

Zastosowanie tlenu w procesach metalurgicznych

Elektryczne piece łukowe
Żeliwiaki



Dopalanie tlenku węgla w elektrycznych piecach łukowych



Rysunek 1: Piec łukowy do produkcji stali (95.10.78 m)

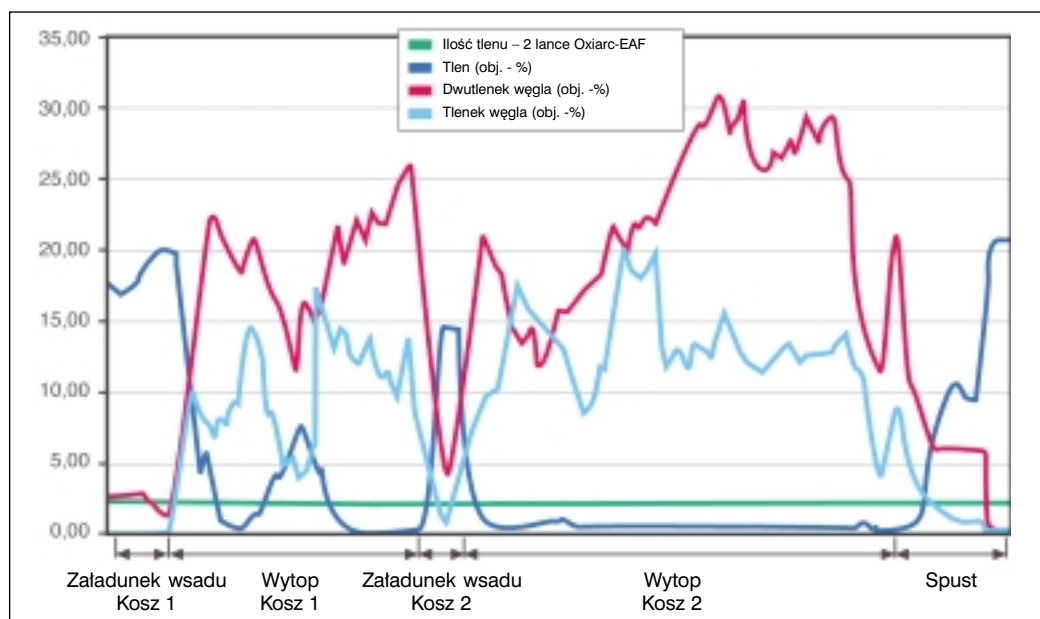
Zmniejszone straty energetyczne i mniejsza emisja pyłów poprzez zastosowanie tlenu

Na skalę światową, elektryczne piece łukowe do produkcji stali zaczęły być szerzej stosowane w ostatniej dekadzie (rysunek 1). Wraz ze zwiększonym zastosowaniem paliw kopalnych oraz zanieczyszczonego złomu metali, wykorzystanie energii cieplnej i chemicznej tlenku węgla zawartego w spalinach zyskało rosnące znaczenie. Zależnie od warunków pracy pieca, do 30% energii doprowadzanej do pieca

łukowego może zostać utracone w spalinach. Messer proponuje opatentowany system lancy tlenowej Oxiarc-EAF do dopalania tlenku węgla w elektrycznych piecach łukowych (EAF).

Poprzez selektywne zastosowanie tlenu wydajność instalacji produkcyjnych jest podwyższana, podczas gdy jednocześnie zużycie energii elektrycznej zostaje obniżone.

Dla określenia docelowego zużycia tlenu konieczna jest znajomość dokładnego składu chemicznego spalin na wyjściu z pieca. W związku z tym, Messer opracował i opatentował sondę próbkującą spaliny, umożliwiającą analizowanie w systemie ciągłym gorących spalin, mogących osiągnąć temperaturę nawet 1900 °C i zawierających dużą ilość pyłu.



Rysunek 2: Skład spalin w funkcji czasu, bez dopalania CO. (eGP.201.7.9)

Wieloletnie doświadczenie z dopalaniem CO

Messer posiada wieloletnie doświadczenie w dziedzinie dopalania tlenu węgla w:

- spalarniach niebezpiecznych odpadów, w piecach obrotowych jak również w komorach dopalania
- piecach płomiennych [płomieniakach] do produkcji aluminium i szkła
- pieców szybowych do odzysku metali nieżelaznych, jak również do likwidacji zanieczyszczonych niebezpiecznych odpadów.

Proces wykorzystania tlenu do dopalania charakteryzują następujące efekty:

- lepsze mieszanie (brak strumieniowego przepływu)
- wyższe prędkości reakcji
- wzrost temperatury procesu.

Docelowe wykorzystanie tlenu prowadzi zatem do podwyższenia wydajności instalacji przy jednoczesnym mniejszym zużyciu energii pierwotnej

oraz do uzyskania emisji tlenu węgla poniżej dopuszczalnych granic.

Uwarunkowania dotyczące spalin z elektrycznych pieców łukowych

Odmienne koncepcje wytapiania w piecach łukowych doprowadziły do powstania konstrukcji pieców zasilanych prądem stałym lub zmiennym. Proces topienia znajduje się pod silnym wpływem zastosowanych paliwów tlenowo-paliwowych.

		A	B	C	D
Kosz 1	Zawartość CO [obj. - %]	36	14	23	16
	Czas występowania CO [min]	17	10	14	5
Kosz 2	Zawartość CO [obj. - %]	26	19	26	15
	Czas występowania CO [min]	11	18	15	10
Faza kąpieli płaskiej	Zawartość CO [obj. - %]	24	-	23	-
	Czas występowania CO [min]	15	-	8	-

Tablica 1: Wartości CO zmierzone w wybranych piecach łukowych w Niemczech (70 do 140 t_l)

W trakcie procesu wytapiania tworzą się spaliny o różnym składzie chemicznym z powodu wzrastającego wykorzystania zanieczyszczonych złomów metali i paliw kopalnych. Głównymi komponentami spalin są:

- tlenek węgla (CO) oraz wodór (H₂)
- dwutlenek węgla (CO₂)
- tlen (O₂)
- para wodna (H₂O) i azot (N₂).

Tablica 1 przedstawia wybrane wartości pomiarów tlenu węgla dokonanych w czterech piecach łukowych

w Niemczech o ciężarach wytopu od 70 t_l do 140 t_l (t_l = tony stopionej stali). Zależnie od ilości koszy (1 kosz = 1 jednostka objętości załadowana złomem metalowym), jak również w trakcie fazy płaskiego nagrzewania wsadu (w tej fazie załadowany złom metalowy jest całkowicie roztopiany w piecu) stężenia tlenu węgla wahają się od 14% do 36%. W tym okresie średni czas trwania potencjału tlenu węgla (jest to okres czasu, w którym tlenek węgla jest dostępny dla procesu dopalania) zmienia się od 5 do 18 minut.

Oczywistym jest, że warunki robocze w poszczególnych piecach różnią się znacznie. Przykładowo – piece łukowe A i C w dalszym ciągu posiadają potencjały tlenu węgla przekraczające 20% w fazie wygrzewania płaskiego kąpieli.

		A	B	C	D
h_{CO}	Kosz 1 [%]	33,1	55,5	39,2	64,2
h_{CO}	Kosz 2 [%]	35,8	50,6	34,7	60,1
h_{CO}	Faza płaskiej kąpielii [%]	41,2	–	40,3	–
Podawany węgiel [kg/t _q]		9,8	12,0	13,6	11,5

Tablica 2: Obliczone wskaźniki dopalania $h_{CO} = (CO_2 / (CO_2 + CO)) \times 100$ [%]

Uzyskane dane służą jako podstawa do obliczeń stopnia dopalania h_{CO} bez selektywnego zastosowania tlenu (Tablica 2). Stopnie dopalania tlenu węgla zmieniają się pomiędzy 33 i 64%. Piece łukowe B i D już osiągnęły stopnie dopalania większe niż 50% przy pracy w trybie konwencjonalnym. W tych dwóch przypadkach oczekiwany będzie jedynie niewielki potencjał możliwości zaoszczędzenia energii elektrycznej z tytułu selektywnego zastosowania tlenu do dopalania tlenu węgla. Przez wzgląd na uzyskanie kompletności informacji podano również w Tablicy 2 ilość węgla podawanego w okresie pomiarowym.

Rysunek 2 przedstawia skład spalin pieca w funkcji czasu, bez dopalania tlenu węgla w trakcie jednego cyklu załadunku wsadu. Na podstawie zmienności stężeń tlenu węgla i dwutlenku węgla można wnosić, że do dopalania dostępna jest wystarczająca ilość tlenu węgla od połowy etapu wytapiania kosza 1, oraz po jednej trzeciej fazy topienia kosza 2. W trakcie tych faz topienia stężenie tlenu węgla zmienia się od 12 do 20%. Niewielka ilość tlenu przepływa stale przez lancę w celu utrzymania lanc Oxiarc-EAF w stanie wolnym od zażużlowania (zielona linia na Rysunku 2). Natężenie przepływu tlenu wynosi około 25 m³ O₂/h na każdą lancę Oxiarc.

Skład spalin oraz wynikowe, potencjalne oszczędności zależą od szeregu czynników, z czego najważniejszymi są:

- wielkość pieca
- tryb pracy pieca (wprowadzenie wtórnego powietrza)
- jakość złomu oraz liczba koszy
- system podawania węgla i system doprowadzania gazu

- tryb postępowania z żużłem
- jakość stali
- parametry znamionowe transformatora
- wydajność palnika.

Praktyczne oszczędności energii elektrycznej wynikające z zastosowania selektywnego dopalania z użyciem tlenu wynoszą od 2,5 do 4,7 kWh na m³ tlenu.

Technika pomiarowa spalin

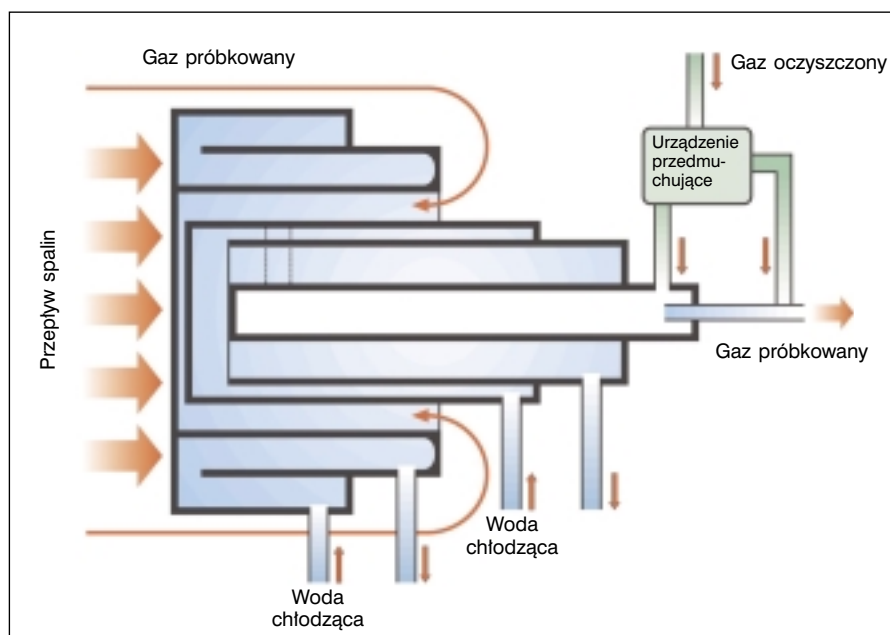
Messer opracował ciągłą jakościową technikę pomiarową spalin dla której zgłoszono wniosek patentowy. System składa się z chłodzonej wodą sondy próbkującej spaliny, która jest zainstalowana w ciągu spalin pieca (EAF), z automatycznej jednostki przedmuchującej, jak

również szafki analitycznej (dla tlenu, dwutlenku węgla i tlenku węgla) z oprogramowaniem do zbierania i prezentacji danych.

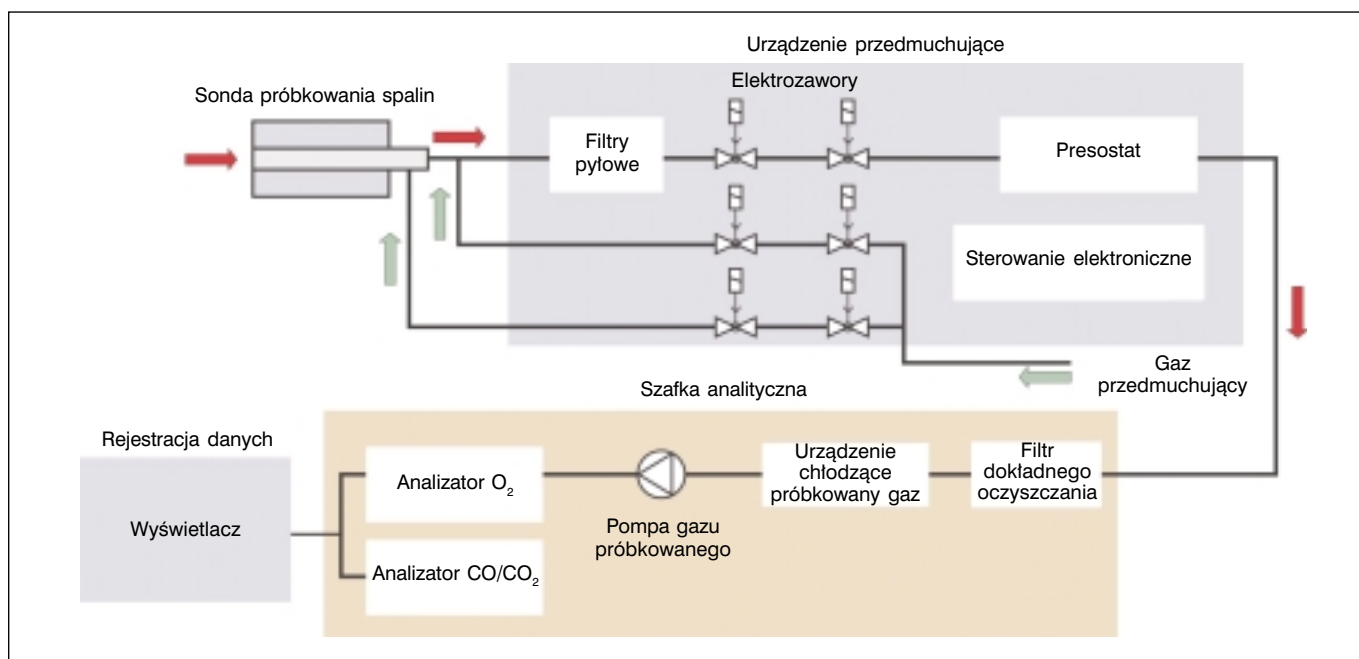
Sonda próbkująca dla spalin (Rysunek 3) składa się z chłodzonej wodą lancy próbkującej z głowicą ochronną wyposażoną w peryferyjne przegrody dla separacji cząstek stałych. Masa pyłu zawartego w spalinach jest przechwytywana przez te przegrody. Sonda próbkująca spaliny jest wyposażona w przewód zasilający dla gazu przedmuchiwania oraz przewody próbkowania dla gazu, który ma być analizowany.

Jako gaz przedmuchiwania wykorzystywane jest albo sprężone powietrze albo azot pod ciśnieniem większym niż 3 bary. Sonda próbkująca spaliny osiąga trwałość użytkową rzędu 1350 załadunków wsadu, co odpowiada ponad 1500 godzin roboczych. Porównywalne systemy osiągają trwałość nie większą niż jeden tydzień.

Konstrukcja analitycznego układu pomiarowego została pokazana na Rysunku 4. Spaliny są zasysane poprzez sondę próbkowania spalin, przewody gazu próbkowanego oraz urządzenie gazu przedmuchiwania, a następnie są przenoszo-



Rysunek 3: Sonda próbkowania spalin (eGP.201.7.10)



Rysunek 4: Schemat wyposażenia pomiarowego (eGP.207.7.11)

ne do szafki analitycznej. Pomiar jest przeprowadzany zgodnie z podanym cyklem czasowym. Przy końcu okresu pomiarowego sonda próbkująca spaliny jak również przewód próbkowania są oczyszczane sprężonym powietrzem. Linia gazu próbkowanego jest oczyszczana przez ciągłe przedmuchiwanie. W trakcie tego kroku szafka analityczna jest zabezpieczana przed nadciśnieniem przy pomocy presostatu, który zamyka górne elektrozawory. Lanca próbkująca jest przedmuchiwana impulsowo, przy czym częstotliwość impulsów jest ustalana ze zmiennym interwałem czasowym.

Dopalenie CO lancami Oxiarc-EAF

Zależnie od warunków pracy pieca do 30% całkowitej energii doprowadzonej do pieca łukowego może zostać utracona poprzez układ odprowadzania spalin. Dopalenie tlenu węgla poprzez zasilanie pieca docelową ilością tlenu stanowi jedno z rozwiązań dla eliminacji tej ścieżki strat energetycznych.

Messer opracował metodę dopalania tlenu węgla, w której tlen jest dodawany poprzez dwie lance Oxiarc-EAF do atmosfery pieca wypełnionego złomem w trakcie fazy wytapiania. Dla tego rodzaju aplikacji został zgłoszony wniosek patentowy. Przy pomocy tej techniki energia generowana jest poprzez spalanie tlenu węgla i wodoru oraz przenoszona do wytapianego złomu i częściowo do wytapianej kąpieli.

Lance Oxiarc-EAF (Rysunek 5) wytwarzają strumienie gazu o turbulentnym przepływie, które rozpraszają się stożkowo pod kątem około 20 stopni. Spaliny są wciągane przez te turbulencje. Tablica 3 przedstawia najważniejsze parametry techniczne lanc Oxiarc-EAF.

Dla zachowania dobrego mieszania gazu w piecu łukowym, znaczenie zasadnicze mają następujące warunki:

- lance Oxiarc-EAF muszą mieć wystarczającą ilość wolnej przestrzeni
- strumień tlenu nigdy nie może dotykać paneli chłodzonych wodą (boczne ściany pieca)
- podczas projektowania musi zostać uwzględniona energia kinetyczna głównego strumienia gazu
- kąty lancy muszą być dostosowane do kształtu pieca (wielkość średnicy, na której ustawione są elektrody) oraz

Typ lancy	Lanca Oxiarc-EAF z miedzianą głowicą
Przepływ tlenu	500 do 1000 m ³ /h (zależnie od pozycji lancy)
Chłodzenie	Stały przepływ wody około 1 m ³ /h przy $\Delta p = 2$ bar
Średnica lancy	89 mm
Długość swobodnego trzonu	Dostosowana do komory pieca
Przyłącza	Tlen 2"
	Gaz ziemny 1 1/2"
	Woda chłodząca 3/4"

Tablica 3: Parametry lanc tlenowych Oxiarc-EAF

- dysze wylotowe lanc Oxiarc-EAF muszą być zaprojektowane zgodnie z dobranym pędem [szybkością] gazu.

Lance Oxiarc-EAF są montowane w górnej części chłodzonego wodą panelu w obszarze połączenia kolanowego ciągu spalin w taki sposób, aby przepływ tlenu oddziaływał przeciwnie do kierunku przepływu spalin. Tlen jest wprowadzany w kierunku do dołu pod kątem 30 stopni do poziomu i styknie do przestrzeni pomiędzy średnicą usytuowania elektrod i ścianką pieca. Ściśle określona ilość tlenu podawana jest przez układ sterujący. Dodawana ilość jest proporcjonalna do elektrycznego obciążenia pieca. Zapewnia to ciągłe mieszanie tlenu ze spalinami i skutkuje niemal całkowitym dopaleniem. Rysunek 6 przedstawia zmienność składu spalin w trakcie pojedynczego załadunku wsadu podczas realizacji dopalania tlenu węgla.

W porównaniu do konwencjonalnych procedur stężenie tlenu węgla jest o 10 do 15% niższe. Zawartość dwutlenku węgla osiąga wartości do 35%. To oznacza przyrost o więcej niż 8% w porównaniu do procesu bez dopalania. Warto wspomnieć, że zawartość tlenu w odprowadzanych spalinach wynosi niemal zero w trakcie okresu wtryskiwania, innymi słowy całość tlenu zostaje zużyta.

Z uwagi na wybrany układ lanc Oxiarc-EAF dodatkowy opór oddziałuje na spaliny nasycone pyłem przemieszczające się w kierunku połączenia kolanowego pieca EAF tak, iż w porównaniu z konwencjonalnymi procedurami wytapiania bez dopalania, wraz ze spalinami wydobywa się mniejsza ilość pyłu. W wyniku tego, produkcja metalu wzrasta znacząco a obciążenie układu przedmuchiwania gazu zostaje zredukowane.

Wyniki

Kluczowe dane robocze uzyskane poprzez zastosowanie lanc Oxiarc-



Rysunek 5: Lanca Oxiarc-EAF (95.10.78n)

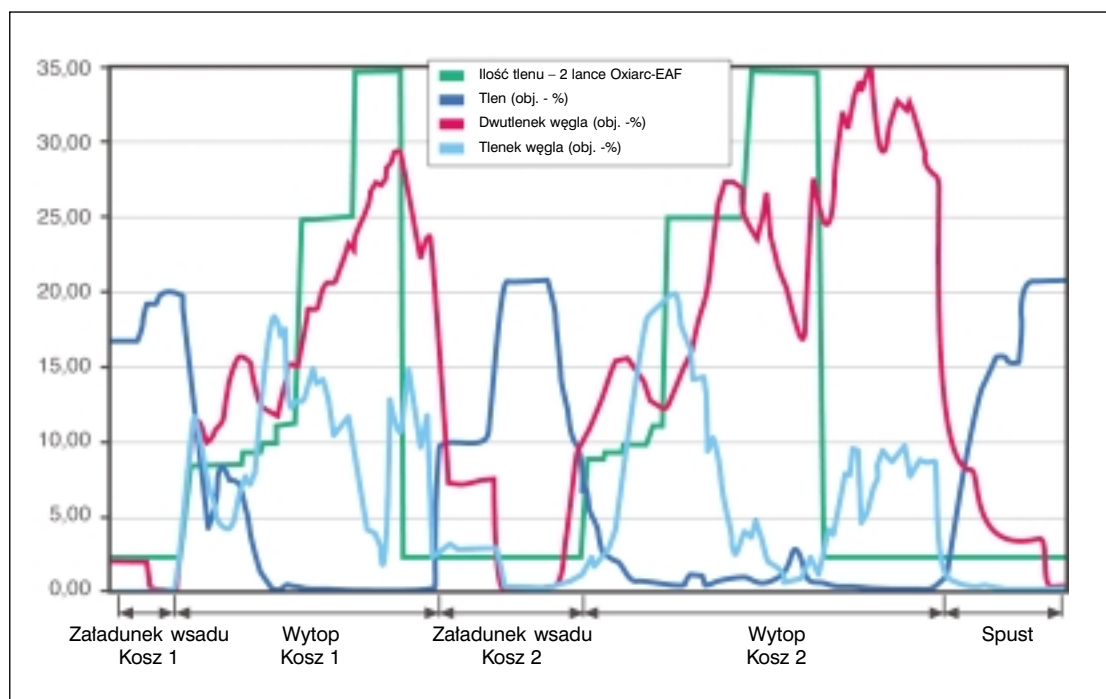
EAF zostały podsumowane w Tabeli 4. Przy docelowym dopalaniu tlenu węgla z użyciem dwóch lanc Oxiarc-EAF w elektrycznym piecu łukowym, wymagana ilość tlenu jest o 9 do 15% większa niż wymagana dla konwencjonalnych technik bez dopalania.

Zależnie od wymienionych powyżej warunków pracy pieca, potencjalna oszczędność energii elektrycznej wynosi od 5 do 10%, podczas gdy w tym samym czasie moc – na czas zasilania (tj. całkowity czas w którym energia elektryczna jest podawana dla jednego wsadu) – jest obniżona o 4 do 8%. Z uwagi na zmniejszenie ilości wyrzucanego pyłu, ilość wytworzonego metalu wzrasta o 0,3%.

Wartym odnotowania jest fakt, że zastosowanie tlenu nie doprowadziło do żadnego dodatkowego wykrywalnego zużycia chłodzonej wodą paneli pieca ani do mierzalnego obniżenia trwałości użytkowej elektrod. W oparciu o typowe koszty energii elektrycznej i paliw kopalnych (ze źródeł węgla) koszty wytapiania zostaje obniżony o 0,45 do 1 Euro na tonę wytopionej stali. Ten zakres jest wynikiem zmiennych programów wytapiania. Okres zwrotu kosztów zakupu osprzętu jest zawsze krótszy niż jeden rok.

Dodatkowo wymagana ilość tlenu	9 do 15%
Zaoszczędzona energia elektryczna	4 do 10% (D 4,7 kWh/m ³ O ₂)
Zmniejszenie mocy na czas	4 do 8%
Zwiększenie uzysku metalu z powodu mniejszego zrzutu pyłu	≥ 0,3% (zależnie od mieszanki złomów metali)
Trwałość elektrody	Brak dodatkowego zużycia
Oszczędności w funkcji programu topienia	0,46 do 1,00 Euro / t _L
Okres zwrotu	< 1 roku

Tablica 4: Parametry robocze osiągnięte z dwoma lancami Oxiarc-EAF



Rysunek 6: Skład spalin w funkcji czasu, z dopalaniem CO (eGP.201.7.12)

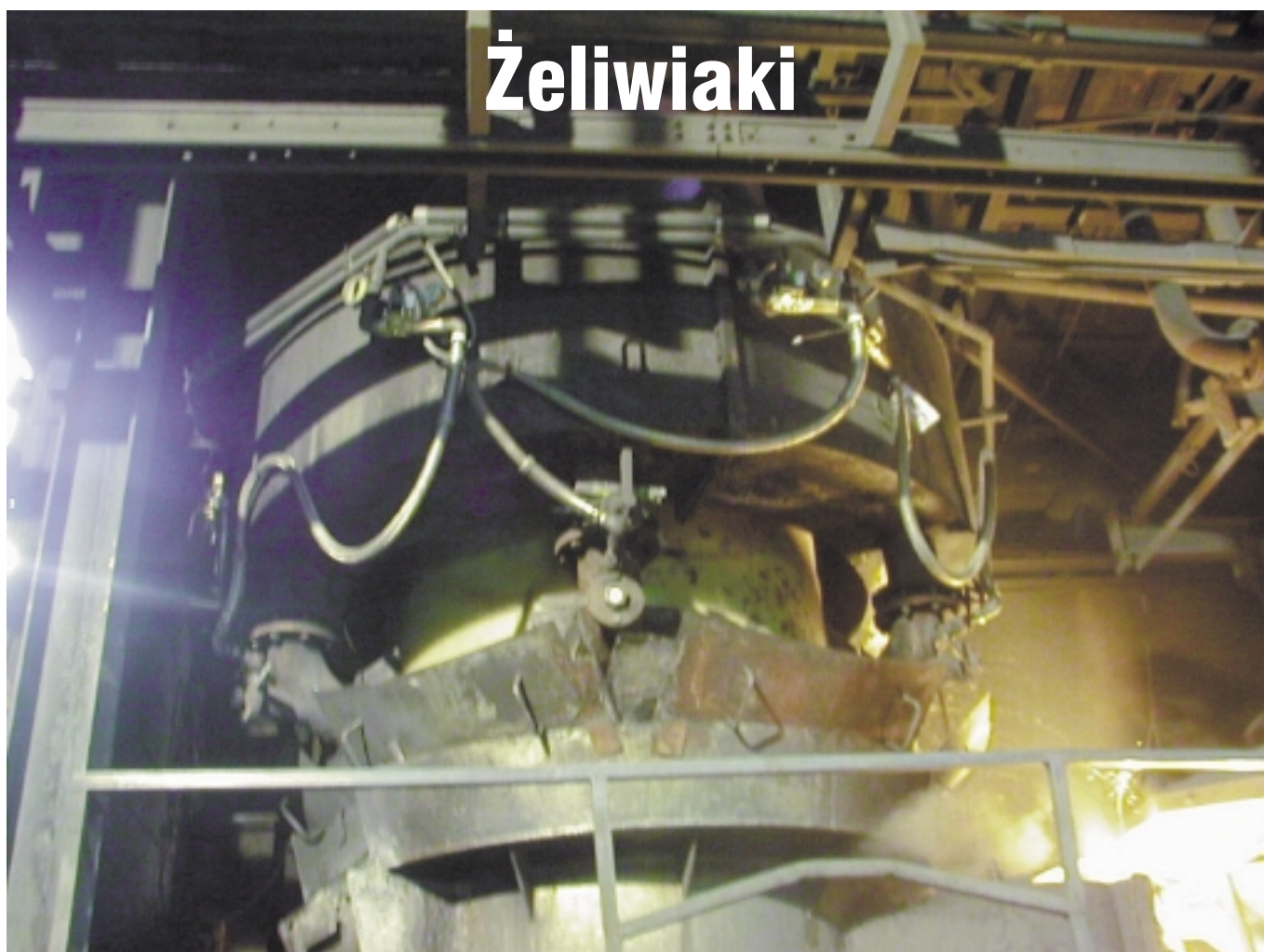
Wnioski

Instalacja dwóch lanc Oxiarc-EAF poniżej połączenia kolanowego ciągu spalin pieca EAF, jak to opisano powyżej, daje możliwość potencjalnej redukcji zużycia energii elektrycznej, przy jednoczesnym skróceniu okresu mocy na czas oraz wzrastającej ilości wyprodukowanego metalu.

Wysokie potencjalne oszczędności energii rzędu do 4,7 kWh na m³ tlenu, to więcej niż tylko zwrot kosztów dodatkowo zużytego tlenu.

Wydatki na wyposażenie pomiarowe, sterownicze i zabezpieczające, jak również na modyfikacje paneli chłodzonych wodą (dla instalacji lanc Oxiarc-EAF) są niewielkie. Istniejące elektryczne piece łukowe mogą zostać bez problemów zmodyfikowane poprzez wprowadzenie elementów nowej konstrukcji. Tym niemniej instalacja lanc Oxiarc-EAF musi zostać w każdym przypadku zmodyfikowana zgodnie z lokalnymi, rzeczywistymi warunkami działania danego pieca.

*Inż. dypl. Heinz Franke
Inż. dypl. Korst Koder*



Rysunek 1 Wdrożona aplikacja Oxijet® w żeliwiaku

Kontrolowane naddźwiękowe dozowanie tlenu

Obserwowany wzrost wydajności oraz temperatury z równoczesnym zmniejszeniem zużycia koksu podczas dozowania tlenu w piecach szybowych dotyczy zarówno produkcji żeliwa jak i miedzi. Wysoka skuteczność jest najbardziej widoczna w momencie stosowania systemów dozowania tlenu do strefy koksu wypełniającego żeliwiak.

Klasyczna aplikacja Messera Oxijet® wykorzystuje dozowany pulsacyjnie z prędkościami ponaddźwiękowymi tlen bezpośrednio do strefy topienia za pośrednictwem systemu lanc.

Poszczególne lance są otwierane bądź zamykane zależnie od proporcjonalnego w danym momencie zapotrzebowania na tlen (Rysunek 1) Strumień tle-

nu jest dokładnie regulowany nawet w wąskich zakresach, a determinuje go zmienny zasyp wsadu do przestrzeni pieca.

Rozwiązanie wykorzystujące Oxijet® powoduje równomierny przepływ tlenu faktycznie potrzebnego w przestrzeni pieca szybowego, a tym samym pozwala ograniczyć zarówno zużycie koksu jak również samego tlenu.

Metale otrzymywano w piecach szybowych już p.n.e. i do czasów średniowiecza proces ten niewiele się zmienił. Ok. 200 lat temu rozpoczęła się modernizacja żeliwiaków. Obecnie żeliwo jest produkowane głównie w tego typu agregatach, np. w Niemczech ok. 60%.

Ażeby zapewnić optymalne osiągi, parametry procesu muszą być dokładnie kontrolowane. Szczególnie istotna jest ilość powietrza (tlenu) proporcjonalna do masy ładowanego koksu. Jest to uwarunkowane rozmiarami przestrzeni pieca.

Ze względów ekonomicznych optymalne zakresy pracy agregatów są ściśle zdefiniowane.

Nie skorelowanie aspektów technologicznych z ekonomicznymi gwarantuje każdorazowo fiasko przedsięwzięcia, jakim jest produkcja żeliwa. Od wielu lat metalurzy wykorzystują wzbogacanie dmuchu powietrza tlenem w procesie produkcji żeliwa. Daleko są oni jednak od optimum, wykorzystującego niezbędną a zarazem wystarczającą ilość tlenu.

Popularne jest już wzbogacanie dmuchu powietrza tlenem. Stosuje się bezpośrednio dozowanie tlenu do przestrzeni roboczej.

Tym niemniej okazuje się, że przeszkadza to grawitacyjnie przemieszczającemu się ładunkowi w równomiernym topieniu, bowiem krawędzie wsadu ulegają szybciej stopieniu od rdzenia. Turbulencje powstające wskutek dozowania oraz zasysania dmuchu ograniczają penetrację tlenu i hamują jego dotarcie do strefy koksu wypełniającego żeliwiak, jak to ma miejsce w przypadku konwencjonalnych lanc czy dysz do aplikowania tlenu.

Kontrolowane naddźwiękowe dozowanie tlenu

Aplikacja Oxijet® ma na celu zwiększenie penetracji tlenu, aż do podstawy koksu znajdującego się w żeliwiaku.

Specjalne lance z dyszami Laval'a przyspieszają strumień dozowanego tlenu do prędkości naddźwiękowych.

Lance są instalowane wewnątrz doprowadzających dmuch dysz powietrznych. Zwiększony impuls tlenowy o gładkiej charakterystyce dociera aż do centrum pieca. To znacząco redukuje straty energii wzdłuż ścian pieca i strefy dysz powietrznych. W tym samym czasie zmniejszane jest również obciążenie cieplne tych stref. Dzięki Oxijet® średnia temperatura w poprzek strefy topnienia podnosi się. Zgodnie z reakcją Budouarda zawartość tlenu węgla wzrasta.

Kontrolowane naddźwiękowe dozowanie tlenu umożliwia realizację następujących celów:

- **Zmniejszenie kosztów wytapiania**
Ponaddźwiękowe aplikowanie tlenu redukuje ilość dmuchu podczas produkcji gwarantując zachowanie osiągniętych wytań. Ograniczamy zużycie koksu. Implikuje to zmniejszoną zawartość siarki w gazach odlotowych. Zamiast koksu o wysokiej jakości można używać tańszy materiał. Dodatkową korzyścią jest zredu-

Charakterystyczne reakcje zachodzące w różnych strefach żeliwiaków. W strefie/obszarze spalania ciepło jest generowane wskutek spalania koksu:



(ΔH_R = entalpia reakcji)

CO₂ powstały w procesie spalania jest częściowo zredukowany poprzez równowagową reakcję Boudouarda



(ΔH_R = entalpia reakcji)

Redukuje to atmosferę, a wyższa temperatura żelaza powoduje wzrost rozpuszczalności węgla w nim, a także spadek jego zużycia. Dzięki temu zachowujemy koks jako materiał stopowy. Dodatkowo czas rozruchu systemu podczas przerw w wytapianiu gwałtownie maleje.

Dotychczasowe osiągnięcia przekonały inwestorów do wdrożenia systemu Oxijet® w ponad 40 żeliwiakach. Modernizowane żeliwiaki prezentują różne typy konstrukcji: z gorącym dmuchem, z zimnym dmuchem, z układem rekuperacji, krótkokampanijne, jak i długokampanijne z dyszami miedzianymi chłodzonymi wodą oraz z dyszami chłodzonymi gazem. Wydajność topienia tychże żeliwiaków mieści się w przedziale od 3 do 80 t/h, a ich średnice wynoszą od 710 do 2700 mm.

kowany pobór mocy i mniejsze zużycie agregatu.

- **Zwiększenie wydajności wytapiania**
Temperatura topnienia i wydajność wytapiania wzrasta, na skutek czego zaoszczędzamy wysokogatunkowy koks, co jednak nie jest priorytetem, a argumentem, że można go zastąpić tańszym materiałem.
- **Zwiększona elastyczność**
Wydajność wytapiania, może być różna w szerokim zakresie dzięki zmianom dmuchu powietrza. Jest to możliwe, gdyż dozowany tlen gwarantuje wymaganą temperaturę w zasięgu strefy wytapiania.

- Utylizacja pyłów, piasku, nawęglanie i stopowanie**

Jeśli lance do poszczególnych dodatków są instalowane równolegle do lanc tlenowych o bardzo dużym stopniu iniekcji to można uzyskać żądany efekt stopowania. Można tak nawęglać i stopować optymalnie minimalizując straty.

załadunku jest on dozowany nieregularnie (Rysunek 2) przez otwieranie i zamykanie wszystkich lanc we wcześniej określonym interwale czasowym. Efektywny i zwarty elektryczny system kontroli zarządza dozowaniem tlenu.

Optymalny przepływ tlenu dzięki różnym programom wytopów

miernie rozprowadzany tlen w poprzek pieca. Jest bardzo istotne, aby zawory odcinające zainstalowano tak blisko lanc, jak to tylko możliwe celem bardzo szybkiego otwierania i zamykania przepływu. Przez to skrócony zostaje czas startu oraz wyłączenia, kiedy to nie uzyskujemy ponaddzwiękowych prędkości wylotu tlenu.

	Bez aplikacji Oxijet®	Z aplikacją Oxijet®
Żeliwo szare		
Wydajność topienia [t/h]	9,8	10,1
Zaoszczędzony koks [kg/t]		16,7
Oszczędność tlenu [m ³ /t]		3,5
Żeliwo sferoidalne		
Wydajność topienia [t/h]	7,88	8,5
Zaoszczędzony koks [kg/t]		16,7
Oszczędność tlenu [m ³ /t]		6,1

Tablica 1: Atuty aplikacji Oxijet®

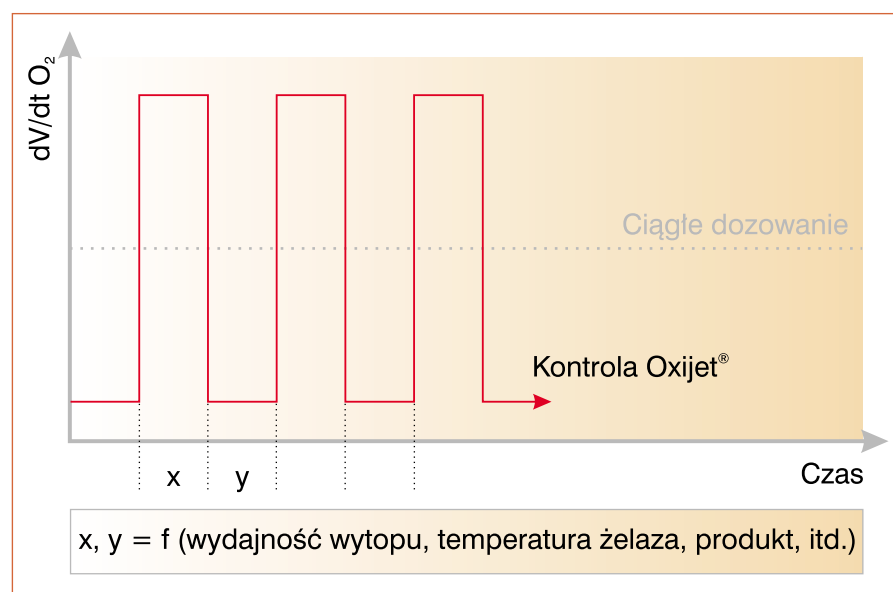
Kontrolowanie aplikacji Oxijet®

Ze względu na założenia konstrukcyjne dysz Laval'a uzyskujemy charakterystyczny naddźwiękowy ciąg. Co oznacza, że lance Oxijet® muszą pracować przy ściśle zdefiniowanych przepływach tlenu dla których je zaprojektowano. Pobór tlenu przez żeliwnik optymalizuje kompensacja otwieranych bądź zamykanych lanc, czego przyczyną jest nierównomierny załadunek materiału.

Dodatkowo oznacza to, że przepływ tlenu może być regulowany stopniowo w przestrzeni wokół konkretnej lancy.

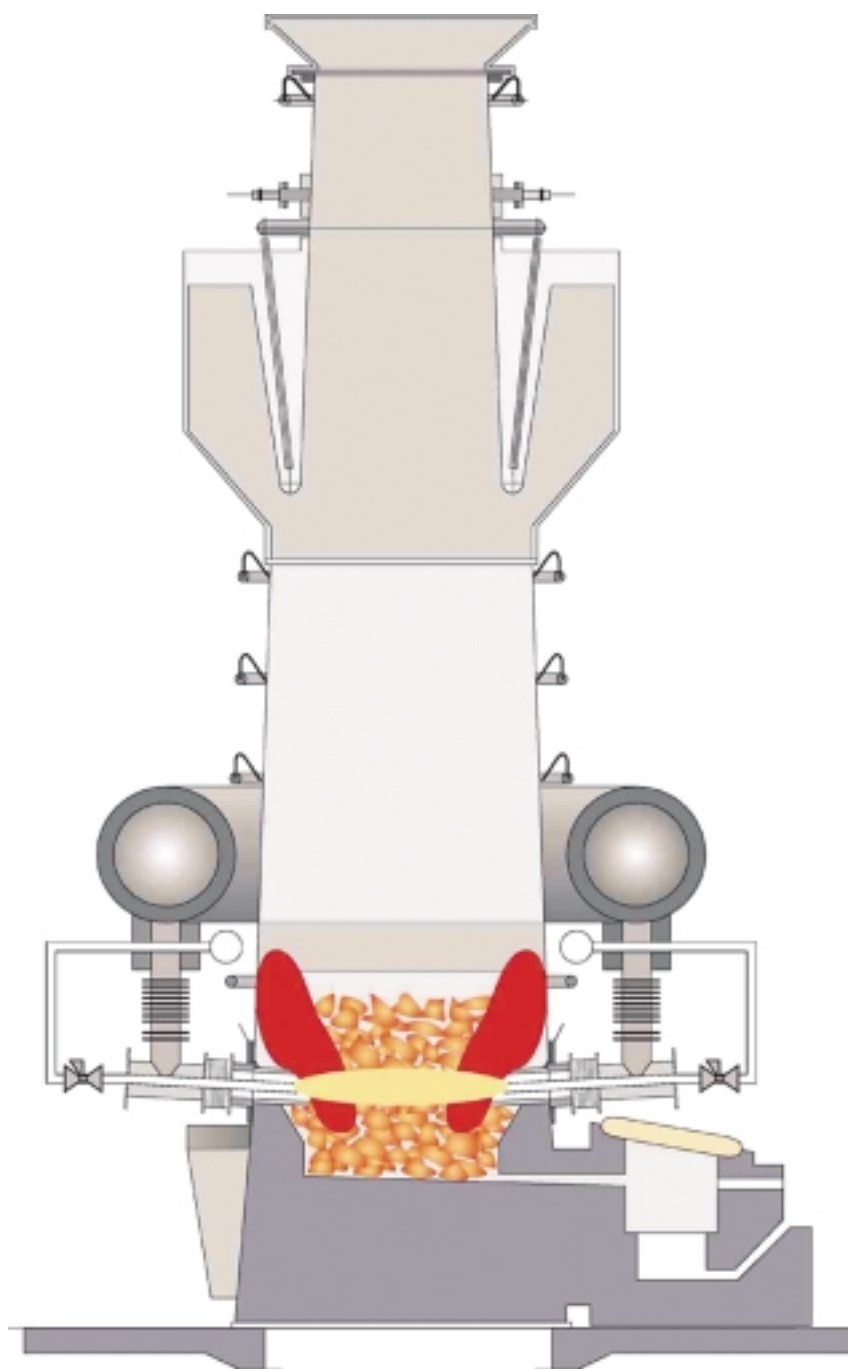
Aplikacja Oxijet® stanowi specjalne wyposażenie dla odlewni, które charakteryzuje zmienna wydajność produkcji żeliwa. Dla maksymalnych zapotrzebowań tlen jest wstrzykiwany ciągle, a w momencie redukcji ilości

w module sterowania zadaje przerwy między aplikowaniem tlenu. Ważną korzyść stanowi równo-



Tablica 2: Porównanie zmian w regulacji i kontroli przepływu tlenu w przypadku aplikacji Oxijet®

Schemat aplikacji Oxijet®



Oddziały

Warszawa

ul. Pożarowa 9/11
03-308 Warszawa
tel. 022 / 675 69 26
fax 022 / 811 69 19
e-mail: warszawa@messer.pl

Środa Śląska

ul. Oławska 36
55-300 Środa Śląska
tel. 071 / 317 69 40
fax 071 / 317 68 02
e-mail: wroclaw@messer.pl

Poznań

ul. 28 Czerwca 1956 nr 231/239
61-485 Poznań
tel. 061 / 831 22 20
fax 061 / 831 28 26
e-mail: poznan@messer.pl

Police

ul. Jasionicka 7
72-010 Police
tel. 091 / 317 26 00
fax 091 / 312 17 99
e-mail: police@messer.pl

MESSER 
Messer Polska

**Centrala firmy:
Messer Polska Sp. z o.o.**

ul. Maciejkowicka 30
41-503 Chorzów
tel. 032 / 77 26 000
fax 032 / 77 26 115
e-mail: messer@messer.pl
<http://www.messer.pl>