

Ćwiczenie 1

(1_1 i 1_2)

Orientowanie części na przewodnicy podajnika wibracyjnego bębnowego

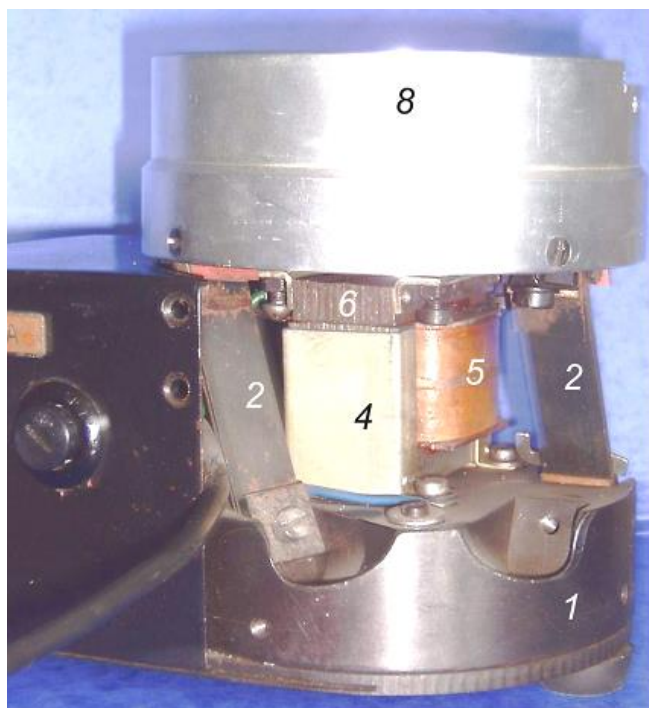
ZAOIOS ITW

marzec 2013

opracował: mgr inż. Grzegorz Lis

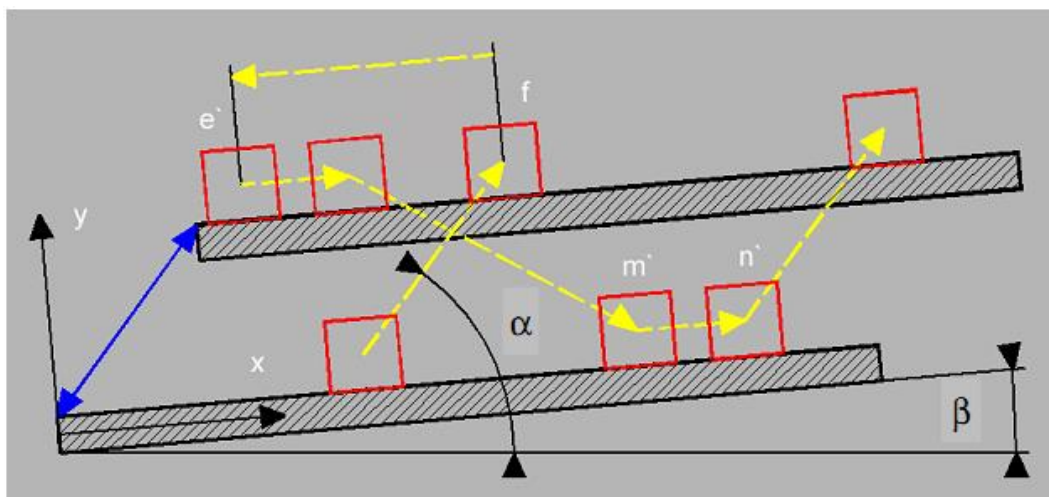
Konstrukcja i zasada działania podajników bębnowych

Podajniki bębnowe są jednymi z najpopularniejszych urządzeń, których celem jest magazynowanie i wydawanie części. Konstrukcja podajnika została przedstawiona na rys.1. Do masywnej podstawy (1) zamocowane są trzy rozstawione co 120 stopni ukośne pakiety blach



Rysunek 1 Bębnowy podajnik wibracyjny bez osłon

sprężystych (2). Drugi koniec każdego pakietu zamocowany jest do kosza podajnika (8). W powstałej przestrzeni umieszczony jest wzbudnik drgań (4). Ich zadaniem jest wprowadzenie kosza w drgania okresowe. W przedstawionej konstrukcji przy niedużej wielkości podajnika wibracyjnego zastosowany został pojedynczy wzbudnik elektromagnetyczny. W innych rozwiązaniach konstrukcyjnych może być ilość elementów powodujących drgania, lub też mogą być stosowane wzbudniki o innej konstrukcji, np. pneumatyczne bądź elektromechaniczne). Wzbudnik elektromagnetyczny składa się z rdzenia (4) w kształcie litery E. Na środkowej części rdzenia wykonanego z pakietu blach transformatorowych umieszczony jest karkas z cewką elektromagnesu (5).

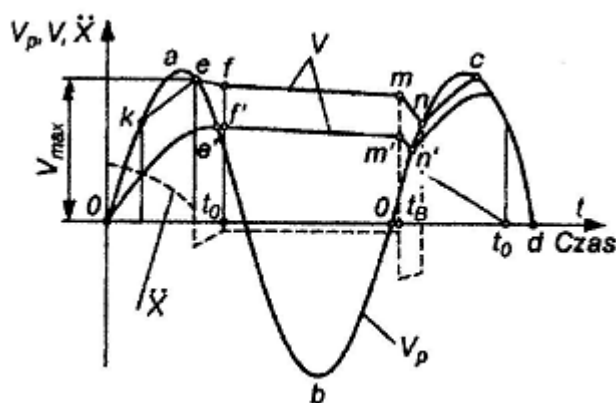


Rysunek 2. Ruch przedmiotu na bieżni (półce) podajnika, α - kąt wznosu prowadnicy, β -kąt drgania bębna,

Wytworzone w wyniku przepływu prądu przez cewkę pole magnetyczne przyciąga zworę w kształcie litery I (6), zamykając obwód magnetyczny. Jest zamontowana w taki sposób, że pomiędzy rdzeniem E i zworą I istnieje niewielka szczelina powietrzna. Cewka elektromagnesu zasilana jest prądem zmiennym sinusoidalnym. Przepływający prąd powoduje powstanie zmiennej siły elektromagnetycznego przyciągania zwory (6). Siły te uginają sprężyste pakiety blach, na których zawieszony jest kosz podajnika powodując jednocześnie jego obrót o niewielki kąt i niewielkie obniżenie.

Kosz podajnika ma kształt walca (3) z „nawiniętej” na wewnętrznej jego powierzchni półce – przewodnicy. Tworzy ona linię śrubową. Dolna części kosza zamknięta jest lekko wypukłym dnem. Do wnętrza kosza wsypuje się części podlegające orientowaniu. W wyniku drgań części przesypują się promieniowo, zbliżając się do zewnętrznej powierzchni kosza. Na swej drodze napotykają początek śrubowej półki i stopniowo wspinają się na nią.

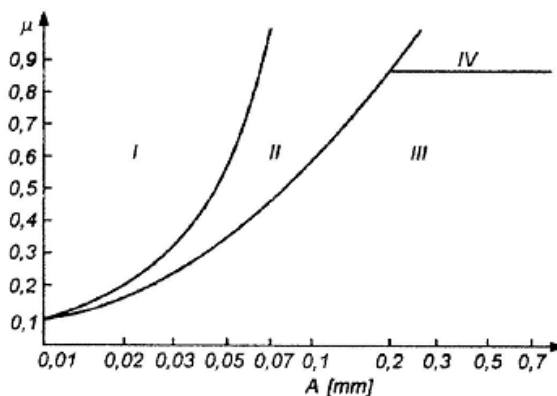
Ruch przedmiotu przemieszczanego po przewodnicy w ciągu jednego okresu jej drgań można podzielić na etapy (rys.2). W odpowiadających temu ruchowi odcinkach czasu można wyodrębnić zmiany prędkości i przyspieszenia części.



Rysunek 3 Wykresy prędkości i przyspieszeń części

Ilustruje te zmiany rys.3. Przyjęto do rozważań, że ruch przewodnicy jest ruchem harmonicznym. Można stwierdzić, że początkowo, gdy przewodnica drga w pierwszej i drugiej ćwiartce sinusoidy, część będzie się ślizgała (prędkość drgającej przewodnicy jest większa od prędkości części, które dopiero się rozpędza. Ma to miejsce na odcinku od punktu „0” do „k”), tj. do momentu, w którym prędkości części i przewodnicy zrównają się (część osiągnie prędkość e' równą prędkości przewodnicy w punkcie „e” rys.2, 3). Jednocześnie od punktu „e”, przyspieszenie działające na część ma zwrot przeciwny, część poddana jest tylko przyspieszeniu ziemskiemu i przemieszcza się w tym samym kierunku powoli hamując. W tym samym czasie prędkość ruchu przewodnicy maleje do zera (począwszy od punktu „a”) i następnie przewodnica zaczyna ruch powrotny (trzecia i czwarta ćwiartka sinusoidy drgań). Następuje moment, w którym część traci kontakt z przewodnicą, „lewitując” wykonuje mikro skok do punktu „m”. Po ponownym kontakcie napotyka przewodnicę wykonującą ruch w kolejnym okresie drgania, przez co gwałtownie hamuje (sumują się przyspieszenia działające na część „g” i przyspieszenie w ruchu harmonicznym, co zwiększa nacisk części na przewodnicę, zwiększając siłę tarcia). Trwa to aż do ponownego wyrównania się prędkości ruchu części i przewodnicy w punkcie „n” harmonicznym, co zwiększa nacisk części na przewodnicę, zwiększając siłę tarcia). Trwa to aż do ponownego wyrównania się prędkości ruchu części i przewodnicy w punkcie „n”. Na rys.3 indeksami ' oznaczone zostały prędkości faz ruchu części odpowiadające jej kolejnym położeniom. Część w trakcie ruchu po przewodnicy osiąga prędkość maksymalną e' i minimalną n'.

W warunkach rzeczywistych ruch części jest inny od rozpatrywanego. Przedstawiony model nie



Rysunek 4 Wykres charakteryzujący ruch części w zależności od amplitudy drgań „A” i współczynnika tarcia kąta pochylenia prowadnicy 30°, kąt drgania bębna 0°, częstość drgań 314 Hz.

uwzględnia sprężystości prowadnicy i wpływu zderzeń z innymi częściami lub boczną powierzchnią bębna. Ruch harmoniczny bębna podajnika vibracyjnego ma stałą częstość drgań wymuszoną częstotliwością zasilającego wzbudnika płynącego prądu. Jedną z możliwości regulacji prędkości ruchu części po prowadnicy jest zmiana amplitudy prądu zasilającego. Lecz zmiany amplitudy drgań bębna nie zawsze powodują właściwy efekt regulacji. Na rys 4. przedstawiony jest wykres łączący zmianę amplitudy drgań części z efektem w postaci ruchu części. Można wyróżnić cztery różne strefy zachowania się części:

- Strefa I, przedmiot porusza się razem z bieżnią (bez poślizgu)
- Strefa II, przedmiot przemieszcza się tylko ku tyłowi - zsuwa się kontakt z bieżnią.
- Strefa III, przedmiot porusza się ku tyłowi,
- Strefa IV, przedmiot porusza się ku tyłowi i przodowi tracąc jednocześnie kontakt z bieżnią (podskakuje).

Nastawienie wielkości amplitudy drgań wzbudników elektromagnetycznych, w typowych układach podajników polega na regulacji prądu płynącego w obwodzie cewek i może być regulowana na kilka sposobów:

- dla małych podajników vibracyjnych o niewielkich mocach wzbudników stosuje się oporniki regulowane włączone szeregowo z cewkami,
- dla średnich i dużych mocy wzbudników poprzez zastosowanie w obwodzie zasilającym cewki wzbudnika autotransformatora,
- najbardziej uniwersalne regulatory tyrystorowe.

Ustalenie właściwego punktu pracy podajnika jest stosunkowo proste, a niewielkie zmiany wartości prądów w pobliżu wybranego punktu pracy powodują niewielkie zmiany prędkości poruszania się części na prowadnicy, a co za tym idzie prędkości transportu części.

Orientowanie części na prowadnicy podajnika vibracyjnego bębnowego

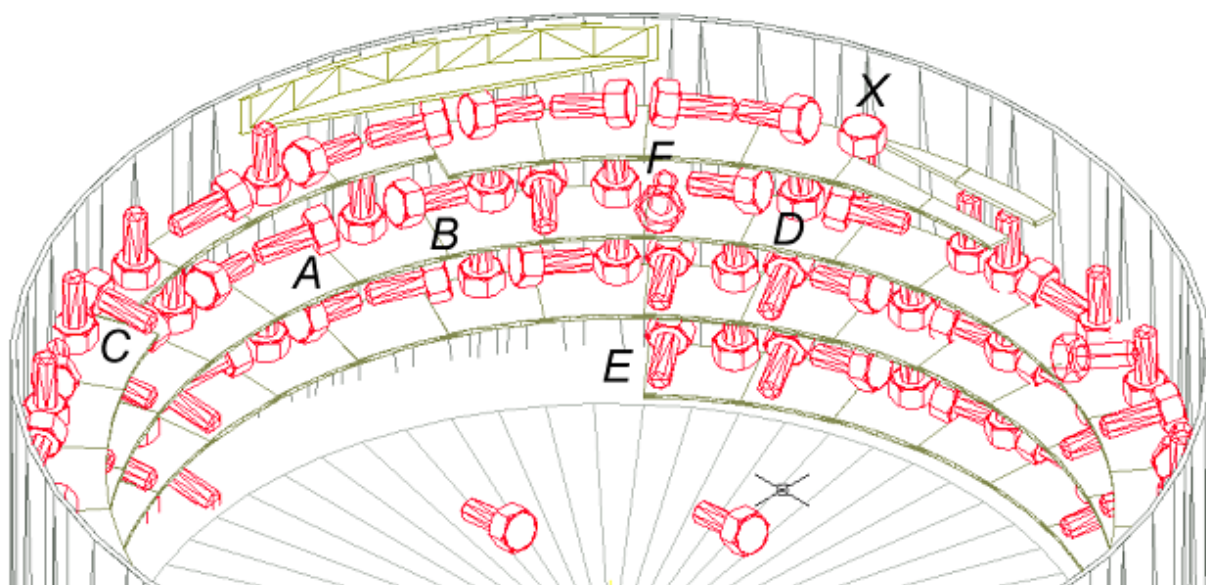
Podajniki bębnowe stosowane są jako proste urządzenia podające do zasilania urządzeń technologicznych w części. Proces zasilania powinien odbywać się rytmicznie, a częstotliwość pojawiania się części na końcu prowadnicy podajnika powinna być większa od zapotrzebowania współpracującego urządzenia. Ten niewielki zazwyczaj nadmiar tworzy bufor części, dzięki któremu zasilane w części urządzenie pracuje z pełną wydajnością. Największą zaletą wynikającą ze stosowania podajników bębnowych jest łatwość doprowadzania części do zadanego położenia.

Przez orientowanie rozumiemy w tym przypadku porządkowanie położenia części taki sposób, w którym wszystkie części po zakończeniu procesu położone są w jednakowy sposób. Realizuje się to

najczęściej umieszczając na drodze poruszających się części przeszkody, które stopniowo eliminują położenia niepożądane. Ten sposób orientowania nosi nazwę orientowania polaryzacyjnego.

Sukces procesu (w tym i wydajność) zależy od wyboru końcowego położenia. Im więcej części leżąc na przewodnicy ma oczekiwane położenie tym wydajność orientacji jest wyższa. Do głównych wad procesu orientowania polaryzacyjnego zaliczyć należy stosunkowo niedużą wydajność, zależną od rozkładu położenia części i właściwego wyboru położenia końcowego.

Proces orientowania możemy prześledzić na przykładzie śruby z łbem sześciokątnym rys. 5. Na rysunku przedstawione jest wnętrze bębna podajnika. Na przewodnicy leżą części w różnych położeniach. Typowe, stabilne zostały oznaczone literami od **A** do **F**. Proces orientowania polega na kolejnym eliminowaniu niepożądanych położenia. Odpowiednio wykonane przeszkody zrzucają części leżące w sposób niewłaściwy, z powrotem do środka bębna. Części zepchnięte w czasie selekcji mają szansę ponownie wrócić na półkę kosza i przemieścić się ponownie do strefy orientowania już w innym położeniu i po kolejnych powrotach będą orientowane. Na zwężonym odcinku przewodnicy spadają części w położeniu **E**, **F**. Szerokość przewodnicy została ograniczona do takiej wartości, przy której położenie środka ciężkości części w położeniu **E** i **F** znajduje się poza przewodnicą. Kolejną napotykaną przeszkodą jest ogranicznik wysokości. Jest to listewka umieszczona równolegle do przewodnicy, na wysokości umożliwiającej swobodne przemieszczanie się pod nią części leżących.



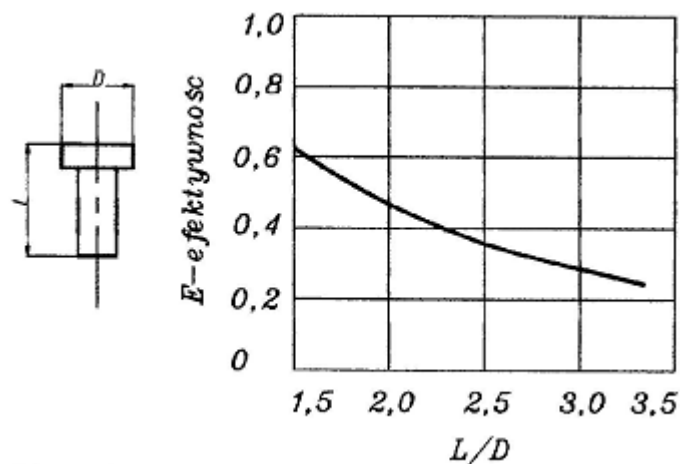
Rysunek 5 Przykład sposobu orientowania części na przewodnicy podajnika wibracyjnego.

Listewka ma za zadanie zepchnąć stojące na łbie śruby z powrotem do wnętrza bębna. Tak eliminowane są dwa kolejne położenia **C** i **D**. Do końcowego odcinka przewodnicy docierają części w dwu położeniach, **A** i **B**. Ostateczną orientację zapewnia odpowiednio ukształtowany rowek w przewodnicy. Powoduje on obrót śruby do pozycji pionowej. Część zmienia swoje położenie do nowego **X** i jest to położenie końcowe procesu orientowania. Z tego miejsca możemy wyprowadzić część poza podajnik np. stosując odpowiednio ukształtowaną rurkę.

W rozpatrywanym przykładzie dokonano pewnych uproszczeń. Części na przewodnicy podajnika znajdują się również jedna obok drugiej lub jedna na drugiej. W warunkach rzeczywistych położenia te są łatwe do usunięcia, poprzez zastosowanie podobnego zwężenia przewodnicy do przedstawionego na rysunku lub doboru właściwej szerokości przewodnicy. Położenia śrub leżących jedno na drugim należy uznać za mało stabilne, więc powinny spaść jeszcze przed ogranicznikiem wysokości. Przykład sposobu orientowania śruby cechuje zwiększona wydajność. Uzyskano to dzięki wykorzystaniu doprowadzeniu części do nowego położenia z dwóch różnych.

Na rysunku 6 przedstawiony jest wykres efektywności procesu orientowania sworzni. Wykorzystany sposób jest podobny do przedstawionego na rys.5. Miarą efektywności orientacji jest

stosunek ilości części prawidłowo zorientowanych do ilości wszystkich części przed orientacją. Doświadczalnie wyznaczona została wydajność orientacji tj. częstotliwość „f” z jaką orientowane części będą znajdować się na zakończeniu prowadnicy w zaplanowanym położeniu:



Rysunek 6 Wykres efektywności orientacji polaryzacyjnej sworznia z łbem na prowadnicy podajnika bębnowego

$$f = \frac{v}{D} \cdot E$$

gdzie „v” jest prędkością transportu części na prowadnicy.

W przypadkach części walcowych i prostopadłościennych o niewielkich wydłużeniach współczynnik efektywności zawiera się w przedziale $0,15 < E < 0,65$. Wartości współczynnika efektywności E zależą od kształtu, położenia środka ciężkości części i sposobu orientacji. Określa się go przez badania doświadczalne.

Wydajność procesu orientowania części

Wydajność procesu jest problemem najistotniejszym dla konstruktora zajmującego się konstrukcją urządzeń do automatycznego zasilania w części urządzeń technologicznych. Dla wyboru właściwego sposobu orientowania części, który zapewniłby uzyskanie zadawalającej wydajności przeprowadza się badanie efektywności transportu części. Miarą efektywności może być częstość wydawania części z podajnika.

Ze względu na złożoność procesu, dużą ilość czynników wpływających na ruch części po prowadnicy, wyznaczenie efektywności prowadzi się doświadczalnie. Doświadczenie rozpoczynamy od wsypania odpowiedniej ilości części do podajnika. Próbę należy wykonywać z dostatecznie dużą ilością części, najlepiej zbliżoną do tej, która będzie wykorzystywana w rzeczywistym urządzeniu. Zbyt mała ich ilość, spowoduje spadek masy kosza i tym samym amplituda drgań wzrośnie zmieniając charakter procesu.

Zmieniając prąd płynący we wzbudniku uzyskujemy zmianę prędkości przemieszczania się części. Próba polega na wyznaczeniu minimalnej i maksymalnej wydajności dla badanego kształtu części. Częstością wydawania minimalną będzie ta, przy której części będą się zsuwać w dół po prowadnicy, bądź drgać razem z nią (porównaj z wykresem z rys.4). Jako częstość wydawania maksymalną należy przyjąć tą, powyżej której dalsze zwiększanie prądu wzbudzania powoduje samoczynne zmiany położenia części na prowadnicy, czyli ich reorientację. Praca podajnika z przeszkodami orientującymi powyżej tej prędkości mogłaby spowodować utratę położenia stabilnego już zorientowanych części – powrót do stanu nieuporządkowania.

Rozkład położeń części

Rozkład położeń stabilnych części może być podstawą do wyboru położenia końcowego procesu orientowania dla zapewnienia najwyższej efektywności. Podczas badania zlicza się występujące położenia stabilne występujące na prowadnicy podajnika podczas jego pracy.

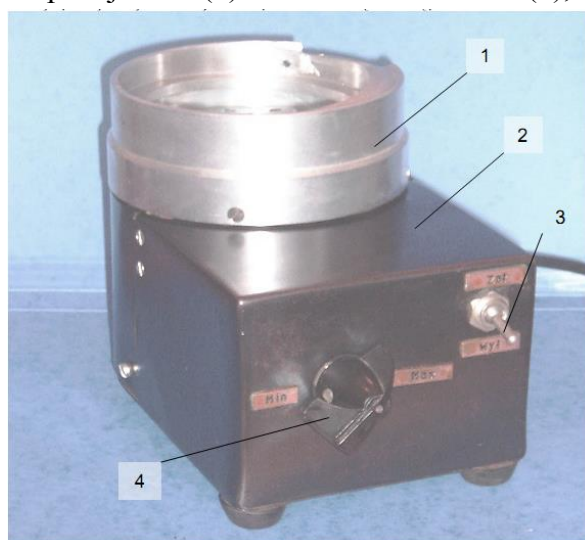
Stanowisko doświadczalne składa się z podajnika wibracyjnego bębnowego z prowadnicą bez przeszkód orientujących. Po wypełnieniu częściami podajnika i załączeniu zasilacza, zlicza się ilości części w poszczególnych położeniach. Próbę należy wykonywać z dostatecznie dużą ilością części, dla różnych prędkości transportu części.

Przebieg ćwiczenia 1_1.

Konstrukcja stanowiska

Do określenia prędkości transportu części na podajniku i określenia rozkładu położeń, wykorzystuje się w ćwiczeniu wskazany przez prowadzącego podajnik wibracyjny.

Jeden z podajników przedstawiony jest na ilustracji 7. Konstrukcja podajnika jest identyczna z przedstawioną na wstępie rozdziału. Podstawowe elementy widoczne na zdjęciu to: duraluminiowy kosz podajnika (1) obudowa z osłonami (2), we wnętrzu której znajduje się układ



sprężystego zawieszenia kosza wraz ze wzбудnikiem drgań, elementy sterowania: (3) - włącznik sieciowy, (4) - pokrętło potencjometru regulacji amplitudy drgań. Podajnik w podstawie posiada elastyczne nóżki.

W trakcie ćwiczenia zespół studentów wykonuje:

- badanie częstości wydawania przez podajnik części,
- określa dla ustawionej pośredniej częstości wydawania części zaobserwowany rozkład położeń stabilnych.

Badanie rozkładu położeń prowadzi się po ustawieniu amplitudy prądu płynącego w obwodzie wzбудnika na wartość pośrednią pomiędzy zaobserwowanymi wartościami minimalną i maksymalną. Zliczanie położeń powinno odbywać się w dość długim okresie czasu np. 2 minut. Wyniki doświadczeń służą do sporządzenia sprawozdania z ćwiczenia i można je przedstawić w protokole zamieszczonym na końcu rozdziału.

Na zakończenie zajęcia studenci formułują wnioski zawierające wskazówki dotyczące sposobu optymalnego orientowania części i możliwej do uzyskania efektywności procesu orientowania.

Instytut Technik Wytwarzania Zakład Automatyzacji, Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem	Laboratorium Automatyzacji Montażu Maszyn			Ćwiczenie 1_1	
	Temat	Badania wydajności bębnowego podajnika części			
	Imię		Nazwisko	Grupa dziek:	ocena
Termin zajęć:					

Rodzaj podajnika	Średnica kosza	Kształt kosza
bębnowy		walcowy stożkowy

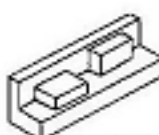
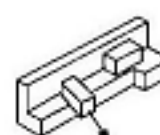
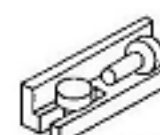
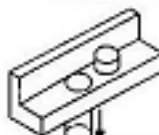
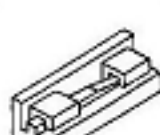
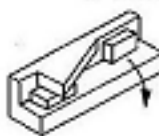
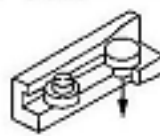
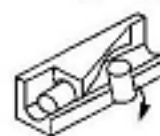
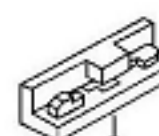
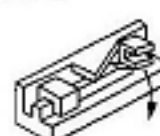
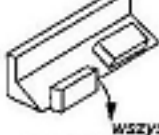

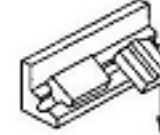

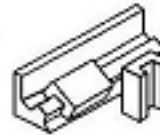
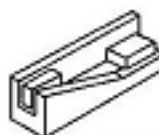
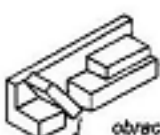
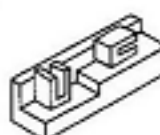
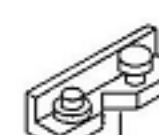
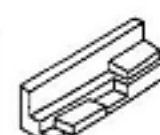
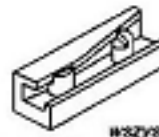
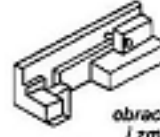
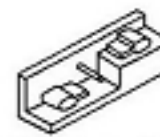
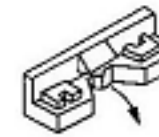
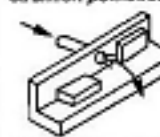
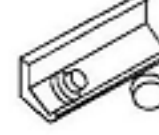
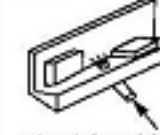
Częstość wydawania części minimalna:			
Częstość wydawania części minimalna:			
Częstość wydawania części średnia:			

Rozkład położeń stabilnych zaobserwowanych w ćwiczeniu:

60%						
50%						
40%						
30%						
20%						
10%						
	Położenie A	Położenie B	Położenie C	Położenie D	Położenie E	Położenie F
Widok części z boku						
Widok części z góry						

Przebieg ćwiczenia 1_2.

Druga część ćwiczenia nr. 1 polega na zaprojektowaniu układu przeszkód orientujących dla zadanego przez prowadzącego kształtu części. Pomocą przy projektowaniu są przykłady kształtów prowadników podajników bębnowych załączone w poniższej tabeli oraz rysunek 5.

UKSZTAŁTOWANIE PROWADNIKÓW W PROCESIE ORIENTOWANIA					
Prowadnik	szeroki	zwężony	z rowkiem	z okienkiem	z wypustem
poziomy					
poziomy z występnym odrzucającym					
pochyły					
Prowadnik	z listwą popodnoszącą lub zrzucającą	z przerwą	z progiem	z wycięciem odrzucającym	inne
poziomy					
poziomy z występnym odrzucającym					
pochyły					

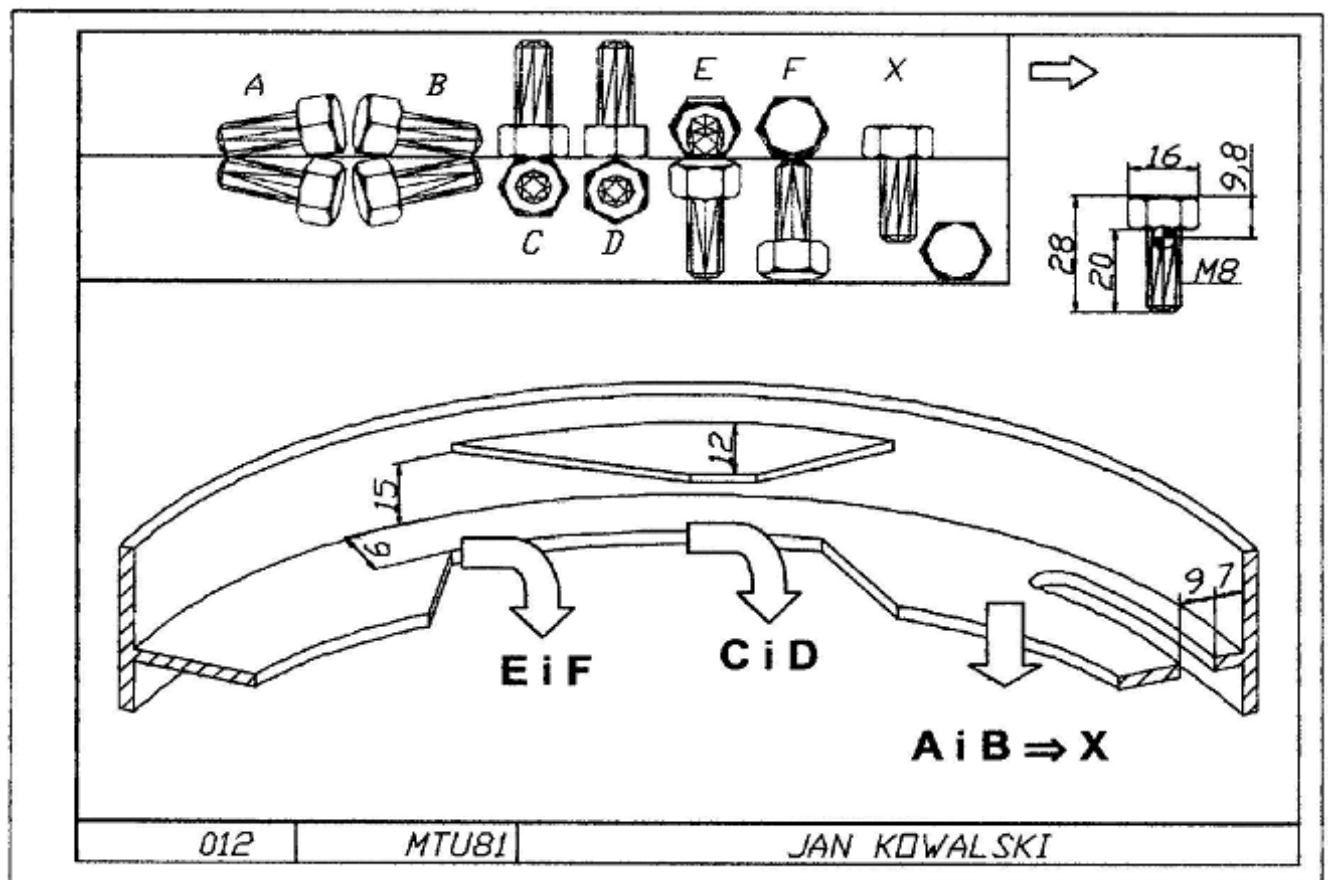
Przedmioty przesuwające się od prawej ku lewej stronie prowadnika
 □ - orientacja polaryzacyjna

W trakcie zajęć studenci opracowują kształty i wymiary przeszkód orientujących wrysowując je w protokół zamieszczony na końcu rozdziału. W górnej jego części umieszczają przewidywane położenia stabilne części. Sprawozdanie z zajęć ma postać projektu. Przykład wypełnienia protokołu zamieszczony jest poniżej.

Literatura:

1. Kowalski T. i in.: Technologia i automatyzacja montażu maszyn, WPW, Warszawa 2000.
2. Szenajch W.: Pneumatyczne i hydrauliczne manipulatory przemysłowe, WNT, Warszawa 1993.

3. Boothroyd G.: Handbook of feeding and orienting techniques for small parts, Department of Mechanical Engineering University of Massachusetts
4. Barczyk J.: Chwytyki manipulatorów przemysłowych, WNT, Warszawa 2000.



Ćwiczenie 1_2

Laboratorium Automatyzacji Montażu Maszyn

Imię i Nazwisko

grupa dziek.

Kierunek przemieszczania się części



Widok części od środka podajnika

Kierunek przemieszczania się części



Widok części z góry podajnika

