



Temat:

Automatyzacja podawania taśm i prętów

L.Olejnik, J.Goliński, M.Pietraszuk, M.Faliński, D.Nagórski

Zakład Obróbki Plastycznej i Odlewnictwa
Instytut Technik Wytwarzania

Cel ćwiczenia

Zapoznanie ze sposobami podawania taśm i prętów do strefy roboczej przyrządów pracujących na prasach. Przeprowadzenie analizy działania podajników zaciskowych w oparciu o zarejestrowane przebiegi przemieszczenia szczęk i ciśnień w komorach podajników. Omówienie zagadnienia automatyzacji podawania w odniesieniu do automatyzacji kształtowania na prasach uniwersalnych oraz podawania wsadów ciągłych do strefy obróbki maszyn specjalnych. Nabycie umiejętności sporządzania cyklogramów działania podajników i analizy ich działania celem wykrycia niesprawności.

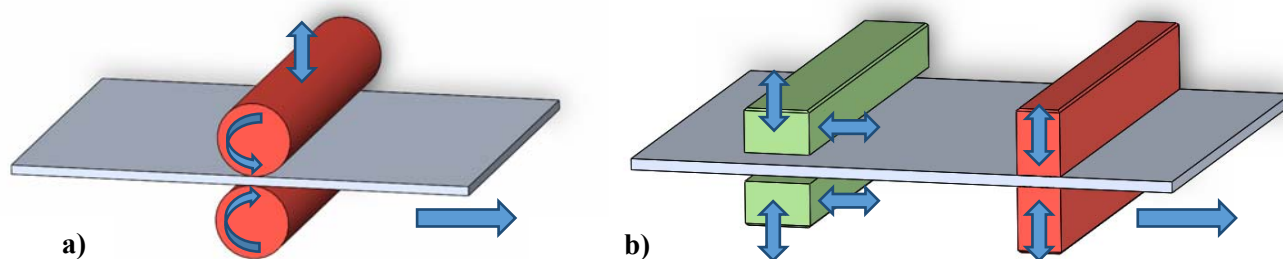
Zadanie problemowe

Wyodrębnić charakterystyczne fazy działania podajnika szczękowego. Podać interpretację wszystkich charakterystycznych punktów linii wykresów przemieszczenia i ciśnień, które zarejestrowano podczas pracy podajnika. Dla wprowadzonych nastaw obliczyć wartość przewidywanego skoku podawania i na podstawie danych doświadczalnych ocenić stopień zgodności. Wykonać analizę porównawczą wskazanych podajników. Analiza ma zawierać porównanie charakterystycznych cech konstrukcyjnych podajników.

Wprowadzenie

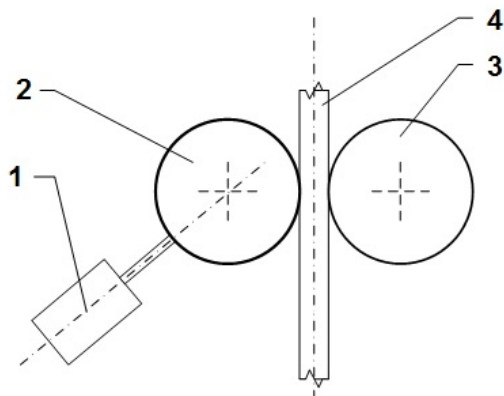
W celu zapewnienia właściwej pracy tłoczniaka na prasie uniwersalnej pracującej ruchem ciągłym należy zapewnić podawanie materiałów takich, jak taśmy, bednarki, druty, czy płaskowniki. Do automatycznego podawania stosuje się podajniki **walcowe** i **szczykowe**, których schematy działania pokazano na Rys. 1. Pierwszy z podajników najlepiej nadaje się do podawania wsadów płaskich takich, jak np. taśmy, bednarki czy płaskowniki, a to z powodu ich znacznej szerokości (styk podającego walca z wsadem jest liniowy). Drugi zaś rodzaj podajników może podawać wszystkie rodzaje wsadów ciągłych, a to dlatego, że łatwo można dostosować powierzchnię styku szczyków do kształtu wsadu.

Podajniki stosowane są w celu zmechanizowania czy też dalszego zautomatyzowania linii produkcyjnej, w której znajduje się przyrząd współdziałający z prasą pracującą z dużą szybkością np. wykrojnik czy tłoczniak używany w produkcji seryjnej. Uważa się, że podajniki szczykowe są dokładniejsze w działaniu, chociaż przy stosowaniu odpowiedniego odmierzenia skoku podawanych pasm w tłoczniaku, nie powinno to mieć istotnego znaczenia.



Rys. 1. Dwa rodzaje podajników stosowanych do podawania materiałów ciągłych: a) podajnik walcowy, b) podajnik szczykowy; strzałki pokazują rodzaje wykonywanych ruchów

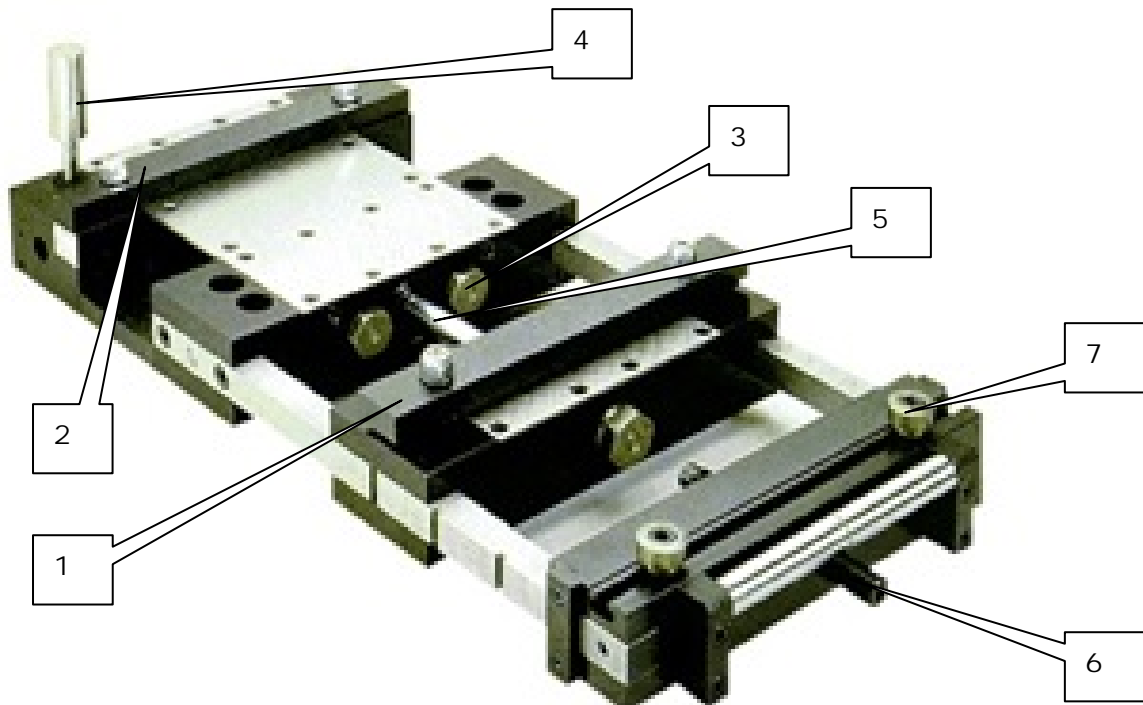
Podajniki walcowe charakteryzują się stosunkowo prostą zasadą działania. W starszych układach nie potrzebowały dodatkowego źródła zasilania, gdyż napęd pobierały z wału korbowego prasy. Obecnie stosowane podajniki najczęściej są zasilane poprzez silnik elektryczny sterowany falownikiem, co umożliwia niemal dowolne ustawienie długości skoku podawanej taśmy. Dokładności jakie można uzyskać sięgają 0,1mm na odcinku skoku dochodzącym nawet do 3m [1]. Gdy wymagana jest bardzo duża dokładność, rzędu nawet mikrometrów, w układzie napędu podajnika można zastosować napędy serwo, które przy pomocy enkoderów porównują wartości rzeczywiste z wartościami zadanymi. Na Rys. 2 pokazano powiązanie elementów pomiarowych niezbędnych dla automatycznego podawania taśmy podajnikiem walcowym z serwonapędem. Enkoder musi być co najmniej tak dokładny, jaka jest wymagana dokładność podawania taśmy. Dla podawania ze skokiem s o dokładności Δs liczbę impulsów enkodera [2] należy obliczyć dzieląc obwód koła pomiarowego przez wymaganą dokładność podawania Δs . Jeżeli mierzone są małe przesunięcia to obwód koła pomiarowego, a zatem i jego średnica muszą być jak najmniejsze [3]. Przy pomiarach przesunięcia podczas podawania taśmy metalowej należy stosować koła pomiarowe z bieżnią gumową. Układy sterujące podawaniem z serwonapędami są kilkukrotnie droższe od standardowych i nie są powszechnie stosowane.



Rys. 2. Układ pomiaru przesunięcia liniowego taśmy podawanej podajnikiem walcowym z serwonapędem: 1-enkoder, 2-rolka pomiarowa, 3-rolka podpierająca, 4-podawana taśma

Podajniki szczękowe są stosowane wszędzie tam, gdzie potrzebne są duże siły podawania. W przeciwieństwie do podajnika walcowego, po podaniu taśmy szczęki dalej trzymają podawaną taśmę siłą o zadanej wartości, aby nie dopuścić do jej niekontrolowanego przesunięcia. W celu uzyskania dużych prędkości podawania można zastosować podajniki pneumatyczne, które jednak operują mniejszymi siłami niż podajniki z napędami płynowymi oraz charakteryzują się zauważalnie mniejszą dokładnością. Podajniki ze szczękami zaciskającymi się na podawanym wsadzie znajdują głównie zastosowanie tam, gdzie wymagana jest stosunkowo nieduża wartość skoku.

Budowę przykładowego podajnika pneumatycznego przedstawia Rys. 3. Podajnik charakteryzuje się sztywną, ale i prostą konstrukcją, a kompaktowa budowa umożliwia montowanie podajnika bardzo bliska lub nawet bezpośrednio do narzędzia kształtującego co sprzyja zapewnieniu deklarowanej dokładności podania. Dobierając odpowiedni model podajnika z oferowanego typoszeregu należy rozpatrzyć wartości kilku parametrów. Najważniejsze to: maksymalna szerokość podawanego wsadu, do której podajnik przygotowuje się przez ustawienie śrub regulacyjnych (7), maksymalny skok oraz grubość wsadu. Długość skoku podawania jest ustawiana za pomocą śruby (6), której koniec spełnia rolę przestawnego zderzaka. W celu zapewnienia stosunkowo cichej pracy zastosowano amortyzatory (3). W prezentowanym na Rys. 3 modelu podajnika zastosowano jeden cylinder (5), ale istnieje możliwość wyposażenia podajnika w dwa cylindry co zwiększa siłę trakcyjną przy podawaniu. Sterowanie odbywa się za pomocą krzywki (4) lub elektrozaworu.

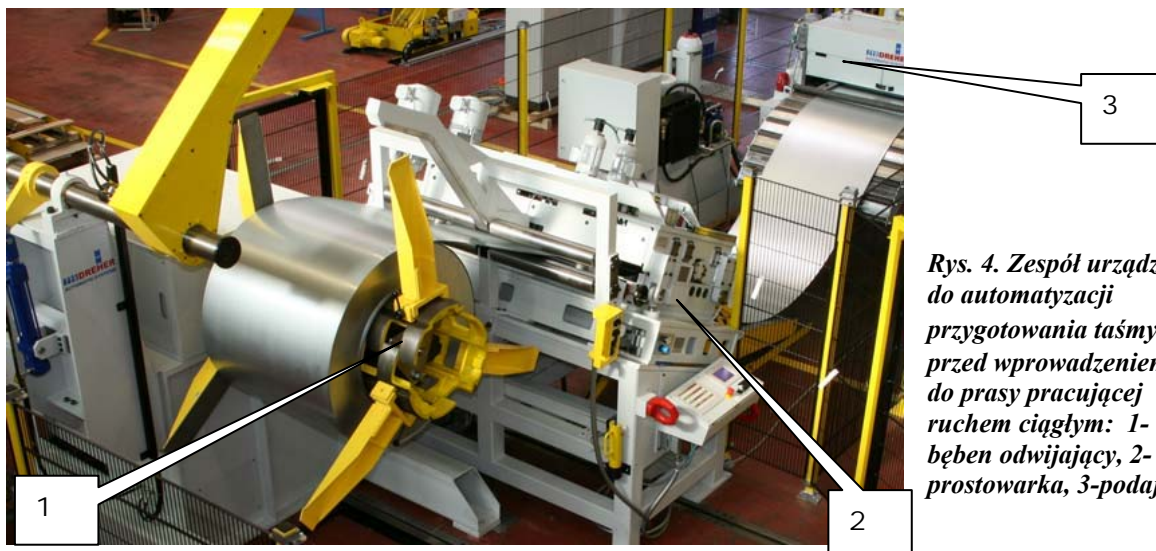


Rys. 3. Szczękowy podajnik pneumatyczny firmy Herrblitz [4]: 1-zespół szczęk ruchomych, 2- zespół szczęk podtrzymujących, 3-amortyzator, 4-sterowanie podajnika, 5-tłoczyśko cylindra napędu posuwu, 6- śruba nastawy wartości skoku podawania, 7-przestawne rolki prowadzące dostosowane do szerokości podawanego materiału

Obecnie bardziej popularne stają się podajniki z napędem elektrohydraulicznym, które zdają się wypierać podajniki pneumatyczne. Do sterowania pracą podajnika na prasie hydraulicznej można korzystać z ciśnienia cieczy z układu napędowego prasy. Podstawowym elementem wykonawczym w takim podajniku jest siłownik hydrauliczny, którego pracą kieruje zawór proporcjonalny. Układy wyposażone są w systemy sprzężenia zwrotnego pozwalające na precyzyjne sterowanie ich pracą [5].

Klasyyczny podajnik zaciskowy składa się z trzech obwodów: podawania, zaciskania, podtrzymania. Często dla zwiększenia skuteczności podawania podajniki zaciskowe składają się z dwu części konstrukcyjnych: części pchającej, umieszczonej przed urządzeniem technologicznym i części odbierającej, która lokowana jest za urządzeniem technologicznym. Podajniki stosowane na stanowiskach w celu podawania wsadów ciągłych nie występują jako samodzielne urządzenia.

Usytuowane są możliwie najbliżej prasy i są sterowane automatycznie. Na Rys. 4 przedstawiono przykładową linię przygotowania taśmy podawanej do maszyny.



Rys. 4. Zespół urządzeń do automatyzacji przygotowania taśmy [6] przed wprowadzeniem jej do prasy pracującej ruchem ciągłym: 1- bęben odwijający, 2- prostowarka, 3- podajnik

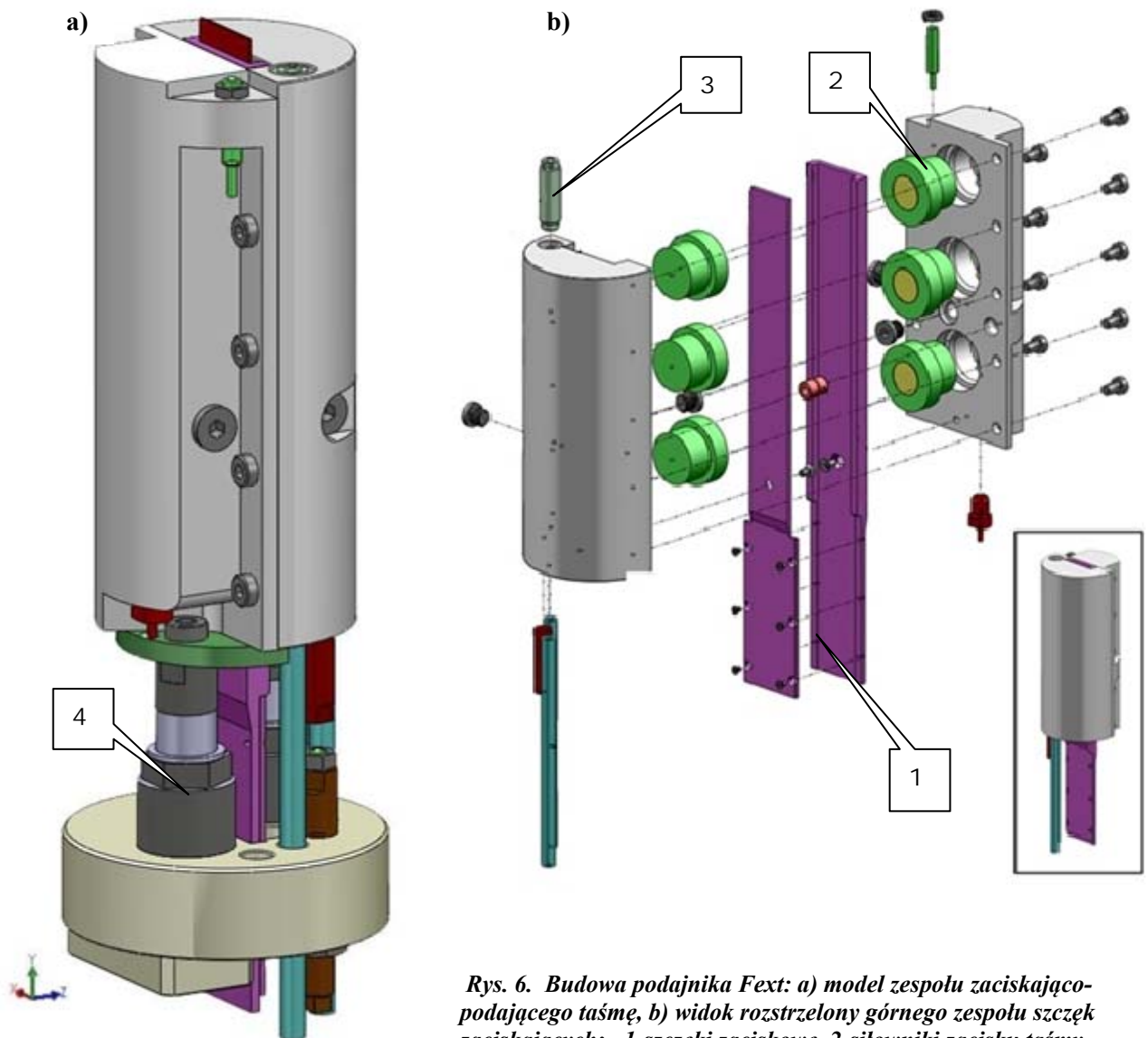
Stanowisko

Stanowisko ćwiczeniowe powstało przez osadzenie podajnika zaciskowego Fext w zespole mechanicznym, który czyni funkcjonalność stanowiska właściwą dla szczękowych podajników taśm. W taki sposób powstał układ diagnostyczny, który umożliwia badanie parametrów charakteryzujących pracę podajnika szczękowego. Prawidłową pracę podajnika zapewniono przez dodanie szczęk podtrzymujących taśmę. Na Rys. 5 pokazano wygląd utworzonego układu diagnostycznego z podajnikiem zaciskowym (1), zespołem napędu hydraulicznego (2) i sterowaniem (3) i (4).



Rys. 5. Widok stanowiska diagnostycznego z podajnikiem Fext: 1-podajnik zaciskowy, 2-zasilacz hydrauliczny, 3-szafa sterownicza, 4-pulpit operatora

Budowę podajnika Fext przedstawiono na Rys. 6.



Rys. 6. Budowa podajnika Fext: a) model zespołu zaciskająco-podającego taśmę, b) widok rozstrzelony górnego zespołu szczęk zaciskających; 1-szczęki zaciskowe, 2-siłowniki zacisku taśmy, 3-siłownik powrotu szczęk, 4-siłowniki unoszenia taśmy

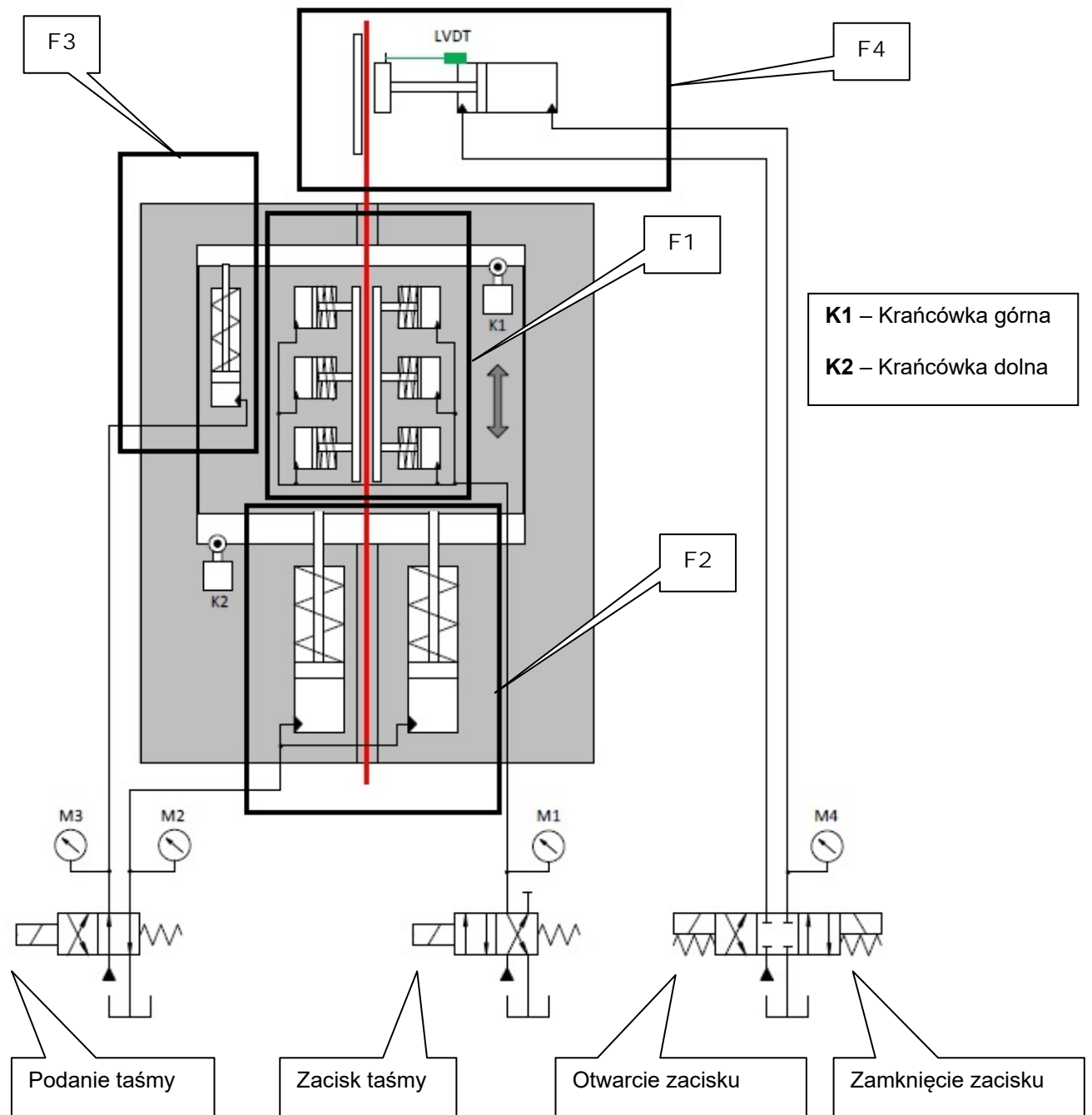
Obwód zasilania hydraulicznego

Podawanie taśmy za pomocą podajnika zaciskowego jest możliwe dzięki zastosowaniu zasilacza hydraulicznego. Schemat obwodów hydraulicznych pokazano na Rys. 7. Do napędu szczęk zaangażowano cztery obwody hydrauliczne. Pierwszy z nich, oznaczony jako **F1**, jest odpowiedzialny za zaciskanie taśmy szczękami ruchomymi (poz.1 na Rys. 6b). Zastosowano sześć siłowników pojedynczego działania¹ o skoku 4 mm (poz.2 na Rys. 6b). Obwód unoszenia **F2** jest odpowiedzialny za przemieszczenie zespołu szczęk ruchomych w czasie podawania taśmy. Obwód **F2** układu hydraulicznego zasila dwa siłowniki² (poz.4 na Rys. 6a). Powrót tłoczyska we wszystkich siłownikach zastosowanych w podajniku Fext realizowany jest przy pomocy sprężyn. Biorąc pod uwagę możliwość klinowania się szczęk zaciskowych ruchomych zastosowano dodatkowy obwód hydrauliczny **F3** wspomagający powrót szczęk ruchomych do pozycji dolnej. W obwód **F3** włączono siłownik

¹ siłowniki zacisku taśmy ROEMHELD B1.464 numer katalogowy 1462-610

² siłowniki unoszenia ROEMHELD B1.460 numer katalogowy 1462-001

jednostronnego działania³ (poz.3 na Rys. 6b). Wspomnianym wcześniej dopełnieniem funkcjonalności podajnika szczękowego Fext jest dodatkowy obwód hydrauliczny F4 podtrzymujący taśmę w chwili, gdy nie trzymają jej ruchome szczęki zaciskowe. Chwycenie pionowo podawanej taśmy w stałych szczękach podtrzymujących zapobiega jej grawitacyjnemu opadaniu.



Rys. 7. Schemat obwodów hydraulicznych i elementów odczytujących skrajne położenia elementów podających

Do zasilania obwodów hydraulicznych podajnika zaciskowego zaplanowano użycie zasilacza hydraulicznego ZH6B, który pokazano na Rys. 8. Zasilacz pracuje z wydatkiem 10 l/min przy maksymalnym ciśnieniu zasilania 6 MPa (60bar).

³ siłownik powrotu szczęk ROEMHELD B1.458 numer katalogowy 1458-002

Układ sterowania

Sterowanie pracą podajnika umożliwiają sygnały sterujące pochodzące od dwóch dwustanowych czujników krańcowych (ozn. K1 i K2 – Rys. 7) i przetworników ciśnienia. Sygnały z czujników są doprowadzone do sterownika PLC, który w programie sterującym wypracowuje rozkazy dla elementów wykonawczych.

Do sterowania pracą napędów hydraulicznych na stanowisku diagnostycznym wykorzystano modułowy sterownik PLC **MicroSmart typ SLIM FC5A-D32S3 firmy IDEC Corp.** Za pomocą oprogramowania narzędziowego SW1A-W1C (stosującego język WindLDR) przygotowano program sterujący [7].



Operator obsługuje [8] stanowisko za pomocą przycisków na panelu sterującym, którego wygląd pokazano na Rys. 9.

Rys. 8. Zasilacz hydrauliczny ZH6B użyty na stanowisku ćwiczeniowym

Rys. 9. Panel sterujący znajdujący się na górnej ścianie szafy sterowniczej



Przebieg ćwiczenia

Zadanie ćwiczeniowe jest podzielone na dwie części. W części pierwszej ćwiczenia zespół ćwiczeniowy zapoznaje się z budową i zasadą działania podajnika szczegółowego, opracowuje cyklogram ruchów poszczególnych siłowników, a podczas pokazu działania rejestruje dane pomiarowe do opracowania w sprawozdaniu.

Podczas ćwiczenia należy przebadać pewną liczbę x cykli podawania wykonywanych w trybie automatycznym, każdy składający się z zadanej liczby n skoków podajnika (wartości zmiennych x i n

zostaną podane przez prowadzącego). Należy zanotować następujące wartości ustawcze przyjęte dla automatycznej pracy podajnika:

- Czas trwania pojedynczego skoku (cykl podawania)
- Wartość wykonanego skoku podawania
- Ciśnienie panujące w układzie zacisku taśmy (obwód F1)

Ponadto zespół ćwiczeniowy otrzyma odcinek taśmy z zaznaczoną długością posuwu uzyskanego po wykonaniu x cykli podawania. Na podstawie pomiaru uzyskanego posuwu należy określić powtarzalność cyklu podawania i stopień zgodności z założonymi parametrami podawania.

W celu lepszego zrozumienia czynników wpływających na poprawną pracę podajnika szczegółowy każdy uczestnik zajęć laboratoryjnych w czasie ćwiczenia – po skonsultowaniu poprawności zaprojektowanego cyklogramu – uzyska możliwość wykonania cyklu podania taśmy w trybie ręcznego sterowania.

W części drugiej ćwiczenia trzeba będzie znaleźć przyczyny podawania niezgodnego z założeniami oraz ustalić wartości prawidłowych nastaw.

Sprawozdanie

Sprawozdanie powinno odzwierciedlać przebieg ćwiczenia, a w szczególności zawierać następujące elementy:

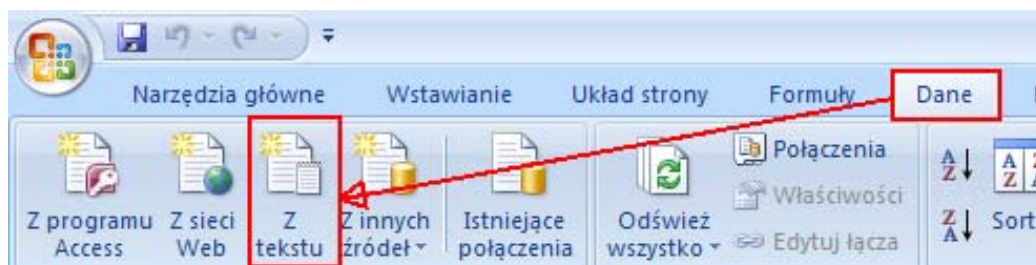
1. Wykres przedstawiający parametry pracy podajnika z wyszczególnieniem i zaznaczeniem na nim:
 - Czasu trwania pojedynczego skoku [s]
 - Skoku szczęk podających podajnika [mm]
 - Maksymalnego i minimalnego ciśnienia w układzie zaciskania [bar] i stosowny komentarz do obu wartości
 - Siły działającej na taśmę (informacje o siłownikach użytych w podajniku są w treści zszywki)
2. Zestawienie wartości uzyskanych analogowo z danymi pomiarowymi. Skąd wynikają różnice?
3. Algorytm postępowania podczas naprawiania usterki układu i ustawiania poprawnych parametrów pracy.
4. Analizę porównawczą wskazanych podajników. Analiza ma zawierać porównanie wszystkich charakterystycznych cech konstrukcyjnych podajników.
5. Dyskusja wyników i wnioski

Informacje uzupełniające o zbiorach danych

Prace z danymi należy rozpocząć od zaimportowania danych z pliku⁴. Poniżej przedstawiono krok po kroku import danych do programu Excel celem stworzenia odpowiednich wykresów.

Ze względu na to, iż pliki z rozszerzeniem „*.pom” nie są odczytywane domyślnie przez Excel, po wyborze „Z tekstu” należy zmienić „Pliki typu:” na „Wszystkie pliki (*.*)” i wybrać zbiór do pobrania, co pokazano na

Rys. 10.



Rys. 10. Wybór tekstowego formatu danych

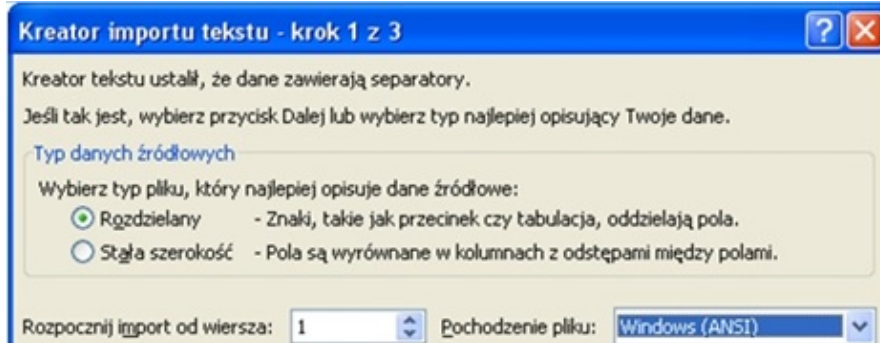
Niekiedy może

zdarzyć się, że Excel niepoprawnie ustawi „Pochodzenie pliku” i polskie znaki (ą, ę itp.) nie będą poprawnie wyświetlane, pole to należy ustawić na „Windows (ANSI)” – patrz Rys. 11. Klikając „Dalej”

⁴ Uwaga : Wyniki pomiarów – oddzielone tabulatorami – są zapisywane do pliku tekstowego z rozszerzeniem *.pom

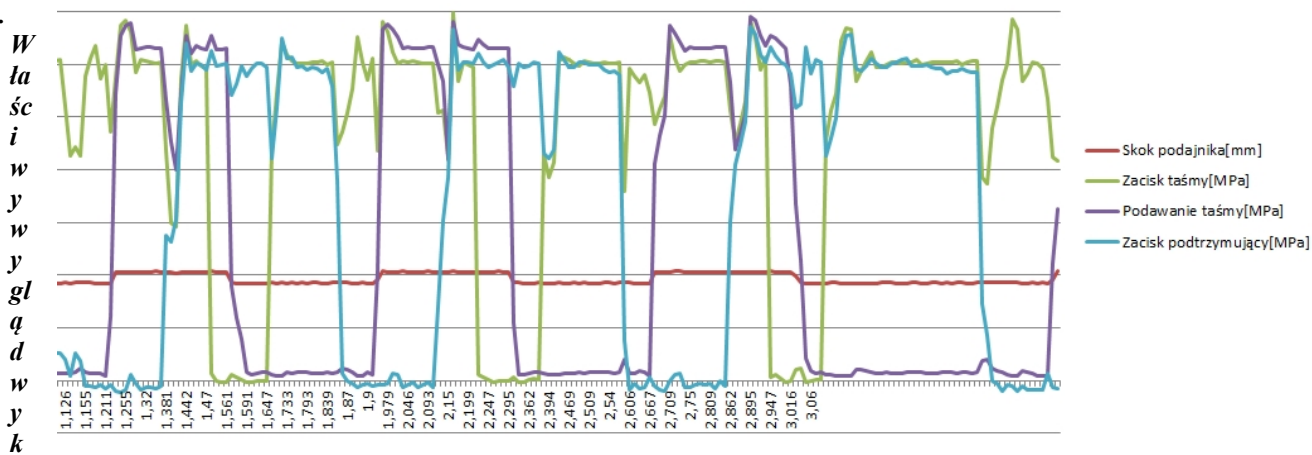
należy sprawdzić czy **Ograniczniki** są poprawnie ustawione, gdyż dane w plikach „pom” są rozdzielone tabulatorem i **tylko** taką opcję należy zaznaczyć.

Na stanowisku Fext są zapisywane dane analogowe i cyfrowe. Aby jak najlepiej przedstawić wyniki podczas sporządzania wykresu z zakładki „Wstawianie”, należy wybrać typ „Liniowy”. Spowoduje to, iż serie danych zaznaczonych będą połączone linią łamaną, co ułatwi analizę wyników. Następnie należy prawidłowo dobrać zakresy danych. Oczekiwany wygląd wykresu zmiany w czasie parametrów podawania pokazano na Rys. 12.



Rys. 11. Wybór pochodzenia pliku danych

Rys. 12.



resu prezentującego pracę podajnika szczegółowego Fext

ZAŁĄCZNIKI

- A) Arkusz roboczy do opracowania algorytmu pracy podajnika⁵
- B) Arkusz kalkulacyjny do opracowania wyników w programie EXCEL⁶

LITERATURA

- 1 https://www.automatyka.siemens.pl/docs/docs_ia/REFERENCJA_AIDA_.pdf (maj 2016)
- 2 <http://www.casp.pl/pl/katalog/Enkodery> (maj 2016)
- 3 http://www.casp.pl/pl/katalog/Kola_pomiarowe_lvo (maj 2016)
- 4 <http://www.podajniki-herrblitz.pl/nasza-oferta/podajniki-pneumatyczne/> (maj 2016)
- 5 <http://automatyzacja2b.pl/tematmiesiaca/2405-serwomechanizmy-elektrohydrauliczne-czesc-1?showall=1> (maj 2016)
- 6 <http://automatyzacja2b.pl/technika/2484-serwomechanizmy-elektrohydrauliczne-czesc-2-modelowanie-i-regulacja> (maj 2016)
- 6 <http://www.dreher.de/en/sheet-metal-forming/system-solutions/applications/blanking-lines.html> (maj 2016)

⁵ Dokument MsWORD [zA am4 arkusz roboczy cyklogram 04.pdf]

⁶ Arkusz kalkulacyjny [zB am4 arkusz wyników 05.xlsx]

- 7 Marcin Faliński: "Zastosowanie sterownika PLC w sterowaniu podawania". Praca dyplomowa inżynierska. Politechnika Warszawska, WIP ITW 2017
- 8 M.Faliński, J.Goliński, L.Olejniak: "SKRÓCONA INSTRUKCJA OBSŁUGI PODAJNIKA ZACISKOWEGO NAPĘDZANEGO HYDRAULICZNIE", Materiały instrukcyjne grupy UFGbySPD. Instytut Technik Wytwarzania. Warszawa 2015, patrz [[Skrócona instrukcja obsługi stanowiska Fext 02.doc](#)]