

## Metalurgický odpad a jeho využití

### Metallurgy Waste and its Utilisation

Ing. Hana Ovčáčková, Ph.D.; doc. Ing. Jozef Vlček, Ph.D.; Ing. Mario Machů, Ph.D.

VŠB – Technická univerzita Ostrava; Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství, Regionální materiálově technologické výzkumné centrum, 17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava-Poruba, Česká republika

*S výrobou surového železa a oceli je spjata produkce odpadů různé povahy a vlastností. Nejznámějším velkoobjemovým odpadem s již osvědčeným využitím je zchlazená (granulovaná) vysokopecní struska. Kromě strusky se produkují i jiné metalurgické odpady, které mají potenciál využitelnosti. Takovými odpady jsou okuje a odprašky z aglomerace. Okuje a odprašky vznikají v každém hutním podniku. Vzhledem k jejich chemické povaze, a to především vzhledem k obsahu železitých oxidů, mohou být tyto materiály využívány jako pigment. Pigmenty, především železité, mají široké uplatnění v různých průmyslových oblastech. Článek se zaměřuje na charakterizaci okují a odprašků z hlediska chemického složení, granulometrie, strukturní mikroanalýzy. Dále práce popisuje návrh pro přípravu glazur a engob z těchto odpadních látek. Kromě toho byly tyto materiály použity pro obarvení betonových směsí. Výsledné barevnosti, tedy hodnoty  $L^*a^*b^*$ , byly stanoveny spektrofotometrem a vyhodnoceny.*

**Klíčová slova:** pigment; okuje; odprašky; glazura; engoba

*Iron and steel production is associated with secondary production of wastes of different properties and characteristics. The most famous high-volume waste is (granulated) blast furnace slag, which has practical use. Besides producing slag also other metallurgical wastes are produced, which are formed during technological process and they have the potential usefulness. These are wastes, such as scale and dusts from sintering. Scale and dust are generated in each metallurgical company. These materials can be reused in the production, or they can be dumped at a landfilled. Optimal chemical composition of these materials predetermines them for another application. These materials can be used as a pigment due to their chemical properties, mainly content of ferric oxides. Pigments, especially iron pigments, are widely used in various industrial fields, for example in ceramic industry, civil engineering, stationery, printing, etc. Pigments can be natural or synthetic. Nowadays most pigments can be prepared in laboratory through chemical process. The article focuses on the characterization of scale and dust in terms of chemical composition, particle size and structural microanalysis. Experiment describes the preparation of glazes and engobes and their application on ceramic body. Glaze is a vitreous coating on the surface of a ceramic body. Glaze has an impact on the technical and esthetical properties. Engobe is a coating of fine ceramic materials of suitable chemical composition, applied on raw ceramic product. After firing it has different properties than glaze. It is non vitreous and it is used for surface treatment. Furthermore, these materials were used for colouring of concrete mixtures. The resulting colours, thus  $L^*a^*b^*$ , were determined by a spectrophotometer and evaluated.*

**Key words:** pigment; scale; dust; glaze; engobe

Využití odpadů pro produkci pigmentů limituje mnoho faktorů. Je nutné podstoupit určitou škálu procesů pro jejich uplatnění a zavedení do výrobní praxe. Odpady jsou materiálově využitelné tehdy, pokud nemají negativní vliv na životní prostředí a splňují všechny potřebné technické parametry. Nové využití metalurgického odpadu patří mezi klíčové a často diskutované otázky v Moravskoslezském kraji. Není to problematika nová, ale stále se hledají kroky a postupy, jak s odpady užitečně nakládat. Kromě hlavních odpadů jako je struska, popílek aj., se našla možnost využít i jiné metalurgické odpady, které mohou být použity jako pigmenty.

Pigmenty, a to především železité, obsahující wüstit  $\text{FeO}$ , magnetit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  a hematit  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , mají široké uplatnění v různých průmyslových odvětvích, jako je výroba smaltů, gumárenství, výroba papíru, stavební průmysl

(např. probarvování zámkové dlažby, střešní krytiny, omítkových směsí, asfaltu), barev v keramickém průmyslu a při barvení plastů. Roste zájem o pigmenty na bázi oxidů železa, jež splňují podmínku netoxicity, chemické stálosti, trvanlivosti a možnosti úprav široké škály barevných odstínů při nízkých nákladech [1].

Pigmenty jsou definovány jako jemnozrnné, barevné sloučeniny, nerozpustné ve vodě a pojivech. Převážná část pigmentů je konstituovaná na bázi oxidů. Důvodem je vysoká stabilita oxidů v roztavené silikátové glazuře. Pigmenty se rozdělují na anorganické a organické a podle svého vzniku na syntetické a přírodní. V keramickém průmyslu se pigmenty používají pro přípravu glazur. Glazura je skelný povlak na povrchu keramického produktu. Z estetického hlediska glazura zlepšuje vzhled výrobku, hladkost, lesk, barevnost

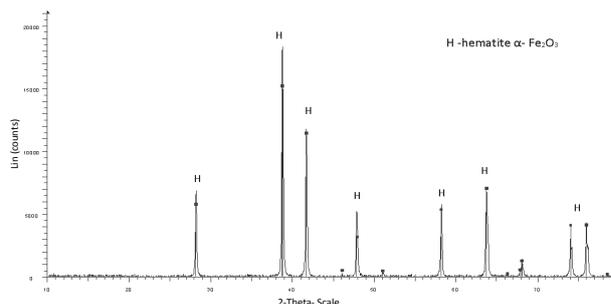
povrchu, z technického hlediska uzavírá pórovitost střepu, zvyšuje mechanickou pevnost glazovaného tělesa. Glazura je složena z několika druhů pigmentů založených na oxidech, které tam vnášejí právě ty barvy a vlastnosti, které jsou finálně požadovány.

Pigmenty musí vykazovat tepelnou a chemickou stabilitu za vysokých teplot a musí být inertní k chemickému působení roztavené glazury. V minulosti se pro barvení do červena používaly rumělky neboli červené hlíny. V současné době je většina železitých pigmentů syntetického původu. Existuje hned několik metod na jejich výrobu, např. tepelný rozklad solí železa, srážecí procesy, nebo redukce organických sloučenin železa.

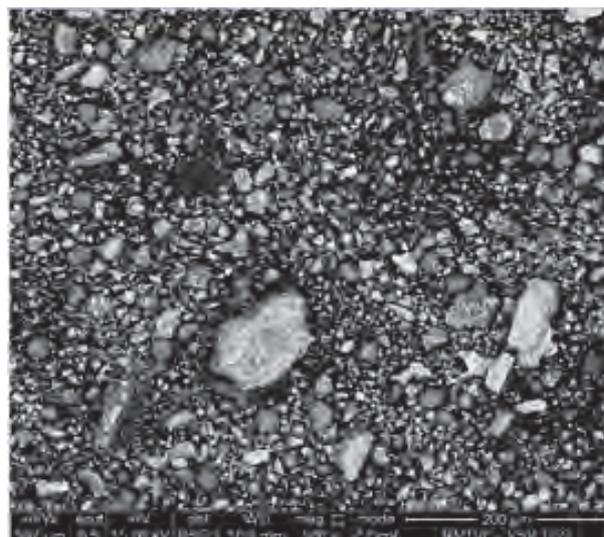
Tato práce je zaměřena na využití okují, resp. okujových kalů a odprašků z aglomerace jako zdroje pigmentů do glazur, engob a betonů. Okuje vznikají při ohřevu a tepelném zpracování v hutním procesu. Obecně vykazují dynamické vlastnosti, které se projevují jak vznikem, tak snížením vyšších oxidů železa. Vrstvy okují jsou bohaté na kyslík a železo [2]. Převažná část odpadních okují je zpětně použitelná jako vsázka do aglomerace. Okuje, zvláště jemnozrné, mohou být také vhodnou alternativou pro přípravu pigmentů. Aglomerační odprašky vznikají při předúpravě rudných surovin pro výrobu železa ve formě tuhých částic. Ty jsou unášeny ve spalínách a zachyceny na filtrech při suchém způsobu čištění spalin v aglomeračním závodě. Jemnozrnost a chemické složení předurčuje tyto suroviny pro přípravu pigmentu.

## 1. Charakterizace okují

Okuje byly odebírány z provozu hutního podniku a v původním stavu jsou černé barvy. Podle výsledků XRFS obsahují vyčištěné okuje:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  76 hm. %,  $\text{Na}_2\text{O}$  0,4 hm. %,  $\text{MgO}$  0,8 hm. %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  2 hm. %,  $\text{SiO}_2$  10 hm. %,  $\text{P}_2\text{O}_5$  0,2 hm. %,  $\text{SO}_3$  0,6 hm. %,  $\text{K}_2\text{O}$  0,4 hm. %,  $\text{CaO}$  6,3 hm. %,  $\text{TiO}_2$  0,1 hm. % a  $\text{MnO}$  0,7 hm. %. Ze záznamu XRD okují (obr. 1) je zřejmá přítomnost magnetické fáze ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) a dále  $\text{FeO}$ . Okuje, pokud obsahují převážné množství  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , je možné použít pro přípravu glazur jako pigment. Z hlediska morfologického a strukturního hodnocení pomocí metody SEM – skenovací elektronová mikroskopie, (obr. 2), okuje obsahují ostrohranná zrna, tedy vytvářejí tzv. hranolovitý typ zrna. Tato zrna nevytvářejí částicové shluky. Analýza EDAX zaznamenala přítomnost prvků: Fe, Si, Ca, Al, Mn. Okuje obsahují 10 % částic se zrnitostí pod 4,18  $\mu\text{m}$ , 50 % částic je o velikosti do 17,21  $\mu\text{m}$  a 90 % částic je menších než 51,57  $\mu\text{m}$ . Průměrná velikost studovaných částic je 23,24  $\mu\text{m}$ .



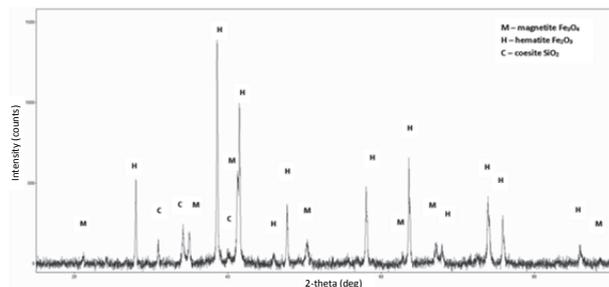
Obr. 1 XRD záznam okují  
Fig. 1 XRD record of scale



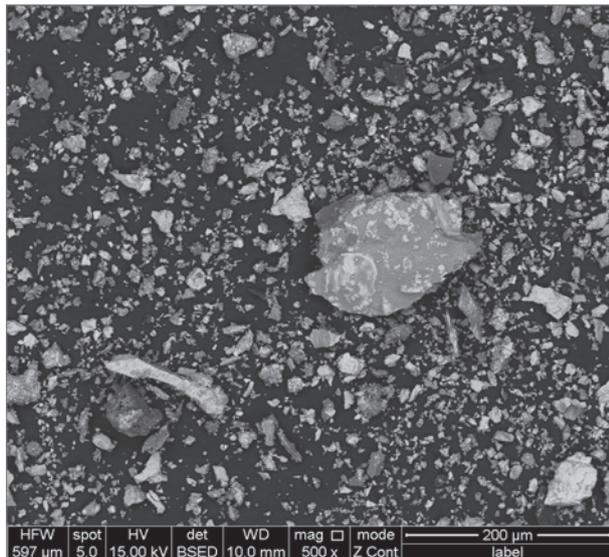
Obr. 2 SEM záznam neupravených okují  
Fig. 2 SEM micrograph of original scale

## 2. Charakterizace odprašků

Agglomerační odprašky v původním stavu jsou tmavě avanturinové barvy. Odprašky se používaly jak pro přípravu glazur (aplikace na vypálený střep), tak pro přípravu engob (aplikace na nevypálený střep). Z výsledků XRDF analýzy plyne, že obsah přítomných oxidů je následující:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  71 hm. %,  $\text{Na}_2\text{O}$  0,9 hm. %,  $\text{MgO}$  3,3 hm. %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  1,7 hm. %,  $\text{SiO}_2$  7 hm. %,  $\text{P}_2\text{O}_5$  0,05 hm. %,  $\text{SO}_3$  1,1 hm. %,  $\text{K}_2\text{O}$  0,1 hm. %,  $\text{CaO}$  13 hm. %,  $\text{TiO}_2$  0,1 hm. % a  $\text{MnO}$  0,3 hm. %. Z XRD záznamu odprašků (obr. 3) je patrný obsah oxidů železa ve formě hematitu ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) v množství 85 %, magnetitu ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) 32 %, dále fáze  $\text{SiO}_2$  7 % a kalcium silikátu ( $\text{CaSi}_2\text{O}_5$ ) 11 %. Ze SEM analýzy (obr. 4) je patrný morfologický tvar částic nepravidelných tvarů. Odprašky z aglomerace měly pod 90 % částic menších než 77  $\mu\text{m}$ . Průměrná velikost částic je 17  $\mu\text{m}$  a 10 % částic má velikost pod 2,4  $\mu\text{m}$ .



Obr. 3 XRD záznam odprašků z aglomerace  
Fig. 3 XRD record of dusts from sinter



Obr. 4 SEM záznam odprašků z aglomerace  
Fig. 4 SEM micrograph of dusts from sinter

### 3. Experimentální část

Práce byla rozdělena na 3 experimentální části:

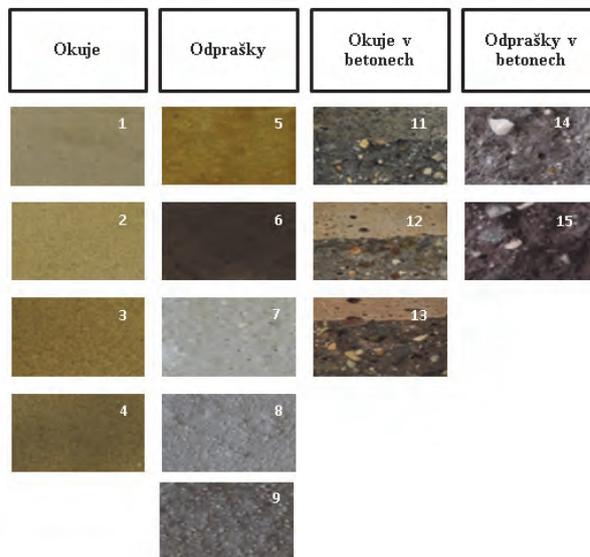
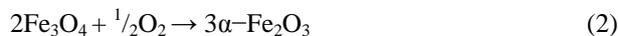
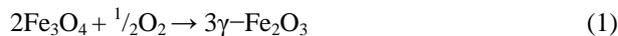
- příprava glazur z metalurgického odpadu (transparentní glazura + okuje, odprašky z aglomerace),
- příprava engob (světlá keramická hmota + odprašky z metalurgie),
- příprava betonových směsí + okuje, odprašky.

Okuje a odprašky se přidávaly ke 100 hm. % transparentní glazury v poměrovém zastoupení 1, 5, 10 a 15 hm. % za účelem získání větší barevnostní škály výsledných glazur. Připravené směsi se důkladně homogenizovaly v laboratorním bubnovém mlýnu mokrým mletím po dobu 20 minut. Následovala úprava litrové hmotnosti. Takto připravené glazury byly stříkány na vypálené keramické kachle. Glazované kachle byly páleny v elektrické odporové peci při teplotě 1 060 °C.

Příprava engob je odlišná. Pigment byl přidáván přímo do základní keramické hmoty. Pro přípravu engob byla použita světlá keramická hmota a odprašky, které byly jak upravené, tak neupravené. Engoby jsou nanášeny na střepek s cílem zakrýt původní nevhodné zbarvení, zjemnit

nebo snížit nerovnost povrchu popřípadě dosáhnout dekoračního účinku nanesením barevné vrstvy. Engoby připravované z odprašků byly nanášeny na nevypálený keramický střepek s následným výpalem na teplotu 900 °C. Engoby pro jednožárové výrobky by měly kopírovat chování střepeku během výpalu. Kvalita nanesených engob ovlivňuje kvalitu povrchu střepeku.

Z vizuálního hodnocení okujových glazur (vzorky 1 – 4) není vidět žádná progresivnější barevnostní změna (obr. 5). Pigment byl přidáván vždy k 100 hm. % transparentní glazury. Vzorek 1 je s přidávkou 1 hm. % okujů, vzorky 2 a 3 s 5 a 10 hm. % okujů, vzorek 4 s 15 hm. % okujů. Ve výsledku lze vidět, že barva pigmentu nekoresponduje s původní barvou pigmentu, tedy černou barvou. Finální glazury mají žlutohnědé tóny barev, které se liší pouze sytostí. Z hlediska estetických vlastností se na povrchu glazury neprojevily žádné povrchové nerovnosti, glazura byla kompaktní po celém povrchu, dokonale přilnula k povrchu střepeku. Z chemického hlediska přechází nad teplotou 1 000 °C forma Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (magnetit) na Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (hematit). Literatura uvádí, že pigmentace hematitu do červené barvy je stabilní do teploty výpalu 1 000 °C. Ionty Fe<sup>3+</sup> jsou velmi reaktivní ve směsi s glazurou, fritami a keramickým střepekem. Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> je transformován na formy γ-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (maghenit) a α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (hematit) za přítomnosti kyslíku podle rovnic (1) a (2), v daném pořadí [3, 4].



Obr. 5 Výsledné barvy pro glazury, engoby a betony  
Fig. 5 Finish colours of glazes, engobes and concrete

Dále byla připravena glazura s obsahem 10 hm. % odprašků. Byla vypalována nejprve při teplotě 1 060 °C (vzorek 5) a další vzorek při teplotě 900 °C (vzorek 6). Jak je patrné z obr. 5, barva vzorku 6 koresponduje s výsledky glazur u okujů. Rozdíl barevnosti se projevilo až u výpalu na teplotu 900 °C, kde glazura měla hnědou barvu. Celkový vzhled glazury působí kompaktně a má v důsledku obsahu SiO<sub>2</sub> ve směsi vysoký lesk. V dalším

kroku byly připravené engoby (vzorky 7, 8 a 9) přidávány do směsi v množství 1, 5, 10 hm. % a vypáleny na teplotu 900 °C. Z vizuálního hodnocení se mění charakter barvy v závislosti na množství přidávaných odprašků do směsi ze světlé šedé do tmavě šedé. Splnila se podmínka, že připravená engoba by měla dokonale splynout s chováním střepeu během výpalu. Jak z vizuálního, tak spektrofotometrického měření vyplývá, že připravené engoby měly povrch velmi rezný, to znamená, že na dotyk je engoba drsnější, ne lesklá, jako je to v případě glazur.

Barevnost připravených glazur a engob byla měřena spektrofotometrem (tab. 1). Změřené hodnoty přesně charakterizují danou barvu. Hodnota  $L^*$  měří světlost měnící se od 100 pro dokonale bílou barvu k 0 pro černou barvu. Rozměry chromatičnosti ( $a^*$  a  $b^*$ ) označují barvy tímto způsobem:  $a$  – měří červenost, když je kladné (+), šedou, když je nula, zelenost, když je záporné (-),  $b$  – měří žlutost, když je kladné (+), šedou když je nula a modrost, když je záporné (-).

Tab. 1 Spektrofotometrické parametry vzorků ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ )  
Tab. 1 Spectrophotometric parameters of samples ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ )

Vzorek	$L^*$	$a^*$	$b^*$
1	74,59	2,38	22,33
2	63,74	3,11	30,45
3	48,57	3,71	30,91
4	38,33	4,63	30,81
5	68,68	4,52	33,39
6	26,34	6,25	6,73
7	71,73	5,00	12,34
8	59,42	5,65	8,01
9	51,35	6,27	6,84

Další možné využití okují a odprašků je v betonových směsích jako probarvovací složka. Za tímto účelem byly připraveny betonové směsi, do kterých se přidávaly jak původní okuje (vzorek 11), tak přežháné okuje na teplotu 700 °C (vzorek 12) a 900 °C (vzorek 13), a odprašky pouze v původní formě. Vzorek 14 obsahuje 10 hm. % odprašků a vzorek 15 obsahuje 50 hm. % odprašků v betonové směsi.

Suroviny pro přípravu betonu dodala firma, která se zabývá komerční výrobou betonových dílců a prefabrikátů běžně dostupných po celé ČR. Poměrové zastoupení jednotlivých složek bylo vypočítáno ze syných hmotností jednotlivých vstupních surovin. Po 28 dnech byla u betonových vzorků stanovena pevnost v ohybu  $\sigma_o$  (MPa) a pevnost v tlaku  $PTL$  (MPa) (tab. 2). Všechny vzorky hydratovaly při 99% vlhkosti. Průběh pevnosti v ohybu i tlaku je progresivní s dobou hydratace. V první fázi se připravil vždy základní beton, který nebyl obarven, aby se dala porovnat barevnost s ostatními probarvenými betony, kde se přidávaly modifikované metalurgické odpady. Porovnání betonů s pigmenty a bez pigmentů se ukázalo mírný nárůst

pevností z hodnoty 26,9 na 31,2 MPa. (tab. 2). Dále platí, že čím červenější je pigment, tím je beton červenější. Použití odprašků ve formě pigmentu do betonů má rovněž výrazný probarvovací efekt. Tak jako u betonových vzorků s okujemi, je i zde zaznamenán nárůst pevnosti v tlaku z hodnoty 26 na 35 MPa. Rozdílnost použitého odpadu se však projevila v tónu červených barev.

Tab. 2 Pevnosti v tlaku a ohybu betonů s metalurgickým odpadem  
Tab. 2 Values of compressive and bending strength of concrete with added metallurgical waste

Metalurgický odpad	Vzorek	Obsah metalurgického odpadu	Pevnost v ohybu po 28 dnech	Pevnost v tlaku po 28 dnech
		(hm. %/žíhaný °C)	(MPa)	
okuje	11	-	1,7	26,9
	12	10/700	0,6	31,2
	13	10/900	1,7	30,8
odprašky	14	10/0	2,33	35,3
	15	50/0	1,98	30,4

Variabilita průmyslových odpadů podporuje nové procesy pro jejich likvidaci popřípadě znovuvyužití. Keramický průmysl je jedním z velkých odběratelů odpadních látek, který jej dokáže hodnotně využít. Průmyslové odpady, které byly použity pro tento experiment, jsou hodnoceny dle legislativy ČR v katalogu odpadů pod kódem 1002 Odpady z průmyslu a odpadu: Okuje z válcování 100210, ostatní dopad; odprašky lze považovat za odpad kategorie pod kódem 100207 Pevné odpady z čištění plynů obsahující nebezpečné látky. V rámci řešené práce nebyla nebezpečnost odpadů blíže posuzovaná. Technika použití zkoumaných odpadních surovin eliminuje jejich negativní vliv. Okuje i odprašky byly míchány s transparentní bezolovnatou glazurou. Použitím této glazury dochází během tepelných úprav k lokální vitifikaci a to díky přítomnosti více jak 80% hm. SiO<sub>2</sub> v dané glazuře. Vzniklá skelná struktura imobilizuje složky pocházející z průmyslových odpadů, eliminuje se jejich negativní vliv na složky ŽP. Tohoto efektu se využívá i v běžné praxi, kdy při výrobě glazur obarvených pigmenty, konvenčně užívané suroviny obsahují různé oxidy, častokrát vykazující nebezpečné vlastnosti (PbO, Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) a jejich aplikace se nepochybně. Z aplikačního hlediska výsledky experimentů směřují do oblasti stavební keramiky (střešní tašky, obkladové materiály, venkovní dekorační prvky aj.). Nicméně tyto experimenty budou dále rozšířeny o další zkoušky např. vyluhovatelnosti, které by měly vyloučit jejich nebezpečnost.

## Závěr

Studie využitelnosti metalurgických odpadů, konkrétně okují a odprašků, potvrdila jejich využitelnost jako pigmentů. Hlavní složkou v těchto surovinách jsou železité oxidy. Teplotně závislý polymorfismus železi-

tých oxidů má vliv na výsledné zbarvení pigmentu jak v základní barvě, tak při smíchání s jinou složkou, např. transparentní glazurou. Intenzita barev se dá přímo ovlivnit množstvím přidaného pigmentu do směsi. Barvu lze měnit teplotou výpalu. Zkoušené metalurgické odpady mohou být použity jak pro přípravu glazur, kde splňují podmínky funkčnosti, tak pro přípravu engob a jako probarvovací složku do betonu.

#### **Poděkování**

*Tato práce vznikla při řešení projektu č. LO1203 "Regionální materiálově technologické výzkumné centrum - program udržitelnosti" financovaného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.*

#### **Literatura**

- [1] LEGODI, M.A., D. de WAAL. The Preparation of Magnetite, Goethite, Hematite and Maghemite of Pigment Quality from Mill Scale Iron Waste. *Dyes and pigments*, 74 (1) 2007, 161–168. ISSN 0143-7208.
- [2] MCGANNON, H.E. *Making Shaping and Treating of Steel USS*, Pennsylvania, 1970.
- [3] SPINELLI, A., NOVAES de OLIVEIRA, A.P. Synthesis of Heteromorphic Iron Oxide Red Pigment for Ceramic Application. In: *7th World Congress on Ceramic Tile Quality - Qualicer, Castellón*, 2002, 245–248.
- [4] BUXBUAM, G. *Industrial Inorganic Pigments second ed*) WILEY-VCH, Verlag GmbH & Co., Weinheim, New York, 1998. ISBN 3-527-28878-3.

## **EU uvalila další nová předběžná cla**

*Stahl Aktuell*

15.11.2016

EU zatížila další ocelářské importy z Číny předběžnými antidumpingovými cly. Postiženy jsou bezešvé roury, jakož i roury ze železa a oceli, které se používají v elektrárnách, jakož i v ropném a plynářském průmyslu. Trestná cla dosahují výše od 43,5 procenta až do 81,1 procenta. Evropská komise sdělila, že chce rozhodnout v rámci šesti příštích měsíců, zda budou tato cla platit v časovém období pěti let.

## **Německý trh se širokým pásem, válcovaným za tepla: „Náhle tu máme trh prodávajícího“**

*Stahl Aktuell*

21.11.2016

Tak rychle to může jít: Na německém trhu se širokým pásem, válcovaným za tepla, se vítr obrátil během velmi krátké doby. „Občas nedostaneme dnes od výrobců pořádně ani ceny,“ slyšíme od nákupčích. U ročních smluv leží zvýšení ceny někde u 150 € za tunu. U kvartálních smluv výrobci požadují zhruba 50 € za tunu. „Kdo dnes objednává na spotovém trhu, tak musí skutečně krváčet“ informuje jeden z vedoucích nákupu. Z hlediska většiny nákupčích je již první čtvrtletí 2017 prakticky uzavřeno. Panuje jednota v tom, že ceny budou stoupat. Zda to bude v požadované výši, se zatím neví. Je třeba vyčkat. Ocelárny a „automobilisté“ ještě nevyjednali definitivní závěry. Bude-li vzestup cen v příštím roce pokračovat, není jisté. Na evropský trh přichází podstatně méně asijských dovozů. Faktem je, že německá poptávka po oceli zrovna raketově nestoupá. V roce 2017 počítá většina dotázaných s uspokojivými obchody, nic víc. „Proto z našeho pohledu nejsou žádné fundamentální důvody pro tento masivní vzrůst cen,“ zlobí se jeden ze šéfů nákupu.

## **Německý trh s jemným plechem: „S takovým vývojem nikdo nepočítal“**

*Stahl Aktuell*

05.12.2016

Na německém trhu s jemným plechem se svět během nejkratší možné doby vymknul z kloubů: v prvním čtvrtletí nás očekávají výrazná zvýšení cen, což dávají výrobci jednoznačně najevo. Dokonce nejsou někde ani uvedeny ceny. Kdo chce uzavřít půlroční smlouvu, musí na stůl položit třímístné sumy, ačkoliv byl již jednou tvrdě pozván k pokladně v létě. S tímto vývojem nikdo z našich partnerů nepočítal. „Vzestup cen není možné racionálně zdůvodnit,“ vyjadřuje se hlasitě jeden z vedoucích nákupu. Někteří kolegové hovoří dokonce o „novém roku 2008“. Tématem se stává dostupnost materiálu: zejména u pozinkovaných plechů je cítit nedostatek materiálu. Následkem toho letí ceny nahoru. Mnozí nákupčí vidí zvýšení cen jako přehnané. Jiní ale poukazují na to, že zvýšení cen surovin je faktem, který nelze hodit jen tak pod stůl. Mezi výrobci a nákupčími panuje aktuálně hustá atmosféra. „Jednání probíhá již velmi emocionálně,“ říká jeden ze šéfů nákupu. Jednání mezi „automobilisty“ a výrobci ale ještě nejsou uzavřena.