

1

ANALIZA WYBRANYCH WSKAŹNIKÓW EFEKTYWNOŚCI PRACY WIELKIEGO PIECA

1.1 WPROWADZENIE

Jednym z podstawowych celów każdego przedsiębiorstwa jest optymalne wykorzystanie swoich zasobów. Do oceny ich wykorzystania można posługiwać się wieloma wskaźnikami techniczno-ekonomicznymi, do których można zaliczyć m. in. produktywność, czy efektywność. Wielu autorów pojęcie produktywności ściśle wiąże z innymi gospodarczymi wskaźnikami, wśród których szczególne znaczenie ma ekonomiczność (efficiency) oraz skuteczność lub aktywne działanie (effectiveness). Oba te wyrazy na język polski tłumaczy się jako efektywność [19]. Autorzy [18] wskazują, że można rozróżnić dwa podejścia w ocenie efektywności gospodarowania:

- celowościowe – przedmiotem oceny jest stopień realizacji założonych celów. może być utożsamiana z angielskim terminem effectiveness, oznaczającym efektywność, skuteczność, celowość, a miarą tak rozumianej efektywności jest stopień przybliżania się założonych celów do rezultatów prowadzonej działalności;
- systemowe – przedmiotem oceny jest stopień wykorzystania zasobów, utożsamiany jest z terminem efficiency, czyli sprawność, wydajność, oszczędność i mierzony jako relacja między osiągniętymi rezultatami, a poniesionymi nakładami.

Efektywność jest różnie klasyfikowana w literaturze. Może dotyczyć gospodarki, przedsiębiorstwa, procesu, finansów, decyzji, kierowania, inwestycji itp. Wobec tego w literaturze pojawiają się takie pojęcia jak: efektywność ekonomiczna, efektywność gospodarowania, efektywność działalności gospodarczej, efektywność procesu, efektywność techniczna, czy efektywność finansowa [3].

W artykule dokonano analizy wybranych wskaźników efektywności procesu wielkopieczowego. Wybrano takie wskaźniki, które pozwoliły ocenić efektywność wykorzystania czasu urządzenia oraz ilości otrzymywanego produktu, jakim jest surówka wielkopieczowa. Analiza została przeprowadzona dla jednego z wielkich pieców działających w Polsce, a swym zakresem objęła jeden rok kalendarzowy.

1.2 CHARAKTERYSTYKA BADANEGO PRZEDMIOTU

Wielki piec jest pierwszym i bardzo często najbardziej krytycznym krokiem podczas wytwarzania żelaza i stali [12]. Proces wielkopiecowy jest bardzo skomplikowany i biorą w nim udział olbrzymie strumienie materiałów i energii [1, 17]. Wielki piec jest urządzeniem, w którym na drodze redukcji tlenków żelaza, zawartych w rudzie i innych materiałach żelazonośnych, uzyskuje się ciekłą surówkę [13]. Urządzenie to jest wysokim, pionowym piecem szybowym [1, 15], który stanowi układ zamknięty, gdzie w sposób ciągły przez gardziel ładowane są materiały żelazonośne, paliwo oraz środki redukujące, a dmuch gorącego powietrza wprowadzany jest od dołu na poziomie dysz [20]. Roztopione surówka i żużel są spuszczone okresowo i wysyłane do dalszego przerobu [15]. Główną zaletą procesu wielkopiecowego jest jego duża wydajność oraz wysoka sprawność cieplna, wadą natomiast potrzeba stosowania bardzo drogiego koksu [11].

Budowa wielkiego pieca jest ściśle związana z zachodzącymi w nim reakcjami chemicznymi. Jego odpowiedni profil warunkuje równomierny przepływ gazów poprzez materiały wsadowe, co z kolei wpływa na prawidłową wymianę ciepła, schodzenie wsadu w dół i przebieg reakcji redukcji, co wpływa na wydajność pieca i minimalizację jednostkowego zużycia paliwa [10]. Zasada pracy wielkiego pieca pozostała niezmienną do dnia dzisiejszego [9]. Ruda żelaza, jako źródło metalu, koks jako źródło energii i reduktor, są ładowane od góry [1, 9]. Ruch materiałów w dół podczas procesu produkcyjnego trwa zwykle około 6-7 godzin i w tym czasie zachodzi cały proces redukcji. Gorący dmuch jest wprowadzany do pieca od dołu przez dysze, aby spalić koks. Tak powstały gaz reaguje z rudą żelaza, która ulega redukcji, a unoszący się gaz pozwala na stopienie metalu [1].

Wsad w wyniku spalania koksu, redukcji rudy, topnienia i cyklicznego opróżniania pieca z produktów procesu – obsuwa się. Głównym produktem procesu jest surówka żelaza [9]. „Jest ona stopem żelaza z węglem zawierającym powyżej 2% C i inne pierwiastki o ograniczonej zawartości, przeznaczonym do dalszej przeróbki w stanie ciekłym na stal lub żeliwo” [14]. Z uwagi na dużą zawartość węgla i siarki jest to stop kruchy i nie nadaje się do kucia, nie ma więc do bezpośredniego zastosowania [2].

Badania przedstawione w artykule przeprowadzono w wydziale wielkopiecowym jednej z polskich hut stali. W badanym przedsiębiorstwie znajdują się 3 wielkie piece o średnicy garu 13 metrów oraz objętości całkowitej wynoszącej 3200 m³ (jednocześnie pracują zwykle 2 piece, a trzeci jest remontowany i przygotowywany do rozruchu). Analizie poddano jeden z działających wielkich pieców.

1.3 METODYKA ANALIZY

Do analizy wykorzystano dane związane z pracą jednego z dwóch pracujących jednocześnie wielkich pieców w hucie. Przedstawiono wyniki w ujęciu miesięcznym, obejmowały one zakresem jeden rok kalendarzowy. Na podstawie zebranych danych dotyczących czasu działania urządzenia, wielkości produkcji i ilości wykorzystanych surowców i materiałów wyznaczono podstawowe wskaźniki

umożliwiająca ocenę efektywności pracy urządzenia. Pierwsza grupa wskaźników związana była z poziomem wykorzystania czasu działania urządzenia. W pracy wykorzystano dwa wskaźniki [5 - 8]:

$$\text{Wskaźnik wykorzystania czasu kalendarzowego} = \frac{\text{czas pracy}}{\text{czas kalendarzowy}} \quad (1)$$

$$\text{Wskaźnik wykorzystania czasu ruchu} = \frac{\text{czas pracy}}{\text{czas ruchu}} \quad (2)$$

gdzie:

czas kalendarzowy = teoretyczny czas pracy, kiedy urządzenie może pracować (tryb ciągły);

czas ruchu = czas kalendarzowy – czas postojów planowanych (remonty bieżące);

czas pracy = czas ruchu – czas przerw nieplanowanych.

W celu pogłębienia analizy dokonano ilościowej analizy:

- czasu trwania remontów bieżących,
- czasu przerw nieplanowanych,
- struktury przyczyn występowania przerw nieplanowanych.

Należy zaznaczyć, że w tego typu urządzeniach przeprowadza się trzy główne typy remontów, które mają wpływ na długość czasu ruchu i pracy. Remonty takich urządzeń, jak wielki piec powinny się odbywać regularnie według z góry określonego planu [16]:

- Remont kapitalny – polega na pełnej wymianie wymurówki urządzenia, chłodnic, konstrukcji nośnej. Przeprowadzany jest co kilkanaście lat, trwa dłuższy czas i związany jest z ogromnymi kosztami.
- Remont średni – polega na częściowej wymianie elementów pieca powyżej osi dysz i chłodnic. Trwają zwykle kilka tygodni i ich koszt również jest wysoki, ale niższy niż w przypadku remontu kapitalnego.
- Remont bieżący – tego typu remonty przeprowadzane są w celu naprawy urządzenia lub zapobiegawczo. Trwają od kilku do kilkunastu godzin i polegają głównie na wymianie uszkodzonych elementów lub tych, które w najbliższym czasie mogą ulec uszkodzeniu. Koszt jest zwykle dużo niższy. Takie remonty odbywają się w czasie pracy urządzenia.

Druga grupa wskaźników umożliwia ocenę efektywności działania urządzenia z punktu widzenia wielkości produkcji surowki wielkopiecowej. W tej grupie wykorzystano dwa wskaźniki [5 - 8]:

$$\text{Jednostkowa wydajność dobową wielkiego pieca} = \frac{\text{produkcja surowki na dobę}}{\text{objętość wielkiego pieca}} \quad (3)$$

$$\text{Uzysk surowki} = \frac{\text{produkcja surowki}}{\text{namiar całkowity}} \quad (4)$$

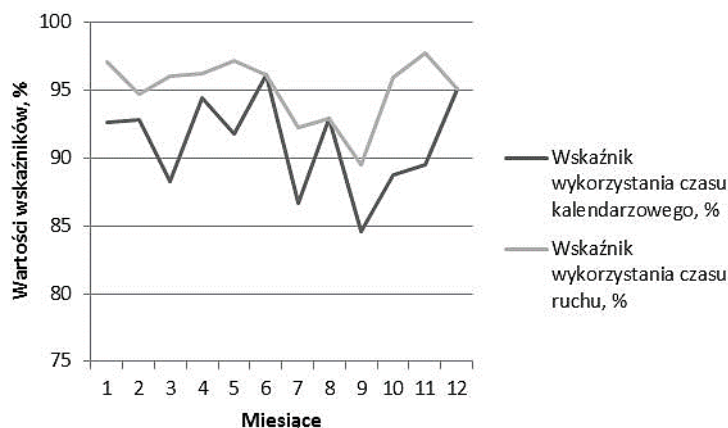
gdzie:

namiar całkowity = namiar żelazodajny (surowce i materiały zawierające żelazo) + topniki (kamień wapienny, dolomit, fluoryt, kwarcyt).

1.4 ANALIZA WYKORZYSTANIA CZASU DZIAŁANIA WIELKIEGO PIECA

Dokonano analizy wykorzystania czasu działania badanego wielkiego pieca.

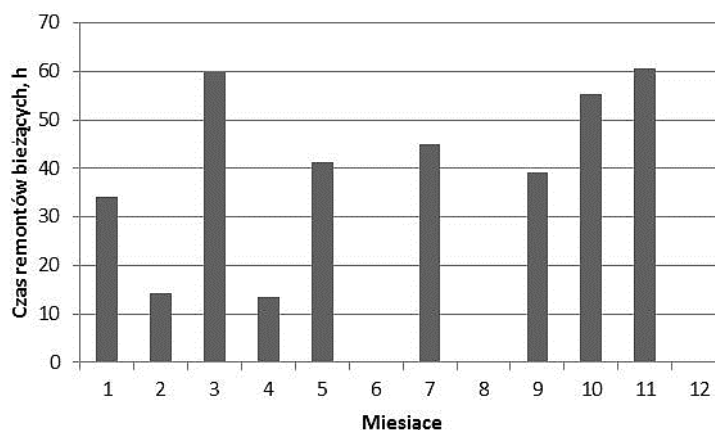
Wyznaczono wartości dwóch wskaźników: wykorzystania czasu kalendarzowego (1) i czasu pracy (2). Wartości tych wskaźników w badanym okresie przedstawiono na rys. 1.1.



Rys. 1.1 Wartości wskaźników wykorzystania czasu kalendarzowego i czasu ruchu w badanym wielkim piecu w poszczególnych miesiącach

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [4]

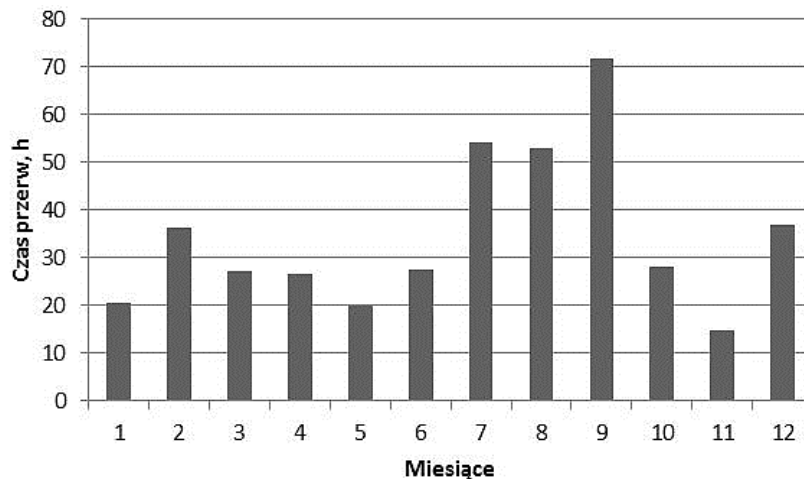
Analizując wyniki przedstawione na rysunku 1.1 można stwierdzić, że wartości wskaźników są bardzo wysokie i tylko w jednym miesiącu wartość jednego z nich była niższa niż 85%. Należy podkreślić, że wielkie piece pracują w trybie ciągłym, bez zatrzymania przez kilkanaście miesięcy. Zatrzymanie takiego urządzenia nie jest procesem prostym, trwa dłuższy okres czasu i wykonuje się go jedynie w celu całkowitego wyłączenia urządzenia z użytku (np. na czas trwania remontu). Wartość wskaźnika wykorzystania czasu kalendarzowego oscylowała w granicach 84,6-96,2% (średnio 91%), natomiast wskaźnika wykorzystania czasu ruchu – 89,5-97,5% (średnio 95%). Różnice pomiędzy wskaźnikami wynikały z faktu przeprowadzania remontów bieżących (prowadzonych bez zatrzymania urządzenia). Analizę czasu remontów bieżących wielkiego pieca przedstawiono na rys. 1.2.



Rys. 2.2 Czas trwania remontów bieżących w badanym wielkim piecu w poszczególnych miesiącach

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [4]

Czas ruchu jest teoretycznym czasem, podczas którego urządzenie może pracować. Jednak pojawiają się często przerwy nieplanowane, wynikające z awarii bieżących. Wpływa to na poziom wykorzystania tego czasu. Analizę wielkości nieplanowanych przerw w poszczególnych miesiącach przedstawiono na rysunku 1.3.



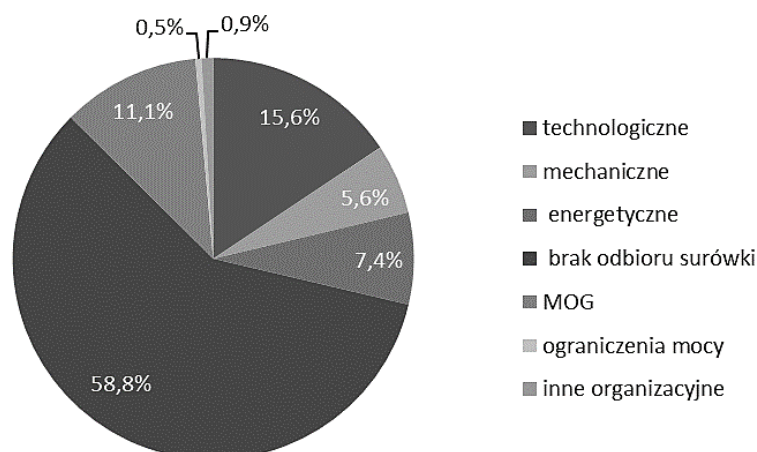
Rys. 1.3 Czas przerw nieplanowanych w badanym wielkim piecu w poszczególnych miesiącach

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [4]

Analizując czas remontów bieżących badanego urządzenia (rys. 1.2) można stwierdzić, że w trzech miesiącach (czerwiec, sierpień i grudzień) remonty bieżące nie odbywały się, najdłuższy czas remontów odnotowano w listopadzie (ok. 61 h) oraz w marcu (ok. 60 h). Remonty bieżące obejmowały głównie takie działania, jak np.: wymiana elementów zaworów spustowych, naprawa zatykarek otworów spustowych, wymiana i regulacja sond pomiarowych, spawanie nieszczelności i pęknięć elementów chłodzących urządzenia.

Na podstawie wyników przedstawionych na rys. 1.3 (czasy przerw nieplanowanych) można stwierdzić, że najwięcej przerw odnotowano we wrześniu (ok. 72 h), lipcu (54 h) i sierpniu (53 h). Miało to znaczący wpływ na poziom wykorzystania czasu kalendarzowego i czasu ruchu, gdyż w tych miesiącach wartości wskaźników wykorzystania były stosunkowo niskie. Na wielkość przerw miało wpływ wiele czynników. Strukturę przyczyn przerw w całym okresie badawczym przedstawiono na rysunku 1.4.

Analizując przyczyny powstawania przerw pracy badanego wielkiego pieca w całym okresie badawczym (rys. 1.4) można stwierdzić, że prawie 59% przerw było spowodowane problemami z odbiorem surówki z wielkiego pieca. Było to związane ze zmniejszonym zapotrzebowaniem na surówkę ze strony stalowni huty, która to jest głównym odbiorcą tego produktu. Sporym problemem były również przerwy technologiczne (ok. 16%) spowodowane bieżącymi postojami raz przerwy na MOG (awarie urządzenia do mokrego oczyszczania gazów) (ok. 11%).



Rys. 1.4 Struktura przyczyn przerw w badanym wielkim piecu w badanym okresie ogółem
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [4]

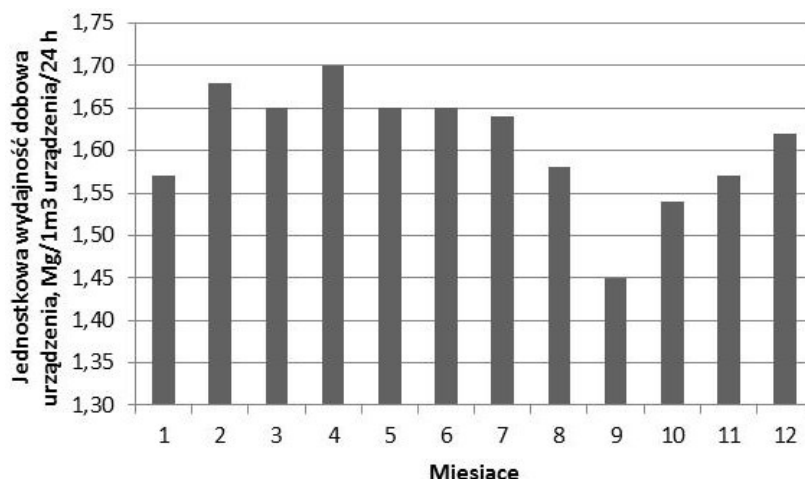
Analizując wszystkie wyniki przedstawione w rozdziale można stwierdzić, że na poziom wykorzystania czasu kalendarzowego ma wpływ wiele czynników, wśród których można wymienić:

- Wiek urządzenia – badany wielki piec nie jest urządzeniem nowym, przeszedł remont średni kilka lat temu, jednakże w czasie pracy muszą być przeprowadzane remonty bieżące, które umożliwią sprawną jego pracę przez dłuższy czas.
- Problemy z odbiorem surowki – popyt na surowkę zależy w głównej mierze od głównego odbiorcy, czyli stalowni. Tylko niewielki odsetek produkcji sprzedawany jest na zewnątrz huty. Jakikolwiek zakłócenia pracy stalowni powodują problemy z odbiorem surowki, która w takiej sytuacji przetrzymywana jest w wielkim piecu dłużej.
- Przerwy technologiczne, mechaniczne i MOG – mimo planowania remontów średnich i remontów bieżących często dochodzi do różnych awarii, które pociągają za sobą konieczność napraw urządzenia, czy wymiany części.

1.5 ANALIZA EFEKTYWNOŚCI PRACY WIELKIEGO PIECA

Dokonano analizy efektywności pracy wielkiego pieca. Obliczono dwa podstawowe wskaźniki stosowane dla tego typu urządzeń: wskaźnik jednostkowej wydajności dobowej (3) oraz wskaźnik uzysku (4). Wartości tych wskaźników w badanym okresie przedstawiono na rysunkach 1.5 i 1.6.

Na podstawie wyników zaprezentowanych na rysunku 1.5 można wywnioskować, że wartość wskaźnika jednostkowej wydajności dobowej badanego wielkiego pieca była zróżnicowana i wahała się w granicach 1,45-1,70 Mg/1m³ urządzenia/24 h. Różnica może wydawać się niewielka. Należy jednak pamiętać, że badany obiekt ma ok. 3200 m³ objętości, co wskazuje na różnicę w dziennej produkcji surowki sięgającą nawet kilkuset Mg. Najniższą wartość wskaźnika osiągnięto we wrześniu.

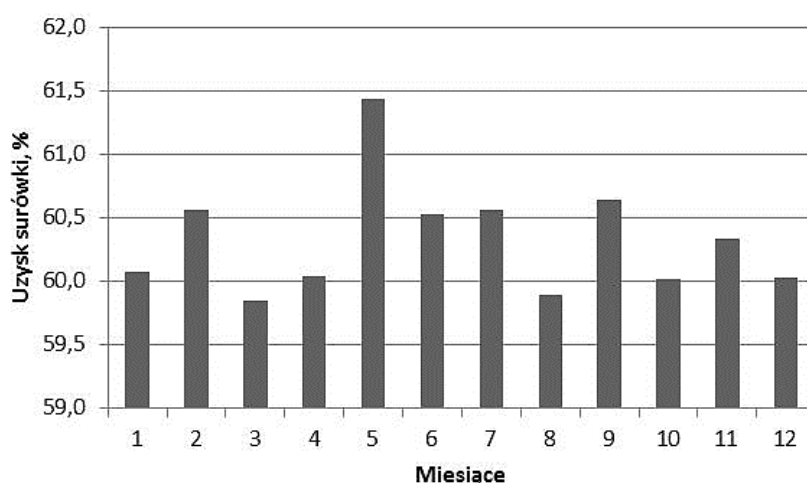


Rys. 1.5 Wartości wskaźnika jednostkowej wydajności dobowej badanego wielkiego pieca w poszczególnych miesiącach

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [4]

Przyczyny zróżnicowania tego parametru mogą być spowodowane wieloma czynnikami, do których należy zaliczyć przede wszystkim:

- Zaplanowana wielkość produkcji surówki, która jest podyktowana wielkością zamówień stalowni.
- Poziom poszczególnych parametrów procesu, który wpływa na ilość i jakość wyrobu gotowego.
- Jakość surowców i materiałów, głównie podstawowych składników żelazonośnych, co wpływa na poziom zużycia paliw oraz ilość otrzymanej surówki.



Rys. 1.6 Wartości wskaźnika uzysku surówki w badanym wielkim piecu w poszczególnych miesiącach

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [4]

Wyniki wskaźnika uzysku surówki przedstawione na rysunku 1.6 wskazują, że przeciętny uzysk w badanym okresie wynosił ok. 60% i wahał się w granicach 59,8-61,4%. Najwyższą wartość wskaźnika odnotowano w maju, najniższą zaś w marcu.

Należy pamiętać, że na wielkość uzysku największy wpływ ma bogactwo wsadu. Od tego parametru zależy, jaką ilość surówki można otrzymać z jednostki namiaru całkowitego. Parametr ten ma również wpływ na wartości innych wskaźników, jak np. ilość zużytego paliwa (drogiego koksu), która ma duży wpływ na koszty wytworzenia.

1.6 PODSUMOWANIE

W artykule dokonano analizy wybranych wskaźników efektywności pracy wielkiego pieca. Na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że:

1. Wskaźniki wykorzystania czasu kalendarzowego i czasu ruchu przyjmują wysokie wartości (średnio powyżej 90%), co wiąże się z nieprzerwaną pracą takiego urządzenia. Na obniżenie wartości wskaźników wpływają czasy przerw, wśród których należy wymienić przerwy planowane (remonty bieżące) oraz nieplanowane, na które wydział wielkopiecowy nie miał bezpośredniego wpływu.
2. Wartość wskaźnika jednostkowej wydajności dobowej wielkiego pieca była zróżnicowana i wahała się w granicach 1,45-1,70 Mg/1m³ urządzenia/24 h. Na to zróżnicowanie wpływ miało wiele różnorodnych czynników, n.in. plan produkcji, czy parametry pracy urządzenia.
3. Przeciętny uzysk w badanym okresie wynosił ok. 60% i wahał się w granicach 59,8-61,4%. W przypadku tego parametru podstawowe znaczenie ma jakość spieku – materiału wsadowego, a głównie zawartość podstawowego pierwiastka, czyli żelaza.
4. Na efektywność procesu wytwarzania surówki wielkopiecowej wpływa wiele czynników, spośród których należy wymienić [5]:
 - Wielkość zapotrzebowania na surówkę wielkopiecową: głównym odbiorcą surówki wielkopiecowej jest stalownia pracująca w hucie. Niewielkie ilości tego produktu (w postaci surówki stałej) zakupują również odbiorcy zewnętrzni. Odnotowano w badanym okresie przerwy związane z odbiorem produktu. Niestety na tę grupę czynników wydział wielkopiecowy nie ma żadnego wpływu.
 - Przerwy w pracy wielkiego pieca: w kalendarzu pracy każdego urządzenia planuje się przerwy związane z jego utrzymaniem ciągłości pracy. Wiele z tych czynności planuje się z wyprzedzeniem, należy jednak pamiętać że w czasie pracy urządzenia występują również przerwy nieplanowane, m. in.: związane z awariami, problemami elektrycznymi i energetycznymi, organizacyjnymi, brakiem odbioru surówki, brakiem podstawowego surowca (spieku) lub paliwa (koksu), czy ograniczeniem mocy.
 - Jakość materiałów: optymalne przygotowanie podstawowego materiału do produkcji surówki, czyli spieku ma znaczący wpływ na przebieg procesu wielkopiecowego. Jego skład chemiczny (głównie zawartość żelaza) oraz własności wytrzymałościowe mają wpływ na uzysk surówki, czyli pośrednio na wielkość produkcji. Stosowanie więc materiałów o niskiej jakości zwiększa

ilość produktów ubocznych (żużel), zmniejsza uzysk surówki z danej ilości materiału oraz wymaga zużycia większej ilości drogiego paliwa (koks stabilizowanego), którego wartość stanowi podstawowy składnik kosztu wytworzenia.

- Jakość i rodzaj paliw: zastosowanie wysoko jakościowego paliwa, jakim jest koks wielkopiecowym, pozwala na optymalne prowadzenie procesu wielopiecowego, utrzymanie parametrów jego pracy na najkorzystniejszym poziomie. Zastosowanie tańszych zamienników tego paliwa przy odpowiednich ilościach nie będzie miało dużego znaczenia dla wielkości produkcji, ale przekroczenie wielkości optymalnej może pogorszyć pracę urządzenia i wydłużyć czas wytopu.
- Parametry pracy urządzenia: odpowiedni rozkład materiałów oraz utrzymanie parametrów na stałym, optymalnym poziomie powoduje rytmiczną pracę urządzenia. Zakłócenie tych parametrów może mieć znaczący wpływ na czas trwania wytopu, zachodzące w piecu procesy, co również może spowodować zakłócenia w wielkości produkcji. Może też znacząco obniżać czas kampanii urządzenia i powodować awarie.
- Aby poprawić pracę pieca można zastosować szereg działań, które powinny przynieść znaczące rezultaty. Dużą poprawę można uzyskać poprzez odpowiednie przygotowanie wsadu (zwiększone bogactwo wsadu oraz jego frakcjonowanie), stosowanie wysokojakościowych paliw oraz lepszą pracę urządzenia (równomierny rozkład materiałów, czy prawidłowe plany remontowe).

LITERATURA

1. J. Chen, A predictive system for blast furnaces by interacting a neural network with qualitative analysis. *Engineering Applications and Artificial Intelligence*, vol. 14, pp. 77-85, 2001.
2. J. Czermiński (red. nacz.), *Encyklopedia techniki. Metalurgia*. Katowice: Wydawnictwo Śląsk, 1985.
3. A. Czerwińska-Lubaszczuk, A. Michna, Złożoność wielowymiarowego pomiaru efektywności funkcjonowania przedsiębiorstw – przyczynek do dalszych badań. *Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji, Górnictwo – perspektywy i zagrożenia*, vol. 5, nr 1, str. 248-254, 2016.
4. Dane z Wydziału Wielkopiecowego Huty X – niepublikowane.
5. E. Kardas, Analiza rytmiczności produkcji i jej przyczyn dla surówki wielkopiecowej. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, vol. 70, nr 9, CD, str. 25-33, 2018.
6. E. Kardas, Technical – economic analysis of pig iron production. International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials THERMEC'2009, Materials Science Forum Vols. 638-642, pp. 3291-3296, 2010.
7. E. Kardas E, The analysis of quality of ferrous burden materials and its effect on the parameters of blast furnace process, *Metallurgy*, vol. 52, nr 23, p. 149-152, 2013.
8. A. Konstanciak, E. Konstanciak, M. Konstanciak, Wskaźniki techniczno-ekonomiczne wielkiego pieca. *VI Międzynarodowa Sesja Naukowa: Nowe technologie i osiągnięcia w metalurgii i inżynierii materiałowej*, Częstochowa: Wydawnictwo Wydziału Inżynierii

- Procesowej, Materiałowej i Fizyki Stosowanej Politechniki Częstochowskiej, Seria: Metalurgia, nr 48, str. 19-22, 2005.
9. L. Król, *Konstrukcja i urządzenia wielkiego pieca*, Katowice: Wydawnictwo Śląsk, 1989.
 10. L. Król, E. Mazanek, *Nowoczesny wielki piec*, Biblioteka Metalurga, Katowice: Wydawnictwo Śląsk, 1973.
 11. T. Misiun, M. Niesler, J. Stępień, Określenie możliwości i kierunków optymalizacji kosztów wytwarzania surówki w warunkach krajowego hutnictwa, *Prace Instytutu Metalurgii Żelaza*, nr 2, str. 23-29, 2000.
 12. T. Misiun, J. Stecko, J. Kuśmierz, J. Kostro, S. Skupień, Zastosowanie drobnoziarnistych sortymentów koksu w wielkim piecu Huty im. T. Sendzimira, *Prace Instytutu Metalurgii Żelaza*, nr 1, str. 13-23, 1998.
 13. M. Niesler, Racjonalizacja gospodarki odpadami w wydziale wielkopieczowym, *Prace Instytutu Metalurgii Żelaza*, nr 3, str. 11-15, 2001.
 14. PN-93/H-01010/02: Metale. Określenie i klasyfikacja surówek. *Polski Komitet Normalizacyjny*, 9. 03. 1993.
 15. V. R. Radhakrishnan, A. R. Mohamed. Neutral networks for identification and control of blast furnace hot metal quality, *Journal of Process Control*, vol. 10, pp. 509-524, 2000.
 16. W. Sabela, K. Szczepańska-Woszczyna, Opłacalność usprawnień urządzeń produkcyjnych dla przedłużenia ich trwałości, *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Biznesu w Dąbrowie Górniczej*, nr 1, s. 163-169, 2002.
 17. H. Saxén, R. Östermark R, State realization with exogenous variables – A test on blast furnace data. *European Journal of Operational Research*, vol. 89, pp. 34-52, 1996.
 18. E. Szymańska, Efektywność przedsiębiorstw - definiowanie i pomiar. *Roczniki Nauk Rolniczych*, seria G, T. 97, z. 2, str. 152-164, 2010.
 19. L. Worobjow, Produktywność i efektywność przedsiębiorstwa. Bydgoszcz, *Polskie Stowarzyszenie Zarządzania Wiedzą, Seria: Studia i Materiały*, Tom 5, 2006.
 20. *Zintegrowane zapobieganie i ograniczanie zanieczyszczeń (IPPC)*, Dokument Referencyjny BAT dla najlepszych technik w produkcji żelaza i stali, 2004.

Data przesłania artykułu do Redakcji: 09.2018

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 11.2018

**ANALIZA WYBRANYCH WSKAŹNIKÓW EFEKTYWNOŚCI
PRACY WIELKIEGO PIECA**

Streszczenie: W artykule dokonano analizy wybranych wskaźników służących do oceny efektywności pracy wielkiego pieca. Wybrano takie wskaźniki, które pozwoliły ocenić efektywność wykorzystania czasu urządzenia oraz ilości otrzymywanego produktu gotowego. Analiza została przeprowadzona dla jednego z wielkich pieców działających w Polsce, a swym zakresem objęła jeden rok kalendarzowy. Dokonano również analizy czynników wpływających na obniżenie efektywności urządzenia.

Słowa kluczowe: wielki piec, efektywność, czas pracy, uzysk

**THE ANALYSIS OF SELECTED INDICATORS OF BLAST
FURNACE OPERATION EFFICIENCY**

Abstract: The analysis of selected indicators of blast furnace operation efficiency was presented in the paper. Indicators, that were selected, allowed to access the efficiency of operating time of blast furnace and the quantity of production. The analysis was carried out for one of blast furnaces operating in Poland and covered one calendar year. Then, the analysis of factors influencing the reduction of efficiency of blast furnace was made.

Key words: blast furnace, efficiency, work time, yield

dr inż. Edyta Kardas

Politechnika Częstochowska

Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów

Katedra Zarządzania Produkcją i Logistyki

Al. Armii Krajowej 19, 42-200 Częstochowa, Polska

e-mail: kardas.edyta@wip.pcz.pl