

Využití metody Celox SLAC[®] pro řízení desoxidace při výrobě vysoko legovaných chromových ocelí ve ŽDAS, a.s.

Use of the Celox SLAC[®] method for deoxidation control in the production of high-alloy chromium steels at ŽDAS, a.s.

Ing. Pavel FILA¹, Ph.D.; Jan KRUPA, DiS.²; Ing. Martin BALCAR, Ph.D.¹

¹ ŽDAS, a.s., Strojírenská 675/6, 591 01 Žďár nad Sázavou, Česká republika

² Heraeus Electro-Nite International N.V., Office Seekirchen, Gewerbestrasse 13, A-5201 Seekirchen, Austria

Systém a princip měření Celox SLAC[®]. Praktické výsledky z ověření měřicí metody v podmínkách moderních hutních podniků. První výsledky měření s využitím metody Celox SLAC[®] při výrobě chromových ocelí v Ocelárně divize Metalurgie ŽDAS, a.s. Posouzení záměru možné širší aplikace metody Celox SLAC[®] pro řízení desoxidace taveniny po zpracování na zařízení VD/VOD.

Klíčová slova: Celox SLAC[®]; aktivita kyslíku; desoxidace; VD/VOD

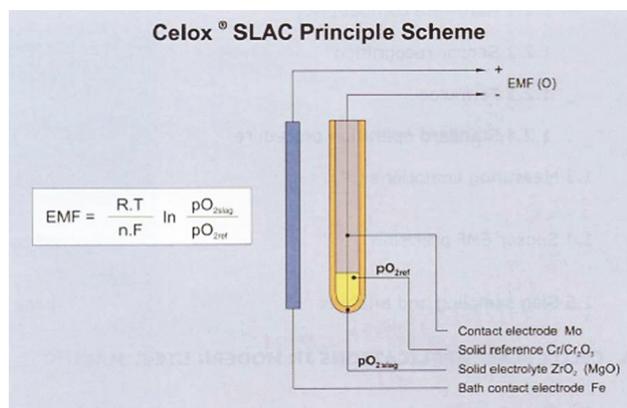
Celox SLAC[®] measuring system and principle. Practical results from the verification of the measuring method in the conditions of modern metallurgical companies. The first results of measurements using the Celox SLAC[®] method in the production of chrome steels in the Steelworks of the Metallurgy Division of ŽDAS, a.s. Design assessment of possible wider application of the Celox SLAC[®] method for control of post-processing melt deoxidation on VD/VOD equipment.

Key words: Celox SLAC[®]; oxygen activity; deoxidation; VD/VOD

1. Princip a aplikace měření aktivity kyslíku ve strusce metodou Celox SLAC[®]

Měření aktivity kyslíku ve strusce se provádí při využití elektrochemického článku dle obr. 1.

Jako elektrolyt se používá hořčíkem stabilizovaný zirkoniový článek. Při vysokých teplotách umožňuje tento pevný elektrolyt přenos iontů mezi struskou a referenčním materiálem v článku [1].



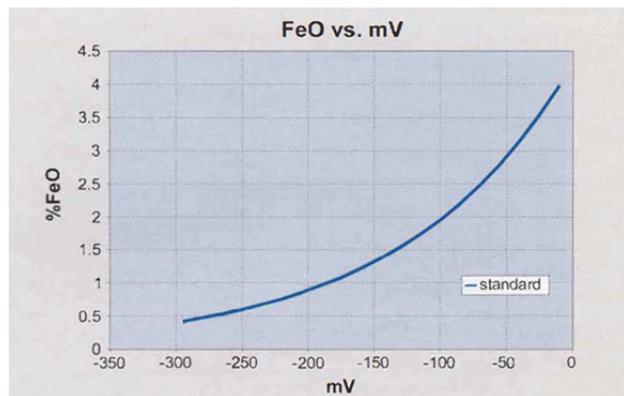
Obr. 1 Celox SLAC[®] schéma principu měření
Fig. 1 Celox SLAC[®] measurement principle

Z generovaného elektromotorického napětí (EMF) a známého parciálního tlaku kyslíku referenčního materiálu Cr/Cr₂O₃, lze vypočítat parciální tlak kyslíku ve strusce pomocí Nernstova zákona:

$$E = \frac{RT}{nF} \ln \frac{p_{O_2 \text{ slag}}}{p_{O_2 \text{ ref}}}$$

- Kde: E - elektromotorická síla působící na elektrochemický článek [mV]
R - molární plynová konstanta [J·mol⁻¹·K⁻¹]
T - termodynamická teplota [K]
n - počet elektronů zapojených do elektrochemické reakce na mol O₂
F - Faradayova konstanta [C·mol⁻¹]
p_{O₂ slag}, p_{O₂ ref} - parciální tlak kyslíku ve strusce a referenčním materiálu (Cr/Cr₂O₃)

Dle Nernstovy rovnice je signál senzoru E (mV) v přímém vztahu s parciálním tlakem kyslíku ve strusce. Závislost mezi hodnotou napětí na článku a obsahem oxidu železnatého v ocelářské strusce uvádí obr. 2.



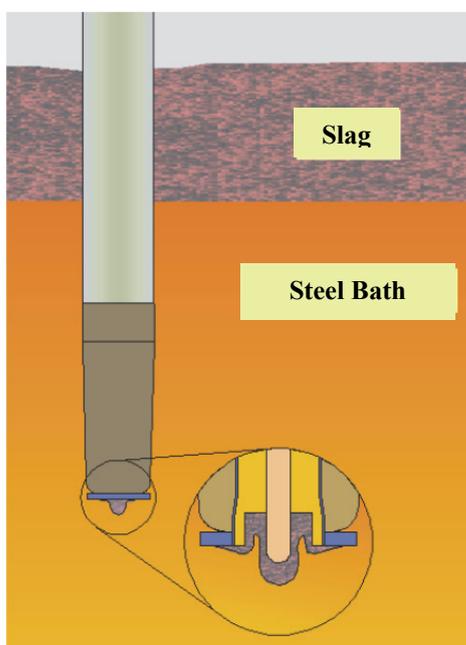
Obr. 2 Závislost E (mV) na článku a FeO ve strusce
Fig. 2 Dependence of E (mV) on the cell and FeO in the slag

Na základě uvedené závislosti E (mV) na obsahu oxidu železnatého v ocelářské strusce bylo vyvinuto a ověřeno zařízení Celox SLAC[®].

Průmyslově aplikovatelný přístroj zahrnuje vyhodnocovací zařízení iM² Sensor Lab, ponorné kopie s kompenzačním vedením a speciální měřicí sondy Celox SLAC[®]. Standardní měření probíhá dle následujícího postupu:

Přístroj iM² Sensor Lab je zapnut a připojen k hardwaru. Zařízení automaticky detekuje přítomnost sondy Celox SLAC[®].

Sonda Celox SLAC[®] je ponořena přes strusku do taveniny, jak je schematicky znázorněno na obr. 3.



Obr. 3 Měření obsahu FeO ve strusce sondou Celox SLAC[®]
Fig. 3 Measurement of FeO content in slag with the Celox SLAC[®] probe

Při průchodu struskou do oceli se zirkoniový elektrolyt pokryje malým množstvím strusky, které je určeno pro

vyhodnocení E (mV) a následné stanovení obsahu oxidu železnatého ve strusce.

Pro dosažení dobrých výsledků měření a zamezení poškození elektrolytu, je potřeba sondu ponořit pouze přes tekutou strusku. Těsně před měřením se snižuje nebo úplně zastavuje dmýchání inertního plynu do oceli. Měření sondou Celox SLAC[®] se provádí přednostně před měřením teploty, aktivity kyslíku nebo odběrem vzorku vzorkovačem. Po vyhodnocení měření a stanovení hodnoty E (mV) je na základě rovnice empiricky odvozené funkční závislosti elektromotorického napětí na koncentraci oxidu železnatého v ocelářské strusce vypočtena hodnota FeO (hm.%) ve strusce.

Výsledná naměřená hodnota může být využita jako parametr pro efektivní řízení tavby z pohledu desoxidace strusky a oceli. Procesy, které vyžadují rychlé zásahy do technologie na základě znalosti úrovně desoxidace strusky a tekutého kovu, mohou bez laboratorní analýzy chemického složení oceli a strusky, odběrů vzorků pro stanovení koncentrace kyslíku v oceli a čekání na výsledky laboratorních a měření, realizovat kroky pro rychlou a účinnou desoxidaci taveniny. Především hutní výroba oceli navazující na zařízení pro plynulé odlévání kovu vyžaduje operativní řízení tavby. Současně však zařízení nabízí příležitost optimalizace procesu desoxidace taveniny při výrobě vysokolegovaných chromových ocelí, které využívají procesy typu AOD a VOD.

Praktické ověření metody Celox SLAC[®] a analýzy získaných prvních výsledků při použití ve výrobě nízkolegovaných ocelí technologií vakuového odplynění a vysokolegovaných chromových ocelí technologií vakuového oxidačního oduhlíčení na zařízení VD/VOD v podmínkách Ocelárny ŽĎAS, a.s. uvádí následující část příspěvku.

2. Metoda Celox SLAC[®] a výsledky měření oceli vyráběné technologií VD

Měření koncentrace FeO ve strusce při výrobě oceli technologií VD má význam z pohledu optimalizace desoxidacího procesu v případech, kdy na zařízení sekundární metalurgie, pánvové peci (LF), dochází ke zpracování neuklidněné oceli z elektrické obloukové peci (EOP), která není vybavena pro zajištění odpichu bez pecní strusky, jak umožňuje např. technologie excentrického půdního odpichu (EBT). Přítomnost oxidační pecní strusky z EOP v rafinační pánvi LF, vyžaduje specifický přístup k následnému zpracování taveniny. Zejména hmotnost a chemické složení strusky, koncentrace snadno redukovatelných oxidů železa, manganu a chromu, určují následnou spotřebu desoxidacího přísad. Aby mohlo být stanoveno efektivní množství přísad pro snížení koncentrace kyslíku v tavenině strusky a oceli, je výhodné kombinovat měření aktivity kyslíku v oceli a_O s metodou Celox SLAC[®] pro stanovení koncentrace FeO ve strusce.

V podmínkách Ocelárny ŽĎAS, a.s. bylo nejdříve provedeno ověření výsledků měření metodou Celox SLAC[®] při výrobě středně legovaných chrom-nikl-molybdenových ocelí (dle ČSN EN značené 34CrNiMo6 a 30CrNiMo8). Tab. 1 uvádí identifikaci provedených

měření dle výrobní fáze, čísla tavby a jakosti oceli. Uvedeno je chemické složení taveniny kovu v okamžiku odběru vzorků pro stanovení chemického složení strusky, měření teploty oceli, aktivity kyslíku v oceli a obsahu FeO ve strusce.

Tab. 1 Chemické složení oceli v dané fázi výroby procesem VD při realizaci měření

Tab. 1 Chemical composition of steel at a given stage of production by the VD process during measurement

fáze	Tavba	jakost	Chemické složení oceli v dané fázi výroby (hm.%)								
			C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Al
LF _{start}	292112	34CrNiMo6	0.24	0.37	0.11	0.006	0.018	1.10	1.50	0.20	0.060
	292113	34CrNiMo6	0.26	0.30	0.09	0.006	0.012	0.89	1.53	0.19	0.081
	481025	34CrNiMo6	0.29	0.39	0.19	0.007	0.009	1.22	1.54	0.18	0.102
	292116	34CrNiMo6	0.29	0.29	0.15	0.007	0.008	1.26	1.49	0.17	0.110
	481032	30CrNiMo8	0.26	0.49	0.20	0.016	0.008	1.62	1.64	0.29	0.103
VD _{konec}	292112	34CrNiMo6	0.35	0.61	0.23	0.007	0.003	1.54	1.55	0.20	0.022
	292113	34CrNiMo6	0.36	0.58	0.21	0.007	0.008	1.54	1.50	0.19	0.019
	481025	34CrNiMo6	0.34	0.59	0.28	0.008	0.002	1.51	1.52	0.18	0.026
	292116	34CrNiMo6	0.35	0.58	0.25	0.007	0.001	1.51	1.52	0.18	0.022
	481032	30CrNiMo8	0.29	0.56	0.25	0.016	0.002	1.93	1.98	0.33	0.021

Z tab. 1 je zřejmé, že ověřování metody Celox SLAC[®] bylo v případě pěti taveb provedeno ve dvou fázích výroby oceli: LF_{start} fáze tavby po odpichu kovu z EOP do rafinační pánve a zahájení zpracování na pánvové peci. Ocel je uklidněna přísadou hliníku a zakryta tekutou struskou, která je tvořena kusovým vápnem a určitým podílem pecní oxidační strusky, VD_{konec} fáze tavby

po zpracování taveniny ve vakuu metodou VD. Výsledky laboratorní analýzy chemického složení strusky, teploty, aktivity kyslíku v kovu měřené kombinovanou sondou CELOX, koncentrace kyslíku v oceli stanovené na zařízení LECO ze vzorků odebíraných metodou T.O.S. a výsledek měření obsahu FeO ve strusce metodou Celox SLAC[®] pro jednotlivé případy uvádí tab. 2.

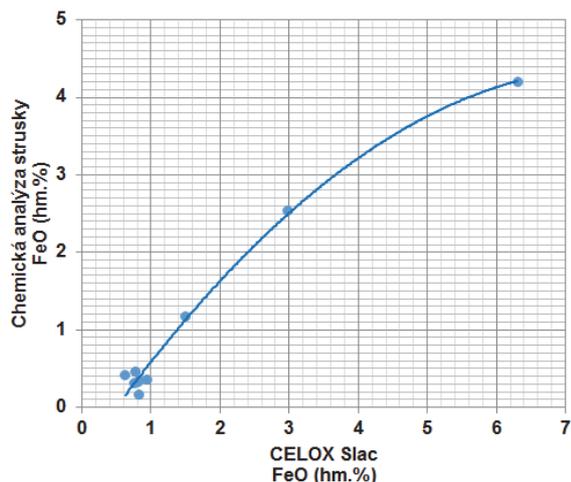
Tab. 2 Chemické složení strusky a realizovaná měření v dané fázi výroby procesem VD

Tab. 2 The chemical composition of the slag and the measurements carried out at the given stage of production by the VD process

fáze	Tavba	jakost	Chemické složení strusky v dané fázi výroby (hm.%)										T (°C)	a _[O] (ppm)	[FeO] (hm.%)	[O] (ppm)
			MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	S	Cr ₂ O ₃	MnO	FeO	FeO+MnO					
LF _{start}	292112	34CrNiMo6	9.41	29.3	9.84	43.8	0.09	1.22	3.09	2.53	5.63	1596	2.7	2.98	51.0	
	292113	34CrNiMo6	7.25	29.0	9.51	43.5	0.09	2.28	3.53	4.20	7.73	1609	2.3	6.30	30.5	
	481025	34CrNiMo6	6.68	29.7	7.21	54.7	0.26	0.07	0.15	0.46	0.61	1618	2.2	0.77	21.2	
	292116	34CrNiMo6	4.50	29.0	6.34	58.8	0.16	0.06	0.14	0.42	0.56	1599	2.1	0.63	19.6	
	481032	30CrNiMo8	6.55	25.9	8.46	57.5	0.46	0.06	0.11	0.31	0.42	1620	2.5	0.76	27.2	
VD _{konec}	292112	34CrNiMo6	13.9	31.0	9.93	43.2	0.43	0.15	0.25	0.35	0.61	1555	3.5	0.95	14.5	
	292113	34CrNiMo6	11.0	33.9	12.0	40.3	0.16	0.27	0.57	1.17	1.74	1558	2.7	1.49	20.6	
	481025	34CrNiMo6	8.32	38.0	4.42	47.5	0.44	0.04	0.20	0.35	0.55	1559	2.9	0.83	12.5	
	292116	34CrNiMo6	9.08	38.9	3.84	46.6	0.35	0.11	0.13	0.33	0.46	1557	3.3	0.80	14.0	
	481032	30CrNiMo8	8.99	32.2	6.59	50.7	0.63	0.03	0.06	0.16	0.22	1552	3.5	0.83	11.4	

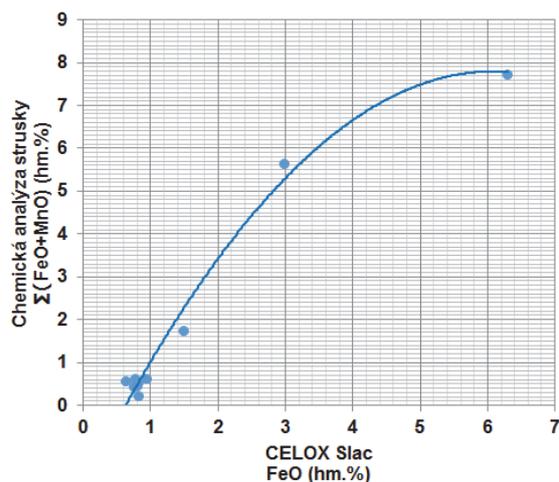
Výsledky analýzy chemického složení strusky uvedené v tab. 2, pro konkrétní případy měření, zahrnují koncentrace standardních složek rafinačních strusek (CaO, Al₂O₃, SiO₂, MgO, P₂O₅<0.02%), dále koncentraci síry a dále redukovatelné oxidy MnO, FeO, Cr₂O₃, které jsou jedním z ukazatelů aktivity kyslíku a úrovně desoxidace oceli a strusky. Koncentrace oxidu železnatého byly ve struskách laboratorně stanoveny v rozmezí hodnot od 0,22hm.% až po 7,73hm.% FeO.

Rozpětí zjištěných hodnot poskytuje technicky významné koncentrace oxidů ve strusce pro ověření měření obsahu FeO metodou Celox SLAC[®]. Porovnání koncentrací FeO ve strusce naměřených metodou Celox SLAC[®] a stanovených chemickou analýzou dle tab. 2 znázorňuje obr. 4. Následující obr. 5 porovnává součet koncentrací redukovatelných oxidů (FeO+MnO) ve strusce stanovených chemickou analýzou s hodnotami FeO ve strusce naměřenými metodou Celox SLAC[®].



Obr. 4 Porovnání obsahu FeO ve strusce dle chemické analýzy a měření sondou Celox SLAC[®]

Fig. 4 Comparison of FeO content in slag according to chemical analysis and measurement with the Celox SLAC[®] probe



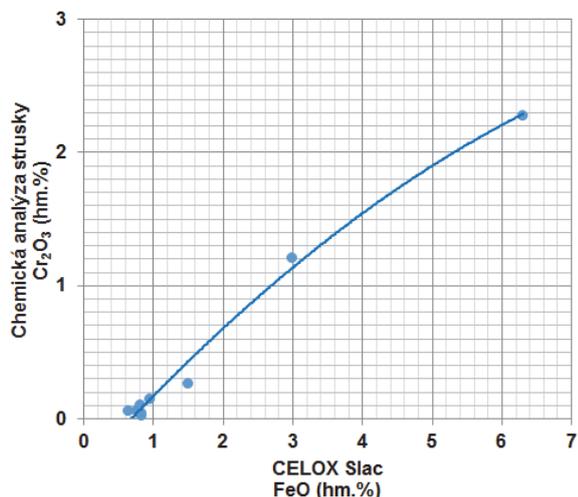
Obr. 5 Porovnání koncentrace (FeO+MnO) ve strusce dle chemické analýzy a měření FeO sondou Celox SLAC[®]

Fig. 5 Comparison of the concentration (FeO+MnO) in the slag according to chemical analysis and FeO measurement with the Celox SLAC[®] probe

Obr. 4 potvrzuje závislost koncentrací FeO ve strusce naměřených metodou Celox SLAC[®] na obsahu oxidu železnatého dle laboratorních analýz. Z tab. 2 je zřejmé, že v případech, kdy nebyla provedena dostatečná desoxidace oceli a strusky, obsahuje struska kromě oxidů železa další redukovatelné oxidy MnO a Cr₂O₃. Z provedeného porovnání naměřených hodnot FeO ve strusce s hodnotami součtu koncentrací (FeO+MnO) dle obr. 5 vyplývá, že měření může poskytovat informaci nejen o koncentraci FeO, ale také o koncentraci MnO. Grafy sestaveny z reálných hodnot v software EXCEL.

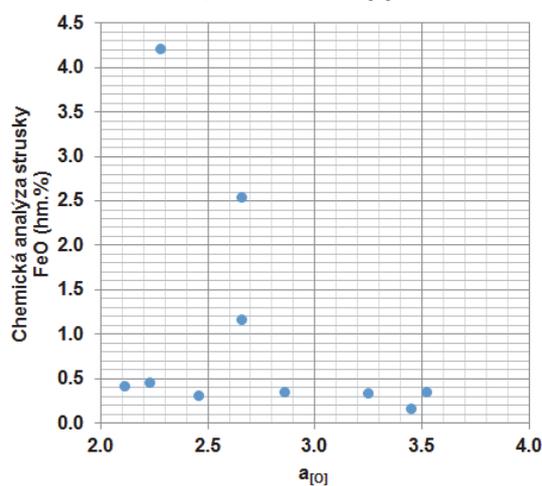
Využití měření FeO ve strusce metodou Celox SLAC[®] při výrobě středně legovaných tavenin technologií VD předpokládá, že v případě naměření určité koncentrace FeO ve strusce, budou přítomny rovněž oxidy manganu a chromu. Proto bylo provedeno porovnání naměřených koncentrací FeO ve strusce s hodnotami Cr₂O₃ zjištěnými laboratorní analýzou strusky. Výsledky uvádí obr. 6.

V případě vyšších koncentrací FeO ve strusce, lze teoreticky předpokládat také vyšší aktivitu kyslíku v kovu a_[O]. Porovnání laboratorně zjištěné koncentrace FeO ve strusce s aktivitou kyslíku v kovu a_[O] uvádí obr. 7.



Obr. 6 Porovnání obsahu FeO ve strusce dle chemické analýzy a měření sondou Celox SLAC[®]

Fig. 6 Comparison of FeO content in slag according to chemical analysis and measurement with the Celox SLAC[®] probe



Obr. 7 Porovnání obsahu FeO ve strusce dle chemické analýzy a naměřené aktivity kyslíku v oceli

Fig. 7 Comparison of FeO content in slag according to chemical analysis and measured oxygen activity in steel

Dle obr. 6 je zřejmá závislost výsledku měření FeO ve strusce metodou Celox SLAC[®] na hodnotách Cr₂O₃ zjištěných laboratorní analýzou strusky. Z obr. 7 je patrné, že aktivita kyslíku v kovu a_[O] není pro dané koncentrace kyslíku parametr závislý na reálné úrovni FeO, resp. předpokládaného obsahu MnO a Cr₂O₃ ve strusce.

Na základě výsledků ověření metody Celox SLAC[®] při výrobě středně legovaných ocelí lze předpokládat, že uvedená metoda může být použita pro optimalizaci desoxidace oceli a strusky při výrobě vysoko legovaných chromových ocelí technologií VOD.

3. Metoda Celox SLAC[®] a výsledky měření oceli vyráběné technologií VOD

Ověření výsledků měření metodou Celox SLAC[®] při výrobě vysoko legovaných Cr-Ni-Mo ocelí (dle ČSN EN

značené X3CrNiMo134 a GX3CrNi134) bylo provedeno na 5ti tavbách. Tab. 3 uvádí identifikaci provedených měření dle výrobní fáze, čísla tavby a jakosti oceli. Uvedeno je chemické složení taveniny kovu v okamžiku realizace odběrů vzorků a měření.

Tab. 3 Chemické složení oceli v dané fázi výroby procesem VOD při realizaci měření

Tab. 3 Chemical composition of steel at a given stage of production by the VOD process during measurement

fáze	Tavba	jakost	Chemické složení oceli v dané fázi výroby								
			C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Al
VOD _{red}	481034	X3CrNiMo134	0.01	0.69	0.17	0.021	0.016	12.80	4.05	0.44	0.004
	481035	X3CrNiMo134	0.02	0.68	0.41	0.025	0.002	12.85	4.25	0.45	0.018
	481039	GX3CrNi134	0.02	0.61	0.42	0.019	0.003	13.10	3.85	0.61	0.014
	481040	GX3CrNi134	0.03	0.68	0.18	0.021	0.007	13.15	4.07	0.62	0.007
	292133	GX3CrNi134	0.02	0.62	0.32	0.018	0.003	12.85	3.85	0.61	0.011
VOD _{konec}	481034	X3CrNiMo134	0.02	0.70	0.30	0.021	0.006	13.00	4.05	0.44	0.008
	481035	X3CrNiMo134	0.02	0.68	0.40	0.024	0.002	12.90	4.25	0.44	0.015
	481039	GX3CrNi134	0.02	0.66	0.41	0.018	0.002	13.10	3.95	0.61	0.013
	481040	GX3CrNi134	0.03	0.68	0.27	0.020	0.007	13.10	4.00	0.62	0.007
	292133	GX3CrNi134	0.02	0.65	0.35	0.018	0.002	12.90	3.85	0.61	0.004

Tab. 3 uvádí dvě fáze výroby oceli: VOD_{red} fáze tavby na zařízení VD/VOD, kdy je ukončen proces VOD a koncentrace kyslíku v tavenině byla snížena vakuovou uhlíkovou desoxidací (VCD) a vakuovým zpracováním (VD) po přísadě strusky z kusového vápna se směsí ferossilicia a hliníkových housek a VOD_{konec} fáze tavby před zahájením odlévání oceli do kokil nebo forem.

Výsledky laboratorní analýzy chemického složení strusky, teploty, aktivity kyslíku v kovu měřené kombinovanou sondou CELOX, koncentrace kyslíku v oceli stanovené na zařízení LECO ze vzorků odebraných metodou T.O.S. a výsledek měření obsahu FeO ve strusce metodou Celox SLAC[®] pro jednotlivé případy uvádí tab. 4.

Tab. 4 Chemické složení strusky v dané fázi výroby procesem VOD při realizaci měření

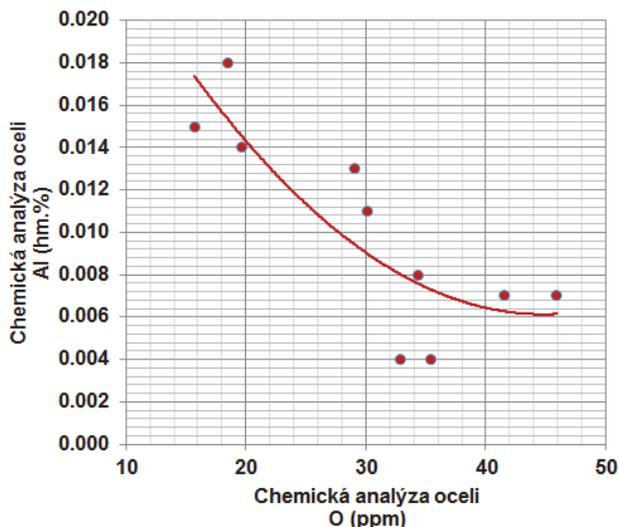
Tab. 4 Chemical composition of the slag in the given stage of production by the VOD process during the implementation of the measurement

fáze	Tavba	jakost	Chemické složení strusky v dané fázi výroby									T (°C)	a _[O] (ppm)	(FeO) (hm.%)	[O] (ppm)
			MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	S	Cr ₂ O ₃	MnO	FeO					
VOD _{red}	481034	X3CrNiMo134	8.53	35.2	11.6	42.0	0.25	0.66	0.58	0.45	1615	15.0	-	35.8	
	481035	X3CrNiMo134	6.35	35.1	5.95	51.3	0.29	0.13	0.10	<0,25	1594	5.9	-	19.6	
	481039	GX3CrNi134	11.1	32.8	6.67	48.0	0.44	0.15	0.08	<0,25	1598	7.3	-	18.9	
	481040	GX3CrNi134	11.8	30.6	12.2	41.9	0.15	0.55	0.44	0.42	1634	14.8	-	43.6	
	292133	GX3CrNi134	8.10	33.1	7.22	50.0	0.46	0.22	0.12	<0,25	1572	9.5	-	29.0	
VOD _{konec}	481034	X3CrNiMo134	7.88	30.4	10.8	49.3	0.33	0.23	0.23	<0,25	1568	7.3	1.01	33.3	
	481035	X3CrNiMo134	6.23	33.6	9.71	49.2	0.28	0.11	0.07	<0,25	1566	5.7	-	14.4	
	481039	GX3CrNi134	11.3	32.5	6.50	48.6	0.41	0.08	0.05	<0,25	1569	5.7	0.82	29.6	
	481040	GX3CrNi134	11.7	30.5	12.4	42.0	0.15	0.50	0.41	0.35	1591	8.6	1.12	41.4	
	292133	GX3CrNi134	8.18	32.8	7.34	50.3	0.44	0.11	0.14	<0,25	1593	7.2	-	32.2	

Z tab. 4 je zřejmé, že výsledky měření FeO ve strusce jsou uvedena pouze ve třech případech. Chybějící měření ve fázi VOD_{red} nebyla realizována z důvodu umístění měřícího zařízení na LF a ve fázi VOD_{konec} vyhodnocení výsledků měření neproběhlo korektně a výsledná hodnota koncentrace FeO proto nebyla stanovena. Přesto byla získána některá data, která lze použít k úvodnímu

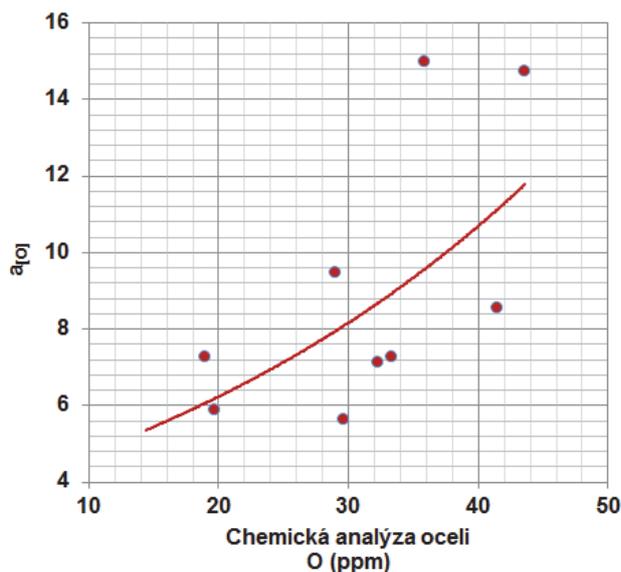
hodnocení možností využití metody Celox SLAC[®]. Výsledky měření byly využity pro posouzení závislosti naměřených hodnot.

Obr. 8 uvádí závislost koncentrace kyslíku na obsahu celkového hliníku v oceli. Obr. 9 dokládá závislost hodnoty aktivity a koncentrace kyslíku v oceli.



Obr. 8 Závislost koncentrace kyslíku na celkovém obsahu hliníku v oceli

Fig. 8 Dependence of oxygen concentration on the total aluminum content in steel



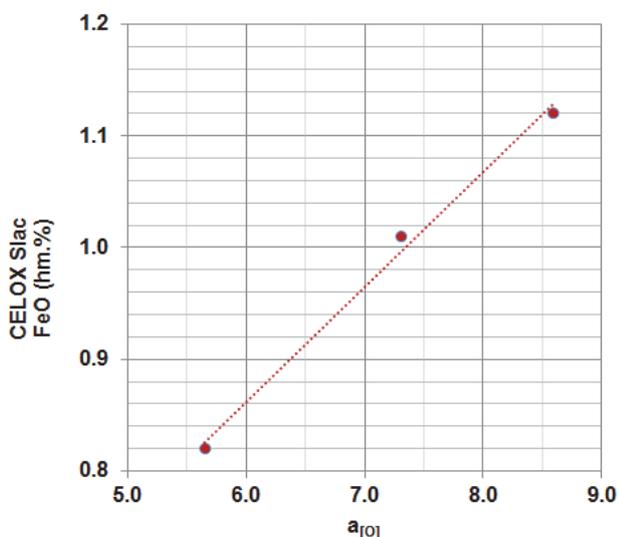
Obr. 9 Závislost aktivity kyslíku na koncentraci kyslíku v oceli

Fig. 9 Dependence of oxygen activity on oxygen concentration in steel

Z obr. 8 je patrná relativně vysoká závislost koncentrace kyslíku v oceli na obsahu celkového hliníku. Je zřejmé, že s rostoucím obsahem hliníku v oceli významně klesá koncentrace kyslíku. Výrobní předpisy pro martenzitické oceli však nedovolují použití hliníku na desoxidaci v množství, které by znamenalo konečnou koncentraci hliníku vyšší než 0.015 hm.%. Proto je nezbytné množství přidávaného hliníku přesně řídit a k tomu je nezbytná znalost koncentrace kyslíku v oceli a ve strusce. Z obr. 9 vyplývá závislost aktivity kyslíku na koncentraci kyslíku v oceli.

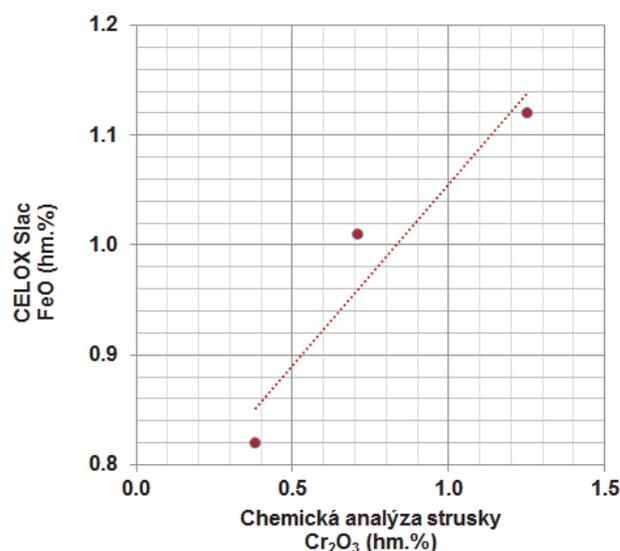
Na základě potvrzení závislosti koncentrace kyslíku v tavenině na aktivitě kyslíku v oceli bylo na obr. 10

provedeno posouzení shody aktivity kyslíku v oceli s hodnotou měření obsahu FeO ve strusce. Rozložení tří bodů naznačuje možný trend závislosti obsahu FeO ve strusce na aktivitě kyslíku v oceli, což je v souladu s teoretickým předpokladem. Provedená porovnání výsledků měření a analýz dovolují vyvodit předpoklad, že měření koncentrace FeO ve strusce, pro případ výroby oceli technologií VOD, poskytne rovněž informaci o koncentraci MnO a Cr₂O₃. Porovnání výsledku měření FeO ve strusce sondou Celox SLAC[®] s koncentrací Cr₂O₃ ve strusce, pro případ taveniny zpracované technologií VOD, uvádí obr. 11.



Obr. 10 Porovnání aktivity kyslíku v oceli s hodnotou FeO ve strusce naměřené sondou Celox SLAC[®]

Fig. 10 Comparison of oxygen activity in steel with FeO value in slag measured by Celox SLAC[®] probe



Obr. 11 Závislost obsahu FeO ve strusce (měřeno Celox Slac) na obsahu Cr₂O₃ ve strusce

Fig. 11 Dependence of FeO content in the slag (measured by Celox Slac) on the Cr₂O₃ content in the slag

Na základě provedených měření a potvrzení závislosti konkrétních výrobních parametrů, také s ohledem na rozložení tří bodů definovaných hodnotami měření obsahu FeO a analyzované koncentraci Fe₂O₃ ve strusce (viz obr. 11), můžeme považovat pokračování práce na optimalizaci desoxidace chromových ocelí vyráběných technologií VOD za opodstatněné. Lze předpokládat, že měření koncentrace FeO ve strusce metodou Celox SLAC[®] může poskytnout rychlou a poměrně přesnou informaci o koncentraci redukovatelných oxidů železa, manganu a chromu.

4. Závěr

Cílem práce, je posouzení možnosti využití měřicí metody Celox SLAC[®] pro řízení desoxidace taveniny a strusky v průběhu zpracování taveb na zařízení VD/VOD.

Na základě výsledků z měření při výrobě středně legovaných ocelí, které jsou ve shodě s teoretickými předpoklady, bylo přistoupeno k ověření možnosti využití metody Celox SLAC[®] pro optimalizaci desoxidace oceli a strusky vysoko legovaných chromových tavenin

zpracovaných technologií VOD. Trendy závislosti procesních parametrů na koncentraci FeO, změřené metodou Celox SLAC[®], naznačují jejich možné využití v praxi.

Pro úspěšnou optimalizaci desoxidace vysoce legovaných chromových ocelí s využitím metody Celox SLAC[®], je nutné pokračovat v měření a sběru dat a teprve na základě vyhodnocení většího množství údajů lze stanovit objektivní závěry. Z těchto závěrů pak mohou vyplynout konkrétní návrhy na změny ve způsobu vedení desoxidace.

Důležitou součástí každé optimalizace je technické a ekonomické zhodnocení, které bude následovat. Od této optimalizace očekáváme především standardizaci procesu desoxidace, zvýšení stupně odsíření a v neposlední řadě zvýšení čistoty v vyráběné oceli.

LITERATURA

- [1] Ing. R. MAES, Heraeus Electro-Nite, Celox SLAC[®] applications in modern steel making. Company prospectus, 10/2001

Česko-německý workshop propojí akademiky a zástupce průmyslu

Navázat užší spolupráci s průmyslovými podniky je jedním z cílů 2. česko-německého workshopu pro průmyslový výzkum a inovace, který pod názvem Řešení energetických systémů pro budoucnost pořádá 15. listopadu 2022 na Velvyslanectví Spolkové republiky Německo Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava spolu s partnery z Fraunhoferovy inovační platformy aplikované umělé inteligence pro materiály a výrobu.

„Na workshopu představíme možnosti spolupráce Fraunhoferovy inovační platformy, Fraunhofer Innovation Platform for Applied Artificial Intelligence for Materials & Manufacturing at VSB – Technical University of Ostrava (FIP-AI@VSB-TUO), a to buď na smluvní nebo projektové bázi. Tímto se snažíme dále rozvíjet možnosti spolupráce s aplikační sférou v různých oblastech technických oborů,“ řekla ředitelka FIP-AI@VSB-TUO a prorektorka pro vědu a výzkum Jana Kukutschová.

FIP-AI@VSB-TUO je jediná inovační platforma významné německé výzkumné instituce v České republice, která se zabývá výzkumem a rozvojem velkého potenciálu technologií řízení energie, umělé inteligence (AI) a inteligentní výroby v průmyslu. „Zatímco VŠB-TUO do spolupráce vkládá znalosti v oblasti umělé inteligence a počítačů nové generace, Fraunhofer ICT nabízí zkušenosti v oblasti materiálového výzkumu a energetických systémů a Fraunhofer IWU v oblasti výrobních technologií a výroby. Spojení těchto kompetencí umožňuje partnerům nabízet mimořádně výkonná řešení pro celý průmyslový hodnotový řetězec,“ doplnila Kukutschová.

Na semináři vystoupí zástupci všech partnerů zapojených do inovační platformy a také zástupci CzechInvestu a Technologické agentury ČR.

– z tiskové zprávy –