

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

Ośrodek Robotów Przemysłowych

074 Pracownia Zastosowania Robotów Przemysłowych A

Główny wykonawca

Wykonawcy mgr inż. M. Ludwiński, mgr inż. M. Petz

Konsultant

Nr zlecenia RP-07

Robotyzacja polerowania przy pomocy robota IRb-60.

1.1-Opracowanie projektu stanowiska oraz wytycznych dla wykonania urządzeń współpracujących przez użytkownika stanowiska.

Zleceńodawca CPBR 7.1

Pracę rozpoczęto dnia maj 1986r

zakończono dnia 1986.09.30

Kierownik Pracowni

Kierownik Ośrodka

M. Petz
mgr inż. M. Petz

Z-ca Dyrektora
d/s Automatyki

L. Przybylski
mgr inż. L. Przybylski

J. Jony

T. Gałązka
dr inż. T. Gałązka

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 13

Egz. 1 BOINTE

rysunków 10

Egz. 2 WSK PZL Świdnik

fotografii

Egz. 3 OAR-RA1

tabel

Egz. 4

tablic

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 5663

Analiza deskrypcyjowa Roboty przemysłowej - zastosowania, polerowanie
Obrotowa paraboliczna

Analiza dokumentacyjna Przedstawienie trzech wersji robotyzowanego stanowiska polerowania. Wymagania na urządzenie współpracujące z robotem.

Tytuły poprzednich sprawozdań nie było

338.45:62/69].002.1/2.004.14 Roboty przemysłowe
- zastosowania

I. Ocena możliwości robotyzacji polerowania okucia

Wykańczająca obróbka mechaniczna okucia polega na wykonaniu zaokrągleń krawędzi oraz na polerowaniu całej jego powierzchni, przy czym kierunek rys na powierzchniach zewnętrznych jest prostopadły do długiej osi detalu, a na powierzchniach wewnętrznych jest zgodny z kierunkiem tej osi. Obróbka ta dotychczas jest prowadzona ręcznie, z wykorzystaniem tarcz filcowych oklejanych ścierniwem korundowym, ręcznych szlifierek z napędem pneumatycznym oraz płótna ściernego w postaci arkuszy i pasków oddzieranych bezpośrednio przez pracowników z rolki.

Czas ręcznej obróbki jednego okucia wynosi ok. 2 godzin. Obróbka ta jest uciążliwa z racji zapylenia jak i konieczności wywierania przez pracownika dużego nacisku.

Polerowanie okucia, ze względu na to, że wszystkie jego krawędzie wymagają zaokrągleń, a wszystkie powierzchnie polerowania, jest trudne do robotyzacji. Robotyzacja polerowania jest możliwa, ale niektóre krawędzie i powierzchnie będą musiały być nadal obrabiane ręcznie /dotyczy to np. krawędzi i powierzchni otworu osiowego/.

Przy robotyzacji procesu polerowania należy się liczyć z koniecznością zakupu maszyn oraz projektowania i wykonywania obrabiarek specjalnych i przyrządów a także narzędzi specjalnych.

Poniżej zaproponowano zrobotyzowane stanowisko do polerowania okuć w trzech wersjach. Dwie pierwsze zakładają wykonywanie zaokrągleń krawędzi za pomocą frezów specjalnych, a w trzeciej przyjmuje się, że zaokrąglenia krawędzi zostaną wykonane we wcześniejszych operacjach procesu technologicznego, co z technicznego punktu widzenia jest

W pełni możliwe bez zwiększania ilości stanowisk obróbczych.

II. Koncepcja zrobotyzowanego stanowiska do polerowania okucia

II.1. Wersja I zrobotyzowanego stanowiska do polerowania okuć /rys.1/

II.1.1. Założenia

1. Na stanowisku będzie przeprowadzone zaokrąglenie krawędzi poprzez obróbkę wiórową oraz ich polerowanie, a także polerowanie powierzchni.
2. Obróbka obejmować będzie większość powierzchni i krawędzi z wyjątkiem powierzchni i krawędzi trudnodostępnych.
3. Na stanowisko okucia będą dostarczane po oględzinach z określonych i ręcznym usunięciu zadziorów powierzchni.
4. Zaokrąglenia o promieniu R 10 przy wgłębieniu o promieniu R 28 będą wykonane we wcześniejszych operacjach.
5. Po opuszczeniu stanowiska okucia będą wykańczane ręcznie.
6. Robot przemysłowy będzie wykonywał tylko zadania manipulacyjne, a obróbka będzie się odbywała w przyrządach obróbkowych.

II.1.2. Zestaw urządzeń

1. Magazyn wejściowy z pozycjonowaniem, zawierający zapas przygotowanych odpowiednio okuć na całą zmianę.
2. Frezarka sterowana numerycznie FYJ 40 RN wyposażona w następujące narzędzia:
 - a. Frez specjalny trzpieniowy do wykonywania promieni R 0,5

R. Frez

- b. Frez specjalny trzpieniowy do wykonywania promieni R 1.
 - c. Szczotka polerska o średnicy ok. 60mm.
 - d. Szczotka polerska o średnicy ok. 150 mm. i przyrządy:
 - przyrząd obróbkowy z mocowaniem pneumatycznym do obróbki promieni R 0,5
 - przyrząd obróbkowy z mocowaniem pneumatycznym do obróbki promieni R 1 i polerowania powierzchni wewnętrznych
 - przyrząd obróbkowy z mocowaniem pneumatycznym do polerowania powierzchni zewnętrznych.
3. Magazyn wyjściowy okuć obrabionych.
4. Robot przemysłowy IRb-60,5-cio osiowy, wyposażony w chwytak zapewniający pobieranie z magazynu, obsługę frezarki i odkładanie do magazynu wyjściowego.

II.1.3. Cykl pracy

1. Pobranie detalu z magazynu wejściowego
2. Frezowanie promienia R 0,5 w położeniu I
3. Obrót okucia o 180° przy pomocy robota
4. Frezowanie promienia R 0,5 w położeniu II
5. Przeniesienie okucia do drugiego przyrządu
6. Frezowanie promienia R 1 w położeniu III
7. Obrót okucia o 180° .
8. Frezowanie promienia R 1 w położeniu IV
9. Polerowanie wewnętrznych powierzchni szczotką polerską o średnicy ok. 50 mm.

10. Polerowanie zewnętrznych powierzchni szczotką polerską o średnicy ok. 150 mm.

11. Podanie do magazynu wyjściowego

Robot przemysłowy pobiera okucia z magazynu wejściowego i podaje je do pierwszego przyrządu obróbkowego. Po obróbce wiórowej jednej strony w położeniu I następuje obrócenie detalu wokół długiej osi przez robota, zamocowanie w położeniu II oraz obróbka wiórowa promieni R 0,5 po drugiej stronie okucia. Po obróbce w pierwszym przyrządzie następuje przeniesienie przedmiotu obrabianego do drugiego przyrządu zamocowanego na stole frezarki, gdzie odbywa się obróbka w położeniach III i IV. Następnie okucie jest przenoszone przez robot do trzeciego przyrządu, w którym odbywa się polerowanie powierzchni zewnętrznych. Po wykonaniu obróbki robot podaje okucie do magazynu wyjściowego.

W wersji tej może się jednak okazać, że maksymalna prędkość obrotowa wrzeciona frezarki 1120 obr/min jest niewystarczająca dla uzyskania odpowiedniej jakości polerowania. Należy to sprawdzić i gdyby potwierdziła się ta wątpliwość, konieczne byłoby wybranie innego napędu szczotek.

II.2. Wersja II zrobotyzowanego stanowiska do polerowania okuć /rys.2/

II.2.1. Założenia

1. W stanowisku będzie wykonywane zaokrąglanie krawędzi poprzez obróbkę wiórową oraz ich polerowanie, a także polerowanie powierzchni.
2. Obróbka wiórowa będzie wykonywana na frezarce jak w wersji I, a polerowanie powierzchni będzie wykonywane przy pomocy robota

- dociskającego detal. do narzędzi polerskich
3. Obróbka będzie obejmować większość powierzchni i krawędzi z wyjątkiem trudnodostępnych
 4. Na stanowisko będą dostarczane okucia po oględzinach i ręcznym usunięciu zadziorów z określonych powierzchni
 5. Promienie R 10 przy wgłębieniu R 28 będą wykonane we wcześniejszych operacjach
 6. Po opuszczeniu stanowiska okucia będą wykańczane ręcznie
 7. Robot w przypadku zastosowania dużych szlifierek będzie się poruszał po torze jezdnym

II.2.2 Zestaw urządzeń

1. Magazyn wejściowy z pozycjonowaniem, zawierający zapas odpowiednio przygotowanych okuć na całą zmianę
2. Frezarka sterowana numerycznie FYJ 40 RN wyposażona w następujące narzędzia:
 - a. Frez specjalny trzpieniowy do wykonywania promieni R 0,5
 - b. Frez specjalny trzpieniowy do wykonywania promieni R 1i przyrządy:
 - przyrząd obróbkowy z mocowaniem pneumatycznym do obróbki promieni R 0,5
 - przyrząd obróbkowy z mocowaniem pneumatycznym do obróbki promieni R 1
3. Szlifierka stacjonarna ze ściernicą trzpieniową listkową o średnicy ok. 60 mm do polerowania wewnętrznych powierzchni
4. Szlifierka stacjonarna ze ściernicą listkową o średnicy

ok. 150 mm do polerowania powierzchni zewnętrznych

5. Magazyn wyjściowy okuć obrabionych

6. Robot przemysłowy IRB-60,5-cio osiowy, wyposażony w chwytak

II.2.3. Cykl pracy

1. Pobranie okucia z magazynu wejściowego
2. Frezowanie promieni R 0,5 w położeniu I
3. Obrót okucia o 180° przy pomocy robota
4. Frezowanie promieni R 0,5 w położeniu II
5. Przeniesienie okucia do drugiego przyrządu
6. Frezowanie promieni R 1 w położeniu III
7. Obrót okucia o 180° przy pomocy robota
8. Frezowanie promieni R 1 w położeniu IV
9. Przejęcie okucia przez robot
10. Polerowanie powierzchni wewnętrznych
11. Polerowanie powierzchni zewnętrznych
12. Podanie do magazynu wyjściowego

Robot przemysłowy pobiera okucie z magazynu wejściowego i podaje je do przyrządu frezarskiego na stole frezarki. Po skończeniu frezowania w położeniu I promieni R 0,5 z jednej strony następuje odmocowanie, obrócenie okucia przez robot, nadanie położenia II i frezowanie promieni R 0,5 z drugiej strony okucia. Po obróbce w pierwszym przyrządzie następuje przeniesienie okucia do drugiego przyrządu mocującego i nadanie położenia III. Następuje tu frezowanie promieni R 1, a po obrocie okucia, frezowanie promieni R 1 w położeniu IV.

Polerowanie odbywa się na stacjonarnych polerkach, wyposażonych w ściernice listkowe lub szczotki polerskie, do których robot dociska okucie. W wersji tej konieczne jest bieżące kontrolowanie siły docisku okucia do narzędzia polerskiego. Chwytnak musi zapewniać pewne trzymanie okucia obciążonego siłami polerowania. W przewidywanych badaniach należy zbadać także możliwość zastosowania szlifierki taśmowej.

II.3.1. Wersja III zrobotyzowanego stanowiska do polerowania okuć /rys.3/

II.3.1. Założenia

1. Na stanowisku następuje tylko obróbka polerska, zaokrąglenia wykonane będą we wcześniejszych operacjach.
2. Polerowanie będzie wykonywane przez robota dociskającego okucia do powierzchni narzędzi polerskich.
3. Polerowanie będzie obejmować większość powierzchni i krawędzi z wyjątkiem powierzchni i krawędzi trudnodostępnych.
4. Na stanowiska będą dostarczane okucia po oględzinach i ręcznym usunięciu zadziorów z określonych powierzchni.
5. Po opuszczeniu stanowiska okucia będą wykańczane ręcznie.

II.3.2. Zestaw narzędzi

1. Magazyn wejściowy zawierający zapas odpowiednio przygotowanych okuć na jedną zmianę
2. Szlifierka - polerka wyposażona w ściernicę trzpieniową listkową lub szczotkę polerską o średnicy ok. 60 mm. do polerowania powierzchni wewnętrznych

3. Szlifierka - polerka wyposażona w ściernicę listkową lub szczotkę polerską o średnicy ok. 150 mm do polerowania powierzchni zewnętrznych
4. Magazyn wyjściowy dla okuć obrabionych
5. Robot przemysłowy IRb-60 wyposażony w chwytak

II.3.3. Cykl pracy

1. Pobranie okucia z magazynu wejściowego
2. Polerowanie powierzchni wewnętrznych
3. Polerowanie powierzchni zewnętrznych
4. Podanie okucia do magazynu wyjściowego

Robot pobiera okucie z magazynu wejściowego i odpowiednio dociskając je do narzędzia polerskiego powoduje polerowanie powierzchni okucia. Po wykonaniu polerowania powierzchni wewnętrznych następuje na drugiej polerce polerowanie powierzchni zewnętrznych, a następnie odłożenie okucia do magazynu wyjściowego. W wersji tej konieczne jest bieżące kontrolowanie siły docisku okucia do narzędzia polerskiego. Przewiduje się w związku z tym zbadanie możliwości zastosowania robota w wersji "soft serwo", zapewniającej odpowiedni docisk narzędzia do polerowanego detalu. Chwytak musi zapewniać pewne trzymanie okucia, obciążonego siłami polerowania.

Również w tej wersji należy zbadać możliwość zastosowania szlifierki taśmowej z pasmem płótna ściernego.

III. Uwagi dotyczące wyboru wariantu zrobotyzowanego stanowiska do polerowania okuć

Z WSK Świdnik uzgodniono, że:

1. Obróbka wiórowa promieni może być przeprowadzona we wcześniejszych operacjach.
2. Polerowanie będzie wykonywane po odcięciu końcówki z nakiełkiem.
3. Powierzchnie trudnodostępne mogą być obrabiane ręcznie.
4. Po opuszczeniu stanowiska zrobotyzowanego okucie może być wykańczane ręcznie.

Ponieważ promienie zaokrągleń będą wykonywane przed właściwym polerowaniem, nie będzie konieczne zbieranie grubej warstwy materiału polerowaniem. W oparciu o te uzgodnienia wybiera się wersję III zrobotyzowanego stanowiska polerowania okuć. Należy zaznaczyć, że na podstawie przeprowadzonego rozpoznania w zakładach przemysłowych stosujących technologię polerowania nie istnieje podobne stanowisko zrobotyzowane, a zaopatrzenie w urządzenia i narzędzia do obróbki polerskiej jest ubogie.

W związku z tym, wymagane są badania zarówno samego stanowiska jak i przeprowadzenia prób technologicznych ze specjalnymi narzędziami ściernymi. Zasadę ustalania i mocowania okucia w chwytaku przedstawiono na rys. 4.

M

IV. Wymagania na urządzenia stosowane w stanowisku

Dalsze badania będą prowadzone w stanowisku z wersji III. Robot przemysłowy IRb-60 z instalacją pneumatyczną, wyposażony będzie w chwytak do pobierania okucia z magazynu wejściowego, trzymania okucia w trakcie polerowania i do odkładania do magazynu wyjściowego. Jeżeli w trakcie badań uzyska się pozytywny wynik zastosowania funkcji X "soft serwo", robot zastosowany do polerowania powinien być wyposażony w tę funkcję, zapewniającą stały docisk okucia do ściernicy lub szczotki polerskiej. Robot z funkcją "soft serwo" jest programowany w głąb materiału i pracując z pewnym uchybem w stosunku do zaprogramowanej trajektorii, wywiera nacisk proporcjonalny do wielkości tego uchybu.

Chwytak powinien być tak wykonany, aby nie blokował możliwości polerowania okucia. Powierzchniami bazowymi do chwytania mogą być otwory ϕ 13,5 bądź otwór osłowy okucia. Zakłada się, że chwytak powinien być mocowany sztywno w przegubie robota. Do "miękkiego" zetknięcia okucia z narzędziami polerującymi powinna wystarczyć elastyczność szlifierki taśmowej.

Chwytak powinien być wyposażony w czujnik sygnalizujący do robota brak obecności okucia pobieranego z magazynu wejściowego. Magazyn wejściowy powinien zapewniać jednoznaczne pozycjonowanie okucia dla pobierania przez robot. Ze względu na długi czas polerowania detalu / ręczne polerowanie trwa ok. 2 godz. zrobotyzowane prawdopodobnie będzie krótsze / zapewnienie automatycznej pracy robota na jedną lub nawet dwie zmiany nie wymaga bardzo rozbudowanego magazynu. Magazyn może być wykonany w formie palety

112

poziomej lub pionowej. Szlifierki stacjonarne muszą być uruchamiane i zatrzymywane na sygnał z robota. Rozpoczęcie pracy szlifierki powinno być sygnalizowane do robota dla umożliwienia rozpoczęcia przez niego pracy. Ściernice powinny być zamocowane w sposób zapewniający dużą sztywność, a więc najlepiej podparte z obu stron. Wybrana ściernica listkowa ma stosunkowo wolno zużywającą się powierzchnię ścierną, a co za tym idzie wolno zmieniającą ^{się} średnicę, na której odbywa się polerowanie. Ułatwi to utrzymanie stałych warunków polerowania dla kolejnej serii detali.

Magazyn wyjściowy powinien odpowiadać pojemnością magazynowi wejściowemu.

Całe stanowisko polerowania musi być odgrodzone od otoczenia z bramką, której otwarcie powoduje zatrzymanie pracy stanowiska.

Uruchomienie stanowiska będzie możliwe po zamknięciu bramki i naciśnięciu przycisku "start programu" na panelu operacyjnym znajdującym się na zewnątrz ogrodzenia. Magazyn wejściowy będzie ładowany przed rozpoczęciem pracy przez robotnika wchodzącego do środka ogrodzenia przez bramkę. Stanowisko wtedy nie pracuje. Stanowisko nie musi być obsługiwane przez cały czas przez człowieka, powinno jednak znajdować się pod nadzorem, zwłaszcza w okresie początkowym. Istotne jest zwłaszcza kontrolowanie co pewien czas jakości polerowania i na tej podstawie ocena konieczności wymiany narzędzi. W przyszłości można będzie zastosować w wersji rozszerzonej stanowiska zdublowane maszyny, tak aby zużycie materiału ściernego i innych narzędzi było jak najwolniejsze. Umożliwi to jak najrzadszą wymianę narzędzi.

Ze względu na konieczność niedopuszczenia do miejscowego przegrzania detalu, polerowanie musi się odbywać z niewielkimi naciskami i jego kolejność będzie wynikała z pewnych wskazań technologicznych.

Dokładniejsze dane i wytyczne co do parametrów pracy będą mogły być określone dopiero po wykonaniu badań laboratoryjnych, ze względu na zupełny brak doświadczeń krajowych w zakresie zrobotyzowanego polerowania.

Dla celów laboratoryjnych zostaną wykonane /bądź dostosowane/ szlifierki:

- ze ściernicą trzpieniową listkową o średnicy ok. 60 mm
- ze ściernicą listkową o średnicy ok. 150 mm
- taśmowa

W czasie badań będzie się dążyć do zastosowania w miarę możliwości jednej jednostki napędowej o regulowanych obrotach, w której będą wymieniane narzędzia. Dla celów laboratoryjnych nie będą wykonywane magazyny detali, natomiast zostanie zaprojektowany i wykonany chwytak. Ze względu na niewielkie ilości zbieranego materiału i pracę z niewielkimi naciskami, szlifierki nie muszą mieć dużej mocy.

W stanowisku laboratoryjnym będzie badana przede wszystkim jakość polerowanej powierzchni oraz możliwość wykonania jak największej części polerowania okucia przy pomocy robota.

Pobór mocy w stanowisku zrobotyzowanym można oszacować na ok. 8 - 10 kW. Ciśnienie sprężonego powietrza do zasilania chwytaka wynosi 0,6 MPa.

14

Wytyczne do wykonania urządzeń współpracujących /rys. 5, 6, 7, 8, 9, 10/.

Do obróbki powierzchni zewnętrznych używana będzie:

1. Ściernica listkowa 150 x 60 x 32 rys. 9

o numerze ziarna materiału ściernego 120

Producent:

Kombinat Przemysłu Narzędziowego VIS

Zakład Artykułów Ściernych - Łodygowice

2. Taśma z płótna ściernego

o wymiarach 1600 x 100 i o numerze ziarna materiału ściernego 120

Do obróbki powierzchni wewnętrznych używana będzie ściernica listkowa trzpieniowa 60 x 40 rys. 8.

o numerze ziarna ściernego 120

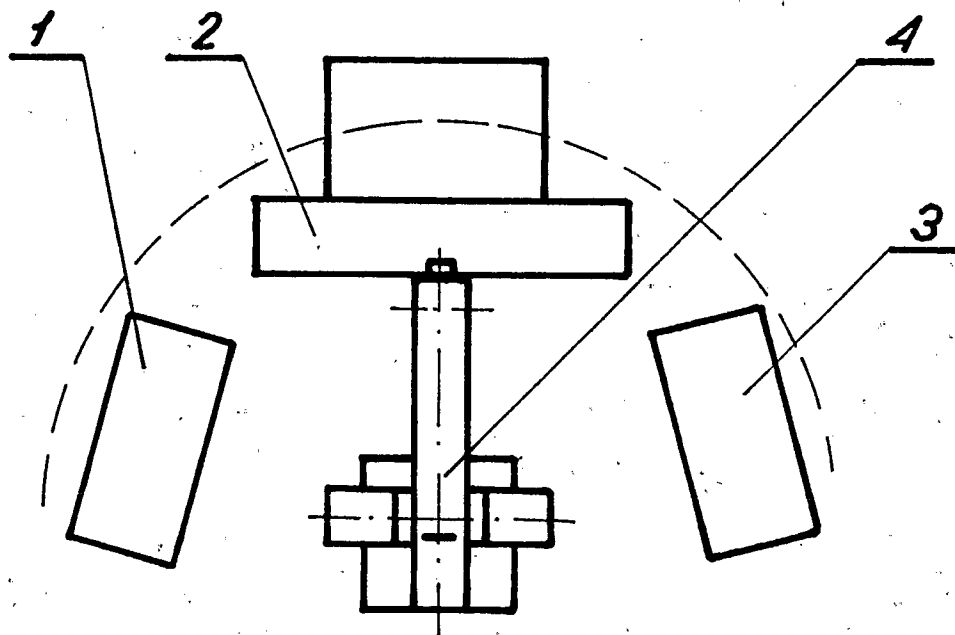
Producent:

mgr inż. J. Łaciak

ul. Poznańska 32

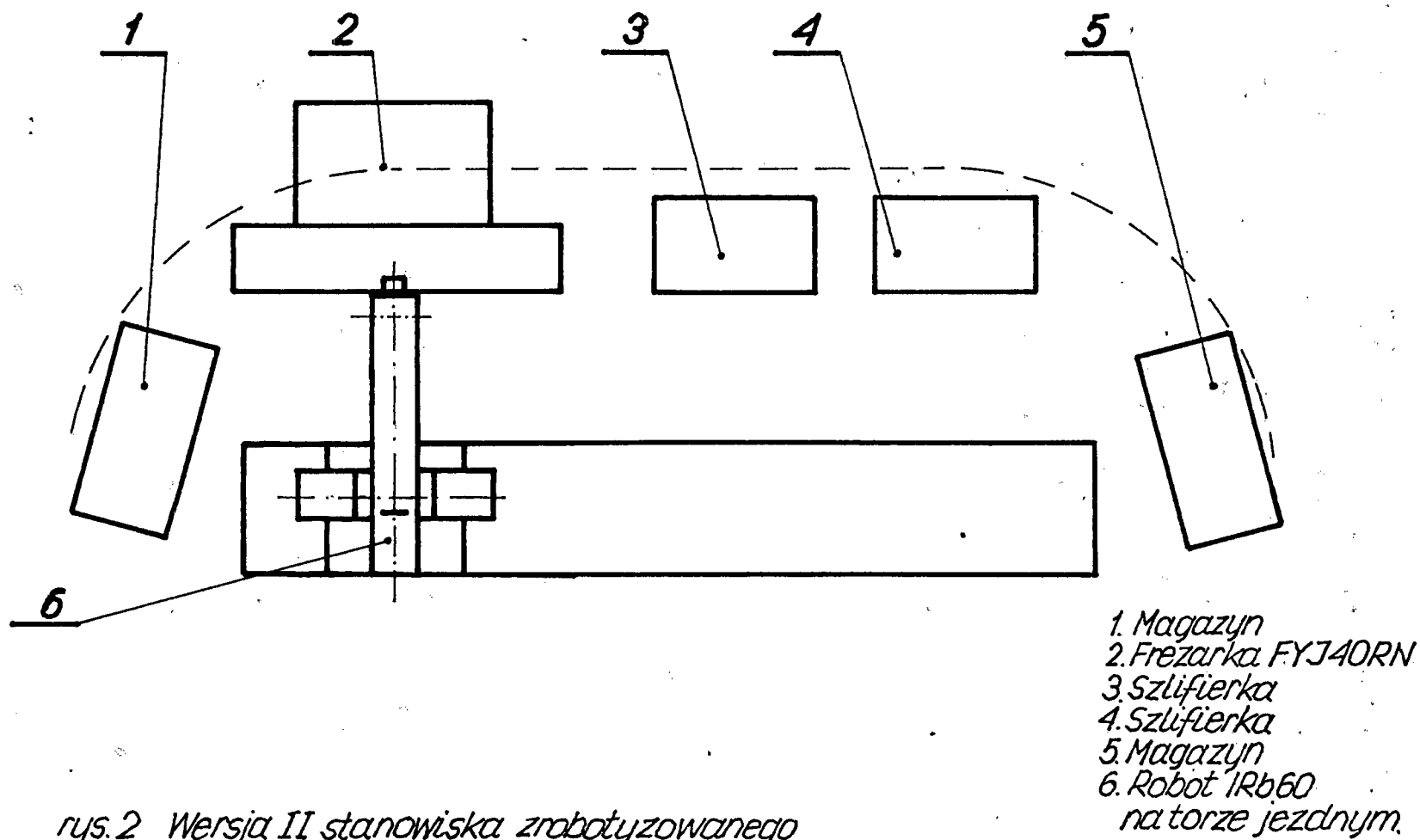
62-035 Kórnik

Dystrybutorem wyżej wymienionych narzędzi jest Biuro Sprzedaży Artykułów Ściernych, ul. Gerszona B. Dział 21/25 43-300 Bielake - Biała
tel: 230 - 91



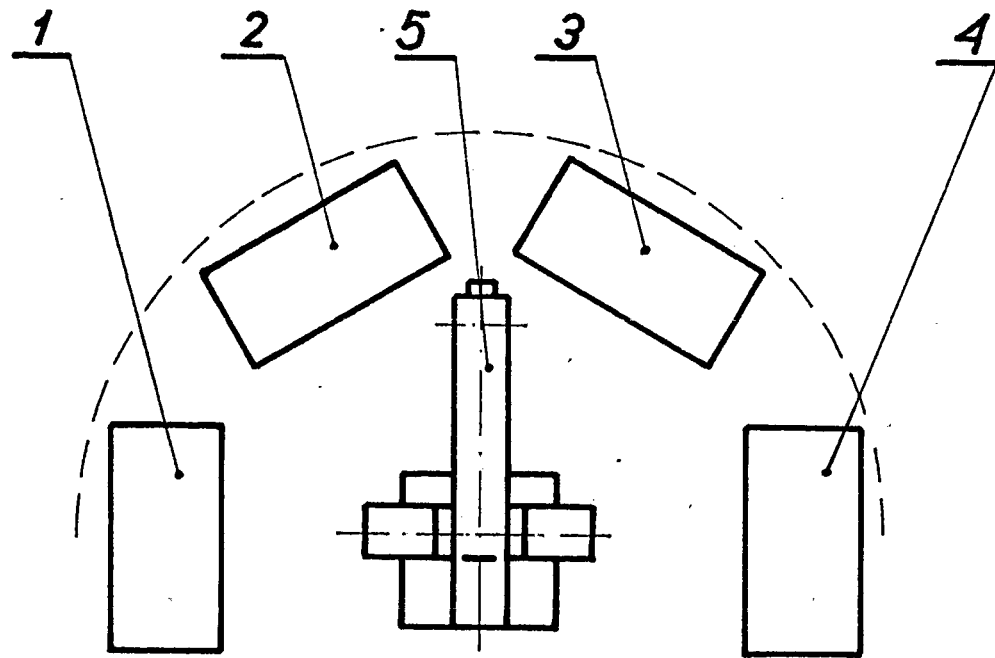
- 1. Magazyn
- 2. Frezarka FYJ-40RN
- 3. Magazyn
- 4. Robot przemysłowy IRb60

*rys.1 Wersja I stanowiska do szlifowania
i polerowania „Okuc”*



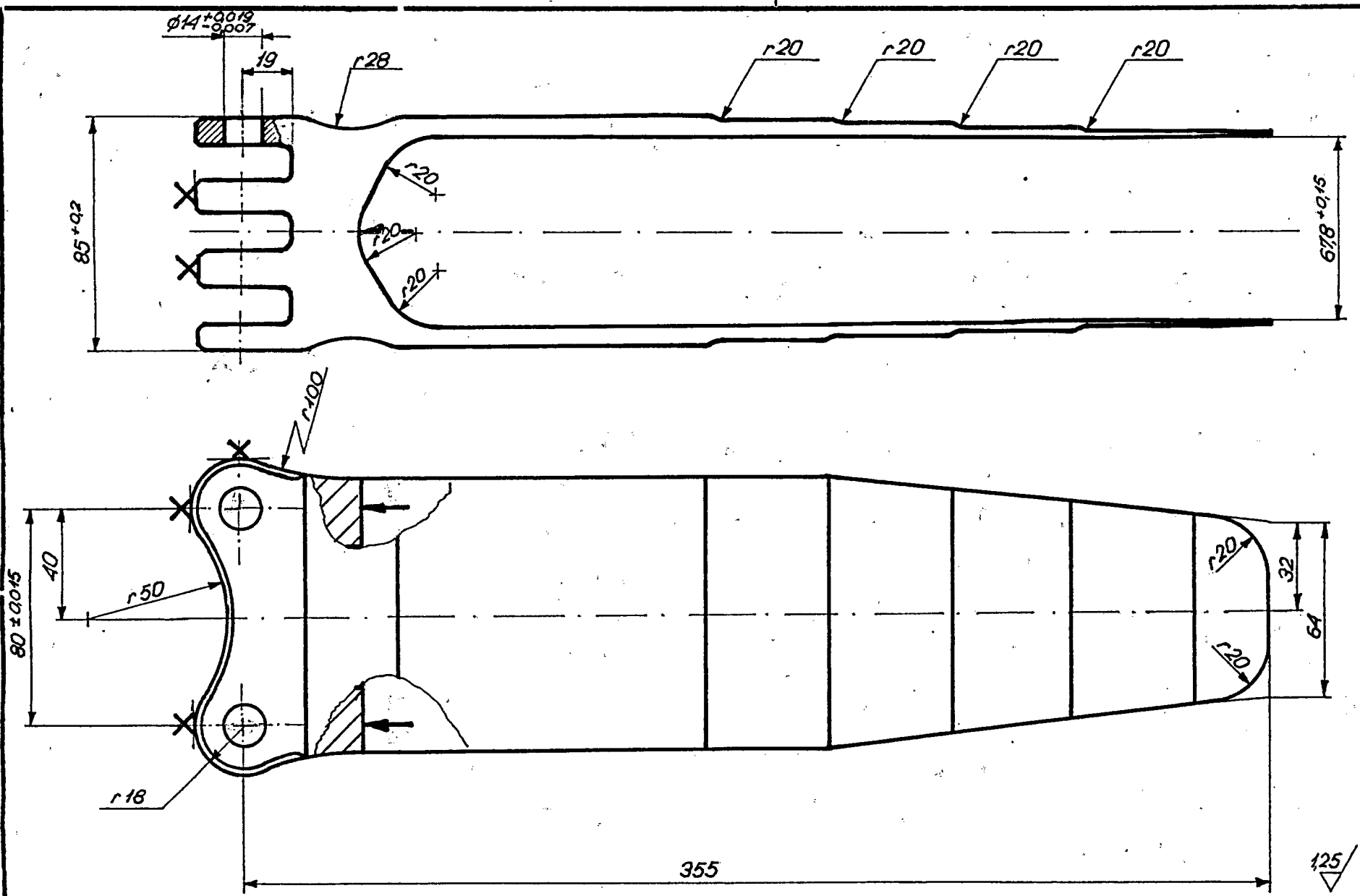
rys. 2 Wersja II stanowiska zrobotyzowanego do szlifowania i polerowania „Okuc”

14



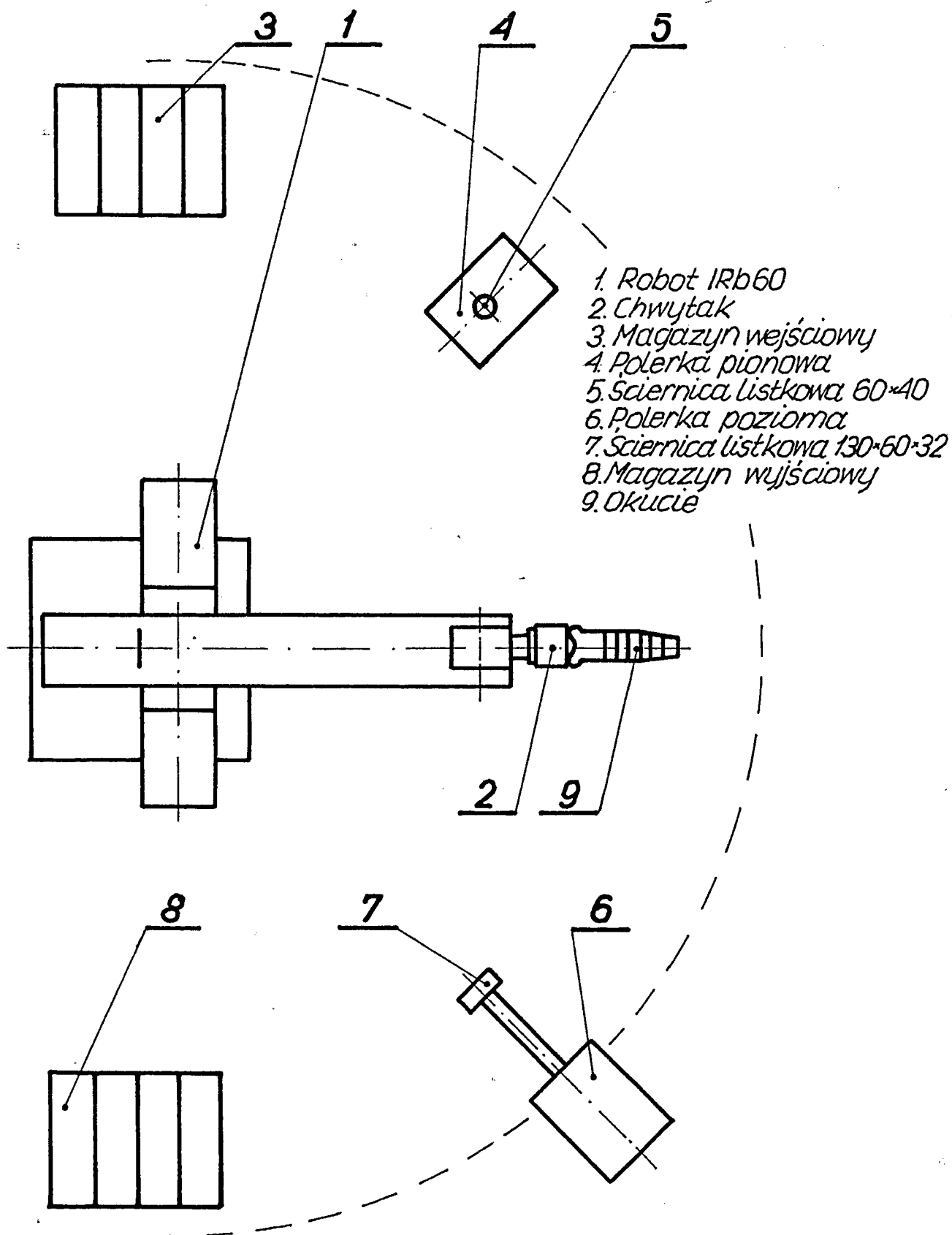
1. Magazyn
2. Szlifierka
3. Szlifierka
4. Magazyn
5. Robot przemysłowy IRb 60.

rys.3 Wersja.III zrobotyzowanego stanowiska do polerowania „Okuc”

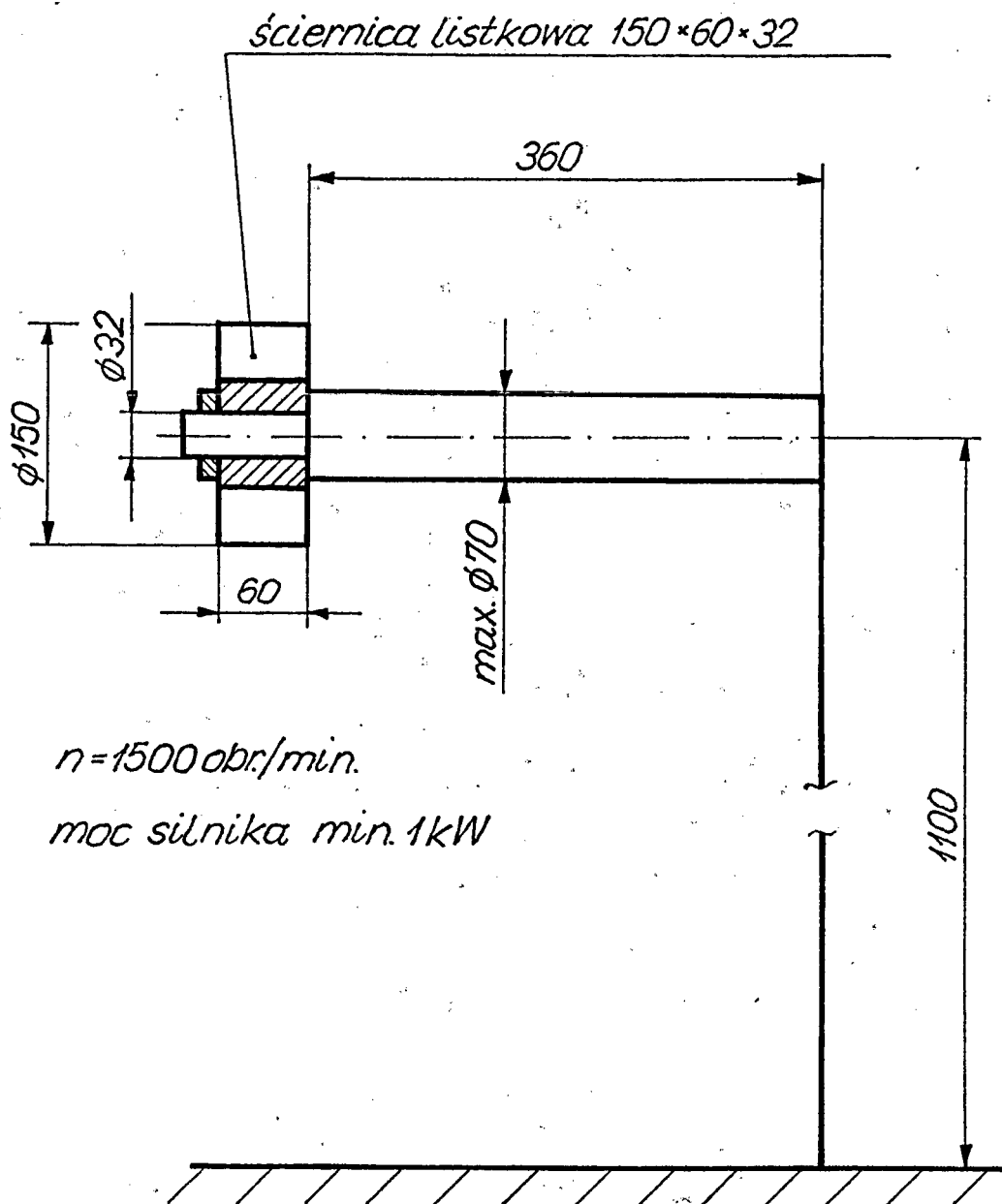


Rys.4 Zasada ustalania i mocowania okucia w chwytaku.

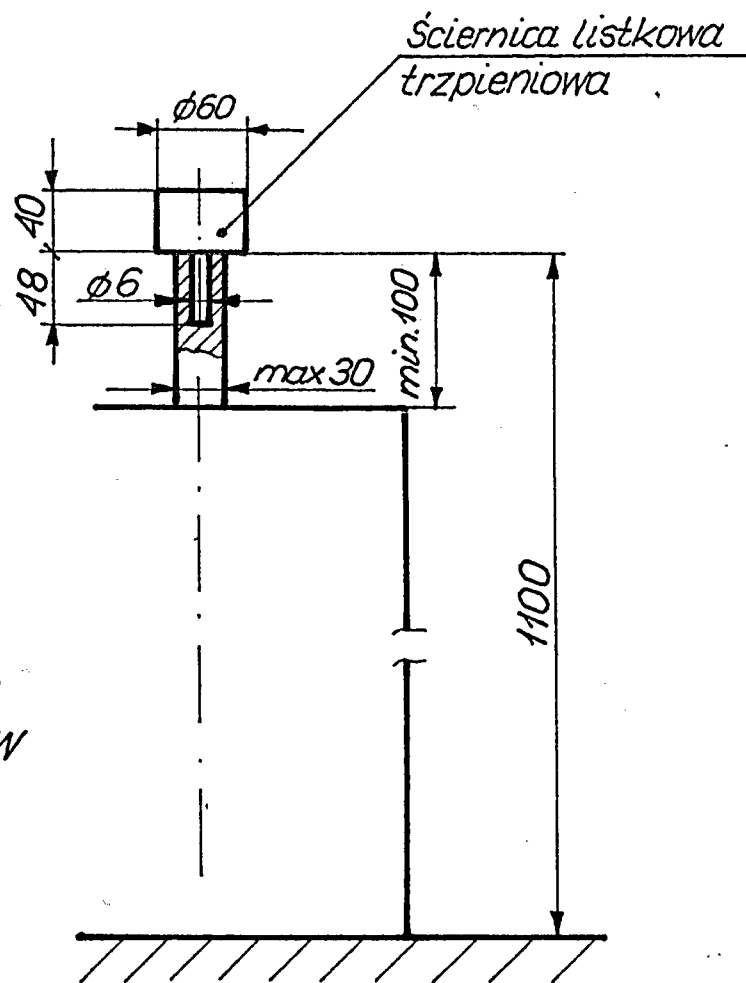
Strona	
Stron	
Nr	



Rys.5 Szkic do projektu stanowiska do polerowania Okuc.

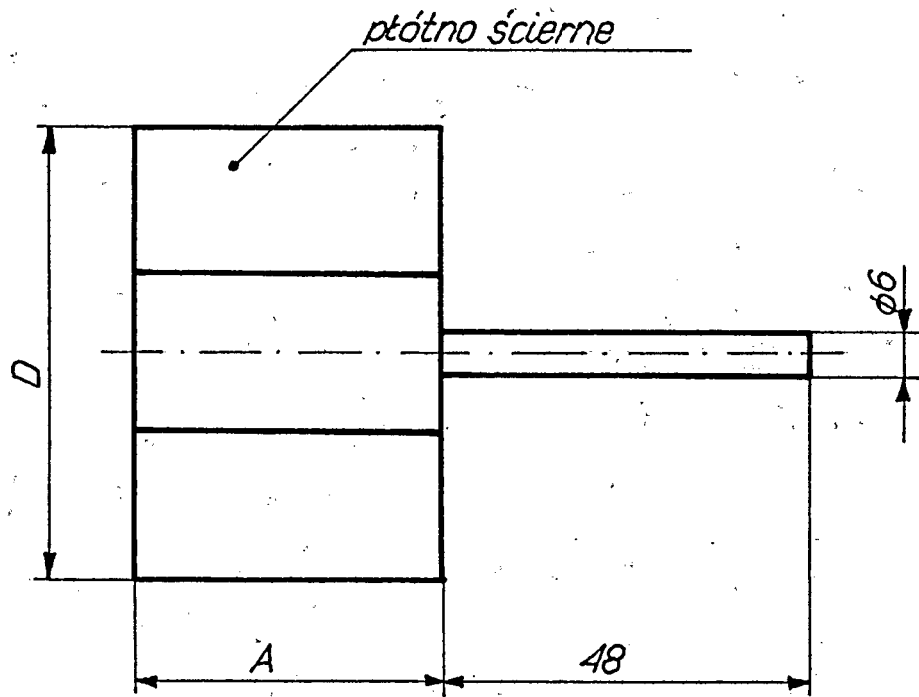


Rys.6 Szkic do wytycznych konstrukcyjnych końcówki wrzeciona polerki specjalnej poziomej wyposażonej w ściernicę listkową 150*60*32.
 Wymiary gabarytowe polerki - dowolne.



$n = 1500 \text{ obr./min.}$
moc silnika 1kW

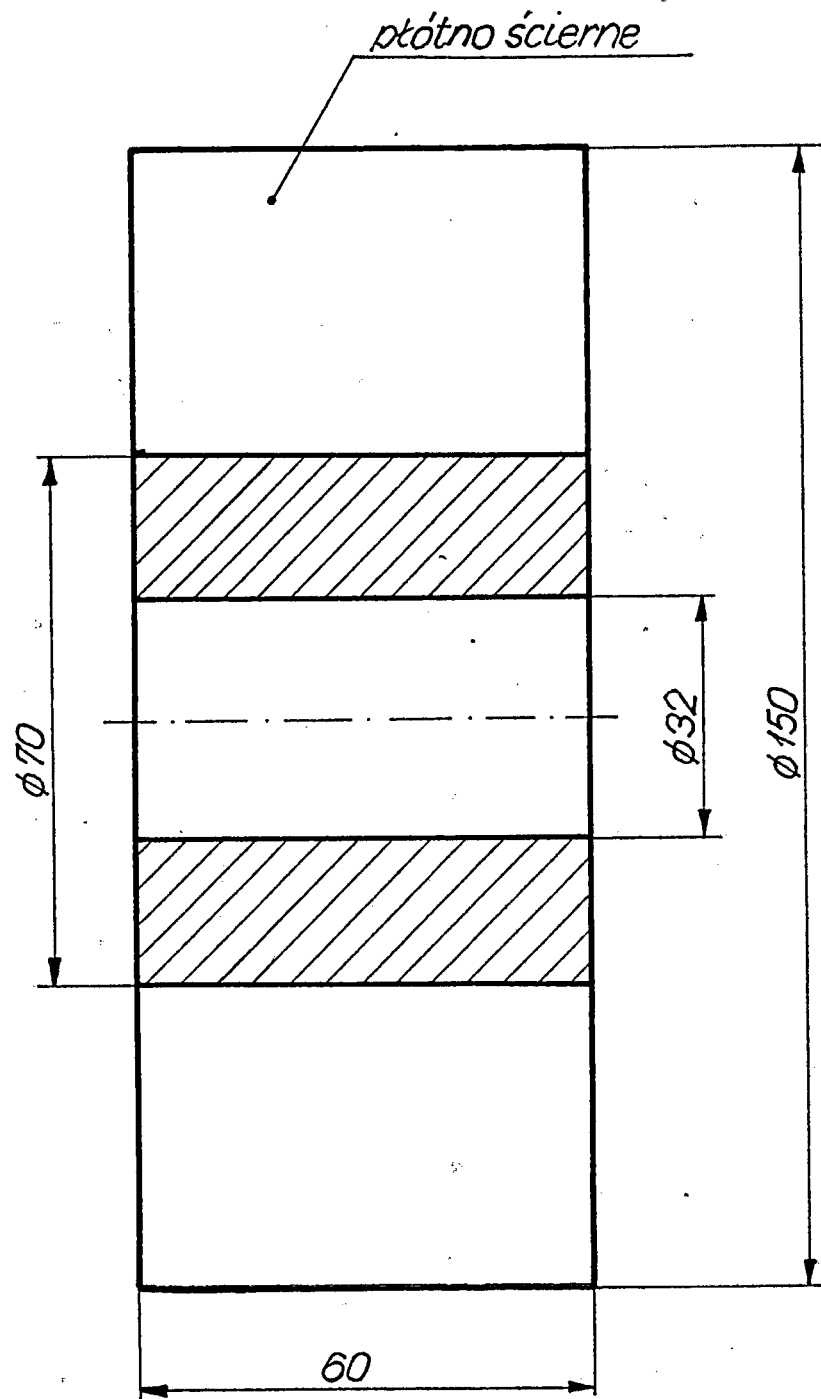
Rys.7 Szkic do wytycznych konstrukcyjnych końcówki wrzęciona polerki specjalnej pionowej wyposażonej w ściernicę listkową trzpieniową 60×40
Wymiary gabarytowe polerki - dowolne.



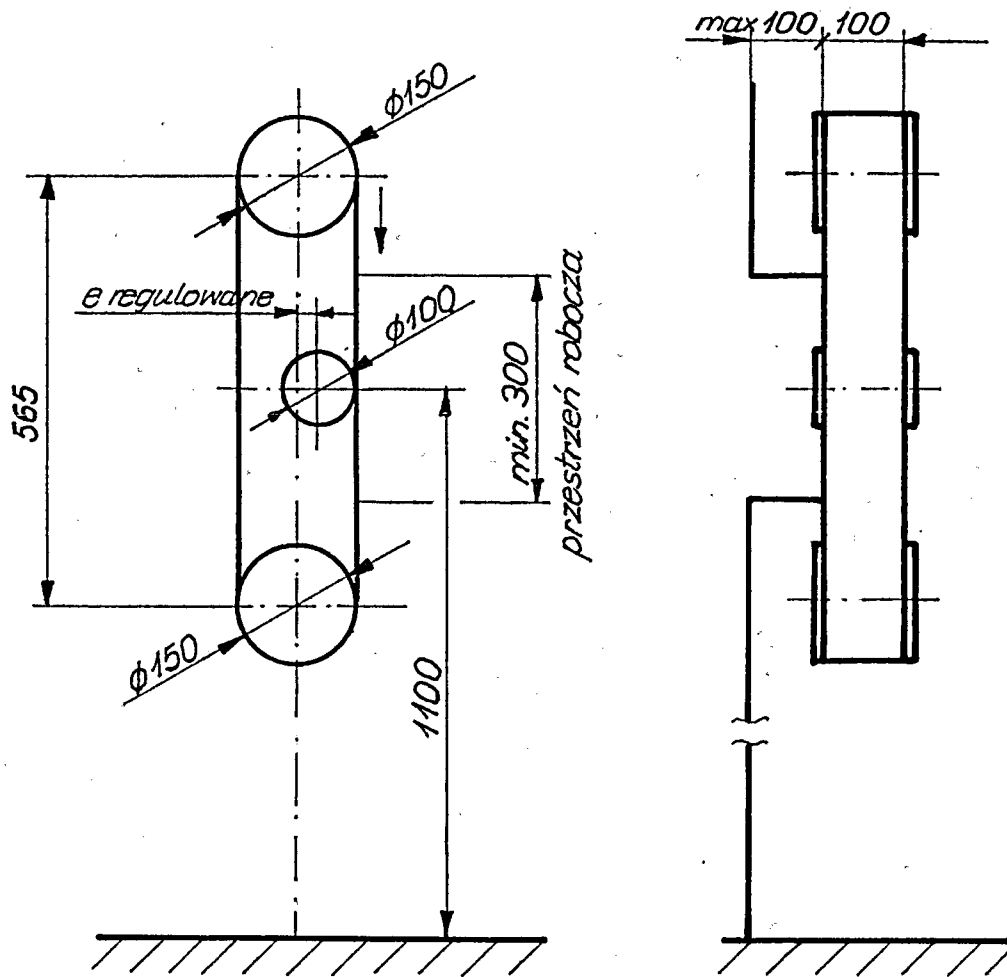
$n_{max} = 2000 \text{ obr./min.}$

A \ D	50	60	80
20	×	×	×
30		×	×
40		×	×
50			×

Rys.8 Szkic ściernicy listkowej trzpieniowej.



Rys.9 Szkic ściernicy listkowej 150×60×32



$n = 3000 \text{ obr./min.}$

moc silnika min. 1kW

taśma 1600×100, numer ziarna materiału ściernego 120

Rys. 10 Szkic do wytycznych konstrukcyjnych szlifierki taśmowej.

25