

Wiktor Kubiński, Ewa Kubińska-Jabcoń, Mariusz Niekurzak¹
Akademia Górniczo-Hutnicza

Symulacja logistycznego systemu produkcji z wykorzystaniem pakietu Dosimis-3 (cz. 1)

Produkcja hutnicza obejmuje procesy wytopu oraz przetwarzania metali i ich stopów na różnorodne wyroby walcowane. Niemal połowę stalowych wyrobów walcowanych na gorąco na świecie stanowią wyroby płaskie, to jest blachy i taśmy, a część tej produkcji jest dalej przetwarzana w procesie walcowania na zimno. Wyroby te służą z kolei do produkcji licznych dóbr konsumpcyjnych, takich jak samochody, artykuły gospodarstwa domowego, opakowania itp. Stale rosnące zapotrzebowanie na wyroby walcowane o coraz wyższej jakości, przy jednoczesnym dążeniu do obniżenia kosztów ich wytwarzania, zmusza przedsiębiorstwa do poszukiwania nowych rozwiązań technologicznych i jest jednym z wyzwań dla współczesnej nauki. Na obecnym, zmieniającym się i konkurencyjnym rynku, w tym rynku produktów stalowych, kluczowymi zasadami w technologii produkcji są: wysoka wydajność, niskie koszty eksploatacji, wysoka jakość i duża elastyczność. Cele te zmuszają producentów stali do stałego ulepszania i rozwoju technologii produkcyjnych, poszukiwania inteligentnych i innowacyjnych rozwiązań, jak również stosowania nowoczesnego wyposażenia walcowni.

W hutnictwie coraz częściej wykorzystywanym narzędziem jest logistyka. Podstawowym utrudnieniem we wprowadzeniu logistyki do hutnictwa jest dywergencyjny przepływ materiałów w cyklu produkcyjnym. Powoduje to, że w wielu fazach procesu przepływu materiałów konieczne jest ich składowanie, które powoduje wzrost kosztów otrzymania produktu końcowego. Oszczędności należy szukać w skracaniu czasu przejść materiału przez poszczególne podsystemy produkcyjne, racjonalnym zmniejszaniu rezerw materiałowych oraz właściwym doborze urządzeń produkcyjnych. Poprawny dobór kolejności realizacji zamówień wpływa na zmniejszenie czasu przebudowy agregatów produkcyjnych, a w efekcie na skrócenie czasu realizacji zamówień².

Przygotowanie nowej technologii walcowania metodą prób i błędów jest kosztowne, mało skuteczne oraz wymaga dużego nakładu czasu. Ciągła poprawa technologii jest ważnym czynnikiem gwarantującym wysoką jakość, zbyt i konkurencyjność produkcji na międzynarodowym rynku. Sposobem pozwalającym na opracowanie efektywnego i skutecznego programu produkcji w przedsiębiorstwie hutniczym jest zastosowanie wspomaganie komputerowego, które niesie za sobą wiele korzyści. Z jednej strony nie wymaga wysokich nakładów finan-

sowych, a z drugiej pozwala na szybkie uzyskanie zadawalających i wiarygodnych wyników, bez konieczności prowadzenia skomplikowanych badań doświadczalnych. Symulacja staje się powoli jedną z ważniejszych technik wspomagających logistyczne zarządzanie produkcją. Wiąże się to z tym, że w warunkach gospodarki rynkowej przedsiębiorstwa muszą rozwiązywać coraz bardziej złożone problemy w coraz krótszym czasie. Posługując się narzędziami modelowania i symulacji należy mieć na uwadze, aby korzyści osiągnięte z zastosowania tych technik były większe niż koszty poniesione przy ich stosowaniu. Aby przeprowadzona symulacja dała jak najlepszy efekt, musi być oparta na dokładnych modelach, precyzyjnie odzwierciedlających rzeczywiste warunki i specyfikę procesu.

Identyfikacja systemu walcowni

Kryzys energetyczny oraz stagnacja na rynku taśm walcowanych na gorąco wpłynęły na zmianę podejścia do projektowania walcowni taśm. Wzrastające koszty energii zmusiły przemysł metalurgiczny do wprowadzenia szeregu zmian, z których najważniejsze to³:

- zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych walcowni
- ograniczenie zużycia narzędzi
- minimalizacja czasu przepływu materiałów
- redukcja zapasów
- rozszerzenie asortymentu produkcji.

Odpowiedzią na te żądania stał się proces gruntowej modernizacji działających dotychczas walcowni i budowanie nowych, w których wdrożono innowacyjne rozwiązania. Przykładem takiego podejścia jest wybudowana w Hucie ArcelorMittal Poland w Krakowie walcownia taśm stalowych na gorąco $L=2100$ mm, która jest nowatorskim rozwiązaniem w zakresie konwencjonalnych walcowni taśm pracujących w Europie (rysunek 1).

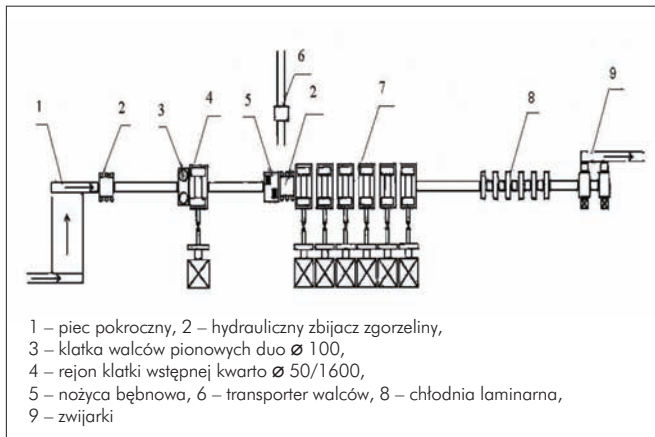
Nowa walcownia taśm stalowych zajmuje powierzchnię około 10 ha, a jej roczna zdolność produkcji wynosi 2,4 mln mg. Ma ona następującą charakterystykę produkcyjną:

- wsad: wlewki płaskie z maszyny COS o grubości 220-250 mm, szerokości 700-2100 mm i długości 6-11 m, o masie do 35 mg

¹ Dr hab. inż. W. Kubiński prof. nadzw. AGH, dr inż. E. Kubińska-Jabcoń, mgr inż. M. Niekurzak – Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica, Wydział Zarządzania. Artykuł recenzowany (przyp. red.).

² Michłowicz E., Kisiel P.: *Wykorzystanie symulatora Dosimis-3 jako narzędzie modelowania przepływów w walcowni blach*, Międzynarodowa konferencja naukowa „Transport XXI wieku”, Warszawa, 20-22 września 2004, s. 169–176.

³ Kubiński W., Kubińska-Kaleta E., Niekurzak M.: *Nowoczesna walcownia taśm stalowych walcowanych na gorąco oraz współczesne kierunki rozwoju procesów ich wytwarzania*, Hutnik – Wiadomości hutnicze 2010, nr 7, s. 333-338.



Rys. 1. Schemat rozplanowania urządzeń w nowej walcowni taśm na gorąco $L=2100$ mm w Hucie ArcelorMittal Poland w Krakowie
Źródło: Kubiński W., Kubińska-Kaleta E., Niekurzak M., op. cit., s. 333-338.

- wyrób: taśma stalowa walcowana na gorąco o grubości 1,4-25,4 mm, szerokości 750 - 2100 mm, w kręgach o masie do 35 mg
- walcowane stale: niestopowe konstrukcyjne, w tym dla przemysłu samochodowego (DP) i na rury (X70), niestopowe o podwyższonej wytrzymałości (HSLA) oraz krzemowe (GO).

Technologia walcowania blach i taśm stalowych na gorąco przeszła wiele etapów rozwoju, zarówno w zakresie urządzeń mechanicznych, układów napędowych, jak i automatyki oraz sterowania. Duży postęp dokonał się również w zakresie projektowania technologii, gdzie stosowane są coraz bardziej skomplikowane modele matematyczne oraz wykorzystywane są wyniki z programów symulacyjnych.

Model systemu

W wyniku przeprowadzonej identyfikacji systemu przyjęto, że system walcowni taśm na gorąco S_{WT} składa się z następujących podsystemów:

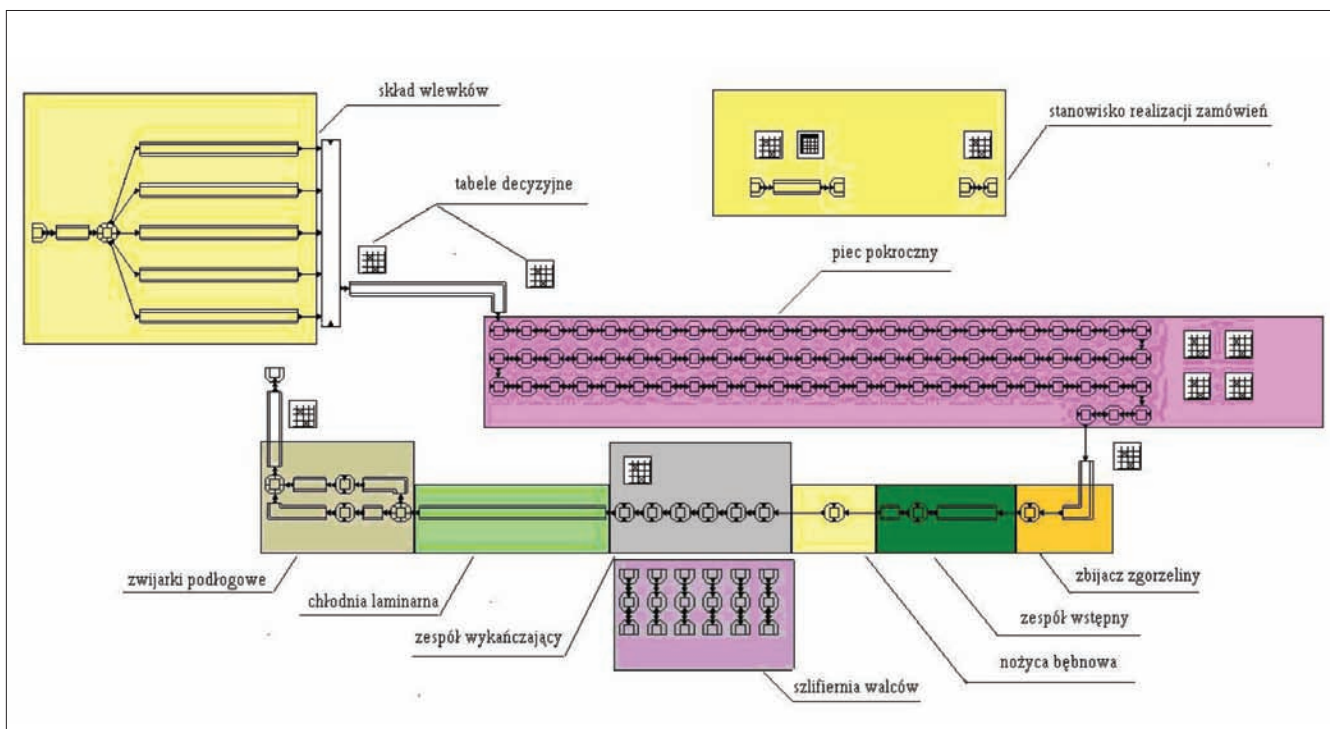
$$S_{WT} = \langle S_{PNW}, S_{PWN}, S_{PWW}, S_{PCHL}, S_{PZ}, S_{PWG} \rangle$$

gdzie:

- S_{PNW} – podsystem nagrzewania wsadu w piecu pokrocznym,
- S_{PWN} – podsystem walcarki nawrotnej,
- S_{PWW} – podsystem zespołu walcarek wykańczających,
- S_{PCHL} – podsystem chłodni laminarnej,
- S_{PZ} – podsystem zwijarek,
- S_{PWG} – podsystem składowania wyrobów gotowych.

W celu redukcji kosztów eksploatacyjnych, ograniczenia zużycia energii i narzędzi potrzebnych do wytworzenia wyrobu finalnego oraz minimalizacji czasu przepływu materiałów, poddano optymalizacji przepływy we wszystkich podsystemach produkcyjnych. Odzwierciedleniem tej struktury jest przedstawiony na rysunku 2 model systemu wykonany w Dosimis-3.

Zastosowanie technik symulacyjnych do rozwiązania problemów logistycznych wymaga wydajnego narzędzia symulacyjnego, jak na przykład pakiet Dosimis-3. Jest to program pozwalający na śledzenie zachowania się urządzeń „krok po kroku” w czasie dyskretnym. Eliminuje on powstałe błędy oraz ułatwia uzyskanie wyników niezbędnych do podejmowania określonych decyzji logistycznych. Do badań wybrany został ten symulator, ponieważ pozwala on między innymi na: optymalny dobór ilości rodzajów środków transportowych, ustalenie tras transportu i analizę w pełni zautomatyzowanych systemów transportowych z automatycznym wyznaczeniem drogi oraz celu przeznaczenia następnej stacji pracy dla wytworzonego wyrobu finalnego.



Rys. 2. Model logistycznego systemu w walcowni taśm stalowych.
Źródło: opracowanie własne.