

Charakterystyka układu automatycznej regulacji poziomu samotoków podawczo-odbiorczych walcarki DUO-300

Characteristics of the automatic level control roller tables given-receiver mill DUO-300

MARCIN KWAPISZ
TOMASZ GARSTKA
MARCIN KNAPIŃSKI *

DOI: <https://doi.org/10.17814/mechanik.2017.1.16>

W artykule przedstawiono opis układu automatycznej regulacji poziomu samotoków podawczo-odbiorczych walcarki DUO-300, stanowiącej część zespołu walcowniczego Wydziału Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów Politechniki Częstochowskiej. Sterowanie linią technologiczną opiera się na sterownikach PLC. Do komunikacji pomiędzy poszczególnymi elementami wykorzystano magistralę CANBus. Zrealizowany układ automatycznej regulacji poziomu samotoków walcarki laboratoryjnej DUO-300 – pomimo relatywnej prostoty związanej z brakiem rozdzielaczy proporcjonalnych i wynikającej stąd niemożności sterowania proporcjonalnego – pozwala na osiągnięcie zadowalających parametrów dokładności i czasu nastawy.

SŁOWA KLUCZOWE: samotoki walcarki DUO-300, sterowniki PLC, magistrala CANBus

The article presents a description of the automatic level control roller tables given-receiving mill DUO-300 forms part of the rolling of the Faculty of Production Engineering and Materials Technology of Czestochowa University of Technology. Control of technological line based on PLC. For communication between the individual elements used bus CANBus. Realized an automatic level control roller tables rolling laboratory DUO-300, despite the relative simplicity associated with the lack of proportional valves and the resulting inability of proportional control, allows you to achieve satisfactory accuracy parameters and time settings.

KEYWORDS: roller tables mill DUO-300, controller PLC, data bus CANBus

Jednym z ważnych aspektów prowadzonych prac naukowo-badawczych i rozwojowych w zakresie przeróbki plastycznej, dotyczących procesów walcowania, są zagadnienia związane z wpływem kąta podania pasma do klatki na jego geometrię oraz możliwością zapobiegania jego wyginaniu poprzez wprowadzenie walcowania asymetrycznego [1]. Aby umożliwić tego rodzaju badania na Wydziale Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów Politechniki Częstochowskiej, na etapie projektowania i uruchamiania laboratoryjnego zespołu walcowniczego D300 przewidziano nie tylko możliwość niezależnej regulacji prędkości górnego i dolnego walca, lecz także wyposażenie go w zmechanizowane samotoki podawczo-odbiorcze, zapewniające precyzyjną nastawę ich wysokości i kąta nachylenia [2]. Funkcjonalność taka pozwala ponadto na symetryczne podawanie pasma do kotłiny walcowniczej przy zmieniającej się wysokości pasma w kolejnych przepustach [3, 4].

Wykonane w części mechanicznej przez firmę zewnętrzną samotoki zostały zautomatyzowane siłami pracowników

* Dr inż. Marcin Kwapisz (mkwapisz@wip.pcz.pl), dr inż. Tomasz Garstka (tomasz.garstka@wip.pcz.pl), dr hab. inż. Marcin Knapiński prof. PCz (knap@wip.pcz.pl) – Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów, Instytut Przeróbki Plastycznej i Inżynierii Bezpieczeństwa

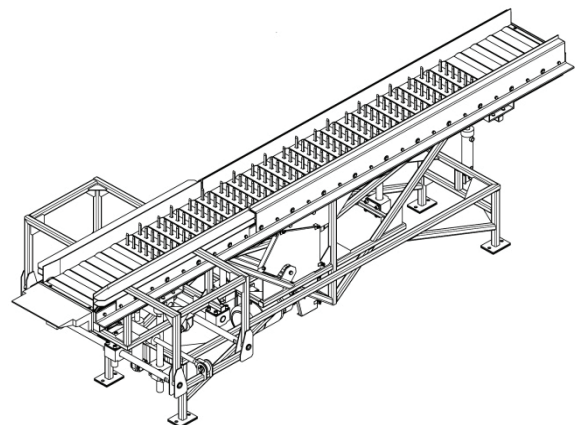
Wydziału Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów PCz. Widok nawrotnej klatki walcowniczej DUO-300, stanowiącej centralny element całego zespołu walcowniczego, wraz z samotokami przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Widok klatki walcowniczej wraz z samotokami podawczo-odbiorczymi

Konstrukcja samotoków

Rysunek konstrukcyjny w rzucie pojedynczego samotoku przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Widok konstrukcyjny samotoku

Samotok składa się z podstawy oraz stołu o długości 3 m z napędzanymi rolkami transportującymi pasmo. Rolki mają średnicę 60 mm i długość 300 mm, a odstęp międzyosiowy pomiędzy nimi wynosi 100 mm. Powierzchnia pomiędzy rolkami jest zakryta i osłania elementy układu napędowego oraz hydrauliki przed zgorzelenią i bezpośrednim oddziaływaniem termicznym pasma. Napęd samotoku stanowi trójfazowy silnik asynchroniczny, zintegrowany z reduktorem i zasilany przez przemiennik częstotliwości. Moc z silnika na rolki przenoszona jest za pomocą łańcucha.

Stół względem podstawy wsparty jest na dwóch siłownikach hydraulicznych i stabilizowany czterema prowadnicami liniowymi. Umożliwia to – w dwóch punktach podparcia oddalonych o 2 m – zmianę jego położenia w zakresie ± 50 mm względem poziomu odniesienia $+835$ mm górnej tworzącej dolnego walca. Różnicując położenie w punktach podparcia, można również nastawiać kąt pochylenia stołu. Dzięki temu można z zachowaniem skali odwzorowywać warunki walcowania związane z podaniem pasma, jakie panują w rzeczywistych walcowniach.

W przedniej części samotoku zainstalowany został manipulator, który przed podaniem do klatki pozwala na wycentrowanie lub pozycjonowanie pasma za pomocą liniałów w zakresie ± 125 mm względem jego osi podłużnej. Dodatkowo samotoki są wyposażone w układ unoszenia pasma nad rolki transportowe za pomocą wysuwanych spomiędzy rolek szpilek. Podczas walcowania nawrotnego, w czasie rewersu i zmiany nastawy szczeliny walcowniczej, podniesienie pasma zapobiega intensywnemu chłodzeniu jego dolnej części poprzez wymianę ciepła z samotokiem. Punktowe podniesienie pasma zapewnia również bardziej równomierne, międzyoperacyjne jego chłodzenie, jeśli tego wymaga technologia walcowania. Te układy (podobnie jak układ podnoszenia/opuszczania stołów) są w pełni zmechanizowane i napędzane z pomocą siłowników hydraulicznych.

Każdy samotok pod względem funkcjonalnym stanowi niezależne, wyodrębnione automatyczne urządzenie, sterowane za pomocą sterownika PLC z możliwością lokalnego, manualnego sterowania jego podstawowymi funkcjami. Natomiast nadrzędną kontrolę nad jego pracą sprawuje system sterowniczy całego zespołu walcowniczego.

Układ automatycznej regulacji poziomu

Układ automatyki nastawy położenia poziomu stołu składa się z dwóch identycznych torów regulacji, osobno dla przedniej i tylnej części samotoku. Jako elementy pomiarowe położenia stołu względem podstawy zastosowano nowoczesne, magnetostrykcyjne przetworniki położenia typu Temposonic EP firmy MTS o zakresie pomiarowym 100 mm i wyjściu napięciowym w standardzie 0–10 V. Zostały one zamontowane równolegle do osi siłowników, a ruch jest na nie przenoszony poprzez ciągnię z jednej z prowadnic. Dzięki brakowi bezpośredniego, mechanicznego połączenia z właściwą częścią pomiarową przetworniki te są hermetyczne i odporne na szereg niekorzystnych czynników, jak wstrząsy czy wilgotność.

Funkcję regulatora spełnia sterownik PLC VISION V280 z modułem I/O typu V200E1846B, odpowiadający również za sterowanie wszystkimi pozostałymi funkcjami samotoku oraz komunikację z pulpitem operatora. W sterowniku tym zaimplementowany został dwutorowo algorytm nastawy położenia dla przedniej i tylnej części samotoku, w postaci regulatora dwustawnego o wąskiej histerezie, typowo ± 1 mm. Szerokość histerezy w zależności od wymagań może być zmieniana programowo. Podczas walcowania wartość zadanego poziomu lub kąta pochylenia stołu samotoku może być wprowadzana ręcznie poprzez panel HMI sterownika lub automatycznie odczytywana z programu walcowania w każdym przepuszczeniu i przesyłana siecią CANBus z nadrzędnego sterownika PLC zainstalowanego na pulpicie operatora wraz z sygnałem inicjacji nastawy. Po rozpoczęciu procedury ustawiania żadanego poziomu samotoku z wyjść przekaźnikowych sterownika podawane są sygnały sterujące cewkami Y1 i Y2 elementów wykonawczych w postaci

elektrozaworów trójpołożeniowych typu WE06, sterujących przepływem oleju do siłowników hydraulicznych o skoku 100 mm, typu CB40/22/URG. Na siłownikach tych zamontowano zawory zwrotne bliźniacze typu VBPDE, blokujące ich pozycję. Aby wyeliminować wzajemne oddziaływanie obwodów zasilania hydraulicznego przedniego i tylnego siłownika, których elektrozawory są wspólnie zasilane olejem, najpierw następuje nastawa przedniej, a następnie tylnej części. Dodatkowo zabezpiecza to przed kolizją końca stołu podawczego samotoku z dolnym walcem. Po zakończeniu nastawy poziomu samotoku układ automatyki przesyła informację zwrotną do układu sterowania całego zespołu walcowniczego i jest gotowy do wykonania kolejnej operacji. Zasadniczo podczas walcowania nawrotnego, w trakcie odbierania pasma, kolejną nastawą samotoku jest pozycja 0 mm, czyli maksymalne dolne położenie stołu. W pozycji tej, następuje mechaniczne zablokowanie samotoku z klatką walcowniczą. Podczas ustawiania w dolnej pozycji, odwrotnie niż podczas ustawiania zadanego poziomu, najpierw opuszczany jest tył, a następnie przód samotoku. Prędkość nastawy regulowana jest ręcznie za pomocą zaworu sterującego przepływem typu VRFB9003, znajdującego się w obwodzie zasilania olejem płyty zaworowej, na której zamontowane są elektrozawory. Z powodu znacznej asymetrii rozłożenia ciężaru w konstrukcji samotoku pomiędzy jego tylną a przednią częścią, w której zabudowany jest manipulator, prędkości nastawy dla przodu i tyłu różnią się. Dokładność nastawy determinowana jest zadaną szerokością histerezy regulatora. Mała prędkość nastawy przy wąskiej szerokości histerezy regulatora umożliwia osiągnięcie dużej dokładności regulacji zadanego poziomu, jednak powoduje to wydłużenie czasu nastawy i niepotrzebne wychładzanie się pasma. Natomiast zbyt duża prędkość powoduje pojawienie się w układzie oscylacji, uniemożliwiających nawet w skrajnych przypadkach ustabilizowanie pozycji. Całkowity czas nastawy poziomu 50 mm wynosi ok. 5 s, a błąd kątowy tej nastawy dla histerezy regulatora ± 1 mm wynosi poniżej $0,1^\circ$. Czas nastawy wykorzystywany jest na transport nagrzanego pasma z pieca w kierunku klatki i jego pozycjonowanie manipulatorem przed podaniem do walców.

Podsumowanie

Przedstawiony w pracy, zrealizowany układ automatycznej regulacji poziomu samotoków walcarki laboratoryjnej DUO-300 pozwala na osiągnięcie zadowalających parametrów, tj. dokładności i czasu nastawy. Dzięki temu możliwe jest prowadzenie szerokiego zakresu doświadczalnych prac badawczych z zakresu przeróbki plastycznej w procesach walcowania, w tym również związanych z badaniem wpływu kąta podania pasma do kotliny walcowniczej na geometrię wyrobów gotowych.

LITERATURA

1. Kawalek A. „Analiza asymetrycznego procesu walcowania blach grubych”. *Archiwum Technologii Maszyn i Automatykacji*. 30, 1 (2010): s. 105–116.
2. Knapiński M., Dyja H., Garstka T., Janik M. „Complex laboratory rolling mill system”. *Proceedings of 9th International Rolling Conference ROLLING 2013*, Venice (Italy), 10–12 June, 2013.
3. Rydz D., Garstka T., Koczurkiewicz B., Kwapisz M. „Walcowanie blach grubych ze stopu magnezu AZ31”. *Hutnik – Wiadomości Hutnicze*. 81, 5 (2014): s. 279–282.
4. Knapiński M., Koczurkiewicz B., Kawalek A., Garstka T., Kwapisz M. „The analysis of preliminary of rolling process of X80–X100 plates in laboratory conditions”. *Proceedings of Conference METAL 2014*, Brno (Czech Republic), 21–23 May 2013. ■