

SZPYTKO Janusz¹
GLIWINSKI Marcin²

Modernizacja napędów walcarek walcowni walcówki ukierunkowana na gotowość

Walcarka, napędy, gotowość, modernizacja

Streszczenie

W artykule opisano działania modernizacyjne podjęte na walcowni walcówki ukierunkowane na napędy i sterowanie pod kątem zwiększenia gotowości systemu i obniżenia kosztów produkcji.

INCREASING MOTORS' DEPENDABILITY OF ROLLING STANDS ON THE EXAMPLE OF WIRE ROD MILL

Abstract

The paper subject is modernization the wire rod mill motors focused on dependability increasing and production cost decreasing. There are presented characteristic of rolling stand, rolling mill and main motors.

1. WSTĘP

Zagadnienie gotowości w procesach produkcyjnych ma bezpośredni wpływ na koszt wytworzenia wyrobu i jest funkcją gotowości zastosowanych maszyn i urządzeń. Gotowość systemu jest tym wyższa im mniejsza jest ilość awarii i nieplanowanych zatrzymań [3, 6, 7].

Przedmiotem artykułu są przykłady rozwiązań modernizacyjnych napędów na walcowni walcówki i sterowania ukierunkowanych na zwiększenie gotowości i obniżenia kosztów produkcji.

2. CHARAKTERYSTYKA WALCOWNI

Walcownią nazywamy wydział zakładu przemysłowego, najczęściej huty, albo wydzielony zakład przemysłowy, w którym podstawową metodą produkcyjną jest proces walcowania. W zależności czy proces jest prowadzony na gorąco czy na zimno, rozróżniamy walcownie gorące i zimne. Walcownie dzielimy według rodzajów walcowanych na nich wyrobów. Rozróżniamy więc walcownie bruzdowe (wyroby długie), walcownie blach grubych i cienkich oraz taśm, walcownie rur i walcownie różnych wyrobów specjalnych [2].

Walcownie klasyfikowane są według różnych właściwości. Podział na rodzaje walcowni odbywa się w zależności od warunków w jakich przebiega proces walcowania oraz w zależności od produkowanego asortymentu i jego wymiarów. W zależności od warunków rozróżnia się walcownie gorące i walcownie zimne. Natomiast w zależności od asortymentu rozróżnia się:

- a. walcownie półwyrobów obejmujące zespoły wstępnego przerobu.
- b. walcownie wyrobów gotowych: walcownie bruzdowe, w których produkuje się pręty, kształtowniki, walcówkę i bednarkę wąską (wyroby długie); walcownie wyrobów płaskich, w których produkuje się blachy, bednarkę szeroką, taśmy i folie; walcownie rurze szwem i bez szwu; walcownie okresowe do wytwarzania wyrobów o zmiennym kształcie; walcownie specjalne, do produkcji pierścieni, obręczy kół bosych, kul, gwintów, podkuwek.

Każda z walcowni dzieli się na bardziej szczegółowe podgrupy w zależności od średnicy walców i rozmiaru asortymentu [1].

W walcowni wyrobów długich można wyróżnić: walcownie szyn, walcownie duże, średnie i małe (drobne) oraz walcownie walcówki i taśm (blachówek). Największymi walcowniami są walcownie szyn, przeznaczone do walcowania ciężkich szyn kolejowych, dwuteowników, ceowników w zakresie wymiarowym od 180 do 200 [mm] i innych kształtowników o dużych wymiarach.

Walcownie walcówki i taśm można określić jako procesy wąsko specjalizowane. Pierwsze z nich służą prawie wyłącznie do produkcji walcówki o średnicy 4,5-12,5 [mm]. Walcownie blachówek i bednarki przeznaczone są do walcowania wąskich pasów i taśmy o szerokości do 500 [m], przy czym znaczną część produkcji stanowią taśmy do produkcji rur zgrzewanych.

Układ klatek roboczych na walcowni wyrobów długich może być bardzo zróżnicowany. Oprócz klatek z poziomym umieszczeniem walców, w walcowniach bruzdowych stosowane są klatki z walcami pionowymi, a także klatki o bardziej

¹ Akademia Górniczo – Hutnicza, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki; 30-059 Kraków; Al. A.Mickiewicza 30. e-mail: szpytko@agh.edu.pl

² Akademia Górniczo – Hutnicza, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki; 30-059 Kraków; Al. A.Mickiewicza 30. e-mail: margliw@agh.edu.pl

złożonej konstrukcji z poziomymi, pionowymi lub nachylonymi walcami. Klatki z pionowymi walcami stosowane są w przypadkach, gdy konieczne jest poprzeczne odkształcenie pasma bez jego kantowania. Podczas walcowania blach, bednarki lub płaskowników, klatki z walcami pionowymi stosowane są do odkształcania bocznych krawędzi pasma w celu nadania im dokładnego kształtu prostokątnego.

Pod względem rozmieszczenia klatek roboczych, rozróżnia się następujące typy walcowni: jednoklatkowe, liniowe, posobne, ciągłe, kombinowane (typu mieszanego). Walcownie jednoklatkowe najczęściej bywają nawrotne, ponieważ w jednej klatce dla uzyskania końcowych wymiarów pasma należy zrealizować kilka przepustów.

Walcownie liniowe wyróżniają się tym, że klatki robocze umieszczone są w jednej linii z ogólnym napędem od jednego silnika. Walcownia może mieć jedną lub kilka linii klatek. W walcowniach posobnych, klatki rozmieszczone są jedna za drugą, a pasmo przechodzi przez każdą klatkę tylko jeden raz, poruszając się cały czas do przodu. W związku z tym ilość przepustów jest równa ilości klatek. Prędkość walcowania w każdej kolejnej klatce wzrasta. Zasadniczą cechą walcowni posobnych jest to, że odległość pomiędzy klatkami jest większa niż długość walcowanego pasma. Dzięki temu pasmo najpierw całe wypływa z poprzedniej klatki i dopiero potem jest podawane do klatki następnej.

Walcownie ciągłe również mają szeregowe rozmieszczenie klatek, ale klatki usytuowane są blisko jedna za drugą w taki sposób, aby podczas ustalonego procesu walcowania, pasmo było odkształcane we wszystkich klatkach jednocześnie. W walcowniach ciągłych stosowane są największe prędkości walcowania pasma, a proces jest najczęściej w pełni zautomatyzowany, dzięki czemu uzyskuje się wysoką wydajność procesu. Jednakże efektywna praca tych walcowni wymaga bardzo dokładnego dostosowania prędkości walcowania we wszystkich klatkach. To ostatnie wymaganie jest bardzo trudno osiągnąć podczas walcowania kształtowników o złożonych kształtach, dlatego też walcownie ciągłe stosowane są przeważnie do walcowania prętów o stosunkowo prostych kształtach oraz rur [1].

Klatką walcowniczą nazywamy urządzenie, w którym zachodzi walcowanie metalu. Podstawowymi częściami klatki, spełniającymi rolę narzędzi, są walce wywierające bezpośrednio nacisk na metal walcowany. Walce za pośrednictwem czopów są oparte w łożyskach. Obudowy łożysk są umieszczone w oknach stojaków. Dwa stojaki połączone między sobą i ustawione na płytach podstawowych tworzą sztywny kadłub. Odstęp pomiędzy walcami jest regulowany za pomocą mechanizmów nastawczych, które jednocześnie przejmują siły pochodzące od nacisku metalu i przenoszą je na stojaki. Opis przedstawiony dotyczy tradycyjnej konstrukcji, obecnie używa się również klatek walcowniczych o odmiennej konstrukcji, np.: pojedynczy stojak lub też klatki bezstojakowe [2].

Walcarką nazywamy zespół urządzeń napędzanych wspólnym napędem głównym, całkowicie zdolnym do czynności walcowania [2]. Ogólnie można wymienić następujące składowe urządzenia walcarek:

- a. klatka walcownicza,
- b. klatka walców zębatach, będąca szczególnym przypadkiem przekładni zębataj dzielącej obroty z pojedynczego czopa na kilka walców napędzanych. Spotyka się również walcarki pozbawione klatki walców zębatach, w których walce robocze napędzane są indywidualnymi silnikami,
- c. przekładnie zębate – używane, gdy liczba obrotów silnika jest inna, zwykle większa od liczby obrotów walców,
- d. koła zamachowe, najczęściej umieszczone na szybkoobrotowych wałach przekładni, stosowane w walcarkach nienawrotnych o krótkotrwałych wysokich obciążeniach,
- e. sprzęgła i łączniki będące elementami łączącymi wały oraz walce i przenoszącymi momenty obrotowe.

Napędami głównymi nazywamy napędy walcarek wprawiające w ruch walce i wykonujące pracę walcowania. W myśli definicji walcarki ma ona zawsze jeden napęd główny. Do zespołów mechanicznych napędów łownych zaliczamy wszystkie urządzenia, mechanizmy i części przenoszące obroty od silnika do walców. Mogą to być koła zamachowe, przekładnie redukujące liczbę obrotów, klatki walców zębatach, sprzęgła oraz łączniki.

W specjalnych procesach warunki pracy napędów głównych (liczba przepustów przypadających na daną walcarkę może wynosić kilkadziesiąt na godzinę) należą do bardzo ciężkich i są przedmiotem zmiennych obciążeń, które narastają i zanikają gwałtownie. Nowoczesne walcarki mają duże prędkości walcowania, a krótkie okresy chwytu wyrobu skutkują drganiami skrętnymi w układach przenoszących momenty skręcające. Drgania mogą być przyczyną obciążeń dynamicznych, a w dalszej konsekwencji naprężeń konstrukcji. Dynamika zmian obciążeń konstrukcji istotnie wpływa na przyspieszenie procesu ich zmęczenia i zużycia [2].

Od walcarek wymaga się wysokiej gotowości. Nieplanowane postoje spowodowane awariami są główną przyczyną zmniejszenia wydajności walcowni i zwiększenia jednostkowego kosztu wytworzenia wyrobu gotowego. Zagadnienia dotyczące gotowości zostały omówione w pracach [3, 6, 7]. Gotowość jest właściwością urządzenia wyrażającą jego zdolność do utrzymywania się w stanie technicznym umożliwiającym wypełnianie oczekiwanych funkcji w danych warunkach i w danym przedziale czasu. Gotowość napędów walcarek jest funkcją czasu eksploatacji podczas którego następuje degradacja urządzeń. Ponadto gotowość jest funkcją przyjętej przez użytkownika strategii eksploatacji urządzenia, odnoszonej do innych znanych w świecie rozwiązań technicznych i organizacji procesu eksploatacji. Konkurencyjność na rynku wymusza podejmowanie przez użytkownika instalacji prac doskonalących, w tym modernizacyjnych.

3. MODERNIACJA NApędów NA WALCOWNI

Przykłady inicjatyw inżynierskich zorientowanych na kształtowanie gotowości napędów i urządzeń sterujących na walcowni walcówki są przedmiotem niniejszego rozdziału wypowiedzi. W ramach unowocześnienia walcowni walcówki zostały wdrożone rozwiązania dotyczące napędów i sposobu sterowania na całej linii walcowniczej. Został zmodernizowany rejon pieca, rejon napędów i bloków walcowniczych (rys.1, rys.2) oraz obszaru formowania kręgow. Przykładowe działania obejmowały:

- a. automatyka rejonu pieca przepychowego (rys.3); system został zbudowany z wykorzystaniem sterowników typu S7-300 oraz S7-200. W kabynie pieca został zainstalowany pulpit sterowniczy oraz stanowisko do wizualizacji i kontroli procesu załadunku pieca z wykorzystaniem oprogramowania firmy Wonderware Factory Suite. Do bezpośredniego sterowania silnikami napędów w rejonie pieca zostały użyte przekształtniki firmy VACON serii NX;
- b. automatyka rejonu linii walcowniczej (rys.4); zastosowano dwa sterowniki typu LOGIDYN D2 firmy ALSTOM. Jako jednostki centralne zostały użyte przemysłowe płyty główne IPC COP 232.2. wraz z modułami sterującymi VCM 232.2, SRE232.1, DIZ232.1. Ponadto zostały użyte moduły WAGO 750-333 (wraz z kartami I/O analogowymi i cyfrowymi) służące do obsługi interfejsu I/O oraz do komunikacji z systemem wizualizacji. Zainstalowano pulpit sterowniczy oraz stanowisko do wizualizacji i kontroli procesu walcowania wykorzystujące oprogramowanie firmy Wonderware Factory Suite;
- c. systemy sterujące wykorzystujące sterowniki S7-300 wraz z modułami wejść i wyjść analogowych i cyfrowych kontrolujące prace (odpowiednio dla każdej linii): skrzyń wodnych, rolek dociskowych oraz obszaru formera (rys.5). Do bezpośredniego sterowania silnikami napędów rolek i formerów zostały użyte przekształtniki firmy VACON z serii NX.



Rys. 1. Przykładowy napęd walcowni walcówki



Rys. 2. Przykładowe napędy główne walcarek walcowni walcówki



Rys. 3. Widok szaf sterowniczych dla napędów rejonu pieca po modernizacji



Rys. 4. Widok nowej szafy sterującej dla napędów głównych linii walcowniczej po modernizacji. Po lewej sterownik LOGIDYN D2 firmy ALSTOM wraz z modułami wejść, wyjść cyfrowych. Po prawej wyprowadzenia przewodów z kart impulsów do bloków tyrystorowych



Rys. 5. Systemy kontrolujące prace skrzyń wodnych, rolek dociskowych oraz formera. Do bezpośredniego sterowania silnikami napędów rolek i formerów zostały użyte przekształtniki firmy VACON z serii NX.



Połączenia pomiędzy sterownikami, stanowiskami do wizualizacji oraz modułami wyniesionymi zostały wykonane w technologii światłowodowej z wykorzystaniem switch'y przemysłowych firmy Siemens [5].

4. UWAGI KOŃCOWE

W rezultacie podjętych działań modernizacyjnych walcowni, a w szczególności napędów i sterowania wybranych węzłów zmniejszono wskaźnik awaryjności systemu, zwiększono gotowość napędów walcowni walcówki. W rezultacie zastosowania nowego rozwiązania sterowania, praca operatorów prowadzenia procesu jest oceniana jako skuteczniejsza. Łącznie stwierdzono podniesienie wskaźników charakteryzujących wydajność walcowni i obniżenie kosztów produkcji.

Kształtowanie gotowości instalacji przemysłowych wymaga każdorazowo indywidualnego rozpatrywania, jednakże kompleksowe spojrzenie na cały proces oraz podjęcie działań zorientowanych w szczególności na napędy dużych instalacji są istotne.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Danchenko V., Dyja H., Lesik L., Mashkin L., Milenin A.: *Technologia i modelowanie procesów walcowania w wykrojach*. Wyd. Wydziału Inżynierii Procesowej, Materiałowej i Fizyki Stosowanej, Politechnika Częstochowska, Częstochowa, 2002.
- [2] Dobrucki W.: *Podstawy konstrukcji i eksploatacji walcowni*. Wyd. Śląsk, Katowice, 1972.
- [3] Gliwiński M., Szpytko J.: *Approach to increase both operators' safety and devices' availability on the example of production process*. Journal of KONES, v.17, no 1, p. 143-147, 2010.
- [4] Jaglarz Z., Leskiewicz W., Morawiecki M.: *Technologia i urządzenia walcownicze*. Wyd. Śląsk, Katowice, 1971.
- [5] Lauks A., Gliwiński M.: *Ewolucja napędów walcowni wyrobów długich*. Mat. Konf. Napędy Maszyn Transportowych, SITPH, Ustroń, 2011.
- [6] Szpytko J., Gliwiński M.: *Dependability shaping approach of devices used in production process*. Journal of KONES, v. 18, 2011.
- [7] Szpytko J.: *Kształtowanie procesu eksploatacji środków transportu bliskiego*. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Kraków-Radom, 2004.