC materiály) s pryskyřičnou vazbou. V závěru jsou shrnuty a porovnány dosažené výsledky konstrukční a materiálové optimalizace vyzdívky nalévacích pánví v TŽ, a.s.

Klíčová slova: nalévací pánev; vysocehlinité tvarovky; životnost dna a stěny; odolnost vůči korozi

In the past, new facility for desulphurization of pig iron was put in operation in converter shop in TŽ. This new technological process upgraded the level of steel production in TŽ but at the same time the service lives of pig iron ladles decreased. The main objective of the project is to find a solution for improved service lives, reliability and safety of the iron ladles. In order to optimize linings, the wear in particular zones should even. That is why, the iron ladle lining concept comprised three zones, i.e. bottom – wall (metal zone) - slag zone. Spherical ladle was to reduce the wear in the critical point of the bottom: the impact area of hot metal. The working lining of the bottom was made of andalusite and bauxite bricks. As mentioned above, the wall was divided into metal zone and slag zone. In the old days, when iron ladles served only for the transport of pig iron, the working lining of the walls was made of fireclay bricks with the Al_2O_3 content over 40 %. To increase service life of the walls, fireclay bricks were replaced by andalusite based bricks, however, later on bauxite bricks became standard. The intense desulphurization process, i.e. thermal stress and erosion (unknown to such an extent before) limit applicability of standard lining. Although fired andalusite and bauxite bricks have high thermal and oxidation resistance, they are rather easily wetted by slag and, therefore, are sensitive to corrosion. Compared to standard high alumina products for pig iron ladles, the ASC bricks show improved both corrosion resistance, in particular. Essential properties of the new product (ASC bricks) are thermal and structural spalling resistance (effect of C and SiC). Combination of the andalusite spherical bottom, the wall made of ASC bricks and repairing of linings by shootcreting, was the output of the project. Field tests, run in TŽ, confirmed that ASC bricks could level the wear, increase the service lives of the slag zone, and generally the pig iron ladles service lives up to over 1,200 heats.

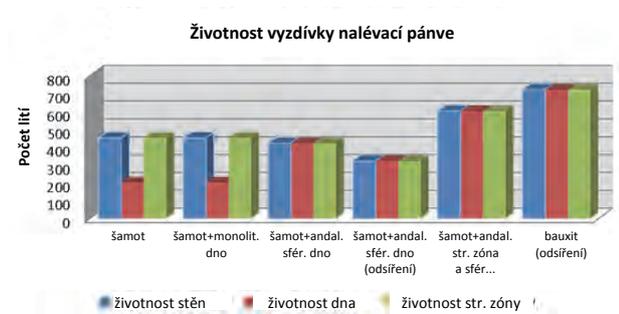
Key words: pig iron transfer ladles; high alumina bricks; lifetime of bottom and wall; corrosion resistance

Transportní nádoby pro surové železo neslouží pouze k transportu surového železa od vysoké pece k agregátu pro zkujňování, ale i ke snížení obsahu síry, fosforu a křemíku v surovém železe. Ke snížení obsahu těchto nežádoucích prvků jsou používány: okuje (ke snížení obsahu Si), CaC_2 nebo CaO v kombinaci s MgO (ke snížení obsahu S, F). Nové technologie měly významný vliv na efektivnost výroby vysokojakostních ocelí. Známý je fakt, že tyto technologické procesy probíhající v transportních nádobách (nalévací pánve, pojízdný mísič) mají negativní vliv na životnost vyzdívky těchto agregátů a jejich celkový provoz.

V roce 2008 bylo v Třineckých železárnách, a. s. (TŽ) uvedeno do provozu zařízení pro odsíření surového železa. Cílem této investiční akce bylo rozšíření možností produkce vysocejakostních ocelí na konvertorové ocelárně v TŽ. Nové technologické procesy probíhající v nálevací pánvi byly příčinou snížené životnosti vyzdívky. Životnost pracovní vyzdívky nálevací pánve je dána více faktory. Kromě provozních podmínek je životnost agregátu dána materiálovým a konstrukčním řešením vyzdívky. Dalším faktorem, který ovlivňuje provozování nálevací pánve, je technologie oprav vyzdívky v průběhu provozování tohoto agregátu.

Optimalizace vyzdívky nalévací pánve

Po uvedení zařízení pro odsíření surového železa do provozu nastal problém se sníženou životností vyzdívky nalévací pánve. Řešení tohoto problému se zaměřilo na materiálové a konstrukční řešení pracovní vyzdívky dna a stěny pánve.



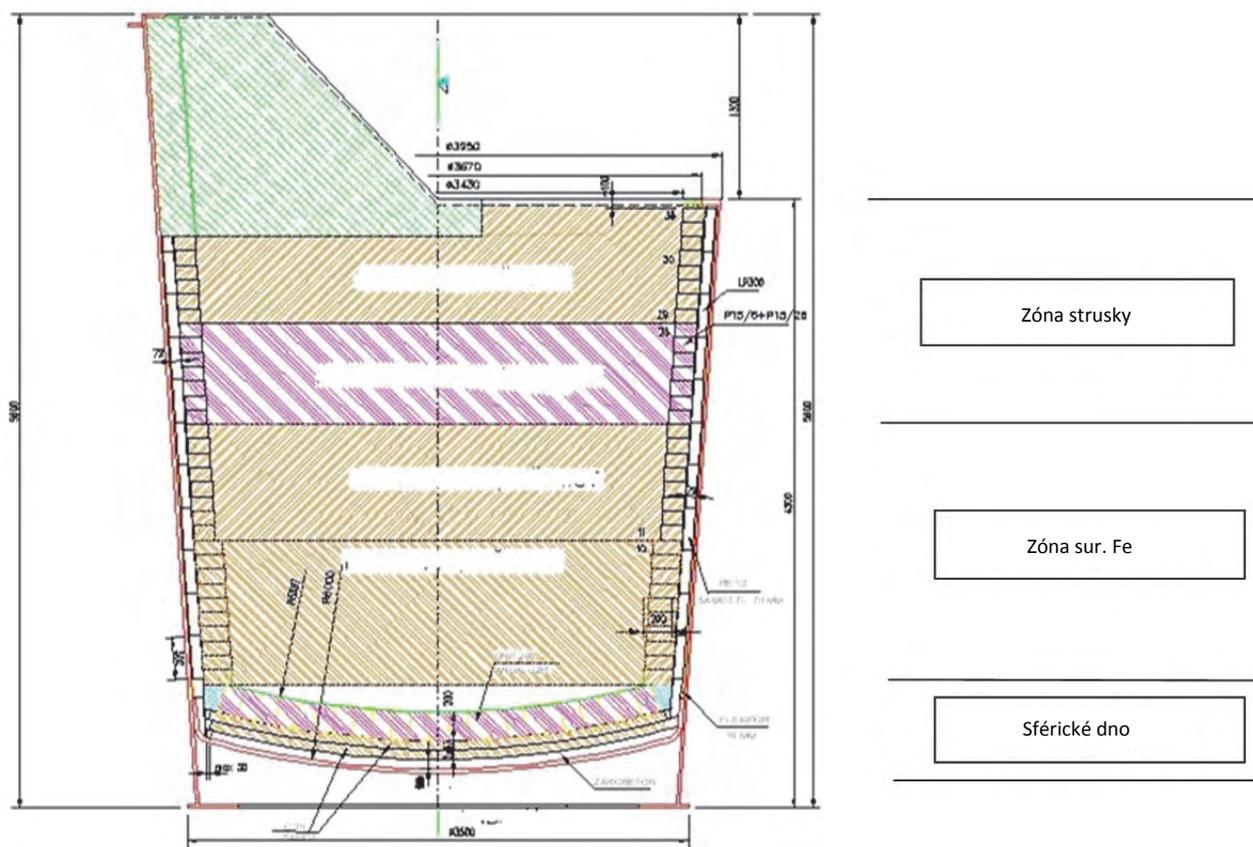
Obr. 1 Životnost dna a stěny (zóna kov a struska)
Fig. 1 Lifetime of bottom and wall (metal and slag zone)

Konstrukční řešení dna do sférického tvaru mělo eliminovat kritickou oblast, tj. oblast dopadu tekutého kovu při plnění pánve. Během provozních zkoušek byly zkoušeny tvarovky na bázi andaluzitu a bauxitu.

Stěny pánve byly rozděleny na zónu kovu a strusky. Pro vyzdění obou těchto zón byly použity tvarovky na bázi andaluzitu a bauxitu. Dosažené výsledky z provozního sledování životnosti materiálu jsou znázorněny na obr. 1.

Z obrázku je patrné, že ze všech vyzkoušených materiálů dosáhly nejdelší životnosti tvarovky zhotovené z vysocehlinitých směsí na bázi andaluzitu a bauxitu.

Ve druhé etapě optimalizace byl vývoj vyzdívky zaměřen na stěnu pánve, a to konkrétně na kritickou oblast – zónu strusky. Strusková zóna tvoří 40 % celkové plochy stěny pánve. Na základě dostupných výsledků použití různých materiálů na struskovou zónu v evropských ocelárnách a na základě laboratorních testů byly použity nepálené tvarovky na bázi $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-(SiO}_2\text{)-SiC-C}$ (ASC materiály) s pryskyřičnou vazbou. Vyzdívka nalévací pánve je znázorněna na obr. 2.



Obr. 2 Nalévací pánve na surové železo
Fig. 2 Pig iron transfer ladle

ASC materiály

ASC materiály, jejichž chemické složení udává tab. 1, ve srovnání s šamotovými nebo vysocehlinitými tvarovkami mají větší odolnost vůči korozi a zároveň lépe snášejí

tepelné šoky. Vlivem působení grafitu a SiC je dominantní vlastností ASC tvarovek vysoká odolnost proti korozi a odlupování. Grafit se vyznačuje chemickou odolností, vysokou tepelnou vodivostí a zároveň nízkou roztažností, což je podmínkou pro zmíněnou odolnost

vůči korozi a odlupování. SiC plní zároveň roli antioxidantu a brání spalování C uvnitř tvarovek.

ASC materiály jsou používány v různých modifikacích, v různých částech vyzdívky. Modifikace mají zvýraznit nebo naopak zredukovat některou vlastnost důležitou pro danou zónu. Například oxidace SiC na povrchu tvarovek je důležitá pro tvorbu ochranné vrstvy.

Tab. 1 Parametry ASC materiálů tří výrobců A, B, C

Tab. 1 Propertis of ASC materials of three producers A, B, C

Parametry	Jednotka	Výrobce		
		A	B	C
Al ₂ O ₃	(%)	77,0	77,0	73,0
SiO ₂		11,0	7,0	6,5
SiC		5,0	10,0	7,0
C		7,0	12,0	9,0
OH*	(g·cm ⁻³)	3,00	2,80	2,78
PZ**	(%)	9,0	7,0	10,9
PTL***	(MPa)	90	50	35

Poznámka: *objemová hmotnost, ** pórovitost zdánlivá, *** pevnost v tlaku za studena.

Tepelná vodivost ASC materiálu dosahuje hodnoty 1,7 – 2,1 W·m⁻¹·K⁻¹ při teplotě 800 °C, a je tedy vyšší ve srovnání s pálenými šamotovými nebo vysocelinitými tvarovkami. Tuto vlastnost je nutné kompenzovat použitím vhodných izolačních materiálů při zdění pánve.

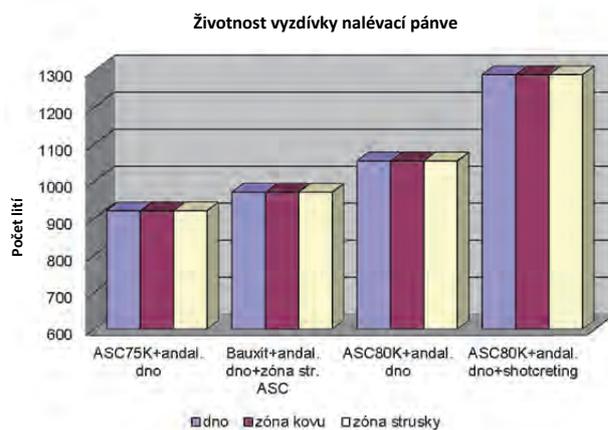
Použití kovového Al jako antioxidantu pro ochranu grafitu významně zvyšuje odolnost proti průniku strusky do vyzdívky. Al má vysokou afinitu ke kyslíku, reaguje s SiO₂ za přítomnosti C přičemž vzniká Al₂O₃ a SiC. Přítomnost C a SiC zabraňuje průniku strusky do vyzdívky.

Použití ASC materiálů

Vlastnosti ASC materiálů byly ověřeny na konvertorové ocelárně v TŽ. Jejich testování probíhalo ve třech etapách. Jako první byla testována následující varianta: andaluzitové sférické dno, stěny vyzděny ASC75K materiálem – dosažená životnost 920 lití. Druhá etapa byla realizována v kombinaci andaluzitové sférické dno – stěna (zóna tektého kovu) bauxitová – stěna (strusková část) ASC materiál – dosažená životnost 970 lití. Třetí etapa – andaluzitové sférické dno, stěny vyzděny ASC80K materiálem (vylepšená verze ASC75K) – dosažená životnost 1055 lití.

Jak již bylo výše zmíněno, životnost vyzdívky nalévací pánve ovlivňuje také použitá technologie oprav. S cílem

navýšit životnost nalévací pánve je od roku 2014 aplikována opravářská hmota na pracovní vyzdívku (shotcreting) v době odstavení pánve. Hmota je aplikována většínou 2× během životnosti vyzdívky, a to po cca 600 tavných a následně po cca 900 tavných. Dosažené výsledky jsou znázorněny na obr. 3. Z obrázku je zřejmé, že použití opravářských hmot výrazně navyšuje životnost vyzdívky nalévacích pánví v podmínkách TŽ, a. s.



Obr. 3 Životnost dna, stěny (zóna kov a zóna struska)

Fig. 3 Lifetime of bottom and wall (metal and slag zones)

Závěr

Po uvedení zařízení pro odsíření surového železa do provozu vznikl problém se sníženou životností pracovní vyzdívky nalévacích pánví. Snížená životnost byla řešena konstrukční a materiálovou optimalizací vyzdívky. Cílem této akce bylo eliminovat sníženou životnost pracovní vyzdívky provozovaných pánví po zavedení procesu odsíření na ocelárně v TŽ. Nejlepším řešením v podmínkách třínečné ocelárny je kombinace vyzdívky: sférické andaluzitové dno – stěna vyzděna tvarovkami na bázi ASC materiálu a aplikace opravářských hmot během odstavení pánve. Dosažené výsledky životnosti vyzdívky od doby zavedení procesu odsíření surového železa jsou 320 až 1288 lití, což představuje významné zlepšení provozování nalévacích pánví. Maximum odlitých taveb 1288 představuje historicky nejlepší provozní výsledek.

Literatura

- [1] NARUSE, Y. Trends of Steelmaking Refractories. *Transactions ISIJ*, 24 (1984), 783–798.
- [2] TOMŠŮ, F., PALČO, Š. *ASC a AMC žáruvzdorné materiály*. Bratislava (2011).
- [3] HONG, L., SAHAJWALLA, V. High temperature performance of Al₂O₃-2007, *Iron and Steel Technology Conference*, 1 (2007).