

# M E C H A N I K

## MIESIĘCZNIK TECHNICZNY

WYDAWANY POD EGIDĄ CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU METALOWEGO  
I STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH

REDAKCJA: WARSZAWA, ULICA DYGASIŃSKIEGO 34. ADMINISTRACJA: WARSZAWA, ULICA MICKIEWICZA 18.

Inż.-mech. JAN PIOTROWSKI

### PLANOWANIE ILOŚCIOWE I JAKOŚCIOWE BUDOWY OBRABIAREK

Zadaniem referatu niniejszego nie jest stworzenie i przedstawienie nowego planu produkcji obrabiarek na najbliższą przyszłość w Polsce. Będzie to zadaniem innych referatów. Natomiast zależy nam na zobrazowaniu tu punktów wyjścia do planowania i na podaniu szeregu liczb, wielkości i zależności, które byłyby pomocne przy tworzeniu planów. Planując musimy się liczyć z istniejącym przed tym stanem przemysłu, jego poziomem i tendencjami, pomimo iż dzisiejsza rzeczywistość znacznie wyprzedza przeszłość. Dlatego we wstępie do referatu zdecydowaliśmy się zobrazować dotychczasowe próby w tej dziedzinie i podać ich bibliografię.

#### Próby planowania w przeszłości

Przemysł obrabiarkowy należy do najbardziej popularnej gałęzi przemysłu w Polsce już od bardzo dawna, a konieczność planowania była stale uznawana i dokonano w tej dziedzinie szeregu prac.

Zasadniczą i pierwszą pracą był artykuł prof. politechniki E. T. Geislera pod tytułem „Widoki rozwoju przemysłu obrabiarkowego w Polsce” opublikowany w 1919 r. w „Przełądzie Technicznym”. W chwili budzenia się państwa polskiego prof. Geisler zdobył cały szereg danych, dotyczących produkcji obrabiarek i ich konsumpcji w krajach przemysłowych, wyciągnął z nich podstawowe stosunki liczbowe i dał konkretny plan budowy obrabiarek, który pozwoliłby pokryć zapotrzebowanie Polski na obrabiarki dla zrównania jej pod względem rozwoju przemysłowego z czołowymi krajami świata w ciągu 20 lat, to znaczy — odbudowy zniszczeń, wyrównania zaległości i dogonienia w rozwoju, aż do zupełnego zrównania. Pomocą w tej

pracy były prof. Geislerowi poza literaturą przemysłową również dane statystyczne zbierane przez polską fabrykę obrabiarek *Gerlach i Pulst*, w stosunku do zapotrzebowania państwa rosyjskiego w ciągu mniej więcej piętnastu lat.

Punktem wyjścia był niezbędny Polsce rozwój sieci kolejowej po 1000 km rocznie i związana z tym budowa taboru kolejowego: rocznie — 365 parowozów, 7100 wagonów towarowych i 240 wagonów osobowych. Przy amortyzacji obrabiarek w ciągu 20 lat utrzymanie odpowiedniego poziomu warsztatów kolejowych, fabryk parowozów i fabryk wagonów wymagałoby rocznego zapotrzebowania na obrabiarki:

dla warsztatów reperacyjnych	1250 do 1500 ton
dla fabryk parowozów	250 do 330 ton
dla fabryk wagonów	540 do 810 ton
Razem	2040 do 2640 ton

Rozumiejąc konieczność rozbudowy innych gałęzi komunikacji, uzbrojenie armii i urzędu miejskie, jak również potrzeby innych przemysłów oraz przyjmując mniej więcej 1 tonnę obrabiarek dla wyrobu 3 ton produktów metalowych rocznie, Profesor stwierdził, że przy 10-letniej amortyzacji obrabiarek zapotrzebowanie na nie wyniesie 1 tonnę w stosunku do 30 ton produktów metalowych. W ten sposób prof. Geisler stworzył roczny plan produkcji obrabiarek w Polsce, a mianowicie:

tokarki pociągowe zwykłe	380 do 445 sztuk
„ „ „ szybkobieżne	355 do 415 „
„ „ „ rewolwerowe	155 do 180 „
i t. d.	

Razem:

tokarki	1340 do 1730	o ciężarze	3360 do 4330	ton
frezarki	295 „ 380	„	886 „ 1140	„
szlifiarki	130 „ 165	„	123 „ 157	„
strugarki wzdłużne	93 „ 120	„	1020 „ 1320	„
strugarki poprzeczne	89 „ 112	„	240 „ 303	„
strugarki pionowe	44 „ 55	„	162 „ 295	„
wiertarki	295 „ 375	„	520 „ 660	„
wiertarko- frezarki	64 „ 82	„	513 „ 659	„
wytaczarki	29 „ 38	„	146 „ 189	„
gwinciarzki	43 „ 53	„	30 „ 37	„

Razem 2422 do 3110 obrabiarek o ciężarze 7000 do 9090 ton

Cyfra ta jest nie wiele większa niż dotychczas polska produkcja obrabiarek chociaż z innym stosunkiem typów. Cyfry prof. Geislera nie zostały przed drugą wojną osiągnięte, toteż Polska nie dogoniła krajów przemysłowych i została znacznie w tyle. Przed nami więc dziś stoi obowiązek dokonania tego zadania.

Również w 1919 r. w „Przeglądzie Technicznym” ukazał się artykuł J. Piotrowskiego i odbitki z niego pod tytułem: „Obliczenie przewidywanej wydajności fabryk (w szczególności fabryk obrabiarek) przy ich projektowaniu”. W artykule tym poza ogólną charakterystyką typowych fabryk obrabiarek, przytoczone były również dane liczbowe o wydajności wyrażonej w godzinach pracy rozmaitych działów obróbki na jednostkę wagi 4-ch grup obrabiarek, produkowanych w fabryce obrabiarek przy produkcji jednostkowej i małoseryjnej i także dane dla fabryki produkującej wielkimi seriami tylko jeden typ obrabiarek. Opracowane zostały w oparciu o czasy pracy, również kosztorysy budowy takich fabryk i metody obliczenia ilości niezbędnych obrabiarek, powierzchni montażowni itp.

Następna próba planowania wyraziła się przez wydanie 1 września 1926 r. zeszytu Nr 33 i 34 „Przeglądu Technicznego” pod nazwą „Zeszyt poświęcony polskiemu przemysłowi obrabiarkowemu”. W zeszycie tym zobrazowany jest dokładnie przemysł obrabiarkowy polski, niemiecki i Stanów Zjednoczonych. Program przemysłu niemieckiego został zobrazowany przez spis najwybitniejszych fabryk niemieckich z podaniem ich produkcji obrabiarek w tonnach i sztukach i został podzielony na kilka kategorii z punktu widzenia stopnia specjalizacji lub uniwersalności produkcji, a mianowicie:

I. Program uniwersalny,

II. Program ograniczony do kilku rodzajów obrabiarek,

III. Program ograniczony, z podziałem wykonania na odrębne działy dla każdego rodzaju obrabiarek,

IV. Program ograniczony do jednego rodzaju obrabiarek z szeregiem typów i wymiarów,

V. Program ograniczony do specjalizacji całkowitej, tj. do jednego typu w kilku wymiarach.

Podane zostały szczegółowe dane dotyczące 37 największych fabryk niemieckich z wymienieniem typów maszyn, liczby pracowników, wydajności w tonnach na 1 pracownika (0,6 do 6,5 ton rocznie na 1 pracownika — średnio ok. 3 ton).

Przytoczono sporo ciekawych danych statystycznych np. specyfikację obrabiarek wykonanych przez USA w 1923 r.: ok. 65.000 maszyn wartości 66.211.000 dolarów i obrabiarek przenośnych 124.420 sztuk wartości 9.313.000 dolarów.

Stany Zjednoczone eksportowały 18% wytwarzanych obrabiarek, a Niemcy — 38%. Ważne są też dane o spożyciu obrabiarek w tym samym czasie w różnych krajach. Roczne spożycie w dolarach na jednego mieszkańca wyniosło w USA — 0,95 dol., w Niemczech — 0,50 dol., w Polsce — 0,11 dol.

W tym samym zeszycie zobrazowany został również przemysł obrabiarkowy polski z podaniem szczegółowych ilustrowanych programów wszystkich fabryk.

Podobne artykuły ukazywały się następnie niemal co roku w zeszytach „Przeglądu Technicznego”, a następnie „Przeglądu Mechanicznego” z charakterystyką i planami przemysłu obrabiarkowego polskiego.

W 1931 r. ukazała się broszura profesora Politechniki Warszawskiej inż. St. Płużańskiego pod tytułem: „Szkic współczesnego stanu przemysłu obrabiarek do metali”, w którym poza ogólnymi uwagami dotyczącymi konstrukcji i wydajności obrabiarek daje Profesor bardzo wyczerpujące dane o rozmiarach produkcji, wwozu i wywozu wszystkich krajów przemysłowych za szereg lat. Dane te potwierdzają wnioski poprzednie. Autor określa przy tym w przybliżeniu stan zasobów obrabiarek w Polsce w 1931 r. na 28.000 sztuk.

W Nr 10 „Przeglądu Mechanicznego” z 1935 r. ukazał się artykuł „Zagadnienie stworzenia racjonalnego programu budowy obrabiarek przez polskie wytwórnie w związku z zapotrzebowaniem przemysłu polskiego”. W artykule tym ustalono dotychczasowe cyfry konsumpcji i produkcji obrabiarek w Polsce, a mianowicie: 30.000.000 zł kon-

sumpcji przy wadze ok. 7.000 ton (co mniej więcej odpowiada przewidywaniom *prof. Geislera* z 1919 r.), gdy produkcja tylko 6.000.000 zł. Wskazane były dane cyfrowe dotyczące produkcji seryjnej przy najbardziej ograniczonej ilości specjalnych narzędzi i pomocy warsztatowych. Na przykładzie jednego typu obrabiarek widzimy, iż wykonanie pojedynczego egzemplarza kosztuje np. 1485,5 godz., serii 10 sztuk — po 771,05 godzin, a serii 20 sztuk — po 733,02 godz., co wskazuje, że seria 10 sztuk przy pracy bez przyrządów jest już zadawalająco racjonalna. Ustalono, że o ile maszyna przy ustabilizowanej produkcji seryjnej ma kosztować ok. 15.000 zł., to w pierwszej serii będzie kosztowała ok. 30.000 zł., a pojedynczy próbny egzemplarz znacznie więcej. Poza tym rysunki, modele takiej maszyny i minimalna ilość przyrządów kosztuje przynajmniej 20.000.— zł. Ustalono tam poglądy na program produkcji fabryk polskich. Uznano za możliwe oparcie się na 1 dużej wytwórni „o szerokim programie, posiadającej duże biuro konstrukcyjne” i na kilku wytwórniach „o zężonym zakresie z intensywną gospodarką warsztatową”.

W związku z tym rozważaniem powstają dwie organizacje: producentów — pod nazwą „Grupa Wytwórni Obrabiarek Polskiego Związku Przemysłowców Metalowych” (9 fabryk) i konsumentów państwowych — pod nazwą „Międzyministerialna Komisja Obrabiarkowa” i jako jej składowa część najczynniejsza Komisja Obrabiarkowa M.S.Wojsk. Współpracowało w niej Ministerstwo Komunikacji, Oświecenia Publicznego, Ministerstwo Przemysłu i Handlu i Ministerstwo Skarbu. Zadaniem tych organizacji było oparte na ich współpracy planowanie w dziedzinie konsumpcji i produkcji obrabiarek. Organizacje te wspólnymi siłami opracowały plan podziału produkcji obrabiarek pomiędzy istniejącymi wówczas 9 fabrykami obrabiarek. Jednocześnie w polskich sferach technicznych rozpoczyna się wielki ruch w kierunku stworzenia planu gospodarczego Polski, który znajduje wyraz w „Pierwszym Polskim Kongresie Inżynierów we Lwowie 12 — 14.IX. 1937”. Przemysł obrabiarkowy był reprezentowany przez referat *inż. J. Piotrowskiego* „Zagadnienie przemysłu obrabiarkowego”, a opracowany wspólnie z wymienionymi wyżej organizacjami branżowymi. Na podstawie szeregu danych z polskiej rzeczywistości i opierając się na danych o produkcji i konsumpcji Stanów Zjednoczonych i Niemiec ustalono, że kłosem 20.000.000. zł. kapitału inwestycyjnego w przeciągu 3 lat tj. w 1940 roku, produkcja Polski winna wynieść 30.000.000 zł. przy ilości zatrudnionych 3.500 pracowników (bez odlewni), w tym ok.

350 inżynierów i techników, około 150 pracowników administracyjnych, około 2.000 rzemieślników wykwalifikowanych (tokarzy i ślusarzy) i ok. 1.000 uczniów i pomocników niewykwalifikowanych. Wychodząc z konsumpcji obrabiarek przez Niemcy (około 4-ch złotych na 1 mieszkańca), założono, że Polska 30-to milionowa w ciągu 15 do 20 lat winna osiągnąć konsumpcję obrabiarek na około 120.000.000 zł., w tym 60.000.000 zł. własnej produkcji 60.000.000 zł. z importu. Założenia te opierały się na automatycznym wzroście kapitału i ludności i były niewystarczające. Realizacja ich dałaby stan rzeczy, przy którym Niemcy wyprzedzałyby w rezultacie Polskę od 15 do 20 lat w rozwoju przemysłowym, podczas kiedy koncepcja *prof. Geislera* uwzględniała tak szybkie tempo rozwoju, żeby po 20 latach Polska nie tylko osiągnęła stan rozwoju przemysłowego równy niemieckiemu w chwili startu, ale żeby nadrobiła dalszy wzrost poziomu niemieckiego tak, żeby po 20 latach poziom przemysłowy Polski był równy jednoczesnemu poziomowi Niemiec.

Błąd tego ujęcia planu został obecnie po wojnie poprawiony, o czym będzie mowa dalej.

Prace planowania po Kongresie Inżynierów w 1937 r. poszły w szybszym tempie.

„Grupa Wytwórni Obrabiarek” uzgodniła podział typów pomiędzy fabryki, przy czym powstała nowa fabryka, a istniejące rozbułowały się. W Nr 1 i 2 miesięcznika „Mechanik” z 1938 r. prace te zostały zobrazowane w artykule „Jakie obrabiarki będą budowane w Polsce”. W wyniku tego planowania około 30 „typów-wielkości” zostało wycofanych z programu, około 180 „typów-wielkości” zostało zachowanych z pośród już budowanych i około 70 „typów-wielkości” zostało zaprojektowanych na nowo. Program objął więc łącznie 250 „typów-wielkości” obrabiarek — oprócz budowanych już 50 typów pras i maszyn blacharskich. W tym czasie Niemcy na Targach Lipskich wystawiły 2.000 rozmaitych obrabiarek budowanych przez 250 firm niemieckich.

Opracowano plan masowej produkcji tanich *obrabiarek popularnych* i rozpoczęto jego realizację od budowy 2-ch typów tokarek popularnych. Uruchomiono poza tym *znormalizowaną* produkcję seryjną jednego rodzaju frezarek w 18 odmianach z wielką ilością części wspólnych dla wszystkich odmian lub niektórych ich grup. Fabryki zaczęły się specjalizować.

Wydane zostały w 1939 r. *wspólne wykazy obrabiarek z cenami* i charakterystyką w wydawnictwach:

1. *Inż. A. Zasada*. „Wykaz nowych typów obrabiarek, maszyn i urządzeń do mecha-





cznej obróbki i przerobu metali, budowanych w Polsce do roku 1937 oraz przeznaczonych do budowy". Nakładem Komisji Obrabiarkowej M. S. Wojsk. (185 „typów - wymiarów”).

2. „Wykaz obrabiarek i maszyn do mechanicznej obróbki metali, budowanych w Polsce, lecz nie objętych „Wykazem typów budowanych od 1937 r.”. Nakładem Grupy Wytwórci Obrabiarek P.Z.P.M. (93 „typów-wymiarów” — oprócz specjalnych).

W 1939 r. ukazał się również okazały zeszyt Nr 1 — 2 „Przeglądu Mechanicznego”, dający pełny obraz nie tylko produkcji obrabiarek w Polsce, lecz i cały kierunek postępu technicznego w Polsce w tej dziedzinie oraz projekty na przyszłość.

Wojna 1939 r. zburzyła rozpoczęte prace nad uporządkowaniem programu i zmusiła fabryki obrabiarek prowadzić produkcję odpowiadającą interesom okupanta, w znacznym jednak stopniu opierając się na dotychczasowych programach polskiej produkcji. Zniszczenie części przemysłu polskiego w początku 1945 r. zburzyło też i założenia planowania. Zniszczenie to nie na tyle jednak przekreśliło i zmieniło strukturę polskiego przemysłu, a przede wszystkim zasoby jego materialne i ludzkie, żeby przy planowaniu w nowych warunkach należało zaniechać wyników dotychczasowych prac usiłujących stworzyć bazy dla planowania przyszłości, tym bardziej, że zniszczone obiekty postanowiono odbudować przynajmniej w rozmiarach przedwojennych. Wybieramy więc z tych prac tylko te, które w pewnym stopniu mogą być wykorzystane przez planowanie dzisiejsze, jeżeli już nie pod względem cyfr, to pod względem metod ich określania.

### Bazy planowania konsumpcji, wytwórczości i importu obrabiarek

Dla stworzenia planu gospodarczego nie wystarcza sam cel pożądaný do osiągnięcia; musi on jeszcze być związany z realnymi możliwościami całokształtu gospodarki.

Ustalenie pożądanej konsumpcji obrabiarek musi być w znacznym stopniu oparte na porównaniu z konsumpcją krajów przodujących. Cały szereg cyfr w tym kierunku był podany w pierwszej części referatu, a które obecnie uzupełnimy bliższymi danymi.

Produkcja „Grupy Wytwórci Obrabiarek” w Polsce wyniosła w 1938 r. — 13.867.000 zł., a konsumpcja obrabiarek ok. 51.500.000 zł. Na podstawie posiadanych zamówień i rozpoczętej rozbudowy polskich fabryk obrabiarek, projektowano w 1939 r. produkcję na 24.600.000 zł., a konsumpcję (produkcja łącznie z importem) na 50.000.000 zł. Cyfry te przyjęto za podstawę do planu dalszego rozwoju przemysłu obrabiarkowego i dla okre-

ślenia rozmiarów potrzeb Polski w dziedzinie obrabiarek.

Statystyka wykazuje za czas od 1920 do 1938 r. łącznie następujące sumy:

produkcja krajowa obrabiarek 104.600.000 zł.  
przywóz za potrac. wywozu 198.545.000 zł.  
a więc łącznie konsumpcja  
za 19 lat — 303.145.000 zł.

Cyfry te dają wyjście dla dalszych rozważań.

Po wojnie światowej 1915 do 1920 r. Polska odziedziczyła przemysł metalowy w Południowym i Galicji nie duży, ale nie zniszczony, jak również dość duży pomocniczy przemysł przetwórczy hutnictwa śląskiego. W zaborze rosyjskim przemysł był zniszczony i pozostały tylko nieliczne wytwórnie jak również warsztaty kolejowe i trochę drobnego rzemiosła mechanicznego. Oszacowawszy w przybliżeniu wartość zasobów wyżej wymienionych w 1920 r. i dodawszy do nich konsumpcję za czas od 1920 do 1938 r., otrzymujemy stan zasobów na 1939 r., a mianowicie:

	Ilość obrabiarek	Ciężar w tonach	Wartość w zł.
Warsztaty kolej. w 1920 r.	1.500	8.000	40.000.000
Wydziały przetwórcze hut i większe zakłady przem. w 1920 r.	3.000	15.000	75.000.000
Drobnny przemysł i rzemiosło w 1920 r.	5.000	2.500	10.000.000
Konsumpcja ujęta statystyką 1920 — 1938 r.	35.000	60.000	303.000.000
Konsumpcja nie objęta statystyką (dla drobnego przemysłu i rzemiosła) ok.	5.000	2.500	10.000.000
Razem zasoby na 1939 r.	49.500	88.000	438.000.000
Zaokrąglamy na	50.000	90.000	5.000.000

Zaplanowana intensywna rozbudowa przemysłu polskiego pozwala wnioskować o rozmiarach i zasobach polskiego przemysłu, które byłyby zrealizowane w końcu 1939 r. Zeby otrzymane ze statystyki rzeczywistej cyfry mogły być bazą dla dalszych planów stworzenia *odnowionego* przemysłu, należy nie tylko uwzględnić powiększenie tych cyfr przez przypuszczalny przyrost 1939 roku, ale spróbować również w granicach osiągniętej cyfry ilości obrabiarek *zmodernizować* ich zespół przez zmianę proporcji typów, wprowadzić nowe ulepszone typy obrabiarek, a więc i zwiększyć ich wartość. Po dokonaniu tej pracy otrzymujemy nowy stan zasobów obrabiarek na koniec 1939 r. „teoretyczny”, oparty na urzędowej statystyce, lecz uwzględniający konieczność *modernizacji i renowacji*. Opierając się na danych i klasyfikacji urzędowych Roczników Statystycznych 1938 r. i 1939 r., ustalono ilość zakładów rozmaitych kategorii osobno: dla rze-

TABLICA II

Rok	Produkcja roczna przy wzroście o		Konsumpcja roczna przy wzroście o	
	10 %	20 % i więcej	10 %	20 % i więcej
1939	30.000.000 zł.	30.000.000 zł.	50.000.000 zł.	50.000.000 zł.
1940	33.000.000 „	36.000.000 „	55.000.000 „	64.000.000 „
1941	36.000.000 „	43.000.000 „	60.000.000 „	77.000.000 „
1942	40.000.000 „	52.000.000 „	66.000.000 „	94.000.000 „
1943	44.000.000 „	62.000.000 „	73.000.000 „	115.000.000 „
Razem za 5 lat	183.000.000 zł.	223.000.000 zł.	304.000.000 zł.	400.000.000 zł.
Razem	23.000 ton	28.000 ton	38.000 ton	50.000 ton

mięślna zmechanizowanego i drobnego przemysłu, dla średniego przemysłu, dla wielkiego przemysłu „lekkiego” i „ciężkiego”, dla kolejnictwa i rozmaitych warsztatów naprawczych. Dane „Rocznika 1939” przytoczone tam na podstawie cyfr 1937 i 1938 r., powiększono o przypuszczalny przyrost, usunięto wartość tych gałęzi przemysłu, które nie korzystają z obrabiarek do metali i otrzymano nowy zespół podany w tablicy I w sztukach obrabiarek poszczególnych grup i rodzajów w cenach 1937 r. i z podaniem ilości zatrudnionych w każdym dziale robotników. W rezultacie osiągnięto cyfrę 62.112 obrabiarek wartości 704.247.000 zł. i ilość robotników pracujących w zakładach używających obrabiarki — 154.900.

Wskazany tam jest również procentowy stosunek rozmaitych grup i rodzajów obrabiarek w ilości sztuk i w wartości. Jedną z podstaw tego zestawienia zasobów obrabiarek była nomenklatura i cennik w cenach 37 roku około 600 pozycji typowych normalnych i specjalnych obrabiarek, skrót którego wydany został przez Centralne Biuro Obrotu Obrabiarkami pod tytułem „Cennik obrabiarek do metali opracowany wg cen 1937 r.”. Wydanie II. Marzec 1947 r. — Pruszków — C. B. O. M. Przytoczony „Zespół” w tabl. I, jest poza tym opracowany szczegółowo z podaniem poszczególnych typów, a nawet wymiarów obrabiarek, którego tu z braku miejsca nie zamieszczamy.

Pomimo, iż ten zespół obrabiarek ma charakter zespołu *zmodernizowanego*, należy jednak liczyć się z tym, że właściwy jest on tylko dla rozmiarów produkcji tam podanych, a więc mało-seriowej lub średnio-seriowej, i że pod względem metod technologicznych stoi na poziomie najlepszych fabryk w Polsce w 1939 r., ale nie uwzględnia zdobyczy technicznych w dziedzinie udoskonalenia produkcji, osiągniętych w czasie ostatniej wojny przez kraje przodujące pod

względem przemysłowym. Przyjmując więc ten „Zespół” za bazę, należy o tym pamiętać i w poszczególnych jego fragmentach wprowadzać poprawki odpowiadające nowym planom rozmiarów produkcji i przystosowanym do nich poziomem technologicznym.

Planowanie rozwoju produkcji i konsumpcji obrabiarek można oprzeć na automatycznym organicznym rozwoju przemysłu obrabiarkowego i przemysłu metalowego konsumującego obrabiarki. Automatyczne narastanie kapitału w rozmiarach umiarkowanego zysku i prawnych odpisów amortyzacyjnych, umożliwi rozwój produkcji jak również konsumpcji w postaci wzrostu o 10% rocznie, lub też przy warunku rozwoju przyspieszonego przez politykę państwową — przyjmijmy o 20% rocznie. Wychodząc z cyfr 1939 r. doszlibyśmy przy powyższych założeniach w ciągu 5 lat do wyników zestawionych w tablicy II.

Powyższe rozumowanie oparte na *przypuszczalnym automatycznym* wzroście produkcji i konsumpcji w związku z szybkością kapitalizacji, należy sprawdzić rozumowaniem opartym na *koniecznych potrzebach* rozwijającego się przemysłu metalowego przetwórczego. Wychodzimy z założenia „Zasobów obrabiarek” w przemyśle metalowym i pokrewnych zagadnień z tablicy I, która wskazuje stan zasobów obrabiarek w 1939 r. na sumę 704.247.000 zł. wg cen 1937 r.

W założeniu wzrostu przemysłu o 10% rocznie:

Renowacja obrabiarek w przypuszczeniu 15-letniego okresu pracy obrabiarki

704.247.000 zł. : 15 — ok. 47.000.000 zł.

Powiększenie zasobów o 10% ok. 70.000.000 zł.

Razem niezbędna konsumpcja w 1940 r. ok. 117.000.000 zł.

zamiast poprzednio obliczonej 55.000.000 zł.

W założeniu wzrostu przemysłu o 20% rocznie

Renowacja jak wyżej	ok. 47.000.000 zł.
Powiększenie zasobów o 20%	ok. 140.000.000 zł.
Razem niezbędna konsumpcja w 1940 r.	ok. 187.000.000 zł.
Zamiast poprzednio obliczonej	62.000.000 zł.

Widzimy więc stąd, że nieuwzględnianie w planowaniu amortyzacji prowadzi do nieprawidłowych wniosków. Toteż we wszystkich krajach nawet uprzemysłowionych czas trwania życia obrabiarek dochodzi nieraz do 50 lat, hamując przez to postęp wydajności pracy.

W rzeczywistości planowa gospodarka może wywołać znacznie szybszy wzrost. Konieczności wojenne spowodowały wielokrotnie większy przyrost produkcji i konsumpcji obrabiarek. W zeszycie Nr 1 „Przeglądu Mechanicznego” z r. 1947 w artykule inż. A. Tymienieckiego „Przemysł obrabiarkowy w Stanach Zjednoczonych A.P. w okresie 2-jej wojny światowej” widać gwałtowny wzrost produkcji w okresie wojny i ostry spadek po jej zakończeniu, co przedstawiają cyfry podane w tabl. III.

TABLICA III

R o k	Wartość rocznej produkcji w milionach dolarów	Ilość robotników
1939	210,0	36.000
1940	450,0	56.800
1941	760,0	81.800
1942	1 320,0	112.200
1943	1 179,0	109.800
1944	562,0	50.000

Dane te wskazują jak wielki wstrząs musiało przeżyć życie gospodarcze USA i dobrobyt części ludności w tym okresie rozwoju i spadku produkcji.

Gdyby całość gospodarki ulegała tym wahaniom, można by kwestionować celowość tak dużego wzrostu produkcji. Przemysł obrabiarkowy jednak stanowi ilościowo niezbyt dużą składową część gospodarki narodowej, ale jakościowo jako przemysł wybitnie inwestycyjny, dający narzędzia wytwórczości dla wszystkich innych gałęzi gospodarki, odgrywa dla nich olbrzymie znaczenie, lecz tylko pośrednio. Kryzysy i wstrząsy w przemyśle obrabiarkowym jednak nie są jeszcze kryzysami całości gospodarki. Nagły przyrost produkcji obrabiarek powiększa tylko wzrost zasobów innych

przemysłów, a spadek produkcji obrabiarek nie spowoduje kryzysu reszty przemysłu, który zasobny w obrabiarki może pracować normalnie i równomiernie i przez dłuższy czas może ograniczyć się do konsumowania obrabiarek tylko w rozmiarach koniecznej renowacji.

Toteż planowanie wzrostu produkcji i konsumpcji obrabiarek w naszych warunkach, przy wielkim ubóstwie zasobów przemysłu przetwórczego i konieczności za wszelką cenę ich powiększenia dla wzmożenia jego zdolności produkcyjnej, winno nie krępować się niczym, aż do granic zakreślonych tylko możliwością wykonania planu.

Ponadto gospodarka planowa w naszej nowej rzeczywistości nie przewiduje kryzysów, albowiem zawsze dysponowane środki produkcji w jednym dziale mogą być przerzucone do innych działów w zależności od potrzeb.

Toteż plan trzyletni zażądał w przeciągu trzech lat osiągnięcia zdolności produkcyjnej w 1949 r. — 120.000.000 zł., na co należałoby pracować więcej niż 10 lat przy automatycznym wzroście produkcji w warunkach przedwojennych i sądzimy, że są duże szanse wykonania planowanej produkcji.

Różnica pomiędzy planowaną konsumpcją, a planowaną produkcją, jest podstawą dla planowania importu, a nadwyżka produkcji pewnych typów obrabiarek w stosunku do ich konsumpcji, może być zużyta jako eksport równoważący import nie budowanych w kraju typów.

Gdybyśmy więc przypuścili, że w poprzednich 5-letnich obliczeniach produkcja własna byłaby całkowicie skonsumowana przez kraj, to import w ciągu 5 lat przy wzroście produkcji i konsumpcji ponad 20% rocznie, winien byłby wynieść

$$400.000.000 - 223.000.000 = 177.000.000 \text{ zł.}$$

Dla kontroli wyników planowania można też opierać się na konsumpcji krajów uprzemysłowionych, porównując konsumpcję na jednego obywatela.

Nie jest zadaniem tego referatu podać plan produkcji na najbliższe lata, a tylko zobrazowanie metod planowania, wobec tego i wszystkie dalsze dane należy traktować nie jako sam plan, a jako pewne metody i bazy dla planowania.

Planowanie wydajności. Jako bazę dla jej planowania można przyjąć rzeczywiste wyniki wydajności dobrych polskich fabryk przy produkcji małoseriowej, nie przekraczającej około 10 obrabiarek nowoczesnych średnich wielkości miesięcznie, o ciężarze 1000 do 5000 kG przy czym wspólne mniejsze części obrabiarek byłyby wykonywane seriami



TABLICA IV

Charakterystyczne dane najbardziej typowych fabryk produkujących nowoczesne typy obrabiarek małymi seriami (miesięcznie 5 do 10 sztuk w serii jednego, typowo-wymiaru średnich obrabiarek i mniejszymi seriami ciężkich obrabiarek) z własną pomocniczą narzędziownią i bez odlewni.

	Okolo 300 czynnych obrabiarek				Okolo 100 czynnych obrabiarek			
	Produkcja obrabiarek o ciężarze sztuki do 100 ton		Produkcja obrabiarek o ciężarze sztuki do 10 ton		Produkcja obrabiarek o ciężarze sztuki do 60 ton		Produkcja obrabiarek o ciężarze sztuki do 10 ton	
	Jedna zmiana	Dwie zmiany	Jedna zmiana	Dwie zmiany	Jedna zmiana	Dwie zmiany	Jedna zmiana	Dwie zmiany
<b>Maszyny</b>								
Ilość obrabiarek czynnych szt.	280		294		101		112	
Ilość silników elektrycznych szt.	350		340		120		130	
Moc łączna silników KM	2500		100		900		700	
Zużycie energii w silnikach KM	1000		850		350		280	
Wartość obrabiarek z silnikami i wyposażeniem w zł 1937r.	9.200.000		7.700.000		3.000.000		2.500.000	
Waga obrabiarek z silnikami i wyposażeniem ton	1.300		1.000		450		350	
<b>Budynki</b>								
Warsztaty mech. i narzędziownia m <sup>3</sup>	$2500\text{ m}^2 \times 12 + 3000\text{ m}^2 \times 5 = 45.000\text{ m}^3$		$300\text{ m}^2 \times 8 + 3700\text{ m}^2 \times 5 = 20.900\text{ m}^3$		$300\text{ m}^2 \times 10 + 1800\text{ m}^2 \times 5 = 12.000\text{ m}^3$		$1700\text{ m}^2 \times 5 = 8500\text{ m}^3$	
Montażownia z malarnią m <sup>3</sup>	$2350\text{ m}^2 \times 12 + 1950\text{ m}^2 \times 5 = 37.950\text{ m}^3$		$1000\text{ m}^2 \times 8 + 2000\text{ m}^2 \times 5 = 18.000\text{ m}^3$		$300\text{ m}^2 \times 10 + 1500\text{ m}^2 \times 5 = 10.500\text{ m}^3$		$300\text{ m}^2 \times 8 + 1000\text{ m}^2 \times 5 = 7.400\text{ m}^3$	
Magazyny, wypożyczalnia narzędzi i warsztaty pomocnicze m <sup>3</sup>	$2800\text{ m}^2 \times 5 = 14.000\text{ m}^3$		$2500\text{ m}^2 \times 5 = 12.500\text{ m}^3$		$1200\text{ m}^2 \times 5 = 6.000\text{ m}^3$		$1200\text{ m}^2 \times 5 = 6.000\text{ m}^3$	
Biura m <sup>3</sup>	$1700\text{ m}^2 \times 4 = 6.800\text{ m}^3$		$1700\text{ m}^2 \times 4 = 6.800\text{ m}^3$		$800\text{ m}^2 \times 4 = 3.200\text{ m}^3$		$800\text{ m}^2 \times 4 = 3.200\text{ m}^3$	
Zabudowania gospodarcze m <sup>3</sup>	$1000\text{ m}^2 \times 5 = 5.000\text{ m}^3$		$1000\text{ m}^2 \times 5 = 5.000\text{ m}^3$		$500\text{ m}^2 \times 5 = 2.500\text{ m}^3$		$500\text{ m}^2 \times 5 = 2.500\text{ m}^3$	
Razem budynków m <sup>2</sup>	15.300 m <sup>2</sup>		11.200 m <sup>2</sup>		6.400 m <sup>2</sup>		5.500 m <sup>2</sup>	
Razem budynków m <sup>3</sup>	108.000 m <sup>3</sup>		63.200 m <sup>3</sup>		37.200 m <sup>3</sup>		27.600 m <sup>3</sup>	
Wartość budynków razem zł 1937r	3.900.000 zł.		2.170.000 zł.		1.180.000 zł.		390.000 zł.	
<b>Ilość zatrudnionych</b>								
Robotnicy	980	1.450	1.050	1.550	370	600	400	650
Pracownicy techniczni	120	150	110	140	65	80	55	70
Pracownicy administracyjni	100	120	100	120	60	70	50	60
Razem pracowników	1.200	1.720	1.260	1.810	495	750	505	780
<b>Ilość godzin pracy miesięcznie:</b>								
maszynowych robocizny głównej	52.000	90.000	55.000	95.000	20.000	34.000	21.000	36.000
ręcznych robocizny głównej	52.000	90.000	55.000	95.000	18.000	31.000	21.000	36.000
robocizny pomocniczej	60.000	75.000	70.000	90.000	24.000	30.000	27.000	34.000
Razem godzin roboczych	164.000	265.000	180.000	280.000	62.000	95.000	69.000	106.000
Produkcja roczna w zł 1937r	16.500.000	28.000.000	13.000.000	22.000.000	5.700.000	9.800	5.200.000	8.800
Produkcja roczna ton	2.300	4.000	1.300	2.200	950	1.300	400	680

Uwaga: Koszt budynków z instalacjami budowlanymi:  
 Biura 46 zł/m<sup>3</sup>  
 Ciężkie hale 38 zł/m<sup>3</sup>  
 Lekkie hale 32 zł/m<sup>3</sup>

po 25 sztuk, a większe seriami mniejszymi, montaż zaś po 5 do 10 sztuk.

Przy wyżej określonych warunkach produkcji maximum (rekord) wydajności wyniesie wg cen z 1937 r.:

na 1 pracownika (z administracją)	
przy 1-iej zmianie	10.000 zł. rocznie
przy 2-ch zmianach	12.000 zł. rocznie
na 1 obrabiarkę produkującą	
przy 1-iej zmianie	40.000 zł. rocznie
przy 2-ch zmianach	68.000 zł. rocznie

W tablicy IV podane są przykłady 4-ch typów teoretycznie założonych fabryk obrabiarek (bez odlewni), charakterystyczne ich wymiary i wydajności, co może dać pewne bazy dla przybliżonego planowania fabryk. Dla przykładu przyjęto 2 fabryki (po 300 i 100 obrabiarek czynnych) dla budowy lekkich obrabiarek i dwie także fabryki, lecz dla budowy ciężkich obrabiarek.

### Bazy dla określenia ilości narzędzi do skrawania metali i przyrządów pomiarowych

W obecnym referacie nie jest przewidziane planowanie ilości narzędzi. Ponieważ jednak narzędzia są zużywane w ścisłym stosunku do odpowiednich czynnych obrabiarek i ilości pracowników, tablica I, umieszczona w referacie, może być używana za przybliżoną bazę i dla planowania konsumpcji i produkcji narzędzi.

### Planowanie jakościowe budowy obrabiarek

Nie wchodząc w szczegóły wyboru typów obrabiarek, podajemy tylko ogólne uwagi w tej sprawie.

Ponieważ produkcja obrabiarek daje tylko narzędzia wytwórczości dla przemysłu, a nie produkt bezpośredniej konsumpcji, nie tyle ważna jest cena obrabiarki, nawet jej doskonałość techniczna, moc i dokładność, jak również rentowność, nowoczesność i taniość samej produkcji obrabiarek lub jej masowość, a ważnym istotnie jest cel, któremu służy obrabiarka, tj. czy produkcja, dla której jest ona przeznaczona będzie dobra i tania. Z tego też punktu widzenia należy oceniać plany budowy obrabiarek. Najważniejszym czynnikiem jest wybór celowej konstrukcji obrabiarki i gatunek materiału, z którego jest wykonana; te znowu czynniki winny odpowiadać zadaniom, dla których przeznaczona jest obrabiarka.

Są obrabiarki proste lub bardzo złożone, szybkobieżne i wysoce szybkobieżne, ciężkie i lekkie, o małej mocy i dużej mocy, uniwersalne i specjalne lub nawet ściśle specjalne, przystosowane do obróbki jakiegos

jednego przedmiotu i tylko do jednej operacji itd., zaopatrzone w najnowocześniejsze mechanizmy hydrauliczne, pneumatyczne i elektryczne, i obrabiarki prymitywne.

Każdy z tych typów ma swoje zalety, jeżeli jest zastosowany do właściwego mu celu.

Uniwersalne obrabiarki stosowane w drobnym przemyśle, winny być proste bez złożonych mechanizmów hydraulicznych, pneumatycznych i elektrycznych. Natomiast uniwersalne obrabiarki w wielkim przemyśle mają zastosowanie w tych wypadkach, gdzie nie można podzielić obróbki przedmiotu na szereg pojedynczych operacji, np. przy obróbce trudnych odkówek o złożonych kształtach obrabianego przedmiotu i przy ograniczonych rozmiarach serii. W tych wypadkach cena obrabiarki nie odgrywa żadnej roli. Obrabiarka może mieć nawet bardzo złożone mechanizmy, byle miała wielką różnorodność prędkości i posuwów i dużą łatwość ich zmiany, o ile można, w biegu maszyny. Wielką rolę tu mogą odegrać silniki o regulowanej liczbie obrotów i rozmaite bezstopniowe przekładnie. Łatwość obsługi przy zmianie obrotów i posuwów zapewnia „optimum” wykorzystania narzędzia i mocy maszyny, i każda godzina oszczędzona przy produkcji na takiej obróbce sownie okupi jej cenę. Dla przykładu można przytoczyć fakt, że wartość sprzedażna godziny pracy dziś wyraża się w setkach złotych, a amortyzacja i konserwacja najdroższej obrabiarki w dziesiątkach złotych na godzinę pracy. Ciężar maszyny odgrywa tu też dużą rolę ze względu na możliwość usunięcia wibracji i otrzymania gładkich powierzchni.

Uniwersalne więc maszyny dla wielkiego przemysłu winny być bardzo uniwersalne i nawet bardzo drogie, lecz zapewniające łatwe osiągnięcie „optimum”.

Uniwersalne obrabiarki znajdują również zastosowanie w najbardziej nowożytnych gałęziach przemysłu prowadzących masową ciągłą fabrykację.

Istnieje szereg wysoce nowoczesnych fabryk maszyn w Stanach Zjednoczonych, które pracują w sposób masowy z produkcją ciągłą, z liniami produkcyjnymi dla każdej niemal części mechanizmu, opierając się wyłącznie na najbardziej uniwersalnych maszynach, np. mają dziesiątki lub setki identycznych frezarek uniwersalnych, rewolwerówek, automatów i pras. Każdą z tych maszyn za pomocą specjalnych przyrządów adoptują do jakiejś poszczególniej operacji i maszyny zachowują się, jak specjalne. Kiedy jednak dany produkowany mechanizm traci pokupność i powstaje zapotrzebowanie na inny, niezwłocznie fabryki te przestrajają uniwersalne maszyny na inne operacje i znowu pracują one jako specjalne.

*Specjalne maszyny* mogą być przystosowane np. do pewnego zakresu prac, lecz nie do jednej jakiejś operacji na jednym przedmiocie. Dla nich winny być stosowane mniej więcej te same zasady konstrukcji co dla wydajnych uniwersalnych obrabiarek.

Do kategorii specjalnych maszyn mogą być zaliczone i te zwykle uniwersalne obrabiarki, których zadaniem będzie jednak przez dłuższy czas wykonywanie jakiejś jednej prostej operacji. Na przykład frezarka pozioma, która jakimś jednym stałe używanym frezem ma przez szereg dni lub miesięcy wykonywać pewną operację. Następnie może się zdarzyć, że wypadnie przejść na inną operację. Wówczas celowym jest uprościć konstrukcję maszyny do najwyższego stopnia przez wprowadzenie na przykład kół zmianowych na gitarach dla ustawienia prędkości i posuwów na stałe dla danej operacji i nawet plombowanie ich lub zamykanie na kłódkę.

*Ściśle specjalne* maszyny nadające się do wykonywania tylko jednej lub kilku czynności, ale w określonym przedmiocie o określonych rozmiarach, w pewnych elementach, jak w sposobach zamocowania przedmiotu, włączania i wyłączania ruchu i zautomatyzowaniu przełączeń i wyłączeń, winny być konstruowane jak najbardziej luksusowo. Natomiast zmiana i ustawianie prędkości i posuwów z natury rzeczy mogą być proste. Sprawa ceny maszyny winna być uwzględniona bardzo skrupulatnie z punktu widzenia amortyzacji jej w zależności od kalendarzowego czasu, w jakim będzie trwała dana produkcja, a po którym maszyna będzie musiała być oddana na złom.

Do kategorii obrabiarek *ściśle specjalnych* muszą być zaliczone i *obrabiarki zespołowe* (agregatowe), które mają jednak tę wyższość nad właściwymi ściśle specjalnymi obrabiarkami, że składają się ze znormalizowanych jednostek i mogą być łatwo przystosowane do obróbki rozmaitych przedmiotów.

*Większa lub mniejsza moc* względnie zakres szybkości maszyny winny być też ści-

śle przystosowane do jej zadań. Konstruktor winien rozpocząć projekt maszyny od określenia grubości i własności warstwy, którą ma skrawać. Dziś w miarę coraz większego stosowania matryc, pras, odlewów pod ciśnieniem itp., grubość warstwy skrawanej jest coraz mniejsza, natomiast wzrasta prędkość skrawania.

Dla obróbki *lekkich stopów* winny istnieć osobne serie obrotów lub nawet odrębne maszyny. Wszystko wyżej wskazane prowadzi do wniosku, że budowa masowa zunifikowanych i znormalizowanych uniwersalnych obrabiarek jest tylko jednym z bardzo ważnych zadań przemysłu obrabiarkowego. Niemniej jednak ważnym zadaniem jest zdolność tego przemysłu do szybkiego wykonywania nowych uniwersalnych i specjalnych typów maszyn nawet w niedużych ilościach dla zaspokojenia bieżących potrzeb przemysłu, a więc konieczny jest rozwój biur konstrukcyjnych i fabryk posiadających łatwość przejścia od budowy jednego typu maszyny do innego nawet małymi seriami. Bez tej cechy przemysłu obrabiarkowego postęp techniczny jest niemożliwy, a poleganie na imporcie jest ryzykowne. Nawet przy wysoce uregulowanych stosunkach gospodarczych międzynarodowych, kiedy nieracjonalne byłoby dążyć do czegoś w rodzaju autarkii, każdy kraj, mający pretensje do uprzemysłowienia i zostania pełnowartościowym partnerem innych krajów uprzemysłowionych, winien chociaż w pewnej dziedzinie przemysłu obrabiarkowego na niedużym chociaż odcinku zajmować samodzielne, czołowe stanowisko w międzynarodowej technice, jak to widzimy na przykładzie tak niedużych krajów, jak Szwajcaria lub Szwecja.

Szczegóły wyboru asortymentu nie wchodzi w zakres niniejszego referatu. Tablica I — obecnego referatu może jednak w pewnym stopniu dać materiał tak dla ilościowego jak i jakościowego planowania asortymentu przede wszystkim jeżeli uwzględnić szczegółowe materiały, z których tablica ta powstała.

---

Nakładem Instytutu Wydawniczego SIMP ukazała się książka:

*Prof. dr inż. Wacław Moszyński* „PASOWANIA W BUDOWIE MASZYN NA TLE MIĘDZYNARODOWEGO UKŁADU TOLERANCYJ ŚREDNIC”.

Stron 128, tablic XXIX, rysunków 138. Cena zł 440.—. Cena ulgowa dla członków SIMP oraz dla młodzieży szkolnej przy zgłoszeniach zbiorowych zł 400.—.

Książka ta, będąca drugim, poprawionym i rozszerzonym wydaniem pracy tegoż Autora p. t. „Pasowania w przemyśle“ z roku 1929, ma na celu zaznajomienie czytelników z zagadnieniem pasowań na tle Międzynarodowego Układu Tolerancji Średnic. Poza tym zawiera ona szereg wskazówek związanych z wprowadzeniem układu pasowań do praktyki konstrukcyjnej.

Inż.-mech. TADEUSZ MALKIEWICZ

## STALE NARZĘDZIOWE PRODUKOWANE W POLSCE

### 1. Uwagi ogólne

Niewątpliwie najwcześniejszym zastosowaniem stali były narzędzia. Dopiero przy użyciu stalowych narzędzi, zaczęto ze stali wyrabiać brzoń. Szerokie zastosowanie stali w budowie maszyn i konstrukcjach wszelkiego rodzaju jest znacznie późniejsze. I choć dzisiaj udział stali narzędziowych w ogólnej produkcji stali jest rzędu zaledwie 1%, znaczenia jej dla ogólnego postępu i gospodarki nie można mierzyć tą liczbą. Nie ma bowiem dziedziny życia, w której narzędzia nie decydowałyby o postępie i rozwoju. Stalowe narzędzia stworzyły maszyny i motory, budowle i drogi, koleje i pojazdy, okręty i samoloty. Stalowymi narzędziami górnik wydobywa węgiel i rudę, rolnik uprawia ziemię. Cała nasza cywilizacja opiera się na doskonałości narzędzi. Jednak znajomość stali narzędziowych nie stoi u nas na poziomie odpowiadającym znaczeniu tego zagadnienia. Niniejszy referat ma na celu przedstawić w najogólniejszych zarysach stale narzędziowe, produkowane przez stalownie polskie. Ze względu na szczytłość miejsca w niniejszym referacie ograniczymy się do omówienia stali wysokiej jakości t. zw. stali specjalnych, produkowanych przez stalownie jakościowe.

Narzędzie służy zasadniczo do kształtowania lub dzielenia (rozdrabniania) materiałów. Nadawanie kształtu może odbywać się bądź przez usuwanie części materiału (skrawaniem), bądź też tylko przez jego odkształcanie (obrobka plastyczna).

W życiu codziennym zaliczymy do narzędzi cały szereg pomocy warsztatowych, nie stanowiących narzędzi w myśl wyżej podanej definicji — jak kleszcze, szczypce, śrubokręty, różne uchwyty i przyrządy pomiarowe, sprawdziany itp. Wymagania stawiane stalom używanym do ich wyrobu, nie odbiegają zbytnio od wymagań stawianych stalom na pewne typy narzędzi właściwych, to też będziemy je omawiać łącznie.

Wymaganiem ogólnym, stawianym każdemu narzędziu bez względu na rodzaj pracy, jest stałość kształtów. Stal, z której wykonane jest narzędzie, powinna więc zarówno znosić obciążenia, wynikające z jego pracy bez odkształceń plastycznych, jak i wykazywać odporność na ścieranie i zużycie, bez względu na temperaturę pracy.

Zasadniczą więc cechą stali narzędziowej w stanie użytkowym powinna być możliwie wysoka twardość, przewyższająca twardość obrabianego materiału. Stale narzędziowe na ogół osiągają wysoki stopień twardości po odpowiedniej obróbce cieplnej. Niestety jed-

nak wzrost twardości idzie w parze ze wzrostem kruchości. Stąd chociaż wysoka twardość narzędzia zawsze jest pożądana, musimy ją często ograniczać ze względu na warunki pracy narzędzia, wymagające większej lub mniejszej ciągliwości.

Przy doborze właściwego gatunku stali na określone narzędzie, musimy zawsze brać pod uwagę cały szereg czynników charakteryzujących warunki jego pracy. Niestety w większości przypadków czynniki te nie mają ścisłego miernika. Konstruktor mostu czy silnika posługuje się przy swoich obliczeniach granicą płynności i wytrzymałością stali, z której ma być wykonana konstrukcja, konstruktor urządzeń elektrycznych — przewodnictwem elektrycznym, przenikliwością magnetyczną, opornością i innymi cechami charakterystycznymi materiałów, które zamierza zastosować, a więc zawsze liczbami, określającymi pewne konkretne własności materiału, mające realny związek z wymiarami konstrukcji.

Natomiast, gdy chodzi o stal narzędziową — mówimy o jej twardości, odporności na zużycie, ciągliwości, zdolności skrawania, wrażliwości na przegrzanie. Operujemy pojęciami, dla których — poza jedną może twardością — dotychczas nie tylko nie posiadamy ogólnie przyjętych jednostek, ale nieraz i ścisłej definicji.

Z drugiej strony, bardzo złożone warunki pracy narzędzi nie pozwalają na liczbowe określenie stawianych wymagań, jak to ma miejsce przy obliczaniu konstrukcji. Dlatego wybór właściwych gatunków stali i odpowiedniej obróbki cieplnej odbywa się przeważnie na podstawie prób praktycznych i doświadczenia. Ponieważ narzędzia z reguły są hartowane, trzeba przy doborze stali brać pod uwagę również obróbkę cieplną i trudności, jakie stąd mogą powstać przy wykonaniu narzędzia.

Dlatego należy omówić przynajmniej zasadnicze pojęcia, określające zachowanie się stali przy obróbce cieplnej.

Zgodnie z nowoczesnymi poglądami stal narzędziową charakteryzują: 1) skład chemiczny, 2) hartowność, 3) skłonność do wzrostu ziaren.

*Skład chemiczny* określa zasadniczo typ struktury stali, najwyższą możliwą do osiągnięcia twardość, odporność na zużycie.

*Hartowność* jest zależnością pomiędzy szybkością chłodzenia i twardością, otrzymaną przez hartowanie. Najwyższa osiągalna twar-

dość nie zależy od hartowności, ponieważ określa ją skład chemiczny (zawartość węgla). Hartowność jest wynikiem zawartości składników stopowych i wielkości ziarna austenitu w chwili rozpoczęcia chłodzenia przy hartowaniu.

*Skłonność do rozrostu ziarn* jest szczególnie ważną cechą stali węglowych. Stanowi ona do pewnego stopnia cechę „wrodzoną” stali, wynikającą z jej składu chemicznego i warunków prowadzenia wytopu. Przy temperaturze trwałości austenitu ziarno jego może być mniejsze lub większe, zależnie od poprzedniej przeróbki stali. Jednak charakter przebiegu wzrostu ziaren jest cechą szczególnie ważną dla stali narzędziowej. Struktura austenityczna, powstająca przy ogrzewaniu stali, jest bezpośrednio po przekroczeniu zakresu przemian alotropowych, z reguły drobnoziarnista. Dopiero w miarę wzrostu temperatury ziarna austenitu zaczynają się rozrastać. Stale, w których ten rozrost zaznacza się już w sąsiedztwie zakresu przemian nazywamy *gruboziarnistymi*. Natomiast stale, które dla spowodowania wyraźnego rozrostu trzeba ogrzać do temperatury powyżej 900 — 950 C — *drobnoziarnistymi*, ponieważ w warunkach zwyczajnej obróbki cieplnej w pierwszych musimy liczyć się ze skutkami rozrostu ziarn, w drugim nie osiągamy zazwyczaj zakresu temperatur, w którym ten rozrost się uwidacznia. Stale gruboziarniste posiadają większą hartowność, lecz równocześnie i skłonność do „przegrzania”, wyrażającą się tym, że po hartowaniu od temperatury normalnej struktura ich wykazuje oznaki charakterystyczne dla stali hartowanych od temperatur zbyt wysokich. W stalach stopowych wpływ dodatków stopowych reguluje do pewnego stopnia automatycznie skłonność do rozrostu ziarn.

Omawiając nawet pobieżnie stale narzędziowe, trzeba wprowadzić klasyfikację, która umożliwi systematyczny opis i porównania. Wielka różnorodność stosowanych składów chemicznych powoduje, że stworzenie ogólnej klasyfikacji analogicznej do klasyfikacji stali konstrukcyjnej jest niemal niemożliwe. Należy rozróżnić 2 zasadnicze grupy: 1) stale węglowe, 2) stale stopowe.

W stalach węglowych klasyfikacja według hartowności i zawartości domieszek oraz zawartości węgla jest możliwa do przeprowadzenia i stosowana. W stalach stopowych natomiast różnorodność stosowanych składów chemicznych jest bardzo duża. W szeregu przypadków podstawowy pierwiastek stopowy można zastąpić częściowo lub całkowicie innym przy nieznacznej tylko zmianie charakterystyki fizycznej. Klasyfikacja według zastosowań, dobra dla niektórych grup zawodzi przy innych. Stąd pomimo oczywistej nielo-

giczności stosowana jest klasyfikacja oparta częściowo na charakterystyce fizycznej, częściowo na zastosowaniu stali, bądź też nawet sposobie obróbki cieplnej. Mówiąc o stali szybko hartującej mamy na myśli grupę stali o pewnych określonych własnościach fizycznych, mówiąc o stalach na narzędzia pneumatyczne — grupę stali o określonym zastosowaniu, mówiąc o stalach nieodkształcających się przy hartowaniu — grupę stali, które cechuje zachowanie się przy obróbce cieplnej, polegającej na hartowaniu w oleju.

Klasyfikacja ta zdobyła sobie prawo obywatelstwa zarówno w języku warsztatowym jak i literaturze technicznej, tak, że musimy ją uważać za praktyczną, choć niewątpliwie grzeszącą brakiem logiki rozwiązania zagadnienia.

To też do czasu ustalenia lepszej, w tym referacie posługiwać się będziemy klasyfikacją raczej „tradycyjną” niż logiczną.

Przed wojną stale specjalne były produkowane w Polsce przez 4 huty: Baildon, Batory, Stałowa Wola i Starachowice. Po wojnie pozostały jedynie 3 pierwsze. Starachowice, zniszczone doszczętnie, odbudowując się zmieniają całkowicie charakter swej produkcji. Każda z hut miała w swym programie wiele gatunków stali narzędziowych oznaczanych mniej lub więcej fantazyjnymi markami, opisywanymi w katalogach przeważnie w ten sposób, że tylko dobry specjalista mógł zorientować się o jaki gatunek faktycznie chodzi. W gospodarce planowej po przejściu przez państwo całego przemysłu hutniczego ten stan rzeczy był niedopuszczalny. To też Komisja Hutnicza PKN, jako jedno z pierwszych zadań, postawiła sobie uporządkowanie sprawy gatunków stali specjalnych, a w ich liczbie stali narzędziowych. Zagadnienie bynajmniej nie było łatwe, a pod względem pilności musiało czasami ustąpić miejsca zagadnieniu stali konstrukcyjnych. Ponad to była to częściowo robota pionierska, ponieważ w żadnym państwie — może poza ZSRR — stale narzędziowe nie zostały dotychczas znormalizowane. Mimo trudności opracowano przede wszystkim stale szybko hartujące zastępując przeszło 30 gatunków dotychczasowych — pięcioma. Dalej opracowano stale narzędziowe węglowe ustalając 13 gatunków normalnych. Opracowanie stali stopowych nie jest zakończone, następcza bowiem największe trudności, gdyż chodzi tu o dobór takiego programu, który pozwoli na zaspokojenie wszelkich zapotrzebowań przy jak najmniejszej ilości gatunków.

Równocześnie z normalizacją wprowadza się jednolite znakowanie dla wszystkich hut, produkujących stale specjalne. Zasady tego znakowania są następujące:

Cecha (marka) stali składa się:

A. dla stali węglowych z:

- 1) symbolu literowego oznaczającego typowe zastosowanie stali,
- 2) symbolu liczbowego oznaczającego średnią zawartość węgla,
- 3) symbolu literowego dla rozróżnienia gatunków zbliżonych;

B. dla stali stopowych z:

- 1) symbolu literowego oznaczającego typowe zastosowanie stali,
- 2) symbolu literowego charakterystycznego dodatku stopowego lub grupy dodatków stopowych, lub wreszcie dwu symboli literowych dwu dodatków stopowych,
- 3) symbolu liczbowego określającego średnią zawartość charakterystycznego dodatku stopowego.

Symbol literowy mogą być np. następujące:

N — stal narzędziowa (węglowa lub stopowa) na narzędzia tnące,

S — stal szybko tnąca,

a symbole składu chemicznego np:

Mangan (Mn) — M    Wolfram (W) — W  
 Krzem (Si) — S    Wanad (V) — V  
 Chrom (Cr) — C    Molibden (Mo) — L  
 Nikiel (Ni) — N    Kobalt (Co) — K

W ten sposób N 11 E oznacza stal narzędziową węglową o zawartości średniej 1,10% węgla w gatunku płytko hartującym (elektrycznym — E). N 6 Z — stal narzędziowa węglowa o zawartości 0,60% węgla, zgrzewalna.

S W 18 — stal szybko tnąca zawierająca 18% wolframu.

S K 5 — stal szybko tnąca zawierająca 5% Co.

Oczywiście system ten nie daje rozwiązania idealnego. Ale znaki dla poszczególnych marek są krótkie, łatwe do zapamiętania i już na pierwszy rzut oka dają pewne pojęcie o gatunku stali bez uciekania się do klucza dla odcyfrowania symbolu.

## 2. Stale węglowe

Stale węglowe są najprostszymi stalami narzędziowymi ponieważ ich składnikami zasadniczymi są tylko żelazo i węgiel. Inne składniki, jakie w nich spotykamy: krzem i mangan, mają charakter drugorzędny i chociaż ich wpływ na hartowność nie jest bez znaczenia, pierwiastkiem wpływającym w sposób zasadniczy na własności tych stali jest węgiel. Fosfor i siarka są zanieczyszczeniami, których zawartość nie powinna przekraczać dopuszczalnych granic.

Chociaż stale węglowe posiadają najprostszymi skład chemiczny, ich obróbka cieplna nie jest najprostszą. Wymagają one dużej staranności przy tej obróbce dla wyzyskania wszelkich możliwości. Błędne jest mniemanie, że stal stopowa w każdym przypadku przewyższa stal węglową i, że stosowanie tej ostatniej jest tylko zagadnieniem oszczędności. Stal węglowa ustępuje stopowej tam, gdzie chodzi o cechy specjalne, które otrzymać można jedynie przez zastosowanie dodatków stopowych jak np. hartowanie nawskroś większych przekrojów lub odporność na odpuszczanie. Lecz gdy chodzi np. o matrycę, która obok wysokiej twardości powierzchniowej powinna posiadać ciągliwość

TABLICA I

Stale narzędziowe węglowe

Klasa	Cecha	Zawartość w %				
		C	Mn	Si	P	S
Płytko hartujące	N 12 E	1,16 — 1,30	max. 0,30	max. 0,25	max. 0,03	max. 0,03
	N 11 E	1,01 — 1,15	"	"	"	"
	N 9 E	0,86 — 1,00	"	"	"	"
	N 8 E	0,71 — 0,85	"	"	"	"
	N 6 E	0,60 — 0,70	"	"	"	"
Głęboko hartujące	N 12	1,16 — 1,30	max. 0,40	max. 0,30	max. 0,035	max. 0,035
	N 11	1,01 — 1,15	"	"	"	"
	N 9	0,86 — 1,00	"	"	"	"
	N 8	0,71 — 0,85	"	"	"	"
	N 6	0,60 — 0,70	"	"	"	"
Zgrzewalne	N 6 Z	0,60 — 0,70	0,30 — 0,50	max. 0,15	max. 0,035	max. 0,035
	N 5 Z	0,50 — 0,60	0,40 — 0,60	"	"	"
	N 4 Z	0,38 — 0,45	0,40 — 0,70	"	"	"

rdzeń, stal węglowa jest niezastąpiona. Należy jednak pamiętać, że uzyskanie optymalnych wyników przy użyciu stali węglowej jest nieraz trudniejsze niż przy stali stopowej.

Gatunki stali narzędziowych węglowych przewidywanych przez Polskie Normy są podane w tabl. I.

Oprócz składu chemicznego na klasyfikację wywiera wpływ również hartowność oraz skłonność do rozrostu ziarna, nazywana także *wrażliwością*. Celem ustalenia pojęć i skali porównawczej oparto się na metodzie *Jernkontoret*, jako prostej i pewnej, biorąc pod uwagę, że podobne metody kontroli były już od dłuższego czasu stosowane w naszych stalowniach. Metoda *Jernkontoret* opiera się na własności stali, polegającej na tym, że charakter przełomu próbki stali zahartowanej zależy od wielkości ziarna austenitu w chwili rozpoczęcia oziębiania podczas hartowania. Zależność ta jest tak wyraźna, że pozwala na ocenę wielkości ziarna z dużą dokładnością przez porównanie przełomu próbki badanej ze skalą wzorców. Skala składa się z 10 próbek — wzorców o odpowiednio dobranej wielkości ziarna, oznaczonych numerami od 1 do 10, przy czym wielkość ziarna maleje ze wzrostem numeru wzorca. Jako próbkę normalną przyjęto  $25 \times 25 \times 100$  mm. Dla oceny i klasyfikacji danej stali sporządza się 4 takie próbki, które hartuje się od temperatur 760, 800, 840 i 880 C. Na przełomach tych próbek ocenia się wielkość ziarna i głębokość zahartowania. Wielkość ziarna oznacza odpowiednia liczba skali *Jernkontoret*, głębokość zahartowania — wyraża grubość warstwy zahartowanej na przełomie w mm. Miarą *wrażliwości* jest wzrost ziaren i wzrost głębokości warstwy zahartowanej w miarę

TABLICA II

Klasyfikacja stali narzędziowych węglowych

Klasa	Oznaczenie	Temperatura hartowania w stopn. C			
		760	800	840	880
Stale płytko hartujące	N — E	7	7	7	7
		3	3	4	5
Stale głęboko hartujące	N —	7	7	6	5
		6	6	8	12
Stale zgrzewalne	N 6 Z	7	7	7	6
		5	6	6	8
	N 5 Z	—	7	7	6
		—	6	7	9
N 4 Z	—	7	7	6	
	—	6	8	10	

Uwaga: licznik oznacza najmniejszą dopuszczalną liczbę wielkości ziarna w skali *Jernkontoret* dla warstwy zahartowanej, mianownik — orientacyjną głębokość warstwy zahartowanej w milimetrach.

TABLICA III

Cecha	Charakterystyka i ważniejsze zastosowania
N 12 E N 12	<i>Stal „twarda“</i> , odporna na ścieranie, posiada lepszą zdolność skrawania, lecz mniejszą ciągliwość niż inne stale węglowe. Piłniki, narzędzia skrawające przy małej szybkości, narzędzia do obróbki twardych kamieni, pierścienie do przeciągania prętów i rur, narzędzia grawerskie, skrobaki, znaczniki.
N 11 E N 11	<i>Stal „średnio-twarda“</i> , nieco ciągliwsza od „twardej“, dobra zdolność skrawania. Wiertła, frezy, gwintowniki, narzynki, wykrojniki, piłki do metali, małe matryce, kły do tokarek, noże szewskie, pióra do pisania.
N 9 E N 9	<i>Stal „średnio ciągliwo-twarda“</i> , dobre połączenie ciągliwości, twardości i odporności na ścieranie. Duże zmiany objętości przy hartowaniu. Przebijaki, matryce na zimno, narzędzia pracujące na uderzenie, narzędzia do obróbki twardego drewna.
N 8 E N 8	<i>Stal „ciągliwo-twarda“</i> . Matryce do pracy na zimno i na gorąco, przebijaki i przecinaki, noże do nożyc, narzędzia pneumatyczne, narzędzia do obróbki drewna.
N 6 E N 6	<i>Stal „ciągliwa“</i> . Matryce pracujące na gorąco dla młotów i pras, duże wykrojniki, młoty kowalskie i do nitowania, narzędzia do obróbki drewna i do obróbki miękkich kamieni.
N 6 Z	<i>Stal zgrzewalna „ciągliwa“</i> . Śiekierki, narzędzia kowalskie, narzędzia do obróbki drewna, skóry itp.
N 5 Z	<i>Stal zgrzewalna „miękką“</i> . Duże młoty kowalskie, nagłowniki do nitów i narzędzia pracujące na uderzenie, gdzie nie jest wymagana duża twardość ani odporność na ścieranie.
N 4 Z	<i>Stal zgrzewalna</i> , mało wrażliwa na temperaturę hartowania. Na t. zw. narzędzia czarne: kilofy, oskardy, młotki itp.

wzrostu temperatury hartowania (tabl. II). Jak widać, stale płytko hartujące się muszą znieść różnicę temperatury hartowania 120 C bez widocznego wzrostu wielkości ziarna, a tylko z nieznacznym wzrostem głębokości warstwy zahartowanej, podczas gdy dla stali głęboko hartujących dopuszczalny jest wzrost ziarna o 2 jednostki i prehartowanie nawskroś przy tym samym zakresie temperatur.

Należy jednak podkreślić z całym naciskiem, że dane odnośnie głębokości warstwy zahartowanej są miarodajne jedynie dla próbek  $25 \times 25$  mm. Przy próbkach o przekroju

mniejszym lub większym stosunku boków ulegają zmianie.

Wielkość ziarna i głębokość hartowania wywierają duży wpływ nie tylko na wyniki obróbki cieplnej, ale i na pracę narzędzia. Dlatego dobór odpowiedniego gatunku jest bardzo ważny. Fakt, że dany gatunek może znieść temperaturę hartowania wyższą np. o 100 C od właściwej bez oznak przegrzania, nie oznacza bynajmniej, że narzędzie wykonane z tej stali można hartować i 100 C powyżej temperatury właściwej. Ze wzrostem temperatury hartowania wzrastają naprężenia wewnętrzne i odkształcenia. Narzędzie z najlepszej stali można zniszczyć przez niedbałe hartowanie, chociaż stal, nie będzie wykazywać jeszcze typowych oznak przegrzania.

TABLICA IV

Cecha	Dotychczasowe marki hut		
	Baidon	Batory	Stalowa Wola
N 12 E	T 2, R 2	X 2, D 2	V 24, Y 24
N 11 E	T 3, R 3	X 3, D 3	V 22, Y 22
N 9 E	T 4, R 4	X 4, D 4	V 19, Y 19
N 8 E	T 5, R 5	X 5, D 5	V 16, Y 16
N 6 E	T 6, R 6	X 6, D 6	V 13, Y 13
N 12	W 2	T E	Z 24
N 11	W 3	T D	Z 22
N 9	W 4	T C	Z 19
N 8	W 5	T B	Z 16
N 6	W 6	T A	Z 13
N 6 Z	W 6 x	—	Z 13 S
N 5 Z	W 6 xx	T S	Z 11 S
N 4 Z	H W 6 x	—	K 8 S

Typowe zastosowania stali węglowych podaje tabl. III, porównawcze zestawienie nowych oznaczeń z dawnymi markami — tabl. IV.

### 3. Stale stopowe.

Dla stali stopowych procesy technologiczne wytopu i przeróbki plastycznej mają niemniej-  
sze znaczenie jak dla stali węglowych, lecz wpływ tych czynników na zachowanie się podczas obróbki cieplnej jest mniej widoczny, zwłaszcza w stalach wysokostopowych. W tych ostatnich oddziaływanie składników stopowych jest tak silne, że skład chemiczny stali decyduje o jej zachowaniu się przy obróbce cieplnej, oczywiście przy założeniu, że procesy technologiczne miały przebieg pożądaný. Dlatego też metoda badania hartowności i wrażliwości, podstawowa przy klasyfikacji stali węglowych, ma tylko ograni-

czone zastosowanie dla stali niskostopowych ale nie jest stosowana do stali średnio i wysokostopowych.

Jak to już wspomniano, zagadnienie definitywnego ustalenia gatunków stali narzędziowych stopowych, jakie mają być objęte normami, jest w chwili obecnej przedmiotem obrad odnośnej podkomisji PKN. Można więc podać jedynie prawdopodobną listę. Również znakowanie nie jest jeszcze ustalone. Dlatego w dalszym ciągu posługiwać się będziemy kolejną numeracją poszczególnych gatunków.

Stale narzędziowe stopowe „tradycyjnie” dzielimy na 3 grupy: 1) stale do pracy na zimno, 2) stale do pracy na gorąco, i 3) stale szybko tnące. Każda z tych grup rozpada się na podgrupy.

Przez *stale do pracy na zimno* rozumiemy stale przeznaczone na narzędzia do obróbki materiału, którego uprzednio nie ogrzano dla ułatwienia pracy. Zarówno materiał jak i narzędzia mogą się rozgrzewać nieznacznie podczas pracy skutkiem tarcia lub pracy odkształcania. Różnica zasadnicza w stosunku do „pracy na gorąco” polega jednak na tym, że w tym drugim przypadku materiał jest celowo ogrzewany przed obróbką do temperatur stosunkowo wysokich.

Biorąc pod uwagę obróbkę cieplną, zastosowanie i znaczenie poszczególnych gatunków w naszych warunkach, możemy wśród stali do pracy na zimno rozróżnić:

A) stale do hartowania w wodzie, przeznaczone głównie na narzędzia skrawające, B) stale do hartowania w oleju, wyróżniające się małymi zmianami wymiarów przy hartowaniu, przeznaczone na narzędzia skrawające, sprawdziany, wykrojniki itp., C) stale na narzędzia pneumatyczne, D) stale na piły, E) stale na matryce.

Podział ten oczywiście nie jest ścisły, ale umożliwia użytkownikowi praktyczną orientację wśród wielkiej różnorodności gatunków.

Do *stali do hartowania w wodzie* (tabl. V) zaliczamy stal chromową niskostopową 1 na twarde piłniki, skrobaki, narzędzia grawerskie, pierścienie do przeciągania rur i pretów, brzytwy i nożyki do golenia. Stale wolframowe 2 i 3 są przeznaczone na wiertła, frezy, rozwiertaki, gwintowniki itp. narzędzia tnące do obróbki metali. Stal 2 jest używana na wiertła kręte, a w stanie ciągnionym i polerowanym stanowi t.zw. *srebrzankę*. Stal 3 w postaci taśmy zimnowalcowanej służy na piłki do metali. Stal 4, t.zw. *stal diamentowa* daje praktycznie najwyższą twardość ze wszystkich znanych stali narzędziowych. Służy na noże do obróbki twardej materii przy małych szybkościach skrawania (np. utwardzonych walców żeliwnych), narzędzia grawerskie, kółka do cię-



## TABLICA V

## Stale do pracy na zimno

## A. Stale do hartowania w wodzie na narzędzia skrawające

Lp	Dotychczasowe marki hut			Orientacyjny skład chemiczny							
	Baildon	Batory	Stalowa Wola	C	Mn	Si	Cr	W	V	Mo	Co
1	T C M	D 1	N C N	1,40	0,30	0,25	0,5	—	—	—	—
2	S F 9	S B 1	N W D	1,15	0,30	0,25	—	0,8	—	—	—
3	T F A	S R 1	N W C	1,25	0,30	0,25	—	1,4	—	—	—
4	T F E	S 00	N W A	1,40	0,30	0,25	0,5	5,0	0,2	—	—

## B. Stale do hartowania w oleju na narzędzia skrawające oraz wykrojniki, sprawdziany itp.

Lp	Dotychczasowe marki hut			Orientacyjny skład chemiczny							
	Baildon	Batory	Stalowa Wola	C	Mn	Si	Cr	W	V	Mo	Co
5	K E A	S B 2	N W 1	1,10	1,0	0,25	1,1	1,5	—	—	—
6	R E M	S B 1x	N M V	0,85	1,9	0,25	—	—	0,2	—	—
7	R E Kx	A G	N C O	1,40	0,6	0,25	1,4	—	—	—	—
8	K A C W	V K 13	N C A	1,70	0,4	0,3	12,0	—	—	—	—
9	K A C h	V K 13 sp	N C B	1,2	0,4	0,3	12,0	—	—	—	—
10	K A C x	H W G	N C C	1,6	0,4	0,3	12,0	—	—	1,0	1,3

## C. Stale na narzędzia pneumatyczne.

Lp	Dotychczasowe marki hut			Orientacyjny skład chemiczny							
	Baildon	Batory	Stalowa Wola	C	Mn	Si	Cr	W	V	Mo	Co
11	Z 3	S L M	N W H	0,55	0,30	0,90	1,0	2,0	—	—	—
12	Z 4	S L	N W F	0,45	0,30	0,90	1,0	2,0	—	—	—
13	T C S	—	—	0,50	0,50	1,40	1,0	—	0,15	—	—

## D. Stale na piły.

Lp	Dotychczasowe marki hut			Orientacyjny skład chemiczny							
	Baildon	Batory	Stalowa Wola	C	Mn	Si	Cr	W	V	Mo	Co
14	S F	—	—	0,75	0,4	0,3	0,5	—	—	—	—
15	S F 85v	—	—	0,75	0,4	0,3	0,5	—	0,25	—	—
16	B S V	—	—	1,40	0,3	0,25	0,6	—	0,3	—	—

## E. Stale na matryce.

Lp	Dotychczasowe marki hut			Orientacyjny skład chemiczny							
	Baildon	Batory	Stalowa Wola	C	Mn	Si	Cr	Ni	V	Mo	Co
17	B S T	N K H Fm	W K D	0,50	0,6	0,3	1,3	3,2	—	—	—
18	T 3 x	X 3 sp	N V	1,00	0,3	0,25	—	—	0,15	—	—

cia szkła, może wykańczające, pierścienie do przeciągania rur i prętów.

Wszystkie powyższe stale dają wysoką twardość po zahartowaniu, nie hartują się nawskroś przy większych przekrojach i nie mogą być stosowane przy większych szyb-

kościach skrawania, ze względu na odpuszczające działanie ciepła. Zdolność skrawania wzrasta w miarę wzrostu zawartości wolframu. Stale 2 i 3, a szczególnie stal 4 są wrażliwe na żarzenie. Powyżej 750 C następuje w tych stalach przy dłuższym

żarzeniu wydzielenie węgla i wolframu, który przechodzi do roztworu stałego trudno i tylko przy wysokiej temperaturze, uniemożliwiając normalną obróbkę cieplną.

Wśród stali do hartowania w oleju rozróżniamy stal manganową 6 z ewentualnym dodatkiem wanadu dla zmniejszenia wrażliwości na przegrzanie, stal chromowo-manganową 7, stal wolframowo-chromowo-manganową 5 oraz stale o wysokiej zawartości chromu i węgla 8, 9, 10. Stale 5, 6 i 7 służą na sprawdziany, gwintowniki, narzynki, wykrojniki itp. narzędzia, które nie powinny odkształcać się przy hartowaniu. Wśród tych trzech stali stal 5 posiada najlepszą zdolność skrawania, stal 6 daje najmniejsze zmiany wymiarów przy hartowaniu, stal 7 — najlepszą odporność na ścieranie. Stąd stal 5 należy stosować tam, gdzie chodzi o skrawanie, a więc na rozwiertaki, gwintowniki, frezy, stal 6 — o ile pożądana jest jak najmniejsza zmiana wymiarów przy hartowaniu, a więc na długie gwintowniki, sprawdziany, złożone wykrojniki, stal 7 — na wykrojniki i w ogóle narzędzia narażone na ścieranie. Oczywiście różnice w zachowaniu się tych gatunków nie są tak znaczne, żeby uniemożliwiały zastosowanie każdego z nich do wszystkich wyżej wymienionych celów. Jeżeli jednak chodzi o uzyskanie wyników optymalnych, należy brać pod uwagę specjalne właściwości każdego gatunku.

Stale o wysokiej zawartości chromu i węgla należą do najbardziej odpornych na ścieranie pomiędzy wszystkimi znanymi. Stale 8 i 9 hartuje się w oleju, natomiast dodatek molibdenu do stali 10 umożliwia również chłodzenie jej przy hartowaniu w powietrzu. Struktura tych stali zawiera eutektykę wydzielającą się już przy krzepnięciu. Stąd często spotykana nazwa „stale ledeburytyczne”. Ze względu na obecność dużej ilości węglików, stale te są trudno obrabialne, nawet w stanie wyżarzonym. Stal 8 stosuje się na wykrojniki wymagające pewnej ciągliwości, przeciągadła profilowe, szczęki do walcowania gwintów na zimno, noże do nożyc krążkowych, okrojniki, wszelkiego rodzaju matryce przy przeróbce blachy; stal 9 — głównie na przeciągadła do drutów i prętów okrągłych i wszelkiego rodzaju narzędzia wymagające dużej odporności na ścieranie, oraz wkładki do pras brykietowych i cegielniarnych. Przeciągadła do drutu z tej stali nie są zazwyczaj hartowane, konieczne utwardzenie uzyskuje się przez rozbijanie otworu (nastawianie) odpowiednim przebijakiem. Stal 10, która jak zaznaczono już wyżej, hartuje się również na powietrzu, służy na wykrojniki, okrojniki, narzędzia do wytłaczania, sprawdziany. Dzięki dobrej zdolności skrawania może być użyta również na narzędzia

skrawające jak przeciągacze, długie gwintowniki itp. Pod względem stałości wymiarów przy hartowaniu stale te nie ustępują bynajmniej stalom 5, 6 i 7, a często zachowują się korzystniej. Stal 10 posiada największą odporność na ścieranie. Ze względu na ograniczoną ciągliwość nie należy stosować jej na wykrojniki do materiału grubszego niż 3 mm.

Stale na narzędzia pneumatyczne różnią się od poprzednich niską zawartością węgla, ponieważ po zahartowaniu muszą posiadać jeszcze dostateczną ciągliwość. Praca narzędzi pneumatycznych polega głównie na szybko po sobie następujących uderzeniach. Stąd narzędzia muszą być odporne na zmęczenie, twarde, ale równocześnie i ciągliwe. Dalej pożądana jest pewna odporność na odpuszczające działanie ciepła, trwałość ostrza, odporność na ścieranie. Własności te, o ile dadzą się w ogóle ze sobą pogodzić, uzyskuje się przez odpowiednią obróbkę cieplną. Najbardziej uniwersalną jest stal 12, stosowana na wszelkiego rodzaju narzędzia do młotków pneumatycznych, ale również i na mniej obciążone matryce, pracujące na gorąco, zwłaszcza mniejszych wymiarów. Stal 11 stosowana bywa poza właściwymi narzędziami pneumatycznymi, dla których wymagana jest znaczna twardość, na okrojniki, noże do nożyc, rolki dla maszyn prostowniczych. Stal 13 stanowi tańszy gatunek (bez wolframu) i poza narzędziami pneumatycznymi, może być użyta na matryce kuzienne o płaskiej grawurze, stemple, przebijaki, noże do nożyc

Stale na piły są stalami niskostopowymi o dość wąskim zakresie zastosowania. Stale 14 i 15 stosuje się na piły do drzewa, stal 16 — w postaci taśm zimnowalcowych — na piłki do metali.

Stale na matryce (pracujące na zimno) nie stanowią tak charakterystycznej całości jak inne podgrupy. Oprócz obu gatunków, podanych w tej podgrupie może być użyty cały szereg innych, zarówno stopowych jak i niestopowych. Stal 17 — jest stalą chromowo-niklową, hartującą się w powietrzu, stosowaną na matryce do wyrobu łyżek i widelców na zimno z metali kolorowych. Odnacza się dobrą hartownością i ciągliwością, nie pozwala jednak na osiągnięcie wyższej twardości niż 55 — 58 Rc. Może być stosowana również do pracy na gorąco. Stal 18 jest bardzo zbliżona do stali węglowej średnio ciągliwo-twardej, od której różni się tylko dodatkiem wanadu, zapewniającym niewrażliwość na rozrost ziaren. Hartuje się ją w wodzie, przy czym zachowuje się ona podobnie do N 11 E i N 9 E. Stosuje się ją przede wszystkim na matryce do wyrobu śrub i nitów na zimno, szczęki do maszyn gwoź-

TABLICA VI

## Stale do pracy na gorąco.

A. Stale na narzędzia dla pras i formy dla odlewów pod ciśnieniem.

Lp	Dotychczasowe marki hut			Orientacyjny skład chemiczny								
	Baidon	Batory	Stalowa Wola	C	Mn	Si	Cr	Ni	W	V	Mo	Co
19	T F S	W M V C	W K B	0,30	0,30	0,25	2,8	—	9,0	0,20	0,50	1,8
20	T F M	W M V	W K A	0,26	0,30	0,25	2,8	1,5	9,0	0,20	0,50	—
21	(P 425)	W M	—	0,30	0,30	1,0	1,8	—	4,2	—	0,50	—
22	B 230	—	—	0,32	0,50	0,25	1,8	4,2	1,8	—	0,40	—
23	T W C 45	—	—	0,40	0,70	0,40	3,2	—	—	0,25	0,25	—
24	R W A	—	—	0,35	0,70	0,25	1,8	—	—	0,15	0,50	—

B. Stale na matryce dla młotów i walce.

Lp	Dotychczasowe marki hut			Orientacyjny skład chemiczny								
	Baidon	Batory	Stalowa Wola	C	Mn	Si	Cr	Ni	W	V	Mo	Co
25	V 201	A G S	W R F	0,55	0,70	0,25	0,7	1,6	—	0,15	0,40	—
26	E K 5v	—	—	0,40	0,60	0,25	0,5	—	—	0,15	—	—
27	W M A	M	W K H	0,55	1,00	0,50	—	—	—	—	—	—
28	R 6 K	T A H	W K I	0,70	0,50	0,35	—	—	—	—	—	—

dziarskich. Może być z powodzeniem zastosowana wszędzie tam, gdzie używa się N 11 E lub N 9 E o ile tylko nie przeszkadza temu jej skłonność do płytkiego hartowania.

*Stalami do pracy na gorąco* nazywamy stale przeznaczone na narzędzia do kształtowania lub dzielenia metali ogrzanych do temperatury plastyczności lub nawet do stanu płynnego (formy dla odlewów pod ciśnieniem). Do różnorodnych obciążeń jakim podlegają narzędzia w ogóle dochodzi tu czynnik ciepła, ponieważ narzędzia rozgrzewają się w zetknięciu z gorącym metalem. Oddziaływanie ciepła jest jednak ograniczone w czasie. Najsilniej ogrzewa się powierzchnia robocza, z której ciepło rozchodzi się następnie w całej masie narzędzia, a w przerwach pracy jest wypromieniowywane na zewnątrz. Temperatura wewnątrz narzędzia ustala się, zależnie od tempa pracy, poniżej temperatury przerabianego metalu, co umożliwia w ogóle pracę narzędzia. Powierzchnie robocze są narażone na ciągłe wahania temperatury, które łącznie z obciążeniami zewnętrznymi i ścieraniem doprowadzają do zniszczenia narzędzia. Wahania temperatury i powodowane przez nie naprężenie powodują powstanie pęknięć powierzchniowych, które pogłębiają się z czasem. Powstaniu pęknięć sprzyja rozpiętość wahań temperatury powierzchni roboczej oraz wielkość różnicy temperatury pomiędzy tą powierzchnią a wnętrzem narzędzia. Duże znaczenie posiada również stałość struktury przy tempera-

turze pracy. Trwałość struktury osiągamy przez dodatki stopowe, które jednak równocześnie pogarszają przewodnictwo cieplne stali, a tym samym zwiększają rozpiętość temperatur pomiędzy powierzchnią roboczą a wnętrzem narzędzia. Stąd dobór najodpowiedniejszego materiału musi opierać się przede wszystkim na doświadczeniu. Należy przy tym brać pod uwagę także koszt narzędzia (materiał i robocizna), warunki pracy i żadaną wydajność.

Wśród *stali do pracy na gorąco* (tabl. VI) rozróżniamy: A) stale na narzędzia dla pras i formy dla odlewów pod ciśnieniem, oraz B) stale na matryce do młotów oraz na walce.

Podział ten jest oczywiście tylko orientacyjny. Opiera się on na fakcie, że stale podgrupy A pozostają przez dłuższy czas w zetknięciu z gorącym metalem, a obciążenia mechaniczne mają tu charakter głównie statyczny. Stale podgrupy B, są narażone na obciążenia dynamiczne, a ich zetknięcie się z gorącym materiałem jest zazwyczaj krótsze.

Stale podgrupy A są stalami wysoko i średnio stopowymi. Stale 19 i 20 zawierają obok znacznej zawartości wolframu i chromu molibden, wanad oraz kobalt (19) lub nikiel (20). Stal 19 — najbardziej odporna na odpuszczające działanie ciepła służy na matryce i trzpienie do wytłaczania profilów i rur z metali kolorowych, formy dla odlewów pod ciśnieniem z brązu, mosiądzu, nowego srebra, rdzenie do takich form itp. Stal 20 — na matryce do wyrobu śrub, nitów i nakrę-

**TABLICA VII**  
**Stale szybko tnące**

Cecha	Dotychczasowe marki hut			Orientacyjny skład chemiczny					
	Baildon	Batory	Stalowa Wola	C	Cr	W	Mo	V	Co
S K 5	Mars	U S U C	Cyklop	0,75	4,2	18,0	0,7	1,4	5,5
SW 18	M R xx	U S U	Z xx	0,75	4,2	18,0	0,7	1,2	—
SW 15	Jupiter	U S U V	Ares	0,90	4,2	15,0	0,7	2,2	—
SW 8	Argo 14	II U D	Z S xx	0,85	4,2	8,5	—	2,0	—
S V 3	Argo 14 V	III U D	H S	1,00	3,7	2,2	2,2	2,7	—

tek przy produkcji masowej, matryce do prasowania mosiądzu, formy dla odlewów pod ciśnieniem ze stopów lekkich przy dużych seriach oraz brązu, mosiądzu i nowego srebra przy mniejszych seriach.

Obie te stale dla uzyskania należytej odporności muszą być obrabione cieplnie w sposób przypominający obróbkę cieplną stali szybko tnących, polegającą na hartowaniu od 1100 — 1150 C z następnym odpuszczaniem przy 550 — 650 C, zależnie od żądanej twardości. Ze względu na stabilizację struktury wskazane jest dłuższe odpuszczanie, lub wytrzymanie przy temperaturze o 50 C niższej od temperatury właściwego odpuszczania w ciągu co najmniej 10 godzin.

Stal 21 średniostopowa jest przeznaczona na matryce do wyrobu śrub, nitów i nakrętek, szczęki i wkładki maszyn kuziennych, noże dla nożyc do cięcia na gorąco, formy dla odlewów pod ciśnieniem ze stopów lekkich, walce do walcowania gwintów na gorąco.

Stal 22 jest gatunkiem specjalnym na tuleje cylindra roboczego i tłoczniaki przy prasowaniu mosiądzu i stopów lekkich.

Stal 23 nadaje się na stemple i matryce dla pras, noże dla nożyc do cięcia na gorąco. Może być również użyta na matryce o średniej i głębokiej grawurze dla młotów.

Stal 24 służy na szczęki do maszyn kuziennych, formy dla odlewów pod ciśnieniem z cyny, cynku, ołowiu i ich stopów oraz na mniej obciążone narzędzia przy prasowaniu metali kolorowych.

Stale podgrupy B (na matryce do młotów i walce) są stalami niskostopowymi, niektóre z nich nawet można zaliczyć do węglowych o ile nie brać pod uwagę zwiększonych zawartości krzemu i manganu.

Stal 25 jest przeznaczona na matryce kuzienne o średniej i głębszej grawurze, przy

czym przewiduje się dostawę bloków matrycowych w stanie cieplnie obrabionym o takiej twardości, że obróbka mechaniczna i wykonanie grawury są możliwe.

Stal 26 służy głównie na walce do walcowania stali, poza tym na małe matryce, stemple, przebijaki, kowadła.

Stal 27 stosowana jest na duże matryce, używane bez obróbki cieplnej, zwłaszcza, gdy wykonuje się tylko mniejsze serie odkówek, oraz na walce.\*

Wreszcie stal 28 jest gatunkiem specjalnym na małe i średnie matryce o płaskiej grawurze.

Ostatnią grupą stali stopowych są stale szybko tnące. Stanowią one grupę zupełnie odrębną wśród stali stopowych i są tematem referatu *prof. Biernawskiego*<sup>1)</sup>. Dlatego na tym miejscu ograniczam się jedynie do przytoczenia orientacyjnych składów chemicznych 5-ciu gatunków, które zostały przyjęte jako normalne (tabl. VII).

W ten sposób został omówiony w bardzo pobieżnym zarysie program produkcji, naszych stalowni w dziedzinie stali narzędziowych.

Zagadnienie stali narzędziowych jest tak obszerne, że szczegółowe jego rozważenie musiałoby znacznie przekroczyć ramy, określone dla niniejszego referatu, którego celem było jedynie przedstawienie planowanego zakresu produkcji. Zagadnienia zastosowania poszczególnych gatunków zostały poruszone tylko o tyle, o ile to było konieczne dla uzasadnienia potrzeby wprowadzenia danego gatunku do programu. Zagadnienie obróbki cieplnej zostało prawie całkowicie pominięte, lecz te dane znajdują się w odpowiednich katalogach.

1) patrz art. *prof. inż. W. Biernawskiego* „Badania wydajności krajowych stali szybko tnących“ *Przeгляд Mechaniczny*, zeszyt 2—3/48.

**Żądajcie we wszystkich księgarniach**  
**Katalogu Wydawnictw Instytutu Wydawniczego SIMP!**

Inż. STIG SANDSTRÖM

## ŁOŻYSKA TOCZNE W OBRABIARKACH

### Wstęp

Wprowadzenie stopów spiekanych do wyrobu narzędzi skrawających umożliwiło znaczne zwiększenie wydajności obrabiarek, szczególnie przy produkcji masowej.

Celem całkowitego wykorzystania stopów spiekanych obrabiarki powinny umożliwiać przy dużych prędkościach skrawania przyjmowanie znacznych sił skrawania bez drgań. Warunki te spełnić może jedynie wrzeciono dostatecznie sztywne i posiadające łożyska o dużej nośności. Wrzeciono musi być tak ułożyskowane, aby nawet po długim czasie pracy obrabiarki, nie wykazało luzów promieniowych i osiowych. Łożyska muszą posiadać dużą dokładność biegu oraz jak najmniejsze tarcie, nie powodujące podwyższenia temperatury poza dopuszczalne granice. Ponadto nawet przy dużych obciążeniach nie mogą występować sprężyste odkształcenia łożyska.

Powyższe szczególne wymagania odnoszą się do łożysk wrzecion obrabiarek. Toteż w dalszej części będzie mowa o ułożyskowaniu wrzecion obrabiarek.

### 1. Typy łożysk tocznych i ich zastosowanie

W ostatnich dziesiątkach lat konstruktorzy obrabiarek stosowali cały szereg typów łożysk tocznych w poszukiwaniu najwłaściwszego rozwiązania łożyskowania wrzecion. Na podstawie długoletnich doświadczeń fabryki SKF najlepiej do obrabiarek nadają się typy łożysk, których cechy zostaną omówione poniżej.

Łożyska kulkowe wahliwe (rys. 1) posiadają dwa rzędy kulek, które toczą się na pierścieniu zewnętrznym po wspólnej bieżni;

łożysko to jest samonastawne, to znaczy jest niewrażliwe na skośne położenia wału w stosunku do oprawy, które może powstać na skutek wad wbudowania, ugięć wału, przesunięć podstaw i t. p. Z tego samego powodu łożysko to nie wywołuje przegięć wału, co ma duże znaczenie przy dokładnych szybko-bieżnych obrabiarkach.

Ta zdolność samonastawiania jest ograniczona ze zrozumiałych powodów tym, że kulki nie mogą się stykać z krawędziami pierścienia zewnętrznego. Dla spotykanych jednak w praktyce skośnych położań i ugięć, łożyska te spełniają swe zadania.

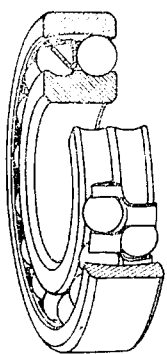
Łożyska kulkowe jednorzędowe (rys. 2) posiadają na obu pierścieniach po jednym głębokim rowku. Dzięki stosunkowo dużym wymiarom kulek i dobremu przyleganiu kulek do rowkowych bieżni łożysko to posiada dużą nośność zarówno w kierunku promieniowym jak i osiowym.

Łożyska te, jako nie posiadające zdolności samonastawiania wymagają dokładnej równoległości między wałem i oprawą łożyska.

Łożyska kulkowe jednorzędowe skośne (rys. 3) są z reguły tak wykonywane, że pomimo dużej ilości kulek mogą być montowane bez kanałów dla wprowadzenia kulek. Dzięki temu posiadają dużą nośność szczególnie przy przeważającym obciążeniu w kierunku osiowym.

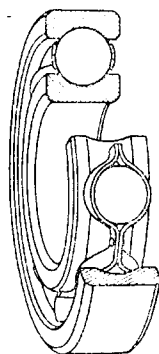
Jednorzędowe łożyska kulkowe skośne muszą być zawsze w przeciwieństwie do łożysk kulkowych jednorzędowych montowane bez osiowego luzu łożyskowego jeśli chcemy uniknąć luzu promieniowego. Są one dlatego wbudowane parami naprzeciw siebie lub z innymi osiowo prowadzącymi łożyskami.

Przy dwurzędowych kulkowych łożyskach skośnych (rys. 4) rowki bieżne są tak ułożone,



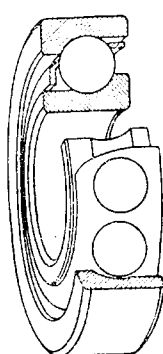
42/48-R1

Rys. 1. Łożysko kulkowe wahliwe



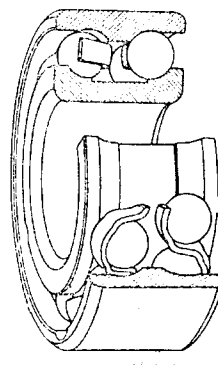
42/48-R2

Rys. 2. Łożysko kulkowe jedno-rzędowe



42/48-R3

Rys. 3. Łożysko kulkowe jedno-rzędowe skośne



42/48-R4

Rys. 4. Łożysko kulkowe dwurzędowe skośne



42/48-R5

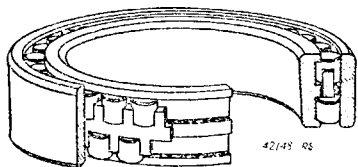
Rys. 5. Łożysko cylindryczno-rolkowe

że naciski kulek działają w dwóch punktach wału, leżących w stosunkowo dużym odstępnie. W przeciwieństwie do innych typów łożysk, łożysko to jest wykonywane z naprężeniem wstępnym, przez co posiada zdolność przeniesienia obciążeń osiowych o zmiennych kierunkach przy bardzo małych przesunięciach osiowych wału. Dzięki swojej budowie łożysko nadaje się w wypadkach, w których obracająca się część ze względu na brak miejsca musi być ułożyskowana przy pomocy jednego łożyska.

Łożyska cylindryczno-rolkowe (rys. 5) posiadają jeden rząd cylindrycznych rolek ułożonych równoległe do osi i prowadzonych na pierścieniu wewnętrznym lub zewnętrznym.

Łożyska z obrzeżami tylko na jednym pierścieniu posiadają tę zaletę, że umożliwiają w czasie biegu pewne przesunięcia osiowe między wałem i oprawą bez oporów. Pierścienie nie posiadające obrzeży mają bieżnię lekko kulistą, aby unikać obciążeń krawędziowych rolek przy minimalnych skośnych położeniach wału.

Demontaż, nawet przy ciasnych pasowaniach obu pierścieni, jest łatwy.



Rys. 6. Dwurzędowe łożysko cylindryczno-rolkowe (Typ NU)

Łożysko jest przystosowane szczególnie do dużych obciążeń promieniowych i pozwala stosować wysokie obroty. Łożyska rolkowe wykazują pod obciążeniem mniejsze sprężynowanie niż łożyska kulkowe. Z tej to przyczyny łożyska cylindryczno-rolkowe znalazły duże zastosowanie przy łożyskowaniu wrzecion obrabiarek. W tym celu fabryka SKF skonstruowała dwurzędowe łożyska cylindryczno-rolkowe (rys. 6). Jak wynika z rysunku łożysko to składa się z: pierścienia zewnętrznego, na którym znajduje się cylindryczna bieżnia dla obu rolek, pierścienia wewnętrznego, na którym znajdują się dwie bieżnie szlifowane dokładnie na tę samą średnicę i z dwóch rzędów rolek trzymany przez koszyk wykonany z jednego kawałka blachy. Rolki są dokładnie prowadzone między obrzeżami pierścienia wewnętrznego.

Najważniejsze zalety łożyska tego typu są następujące:

- 1) Mała wysokość profilu, która umożliwia stosowanie wrzeciona o dużej średnicy, a więc sztywnego.

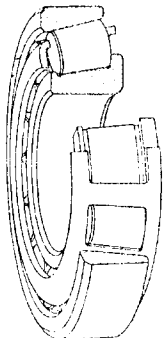
- 2) Pierścień wewnętrzny posiada otwór stożkowy. Dzięki temu można bez trudności osiągnąć przy wszelkich obciążeniach dostatecznie ciasne pasowanie.
- 3) Wewnętrzny luz łożyskowy może być przy montażu zmniejszony lub całkowicie usunięty. Przy wprasowywaniu rozszerza się pierścień wewnętrzny, przez co luz łożyskowy może być dowolnie osiągnięte naprężenie wstępne. Wprasowanie pierścienia nie sprawia trudności ze względu na jego małą grubość.
- 4) Zewnętrzny pierścień łożyska rolkowego posiada cylindryczną bieżnię. Pierścień ten należy mocno wtłaczać w oprawę, aby otrzymać bieg bez drgań. Ponieważ bieżnia jest cylindryczna nie grozi zakleszczenie osiowe łożyska.
- 5) Duża ilość rolek zapewnia łożysku dużą sztywność. Ponieważ rolki obu bieżni są przestawione względem siebie na obwodzie, stąd rozłożenie sił jest bardzo korzystne.
- 6) Obie bieżnie są szlifowane równocześnie, przy pierścieniu wtłaczonym na stożkowy trzpień. Dzięki temu pierścień po wtłoczeniu na wrzeciono posiada dokładność biegu odpowiadającą dokładności wykonania.
- 7) Rolki są docierane w specjalny sposób. Posiadają one tak samo wielką dokładność kształtu cylindrycznego i dokładność wymiarów jak kulki łożyskowe.
- 8) Pierścienie i rolki są cylindryczne. Prędkości obwodowe są więc na całej szerokości rolek jednakowe. Ponieważ w stosunku do średnicy długość rolek jest mała, prowadzenie rolek pomiędzy obrzeżami jest bardzo dokładne. Możemy przez to osiągnąć prawie że idealne toczenie z bardzo małym tarcieniem i niską temperaturę podczas pracy przy wszelkich obciążeniach i prędkościach.

Łożysko rolkowo-stożkowe (rys. 7) dzięki skośnemu ustawieniu rolek i bieżni nadaje się szczególnie do równoczesnego przyjmowania obciążeń promieniowych i osiowych.

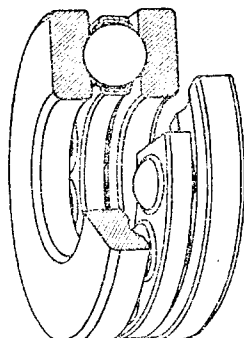
W wypadku gdy siła osiowa jest bardzo duża, należy zawsze stosować łożysko o wyjątkowo dużym kącie stożka. Łożysko to należy zawsze stosować z drugim łożyskiem, które przejmuje siły osiowe w przeciwnym kierunku. Łożysko rolkowo-stożkowe daje się rozbierać. Wbudowanie pierścienia wewnętrznego z rolkami odbywa się niezależnie od wbudowania pierścienia zewnętrznego.

Łożysko kulkowe poosiowe jednokierunkowe (rys. 8) posiada jeden rząd kulek, który

toczy się między dwoma pierścieniami. Łożysko to służy tylko do przejmowania osiowych obciążeń działających w jednym kierunku.



Rys. 7. Łożysko rolkowo-stożkowe



Rys. 8. Łożysko kulkowe poosiowe jednokierunkowe

Ze wszystkich łożysk przenoszących osiowe obciążenia łożysko to wykazuje najmniejsze sprężynowanie przy zmiennych obciążeniach. Z tego względu jest ono stosowane do łożyskowania wrzecion obrabiarek łącznie z dwurzędowym łożyskiem cylindryczno-rolkowym, które nie ustala wrzeciona w kierunku osiowym.

## 2. Dokładność wymiarów i biegu łożysk tocznych

a) Tolerancje wymiarów zewnętrznych łożysk kulkowych i rolkowych.

Należy zaznaczyć, że w wyjątkowych tylko wypadkach konieczne jest stosowanie większej dokładności głównych wymiarów łożysk tocznych od dokładności przyjętych przez normy międzynarodowe. Małe owalizacje pierścieni nie wpływają na dokładność biegu, ponieważ z jednej strony przez mocne wprasowanie, z drugiej przez działanie ciężaru, cienkościennie pierścienie dopasowują się do poszczególnych części, w które są wbudowane. Natomiast zachowanie kształtu cylindrycznego czopów i otworów opraw odgrywa bardzo dużą rolę.

Jedynie w wypadku gdy łożyska wrzeciona są osadzone na wale lub w oprawie z pasowaniem lekko wciskany, co zdarza się niekiedy przy jednorzędowych łożyskach kulkowych i łożyskach kulkowych wahliwych, rzadziej przy łożyskach cylindryczno-rolkowych, można przez zacieśnienie tolerancji średnic osiągnąć to, że średnice wewnętrzne łożyska leżą wewnątrz tolerancji, którą posiadają normalnie średnie otwory i wałki w mniej dokładnych klasach. Przez to osiągamy mniejsze wahania w charakterze pasowania.

Aby odróżnić łożyska, które odpowiadają tym specjalnym warunkom, nie różniąc się poza tym od łożysk normalnych SKF wprowadziło dodatkowe oznaczenie, które dodawane jest do oznaczenia łożyska.

Łożyska, których tolerancje średnic wewnętrznych i zewnętrznych zostały w wyżej wymieniony sposób zacieśnione, otrzymują dodatkowe oznaczenie C 10, jeśli posiadają normalną dokładność biegu.

b) Dokładność biegu łożysk kulkowych i rolkowych.

Tolerancje dokładności biegu łożysk są ustalone międzynarodowo tak, że można je stosować bez zastrzeżeń z niewielkim wyjątkiem we wszystkich wypadkach.

Do wyjątków należy łożyskowanie wrzecion dokładnych obrabiarek. Dlatego SKF stosuje dla łożysk przeznaczonych do tego celu specjalne tolerancje dokładności biegu.

Wpływ niedokładności rolek i kulek na dokładność biegu może być praktycznie biorąc pominięty. Kulki i rolki są bowiem podczas i po ich wykonaniu sortowane przy pomocy bardzo dokładnych przyrządów pomiarowych na grupy wymiarowe.

W jednej grupie wymiarowej znajdują się rolki i kulki, których odchyłki od wymiaru nominalnego są podane w tablicy I.

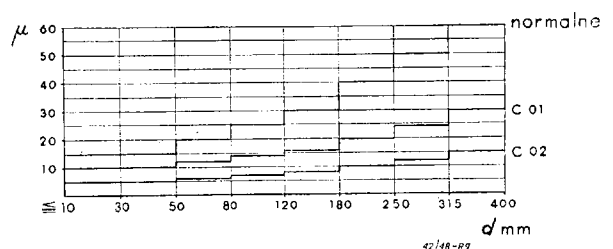
TABLICA I

Element toczny	Średnica w mm	Tolerancja sortowania
Kulki	do 10 mm włącznie	$\pm 0,0005$
Kulki	od 10 do 30	$\pm 0,001$
Rolki cylindr.	do 26 włącznie	$\pm 0,001$

Łożysko otrzymuje komplet rolek albo kulek z jednej grupy wymiarowej.

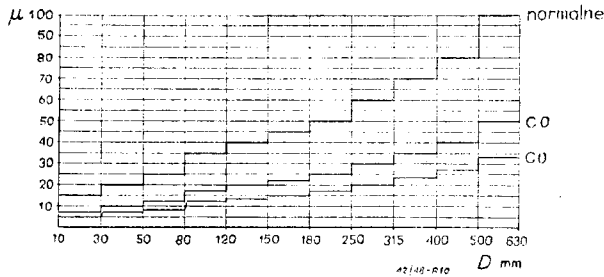
Bicie promieniowe pierścienia wewnętrznego lub zewnętrznego na skutek nierówności elementów tocznych jest zawsze mniejsze od i tak bardzo małych tolerancji sortowania.

Rys. 9 i 10 przedstawia największe bicie promieniowe pierścienia zewnętrznego i wewnętrznego łożysk normalnych i łożysk ze



Rys. 9. Największe dopuszczalne bicie promieniowe pierścieni wewnętrznych przy zwiększonej dokładności oraz dla łożysk o normalnej dokładności.

zwiększoną dokładnością biegu. Łożyska ze znakiem wskazującym powiększenie dokładności biegu mają zwiększoną dokładność i innych elementów jak, np. bicie boczne rowków, bicie czołowe pierścieni i t.p.



Rys. 10. Największe dopuszczalne bicie promieniowe pierścieni zewnętrznych przy zwiększonej dokładności oraz dla łożysk o normalnej dokładności.

Przyjęto następujące oznaczenia:

C 01 — „zwiększona dokładność” pierścienia wewnętrznego.

C 02 — „specjalnie zwiększona dokładność” pierścienia wewnętrznego.

C 03 — „zwiększona dokładność” pierścienia zewnętrznego.

C 04 — „specjalnie zwiększona dokładność” pierścienia zewnętrznego.

Stopnie dokładności obu pierścieni mogą być łączone i dla praktycznie najczęściej występujących kombinacji przyjęto następujące oznaczenia.

C 05 { Dokładność pierścienia wewnętrzn. C 01  
          „                                  zewnętrzn. C 03

C 06 { Dokładność pierścienia wewnętrzn. C 02  
          „                                  zewnętrzn. C 04

Należy zaznaczyć, że przedstawione na rysunku odchyłki stanowią górne granice, które spotykamy tylko przy bardzo niewielkiej ilości łożysk.

Dwurzędowe łożyska cylindryczno rolkowe typu NN 30 K przeznaczone specjalnie do łożyskowania wrzecion obrabiarek są produkowane w specjalny sposób i nie są dostarczane w różnych klasach dokładności, a tylko w jednym specjalnie dokładnym wykonaniu.

W łożyskach kulkowych poosiowych poważne znaczenie posiada bicie osiowe. Wywołane jest ono przez zmianę grubości ścianek pierścienia, wału lub oprawy i jest mierzone na dnie rowka. Przy wrzecionach tokarek i frezarek potrzebne są czasem łożyska poosiowe, w których bicie obu pierścieni jest

mniejsze od normalnego. Łożyska takie posiadają oznaczenie C 05.

c) Luz łożyskowy.

Jako tylne łożysko wrzecion tokarek, frezarek itd. stosujemy często, łożysko cylindryczno rolkowe z otworem cylindrycznym (patrz rys. 16).

Specjalne wymagania pracy bez luzu mogą być spełnione przez zastosowanie odpowiedniego pasowania lub przez zastosowanie łożysk o zmniejszonym luzie łożyskowym.

Łożyska SKF z luzem różnym od normalnego, a poza tym w normalnym wykonaniu, które występować mogą w obrabiarkach, mają następujące oznaczenia:

- C 3 luz łożyskowy większy od normalnego
- C 2 „ „ „ mniejszy od normalnego
- C 1 „ „ „ jeszcze mniejszy niż przy wykonaniu C 2

TABLICA II

Typ łożyska	Oznaczenie klasy dokl. „C”	Przykłady zastosowania
Łożyska kulkowe wahliwe	C 15	wrzeciona szlifierek
Jednorzędowe łożyska kulkowe bez rowków do napełniania	C 15, C 153	tylne łożyska wrzecion tokarek i frezarek (w maszynach, w których wymagana jest duża dokładność; w przeciwnym wypadku łożyska normalne)
Łożyska cylindryczno rolkowe normalnej budowy	C 152	tylne łożyska wrzecion tokarek i frezarek (w maszynach, w których wymagana jest duża dokładność; w przeciwnym wypadku — wykonanie C 2)
Łożyska stożko-wo-rolkowe	C 01	kły obrotowe
Łożyska kulkowe poosiowe	C 05	wrzeciona wszelkich typów

W wypadkach, gdy łożyska mają odpowiadać specjalnym wymaganiom co do dokładności wymiarów i biegu i równocześnie posiadać specjalny luz, cyfrę oznaczającą luz łożyskowy dołączamy do skrótu oznaczenia dokładności biegu i wymiarów.

d) Klasy dokładności.

Zestawienie podane w tablicy II wskazuje klasy dokładności „C”, które należy stosować w obrabiarkach wówczas, gdy nie można zastosować łożysk normalnych.



### 3. Tolerancje wymiarów i dokładności biegu łożysk tocznych

#### 1) Dokładność wymiaru.

##### a) Średnica otworu.

Ostateczne wyniki należy badać przyrządem do mierzenia, pracującym na zasadzie pomiaru w dwóch punktach. Przy kontroli cienkich pierścieni nacisk podczas mierzenia musi być mały, tak aby uniknąć owalizacji pierścienia. Szczególnie cienkie pierścienie o dużej średnicy muszą być mierzone w poziomym położeniu, aby uniknąć owalizacji wskutek własnego ciężaru pierścienia.

Dobre rezultaty można osiągnąć przy badaniu otworów sprawdzianami TeBo.

Pierścienie o dużych średnicach są wykonywane z uwzględnieniem nieuniknionej owalizacji i stożkowatości. Przyjmijmy, że  $d_{min}$  jest najmniejszą i  $d_{max}$  największą rzeczywistą średnicą;  $d_m$  jest średnią arytmetyczną  $d_{min}$  i  $d_{max}$

Wtedy dla  $d = 100$  mm (wg tabl. III)

$$d_{min} = 99,975 \text{ wymiar graniczny dolny dla } d_m = 99,980$$

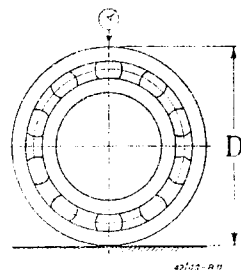
$$d_{max} = 100,005 \text{ wymiar graniczny górny dla } d_m = 100,000$$

Łożysko, w którym rzeczywiste (pomierzone) wielkości wynoszą  $d_{min} = 99,976$  i  $d_{max} = 99,998$  jest dobre, ponieważ  $d_m = 99,987$  leży między 99,980 i 100,000 i  $d_{min} > 99,975$ , a  $d_{max} < 100,005$ .

##### b) Średnica zewnętrzna łożyska.

Zewnętrzną część cylindryczną łożyska należy sprawdzać opierając ją na płaszczyźnie i stosując czujnik z zaokrągloną końcówką (rys. 11). Przy cienkich pierścieniach należy

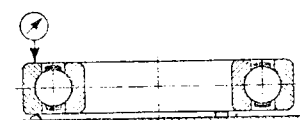
zachować te same środki ostrożności, co i przy mierzeniu średnic otworów. Średnica zewnętrzna łożyska  $D_m$  stanowi średnią wartość między rzeczywistą średnicą  $D_{max}$  i najmniejszą  $D_{min}$ .



Rys. 11. Sposób mierzenia średnicy zewnętrznego pierścienia łożyska.

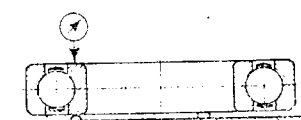
##### c) Szerokość pierścienia.

Przy mierzeniu szerokości pierścienia zmontowanego łożyska może być podparty tylko pierścień mierzony, i to w 3-ch punktach (patrz rys. 12 i 13). Pomiar należy wykony-



42/48-R-12

Rys. 12. Sposób mierzenia szerokości pierścienia zewnętrznego



42/48-R-13

Rys. 13. Sposób mierzenia szerokości pierścienia wewnętrznego

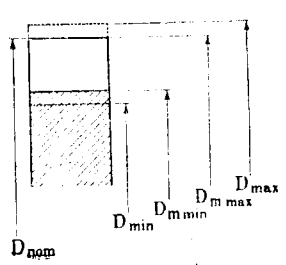
wać nad jednym z tych punktów. Pomiar szerokości można też wykonywać przy pomocy mikrometru.

Dopuszczalne odchyłki są podane w tablicach III i IV.

TABLICA III

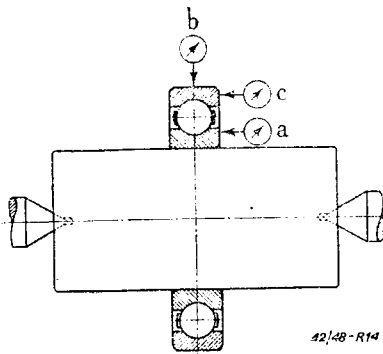
Średnica otworu $d$		Odchyłki średnic otworów w $\mu$				Odchyłki szerokości $B$ w $\mu$				Oznaczenie dla wymiarów średnicowych otworów
						Dla pierścieni zewnętrznych i wewnętrznych łożysk wszystkich typów z wyjątkiem stożkowo-rolkowych		Dla pierścieni wewnętrznych łożysk stożkowo-rolkowych		
mm	mm	$d_m$		$d_{min}$	$d_{max}$	górna	dolna	górna	dolna	
>	≤	górne	dolne							
—	30	— 10	0	— 13	+ 3	0	— 100	0	— 200	
30	50	— 12	0	— 15	+ 3	0	— 120	0	— 200	
50	80	— 15	0	— 19	+ 4	0	— 150	0	— 300	
80	120	— 20	0	— 25	+ 5	0	— 200	0	— 400	
120	180	— 25	0	— 31	+ 6	0	— 250	0	— 500	
180	250	— 30	0	— 38	+ 8	0	— 300	0	— 600	
250	315	— 35	0	— 44	+ 9	0	— 350	0	— 700	
315	400	— 40	0	— 50	+ 10	0	— 400	0	— 800	

TABLICA IV

Średnica zewnętrzna $D$ mm		Odchyłki wymiarów średnic zewnętrznych w $\mu$								Oznaczenie dla wymiarów średnicowych zewnętrznych
		$D_m$		Szereg średnic						
				2		3		4		
>	<	górną	dolną	$D_{max}$	$D_{min}$	$D_{max}$	$D_{min}$	$D_{max}$	$D_{min}$	
—	18	0	- 8	+ 1	- 9	—	—	—	—	
18	30	0	- 9	+ 2	- 11	—	—	—	—	
30	50	0	- 11	+ 3	- 14	+ 3	- 14	—	—	
50	80	0	- 13	+ 4	- 17	+ 4	- 17	+ 3	- 16	
80	120	0	- 15	+ 6	- 21	+ 5	- 20	+ 4	- 19	
120	150	0	- 18	+ 7	- 25	+ 6	- 24	+ 5	- 23	
150	180	0	- 25	+ 8	- 33	+ 6	- 31	+ 5	- 30	
180	250	0	- 30	+ 9	- 39	+ 7	- 37	+ 6	- 36	
250	315	0	- 35	+ 10	- 45	+ 8	- 43	+ 7	- 42	
315	400	0	- 40	+ 11	- 51	+ 9	- 49	+ 8	- 48	
400	500	0	- 45	+ 13	- 58	+ 11	- 56	+ 9	- 54	
500	630	0	- 50	+ 15	- 65	+ 12	- 62	+ 10	- 60	
630	800	0	- 75	—	—	—	—	—	—	
800	1000	0	- 100	—	—	—	—	—	—	

## 2) Dokładność biegu.

Celem zbadania dokładności biegu łożysk promieniowych osadzamy pierścień wewnętrzny łożyska na lekko stożkowym trzpieniu, który obraca się bez luzu centrycznie między dwoma sztywnymi kłami (rys. 14). Trzpień posiada zbieżność w granicach od 1:4000 do 1:5000.



Rys. 14. Sposób mierzenia bicia łożyska

Bicie promieniowe trzpienia powinno być uwzględnione przy pomiarze.

a) *Bicie promieniowe pierścienia wewnętrznego.*

Do zewnętrznej powierzchni pierścienia zewnętrznego łożyska dotykamy końcówkę czujnika (rys. 14 b) i obracamy trzpień, na którym osadzony jest pierścień wewnętrzny. Bicie wykazywane przez czujnik podczas jednego obrotu trzpienia jest biciem promieniowym pierścienia wewnętrznego.

b) *Bicie promieniowe pierścienia zewnętrznego.*

Końcówkę czujnika umieszczamy tak, jak poprzednio (rys. 14 b) i obracamy pierścień zewnętrzny, podczas gdy trzpień znaj-

duje się w spoczynku. Bicie, wykazywane przez czujnik podczas jednego obrotu jest biciem promieniowym pierścienia zewnętrznego.

c) *Bicie boczne czoła pierścienia zewnętrznego.*

Końcówką czujnika dotykamy do bocznej powierzchni pierścienia wewnętrznego (rys. 14 a) i obracamy trzpień. Wykazywane przez czujnik bicie podczas jednego obrotu jest biciem bocznym czoła pierścienia wewnętrznego.

d) *Równoległość płaszczyzn czołowych pierścienia wewnętrznego.*

Pod równoległością płaszczyzn czołowych pierścienia wewnętrznego należy rozumieć różnicę pomiędzy największą i najmniejszą szerokością, występującą na danym pierścieniu.

Tablica V przedstawia wielkości tolerancji bicia pierścieni wewnętrznych i zewnętrznych.

e) *Bicie boczne rowków.*

Pomiar bicia bocznego rowków można przeprowadzić dokładnie tylko przy pomocy specjalnych przyrządów przed złożeniem łożyska. Podana niżej metoda jest niedokładna i można ją stosować tylko przy jednorzędowych łożyskach kulkowych, których luz łożyskowy jest równy 0.

1. *Bicie boczne rowka pierścienia wewnętrznego.* Końcówką czujnika dotykamy do bocznej powierzchni pierścienia zewnętrznego (rys. 14 c) i obracamy trzpień gdy pierścień zewnętrzny znajduje się w spoczynku. Bicie, wykazywane przez czujnik podczas jednego obrotu trzpienia jest biciem bocznym rowka pierścienia wewnętrznego.

2. *Bicie boczne rowka pierścienia zewnętrznego.* Końcówkę czujnika umieszczamy znowu na bocznej powierzchni pierścienia ze-

TABLICA V

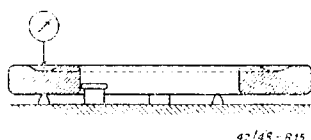
Łożyska promieniowe									
Pierścienie wewnętrzne						Pierścienie zewnętrzne			
Średnica otworu $d$ mm		Bicie boczne powierzchni czołowej	Równoległość płaszczyzn	Bicie promieniowe	Bicie boczne rowka	Średnica zewnętrzna $D$ mm		Bicie promieniowe	Bicie boczne rowka
ponad	do	$K_{max}$	$P_{max}$	$E_{max}$	$S_{max}$	$>$	$\leq$	$E_{max}$	$S_{max}$
	18	20	20	15	40		18	15	40
18	30	20	20	15	40	18	30	15	40
30	50	20	20	15	40	30	50	20	40
50	80	25	25	20	50	50	80	25	40
80	120	25	25	25	50	80	120	35	45
120	150	30	30	30	60	120	150	40	50
150	180	30	30	30	60	150	180	45	60
180	250	30	30	40	60	180	250	50	70
250	315	35	35	50	70	250	315	60	80
315	400	40	40	60	80	315	400	70	90
						400	500	80	100
						500	630	100	120
						630	800	120	—
						800	1000	140	—

wnętrznego i obracamy pierścień zewnętrzny. Trzpień znajduje się w spoczynku. Bicie, wykazywane przez czujnik podczas jednego obrotu jest biciem bocznym rowka pierścienia zewnętrznego.

Tolerancje bicia osiowego rowków bieżnych podaje tabl. VI.

#### f) Bicie osiowe łożysk poosiowych.

Celem zmierzenia bicia osiowego pierścienia łożyska oporowego należy podeprzeć go



Rys. 15. Mierzenie bicia osiowego łożysk poosiowych

TABLICA VI

Średnica otworu $d$ mm		Bicie osiowe rowków bieżnych
ponad	do	$K_{max}$
	18	10
18	30	10
30	50	10
50	80	10
80	120	15
120	150	15
150	180	15
180	250	20
250	315	25
315	400	30
400	500	30
500	630	35
600	800	40
800	1000	45

w 3 punktach (rys. 15) i obracać. Bicie czujnika, którego końcówka znajduje się na dnie bieżni podczas jednego obrotu jest biciem osiowym pierścienia.

#### 4. Dobór łożysk w zależności od ilości obrotów

Ilość obrotów wpływa na dobór łożyska jedynie wówczas, gdy obroty te są bardzo wysokie. Granica normalnych obrotów jest ustalana z reguły w zależności od wzrostu temperatury łożyska. Nośność łożyska wprawdzie nie zmniejsza się aż do temperatur ponad 100 C, jednak już przy znacznie niższych temperaturach powstają trudności smarowania.

Temperatura łożyska podczas pracy jest w pierwszym rzędzie zależna od tarcia w łożysku i dlatego tarcie jest miarą zdolności różnych typów łożysk do znoszenia dużych prędkości. Łożyska kulkowe promieniowe i łożyska cylindryczno-rolkowe wykazują bardzo małe tarcie i mogą dzięki temu pracować przy większych prędkościach niż inne typy łożysk.

Własności materiałów smarnych, ich ilość, jak również sposób smarowania mają bardzo duży wpływ na dopuszczalne prędkości, przy czym należy zwrócić uwagę na to, aby smarowanie dla każdego typu łożysk odbywało się w najbardziej korzystny sposób.

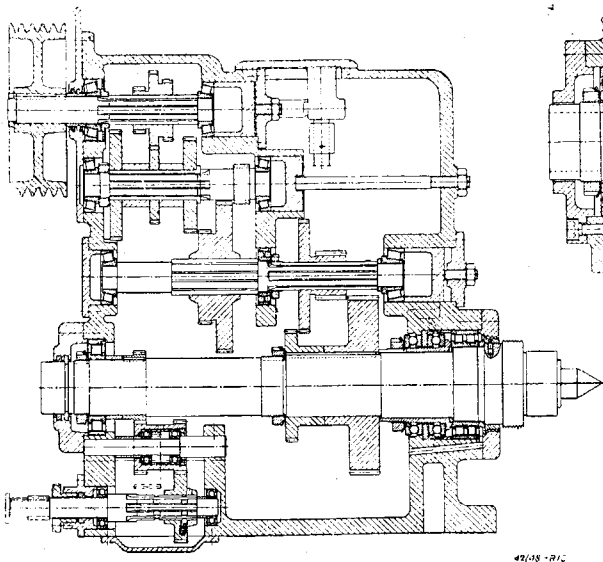
Dla większości typów łożysk, przy dużych prędkościach posiada duże znaczenie materiał koszyka i jego konstrukcja. Przy normalnych prędkościach blaszane koszyki dla kulek są najodpowiedniejsze ze względu na ich mały ciężar i dużą elastyczność.

Masywne koszyki z brązu prowadzone zwykle na jednym z pierścieni pozwalają przy

większości typów łożysk na zwiększenie szybkości.

Ze względu na wielką ilość czynników, które wpływają na określenie granicy szybkości, nie można określić jej dokładnie.

Najczęściej na pytanie to można odpowiedzieć, opierając się na doświadczeniu, zdobytym przez obserwację łożysk pracujących w podobnych warunkach.



Rys. 16. Przykład ułożyskowania wrzeciennika tokarki bardzo dokładnej

Jako punkt wyjściowy do obliczeń można przyjąć dla łożysk promieniowych i kulkowych iloczyn  $d_m \cdot n$ , gdzie  $n$  oznacza maksymalne obroty, a  $d_m$  średnią średnicę łożyska równą  $0,5 \cdot (d + D)$ .

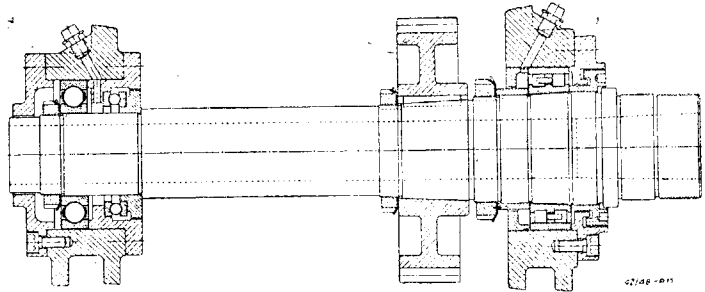
Założywszy, że obciążenie łożyska jest stosunkowo małe i mamy zapewnione smarowanie, oraz wyraziwszy  $n$  w obr/min i  $d_m$  w mm, wówczas dopuszczalna wartość tego iloczynu dla łożysk kulkowych jednorzędowych i wahlowych wynosi ok. 500.000, jeśli łożyska są zaopatrzone w koszyki tłoczone z blachy stalowej.

Dla łożysk cylindryczno- i stożkowo-rolkowych z koszykami tłoczonymi z blachy stalowej można przyjmować iloczyn  $d_m \cdot n = 300.000$ . Przy łożyskach osiowych iloczyn ten może dochodzić do 200.000, należy jednak zwrócić uwagę, aby przy wysokich obrotach łożysko było stale pod dostatecznym obciążeniem, w przeciwnym bowiem wypadku kulki na skutek działania siły odśrodkowej naciskają na koszyk lub powodują zużycie bieżni.

Przy większych prędkościach łożyska kulkowe jednorzędowe i łożyska cylindryczno-rolkowe winny posiadać masywne koszyki mosiężne prowadzone na jednym z pierścieni.

Dla łożysk z tego rodzaju koszykami można dopuścić  $d_m \cdot n = 700.000$  dla jednorzędowych łożysk kulkowych i 600.000 dla łożysk cylindryczno-rolkowych.

Dla większych wartości iloczynu  $d_m \cdot n$  należy stosować koszyki ze specjalnego materiału. Konstrukcja wbudowy łożyska musi być wówczas specjalnie zaprojektowana i może być oceniona w każdym poszczególnym wypadku indywidualnie.



Rys. 17. Przykład ułożyskowania wrzeciona tokarki produkcyjnej

W związku z powyższym można podać, że do wrzecion szybkobieżnych szlifierek stosuje się jednorzędowe łożyska kulkowe i cylindryczno-rolkowe z koszykami z bakelitu, zawierającego tkaninę.

## 5. Dobór łożysk i sposoby łożyskowania

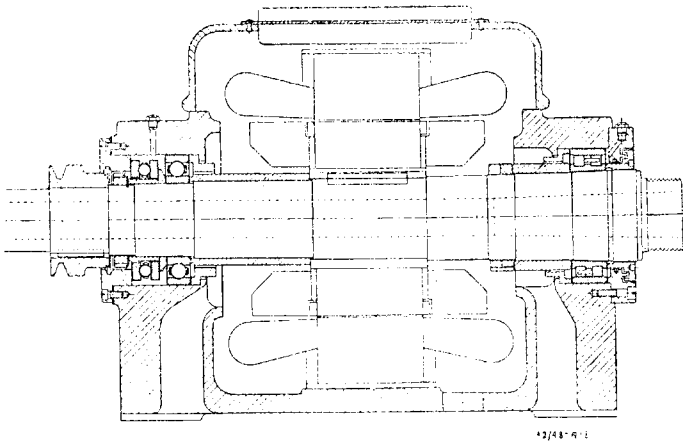
Wymagania jakie są stawiane łożyskom kulkowym i rolkowym w obrabiarkach są tak różne, że nie można kierować się określonym sposobem przy wyborze wielkości łożyska, gdyż z jednej strony nie zawsze można teoretycznie ustalić obciążenie łożyska, z drugiej zaś strony należy się liczyć ze zmiennymi warunkami pracy. Określenie wymiarów wrzeciona odbywa się często na drodze doświadczalnej, co również dotyczy wyboru typów łożysk.

### Tokarki

Przykład ułożyskowania wrzeciona dla bardzo dokładnych obrabiarek przedstawia rys. 16.

Po stronie uchwytu jako łożysko promieniowe zastosowano łożysko cylindryczno-rolkowe typu NN 30 K, a z tyłu łożysko tego samego typu lub jednorzędowe cylindryczno-rolkowe typu N lub NU (w wykonaniu C 152). Do osiowego ustalenia wrzeciona służą dwa łożyska kulkowe posiowe typu 511 (w wykonaniu C 05), które zapewniają wrzecionu dużą sztywność w kierunku osiowym.

Dwurzędowe łożyska cylindryczno-rolkowe znalazły przy tego typu obrabiarkach szczególnie szerokie zastosowanie. Dla ułożyskowania innych wałków w przykładzie



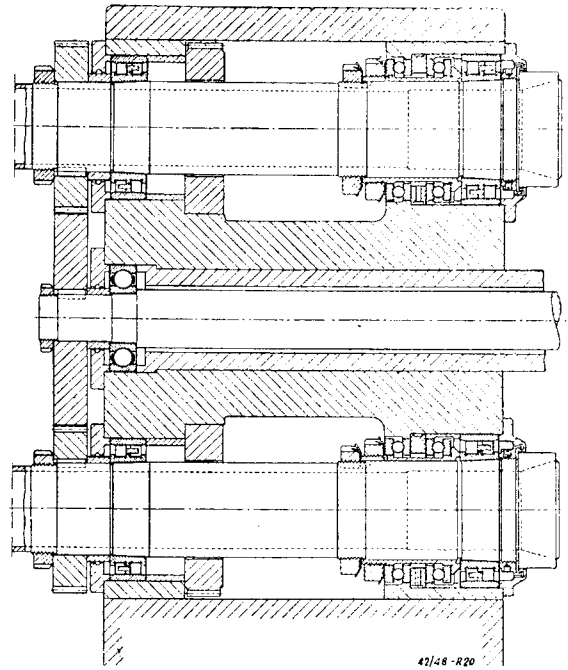
Rys. 18. Ułożyskowanie wrzeciona tokarki szybkoobrotowej

przedstawionym na rys. 16 zamiast łożysk stożkowo - rolkowych można stosować łożyska kulkowe jednorzędowe.

Ułożyskowanie wrzeciona dla zwykłych tokarek kłowych (produkcyjnych) przedstawia rys. 17. Również i w tej tokarce jako łożysko promieniowe po stronie uchwytu zastosowano łożysko typu NN 30 K. Do przejścia sił osiowych skierowanych tu przeważnie w jednym kierunku, użyto łożysk serii 511 lub 512 (wykonanie C 05).

Obok łożyska kulkowego poosiowego znajduje się łożysko kulkowe promieniowe jednorzędowe typu 62 lub 60 X (w wykonaniu C 15 lub C 153), które umożliwia wspólnie z łożyskiem poosiowym nastawienie osiowe wrzeciona bez luzu.

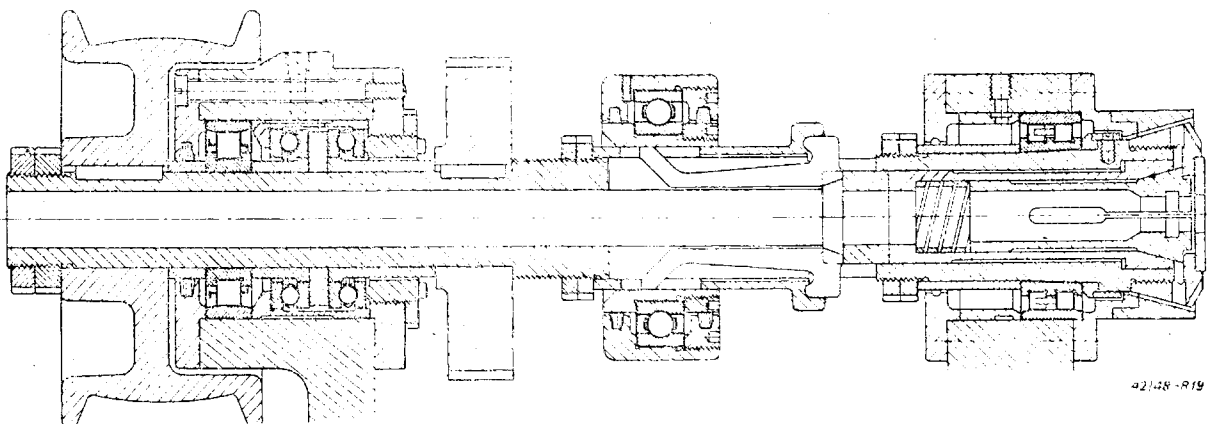
Rysunek 18 przedstawia ułożyskowanie, które zgodne jest w głównych zarysach z poprzednim. Jest to wrzeciono małej szybkoobrotowej tokarki pochodzenia amerykańskiego z maksymalną ilością obrotów 3.600 na minutę. Oba tylne łożyska nastawiamy w kierunku poosiowym przez podkładanie cienkich blaszek między pokrywę końcową i korpus.



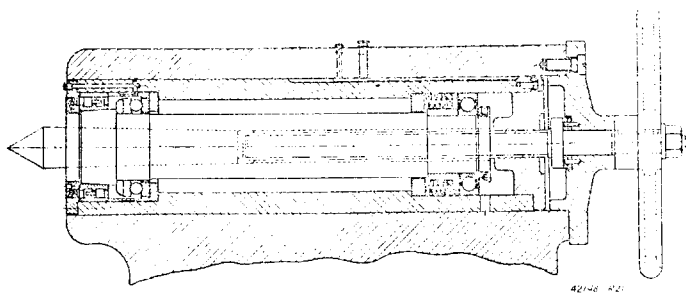
Rys. 20. Przykład ułożyskowania wrzeciona automatu wielowrzecionowego

Rys. 19 przedstawia ułożyskowanie wrzeciona małego automatu. łożyska kulkowe poosiowe, które ustalają wrzeciono osiowo znajdują się w łożysku tylnym, bezpośrednio przy kole napędzającym. Po środku wrzeciona znajduje się przesuwna tarcza, która obraca się na łożysku kulkowym jednorzędowym, bez rowków do osadzania kulek, odznaczającym się dużą nośnością osiową.

Rys. 20 przedstawia, w odróżnieniu od poprzednio przedstawionych, ułożyskowanie wrzeciona, posiadające zarówno z przodu jak i z tyłu dwurzędowe łożyska cylindryczno-rolkowe, w zastosowaniu do automatu wielowrzecionowego. Dla wrzecion tej obrabianki mała wysokość profilu łożyska cylindryczno-rolkowego typu NN 30 K jest szczególnie



Rys. 19. Przykład ułożyskowania małego automatu



Rys. 21. Konik tokarki z obrotowym kłem

korzystna, ponieważ przy znacznej średnicy wrzeciona miejsce na łożysko jest bardzo ograniczone.

### Kły obrotowe

Podczas robót w kłach konik musi podtrzymywać materiał obrabiany oraz przejmować część sił skrawania. Przy stosowanych obecnie szybkościach skrawania nieruchomy kiel konika nie spełnia zadowalająco swego zadania i dlatego zyskały wielkie znaczenie kły, zaopatrzone w łożyska toczne. Również i w tych wypadkach okazały się bardzo korzystne dwurzędowe łożyska cylindryczno - rolkowe.

Stosując kły obrotowe możemy wywierać znacznie większe naciski osiowe niż przy kłach zwykłych, dzięki czemu osiągamy dobre środkowanie przedmiotu obrabianego.

Dalszą zaletą kłków obrotowych jest to, że nie wymagają smarowania nakielków, a ponadto powierzchnie styku nie ulegają zużyciu.

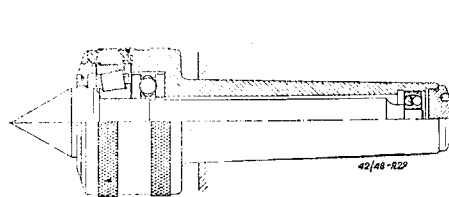
Rys. 21 przedstawia przykład konika tokarki z wbudowanym kłem obrotowym.

Kiel obrotowy konika firmy LMV (rys. 22) posiada budowę, która umożliwia zastąpienie nim mocnych kłków nieruchomych. Przez odpowiednie dociągnięcie łożyska stożkowo - rolkowego i poosiowego za pomocą pokrywy obudowy możemy całkowicie usunąć luz promieniowy i osiowy.

### Wiertarki i wiertarko-frezarki

Wrzeciona małych wiertarek posiadają po stronie końcówki jednorzędowe łożysko kulkowe skośne (rys. 23). Łożysko to jest przeznaczone do przenoszenia nacisków wiertła. Jako górne łożysko stosuje się przeważnie jednorzędowe łożysko kulkowe. Luz łożyskowy jest nastawiany przy pomocy nakrętki, działającej na wewnętrzny pierścień górnego łożyska.

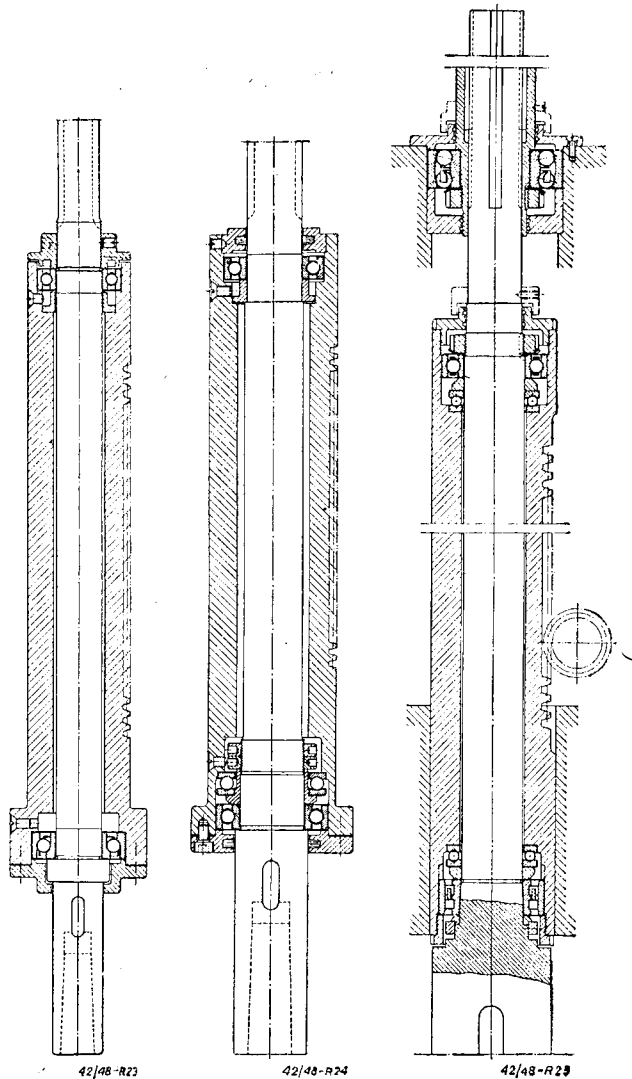
Dla wiertarek ciężkich, w których nacisk wiertła jest stosunkowo duży, dla przejścia go stosujemy łożyska kulkowe poosiowe (rys. 24). Promieniowo łożyskujemy przy pomocy łożysk kulkowych jednorzędowych. Luz dol-



Rys. 22. Kiel obrotowy

nego łożyska jest nastawiany przy pomocy przekładek między dolną pokrywą a tuleją wrzeciona.

Ciężkie wiertarki służą często poza wierceniem również do innych prac jak np. do wytaczania jednostronnie działającym narzędziem. W takich obrabiarkach siły działa-



Rys. 23.

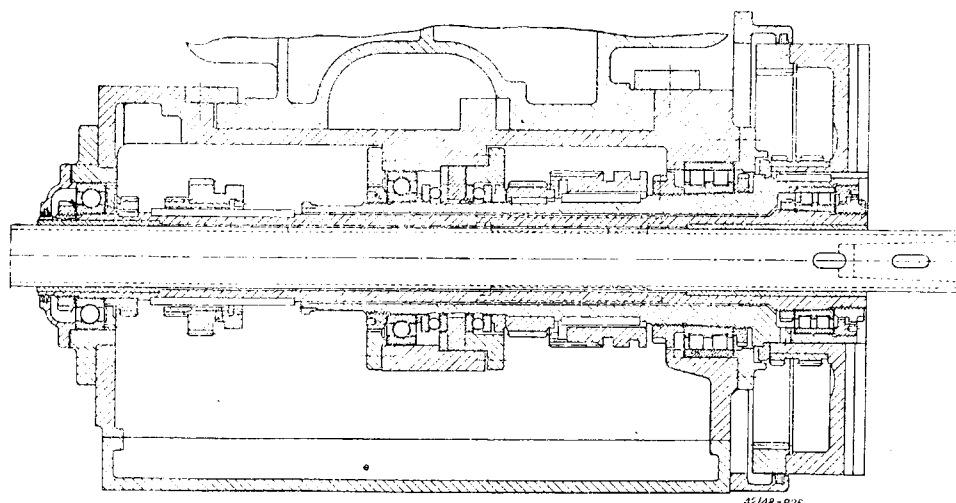
Rys. 24.

Rys. 25.

Rys. 23. Przykład ułożyskowania wrzeciona małej wiertarki

Rys. 24. Przykład ułożyskowania wiertarki typu ciężkiego

Rys. 25. Przykład ułożyskowania wrzeciona wiertarki przystosowanej do wytaczania



Rys. 26. Ułożyskowanie wrzeciona wiertarko-frezarki

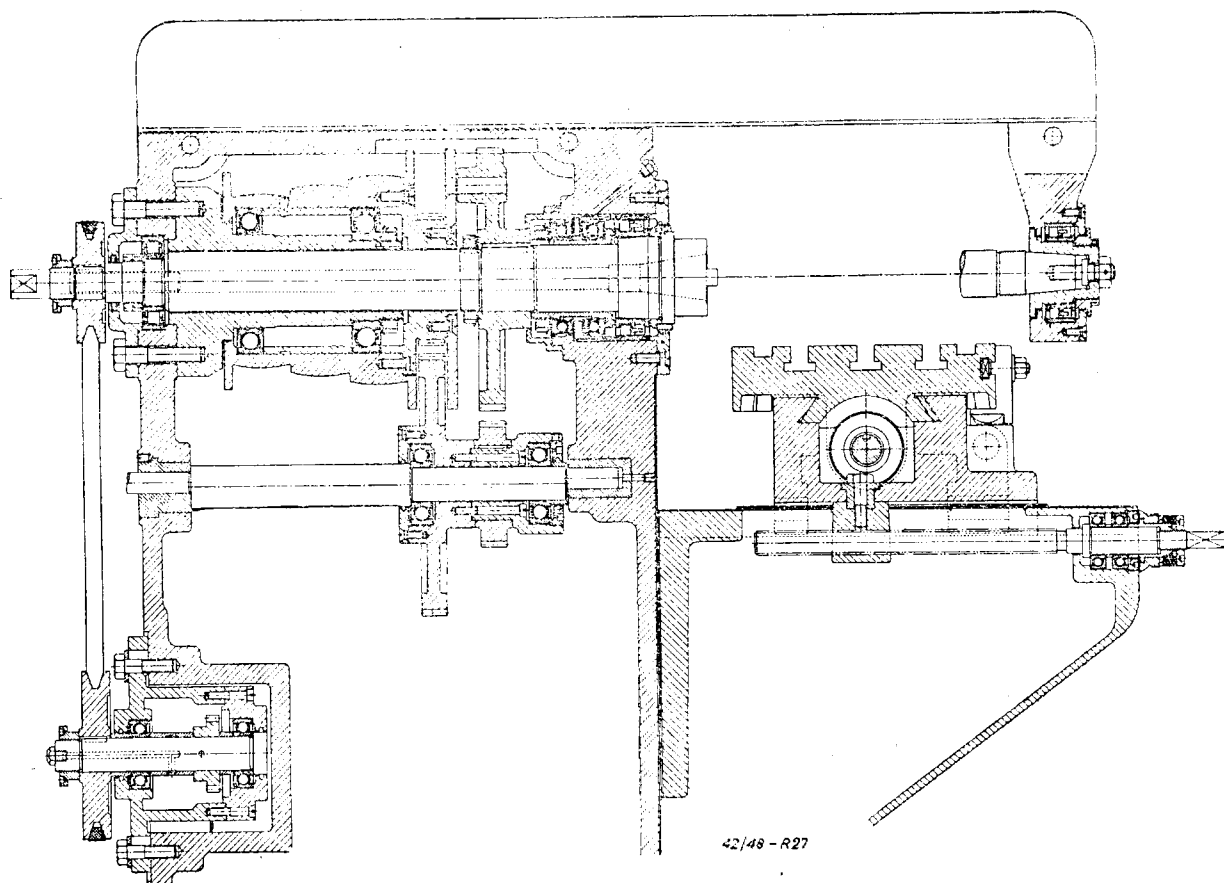
jące na wrzeciono mogą być znaczne i wtedy należy stosować jedno lub dwurzędowe łożysko cylindryczno - rolkowe dla prowadzenia promieniowego wrzeciona.

Rys. 25 przedstawia wrzeciono wiertarki zaopatrzone po stronie końcówki w łożysko szeregu NN 30 K oraz w górnym końcu tulei wrzeciona w jednorzędowe łożysko kulkowe. Pierścień wewnętrzny łożyska cylin-

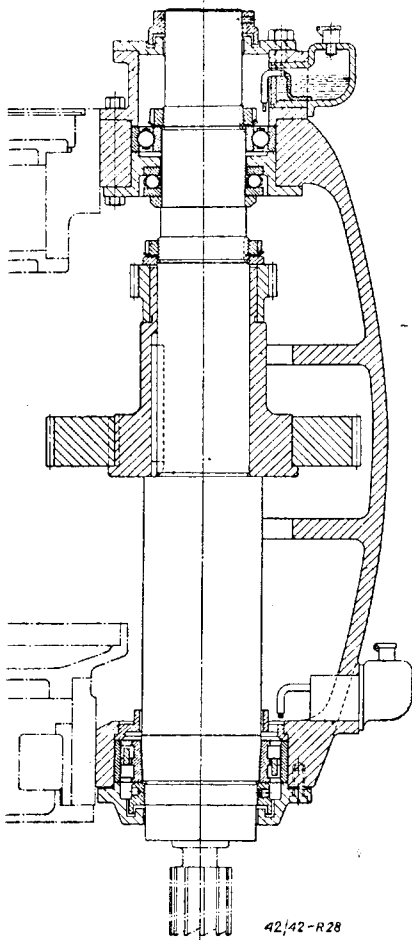
dryczno - rolkowego, posiadający stożkowy otwór styka się z dzielonym pierścieniem odległościowym w celu umożliwienia przeniesienia nacisków wiertła.

Przy wyborze górnego łożyska wrzeciona należy zwrócić uwagę na najmniejszą wymaganą średnicę wrzeciona wiertarki.

W wiertarko - frezarkach, które służą nie tylko do wiercenia ale także do toczenia



Rys. 27. Ułożyskowanie wrzeciona frezarki poziomej



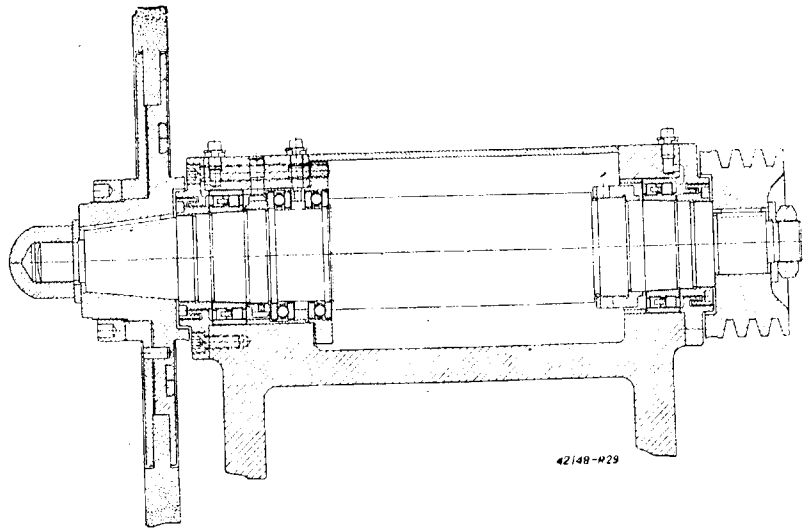
Rys. 28. Ułożyskowanie wrzeciona frezarki pionowej

i frezowania, za pomocą narzędzi zamocowanych we wrzecionie lub też na tarczy, odgrywa bardzo dużą rolę przestrzeń, jaką zajmuje główne łożysko wrzeciona, ponieważ tuleja wrzeciona wiertarskiego jest ułożyskowana wewnątrz wrzeciona tarczy. Rys. 26 przedstawia przykład takiego ułożyskowania

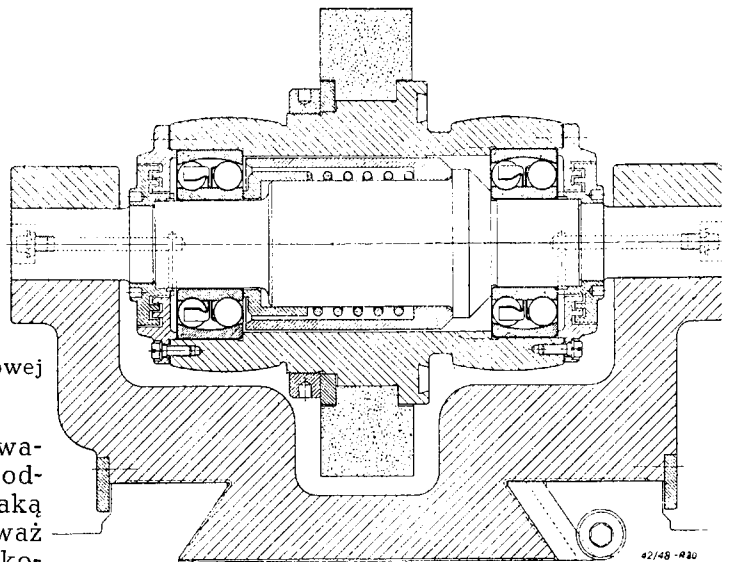
### Frezarki

Siły skrawania przy frezowaniu podlegają okresowym zmianom w zależności od zmian przekroju wióra. Dlatego sztywność wrzeciona i właściwe jego ułożyskowanie posiadają we frezarkach bardzo wielkie znaczenie. Bardzo korzystne okazały się tu ułożyskowania podobne do stosowanych w tokarkach.

Przykład ułożyskowania wrzeciona frezarki poziomej przedstawia rys. 27. Przy trzpieniu frezarskim znajduje się dwurzędowe łożysko cylindryczno - rolkowe. Aby osiągnąć dokładny bieg maszyny nie należy obciążać wrzeciona siłami wywieranymi przez pas. Na rysunku przedstawione jest t. zw. wrzeciono odciążone. Frezarki pionowe (rys. 28) są łożyskowane na podobnych zasadach.



Rys. 29. Ułożyskowanie wrzeciona szlifierki przystosowanej do dużych tarcz szlifierskich

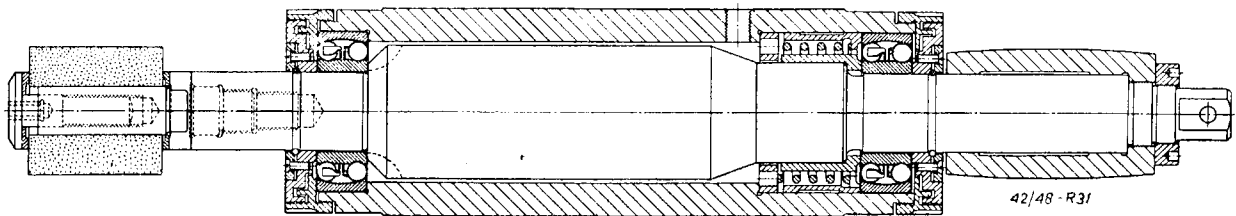


Rys. 30. Ułożyskowanie szlifierki do walców

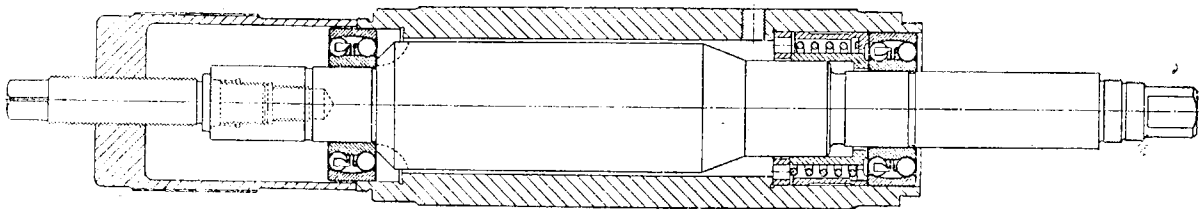
### Szlifierki

W tokarkach, wiertarkach i frezarkach siły skrawania stanowią główną część obciążenia łożysk. W szlifierkach siły te są bardzo małe. Ponieważ jednak wirujące masy nie są nigdy doskonale wyważone, działają na wrzeciono, szczególnie przy dużych obrotach, siły odśrodkowe. Siły te nie powinny jednak wywoływać drgań. Jest to warunkiem koniecznym zarówno dla otrzymania prawidłowej powierzchni przedmiotu obrabianego, jak i dla trwałości tarczy szlifierskiej. Łożyska wysoko obrotowych tarcz szlifierskich nie mogą się grzać, wywoływać by to mogło bowiem niepożądane deformacje. Rys. 29 przedstawia ułożyskowanie wrzeciona dla dużych tarcz szlifierskich jednostronnie podpartych.





Rys. 31. Ułożyskowanie wrzeciona szlifierki do otworów



Rys. 32. Demontaż łożyska wrzeciona szlifierki

Dobre uszczelnienie łożysk jest konieczne we wszystkich obrabiarkach. Szczególnie ważne jest ono przy szlifierkach, gdzie łożysko musi być zabezpieczone przed przedostawaniem się pyłu szlifierskiego. Uszczelnienie po stronie tarczy wykonywane jest jako wielokrotny labirynt.

Dla szlifierek do walców, z tarczą osadzoną między dwoma łożyskami można z powodzeniem stosować konstrukcję wg rys. 30. Łożyska kulkowe wahlliwe, jakie zostały tu zastosowane są osadzone w oprawie w kształcie tulei. Nieruchomy trzpień na którym są umieszczone łożyska zaciśnięty jest w dwóch dzielonych koźłach. Tarcze mogą być wymienione bez potrzeby demontowania łożysk. Rys. 31 przedstawia wypróbowane ułożyskowanie wrzeciona szlifierki do otworów. Ze względu na bardzo dużą ilość obrotów tarczy szlifierskiej przy szlifowaniu małych otworów najlepiej do łożyskowania wrzecion tych szlifierek nadają się łożyska kulkowe wahlliwe, w szczególności łożyska typu 22. Łożyska te, ze specjalnymi koszykami, łatwo pokonują trudności, występujące w związku z bardzo dużymi obrotami. Granicę, od której należy stosować koszyki specjalne określa iloczyn  $d_m \cdot n = 500\,000$ . Jeśli  $d_m \cdot n$  jest mniejsze niż 500 000, można stosować koszyki normalne. Wykonanie łożysk w tym wypadku powinno być w klasie C 15.

Obydwa łożyska są ustalone osiowo na wrzecionie przy pomocy pierścieni labiryntowych, które trzymane są osiowo przy pomocy pierścieni sprężynujących, leżących w rowkach wrzeciona. Należy unikać wkręcania pierścienia labiryntowego na wrzeciono, ponieważ gwint ułatwia zginanie końca wrzeciona.

Dzięki dociskowi sprężyny, łożysko znajduje się we wszystkich warunkach pracy pod stałą siłą, przez co wrzeciono obraca się bez luzów i drgań.

Siła sprężyny musi być większa od największego obciążenia osiowego wrzeciona. W przybliżeniu można liczyć

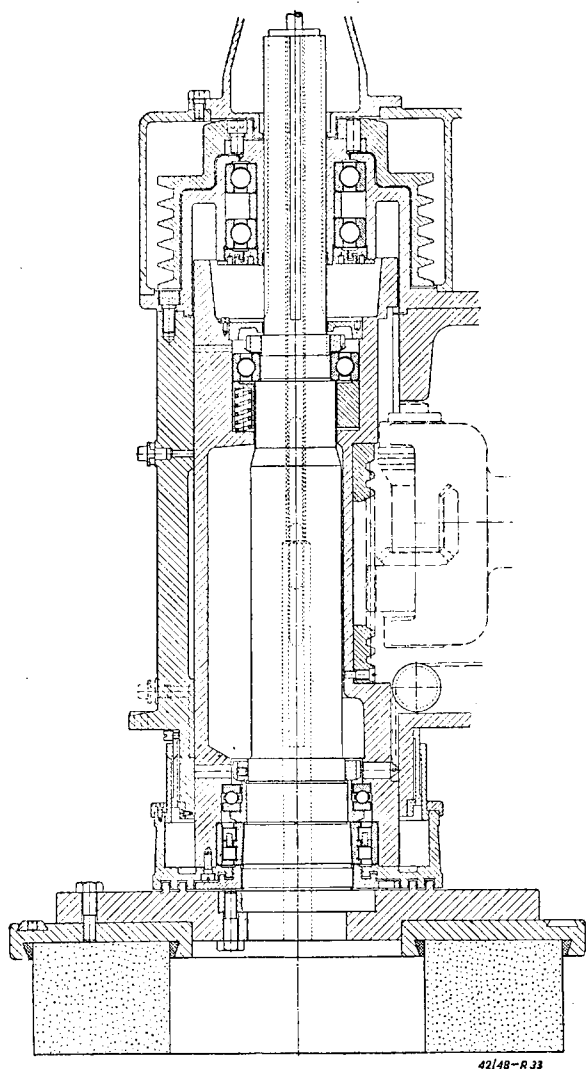
$$P \approx 0,5 d,$$

gdzie  $P$  jest siłą sprężyny w kG, a  $d$  średnicą otworu łożyska w mm.

Przy montażu szlifierki do otworów należy przede wszystkim wtłoczyć łożysko kulkowe po stronie tarczy na czop wrzeciona, następnie wrzeciono razem z łożyskiem, stosując lekkie uderzenia, wbić w odbudowę. Po tym można wbudować łożysko po stronie napędu wraz ze sprężyną. Pierścień wewnętrzny należy wtłaczać na czop wrzeciona przy pomocy specjalnych narzędzi pomocniczych, które równocześnie prowadzą pierścień zewnętrzny, tak, że ten nie może ustawić się skośnie.

Rys. 32 przedstawia demontaż łożyska wrzeciona szlifierki, wykonanego tak, jak pokazano na rys. 31. Używa się przy tym ściągacza, złożonego z tulei i wkręcanego w nią sworznia. Przy pomocy sworznia, który jest wkręcony we wrzeciono, można wyciągnąć wrzeciono z łożyskiem, znajdującym się po stronie tarczy. Wrzeciono obraca się przy tym tak, że nie ma niebezpieczeństwa wtłoczenia kulek w bieżnię.

Rys. 33 przedstawia ułożyskowanie, przystosowane dla wrzecion pionowych szlifierek do płaszczyzn. Nad tarczą znajduje się dwurzędowe łożysko cylindryczno - rolkowe, które umożliwia zastosowanie stosunkowo bardzo dużej średnicy wrzeciona, mimo ograniczenia miejsca. Do osiowego ustalenia



Rys. 33. Ułożyskowanie wrzeciona szlifierki pionowej

wrzeciona, które w tych obrabiarkach musi być specjalnie dokładne, służy łożysko kulkowe poosiowe, które na rysunku znajduje się nad łożyskiem cylindryczno - rolkowym. łożysko to zostaje dociągane przy pomocy sprężyny, która działa na górne promieniowe łożysko wrzeciona, którym jest jednorzędowe łożysko kulkowe.

## 6. Pasowanie łożysk kulkowych i rolkowych

Podstawowym warunkiem dobrej pracy łożysk tocznych jest ich właściwe osadzenie na wale i w oprawie. W zależności od rodzaju obciążenia (obracający się wał, czy oprawa) pierścieni wewnętrzny lub zewnętrzny może posiadać stosunkowo luźne pasowanie.

Łożyska wrzecion obrabiarek powinny być mocno osadzone zarówno na wale, jak i w oprawie, ponieważ w przeciwnym wy-

padku, podobnie jak przy luzie w samym łożysku tocznym, nie otrzymalibyśmy dokładnej powierzchni obrabianej.

TABLICA VII

Średnica wału w mm				Tolerancja wału	
Łożyska promieniowe				Małe obciążenie, wymagany lekki demontaż	Normalne obciążenie
Łożyska rolkowe		Łożyska kulkowe			
ponad	do	ponad	do		
—	—	—	18	<i>h</i> 5	<i>j</i> 5
—	40	18	100	<i>j</i> 5	<i>k</i> 5
40	160	100	—	<i>k</i> 5	<i>m</i> 5
160	225	—	—	<i>m</i> 5	<i>n</i> 6
Łożyska poosiowe				<i>j</i> 6	

Tablica VII przedstawia tolerancje dla wrzecion o czopach cylindrycznych. Tolerancje te są słuszne również i dla łożysk innych obrabiarek w wypadkach obracającego się wału.

Tablica VIII przedstawia tolerancje dla otworów opraw wrzecion obrabiarek. Dla innych miejsc łożyskowania w wypadkach „obracającego się wału“ można stosować luźniejsze pasowania.

TABLICA VIII

Średnica otworu oprawy w mm			Tolerancja oprawy
Łożyska promieniowe			
Łożyska rolkowe		Łożyska kulkowe	
ponad	do		
—	125	—	<i>M</i> 6
125	250	—	<i>N</i> 6
250	—	—	<i>P</i> 6
—	—	wszystkie wielk.	<i>K</i> 6*)
Łożyska poosiowe			<i>H</i> 8

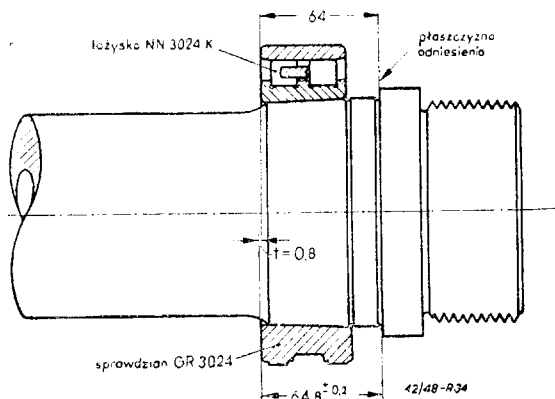
\*) Gdy wymagamy przesuwności łożyska w oprawie, jak np. w łożyskach kulkowych niektórych szlifierek oprawa powinna mieć po stronie koła pasowego tolerancję *J* 6.

Dla dwurzędowych łożysk cylindryczno-rolkowych czop stożkowy musi być właściwie wykonany. Do sprawdzenia czopa najlepiej jest używać sprawdzianu pierścieniowego, wykonanego lub skontrolowanego przez firmę wytwarzającą łożyska, który może zapewnić to, że czop będzie odpowiadał trzpieniowi, na którym wykonywana była ostatnia operacja przy obróbce pierścienia, to jest szlifowanie wykańczające bieżni.

Przy pomocy sprawdzianu pierścieniowego można kontrolować zarówno kąt stożka, jak i średnicę czopa. Kąt stożka badamy przy pomocy tuszowania; średnicę przez mierzenie odległości między powierzchnią czołową

sprawdzianu, osadzonego ręcznie na czopie, a uprzednio określoną płaszczyzną odniesienia.

Rys. 34 przedstawia sposób, w jaki należy ustalać wymiary czopa stożkowego wrzeciona. Firma SKF dostarcza tablice sprawdzianów pierścieniowych, dostosowanych do łożysk typu NN 30 K, które podają wymiar  $t$ , jak również odpowiednią tolerancję tego wymiaru. Należy zwrócić uwagę na to, że nie można dokładnie zgóry określić miejsca, w którym zostanie przy montażu osadzony pierścień wewnętrzny. Jeśli zostaną zachowane zalecane przez wytwórnictwo wymiary  $t$ , wówczas pierścień wewnętrzny po odpowiednim wtłoczeniu będzie się znajdował z nieznaczną odchyłką pośrodku pierścienia zewnętrznego, osadzonego w oprawie łożyska.



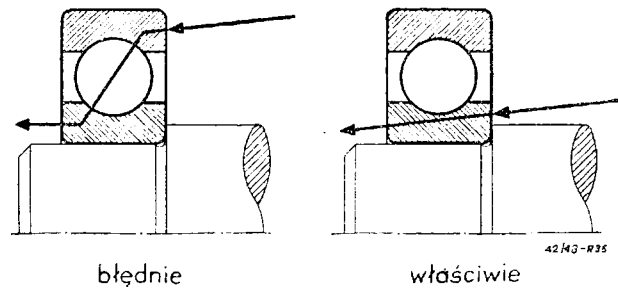
Rys. 34. Sposób sprawdzania czopa stożkowego do osadzenia łożyska cylindryczno-stożkowego

Bardzo duże znaczenie posiada równoległość i prostokątność do osi wału płaszczyzn czołowych pierścieni odległościowych, tulei odległościowych, wkładek pierścieniowych i kołnierzy. Nawet małe odchyłki mogą powodować krzywienie się wrzeciona, przez co powstaną drgania, powodujące zaburzenia w pracy.

## 7. Przepisy montażowe

Podczas wbudowy łożysk na wrzeciona należy zwrócić specjalną uwagę na ochronę łożysk przed zabrudzeniem, wilgocią i wszelkiego rodzaju uszkodzeniami. Dlatego też montaż powinien odbywać się w specjalnie do tego celu przeznaczonych pomieszczeniach albo salach, gdzie jest czyste powietrze i nie ma maszyn, które powodują powstawanie wiórów, kurzu lub dymu. Przebieg wbudowy jest oczywiście zależny od ułożenia łożysk. Ogólnie obowiązują następujące zasady:

- a) Oprawy łożyskowe, wały, tuleje i wszelkie przynależne części muszą być przed wbudową starannie wymyte i wysu-



Rys. 35. Błędny i właściwy sposób zdejmowania łożyska z wałka

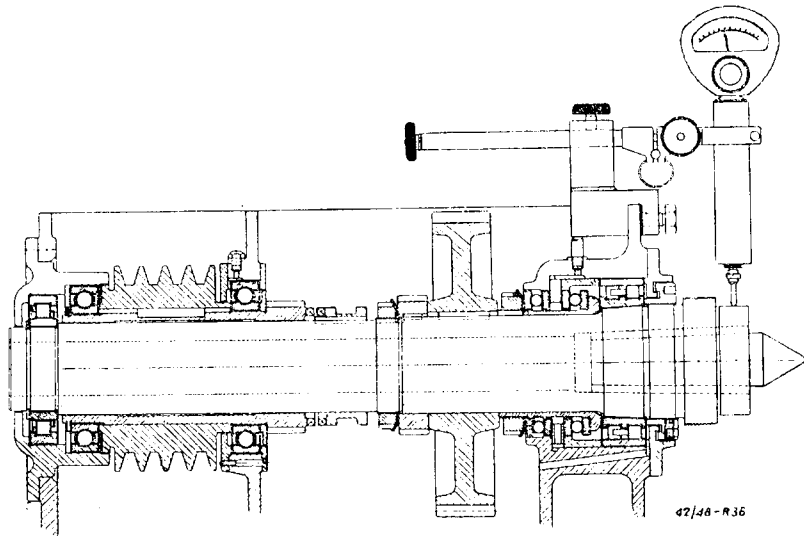
szone. Łożyska toczne, o ile są rozpakowywane dopiero przy montażu, nie wymagają czyszczenia, bowiem ochronny środek przed rdzą, którym są one pokryte, posiada dobre właściwości smarne. Jedynie dla bardzo małych szybkoobrotowych łożysk, np. przy szlifierekach do otworów, stosowany środek ochronny może być za gęsty i dlatego łożyska te powinny być uprzednio wymyte.

- b) Pierścień wewnętrzny nie może być zdejmowany przez uderzenie pierścienia zewnętrznego (patrz rys. 35). Należy to uwzględnić przy konstrukcji.
- c) Jeśli uderzamy hartowanymi narzędziami, np. młotkiem, przecinakiem lub t. p. bezpośrednio w pierścieniu łożyska, albo części toczne, powstają małe trwałe odkształcenia, które stanowią początki pęknięć. Przy wtłaczaniu łożysk należy używać do przeniesienia nacisku na pierścień łożyska płytek mosiężnych, rur z miękkiej stali, lub t. p.
- d) Siła, jaka jest potrzebna do osadzenia wtłaczanego pierścienia łożyskowego może być wydatnie zmniejszona przez lekkie naoliwienie czopów łożyskowych. Również lekkie wysmarowanie oliwą otworu pierścienia wewnętrznego ułatwia wtłaczanie na stożkowy czop.
- e) Podczas zamocowywania łożysk przy użyciu nakrętek lub śrub należy wał powoli obracać, aby móc wyczuć ewentualne zakleszczenie się elementów tocznych, które spowoduje trudniejsze obracanie się wału. Przez obracanie wału uniknąć można wgnieceń na bieżniach, a ewentualne drobne odkształcenia rozkładają się równomiernie na całą bieżnię.

Podczas montażu wrzeciona, zaopatrzonego po stronie przedniej w dwurzędowe łożysko rolkowe cylindryczne, należy uważać przede wszystkim na prawidłowe osadzenie pierścienia wewnętrznego na stożkowym czopie, gdyż w ten sposób reguluje się luz w łoży-

sku. Właczanie na „wycucie“ nie daje żadnej pewności. Przy pierwszym osadzaniu łożyska pozostać jeszcze może pewien luz, wymagający powtórnej regulacji; może również powstać w łożysku niepożądane naprężenie, którego późniejsze usunięcie jest rzeczą trudną.

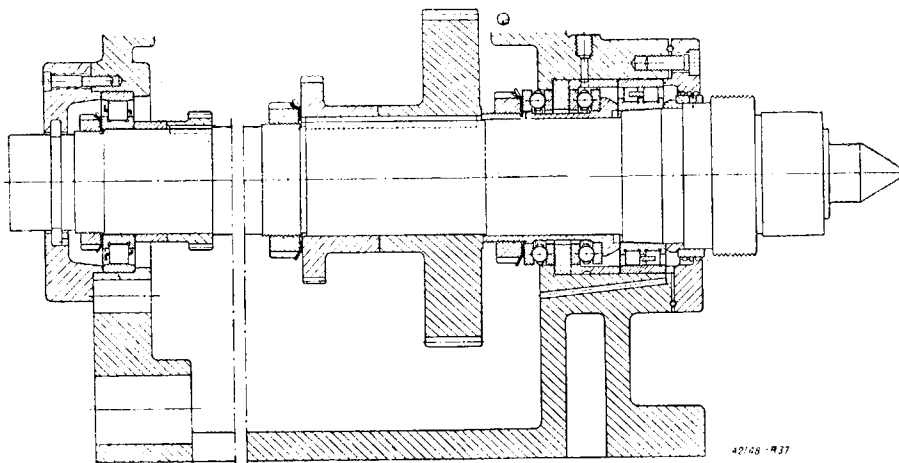
cówki wrzeciona. Sposób ten można stosować przy łożyskach, które na skutek małego rozszerzenia pierścienia częściowo jeszcze zachowały luz. Przy pewnej wprawie można w ten sposób obserwować zmniejszenie luzu podczas osadzania łożyska do chwili, kiedy wynosić on będzie 5  $\mu$ .



Rys. 36. Sposób mierzenia luzu łożyskowego

Opisany w dalszym ciągu sposób wbudowy daje natomiast pewność prawidłowego nastawienia łożyska. Wyjaśniony zostanie sposób usuwania luzu przez właczanie pierścienia wewnętrznego, mierzenia luzu, obli-

W wypadkach, kiedy pożądane są szczególnie dokładne pomiary, jak np. przy wrzecionach szlifierskich, posługiwać się można przyrządem przedstawionym na rys. 38. Do końcówki wrzeciona przyłącza się ciężarek

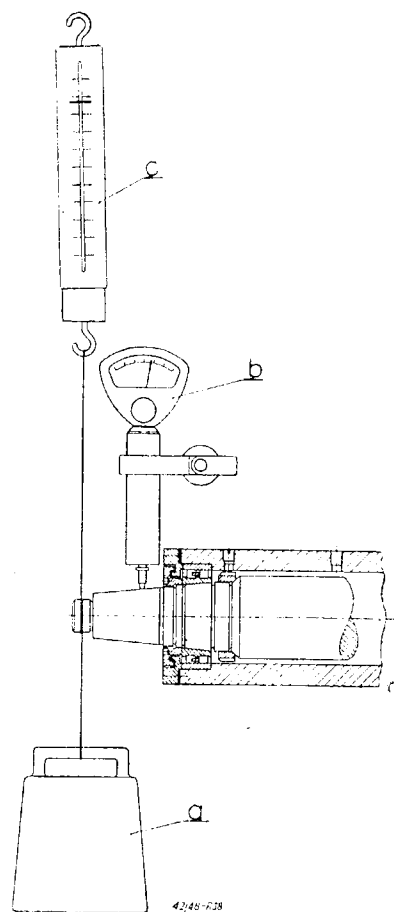


Rys. 37. Przykład ułożyskowania wrzeciona tokarki

czania bocznego przesuwu pierścienia na stożku, jak również właczanie pierścienia wewnętrznego do poprzednio ustawionej przeciwnakrętki (rys. 36) lub odsady (rys. 37).

Luz łożyskowy mierzymy przy pomocy umieszczonego na korpusie wrzeciennika czujnika (patrz rys. 36); końcówka czujnika dotyka we właściwym miejscu do koń-

cówki wrzeciona, który łącznie z ciężarem wrzeciona wywołuje obciążenie łożyska rolkowego, skierowane ku dołowi. Do końcówki wrzeciona przykładają się czujnik *b* i odczytuje położenie wskazówki. Następnie odciąga się stopniowo przy pomocy wagi sprężynowej *c* lub urządzenia dźwigniowego końcówkę wrzeciona, odczytując każdorazowo położenie



Rys. 38. Sposób pomiaru luzu w łożysku wrzeciona szlifierki

wskazówki czujnika. Ciągnięcie ku górze należy powiększać stopniowo aż do uzyskania wielkości, odpowiadającej w przybliżeniu najwyższemu obciążeniu, skierowanemu w dół. Odczyty czujnika w zależności od obciążeń wagi sprężynowej nanosi się na wykres, z którego odczytuje się występujący luz łożyskowy. Wykres taki przedstawiony jest na rys. 39. Linia wykresu wykazuje od 0 do 30 kG sprężynowanie wrzeciona pod wpływem obciążenia, skierowanego w dół, od 35 do 60 kG — sprężynowanie wrzeciona na skutek obciążenia, skierowanego w górę. Oba odcinki będą prawie proste i równoległe, ponieważ przy tak małych obciążeniach, jak w danym wypadku, sprężynuje tylko wrzeciono. Samo łożysko sprężynuje bardzo nieznacznie. Przy obciążeniu wagi sprężynowej od 30 do 35 kG (zależnie od ciężaru  $a$  i ciężaru wrzeciona) przednie łożysko wrzeciona jest całkowicie odciążone, co uwidacznia się na wykresie przez skok linii, odpowiadający wielkości luzu łożyskowego. Gdyby łożysko nie wykazywało luzu, wówczas linia pomiędzy obciążeniami wagi sprężynowej od 0 do 60 kG biegłaby prosto. Przedłużając linię wykresu, tak, jak przedstawiono na rys. 39 przy pomocy linii

kreskowej, można odczytać bezpośrednio luz łożyskowy. W danym wypadku otrzymujemy luz łożyskowy  $= 5 \mu$ , (pomijając pewne nieznaczne niedokładności pomiaru i odczytów). Określenie najodpowiedniejszego luzu łożyskowego zależy od rodzaju wykonywanej pracy; przy wrzecionach szlifieryskich leży on na ogół między 0 a  $5 \mu$ .

W większości tokarek, frezarek i wiertarek pożądane jest nie tylko całkowite usunięcie luzu, lecz również i wpływu elastycznych odkształceń, powstających w łożysku podczas obciążenia oraz wskutek zużycia łożysk. Cel ten osiągnąć można przez dalsze rozszerzenie pierścienia wewnętrznego, przez co usuwa się najpierw istniejący jeszcze luz łożyskowy  $5 \mu$ , a następnie osiąga naprężenie wstępne, to znaczy luz ujemny. Opisane wyżej zmniejszenie luzu  $g$  wymaga posiowego wtłoczenia  $a$ , obliczonego wg wzoru

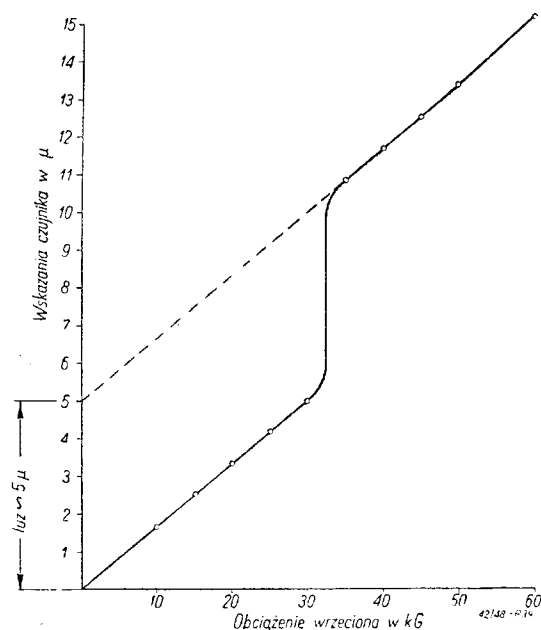
$$a = f \cdot g,$$

przy czym  $f$  — jest to współczynnik, zależny do owalizacji, przekroju pierścienia wewnętrznego i przekroju wrzeciona. Wartości  $f$  dla

TABLICA IX

$\frac{d_a}{D_m}$	0,3	0,6	0,7	0,8	0,9
$f$	13,5	14	15	17	25

łożysk rolkowych typu NN 30 K uwidocznione są w tabelicy IX, gdzie  $d_a$  oznacza średnicę otworu wrzeciona, a  $D_m$  — średnicę wrzeciona w środku osadzenia łożyska.



Rys. 39. Wykres zależności luzu łożyskowego od obciążenia

W wyżej wyszczególnionych obrabiarkach przy zastosowaniu starannie wykonanych czopów łożyskowych można się zadowolić naprężeniem wstępnym  $5 \mu$ . Wystarczy zatem po osiągnięciu luzu  $5 \mu$  dodatkowo rozszerzyć pierścień o  $10 \mu$ , dokonując przy tym pomiaru.

Poniżej podane są wskazówki postępowania przy wbudowie łożysk wrzecion wg rys. 36 i 37.

1. Tuleja odległościowa dla łożysk poosiowych, pierścienie zewnętrzne łożysk promieniowych, koła pasowe i t. p. wmontowuje się w korpus wrzecienika.
2. Pierścień wewnętrzny łożyska wraz z rolkami osadza się ręcznie na czopie stożkowym wrzeciona, następnie wkłada się przednie łożysko poosiowe wraz z tuleją.
3. Wrzeciono wprowadza się do wrzeciennika, nakładając następnie tylne łożysko oporowe, nakrętki, koła zębate, sprzęgła i t. p. oraz osadza się pierścień wewnętrzny tylnego łożyska; należy uważać, aby przy wprowadzaniu pierścienia wewnętrznego (wraz z kompletem rolek) do pierścienia zewnętrznego tylny koniec wrzeciona prowadzony był promieniowo w celu zapobieżenia uszkodzeniu rolek, lub bieżni. Przy konstrukcji, uwidocznionej na rys. 36 prowadzenie takie osiąga się przez otwór tulei koła pasowego; przy rozwiązaniu wg rys. 37 używać można do tego celu tylnej pokrywy łożyska. Zaleca się stosować w miarę możliwości montaż w położeniu pionowym.
4. Nakrętkę łożyska osiowego należy lekko dociągnąć, obracając przy tym wrzeciono, aby kulki mogły się centrycznie ustawić na bieżni. To zamocowanie nie może być jednak tak silne, aby zakłócało później dokonywane pomiary.
5. Nakrętkę do zaciskania łożyska cylindryczno - rolkowego należy stopniowo dociągać dokonując przy tym pomiarów tak, aby ostatecznie luz promieniowy wynosił  $5 \mu$ .
6. Zabezpiecza się przeciwnakrętką, doprowadza się do właściwego wymiaru pierścienia odległościowy i wkłada tak, aby osiowy luz pozostał niezmienny. Następnie dociąga się nakrętkę wału do chwili zniknięcia luzu osiowego, tak że łożysko otrzymuje pożądane napięcie.
7. Nakrętkę łożyska poosiowego rozluźnia się cokolwiek, zakręcając ją następnie do chwili wyczucia nieco cięższego obracania się wrzeciona. Z tego wyni-

ka, że łożyska poosiowe są lekko napięte.

8. Po zabezpieczeniu wszystkich nakrętek odbywa się próba wrzeciona, przy czym zwiększa się stopniowo ilość obrotów, aż do osiągnięcia żądanej szybkości; wówczas sprawdza się, czy praca danej łożyska odbywa się spokojnie i bez znacześniejszych wzrostów temperatury.

Przy normalnej obsłudze łożysko rolkowe cylindryczne wymaga powtórnego nastawiania dopiero po kilku latach pracy. Powtarzane nastawianie łożysk byłoby w ogóle zbyt kosztowne, gdyby istniały możliwości absolutnego zabezpieczenia łożyska przed przenikaniem wszelkiego rodzaju zanieczyszczeń, to znaczy również i najdrobniejszego pyłu, unoszącego się w powietrzu, lub znajdującego się w materiałach smarnych.

### 8. Smarowanie

Łożyska toczne obrabiarek smarowane są zwykle olejem, który służy także do smarowania innych elementów mechanizmu. Małe zużycie smaru przez łożyska toczne umożliwia stosowanie smaru stałego. Jeśli obroty nie są zbyt wysokie używamy dla łożysk w zamkniętych obudowach smaru stałego, o ile w pobliżu łożysk nie ma części wymagających smarowania oliwnego.

Dobry smar powinien posiadać następujące właściwości:

1. Być wolny od wszelkich chemicznie lub mechanicznie szkodliwie oddziaływujących cząstek, jak wody, soli, wiórów metalowych i innych zanieczyszczeń.
2. W jak najmniejszym stopniu zdradzać skłonności do zmiany swojej konsystencji, wydzielenia oleju, kwaśnienia i żywienia.
3. Przy smarach stałych punkt topienia winien leżeć powyżej najwyższej temperatury pracy.

#### A. Smarowanie smarem stałym

Przy smarowaniu smarem stałym powinny być wszystkie wolne miejsca łożyska tocznego wypełnione całkowicie smarem, natomiast obudowa łożyska wypełniona tylko do połowy. Jeżeli ilość smaru jest za duża, to może nastąpić przy średnich lub dużych obrotach taki wzrost temperatury, że smar topi się i wycieka z łożyska. Może się również zdarzyć, że rolka czy kulka zostanie w nieobciążonym stanie tak silnie utrzymana przez zbyt wielką ilość smaru, że po ponownym obciążeniu ślizgać się będzie po bieżni i uniemożliwi smarowanie.

Okres czasu, w którym łożysko napełnione smarem może pracować bez potrzeby dodawania świeżego smaru zależy od ilości obrotów, wielkości i budowy łożyska jak również od innych warunków. W zwykłych

wypadkach, to znaczy przy normalnych temperaturach i obciążeniach prawidłowo wykonanych nieruchomych łożyskowań, mogą być określane okresy smarowania w godzinach z podanego wykresu (rys. 40).

Potrzebną ilość smaru ( $G$  gramów) określa się zwykle w zależności od średnicy otworu łożyska ( $d$  w mm) i szerokości ( $B$  w mm) wg wzoru:

$$G \approx 0,01 \cdot d \cdot B \text{ gramów}$$

Potrzebna przy uzupełnianiu ilość smaru wynosi około  $0,005 \cdot D \cdot B$

We wzorze tym  $D$  oznacza zewnętrzną średnicę łożyska, a  $B$  — szerokość łożyska w mm.

### B. Smarowanie olejem

Smarowanie olejowe musi być stosowane wówczas, gdy:

- obroty są tak duże, że okresy smarowania smarem byłyby zbyt krótkie;
- praca tarcia w łożysku powodowałaby wzrost temperatury łożyska powyżej temperatury dopuszczalnej dla smaru;
- łożyska są wbudowane razem z innymi częściami, wymagającymi smarowania olejowego (np. przekładnie zębate).

Tarcie w łożysku i połączony z tym wzrost temperatury są proporcjonalne do lepkości oleju. Jeżeli ze względu na dużą ilość obrotów spodziewamy się znacznego wzrostu temperatury, należy stosować taki olej, którego lepkość w temperaturze pracy zapewnia dobre smarowanie. Dla średnich i dużych łożysk granica ta wynosi około 12 cSt (= 2°E) w temperaturze pracy. Przy małych szybkoobrotowych łożyskach należy, uwzględniając opory rozruchu, przekroczyć tę lepkość. Gdy temperatura łożyska jest niższa, niż + 50 C o ponadto istnieje małe niebezpieczeństwo

zanieczyszczeń, należy olej zmieniać raz na rok. Przy wyższych temperaturach pracy i cięższych warunkach należy olej zmieniać częściej (np. przy temperaturze + 100 C co 2 lub 3 miesiące).

Z tablicy X można odczytać w przybliżeniu lepkość dobrego oleju w temperaturze 50 C, która w temperaturze pracy odpowiada 12 cSt.

TABLICA X

Temperatura pracy C	Lepkość oleju w temperaturze 50 C			
	cSt	E°	R''	S''
30	7	1,55	43	49
40	8,5	1,7	47	54
50	12	2,0	58	66
60	17	2,5	75	86
70	25	3,5	103	120
80	35	4,7	143	164
90	50	6,6	203	232
100	70	9,2	284	325

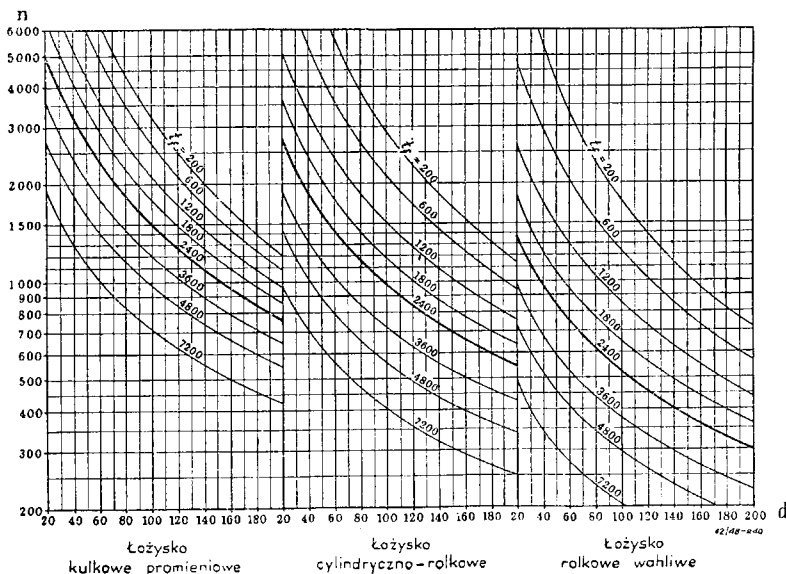
Tablica ta podaje również lepkość, wyrażoną w innych jednostkach, a mianowicie w stopniach Englera (E°), w jednostkach Redwooda (R'') i Saybolta (S'').

Przy dużych obrotach, jak np. przy szlifierkach do otworów można osiągnąć najlepsze rezultaty wtedy, gdy doprowadzamy olej kroplami i jednocześnie uniemożliwiamy mu zbieranie się w łożysku.

Za duża ilość smaru prowadzi do nienormalnie wysokich temperatur, za małe zaś ilości wywołują zużycie łożyska. W ścisłym związku ze sprawą smarowania jest zagadnienie uszczelnienia. Nie tylko bowiem należy doprowadzić odpowiednią ilość smaru, ale należy jeszcze zabezpieczyć łożysko przed dostawaniem się do niego zanieczyszczeń.

### C. Smarowanie mgłą olejową

W smarowaniu mgłą olejową powietrze, zawierające olej w postaci rozpylonej, jest doprowadzane pod pewnym ciśnieniem do miejsc smarowania, gdzie olej osadza się częściowo, lub całkowicie. Wytworzone przy tym nadciśnienie w oprawie łożyska zmniejsza możliwość przedostawania się zewnątrz. Mgła olejowa może być doprowadzana do miejsc smarowania, albo w niezmiennym stanie tzn. takim w jakim wychodzi ona z rozpylacza olejowego, albo przed doprowadzeniem do miejsca smarowanego zostaje skroplona.

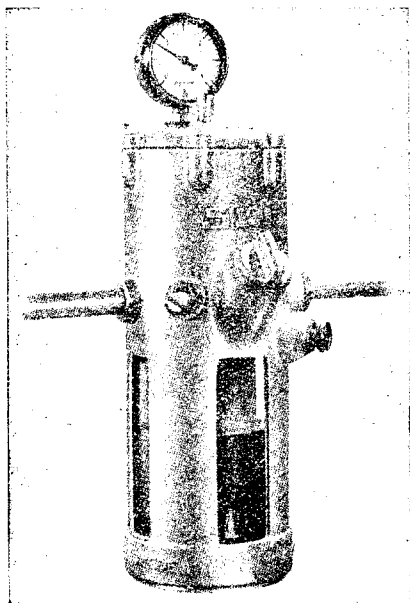


Rys. 40. Wykres do oznaczania okresów smarowania

Skraplanie oleju następuje z reguły w bezpośredniej bliskości miejsca smarowanego w specjalnej końcówce skraplającej. W końcówce tej następuje połączenie, praktycznie biorąc, wszystkich cząsteczek, zawieszonych w mgłę olejowej, w płynny olej, który jest doprowadzany prądem powietrza do miejsc smarowanych.

Korzystna strona stosowania mgły olejowej, jako środka smarującego, polega na tym, że wnika ona we wszystkie wgłębienia miejsc smarowanych. Jednak część oleju uchodzi wraz z powietrzem przez nieszczelności nazewnątrz i tę część tracimy. Jeśli mgła olejowa jest przed doprowadzeniem do miejsca smarowania skraplana, mamy wtedy pełne jej wykorzystanie.

Rys. 41 przedstawia rozpylacz do wytwarzania mgły olejowej, wykonany przez SKF, który jest przeznaczony do smarowania łożysk. Dla celów specjalnych, jak np. smarowanie dużych płaszczyzn, sań lub t. p., jak i przy wierceniu i przeciąganiu, w których to wypadkach mgła olejowa musi być dostarczana w dużych ilościach i pod dużym ciśnieniem, skonstruowała fabryka SKF inny rozpylacz, wyposażony w większy zbiornik.



Rys. 41. Rozpylacz do wytwarzania mgły olejowej

Rozpylacz Nr 262650 X jest zaopatrzony w zawór regulujący, manometr do  $3 \text{ kg/cm}^2$ , filtr powietrzny, filtr olejowy, śruby regulujące dopływ oliwy, dyszę rozpylacza i oddzielną wodę oraz posiada szklany zbiornik oleju o pojemności 0,5 litra.

Przebieg rozpylania oleju w rozpylaczu jest następujący:

Sprężone powietrze do wytwarzania mgły olejowej może być pobierane z sieci sprężo-

nego powietrza o nadciśnieniu do  $8 \text{ kg/cm}^2$ . Powietrze przepływa najpierw przez zawór regulujący, który zmniejsza ciśnienie do właściwej wartości, następnie przechodzi przez filtr olejowy do dyszy rozpylacza. W dyszy tej powietrze chwytą olej. Powstała mieszanina oleju i powietrza, czyli mgła olejowa jest następnie doprowadzana rozgałęziającymi się przewodami z rozpylacza, do poszczególnych miejsc smarowanych.

Ilości powietrza i oleju, wchodzące tu w rachubę, są bardzo niewielkie. Jedno miejsce smarowane zużywa na godzinę około  $1 \text{ cm}^3$  oleju i 5 do 10 litrów powietrza na minutę.

Rys. 42 przedstawia przykład urządzenia, do smarowania skroploną mgłą olejową. Od rozpylacza prowadzi główny przewód 1, od którego odgałęziają się przewody grupowe. Przewody te są wykonane z rurek o prześwicie  $12 \text{ mm}$  (rurka stalowa z gwintem  $R 3/8''$ ). Z przewodami grupowymi są połączone przy pomocy dysz rozdzielających 4 lub trójników przewody 3 (o prześwicie 3 do  $6 \text{ mm}$ ), które prowadzą olej do poszczególnych miejsc smarowanych. Końcówki skraplające 5 mogą być zarówno wkręcone w promieniowe otwory rozdzielacza (lewa strona rys.), lub bezpośrednio w miejsca smarowane (prawa strona rys.). Przy smarowaniu otwartych płaszczyzn należy strumień kropelek oleju, idący z powietrzem, skierować w taki sposób, aby kropelki oleju uderzały bezpośrednio w miejsce smarowane. Można to zrealizować przy pomocy wtryskiwacza. Rys. 42 pokazuje koło zębate, smarowane przy pomocy wtryskiwacza 6.

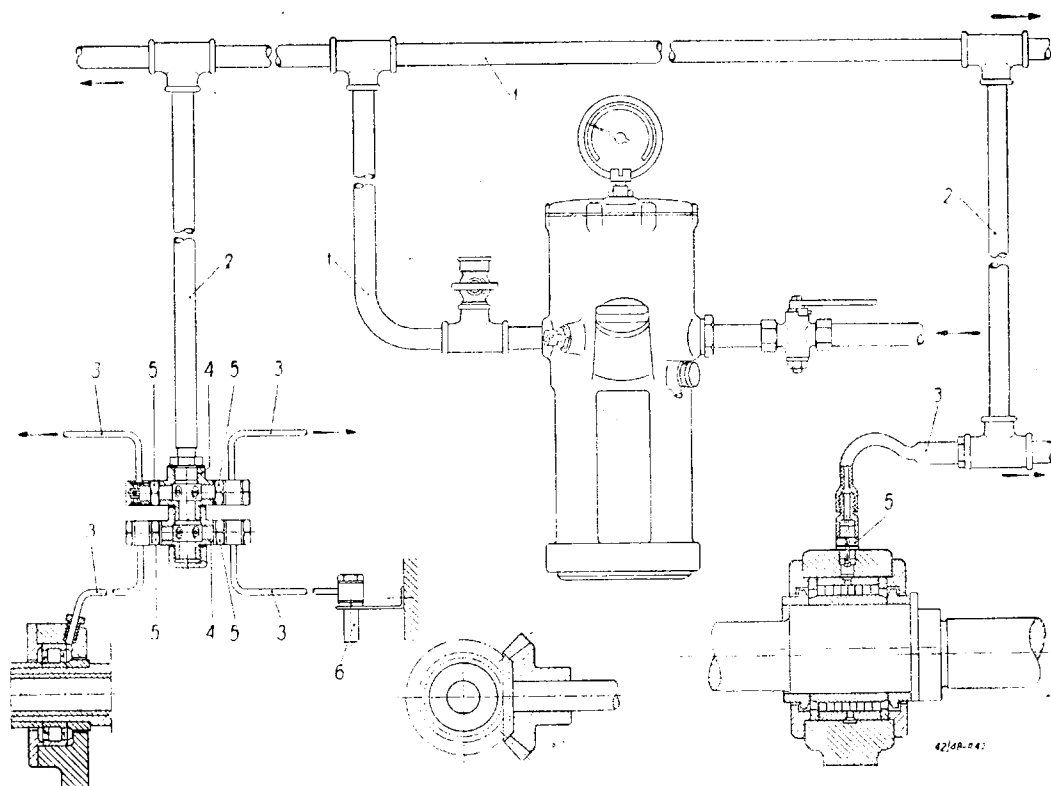
W wypadkach, gdy nie ma sprężonego powietrza do wytworzenia i przenoszenia mgły olejowej, może być rozpylacz uzupełniony małą sprężarką powietrzną.

## 9. Dozór łożysk

Łożyska toczne, które zostały prawidłowo wbudowane z zachowaniem czystości, praktycznie biorąc nie wymagają doglądania. W większości wypadków wystarcza od czasu do czasu obsłuchanie łożysk, lub zbadanie temperatury. Zazwyczaj wystarcza położenie ręki na oprawie łożyska dla zbadania, czy temperatura jego jest normalna. Zbyt wysoka temperatura jest często wynikiem za dużej ilości smaru, i dlatego, temperatura łożyska w pierwszych godzinach po doprowadzeniu smaru musi być dokładnie kontrolowana. Poza tym należy przy uzupełnianiu smaru zwracać uwagę na to, czy zużyty smar nie zawiera zanieczyszczeń, albo czy nie zabarwił się, bowiem w takich wypadkach należy się liczyć z możliwością powstania uszkodzeń łożysk.

Przy szybkobieżnych szlifierkach bardzo trudno jest osiągnąć całkowitą ochronę przed





Rys. 42. Urządzenie do smarowania skroploną mgłą olejową

pyłem i innymi zanieczyszczeniami. Dlatego trwałość tych łożysk jest stosunkowo krótka. Znaczne polepszenie można osiągnąć przez staranne czyszczenie oleju i powietrza, przepływającego podczas pracy przez łożysko.

Jeśli stwierdzi się zużycie lub uszkodzenie łożyska, należy możliwie szybko je wymienić.

Równocześnie należy przez dokładne zbadanie uszkodzonego łożyska ustalić, z jakiej przyczyny powstało uszkodzenie, aby móc go uniknąć na przyszłość.

Wymianę łożysk w obrabiarkach, których wbudowa wymaga dużych umiejętności, należy powierzać tylko wyszolonemu personelowi.

## WYRŁAD ELEMENTÓW MASZYN

Prof. dr inż. Wacław Moszyński „WYRŁAD ELEMENTÓW MASZYN”. Część I. Połączenia. Część II. Łożyskowanie. Część III. Napędy.

Ze względu na ogromne trudności techniczne, związane z wykonaniem dużej ilości rysunków, przygotowaniem tekstu do druku oraz sporządzeniem odpowiedniej ilości czcionek matematycznych, nastąpi znaczne opóźnienie w ukazaniu się drukiem książki.

Aby chociaż w pewnej mierze umożliwić czytelnikom wcześniejsze korzystanie z książki, „WYRŁAD ELEMENTÓW MASZYN” ukaże się w trzech oddzielnych tomach, z których pierwszy, „Połączenia”, znajduje się w druku i wyjdzie z początkiem II kwartału b. r., poza tym prenumeratorzy powyższej książki będą mogli otrzymać odbitki rysunków po cenie kosztów druku (po 10 zł za arkusz formatu A3).

Wzmianki o ukazaniu się książki będą podane na łamach czasopism: „Mechanik” i „Przegląd Mechaniczny”.

Administracja Wydawnictw Książkowych  
Instytutu Wydawniczego SIMP

JERZY MIRACKI

# PRZECIĄGANIE — EKONOMICZNA OBRÓBKA SKRAWANIEM

## Wstęp

Dobrobyt kraju zależy w dużej mierze od ekonomii stosowanych metod wytwarzania. Korzystanie z różnego rodzaju wyrobów przemysłowych przez szeroki ogół jest możliwe jedynie przy zastosowaniu w procesach wytwórczych nowoczesnych ekonomicznych metod. Wszystkie nowoczesne metody wytwarzania charakteryzują się tym, że koszt wytwarzania obniża się przy zwiększeniu ilości wytwarzanych wyrobów. Dlatego też poszczególne zakłady powinny być nastawione w takim kierunku, ażeby wytwarzały jaknajwiększe ilości wyrobów, przy jednoczesnym ograniczeniu ilości typów. Ekonomiczne przygotowanie masowej lub seryjnej produkcji wymaga dużego wysiłku wysoko wykwalifikowanego personelu i znacznych kosztów wykonania pomocy warsztatowych. W wyniku jednak uzyskuje się niskie koszty wytwarzania na skutek zautomatyzowania, a ponadto umożliwia się obsługę maszyn lub urządzeń przez niewykwalifikowany lub tylko przyuczony personel.

Jeżeli chodzi o obróbkę skrawaniem to właśnie przeciąganie jest jedną z takich ekonomicznych metod, znajdującą coraz szersze zastosowanie w przemyśle.

## 1. Charakterystyka procesu przeciągania

Przeciąganie jest to rodzaj obróbki skrawaniem, znajdujący zastosowanie zarówno przy obróbce otworów kształtowych, jak i różnych kształtowych powierzchni zewnętrznych. Wykonywanie kształtowych otworów metodą przeciągania było stosowane od wielu lat, gdyż poprzedni sposób ich wykonywania przez dłutowanie był mało dokładny i bardzo powolny.

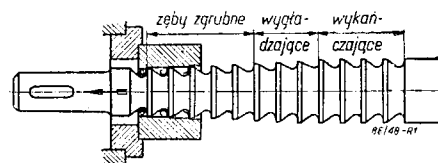
Właściwy rozwój przeciągania datuje się od czasu zastosowania na przeciągacze stali szybko tnącej, zwiększającej trwałość narzędzia i pozwalającej na zastosowanie większych szybkości skrawania, oraz wprowadzenia przeciągarek o napędzie hydraulicznym. Pozwoliło to na zastosowanie przeciągania do obróbki stali o dużych wytrzymałościach, używanych często w nowoczesnych konstrukcjach.

Przeciągarki hydrauliczne pozwalają stosować większe szybkości skrawania i umożliwiają łagodny napęd bez szarpnięć, powodujących niszczenie przeciągaczy.

W miarę rozwoju przeciągania otworów przekonano się o zaletach przeciągania i zaczęto stosować przeciąganie również do obróbki powierzchni zewnętrznych.

Istotą procesu przeciągania związana jest z narzędziami — przeciągaczami.

Rys. 1 przedstawia wypadek wykonania przez przeciąganie, dokładnego otworu cylindrycznego w przedmiocie, w którym uprzednio był wykonany otwór zgruba. Przedmiot jest środkowany (centrowany) we wkładce osadzonej w korpusie przeciągarki. Przeciągacz w przedniej swej części posiada otwór, służący do połączenia go klinem z drągiem ciągnącym przeciągarki. W dalszej części znajduje się szereg cylindrycznych ostrzy skrawających.



Rys. 1. Wykonywanie dokładnego otworu cylindrycznego przez przeciąganie.

Przeciągacze wyróżniają się spośród narzędzi skrawających następującymi cechami:

Przeciągacz jest narzędziem, które całą pracę skrawania wykonuje za jednym jego przejściem.

Praca skrawania rozłożona jest na szereg ostrzy, z których każde skrawa tylko jeden raz na pewnym odcinku drogi przeciągacza.

Każde ostrze przeciągacza, wykonujące pracę tylko jeden raz podczas jednego przejścia przeciągacza, podlega niewielkiemu stopniowi w porównaniu do innych metod skrawania, gdzie każde ostrze narzędzia bierze udział w pracy w często powtarzających się okresach, jak to zachodzi podczas frezowania, lub też skrawa w sposób nieprzerwany (toczenie i struganie).

Dzięki temu przeciągacz jest narzędziem trwałym, pozwalającym zachowywać dokładność przedmiotów przeciąganych przez długi okres czasu.

Przeciągacz pozwala na zastosowanie różnych głębokości wióra dla każdego poszczególnego ostrza. Umożliwia to stosowanie w jednym przeciągaczu głębokości wióra odpowiednich dla obróbki zgrubnej, wygładzającej i wykańczającej.

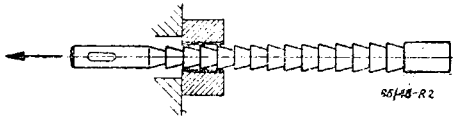
Podczas przeciągania wiór układa się w luce międzyzębnej i wypada dopiero po wyjściu z pracy. Luka międzyzębna musi posiadać więc odpowiednią przestrzeń dla swobodnego pomieszczenia wióra.

Przekrój przeciągacza musi być dobrany tak, aby mógł bezpiecznie przenosić siłę

konieczną do skrawania przewidzianej warstwy materiału.

Warunek ten nie dotyczy przeciągaczy dla kształtów zewnętrznych.

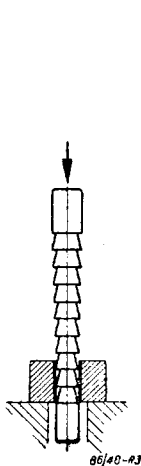
Nowoczesne przeciągarki są to maszyny bardzo proste w obsłudze, tak że niewykwalifikowany robotnik może być w bardzo krótkim czasie przyuczony do jej obsługi.



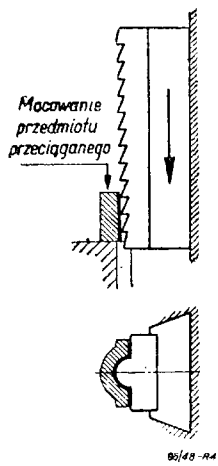
Rys. 2. Przeciągacze — narzędzia narażone na rozciąganie.

Dokładność wykonanej roboty zależy w głównej mierze od dokładności wykonania przeciągaczy i właściwego przygotowania maszyny.

W zależności od rodzaju obróbki metodą przeciągania stosuje się kilka zasadniczych typów narzędzi. Do obróbki otworów służą dwa rodzaje narzędzi, których różnica polega na sposobie wywierania siły koniecznej do skrawania. Są to *przeciągacze*, narzędzia narażone na rozciąganie (rys. 2), których długość jest zależna tylko od możliwości ich wykonania i długości skoku maszyny, oraz *przepychacze*, narażone na wyboczenie (rys. 3)); długość przepychaczy jest ograniczona warunkami wytrzymałościowymi. Dlatego też przepychacze stosuje się w wypadku niewielkich nadmiarów na obróbkę, najczęściej do wykańczania otworów po przeciąganiu. Do obróbki powierzchni zewnętrznych służą *przeciągacze zewnętrzne*, mocowane zawsze na zewnątrz przedmiotu obrabianego, który musi być także odpowiednio niezależnie zamocowany (rys. 4).



Rys. 3. Przepychacze — narzędzia narażone na wyboczenie.



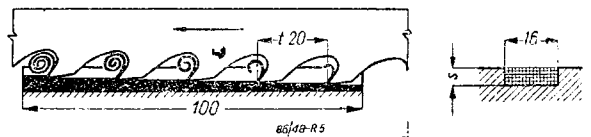
Rys. 4. Zasada pracy przeciągacza zewnętrznego.

## 2. Porównanie przeciągania zewnętrznego z frezowaniem

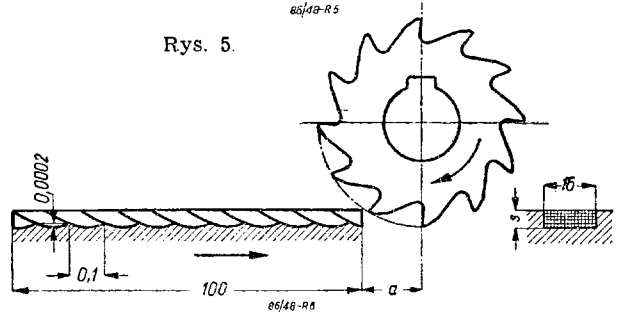
Celem porównania warunków przeciągania zewnętrznego z frezowaniem obierzmy jako przykład obróbkę rowka szerokości 16 mm, a o głębokościach 2, 5 i 10 mm.

Przedmiot na którym wykonujemy rowek posiada długość 100 mm i jest wykonany ze stali 0045. W obu wypadkach bierzemy pod uwagę tylko teoretyczny czas obróbki i ruchu powrotnego, bez uwzględnienia czasów ręcznych.

Rys. 5 przedstawia sposób przeciągania, a rys. 6 — frezowania rowka.



Rys. 5.



Rys. 6.

Rys. 5. Wykonanie rowka prostokątnego przez przeciąganie.

Rys. 6. Wykonanie rowka prostokątnego przez frezowanie.

1) *Przeciąganie*. Przyjmujemy szybkość skrawania 6 m/min, a szybkość powrotną 9 m/min. Przeciągacz ze stali szybko tnącej. Normalna podziałka zębów dla długości przeciągania 100 mm wynosi 20 mm. Zakładamy następujące głębokości warstwy skrawanej na 1 ząb: dla zębów zgrubnych 0,1 mm, dla 2 zębów wygładzających po 0,05 mm, dla dalszych 2 zębów wygładzających po 0,02 mm i 4 zęby wykańczające jednakowej wysokości.

Wyznamy ilość zębów przeciągaczy dla różnych głębokości s:

$s = 2$		$s = 5$	
19 zębów	$\times 0,1 = 1,9$ mm	49 zębów	$\times 0,1 = 4,9$ mm
2 „	$\times 0,05 = 0,1$ „	2 „	$\times 0,05 = 0,1$ „
2 „	$\times 0,02 = 0,04$ „	2 „	$\times 0,02 = 0,04$ „
4 wykańczające	—	4 —	—
27 zębów	2,04 mm	57 zębów	5,04 mm
$s = 10$			
99 zębów	$\times 0,1 = 9,9$ mm		
2 „	$\times 0,05 = 0,1$ „		
2 „	$\times 0,02 = 0,04$ „		
4 —	—		
107 zębów	10,04 mm		

Długość ruchu będzie wynosić:  
a) dla głębokości  $s = 2$  mm;  $20 \times 27 + 40$  (końcowe pro-

- wadzenie przeciągacza) + 100 (długość przeciągania) = 680,  
 b) dla głębokości  $s = 5$  mm:  $20 \times 57 + 40 + 100 = 128$  mm,  
 c) dla głębokości  $s = 10$  mm:  $20 \times 107 + 40 + 100 = 2280$  mm,

Długość ruchu dla  $s = 10$  wypadła 2280 mm, co po dodaniu około 120 mm na chwyt, dałoby całkowitą długość przeciągacza równą 2400 mm. Ponieważ maksymalna długość przeciągacza może wynosić ok. 1500 mm, a tylko wyjątkowo stosujemy przeciągacze dłuższe; przyjmujemy w tym wypadku przeciągacz dostosowany do wielkości  $s = 5$  mm, ale przy jego dwukrotnym przejściu.

Czas maszynowy obróbki obliczymy w sposób następujący.

$$\frac{\text{długość ruchu roboczego}}{\text{szybkość skrawania}} + \frac{\text{długość ruchu powrotnego}}{\text{szybkość powrotna}}$$

a) dla  $s = 2$  mm:  $\frac{0,68}{6} + \frac{0,68}{9} = 0,189$  minuty

b) dla  $s = 5$  mm,  $\frac{1,28}{6} + \frac{1,28}{9} = 0,356$  minuty

c) dla  $s = 10$  mm,  $0,356 \cdot 2 + 0,1 = 0,812$  minuty

(dodatek 0,1 minuty przewidziany na nastawienie drugiego przejścia przeciągacza).

2) *Frezowanie*. Przyjmujemy szybkość skrawania 22 m/min, a posuw 0,1 mm na ząb (odpowiada to posuwowi 140 mm/min). Frez z zębami naprzemienskoścymi  $\varnothing 60 \times 16$  o 12 zębach wykonany ze stali szybkoobrotowej; szybkość posuwu powrotnego przyjmujemy 2500 mm/min.

Do frezowania, przy stosowaniu posuwu 140 mm/min, należy użyć nowoczesnej frezarki o sztywnej budowie, oraz silnym zamocowaniu freza i przedmiotu.

Długość drogi freza =  $100 + 2a$  mm, będzie dla różnych głębokości rowka wynosić:

$s = 2$ mm	$s = 5$ mm
$a = 10,75$ mm	$a = 16,5$ mm
$100 + 21,5 = 121,5$ mm	$100 + 33 = 133$ mm
$s = 10$ mm	
$a = 22,3$ mm	
$100 + 44,6 = 144,6$ mm	

czas skrawania:

$$\frac{121,5}{140} = 0,87 \text{ min}; \quad \frac{133}{140} = 0,95 \text{ min}; \quad \frac{144,6}{140} = 1,03 \text{ min};$$

czas powrotu:

$$\frac{121,5}{2500} = 0,048 \text{ min}; \quad \frac{133}{2500} = 0,053 \text{ min}; \quad \frac{144,6}{2500} = 0,058 \text{ min};$$

całkowity czas obróbki:

$$0,918 \text{ min}; \quad 1,003 \text{ min}; \quad 1,088 \text{ min};$$

Porównanie:

głębokość $s$	czas przeciągania w minutach	czas frezowania w minutach	stosunek czasu frezowania do czasu przeciągania
2	0,189	0,918	4,85
5	0,356	1,003	2,83
10	0,812	1,088	1,34

Z powyższego porównania wynika, że jeżeli chodzi jedynie o czas maszynowy, przeciąganie jest obróbką szybszą od frezowania. Stosunek czasu frezowania do czasu przeciągania

jest szczególnie korzystny przy mniejszych głębokościach warstwy skrawanej. Praktycznie przy normalnych nadmiarach na obróbkę, które dochodzą do 5 mm, przeciąganie jest obróbką 3 do 5 razy szybszą od frezowania.

Zastosowanie przeciągania ogranicza się jednak do obróbki przedmiotów małych i średnich. Maksymalną długość przedmiotów przeciąganych przy zastosowaniu normalnych nadmiarów na obróbkę, można przyjąć w przybliżeniu 100 — 150 mm.

Możliwe jest również przeciąganie przedmiotów dużych; wymaga to jednak specjalnie konstruowanych do tego celu bardzo dużych przeciągarek. Specjalne przeciągarki są stosowane wtedy, gdy jest to uzasadnione odpowiednio dużą produkcją. Tego rodzaju przeciągarki specjalne do obróbki głowic i kadłubów cylindrowych są często stosowane w dużych fabrykach samochodowych.

Porównanie czasów obróbki zostało przeprowadzone dla przeciągaczy i frezów wykonanych ze stali szybkoobrotowej.

Porównanie frezowania narzędziem z nakładkami ze stopów spiekanych wypadłoby mniej korzystnie dla przeciągania. Jednak przy obecnym stanie techniki obróbki metali, frezy takie stosuje się tylko do obróbki powierzchni o prostych, niezłożonych kształtach.

Przeciąganie zapewnia nam większą dokładność i gładkość powierzchni przedmiotów obrabianych niż inne rodzaje obróbki skrawaniem. Rysunek 6 przedstawia powierzchnię obrabianą frezem walcowym. Powierzchnia ta jest falista o wysokości fali zależnej od posuwu i średnicy freza. Teoretycznie wysokość tej fali jest bardzo mała, jednak w praktyce frez, posiadający zawsze pewną niewspółosiowość obrotu w stosunku do osi obrotu (t. zw. „bicie”), pozostawia po każdym obrocie na przedmiocie obrabianym fałę o wysokości równej „biciu” freza. Przy dobrej konserwacji frezów i uchwytów dla frezów, można doprowadzić do minimalnego „bicia” około 0,03 mm. Przy przeciąganiu kwestia podobnej falistości obróbki całkowicie odpada; na dokładność bowiem powierzchni przeciąganych wpływają tylko odkształcenia materiału, odkształcenia wskutek zamocowania przedmiotu i niedokładności prowadnic maszyny; czynniki te występują także i przy frezowaniu. Na korzyść przeciągania przemawia jeszcze i to, że zęby przeciągacza pracujące tylko jeden raz podczas jednego przejścia, są dłużej ostre, co wywiera duży wpływ na gładkość obróbki. Przy przeciąganiu zewnętrznym, odchyłki od prostoliniowości powierzchni przedmiotów przeciąganych wynoszą w przybliżeniu 0,03 mm na 100 mm długości.

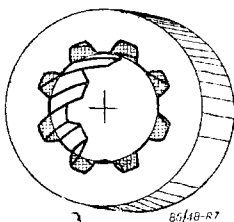
Zachowanie tolerancji przedmiotów przeciąganych w klasach 8 i 9 wg PN/N — 1 nie przedstawia większych trudności.

Możliwe jest także osiągnięcie tolerancji przeciąganych przedmiotów dochodzących do 0,01 mm, jednak w takich wypadkach stosuje się najpierw przeciąganie zgrubne, a potem wykańczające, gdyż wywiera tu wpływ wzrost temperatury. Przy małych tolerancjach, zdarza się, że przeciągacz wykonuje z początku przedmioty dobre, a potem, w miarę nagrzania się przeciągacza, tolerancje zostają przekroczone. Dlatego też stosowanie przeciągania dwustopniowego (przeciągacz zgrubny i wykańczający), daje większą gwarancję zachowania wysokich dokładności. Przeciągacze dla bardzo dokładnych robót muszą być wyjątkowo starannie i dokładnie wykonane.

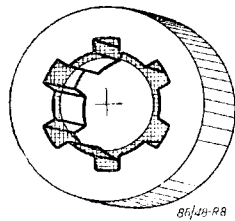
Należy zaznaczyć, że przy obróbce metodą przeciągania, kontrola produkcji jest znacznie uproszczona, gdyż dzięki małemu zużyciu się narzędzia, tolerancje przedmiotu są zachowywane przez długi okres. Zachowując właściwe warunki przeciągania, sprawdzenie pierwszych i ostatnich sztuk daje gwarancję, że wszystkie sztuki pośrednie są dobre.

### 3. Przeciąganie otworów

Przeciąganie otworów jest już dziś obróbką znaną i powszechnie stosowaną. W wielu wypadkach jest to jedyny sposób wykonania, nawet gdy ilość wykonywanych przedmiotów jest niewielką. Mniej znane wypadki przeciągania otworów przedstawione są na rysunku 7 i 8.



Rys. 7. Otwór z rowkami śrubowymi o zarysie ewolwentowym. Otwór wewnętrzny cylindryczny wykonany na gotowo przed przeciąganiem. Podczas przeciągania przedmiot nieruchomy, a przeciągacz posiada ruch śrubowy.

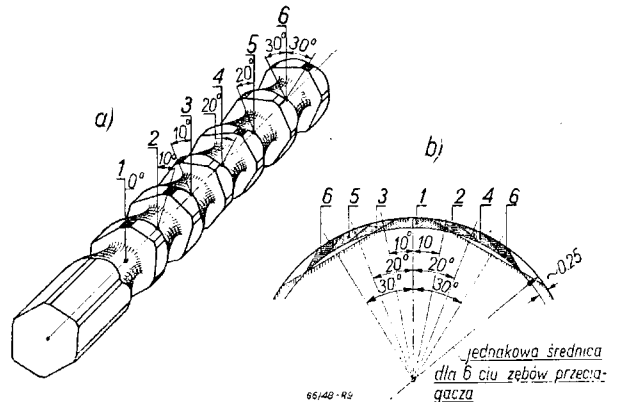


Rys. 8. Otwór wieloklinowy wykonany całkowicie przez przeciąganie łącznym z wewnętrznym otworem cylindrycznym.

Rysunek 7 przedstawia część z wewnętrznym wieloklinem o żłobkach śrubowych z zarysem ewolwentowym.

Rysunek 8 przedstawia część z otworem wieloklinowym, przy czym wszystkie powierzchnie wieloklinu (również wewnętrzna

powierzchnia cylindryczna), przeciągane są jednocześnie; osiąga się przez to skrócenie czasu wykonania i dokładną współosiowość obu powierzchni cylindrycznych.

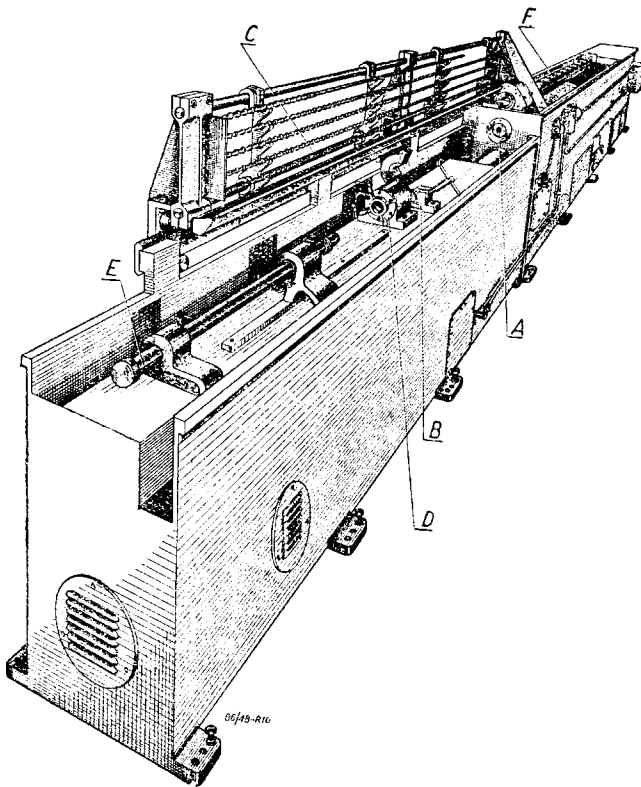


Rys. 9a) Przeciągacz do otworów surowych odlanych lub odkutych, b) rozkład warstw skrawanych tego przeciągacza.

Obecnie często przeciąga się otwory bezpośrednio po odkuciu lub odlaniu, stosuje się wtedy specjalne przeciągacze, które w swej części zgrubnej skrawają wióry w kształcie segmentów. Uzyskuje się przez to zmniejszenie styku ostrzy z twardą warstwą zewnętrzną otworu co powiększa trwałość ostrzy i powoduje lżejszą pracę przeciągacza. Na rys. 9 przedstawiony jest taki typ przeciągacza wraz z podziałem warstw skrawanych. Takich sekcji posiadających jednakowe wysokości zębów, a tylko różnie rozmieszczonych na obwodzie, stosuje się trzy lub więcej, zależnie do nadmiaru na obróbkę; w końcowej części wygładzającej przeciągacz posiada uzębienie normalne.

Zasadniczo wszystkie kształty otworów o przelotowej formie mogą być wykonane przez przeciąganie. Jako przykład zastosowania przeciągania dla otworów o złożonych kształtach i znacznych długościach, może służyć fakt wykonywania tym sposobem bruzd w lufach broni palnej.

Rys. 10 uwidacznia przeciągarkę specjalną z całkowitym wyposażeniem do przeciągania bruzd śrubowych w lufach działek 20 mm dla samolotów i obrony przeciwlotniczej. Przeciągarka ta, przystosowana do obróbki lufy o długości około 1825 mm, wykonuje całą pracę, począwszy od zgrubnego aż do wykańczającego przeciągania, w czasie około 10 minut. Do obróbki stosuje się cztery kolejno po sobie pracujące przeciągacze. Koniec wylotowy lufy umieszcza się w otworze A płyty roboczej, drugi zaś koniec w szybko mocującej podtrzymce B. W ten sposób lufa jest dokładnie wycelowana i sztywno uchwycona dla operacji przeciągania.



Rys. 10. Przeciagarka z napędem hydraulicznym do przeciągania bruzd w lufach działek kalibru 20 mm. A — otwór do osadzenia końca wylotowego lufy; B — szybkoocucująca podtrzymka dla zamocowania lufy od strony komory naboju; C — przeciągacz I (poczywający na specjalnym regale); D — głowica do zamocowania tulei zamykającej obieg chłodziwa; E — tuleje do doprowadzania chłodziwa.

#### 4. Przeciąganie zewnętrzne

Podobnie jak przy przeciąganiu otworów również i dla przeciągania zewnętrznego wymagane są przelotowe kształty przedmiotu obrabianego.

Cechą charakterystyczną przeciągania zewnętrznego jest duża dokładność i wysoka gładkość powierzchni, a ponad to znaczna wydajność, niespotykana przy żadnej innej, stosowanej dotychczas metodzie obróbki. Dzięki ekonomii tej metody, przeciąganie zewnętrzne znajduje coraz szersze zastosowanie nie tylko przy masowej produkcji, lecz także i przy produkcji w większych seriach. Przeciąganie zewnętrzne może w wielu wypadkach zastępować frezowanie.

Do frezowania dokładnych powierzchni o złożonych kształtach jest konieczna poza uchwytami i narzędziami dokładna, a zatem droga frezarka. Przy przeciąganiu stosuje się prostą w konstrukcji, a przez to i tańszą od frezarki przeciagarkę hydrauliczną. Istotne zadania przy przeciąganiu spełniają uchwyty i narzędzia-przeciagacze. Ponieważ w obu

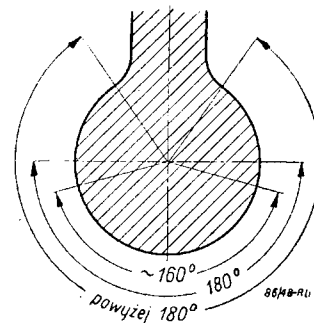
metodach występują mniej więcej jednakowe uchwyty, należy porównać tylko koszt przeciągacza i freza. Stosunkowo mało znane u nas przeciagacze zewnętrzne oraz sposoby ich wykonywania są pewnym czynnikiem hamującym rozpowszechnienie metody przeciągania zewnętrznego. Jednak w wielu wypadkach koszt wykonania frezów, nadających się do uzyskania powierzchni o gładkości zbliżonej do przeciąganej, wypadnie wyższy niż przeciągaczy. Frezy takie muszą mieć zarys zaszlifowany, co jest bardzo kosztowne i kłopotliwe, ponieważ zaszlifowanie profilu frezów można wykonywać tylko bardzo małą tarczą szlifierską.

Profil przeciągacza natomiast wykonuje się wzdłuż po linii prostej, bez specjalnego ograniczenia wielkości tarczy.

Niezależnie od tego przeciągacz można wykonać jako składany z płytek o długościach łatwych do szlifowania i obróbki cieplnej. W tym wypadku możemy indywidualnie wymieniać płytki po zużyciu.

Dzięki prostocie maszyn i długiej żywotności narzędzi, przeciąganie zewnętrzne jest najekonomiczniejszą metodą obróbki dokładnych i gładkich powierzchni, zarówno przedmiotów mniejszych, jak też i dużych o wielkościach zbliżonych do kadłubów cyldrowych samochodów.

Dalszą zaletą przeciągania zewnętrznego jest możliwość zastosowania tej metody dla przedmiotów o kształcie, obejmującym więcej niż  $180^\circ$ , jak to uwidoczni rysunek 11.



Rys. 11. Przykład zarysu przedmiotu, który może być całkowicie obrobiony przez przeciąganie zewnętrzne, podczas gdy frez profilowy niedzielony może obrabiać zarys łukowy, ograniczony kątem  $160^\circ$ , a frez dzielony max.  $180^\circ$ .

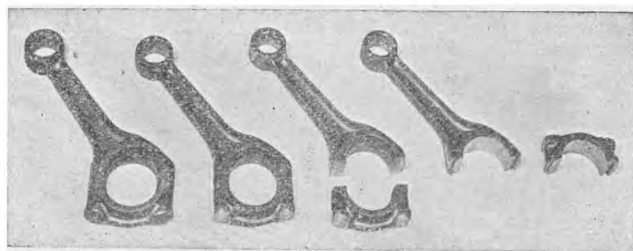
Przy frezowaniu frezem o stałym profilu niedzielnym można obrabiać kształty obejmujące max. około  $160^\circ$ , ze względu na konieczność uzyskania odpowiednich kątów przyłożenia. Dla frezów dzielonych zakres ten dochodzi do  $180^\circ$ , natomiast przy przecią-

ganiu może przekroczyć  $180^\circ$ ; w tym wypadku ograniczeniem będzie tylko szerokość pozostałej szyjki. Dla zabezpieczenia przed ugię-

garki wykonuje zatem obróbkę jednego korbowodu z pokrywą.

### 5. Możliwości rozpowszechnienia obróbki przeciąganiem

Rozpowszechnienie obróbki metodą przeciągania będzie możliwe wtedy, jeżeli odpowiednie przeciągarki, a szczególnie przeciągacze będziemy wyrabiać w kraju. Wykonanie przeciągarek nie przedstawia większych trudności niż innych obrabiarek, zalicza się je bowiem do obrabiarek prostszych. Potrzebne do tego celu wyposażenie hydrauliczne musi być i tak wykonane dla innych typów obrabiarek.



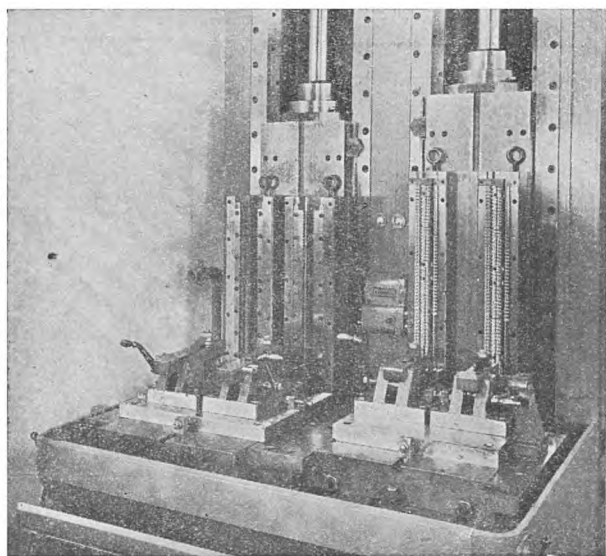
a) b) c) d) e)

Rys. 12. Korbówód silnika spalinowego w różnych stadiach obróbki a) — odkówka foremnikowa; b) — po obróbce występów oporowych na śruby i częściowym przecięciu; c) — po całkowitym przecięciu; d) i e) — korbówód i pokrywa po obróbce na gotowo powierzchni stykowych, zamków i połówek otworów cylindrycznych.

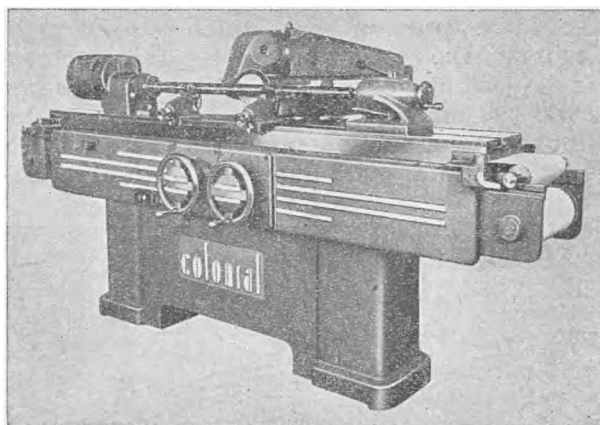
ciem podczas obróbki należy w uchwycie przewidzieć odpowiednie podparcie.

Rysunek 12 przedstawia korbówód silnika spalinowego w kolejnych fazach obróbki przeciąganiem.

Do wykonania obróbki tych korbówodów służy uwidoczniona na rys. 13 pionowa, dwusuwakowa przeciągarka hydrauliczna. W obu suwakach zamocowane są po 2 przeciągacze. Przeciągacz pierwszy w lewym suwaku obrabia powierzchnie uwidocznione na rys. 12b, drugi zaś wykonuje przecięcie widoczne na rys. 12c. Pozostałe dwa przeciągacze drugiego suwaka obrabiają na gotowo powierzchnie korbowodu i pokrywę (rys. 12d i e). Jeden ruch roboczy obu suwaków przecią-



Rys. 13. Obróbka korbówodów silnika na dwusuwakowej przeciągarce zewnętrznej.

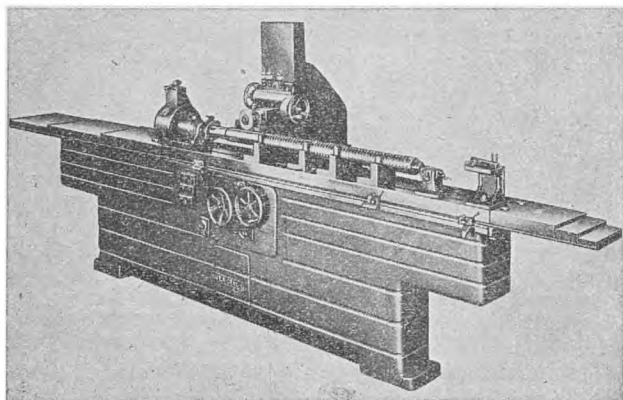


Rys. 14. Szlifierka do szlifowania rowków przeciągaczy wieloklinowych.

Jeżeli chodzi o przeciągacze, to posiadamy niewielkie doświadczenie w ich wyrobie: odnosi się to szczególnie do przeciągaczy zewnętrznych. Jednak nic nie stoi na przeszkodzie do ich wykonywania w kraju, oczywiście przy odpowiednim wyposażeniu wytwórni w urządzenia i dobraniu wysokowykwalifikowanego personelu rzemieślniczego. Przeciągacze wyrabia się obecnie prawie wyłącznie ze stali szybko tnącej, która zapewnia korzystne warunki skrawania, a ponadto z powodu wysokiej temperatury odpuszczania, nie przedstawia trudności w szlifowaniu. Stal na przeciągacze musi być dobrze przekuta; najlepsze wyniki otrzymuje się stosując stal zawierającą 18% wolframu. Przy wyrobie długich przeciągaczy do otworów należy zwracać uwagę, ażeby ich obróbka termiczna odbywała się w pozycji pionowej. W tym celu należy używać specjalnych pieców pionowych.

Pomimo hartowania w pozycji pionowej w wielu wypadkach trudno otrzymać po tej obróbce przeciągacze na tyle proste, aby nadawały się do dalszej obróbki bez prostowania. Prostowanie odbywa się na prasach ręcznych po uprzednim nagraniu przeciągacza palnikiem gazowym w miejscu skrzywienia. Po

takim wyprostowaniu przeciągacze podlegają wielokrotnemu odpuszczaniu zależnie od wielkości przeciągacza. Duże przeciągacze średnicy około 70 mm podlegają trzykrotnemu odpuszczaniu w temperaturze 580 C, przy czym sumaryczny czas odpuszczania wynosi 8 godzin. Ze względu na skrzywienia oraz odwęglanie zewnętrznej warstwy w czasie obróbki termicznej pozostawia się duże nadmiary na szlifowanie. Dla długich przeciągaczy hartowanych w pionowych piecach gazowych nadmiary te dochodzą do 1,5 mm na stronę. Po zeszlifowaniu nadmiaru gwarantuje to otrzymanie odpowiedniej twardości na ostrzu. Podczas wyrobu przeciągaczy występuje dużo obróbki szlifierskiej; luki międzyzębne są również szlifowane we wszystkich typach przeciągaczy tak, że można przyjąć iż przeciągacze są to narzędzia całkowicie szlifowane. Rowki w mniejszych przeciągaczach wieloklinowych bardzo często szlifuje się w pełnym materiale; kalkuluje się to taniej, na-

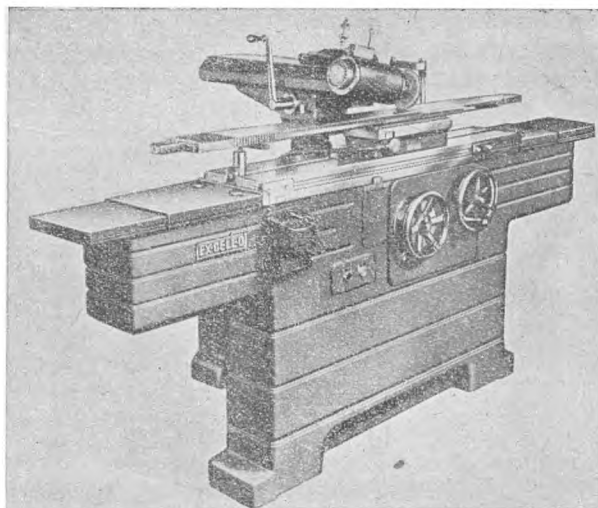


Rys. 15. Szlifierka do ostrzenia przeciągaczy do otworów.

stręcza mniej kłopotów, niż przy stosowaniu zgrubnego frezowania.

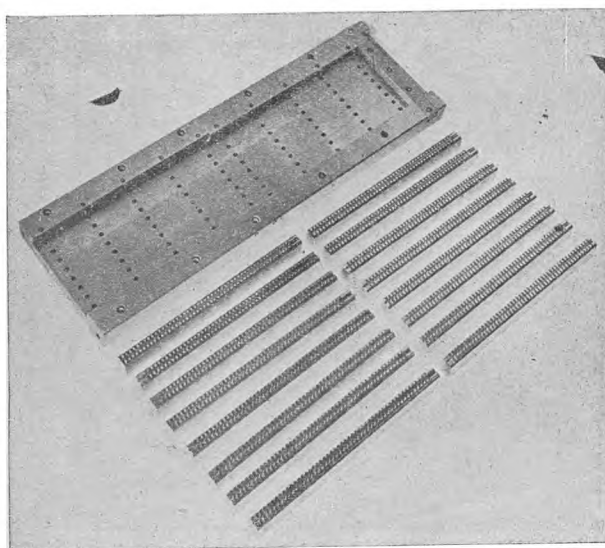
W przeciągaczach o rowkach śrubowych rowki szlifuje się zawsze w pełnym materiale, gdyż przeciągacz w obróbce termicznej wydłuża się, co powoduje zmiany skoku linii śrubowej.

Szlifowanie na gotowo ostrzy musi być wykonane starannie i bardzo gładko, gdyż od tego zależy trwałość przeciągaczy. Dużą uwagę należy zwrócić na gładkość powierzchni natarcia i luki międzyzębnej, od tego bowiem zależy łatwy spływ wióra. W ostatnich czasach wykonuje się próby z wygładzaniem ostrzy po całkowitym szlifowaniu przy pomocy urządzenia zwanego w USA Vapor Blast. Wygładzanie to w zasadzie podobne jest do piaskowania; bardzo drobny pył ścierny o ziarnistości 300 do 1200 jest rzucający na ostrze przy pomocy silnego strumienia wody. Pył ten jest tak drobny, że nie ma



Rys. 16. Szlifierka do ostrzenia przeciągaczy zewnętrznych i płaskich.

obawy o stopień narzędzia; uzyskane w ten sposób powierzchnie ostrzy są gładkie, matowe i śliskie. W wielu wypadkach przeciągacze wygładzane w ten sposób wykazały dwukrotne zwiększenie trwałości. Przeciągacze, które służą do obróbki twardych, termicznie ulepszanych, stali są cjanowane. Nie zaleca się jednak poddawać obróbce przeciąganiem stali, których twardość przekracza 40 Rc, ze względu na zbyt szybkie zużycie przeciągaczy. Fabryki wyrabiające przeciągacze muszą być wyposażone w odpowiednie urządzenia dla obróbki termicznej, oraz park obrabiarek, w którym większość stanowić będą szlifierki. Do wyrobu przeciągaczy wewnętrznych poza szlifierkami, typu uniwersalnego, występują szlifierki specjalne do wieloklinów oraz szlifierki do ostrzenia.



Rys. 17. Przeciągacz zewnętrzny składany.



Rys. 14 przedstawia szlifierkę do przeciągaczy wieloklinowych. W wypadkach przeciągaczy do wieloklinów śrubowych podobna szlifierka musi posiadać skrętną głowicę szlifierską oraz prowadnicę, nadającą przeciągaczowi ruch śrubowy.

Rysunek 15 i 16 przedstawiają specjalne szlifierki do ostrzenia przeciągaczy na powierzchni natarcia (pod zębem). Przy wyrobie przeciągaczy zewnętrznych podstawową obrabiarką jest szlifierka do płaszczyzn typu uniwersalnego, o poziomej osi tarczy szlifierskiej. Oczywiście musi być to maszyna wysokiej klasy, pozwalająca na osiągnięcie wymaganej dokładności, a ponadto wymagana jest odpowiednia długość dla szlifowania długich obsad przeciągaczy. Najczęstsza forma przeciągacza zewnętrznego przedstawiona jest na rysunku 17. Przeciągacz składa się z obsady i krótkich, łatwych do wykonania i wy-

miany odcinków. Jakkolwiek przeciągacze są to narzędzia nie łatwe do wykonania, to jednak przy odpowiednim wyposażeniu fabryki przeznaczonej do ich wyrobu, można u nas pokonać trudności związane z uruchomieniem ich produkcji. Należy jednak wziąć pod uwagę, że przeciągacze są to narzędzia całkowicie szlifowane, wykonane ze stali szybko tnącej, co wymaga dużej ilości wysokogatunkowych tarcz szlifierskich, a także materiałów i narzędzi do ich profilowania. Rozpowszechnienie przeciągania w polskim przemyśle metalowym przyczyni się w wysokim stopniu do jego unowocześnienia, oraz zwiększenia wydajności. Pośrednio wpłynie to także na podniesienie przemysłu wytwarzającego odkówki, gdyż przeciąganie wymaga mniejszych nadmiarów obróbkowych utrzymanych w ścisłych tolerancjach. Daje to w rezultacie także oszczędności na materiale.

Inż.-mech. MARIAN TUTAK

## NOWE PRĄDY W DZIEDZINIE NAPĘDU I STEROWANIA HYDRAULICZNEGO OBRABIAREK

### Wstęp

Napędy hydrauliczne znajdują coraz szersze zastosowanie w budowie obrabiarek dzięki niektórym cennym zaletom, dającym im znaczną przewagę nad napędami mechanicznymi. Celem niniejszego artykułu jest jak najbardziej treściwe zobrazowanie obecnego stanu rozwojowego napędów hydraulicznych w zastosowaniu do obrabiarek oraz wskazanie w miarę możliwości, w jakim kierunku zmierza ta dziedzina konstrukcji obrabiarek i na jakie trudności napotyka, aby zadośćuczynić wymaganiom stawianym nowoczesnym obrabiarkom.

Opracowanie niniejszego tematu natrafia na znaczne trudności ze względu na brak odpowiedniej literatury, omawiającej najnowsze zdobycze techniki w tej dziedzinie. Jest to jedna z przyczyn małej znajomości urządzeń hydraulicznych obrabiarek wśród inżynierów i techników nie tylko polskiego, lecz i zagranicznego przemysłu obrabiarkowego. Dlatego też artykuł niniejszy zawiera krótkie opisy zasadniczych schematów układów hydraulicznych oraz podstawowych mechanizmów wchodzących w skład urządzeń dla napędu i sterowania hydraulicznego obrabiarek.

Do zalet obrabiarek, zaopatrzonych w napędy hydrauliczne, należą:

- 1) Możliwość szerokiej bezstopniowej regulacji prędkości, co pozwala osiągać najkorzystniejsze warunki obróbki.
- 2) Łatwość rozwijania dużych sił, dochodzących do 100 ton.

- 3) Możliwość uzyskiwania złożonych kinematycznie układów prostymi środkami przy pomocy oddzielnych mechanizmów, dowolnie łączonych przewodami rurowymi.
- 4) Elastyczność pracy, zapobiegająca niszczeniu mechanizmów obrabiarki i chroniąca narzędzie przed uszkodzeniem.
- 5) Samoczynne zabezpieczenie mechanizmów obrabiarki przed przeciążeniem, co zapobiega jej uszkodzeniu.
- 6) Możliwość szerokiej automatyzacji pracy obrabiarek prostymi środkami.
- 7) Samoczynne smarowanie, zwiększające odporność mechanizmów na zużycie i niezawodność pracy obrabiarki.

### 1. Zasadnicze układy napędów hydraulicznych

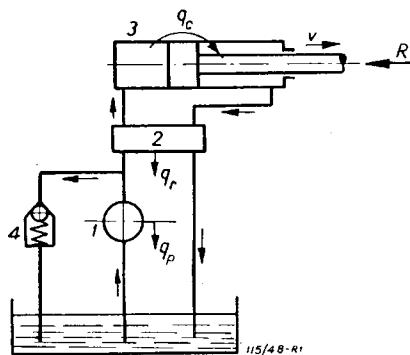
Urządzenia hydrauliczne umożliwiają ciągłą lub stopniową regulację ruchu głównego roboczego oraz ruchu posuwowego. Ze względu na sposób regulacji napędy hydrauliczne wykonuje się w następujących odmianach:

- 1) Z pompą o zmiennej wydajności przy stałych jej obrotach (regulacja ciągła).
- 2) Z pompą o stałej wydajności; regulacja (ciągła) prędkości organów roboczych obrabiarek odbywa się przez dławienie.
- 3) Z kilkoma pompami o stałej wydajności pracującymi oddzielnie lub wspólnie w różnych układach (regulacja stopniowa).

- 4) Z kilkoma pompami o stałej wydajności w połączeniu z urządzeniem dławiącym (regulacja kombinowana).

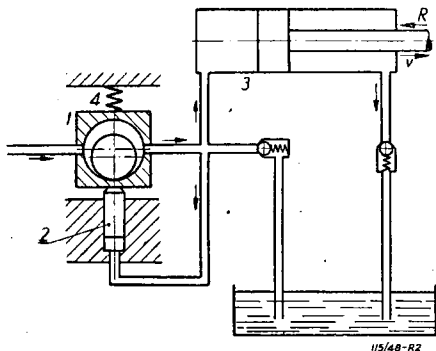
#### A. Układy z pompą o zmiennej wydajności.

Rys. 1 przedstawia schemat tego rodzaju układu. Pompa o zmiennej wydajności 1 podaje olej pod ciśnieniem przez rozdzielacz 2 do cylindra roboczego 3. Zawór bezpieczeństwa 4 chroni układ przed przeciążeniem.



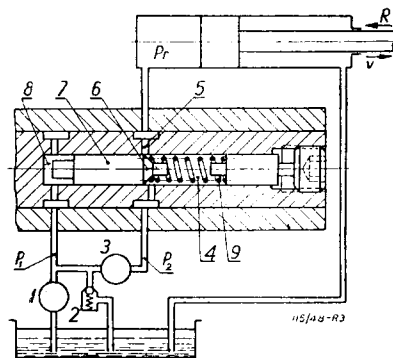
Rys. 1. Schemat układu hydraulicznego z pompą o zmiennej wydajności.

Szybkość posuwu tłoka  $v$  zależy od wydajności pompy. Zmianom siły roboczej  $R$  odpowiadają zmiany ciśnienia w cylindrze, pompie oraz pozostałych mechanizmach napędu hydraulicznego. Wskutek istnienia luzów w pompie, rozdzielaczu i cylindrze następują ubytki oleju, oznaczone kolejno przez  $q_p$ ,  $q_r$ ,  $q_c$ . Największą wartość mają ubytki w pompie. Wielkość tych ubytków jest zależna od ciśnienia oleju, a zatem ilość oleju podawanego przez pompę do cylindra maleje w miarę wzrostu siły  $R$  i odwrotnie, co powoduje wahania szybkości tłoka roboczego. Ta niejednostajność szybkości jest tym większa, im mniejsze są szybkości tłoka i większe ciśnienie oleju. Przy prędkościach tłoka większych od 100 mm/min niejednostajność prędkości posiada mniejsze znaczenie i dlatego w obrabiarkach takich, jak przeciągarki, szlifierki lub docieraczki (honing) można stosować z powodzeniem układy hydrauliczne wg zasadniczego schematu przedstawionego



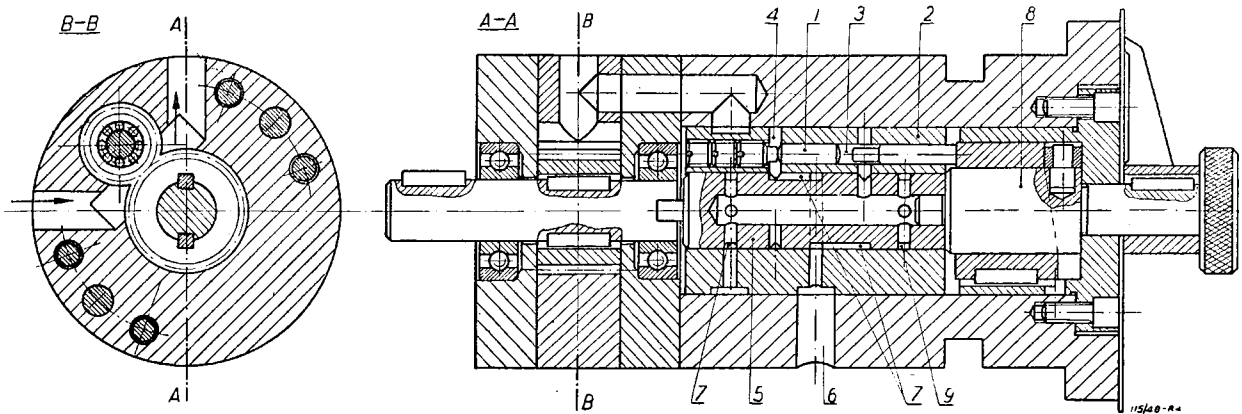
Rys. 2. Schemat układu hydraulicznego z samoczynną kompensacją ubytku oleju.

na rys. 1. Natomiast w urządzeniach hydraulicznych, mających zapewnić małe prędkości tłoka przy dużych naciskach roboczych (posuw narzędzia tokarek lub wiertarek) zjawisko to jest bardzo niekorzystne. Aby temu zaradzić, stosuje się układy kompensujące ubytki oleju. Istnieje szereg rozwiązań konstrukcyjnych takich układów, przy czym każdy z nich obok zalet posiada pewne wady. I tak np. układ firmy Oil-Gear (stosowany w tokarkach firmy Foster oraz w wytaczarkach firm Barnes-Drill i Natco) polega na tym, że wirująca pompa tłokowa 1 (rys. 2) posiada prócz zwykłej regulacji wydajności zmianą mimośrodów, dodatkową regulację samoczynną. Mianowicie tłoczek 2 pod działaniem ciśnienia roboczego, panującego w cylindrze 3, ściska sprężyste płytki 4 i zwiększa mimośród pompy, a więc i jej wydajność. Doborem płytek sprężystych można tak wyregulować pompę, że ubytki powstające przy zwiększeniu ciśnienia (wskutek wzrostu siły  $R$ ) samoczynnie kompensują się zwiększeniem wydajności pompy. Jednak układ ten nie może zapewnić zupełnie stałej prędkości tłoka, gdyż ubytki oleju zmieniają się ze zmianą jego temperatury (zmiana wiskozy), a pompę można wyregulować tylko przy pewnej określonej temperaturze.



Rys. 3. Zasadniczy schemat napędu ruchu posuwowego o małych szybkościach.

Jednym z nowych rozwiązań regulacji posuwu przy bardzo małych ilościach oleju podawanego do cylindra ( $20 \div 25 \text{ cm}^3/\text{min}$ ) jest konstrukcja firmy Heller przedstawiona na rys. 3. Układ ten stosowany był z odpowiednimi zmianami w tokarkach automatycznych firmy Magdeburg oraz nowszych pilach firmy Heller. Pompa zębata 1 tłoczy olej do regulowanej pompy tłokowej 3 pod ciśnieniem  $P_1$  o maksymalnej wartości ustalonej przy pomocy zaworu 2, który również przepuszcza nadmiar oleju do zbiornika. Z pompy 3 olej wpływa do komory 4 i przez otwór 5, którego wlot dławiony jest stożkiem 6 tłoczka 7, kieruje się do cylindra roboczego. Tłoczek 7 poddany jest z jednej strony ciśnieniu  $P_1$  w komorze 8, które usiłuje zamknąć prze-



Rys. 4. Pompa tłoczkowa firmy Heller, dla ruchu posuwowego o małych szybkościach.

plyw oleju do cylindra, a z drugiej strony ciśnieniu  $P_2$  od pompy 3 i naciskowi sprężyny 9, której siłę można regulować. Ponieważ sprężyna ta jest dość długa, a wahania tłoczka 7 bardzo małe, można przyjąć, że siła sprężyny ma wartość stałą  $A$ . Jeśli oznaczymy przekrój poprzeczny tłoczka 7 przez  $f$ , wówczas, pomijając tarcie, równanie sił działających na tłoczek możemy wyrazić następująco:

$$P_1 f = P_2 f + A,$$

a stąd:

$$P_1 - P_2 = \frac{A}{f}$$

czyli że różnica ciśnienia przed i za pompą 3 jest stała i niezależna od ciśnień panujących w poszczególnych częściach układu.

Zawór tłoczkowy 7 waha się ustawicznie i swoim stożkiem dławi ciśnienie  $P_2$ , dostosowując je do ciśnienia roboczego  $P_r$  panującego w cylindrze, które z kolei zależne jest od siły roboczej  $R$  działającej na tłok. Różnicę ciśnień przed i za pompą 3 można sprowadzić do bardzo małej wartości (ok. 2 at), dzięki czemu ubytki w pompie 3, mające decydujący wpływ na zachowanie stałej ilości podawanego przez nią oleju, redukują się do minimum. Wskutek znikomej wartości ubytków również i zmiany temperatury nie wpływają praktycznie na wydajność pompy, co jest ważną zaletą tego układu.

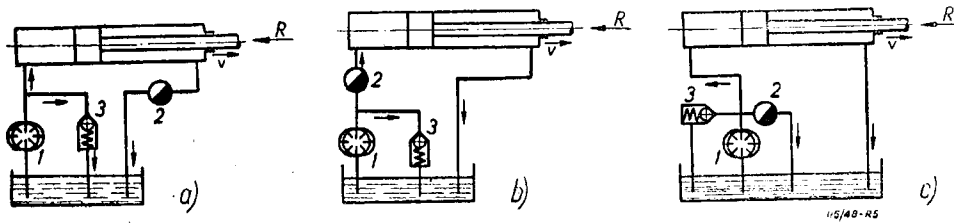
Pompa regulowana 3 może mieć dowolną konstrukcję, byle by miała odpowiednio małą wydajność. Jednakże firma Heller stosuje pompę uproszczonej konstrukcji, która nie jest pompą w ścisłym znaczeniu, lecz urządzeniem dozującym ilość oleju, przetłaczanego przez nią do cylindra. Rys. 4 przedstawia to urządzenie i wspólnie z nim zmontowaną pompę zębatą, oznaczoną na rys. 3 cyfrą 1. Tłoczki 1, których kilka mieści się w nieruchomym bloku 2, wykonują posuwowe ruchy wahadłowe wskutek tego, że raz komora 3 jest połączona z przewodem tłoczącym pompy zębatej, a komora 4 przez rowki 7 nacięte na wałku rozdzielającym 5 z otworem 6 (skąd

olej przepływa do przestrzeni oznaczonej na rys. 3 cyfrą 4), a następnie, gdy wałek 5, napędzany od wałka pompy zębatej, obróci się o  $180^\circ$ , komora 3 łączy się z otworem 6, a komora 4 z pompą zębatą. W ten sposób różnica ciśnień przed i za pompą tłoczkową przesuwają tłoczki kolejno w prawo i w lewo, przy czym każdy z nich na jeden obrót wałka 5, wyciska ilość oleju, odpowiadającą swemu podwójnemu skokowi. Skok ten można regulować przy pomocy mechanizmu 8. Ubytkom oleju wzdłuż wałka rozdzielającego 5 przeciwdziałają wytoczone na nim rowki 9, w których stale znajduje się olej pod ciśnieniem pompy zębatej.

#### B. Układy z regulacją dławieniem.

W odróżnieniu od układów z regulowaną pompą, stała wydajność pompy w układach z regulacją dławieniem, jest zawsze większa od tej, jaka jest teoretycznie potrzebna do uzyskania żądanej prędkości tłoka. Z tego powodu w układach tych istnieje zawsze strata mocy na dławienie nadmiaru oleju. W układach a) i b) (rys. 5) zapotrzebowanie mocy przez pompę 1 jest stałe przy wszelkich warunkach pracy, a ubytki oleju w pompie nie mają żadnego wpływu na szybkość przesuwu tłoka. Natomiast w układzie c) ciśnienie pompy określone jest siłą roboczą  $R$  i powierzchnią tłoka, ubytki oleju w pompie zmieniają się zależnie od zmian siły  $R$  i wpływają na szybkość tłoka. Zawór 3 w układzie c) jest normalnie zamknięty i pracuje tylko przy przeciążeniu pompy. Moc zużywana przez pompę jest zależna od siły  $R$  i dlatego układ ten jest bardziej ekonomiczny od układu a) i b), ale może być stosowany tylko wtedy, gdy niejednostajna prędkość tłoka jest dopuszczalna.

Charakterystyka dławika, tj. zależność ilości przepuszczanego oleju od różnicy ciśnień przed i za dławikiem, jest inna dla każdej konstrukcji. Jednak niezależnie od charakterystyki dławika, układ, w którym regulacja



Rys. 5. Schematy regulacji dławieniem.

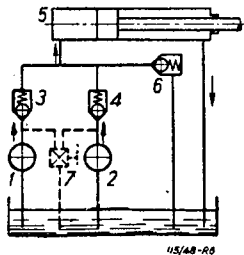
prędkości odbywa się wyłącznie przy pomocy dławienia, nie zapewnia stałej prędkości tłoka przy zmiennych obciążeniach. Prócz zmian ciśnienia wpływa na przelotność dławika również nieuniknione praktycznie zanieczyszczenie się jego wskutek znikomo małego przekroju poprzecznego zwięźki, wyrażającego się drobnymi ułamkami milimetra kwadratowego.

Z tego wynika, że układy podane na rys. 5 nie mogą być stosowane w obrabiarkach o małych szybkościach tłoka roboczego (tokarki, wiertarki, wytaczarki). Dlatego w tych obrabiarkach, a także w przeciągarkach zaopatrzonych w pompę o stałej wydajności stosuje się specjalne *regulatory prędkości*, zawierające prócz dławika zawór redukcyjny, który stwarza stałą różnicę ciśnień przed i za dławikiem. Wartość tej różnicy ciśnień powinna być jak najmniejsza i w istniejących konstrukcjach leży w granicach 1—5 at. Takie urządzenia zapewniają niezależność prędkości tłoka od siły roboczej.

Natomiast w obrabiarkach o małej sile roboczej i większych prędkościach, jak np. szlifierki, gdzie wahania szybkości są nieznaczne i nie wywierają ujemnego wpływu na pracę maszyny, są stosowane układy wg schematów podanych na rys. 5.

### C. Układy z regulacją stopniową.

Układ przedstawiony na rys. 6 składa się z dwu pomp 1 i 2 o stałej wydajności (każda z indywidualnym napędem), zaworów jedno-



Rys. 6. Schemat regulacji stopniowej.

kierunkowym 3 i 4, cylindra roboczego 5 i zaworu bezpieczeństwa 6. O ile napęd pomp następuje od jednego silnika, musi być przewidziany trójdrogowy kurek 7, przy pomocy którego każdą z pomp można połączyć ze zbiornikiem t.j.n. wyłączyć z pracy. Gdy pracuje pompa 1, zawór 4 zamyka się pod

wplywem ciśnienia i nie przepuszcza oleju do pompy 2. Analogiczną rolę spełnia zawór 3 dla pompy 2. Ponieważ pompy posiadają różną wydajność, więc przy pracy każdej z nich z osobna otrzymamy inną prędkość tłoka. Przy równoczesnej pracy obu pomp otrzymamy trzecią prędkość. W zależności od ilości pomp uzyskujemy odpowiednią ilość prędkości. Np. firma *Cincinnati* produkuje silne przeciągarki, posiadające 5 pomp. Tego rodzaju układy stosuje się w obrabiarkach nie wymagających ciągłej regulacji prędkości.

### D. Układy z regulacją kombinowaną.

*Regulacja kombinowana* powstaje przez połączenie regulacji stopniowej z regulacją dławieniem. Jeśli istnieje np. układ o dwu pompach równej wydajności i jedna z nich może być regulowana dławieniem od zera do maksymalnej wydajności, wówczas osiągniemy regulację bezstopniową od zera do pełnej wydajności obu pomp. System taki ma tę zaletę, że strata mocy na dławienie oleju jest mniejsza, niż w układzie z jedną pompą o sumarycznej wydajności.

## 2. Zasadnicze mechanizmy hydraulicznego napędu obrabiarek

Urządzenia do hydraulicznego napędu obrabiarek obejmują następujące zespoły: 1) pompy; 2) mechanizmy kontrolno-regulujące (zawory, dławiki, regulatory prędkości); 3) mechanizmy do sterowania ręcznego, mechanicznego albo na odległość (rozdzielacze, piloty, czujniki); 4) mechanizmy wprawiające w ruch organ roboczy obrabiarki (cylinder roboczy dla ruchu prostoliniowego i motor hydrauliczny dla ruchu obrotowego).

Aby lepiej zrozumieć działanie układów hydraulicznych, omówimy pokrótce typowe mechanizmy, przy czym spośród licznych konstrukcyj uwzględnimy te, które w ostatnich latach były najczęściej stosowane.

### A. Pompy.

W napędach hydraulicznych obrabiarek używa się prawie wyłącznie pomp wirujących. Najbardziej rozpowszechnione są pompy zębate, łopatkowe i tłokowe. Rzadziej stosuje się pompy tłokowe typu nieobrotowego, w których korpus z cylindrami pozo-

staje w spoczynku, a tłoki wykonują tylko ruch prostoliniowo-zwrotny (np. pompy firm *Sunstrand* i *Barnes*).

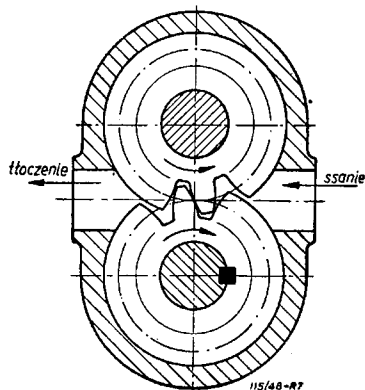
Pompy wykonuje się albo z regulacją wydajności przy stałych obrotach, albo też o stałej wydajności i wówczas do regulacji używa się innych urządzeń (dławiki, regulatory prędkości).

1. *Pompy zębate*. Działanie pomp zębatych (rys. 7) jest ogólnie znane, więc porzucamy jedynie na omówieniu pewnych ich cech.

Pompy *niskiego ciśnienia* (do 5 at) mają w obrabiarkach zastosowanie do smarowania i chłodzenia.

Pomp *średniego ciśnienia* (10 ÷ 30 at) używa się do napędu hydraulicznego maszyn o ruchu prostoliniowo-zwrotnym, jak np. szlifierek, a także do szybkich przesuwów w tokarkach, wytaczarkach i frezarkach. Zastosowanie ich jest bardzo szerokie ze względu na prostotę konstrukcji i wykonania.

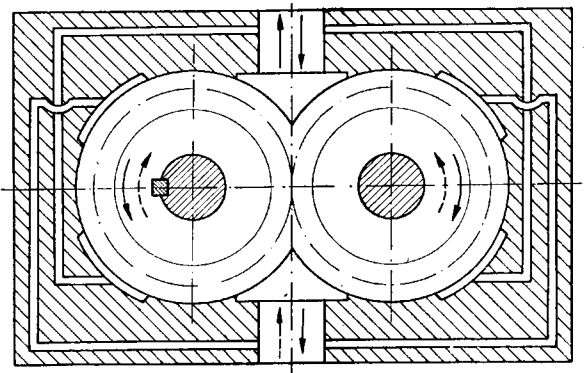
Pompy *wysokiego ciśnienia* (30 ÷ 70 at) stosuje się rzadziej z powodu trudności zapewnienia im koniecznej szczelności, która by zapewniała należytą sprawność. Przy wysokich ciśnieniach napór oleju od strony komory tłoczenia przyciska przeciwległe zęby do korpusu i powoduje zużywanie się zarówno gniazda, jak i łożysk, co stwarza luzy, zmniejsza wydajność pompy i ogranicza maksymalne rozwijane przez nią ciśnienie. Dlatego też przy ciśnieniach powyżej 30 at wykonuje się pompy zębate odciążone (rys. 8), w których ciśnienie z komory tłoczenia przenosi się na przeciwległą część obwodu koła zębatego, powodując jego odciążenie.



Rys. 7. Pompa zębata.

Pompy zębate na wysokie ciśnienia muszą być wykonane bardzo starannie. I tak pompy firmy *Vickers* rozwijające ciśnienie do 70 at wykonuje się w ten sposób, że korpus i pokrywę, sporządzone z brązu, powleka się warstwą cyny grubości 0,1 mm, montuje się całość z wstępnym dociskiem i przyciera

się hartowane koła zębate do ich gniazd przez co uzyskuje się minimalne luzy i zapewnia wysoką sprawność, dochodzącą do 93%.

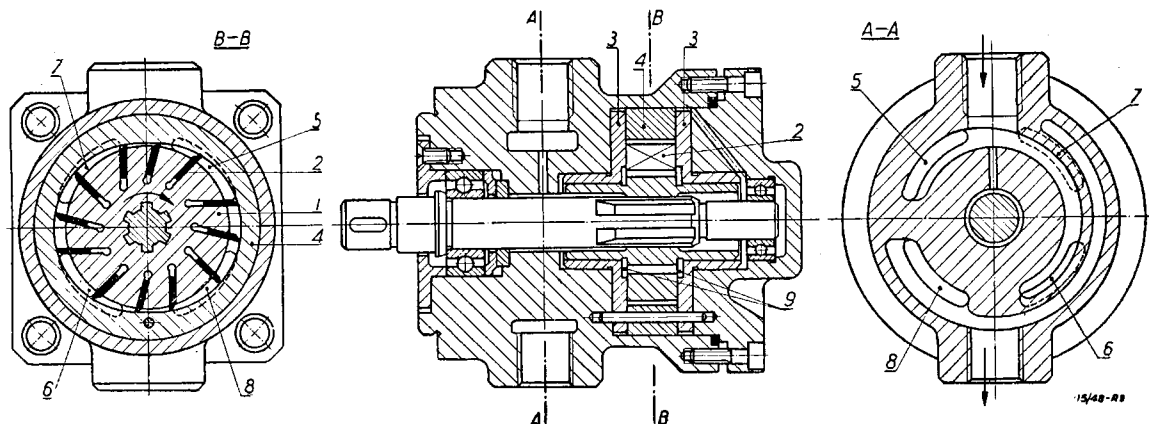


Rys. 8. Pompa zębata odciążona.

2. *Pompy łopatkowe*. Istnieje znaczna ilość konstrukcyj pomp łopatkowych. Do najbardziej znanych należą pompy *Enor*, *Sturm* i inne, których używa się przeważnie do napędu ruchu głównego obrabiarek (np. pompy *Enor* w przeciągarkach). W napędach posuwowych i pomocniczych współczesnych obrabiarek bardzo szeroko stosowane są pompy łopatkowe dwustronnie działające, dzięki prostocie konstrukcji, niezawodnej pracy i małym wymiarom. Wymiary ich są mniejsze niż wymiary pomp zębatych tej samej wydajności. Rozwijają one ciśnienie do 70 at. Konstrukcyjnie różnią się od dawnych typów tym, że nie posiadają przymusowego prowadzenia łopatek przy pomocy rolek lub segmentów.

Na rys. 9 widzimy pompę łopatkową dwustronnie działającą typu *Vickers*. Wirnik 1 z łopatkami 2 obraca się między tarczami 3 i pierścieniem 4 o specjalnym kształcie. Każda tarcza posiada 4 okna, z których dwa 5 i 6 łączą się z kanałem ssącym w korpusie, a dwa inne 7 i 8 z kanałem tłoczącym. Poza tym okna 7 i 8 mają połączenie z wytoczeniem 9, przez które olej pod ciśnieniem dostaje się pod łopatki, dociskając je do pierścienia 4. Prócz tego docisk wywołuje siła odśrodkowa. Wobec tego odpada konieczność przymusowego prowadzenia łopatek. Dzięki temu, że ciśnienie robocze działa na przeciwległe strony wirnika (na łukach odpowiadających oknom 7 i 8), wirnik jest odciążony i można stosować łożyska małych wymiarów.

Ze względu na duże naciski między łopatkami i pierścieniem 4 oraz silne tarcie powinny być użyte na te elementy jak najlepsze materiały. I tak pierścień 4 wykonuje się ze stali chromowej używanej na łożyska toczne, łopatki ze stali szybko tnącej (~ 18% W), wirnik ze stali chromomanganowej, a tar-



Rys. 9. Pompa łopatkowa odciążona o stałej wydajności.

cze z twardego brązu lub żeliwa o twardości  $180 \div 200 H_B$ . Opisana pompa posiada stałą wydajność. Istnieje szereg wykonań pomp łopatkowych z regulowaną wydajnością. Zmianę wydajności uzyskuje się przez zmianę mimośrodowości pierścienia 4 i wirnika 1.

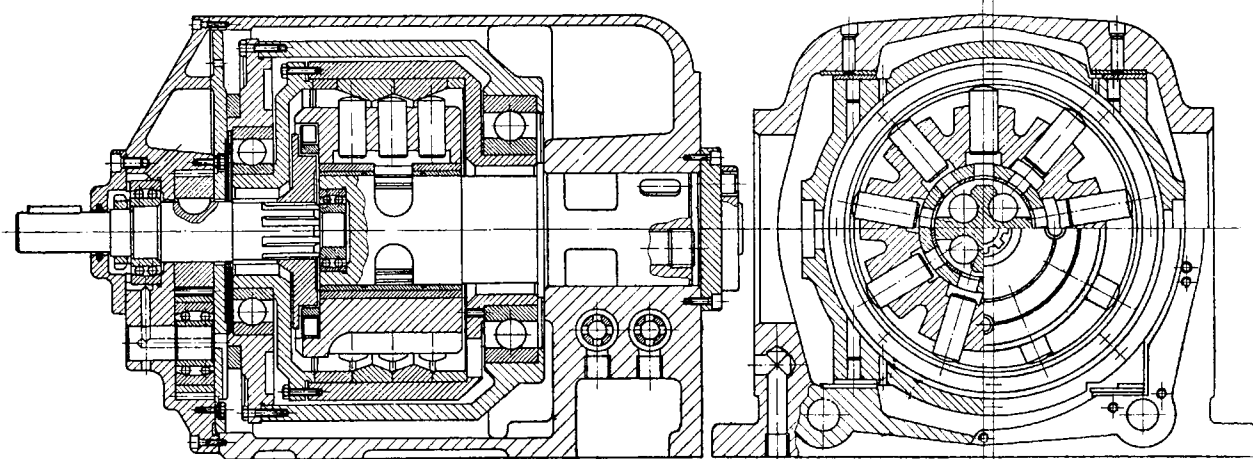
3. *Pompy wirujące tłokowe.* Dzieli się na typy zależnie od układu tłoków: promieniowy i osiowy. Pompy z tłokami ułożonymi promieniowo są bardzo rozpowszechnione. Znaną jest np. oparta na tej zasadzie przekładnia hydrauliczna *Lauf — Thoma*. Pompy te przeszły w ostatnich latach znaczną modyfikację. Poprzednio stosowano przymusowe prowadzenie tłoków za pomocą rolek lub segmentów, osadzonych na czopach tłoków i prowadzonych w kanałach bocznych tarcz bębna. Obecnie rozpowszechniają się zwłaszcza w Ameryce pompy, w których tłoki dociskane są do pierścieni wodzących bębna siłą odśrodkową i ciśnieniem oleju, dostarczanego przez pomocniczą pompę zębatą, wobec czego odpada konieczność przymusowego prowadzenia tłoków. Warunkiem jest tu oczywiście odpowiednia ilość obrotów. Taka konstrukcja jest znacznie prostsza i tańsza, a także pozwala na umieszczenie większej

ilości tłoków w kilku rzędach. Tłoki posiadają kuliste zakończenia po stronie styku z pierścieniami wodzącymi. Jak wynika z rys. 10, który przedstawia 3-rzędową pompę firmy *Oil-Gear*, pierścienie wodzące mają stożkowe ścięcia, wskutek czego punkt styku tłoka z pierścieniem nie leży w osi tłoka. Wskutek względnych ruchów wirnika w stosunku do bębna, tłoki w czasie pracy obracają się wokół swej osi. Ten ruch sprzyja równomiernemu zużyciu się tłoka, oraz polepsza warunki smarowania, zwłaszcza w miejscach, gdzie występują największe naciski między tłokiem i otworem w wirniku (cylindrem), tj. na górnej krawędzi otworu i dolnej tłoka. Często zamiast zwykłych tłoków w postaci wałka wykonuje się je z zakończeniem w kształcie grzybka (rys. 11), co zmniejsza tarcie między tłokiem a pierścieniem wodzącym. Pompy tego typu wykonuje się na ciśnienie do 80 at.

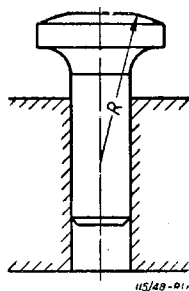
#### B. Zawory.

Zasadnicze zadania zaworów są następujące:

- 1) Ochrona mechanizmów przed przeciążeniem (zawory bezpieczeństwa).



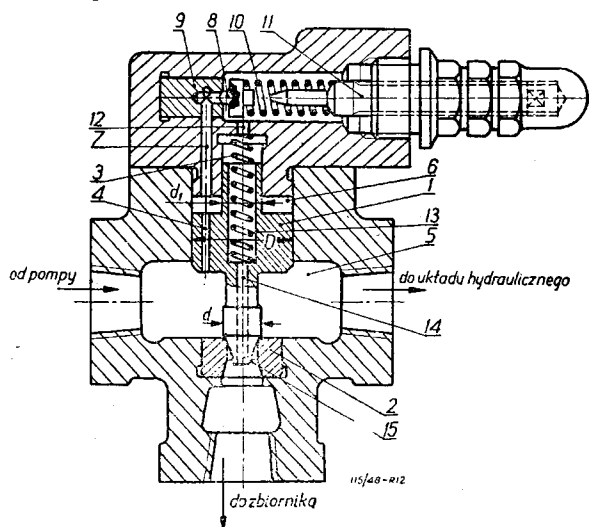
Rys. 10. Pompa tłokowa wirująca o zmiennej wydajności.



Rys. 11. Tłoczek grzybkowy pompy tłokowej wirującej.

- 2) Wytworzenie określonego ciśnienia w pewnych obwodach układu hydraulicznego (t. zw. zawory przelewowe, które często pełnią równocześnie funkcję zaworów bezpieczeństwa).
- 3) Sterowanie strumieniem oleju w określonym kierunku (zawory jednokierunkowe tzw. „zwrotne”).
- 4) Redukowanie ciśnienia do określonej wartości (zawory redukcyjne).
- 5) Stwarzanie stałej różnicy ciśnień niezależnie od wartości ciśnienia wyższego (zawory dozujące).
- 6) Sterowanie pracą organów obrabiarki w określonej kolejności (blokowanie).

Spśród wielkiej ilości rozwiązań konstrukcyjnych zaworów, niektóre zdobywają sobie pierwszeństwo dzięki pewnym zaletom w stosunku do zwykłych od dawna stosowanych zaworów, jak kulkowe, grzybkowe, tłoczkowe i podobne.



Rys. 12. Zawór firmy Vickers.

Jednym z najczęściej stosowanych obecnie jest zawór firmy Vickers przedstawiony na rys. 12. Działanie jego jest następujące: trzonek zaworu 1 posiada szerszą część cylindryczną i stożek dociskany do gniazda 2 sprężyną 3. W części cylindrycznej znajduje się otwór 4 o małej średnicy, który łączy przestrzeń 5 z komorą 6, skąd przez otwór 7 olej pod ciśnieniem podchodzi pod kulkę 8

dociskaną do gniazda 9 sprężyną 10. Przy pomocy wkrętu 11 regulujemy nacisk sprężyny. Dopóki ciśnienie na kulkę nie przewyższa siły sprężyny, ciśnienie w komorze 6 jest równe ciśnieniu robocznemu w przestrzeni 5. Ponieważ średnica  $d_1$  górnej części trzonka jest mniejsza od średnicy dolnej  $d$ , stożek jest dociskany do gniazda siłą sprężyny i ciśnieniem oleju i to tym bardziej im większe jest ciśnienie, co zapobiega szkodliwym ubytkom oleju. Gdy ciśnienie oleju przewyższy siłę sprężyny 10, kulka 8 podnosi się i strumień oleju przepływa przez otwór 4, komorę 6, otwory 7 i 12 i otwór w trzonku (13, 14, 15) do zbiornika. Ponieważ przekrój otworu 4 jest bardzo mały, następuje w nim spadek ciśnienia, przez co ciśnienie w komorze 6 staje się mniejsze od ciśnienia w przestrzeni 5, wskutek czego trzonek 1 unosi się do góry, przepuszczając olej z przestrzeni 5 do zbiornika. Mały otwór 4 gra równocześnie rolę tłumika wahań trzonka, czego nie posiadają zawory zwykłej konstrukcji, które też stwarzają wibrację ciśnienia. Ze względu na znaczną średnicę środkowej części trzonka  $D$  zawór jest bardzo czuły i ściśle utrzymuje ciśnienie, które łatwo daje się regulować wkrętem 11. Zawór Vickersa spełnia funkcje wymienione w punktach 1) i 2).

Działanie zaworu redukcyjnego omówimy w dalszym ciągu przy rozpatrywaniu regulatora prędkości.

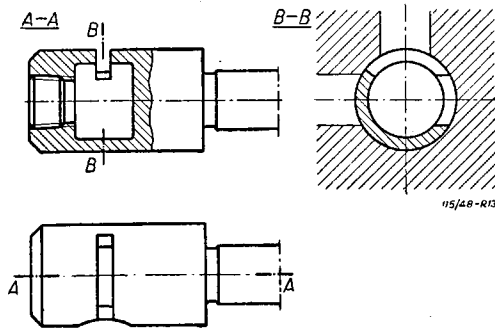
### C. Dławiki.

Zadaniem dławika jest przepuszczanie określonej ilości oleju przy pewnej różnicy ciśnień przed i za nim. Dławik powinien być tak skonstruowany, aby spełniał następujące warunki:

- 1) Przy wahaniami różnicy ciśnień przed i za dławikiem zmiana ilości przepuszczanego oleju powinna być minimalna.
- 2) Ilość przepuszczanego oleju powinna być jak najmniej zależna od jego temperatury.
- 3) Dławik nie powinien ulegać zanieczyszczeniu w czasie pracy.

Spełnienie tych warunków jest szczególnie ważne w wypadkach, gdy dławik przepuszcza małe ilości oleju, co zachodzi przy obrabianiu, w których tłok roboczy przesuwa się z małą szybkością, a czas trwania operacji roboczej jest znaczny (wierarki, wytaczarki, tokarki.). Jakkolwiek bowiem regulatory prędkości zawierają prócz dławika zawór redukujący ciśnienie przed dławikiem, to jednak przy małych ilościach przepuszczanego przez dławik oleju jego przelot wyraża się często ułamkami  $\text{mm}^2$ , wobec czego jego wrażliwość na zanieczyszczenie jest znaczna.

We współczesnych napędach hydraulicznych stosuje się dławiki zapewniające prawie zupełną niezależność wydajności od temperatury oleju i niewrażliwość na zanieczyszczenie (przy odpowiednim filtrowaniu oleju). Można tu wymienić niektóre dławiki firm *Ex-Cell-O*, *Natco* i *Vickers* (rys. 13). Przy



Rys. 13. Dławik szczelinowy.

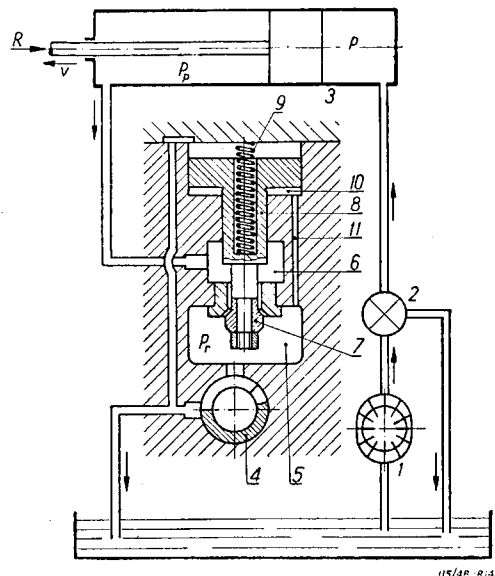
zastosowaniu dobrego regulatora ciśnienia można spełnić wszystkie warunki stawiane regulatorom prędkości.

#### D. Regulatory prędkości

Regulatorem prędkości nazywamy urządzenie składające się z zaworu redukcyjnego lub dozującego oraz dławika. Zadaniem jego jest ściśła regulacja szybkości tłoka roboczego niezależnie od obciążenia, a więc i niezależnie od wahań ciśnienia w układzie. Regulator prędkości jest jednym z najbardziej odpowiedzialnych mechanizmów w napędzie hydraulicznym, a jego konstrukcji i wykonaniu stawia się duże wymagania. W amerykańskim przemyśle obrabiarkowym najczęściej stosowane są regulatory firmy *Vickers*, *Natco* i *Ex-Cell-O*.

Rys. 14 przedstawia jeden z regulatorów *Vickersa* w zastosowaniu do prostego układu hydraulicznego. Pompa łopatkowa stałej wydajności 1 (rys. 9) tłoczy olej do przedniej komory cylindra 3 przez zawór 2 przedstawiony na rys. 12, który reguluje ciśnienie w cylindrze i przepuszcza nadmiar oleju do zbiornika. Ruchowi tłoka w prawo (ruch roboczy) przeciwdziała siła robocza  $R$ . Szybkość jego ruchu ustala regulator prędkości, przez który olej wypływa z tylnej komory cylindra do zbiornika. Podczas gdy ciśnienie  $P$  w przedniej komorze cylindra jest stałe, przeciwcisnienie  $P_p$  w tylnej komorze zmienia się w zależności od siły roboczej  $R$ , malejąc przy jej wzroście i odwrotnie. Zawór 2 jest nastawiony tak, iż ciśnienie  $P$  jest nieco wyższe od ciśnienia potrzebnego do przewyciężenia maksymalnej siły  $R$ . Aby szybkość przesuwu tłoka była stała i niezależna od wahań przeciwcisnienia  $P_p$ , musi dławik 4 przepuszczać stałą ilość oleju, co jest wa-

runkiem stałości ciśnienia w komorze 5. Osiąga się to w następujący sposób: Olej z cylindra przepływa do przestrzeni 6 zaworu redukcyjnego, a stąd przez szczelinę między stożkiem 7 i jego gniazdem wpływa do komory 5, przy czym ciśnienie jego wskutek zdławienia zostaje zredukowane do ciśnienia  $P_r$ . Na zawór 8 działa z jednej strony sprężyna 9, która stara się przesunąć go ku dołowi, a z drugiej strony ciśnienie zredukowane  $P_r$ , które usiłuje podnieść zawór do góry i zamknąć szczelinę między stożkiem 7 i gniazdem. Należy zwrócić uwagę, że zredukowane ciśnienie działa nie tylko na stożek zaworu, ale na cały jego przekrój określony średnicą górnej cylindrycznej części, gdyż przestrzeń 10 połączona jest wąskim otworem 11 z komorą 5, przez co ciśnienie zredukowane panuje również w przestrzeni 10. Jeśli przeciwcisnienie w tylnej komorze cylindra  $P_p$  wzrasta, wówczas do komory 5 wpływa większa ilość oleju, a ponieważ dławik stawia opór przepływowi, ciśnienie  $P_r$  wzrasta. Wskutek tego zawór podnosi się ku górze i szczelina dławiąca zaciera się, co przeciwdziała wzrostowi strumienia oleju i podwyższeniu ciśnienia zredukowanego. Odwrotnie dzieje się, gdy przeciwcisnienie  $P_p$  maleje. W ten sposób wielkość ciśnienia zredukowanego utrzymuje się na stałym poziomie, zależnym od siły sprężyny 9, którą można regulować. Otwór 11 mający bardzo mały przekrój służy równocześnie do tłumienia drgań zaworu.



Rys. 14. Regulator szybkości.

Opisany wyżej regulator prędkości stosuje się tylko wtedy, gdy olej z dławika wypływa wprost do zbiornika. O ile zarówno przed dławikiem, jak i za nim musi być zachowane ciśnienie robocze, wówczas sto-



sujemy regulator prędkości z zaworem dozującym, który niezależnie od ciśnienia panującego za dławikiem stwarza stałą różnicę ciśnień przed i za nim. Zawór tego typu można umieścić w przewodzie tłoczącym między pompą i cylindrem roboczym, dzięki czemu ciśnienie pompy będzie stale dostosowywało się do siły roboczej, podczas gdy w układzie poprzednio omówionym ciśnienie pompy pozostaje stałe, dostosowane do maksymalnej wartości siły roboczej. Regulator prędkości z zaworem dozującym jest więc bardziej ekonomiczny niż regulator z zaworem redukującym ciśnienie.

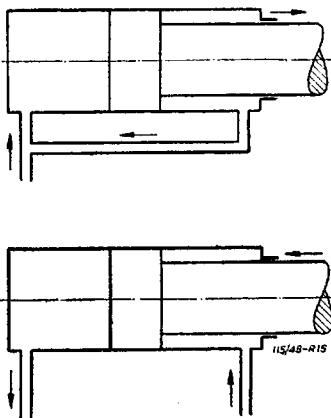
### E. Rozdzielacze

Rozdzielacze służą do kierowania strumieni oleju do odpowiednich organów napędu hydraulicznego w zależności od faz jego pracy. Rozdzielacze mogą być obsługiwane ręcznie, mechanicznie za pomocą oporów, hydraulicznie za pomocą tzw. pilotów, przekaźników ciśnienia lub przekaźników czasowych albo też na drodze elektrycznej przy pomocy solenoidów. Ten ostatni sposób znajduje coraz szersze zastosowanie, gdyż pozwala na szeroką automatyzację obrabiarek ze względu na prostotę, szybkość i dokładność sterowania na odległość.

Konstrukcja rozdzielaczy zależna jest ściśle od warunków pracy obrabiarki i dlatego znormalizowanie ich przedstawia duże trudności, jakkolwiek i w tym kierunku poczyniono już próby.

### F. Cylindry robocze

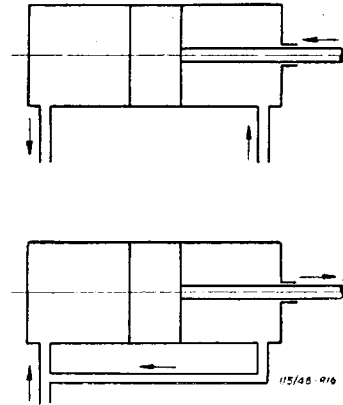
Ostatnie lata nie wniosły do konstrukcji cylindrów istotnych zmian, wobec czego omówimy tylko zasadnicze schematy włączania cylindrów w obwody układów hydraulicznych stosowane we współczesnych obrabiarkach.



Rys. 15. Schemat cylindra i jego włączania w obwód dla uzyskania jednakowej szybkości ruchu w obu kierunkach.

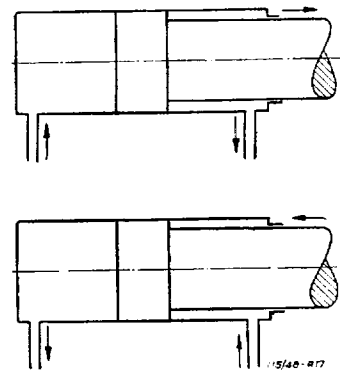
Rys. 15 przedstawia sposób doprowadzenia oleju do cylindra dla uzyskania jednakowych

szybkości tłoka w obu kierunkach przy użyciu pompy o minimalnej wydajności. Przy ruchu roboczym łączymy obie komory cylindra, wskutek czego olej wyciskany od strony tłoczyska dodaje się do oleju doprowadzonego przez pompę. Przy ruchu jałowym



Rys. 16. Sposób włączania cylindra w przeciągarkach.

pompa wtłacza olej od strony tłoczyska, a z drugiej komory cylindra olej wypływa do zbiornika. Ponieważ drąg tłokowy posiada przekrój dwa razy mniejszy od przekroju cylindra, więc łatwo sprawdzić, że szybkość tłoka w obu kierunkach będzie jednakowa, a wydajność pompy będzie dwa razy mniejsza niż przy układzie przedstawionym na rys. 17. Oczywiście jest to związane ze zmniejszeniem siły rozwijanej przez tłok.



Rys. 17. Schemat cylindra dającego ruch jałowy o szybkości większej niż szybkość ruchu roboczego.

Dla uzyskania szybkiego ruchu jałowego stosuje się niekiedy układ przedstawiony na rys. 16. Ze względu na dużą różnicę średnic cylindra i drąga tłokowego ruch jałowy tłoka jest znacznie szybszy od roboczego. Tego rodzaju układ stosują np. firmy *Oil-Gear* i *Colental Broach* w swoich przeciągarkach, w których ruch jałowy osiąga szybkość 30 m/min.

Warunek szybkiego ruchu jałowego spełnia również układ przedstawiony na rys. 17.

### 3. Napędy hydrauliczne w zastosowaniu do poszczególnych typów obrabiarek

Po zapoznaniu się z zasadniczymi mechanizmami napędu hydraulicznego obrabiarek przystąpimy do omówienia zastosowania go do różnych typów obrabiarek. Brak miejsca i trudności techniczne nie pozwalają na rozpatrywanie schematów napędu hydraulicznego poszczególnych obrabiarek, wobec czego poprzestaniemy na ogólnej charakterystyce warunków pracy układów hydraulicznych typowych obrabiarek w ich dzisiejszym stanie, co pozwoli Czytelnikowi zorientować się jakie tendencje rozwojowe panują obecnie w konstrukcji napędów i sterowania hydraulicznego obrabiarek. Omówimy kolejno obrabiarki, w których napęd hydrauliczny stanowi napęd główny roboczy, a następnie te, w których urządzenia hydrauliczne służą do uzyskania napędów pomocniczych, jak posuw, sterowanie i t.p.

#### A. Przeciągarki.

Przeciągarki stanowią grupę obrabiarek, w których wszystkie ruchy, a więc zarówno napęd główny roboczy, jak i wszelkie napędy pomocnicze uzyskuje się przy pomocy urządzeń hydraulicznych.

Napęd hydrauliczny w najprostszy sposób umożliwia pokonywanie oporów dowolnej wielkości, przy czym działa elastycznie i przy najkorzystniejszej szybkości ruchu roboczego, co posiada zasadnicze znaczenie dla drogich, a równocześnie łatwych do uszkodzenia przeciagaczy.

Prócz przeciagarek do otworów coraz częściej spotyka się przeciagarki do obróbki powierzchni zewnętrznych, zapewniające przy większych seriach o wiele ekonomiczniejsze wyniki od innych metod obróbki, przy jednoczesnej dużej dokładności wykonania.

Napęd hydrauliczny nowoczesnych przeciagarek posiada rozmaite rozwiązania konstrukcyjne. Prócz znanych napędów z pompą łopatkową zmiennej wydajności, jak np. niemieckie przeciagarki *Forst* lub *Schütte* z pompą *Enor*, spotykamy pompy tłokowe zmiennej wydajności (przeciagarki firmy *Oil-Gear*), a także pompy łopatkowe o stałej wydajności, przy czym przeważnie stosuje się dwie lub trzy pompy różnej wydajności z regulacją kombinowaną omówioną wyżej.

Tak jak wiele innych obrabiarek, również i przeciagarki wykonuje się w układzie podwójnym, jak np. pionowa przeciagarka *Duplex* firmy *Vickers*, pracująca dwoma narzędziami w ten sposób, że ruchowi roboczemu jednego przeciagacza towarzyszy ruch jałowy drugiego. W czasie obróbki jednego przedmiotu zamocowuje się drugi, co zwiększa znacznie wydajność.

#### B. Strugarki.

W strugarkach zarówno wzdłużnych jak i poprzecznych napęd hydrauliczny znalazł zastosowanie jako napęd główny dzięki swoim specjalnym właściwościom, różniącym go od napędu mechanicznego, jak płynne wcinanie się noża w materiał, możliwość zmiany szybkości skrawania w czasie pracy maszyny, stała szybkość wzdłuż całej drogi stołu lub narzędzia, niezawodność w pracy, ograniczenie do minimum wybiegów stołu i t.p. Również wydajność strugarek z napędem hydraulicznym jest wyższa niż przy innych rodzajach napędu, czego dowodem mogą być badania przeprowadzone na dwu strugarkach firmy *Waldrich*, jednej z napędem *Leonarda*, a drugiej z napędem hydraulicznym, które wykazały większą wydajność tej ostatniej. Strugarki wzdłużne z napędem hydraulicznym dysponują jednak ograniczoną długością przesuwu stołu, gdyż wykonanie cylindrów roboczych znacznej długości jest trudne. Wprawdzie dla zwiększenia przesuwu stołu stosuje się specjalne konstrukcje podwójnych cylindrów, przesuwających się wraz ze stołem z połową jego prędkości, ale i te rozwiązania dają ograniczony przesuw stołu. W tym kierunku w ostatnich latach nie dokonano znacznego postępu, z wyjątkiem może przemysłu amerykańskiego, o czym jednak brak dokładniejszych danych. Zresztą w Ameryce rozpoczęto udane próby napędu strugarek wzdłużnych układem elektrycznym ze sterowaniem elektronowym.

#### C. Szlifierki i docieraczki do otworów (*honing*)

Cechą charakterystyczną tej grupy obrabiarek jest ruch prostoliniowo-zwrotny wykonywany przez obrabiany przedmiot lub narzędzie. Zalety, jakie posiada napęd hydrauliczny w zastosowaniu do tego rodzaju obrabiarek, sprawiły, że wyparł on prawie zupełnie wszelkie inne sposoby napędu. Napęd hydrauliczny daje prócz prostoty rozwiązań konstrukcyjnych szeroki zakres bezstopniowej regulacji szybkości, płynną pracę obrabiarki ze spokojnymi nawrotami i w związku z tym dużą dokładność obróbki. Prócz napędu ruchu prostoliniowo-zwrotnego napęd hydrauliczny jest zastosowany do szeregu innych ruchów pomocniczych, jak szybki dosuw i odsuwanie tarczy szlifierskiej, przesuw mechanizmów pomocniczych, zaciśkanie, blokowanie itp.

Różne typy obrabiarek wchodzących w skład tej grupy stawiają napędowi hydraulicznemu rozmaite wymagania.

W szlifierkach do płaszczyzn konieczna jest znaczna szybkość stołu dla uzyskania dużej wydajności pracy. Nowoczesne szli-

fierki tego typu dysponują szybkościami do 45 m/min. Osiągnięto to dzięki odpowiedniej konstrukcji urządzeń hydraulicznych, które są w stanie przejmować znaczne siły bezwładności przy zachowaniu płynnego przyspieszenia i hamowania.

Ta sama tendencja istnieje w konstrukcji szlifierek do wałków i otworów. Tu jednak wymagania są zaostrzone przez to, że konieczne jest osiągnięcie minimalnych wybiegów stołu i dokładnego przełączania, aby umożliwić szlifowanie przedmiotów mających odsadzenia i węzły. Precyzyjny nawrót stołu lub tarczy w określonym punkcie (z dokładnością 0,1 — 0,2 mm) ogranicza szybkość ruchu prostoliniowo-zwrotnego, która dla nowoczesnych szlifierek waha się w granicach 0,2 — 15 m/min.

Ponieważ moc potrzebna do tego rodzaju napędu jest niewielka, więc z zasady stosuje się pompy stałej wydajności (zębate lub łopatkowe), a regulację szybkości osiąga się dławieniem.

#### D. Tokarki, wytaczarki, wiertarki i frezarki

Te cztery typy obrabiarek omawiamy wspólnie, gdyż ich napędy hydrauliczne pracują w bardzo zbliżonych warunkach, a ich konstrukcyjne rozwiązania są do siebie podobne.

Napędy hydrauliczne w tych obrabiarkach charakteryzują się niewielkimi szybkościami ruchu posuwowego przy znacznych siłach, wykonując zazwyczaj następujący cykl pracy:

- 1) Szybkie podejście narzędzia lub szybki przesuw stołu.
- 2) Ruch posuwowy roboczy (o jednym lub kilku stopniach prędkości).
- 3) Szybkie odprowadzenie narzędzia lub przedmiotu.
- 4) Zatrzymanie posuwu.

Wśród różnych konstrukcyjnych spotykamy najczęściej następujące układy mechanizmów:

- a) Wszystkie organy napędu hydraulicznego z wyjątkiem cylindra roboczego zebrane są w jeden agregat, co daje zwartość konstrukcji i minimalną ilość przewodów (rur). Jednak taki układ komplikuje konstrukcję agregatu, utrudnia jego wykonanie i normalizację poszczególnych mechanizmów, wskutek czego może być stosowany jedynie przy produkcji tych agregatów w dużych seriach z przeznaczeniem ich do z góry określonych cykli pracy.
- b) Napęd hydrauliczny składa się z oddzielnych normalnych mechanizmów, które łączy się rurami, dzięki czemu można uzyskiwać dowolny cykl pracy przy

użyciu normalnych zespołów składowych. W wielu wypadkach łączy się najczęściej spotykane kombinacje zespołów w jeden agregat sterujący, co pozwala osiągnąć większą zwartość konstrukcji, ułatwia montaż i obsługę.

Odnosnie regulacji posuwu w omawianych układach spotykamy regulację za pomocą dławienia i za pomocą pomp o zmiennej wydajności, przy czym przeważnie stosuje się pompy tłoczkowe o układzie osiowym. Jedną z takich konstrukcyj opisano powyżej (porównaj rys. 3 i 4).

W rozpatrywanej grupie obrabiarek istnieją dwie różne tendencje w stosowaniu napędu hydraulicznego. Przy frezarkach zwykłych (nie uniwersalnych) zwłaszcza cięższego typu, napęd hydrauliczny ruchu posuwowego jest stosowany zamiast napędu mechanicznego, celem uzyskania ciągłej regulacji posuwu w szerokim zakresie, co pozwala na stworzenie najkorzystniejszych warunków skrawania. Należy zaznaczyć, że hydrauliczny napęd ruchu posuwowego pracujący z przeciwcieniem w cylindrze roboczym umożliwia stosowanie frezowania współbieżnego (metoda amerykańska).

W zastosowaniu do wiertarko-wytaczarek, a zwłaszcza do tokarek, napęd hydrauliczny ma przeważnie na celu automatyzację cyklu pracy, wobec czego nadaje się specjalnie do obrabiarek służących do masowej lub seryjnej produkcji określonego kształtu przedmiotów. Dlatego też zagraniczny przemysł samochodowy, lotniczy i zbrojeniowy (głównie amunicyjny) używa znacznych ilości obrabiarek z hydraulicznym posuwem, dającym automatycznie sterowany cykl pracy. Dla przykładu możemy tu wymienić tokarki wielonożowe do obróbki wałów korbowych, różne automaty tokarskie, wytaczarki do obróbki diamentem korbowodów lotniczych i wiele innych.

W automatach tokarskich jedno- i wielorzecionowych stosuje się napędy hydrauliczne do szybkiego przysuwania i odsuwania suportów, wykonywania przez nie ruchów posuwowych roboczych, włączania i wyłączania sprzęgieł, obracania głowicy rewolwerowej, blokowania oraz sterowania cyklem pracy.

W automatach szczególnie ważny jest problem mechanizmów hydraulicznych, gwarantujących regulację drobnych posuwów przy użyciu minimalnej ilości oleju, gdyż brak miejsca nie pozwala na stosowanie cylindrów o większych wymiarach.

Sporne zagadnienie stanowi sprawa sposobu zasilania poszczególnych mechanizmów: z centralnej pompy czy też z pomp indywidualnych. Stosowane są obie metody. Pierwsza pozwala na znaczne uproszczenie

układu hydraulicznego i podwyższa jego sprawność w porównaniu z drugą, ta zaś nie nastęca trudności konstrukcyjnych związanych z uzyskaniem równoległej i niezależnej pracy kilku cylindrów zasilanych z jednego źródła.

### E. Piły tarczowe.

Warunkiem racjonalnej pracy piły i trwałości narzędzia jest stały nacisk na ząb na całej drodze cięcia. Najczęściej stosowany sposób regulacji posuwu przez dławienie nie spełnia na ogół tego warunku, gdyż w miarę tego, jak podczas wcinania się w materiał coraz większa ilość zębów bierze udział w pracy, rośnie odpór, tj. promieniowa składowa oporu skrawania, co powoduje spadek przeciwcisnienia w cylindrze, a zatem zmniejszenie szybkości posuwu, gdyż dławiki pracują bez regulatorów prędkości. Wprawdzie istnieją konstrukcje (np. piły firmy *Ohler*), w których przez układ zespołów i dobór właściwego dławika redukuje się znacznie wpływ zmiany przekroju ciętego materiału, jednak właściwe rozwiązanie dają dopiero najnowsze konstrukcje pił, jak np. ostatnie modele firmy *Heller*, w których prócz pompy zębatej istnieje pompa tłokowa o zmiennej wydajności, przy pomocy której regulujemy posuw, przy czym układ jest tak rozwiązany, że zmiana temperatury oleju nie posiada wpływu na posuw.

### F. Koparki.

Wymienione poprzednio zalety napędu hydraulicznego, a głównie łatwość sterowania mechanizmów obrabiarek na odległość przy użyciu małych sił i z dużą dokładnością, stały się powodem coraz szerszego stosowania go do kopiarek wszelkich typów, głównie tokarek i frezarek. Wprawdzie w tej dziedzinie współzawodniczy z napędem hydraulicznym sterowanie elektryczne, łącznie z najnowszymi metodami sterowania elektronowego, jednak napędy elektryczne wymagają szeregu urządzeń specjalnych nie zawsze dostępnych, podczas gdy napęd hydrauliczny można wykonać znacznie prostszymi środkami.

Hydrauliczne sterowanie obrabiarek odbywa się podobnie jak w sposobie mechanicznym przy użyciu wzornika (szablonu), mającego kształt obrabianego przedmiotu. Po wzorniku przesuwa się czujnik hydrauliczny, który udziela odpowiednich impulsów dalszym elementom układu przestrzeni cylindra roboczego, a ten powoduje zbliżenie lub odsunięcie organu wykonawczego, tj. suportu narzędziowego, od obrabianego przedmiotu, przez co nadaje przedmiotowi kształt wzornika. Kierowanie oleju do jednej lub dru-

giej komory cylindra roboczego odbywa się dwoma sposobami:

1) Czujnik połączony z suwakiem rozdzielacza sterującego przekazuje za jego pośrednictwem impulsy serwowmotorowi, który zmienia mimośród regulowanej pompy, co powoduje zmianę wielkości i kierunku strumienia oleju włączanego przez pompę do cylindra roboczego. Dzięki temu narzędzie zbliża się lub oddala od obrabianego przedmiotu.

2) Suwak rozdzielacza reguluje i skierowuje odpowiednio strumień oleju podawanego przez pompę o stałej wydajności, zmieniając jego ilość dławieniem, a kierunek przepływu łączeniem między sobą odpowiednich przewodów. W tym układzie, w prostszych konstrukcjach, czujnik przesuwany się po wzorniku jest sztywno związany z suwakiem rozdzielacza, natomiast w urządzeniach pracujących z większą dokładnością czujnik związany jest z suwakiem rozdzielacza przy pomocy pośredniczącego urządzenia mechanicznego, hydraulicznego, elektrycznego lub pneumatycznego względnie ich kombinacji.

Wysiłki konstruktorów kopiarek ze sterowaniem hydraulicznym zmierzają do osiągnięcia jak największej dokładności pracy tych maszyn. Przyczyną niedokładności pracy kopiarek hydraulicznych są: opóźnianie się organów wykonawczych w stosunku do sterujących oraz rozbieg organów wykonawczych, tj. przekraczanie wyznaczonego im nowego położenia, a następnie ruch wahadłowy w stosunku do niego. Te zjawiska spowodowane są głównie bezwładnością układu i istnieniem szkodliwych oporów (tarcie, strata ciśnienia). Jednym ze skutecznych środków, zmniejszających opóźnienia i wahania wykonawczego organu, jest udzielanie czujnikowi hydraulicznemu ruchu drgającego o małej amplitudzie i dużej częstotliwości. Dzięki czujnikowi z wibratorem osiągnięto dokładność obróbki  $\pm 0,02$  mm, co dla kopiarek stanowi wysoką klasę dokładności.

Urządzenia hydrauliczne do kopiowania, podobnie jak inne elementy napędów hydraulicznych, produkuje się obecnie w Ameryce jako niezależne mechanizmy zwane *duplikatorami*, które można wbudowywać w zwykłe obrabiarki.

## 4. Wnioski

Napęd hydrauliczny jako napęd główny przy obrotowym ruchu roboczym mimo dodatnich wyników nie znalazł szerszego zastosowania. Istnieje wprawdzie szereg typów obrabiarek z tego rodzaju napędem, jak np. tokarki firmy *Magdeburg* z napędem *Lauf-Thoma* lub tokarki z napędem *Sturm* firmy *Boehring*, jednak obecnie nie zdobywają one szerszego uznania. Z szeregu przyczyn tego stanu rzeczy można wymienić:

- 1) Znaczny koszt hydraulicznych jednostek napędu głównego spowodowany jego złożoną konstrukcją, wysoką dokładnością wykonania, drogimi materiałami stosowanymi na niektóre jego części i innymi względami.
- 2) Nieznaczny zysk na wydajności w zastosowaniu do obrabiarek uniwersalnych, jak tokarki czy rewolwerówki, które w zasadzie dysponują dość gęstym szeregiem prędkości. Zastosowanie ciągłej zmiany ilości obrotów nie daje znacznych korzyści, zwłaszcza że zużycie energii przy niższej sprawności napędu hydraulicznego jest większe, niż w przekładni mechanicznej.
- 3) Obrabiarki nie uniwersalne, a więc tzw. produkcyjne i specjalne stawiają z zasady mniejsze wymagania pod względem rozpiętości i zagęszczenia szeregu obrotów, a poza tym pozwalają często na stosowanie uproszczonych sposobów zmiany obrotów, jak np. koła wymienne, wobec czego zastosowanie urządzeń hydraulicznych do napędu głównego tych obrabiarek nie opłaca się.
- 4) Stosunkowo duże wymiary przekładni hydraulicznych utrudniają wbudowanie ich w obrabiarki i wymagają nowych rozwiązań konstrukcyjnych.
- 5) Mała znajomość urządzeń hydraulicznych a w następstwie tego brak zaufania do tych metod napędu obrabiarek nie sprzyja ich upowszechnieniu.
- 6) W chwili obecnej większe zainteresowanie wzbudza napęd elektryczny z ciągłą regulacją obrotów w szerokim zakresie, co przypuszczalnie wpływa również hamującą na wzrost zastosowania przekładni hydraulicznych.

Coraz szersze zastosowanie natomiast zdobywają napędy hydrauliczne tam, gdzie chodzi o uzyskanie ruchów prostoliniowych o zmiennej prędkości. Dotyczy to zarówno ruchów głównych roboczych (przeciągarki, strugarki), jak również ruchów posuwowych wykonywanych przez przedmiot obrabiany lub narzędzie (szlifiarki, frezarki, tokarki,

wytaczarki, wiertarki, docieraczki, piły tarczowe i wiele innych). Poza tym stosuje się urządzenia hydrauliczne do wykonywania całego szeregu operacji pomocniczych, jak np. szybki dosuw i odprowadzanie suportów, przesuwanie ciężkich zespołów, których ręcznie nie można obsłużyć, włączanie i wyłączanie napędów mechanicznych, sterowanie skrzynki biegów, podawanie i zaciskanie materiału i różne inne czynności.

Napęd hydrauliczny w budowie obrabiarek prócz dodatnich cech wymienionych w niniejszym artykule posiada jeszcze tę ważną zaletę, że składa się z małej ilości zasadniczych mechanizmów, które stosunkowo łatwo dają się normalizować i produkować przez wyspecjalizowane wytwórnie. Dlatego też w Ameryce, gdzie technika napędów hydraulicznych osiągnęła bardzo wysoki poziom, istnieje szereg firm produkujących seryjnie zunifikowane urządzenia i wyposażenia hydrauliczne stosowane następnie w formie gotowej przez fabryki obrabiarek.

Obok USA również Związek Radziecki produkuje szereg udanych konstrukcji obrabiarek z napędem hydraulicznym, a fabryki wyspecjalizowane w budowie urządzeń hydraulicznych dostarczają je różnym fabrykom obrabiarek. Poza tym przy naukowo-badawczym instytucie doświadczalnym dla obrabiarek do metali (ENIMS) istnieje specjalny wydział dla badania oraz projektowania urządzeń hydraulicznych.

Podobna organizacja badań i produkcji napędów hydraulicznych w Polsce dała by naszemu coraz szybciej rozbudowującemu się przemysłowi obrabiarkowemu nowe możliwości rozwojowe.

#### ZRÓDŁA:

- 1) *Prof. T. M. Basz'a*: Gidrawliczeskije priwody i mechanizmy metalłoreżuszczych stankow. Moskwa 1936.
- 2) *Inż. I. Z. Zajczenko*: Gidrawliczeskoje oborudowanie sowremiennych metalłoreżuszczych stankow. Maszgiz 1945.
- 3) *Prof. dr E. M. Chaimowicz*: Gidrawliczeskije priwody metalłoreżuszczych stankow. Maszgiz 1947.
- 4) *Stanki i instrument*, rocznik 1947.
- 5) *Machinery* (New-York).
- 6) *Tool Engineering*.

### PORADNIK RZEMIEŚNIKA-MECHANIKA

Instytut Wydawniczy SIMP przystąpił do opracowania „Poradnika rzemieślnika-mechanika”, obejmującego nauki matematyczno-fizyczne oraz nauki techniczne ogólne. Dzieło to, o objętości około 400 stron, stanowi początek cyklu poradników rzemieślniczych zawodowych i funkcyjnych, wchodzących w program wydawniczy Instytutu. Układ treści tomu ogólnego i tomików specjalnych jest tak pomyślany, iż tom ogólny uzupełniony jednym z tomików specjalnych, będzie zawierał całokształt wiadomości, potrzebnych do wykonywania pewnego zawodu, np. tokarza, ślusarza maszynowego, blacharza, kotlarza, mechanika samochodowego, itd.

Termin ukazania się tomiku ogólnego w druku: jesień 1948 r.

Inż. CZESŁAW NOWICKI i Inż. WACŁAW OSTROWSKI

## OBRABIARKI Z WAŁEM GIĘTKIM I ICH ZASTOSOWANIE W PRZEMYSŁE

Stanowisko pośrednie pomiędzy obrabiarką — maszyną i zwykłym narzędziem ręcznym zajmują obrabiarki, w których narzędzie uzyskuje ruch roboczy mechaniczny za pośrednictwem giętkiego wału.

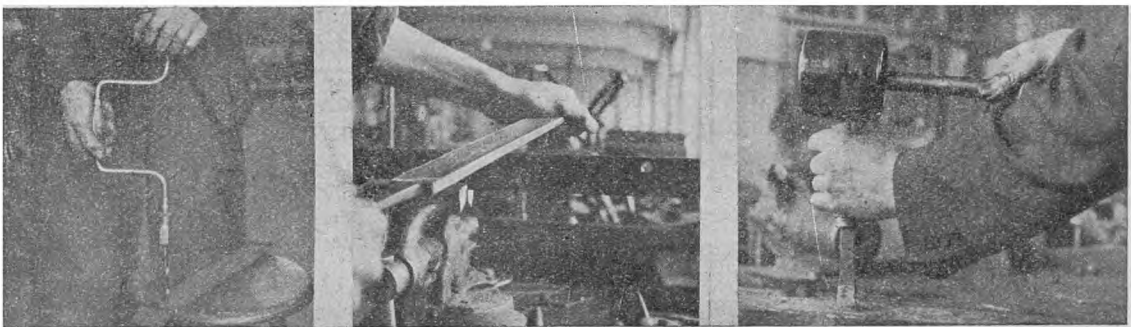
Prototypem tych maszyn jest wiertarko-frezarka dentystyczna, o napędzie elektrycznym. Narzędziu nadany zostaje ruch obrotowy roboczy od silnika elektrycznego, posuw natomiast pozostaje ręczny. Współdziałanie silnika z ręką daje w porównaniu z pracą zwykłym narzędziem ręcznym bardzo duże korzyści; praktyka wykazuje zmniejszenie czasu pracy 6 do 10 krotne. Poza tym obrabiarki z wałem giętkim otwierają nowe możliwości szybkiej i taniej obróbki.

Rys. 1 podaje kilka przykładów pracy narzędziami ręcznymi, a rys. 2 analogiczne czynności wykonywane, za pomocą obrabiarek z wałami giętkimi. Poza skróceniem czasu obróbki oraz zaoszczędzeniem sił robotnika uzyskuje się przy tym zmniejszenie kosztów, związanych z użyciem narzędzi.

Obrabiarki tego typu były w Polsce produkowane w niewielkich ilościach. Także w niewielkiej ilości sprowadzano je z za-

granic. Toteż nasz przemysł i rzemiosło tylko w nielicznych wypadkach stosowały obrabiarki z wałem giętkim. Obecnie mamy już krajową produkcję tych obrabiarek i to w szerokim zakresie różnych typów, a więc: wiertarki, frezarki, szlifierki, polerki, mechaniczne śrubokręty i nożyce, ciężkie szlifierki dla hutnictwa i odlewnictwa, mieszadła do farb, polerki do oczyszczania powierzchni pod farby i lakiery (karoserie samochodowe, wagony, tynki szlachetne), przyrządy do badań spoin, oczyszczarki do usuwania kamienia z rur kotłowych, rdzy i starej farby z blach i konstrukcji stalowych itp. Jak z tego wynika obrabiarki z wałami giętkimi posiadają bardzo szerokie zastosowanie w przemyśle metalowym, drzewnym, chemicznym, a następnie w górnictwie i hutnictwie. Prosta i tania budowa oraz zalety maszyny przenośnej zapewniają dalszy rozwój tych obrabiarek i rozszerzenie zakresu ich stosowalności.

Rys. 3, 4, 5, 6 i 7 podają niektóre przykłady zastosowania obrabiarek z wałem giętkim do frezowania, szlifowania, cięcia blachy, polerowania i szczotkowania. Należy pod-



Rys. 1. Przykłady pracy narzędziami ręcznymi.

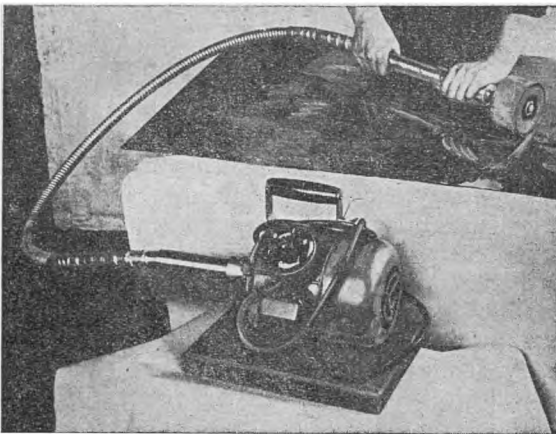


Rys. 2. Wykonanie prac analogicznych jak na rys. 1 lecz obrabiarkami z wałem giętkim.



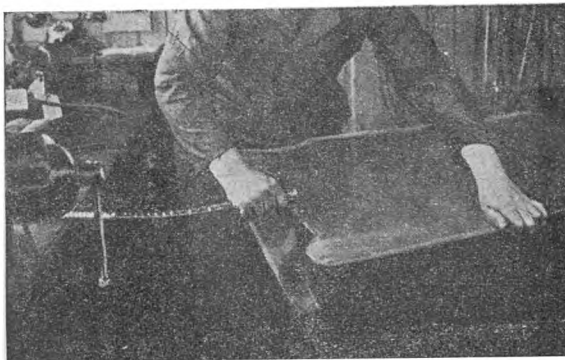
Rys. 3. Frezowanie przy użyciu narzędzia napędzanego wałem giętkim.

kreślić, że ta sama obrabiarka może wykonywać szereg różnych prac jedynie przez zmianę narzędzia i ewentualnie przekładni, celem zmiany ilości obrotów wału giętkiego.



Rys. 4. Szlifowanie szlifierką napędzaną wałem giętkim.

Obrabiarki z wałem giętkim posiadają w stosunku do obrabiarek stałych tę przewagę, że można przy ich pomocy obrabiać miejsca trudno dostępne, które przy użyciu



Rys. 5. Cięcie blachy przy użyciu obrabiarki z wałem giętkim.

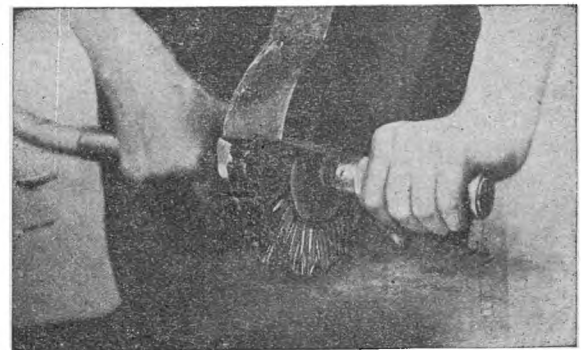
obrabiarek stałych w ogóle nie mogłyby być obrobione. Mają one również przewagę nad obrabiarkami ręcznymi z napędem mechanicznym w których narzędzie jest osadzone na sztywnym wrzecionie (rys. 8). Takie obrabiarki, nieraz o znacznej ciężarze, robotnik musi utrzymywać rękoma, co powoduje zmęczenie i utrudnia dokładne prowadzenie narzędzia.

Obrabiarki z wałem giętkim buduje się o mocy napędowej od 0,1 do 2 kW; liczby obrotów wału giętkiego mogą wynosić od 500 do 50000 na minutę. Ta duża rozpiętość mocy i obrotów umożliwia szeroki zakres zastosowania tych maszyn.



Rys. 6. Polerowanie.

W przemyśle metalowym najczęściej są stosowane obrabiarki typu Fasil-Standart (na prąd trójfazowy) i Fasil-Standart Uniwersal<sup>1)</sup>.

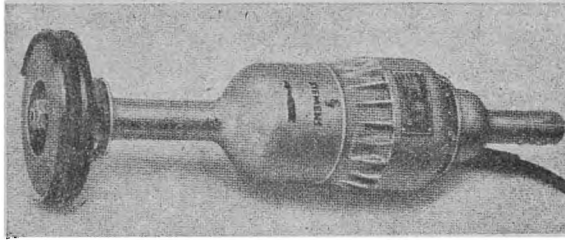


Rys. 7. Czyszczenie szczotką rotacyjną napędzaną wałem giętkim.

Rys. 9, przedstawia typ Fasil — Standart na prąd trójfazowy, który składa się z podstawy, silnika, wału giętkiego i przekładni o przełożeniu 1:3, 3:1, dodatkowej 1:9, uchwytu oraz kompletu narzędzi.

Obrabiarka ta może służyć jako frezarka i szlifierka i jest przeznaczona głównie do obróbki matryc i wykrojników przy użyciu narzędzi pokazanych na rys. 10 i 11.

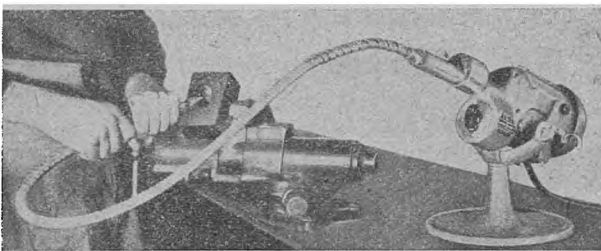
<sup>1)</sup> Typy obrabiarek z wałem giętkim produkowane przez Państwowe Zakłady Lotnicze, Fabryka Nr. 3, Wrocław — Psie Pole.



Rys. 8. Szlifierka ręczna z napędem mechanicznym i sztywnym wrzecionem.

Podstawa obrabiarki może być zastąpiona pałąkiem z rolkami do zawieszania na szynie, lub też stojakiem na kółkach. Moc silnika wynosi od 0,175 do 0,5 kW przy 9000 lub 24000 obr./min. Przez zmianę przekładni lub jej wymontowanie (co zabiera jedynie kilka-nastę sekund) możliwe jest uzyskanie 1000 lub 3000 obr./min.

Obrabiarka Fasil — Standart Uniwersał (rys. 12) jest przeznaczona do drobnych robót frezarskich i szlifierskich. Wyposażona w silnik uniwersalny na prąd zmienny jednofazowy lub stały o mocy 0,1 kW i przekładnię wbu-

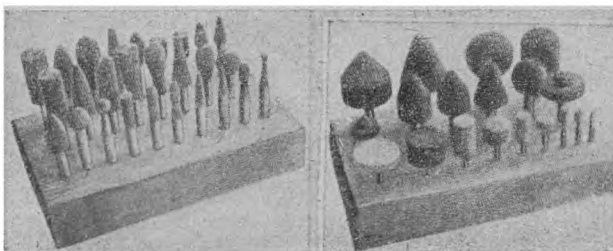


Rys. 9. Obrabiarka z wałem giętym typu Fasil-Standart

dowaną na stałe; pracuje ona normalnie przy 18000 obr./min. a przez przełożenie można uzyskać 1500 lub 3000 obr./min. Obrabiarka ta wraz z wyposażeniem mieści się w walizce wygodnej do przenoszenia.

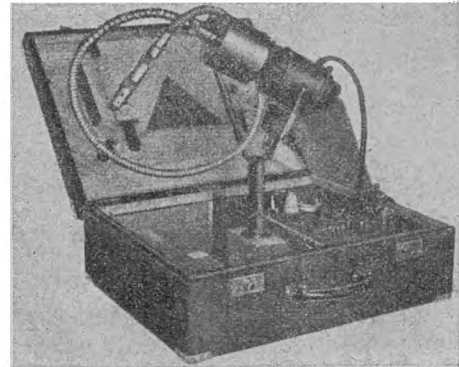
W hutnictwie i odlewnictwie popularnym typem obrabiarki z wałem giętym jest Fasil — Constant o mocy silnika od 0,5 do 2 kW i ilości obrotów 3000 na minutę (rys. 13). Pracuje bez przekładni i umieszczona jest na stojaku z rączką do wygodnego przenoszenia.

Nieocenione usługi przy czyszczeniu ko-



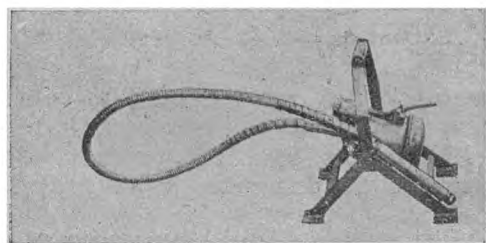
Rys. 10 i 11. Narzędzia stosowane do obrabiarek z wałem giętym.

tłów wodno-rurkowych oddaje obrabiarka zbudowana specjalnie do tego celu (rys. 14) o mocy od 0,8 do 2,5 kW i 3000 obr./min. Wyposażona jest ona w specjalne narzędzia t. zw. „grzechotki” do zbijania kamienia kotłowego oraz w długi wał giętki, nieraz o długości 15 m.



Rys. 12. Obrabiarka walizkowa (typ Fasil-Standart-Universał).

Najistotniejszą częścią omawianych obrabiarek są wały giętkie. Są one wykonywane przez nakręcanie na siebie szeregu warstw uprzednio zwiniętych drutów stalowych o różnych średnicach (rys. 15), przy czym ilość warstw wynosi od dwóch do ośmiu. Zależy to od przenoszonej mocy i stopnia wymaganej giętkości wału. Mała ilość warstw lecz o dużym skoku linii śrubowej (dwa, trzy zwojowe) powoduje, że wały są sztywniejsze lecz pozwalające przenieść większą moc. Wały wielowarstwowe o małym skoku zwojów są giętkie, a zarazem przenoszą dużą moc.

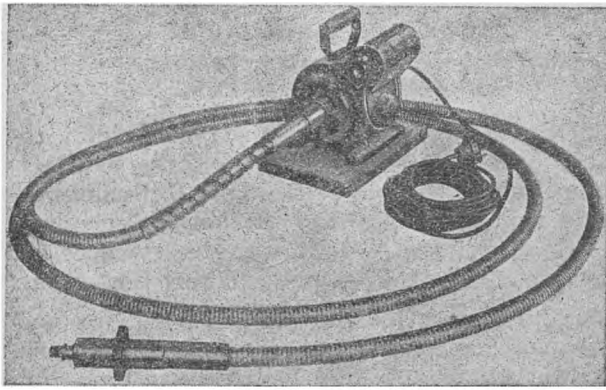


Rys. 13. Obrabiarka typu Fasil-Constant.

Górną warstwę wału giętkiego stanowi nieruchoma, szczelna otulina. Końce wałów lutuje i łączy się z przekładniami lub uchwytyami do narzędzi.

Wały giętkie wykonuje się jako prawo (rys. 16a) i lewo obrotowe (rys. 16b); wskaźnikiem jest tutaj zewnętrzna warstwa pracująca. Niewłaściwy kierunek obrotu „rozkręca” wał i może go szybko zniszczyć. Do celów specjalnych i przy przenoszeniu niedużych mocy wykonuje się wały mogące pracować przy dowolnych kierunkach obrotu

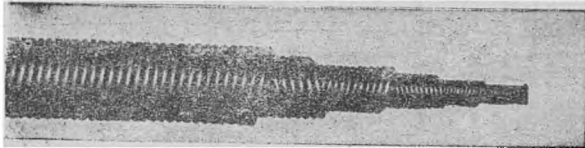




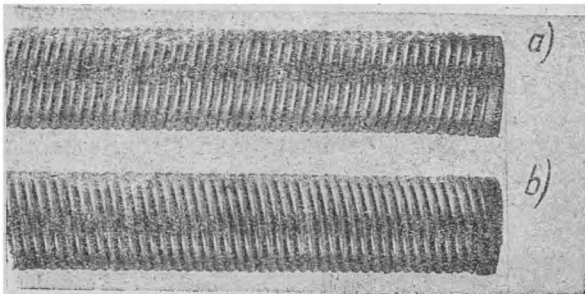
Rys. 14. Kompletne urządzenie do czyszczenia rur kotłów wodnorurkowych.

np. dla napędu szybkościomierzy na lokomotywach).

Tablica I podaje wartości przenoszonych mocy przez giętki wał w zależności od średnicy i ilości obrotów. Celem przeniesienia momentu gnącego u nasady uchwytów sto-



Rys. 15. Budowa wału giętkiego.



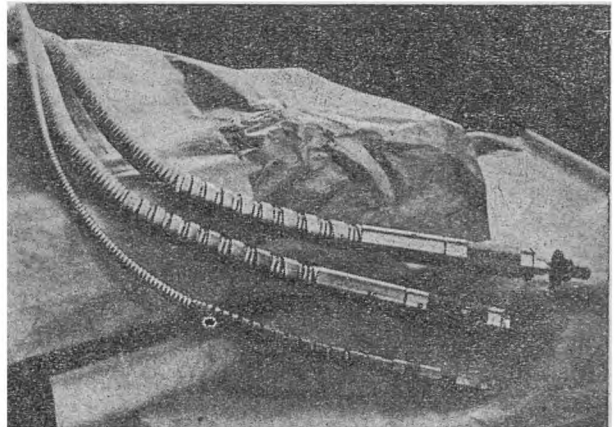
Rys. 16. Wał giętki a) prawoobrotowy, b) lewoobrotowy.

suje się specjalne sprężyny stalowe zwinięte z płaskowników.

Na rys. 17 podano trzy rodzaje końcówek normalnych stosowanych do obrabiarek z wałem giętkim dla zamocowania narzędzi:

- 1) końcówka trzpieniowa dla zamocowania tarcz szlifierskich,
- 2) końcówka z otworem stożkowym Morse'a,
- 3) końcówka z otworem cylindrycznym.

Poza tym stosuje się cały szereg końcówek i uchwytów specjalnych. Silniki stosowane do obrabiarek z wałami giętkimi są budowane na prąd zmienny trójfazowy 220/380V lub jednofazowy 220 V.



Rys. 17. Końcówki wałów giętkich do zamocowywania narzędzi.

Wyjątek stanowią niektóre maszyny np. Fasil — Standart Uniwersal lub maszyny przeznaczone do prac specjalnych w odlewniach, lub przy pracy wewnątrz dużych zbiorników metalowych. W tych wypadkach stosuje się silniki prądu stałego o niskim napięciu, zgodnie z przepisami o stosowaniu niskich napięć przy pracach, mogących łatwo spowodować wypadki przez porażenie prądem.

**TABLICA I**  
Moc przenoszona przez wały giętkie

Średnica zewn. wału	Ilość obrotów na minutę							
	250	500	800	1000/1200	1400/1500	2000/2250	3000	6000
	M o c				K M			
3,25	—	—	—	1/100	1/50	1/40	1/30	1/20
4 — 5	—	—	1/100	1/50	1/40	1/30	1/20	1/15
6 — 8	1/100	1/60	1/50	1/40	1/30	1/20	1/15	1/10
9	1/50	1/40	1/30	1/15	1/10	1/6	1/5	1/4
10	1/20	1/15	1/10	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2
11 — 12	1/10	1/6	1/5	1/4	2/5	1/2	3/4	1
15	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	3/4	1	1 1/2
20	1/5	1/3	1/2	3/4	1	1 1/2	2	—
25	1/3	1/2	3/4	1 1/4	1 3/4	2 1/2	3	—
30	3/4	1 1/4	1 3/4	2 1/2	3 1/2	5	7	—
35	1	1 1/2	2 1/2	4	5	7 1/2	10	—
40	2	3	5	7	8 1/2	10	15	—

W wypadkach występowania znacznych przeciążeń należy wybierać wały o 30% silniejsze.

JAN PAWLIKOWSKI

## KOŁA ZĘBATE W BUDOWIE OBRABIAREK

### Wstęp

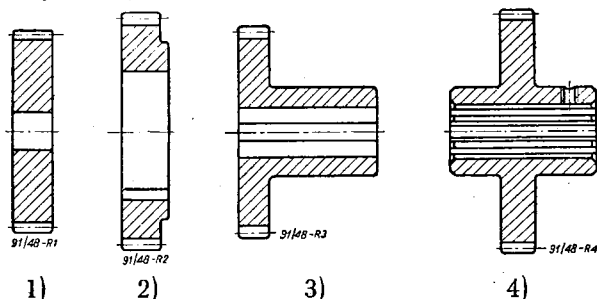
Koła zębate w budowie obrabiarek stanowią jeden z poważniejszych problemów, nie tylko pod względem konstrukcyjnym i materiałowym, lecz również obróbki mechanicznej i cieplnej.

Ilość kół zębatych, które posiada przeciętna nowoczesna obrabiarka (tokarka, rewolwerówka, frezarka itp.) jest tak znaczna, że całkowity czas obróbki kół zębatych stanowi często około 20% czasu obróbki mechanicznej wszystkich części obrabiarki. Moc przenoszona, prędkości obwodowe i konieczność uzyskania ciętego biegu kół zębatych stawiają przed konstruktorem i wykonawcami cały szereg problemów do rozwiązania.

Celem niniejszego artykułu jest omówienie pewnych wytycznych konstrukcyjnych oraz bardziej zasadniczych sposobów obróbki kół zębatych w małoseryjnej produkcji obrabiarek.

### 1. Klasyfikacja kół zębatych

Celem przejrzystego ujęcia całości zagadnienia oraz ułatwienia pracy zarówno w Biurze Konstrukcyjnym jak i Fabrykacyjnym pożądanym jest posiadanie albumów rysunków wszystkich kół zębatych, jakie w danym zakładzie są produkowane. Albumy te należy uzupełniać w miarę wprowadzania do produkcji nowych konstrukcyj.



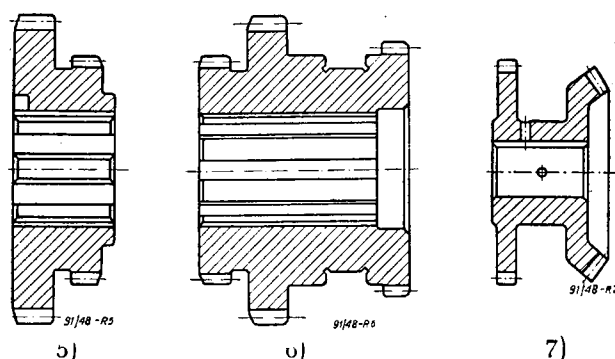
Rys. 1 — 4 Koła zębate: 1) gładkie bez piasty, 2) z piastą jednostronną krótką, 3) z piastą jednostronną długą, 4) z piastą dwustronną.

Przy sporządzaniu albumu konieczne jest przeprowadzenie klasyfikacji kół zębatych z podziałem na grupy, obejmujące koła zębate, mające pewne wspólne cechy charakterystyczne, podobne wymiary zewnętrzne, kształty itd. Niżej podany podział kół zębatych przewiduje dla każdego koła symbol literowo-cyfrowy, stanowiący o przynależności koła do pewnej charakterystycznej grupy. Na symbol ten składają się cztery znaki:

1) Litera duża: **A**, **B** lub **C**, przy czym oznaczają one: **A** — koło zębate walcowe, **B** — koło zębate stożkowe, **C** — koło zębate ślimakowe;

2) Cyfra arabska określająca materiał i rodzaj obróbki cieplnej, jakiej koło ma być poddane i tak: **1** — koło zębate lane (żeliwne, brązowe itp), **2** — stalowe bez obróbki cieplnej, **3** — ulepszone, **4** — hartowane (na wskroś lub powierzchniowo), **5** — nawęglane i hartowane.

3) Cyfra rzymska określająca podgrupę wymiarową (ze względu na wielkość obrabiarek, na których wykonywać będziemy wstępną obróbkę), przy czym poszczególne cyfry oznaczają zakres średnic kół, a mianowicie: **I** — do 90 mm, **II** — 90 ÷ 180 mm, **III** — 180 ÷ 300 mm, **IV** — ponad 300 mm;



Rys. 5 — 7. Koła zębate: 5) podwójne, 6) potrójne, 7) zespolone walcowe i stożkowe.

4) Litera duża określająca kształt koła, przy czym: **D** — koła zębate gładkie, bez piasty (rys. 1) **E** — z piastą jednostronną krótką (rys. 2), **F** — z piastą jednostronną długą (rys. 3), **G** — z piastą dwustronną (rys. 4), **H** — podwójne (rys. 5), **J** — potrójne (rys. 6), **K** — o bardziej złożonych kształtach (rys. 7).

Przykłady:

**A1 — ID** oznacza koło zębate walcowe, lane, gładkie, bez piasty, o średnicy  $\leq 90$  mm,

**A2 — IG** — koło zębate walcowe, stalowe, bez obróbki cieplnej, z dwustronną piastą, o średnicy  $\leq 90$  mm itd.

Tak sporządzony album rysunków będzie do pewnego stopnia wstępem do normalizacji wymiarów i kształtów kół dla Biura Konstrukcyjnego, a dla Biura Fabrykacyjnego stanowić będzie bogaty materiał, umożliwiający zebranie i uporządkowanie danych dotyczących narzędzi i pomocy warsztatowych, danych porównawczych do planowania i wyznaczania czasów obróbki, oraz danych dotyczących jakości i wymiarów materiału. Zebrany w ten sposób materiał porównawczy może w wielu przypadkach umożliwić opracowanie znormalizowanych przebiegów obróbki.

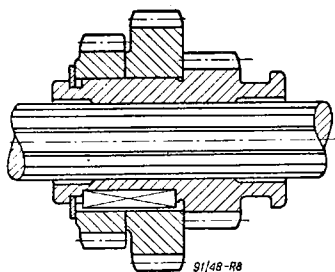
## 2. Zagadnienia konstrukcyjne i materiałowe z punktu widzenia obróbki kół zębatych

Przy projektowaniu skrzynek prędkości oraz pojedynczych przekładni, konstruktorzy zwracają głównie uwagę na szczegóły konstrukcyjne związane z ilością obrotów oraz wytrzymałością kół zębatych, natomiast mniej uwagi poświęcają zagadnieniom związanym z obróbką mechaniczną i cieplną oraz warunkami pracy kół zębatych. Tymczasem konstruktor powinien znać możliwości warsztatowe danego zakładu i tak projektować koła zębate, ażeby były one możliwie łatwe do wykonania w warunkach danego warsztatu. Drobne nawet pod tym względem niedociągnięcia konstrukcyjne powodują czasem duże trudności na warsztacie.

Ostatnie badania<sup>1)</sup> nad pracą kół zębatych, wykazały konieczność wprowadzenia pewnych zmian w ich konstrukcji.

Bardzo często w konstrukcjach skrzynek biegów i posuwów spotyka się koła zębate podwójne i potrójne. Koła takie są zwykle trudne do wykonania, szczególnie jeśli podlegają obróbce cieplnej. Zęby jednego z wieńców, największego, można wprowadzić po obróbce cieplnej oszlifować, ale usunięcie odkształceń powstałych podczas obróbki cieplnej w uzębieniu wieńców mniejszych jest bardzo trudne.

W pewnych wypadkach może tę sprawę rozwiązać powierzchniowe hartowanie. Lepiej jednak zastosować, o ile to jest konstrukcyjnie możliwe, koło składane np. w sposób przedstawiony na rys. 8.

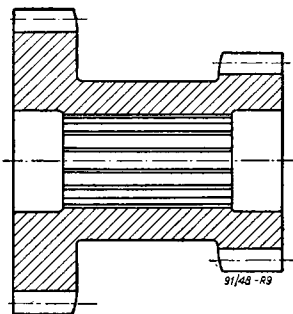


Rys. 8 Koła zębate zespolone składane.

Przeciąganie otworów wielowypustowych w kołach zębatych przesuwanych z długimi piastami sprawia często wiele trudności i powoduje szybkie zużywanie się przeciągaczy. Dlatego też pożądane jest, w przypadkach projektowania takich kół, skracanie długości przeciągania przez nadawanie otworom w kołach kształtów przedstawionych na rys. 9.

Obecnie stosowane normy połączeń wielowypustowych (wieloklinowych) przewidują centrowanie na wewnętrznej powierzchni walcowej otworu wielowypustowego. Dla pracy połączeń wielowypustowych jest obojętne, którą z powierzchni walcowych wielowypustu przyjmiemy jako centrującą, wewnętrzną czy

zewnętrzną, natomiast z punktu widzenia obróbki otworów i wałków wielowypustowych wybór powierzchni centrującej jest zagadnieniem bardzo istotnym.



Rys. 9. Wytoczenia w otworze koła skracające długość przeciągania

W przypadku, kiedy otwór wielowypustowy ma być poddany obróbce cieplnej, stosowanie omówionego wyżej rodzaju centrowania połączeń wielowypustowych jest słuszne, ponieważ pozwala na łatwe usunięcie odkształceń powstałych w czasie hartowania, drogą szlifowania otworu centrującego. Jednak w wypadku nie stosowania obróbki cieplnej, dogodniejsze jest centrowanie na zewnętrznej powierzchni walcowej wałka wielowypustowego, dzięki czemu wykonanie zarówno wałka, jak i odpowiadającego mu przeciągacza do otworu zostaje znacznie ułatwione, ponieważ odpada szlifowanie wewnętrznej powierzchni walcowej wałka i przeciągacza. Z tego względu byłoby pożądane opracowanie norm połączeń wielowypustowych, centrowanych na zewnętrznej powierzchni walcowej wałka.

Wybór materiału na koła zębate zależy od całego szeregu czynników jak np.: 1) wielkości przenoszonej mocy lub momentu, 2) prędkości obwodowej, 3) charakteru pracy kół, 4) warunków współpracy kół itp.

W obliczeniach wytrzymałościowych przede wszystkim uwzględniamy zginanie i docisk powierzchniowy, przy czym rozróżniamy: A) przekładnie kół zębatych walcowych o zębach prostych, w których nie występuje poślizg wzdłuż linii zęba, oraz B) przekładnie o zębach śrubowych w których występuje poślizg wzdłuż linii zęba. W przypadku B) na wybór materiału wpływa decydująco jego odporność na zużycie wskutek tarcia.

Materiałami najczęściej używanymi na koła zębate do obrabiarek są stale stopowe i węglowe oraz żeliwo (głównie na koła zmianowe).

Na koła zębate, mające przenosić duże obciążenia zmienne przy wysokich prędkościach obwodowych, stosuje się stale stopowe do nawęglania, (chromoniklowe, chromomolibdenowe lub też chromomanganowe). Przy wysokich obciążeniach lecz mniejszych prędkościach obwodowych stosuje się stale stopowe do ulepszenia.

<sup>1)</sup> Inż. Drummond z f. National Broach USA

TABLICA I

Stale stosowane do wyrobu kół zębatach w budowie obrabiarek

Warunki pracy kół zębatach	Symbol stali wg PNW		Obróbka cieplna	Twardość Rc
	zasadniczy	zastępczy		
Koła zmianowe i inne, mało obciążone, wolnobieżne (do 2 m/sek)	żeliwo	035	—	—
Koła zębata pojedyncze do 100 mm średnicy, pracujące przy dużych prędkościach i średnich obciążeniach zmiennych (koła sprzęgłowe.)	0012	0016	Nawęglanie, hartowanie, odpuszczanie	na powierzchni 56 — 62
Koła zębata o kształtach złożonych, wysoce szybkobieżne, podlegające dużym obciążeniom zmiennym (koła przesuwne i sprzęgłowe)	12.2.15 lub 12.1.15	62.1.15	jak wyżej	jak wyżej
Koła zębata wysoce szybkobieżne, średnio i równomiernie obciążone, nieprzesuwne	0045	0055	Powierzch. hartowanie prądami wysokiej częstotliwości, odpuszczanie	50 — 55
Koła zębata wolnobieżne średnio obciążone, nieprzesuwne	0045	0055	Twardo ulepszone	54 — 60
Koła zębata wolnobieżne (do 5 m/sek), średnio obciążone, nie przesuwne	0045	0055	Ulepszone	23 — 27
Koła zębata wysoko obciążone wolnobieżne (do 5 m/sek) nieprzesuwne	12.2.35 lub 12.1.35	67.1.35	Twardo ulepszone	45 — 50
Koła zębata wysoce szybkobieżne, średnio obciążone pracujące przy łagodnych ruchach zwrótno-przesuwnych, od których wymagana jest duża dokładność wykonania i odporność na ścieranie	12.2.35 lub 12.1.35	67.1.35	Nawęglanie w kąpielii cjanowej	48 — 58
Koła zębata wysoce szybkobieżne, silnie obciążone	12.1.50	—	Hartowane normalnie na wskroś lub powierzchniowo prądami wysokiej częstotliwości	52 — 56

W obrabiarkach naogół tylko niewielka ilość kół zębatach pracuje przy wysokich obciążeniach zmiennych i dużych prędkościach obwodowych. Pozostałe koła zębatach mogą być z powodzeniem wykonywane ze stali węglowych niestopowych do ulepszenia lub (rzadziej) do nawęglania.

Doświadczenia prowadzone przez fabrykę obrabiarek im. **Ordżonokidze** (ZSRR), a mające na celu ustalenie wpływu materiału i charakteru obróbki cieplnej na zużywanie się zębów kół, pozwoliły stwierdzić, że koła zębatach skrzynki prędkości, wykonane ze stali węglowej odpowiadającej stali 0045 (a więc ze stali niestopowej) i zahartowane powierzchniowo do twardości 54 — 56 Rc przy nagrzewaniu prądami wysokiej częstotliwości, po dwuletniej pracy nie wykazały widocznego zużycia zębów. Ustalono przy tym, że z powyższej 300 róż-

nych rodzajów kół zębatach, poddanych badaniom, tylko w trzech wypadkach (uderzeniowy charakter pracy koła) stal 0045 okazała się nieodpowiednią i została zastąpiona stalą do nawęglania.

Fakt ten wskazuje na ważność zagadnienia hartowania prądem wysokiej częstotliwości, które winno być jak najszerszej stosowane w nowoczesnych zakładach przemysłowych.

Tablica I podaje orientacyjne dane dotyczące stosowania stali węglowych i stopowych do wyrobu kół zębatach do obrabiarek.

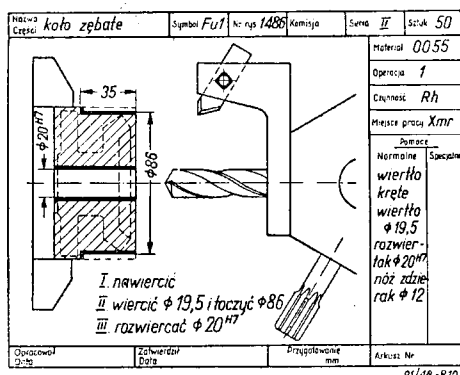
### 3. Zagadnienia fabrykacyjne

Niezależnie od opracowania przebiegu obróbki, Biuro Fabrykacji, na podstawie posiadanego planu produkcji i albumu kół zębatach, może: 1) sporządzić szczegółowe terminarze obróbki, 2) ustalić i przygotować odpowiednią

ilość potrzebnych narzędzi oraz innych pomocy warsztatowych, 3) ustalić wielkość serii dla poszczególnych rozmiarów kół zębatach, 4) zamówić na podstawie albumu, potrzebne odkówki o znormalizowanych wymiarach.

Mając na uwadze przynajmniej półroczną produkcję można ustalić wielkość serii (minimum 20 szt.), pozwalającej na zastosowanie tańszych sposobów obróbki na rewolwerówkach i wielonożówkach. Szczególnie nadają się do tego koła pojedyncze o średnicach do 90 mm, wykonywane z pręta. Tam gdzie produkuje się kilka typów obrabiarek, należy łączyć koła o podobnych wymiarach dla wspólnej obróbki.

Przy obecnym braku rzemieślników wykwalifikowanych, szczególnie tokarzy, należy wykonywać dla kół zębatach podwójnych, potrójnych i o bardziej złożonych kształtach, instrukcje obróbkowe, w których wstępna obróbka tokarska byłaby rozbita na szereg prostych operacji, możliwych do wykonania dla niewykwalifikowanych pracowników. Rys. 10 przedstawia taką instrukcję do pierwszej operacji, dla koła zębatego przedstawionego na rys. 7.



Rys. 10. Instrukcja obróbki I operacji koła zębatego zespolonego.

Podkreślić należy, że rozdrobnienie obróbki tokarskiej na operacje wstępne i wykańczające wykonywane wg instrukcji, pomimo zwiększenia czasu wykonania, w efekcie ostatecznym daje oszczędność na robociznie i zmniejszony procent braków.

Ze względów fabrykacyjnych celowe jest w niektórych wypadkach (np. dla obróbki na rewolwerówkach, wielonożówkach, lub przeciągarkach) łączenie kół o jednakowych lub zbliżonych wymiarach w większe serie, w celu potania obróbki. Inne operacje, ze względu na terminy wykonania, mogą być wykonywane w mniejszych seriach.

#### 4. Zasadnicze etapy obróbki kół zębatach

Określenie „etap obróbki“ oznacza pewien cykl operacji, oddzielony od następnego pewną operacją, posiadającą decydujący wpływ na

dalsze. Np. obróbka cieplna zasadniczo wpływa na tok i kolejność dalszych operacji. Przy obróbce kół zębatach należy rozróżniać następujące etapy obróbki (w zależności od rodzaju obróbki cieplnej, jakiej koła podlegają):

1) Koła zębata miękkie (z żeliwa lub ze stali ulepszonej) wykonywa się w jednym etapie.

2) Koła ulepszone cieplnie: 1 etap — toczenie zgrubne, 2. — ulepszenie, 3. — pozostała obróbka mechaniczna.

3) Koła hartowane na wskroś, powierzchniowo lub ulepszone do wysokiej twardości: 1 etap — toczenie zgrubne, 2 — wyżarzanie, lub normalizowanie — przy hartowaniu powierzchniowym (tylko dla stali węglowych), 3. — obróbka mechaniczna, 4. — obróbka cieplna (hartowanie, oraz odpreżanie cieplne po hartowaniu powierzchniowym), 5. — pozostała obróbka mechaniczna;

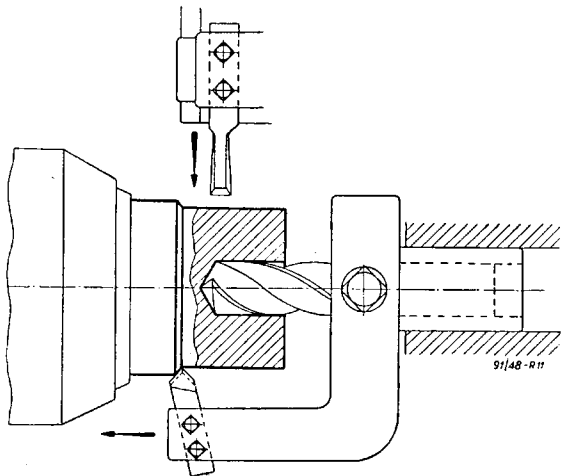
4) Koła nawęglane i hartowane: 1 etap — obróbka mechaniczna wstępna z uwzględnieniem nadmiarów na powierzchniach, które mają pozostać miękkie, 2. — obróbka cieplna (nawęglanie), 3. — obróbka mechaniczna, zdjęcie warstwy nawęglanej z powierzchni, które mają pozostać miękkie, 4. — obróbka cieplna (hartowanie), 5. — pozostała obróbka mechaniczna.

Z kolei przystąpimy do omawiania poszczególnych etapów obróbki kół zębatach, przy czym obróbkę cieplną pomocniczą (normalizowanie, wyżarzanie, lub ulepszenie) będziemy pomijać (zostanie ona omówiona w punkcie 7), oraz wyodrębnimy operację nacinania zębów, jako charakterystyczną dla kół zębatach.

#### 5. Obróbka mechaniczna wstępna

Zgodnie z podaną wyżej klasyfikacją kół zębatach, obróbkę wstępną omówimy w kolejności grup wymiarowych przy czym pominiemy obróbkę kół zębatach lanych żeliwnych i brązowych ze względu na rzadkie stosowanie ich w nowoczesnych obrabiarkach. Jak wykazały liczne doświadczenia, większość kół zębatach opłaca się wykonywać na rewolwerówkach, nawet w małych seriach (poczynając już od 10 szt.), zwłaszcza z krążków kutech lub ciętych do obróbki w uchwycie. Koła zębata z grupy I (do  $\varnothing 90$  mm) o średnicach do 60 mm i o zewnętrznych kształtach wg rysunku 1, 2 i 4 należy obrabiać wstępnie z pręta. Używane do tego celu rewolwerówki średniego typu o prześwicie wrzeczona 65 mm można z powodzeniem zastosować również do obróbki w uchwycie kół o średnicach 61 ÷ 90 mm i wyżej.

Koła zębata o średnicach 61 ÷ 90 mm można również wykonywać z pręta na rewolwerówkach o prześwicie około 100 mm, pod warunkiem, że pręty będą stosunkowo krótkie i równe, gdyż pręty walcowane normalnej długości (3 m) wskutek dużego ciężaru, a poza tym nie-

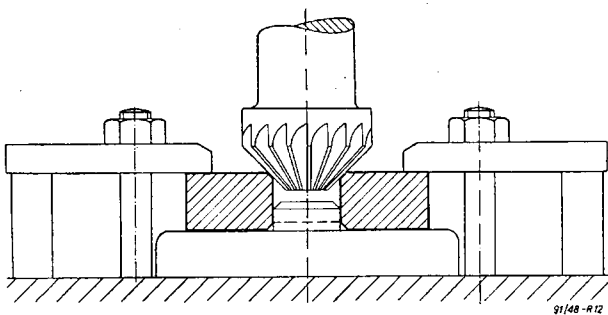


Rys. 11. Obróbka kół gładkich z pręta na rewolwerówce.

równości powierzchni i krzywizny pręta powodują szybkie niszczenie rewolwerówki.

Rodzaj odkówek na koła tej grupy ( $\varnothing 62 \div 90$ ) jest zależny od wielkości serii. Przy mniejszych ilościach należy stosować kucie swobodne, przy większych kucie w formach zamkniętych. Po kuciu konieczne jest stosowanie obróbki cieplnej zmiękczającej lub normalizowanie, w zależności od materiału i przewidywanego rodzaju ostatecznej obróbki cieplnej.

Proces wstępnej obróbki mechanicznej z pręta przebiega następująco: 1) rewolwerówka —

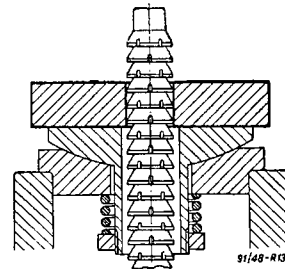


Rys. 12. Załamanie krawędzi otworu na wiertarce.

wiercenie otworu łącznie ze zgrubnym przetoczeniem powierzchni zewnętrznej i obcięcie (rys. 11); 2) obróbka cieplna (normalizowanie lub wyżarzanie); 3) załamanie z obu stron krawędzi otworu pogłębiaczem stożkowym (na wiertarce) rys. 12; 4) przeciąganie otworu okrągłego (używać podkładkę kulistą) rys. 13. (W razie braku przeciągarki stosować rozwiercanie lub szlifowanie otworu oraz planowanie czoła); 5) przeciąganie rowka pod wpust lub otworu wielowypustowego (w razie braku przeciągarki dłutowanie i wykańczanie ręczne); 6) usunięcie zadziórów i załamanie ostrych krawędzi; 7) zgrubna obróbka na wielonożówce (rys. 14); 8) wykańczająca obróbka na wielonożówce.

Przy obróbce z krążka ciętego na pile lub odkówki operacje 1 i 3 można wykonać na wiertarce w przyrządzie wiertarskim (rys. 15).

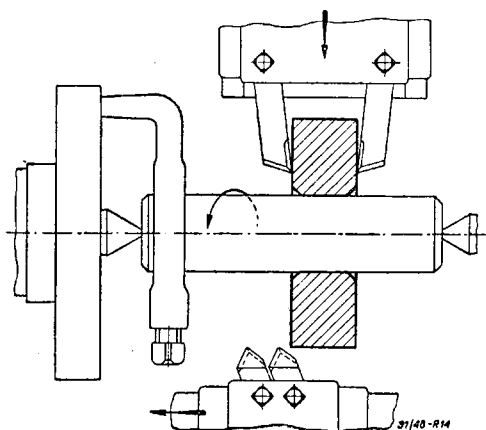
Obróbkę wstępną kół zębatach o średnicy powyżej 90 mm, w zależności od zewnętrznego kształtu, można przeprowadzić różnymi sposobami. Koła zębata, o kształcie jak na rys. 1, 2 i 4 z otworem nie przekraczającym  $\varnothing 40$  mm, z krążków ciętych lub odkówek, obrabiamy, jak następuje: 1) wiercenie otworu i załamanie krawędzi pogłębiaczem stożkowym na wiertarce w przyrządzie (rys. 15); 2) przeciąganie otworu okrągłego (rys. 13); 3) przeciąganie otworu wielowypustowego lub rowka na wpust; 4) zdjęcie zadziórów i załamanie ostrych krawędzi; 5) zgrubna obróbka na wielonożówce (odkówka z formy zamkniętej) pojedynczo lub parami; 6) wykańczająca obróbka na wielonożówce, jak wyżej.



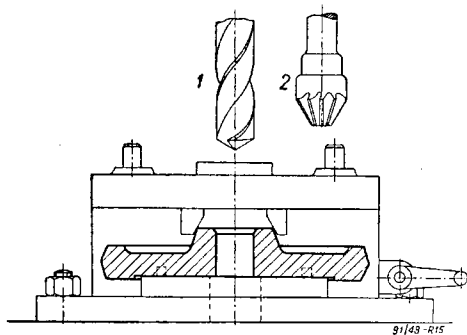
Rys. 13. Przeciąganie otworów przy użyciu podkładki kulistej.

Operacje 2 i 3 można połączyć w jedną, używając specjalnego przeciągacza. Koła z otworami o średnicach ponad 40 mm należy obrabiać zgrubnie na rewolwerówce lub tokarce, w uchwycie.

Koła zębata podwójne, potrójne i o złożonych kształtach, można obrabiać wstępnie zarówno na wiertarce (rys. 16) jak i w uchwycie na rewolwerówce (rys. 17). W tym ostatnim wypadku półfabrykat (odkówkę) należy zgrubnie obrobić (splanować czoło i przetoczyć powierzchnię zewnętrzną do zamocowania



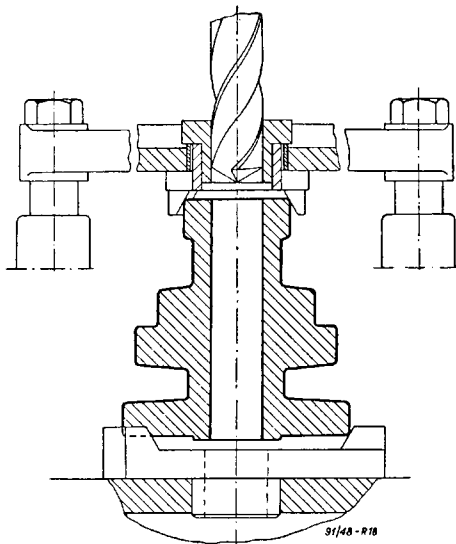
Rys. 14. Obróbka na wielonożówce kół zębatach gładkich.



Rys. 15. Wiercenie otworów w półfabrykatakół zębatach.

w uchwycie rewolwerówki). W przypadkach, kiedy otwór posiada wewnątrz wytoczenia lub podtoczenia na czołach (rys. 18) wykonanie ich odbywa się na tokarce w uchwycie z miękkimi szczękami.

Podane wyżej przykłady nie wyczerpują całości kształtu obróbki wstępnej kół zębatach. Jak widać z tego krótkiego przeglądu, ciężar obróbki wstępnej, spoczywający dotychczas głównie na tokarkach, przenosi się na wiertarki, re-



Rys. 16. Wiercenie odkówek kół zębatach zespolonych.

wolwerówki, przeciągarki i wielonożówki. Na tokarkach pozostaje obróbka kół zębatach o średnicach ponad 300 mm, (stosunkowo rzadko używanych w obrabiarkach), oraz kół zębatach o dużej średnicy i małym otworze, których wykonanie na wielonożówce przedstawiałoby pewne trudności. Koła takie można również obrabiać w uchwycie na rewolwerówce.

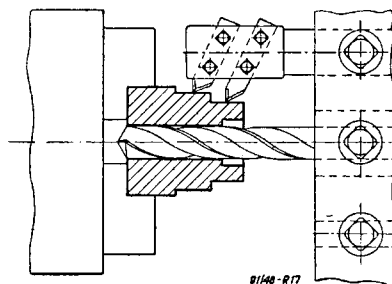
W dążeniu do dalszego potania i uproszczenia wstępnej obróbki mechanicznej, należałoby jak najszybciej znormalizować najczęściej spotykane kształty kół zębatach pojedynczych i zespolonych i przejść na produkcję kół ze znormalizowanych odkówek, wykonywanych

w formach zamkniętych, z małymi nadatkami tylko na powierzchniach obrabianych.

## 6. Nacinanie zębów

**Koła zębata walcowe.** Pod względem dokładności wykonania uzębienia, koła zębata walcowe dzielą się na 4 klasy:

**Klasa 1** — Koła zębata o prędkości obwodowej powyżej 10 m/sek, oraz koła osadzone na wrzecionach bardzo dokładnych obrabiarek.



Rys. 17. Obróbka wstępna kół zębatach zespolonych na rewolwerówce.

**Klasa 2** — Koła zębata o prędkości obwodowej 2 ÷ 10 m/sek, np. koła zębata na wrzecionach mniej dokładnych obrabiarek, oraz koła zębata mechanizmów podziałowych obrabiarek do obróbki kół zębatach i śrub pociągowych (dla obróbki wykańczającej).

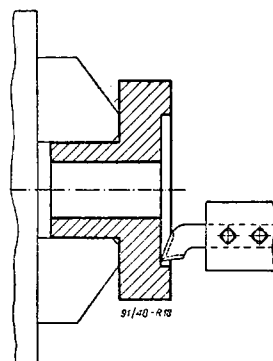
**Klasa 3** — Koła o prędkości obwodowej poniżej 1 m/sek, w tej liczbie koła zmianowe i koła mechanizmów podziałowych obrabiarek przeznaczonych do zgrubej pracy.

**Klasa 4** — Wolnobieżne koła drugorzędnych mechanizmów obrabiarek (np. do napędu ręcznego).

Wybór metody wykonywania zębów zależy od klasy dokładności koła.

Zęby kół klasy czwartej i prawie wszystkich kół klasy trzeciej wykonywamy wyłącznie przez nacinanie, zęby kół klas wyższych wykańczamy przy pomocy dokładniejszych metod obróbki.

Rozróżniamy nacinanie zębów: A) **zgrubne** — z pozostawieniem nadatków na nacinanie wykańczające, B) **zgrubne** — z pozostawieniem



Rys. 18. Podtaczanie otworów na tokarce.

naddatków (mniejszych) na szlifowanie lub wiórkowanie, C) **wykańczające**, przy czym w przypadkach, kiedy zęby mają być jeszcze poddane docieraniu, pozostawia się małe naddatki na bocznych powierzchniach zębów.

Uzębienie o modułach  $\leq 1,5$  mm można nacinąć jednym przejściem narzędzia (wykańczającym), natomiast przy modułach większych należy nacinanie zębów rozbić na zgrubne i wykańczające.

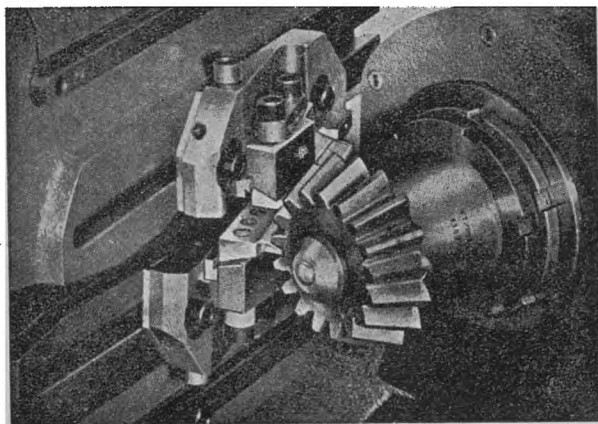
Do nacinania zębów kół zębatych walcowych stosuje się głównie następujące trzy ekonomiczne i nowoczesne metody:

- 1) frezowanie obwiedniowe (metoda **Pfautera**),
- 2) dłutowanie obwiedniowe (metoda **Fellowsa**),
- 3) dłutowanie obwiedniowe (metoda **Maaga**).

Najpowolniejsza i najmniej dokładna jest metoda **Pfautera** i dlatego stosujemy ją głównie do zgrubnego nacinania zębów kół dokładnych, wykańczania kół mniej dokładnych i do nacinania kół ślimakowych.

Na dłutownicach do kół zębatych wykonywa się zarówno nacinanie zgrubne jak i wykańczające, przy czym obróbka na dłutownicach pracujących metodą **Fellowsa** jest nieco szybsza, w stosunku do metody **Maaga**.

O wyborze obrabiarki do nacinania zębów (w przypadku posiadania frezarek i dłutownic) decydują często kształty koła nacinanego. Np. brak wybiegów dla przejścia freza w kole zespolonym uniemożliwia nacinanie zębów na frezarce, zmuszając tym samym do zgrubnego i wykańczającego nacinania zębów na dłutownicy. Ta sama przyczyna (brak wybiegów dla

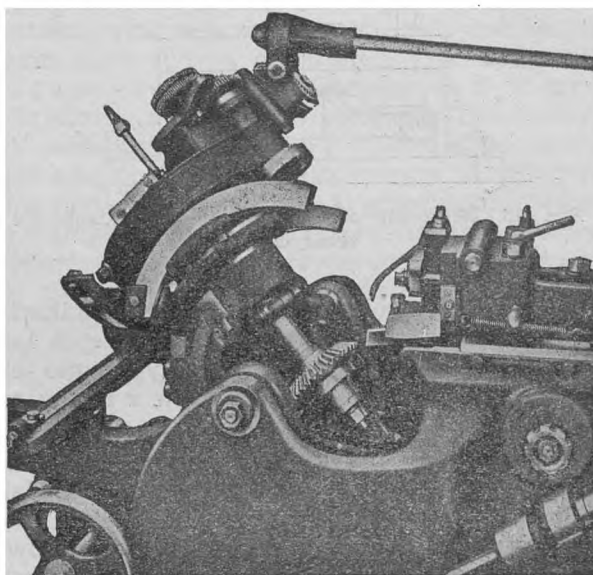


Rys. 19. Struganie kół zębatych stożkowych o zębach prostych.

tarczy szlifierskiej) powoduje konieczność wiórkowania, lub docierania zębów, zamiast szlifowania.

W celu uzyskania możliwie najlepszych wyników przy nacinaniu zębów należy:

a) zwracać uwagę na dokładne ustalenie narzędzia względem obrabiarki, przy czym po zamocowaniu narzędzia, położenie jego powinno być sprawdzone;



Rys. 20 Strugarka do kół stożkowych pracująca wg metody **Bilgrama**.

b) uchwyty do ustalania i mocowania kół wykonywać bardzo dokładnie, a po zamocowaniu na obrabiarce sprawdzać (najlepiej przy użyciu czujnika), czy położenie ich względem stołu obrabiarki jest właściwe. Pożądane jest również sprawdzanie uchwytów po każdym zdjęciu obrobionego koła (czy też kół), ponieważ uchwyty, a zwłaszcza trzpienie, ulegają często odkształceniom, spowodowanym nierównoległością powierzchni czołowych kół i nieprostokątnością ich względem osi otworu. Dla uniknięcia braków, powierzchnie te należy sprawdzić przed nacinaniem zębów i w razie zauważenia usterek, poprawić;

c) zwracać uwagę na dokładność centrowania kół zębatych na obrabiarce. W tym celu, niezależnie od dokładnego ustalenia uchwytu, w którym mocujemy koła, te ostatnie powinny być, po ostatecznym zamocowaniu, sprawdzone na bicie, za pomocą czujnika.

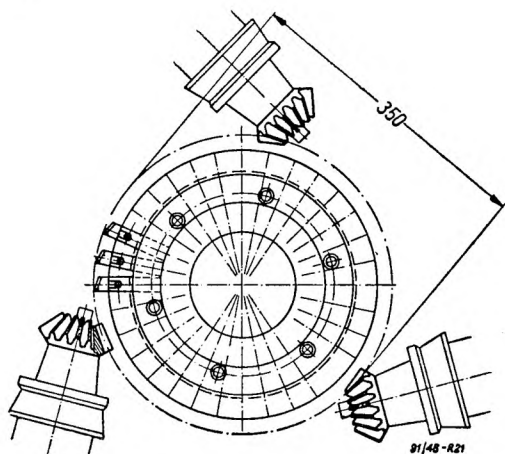
Duży wpływ na dokładność wykonania, zwłaszcza kół śrubowych, posiada dokładne obliczenie przełożenia kół zmianowych<sup>2)</sup>, ponieważ może to powodować różnice w kącie nachylenia linii śrubowej kół lub nieprawidłowy zarys boku zęba.

**Koła zębate stożkowe.** Koła zębate stożkowe w obrabiarkach w znacznej większości wypad-

<sup>2)</sup> Przekładnie kół zmianowych obliczane sposobem logarytmicznym, dają najwyższą gwarancję dokładności przełożenia. Sposób ten ujmuje praca autora pt.: „Uproszczony sposób doboru kół zębatych zmianowych“ Część I, Instytut Naukowy Organizacji i Kierownictwa, Warszawa, 1947 r.



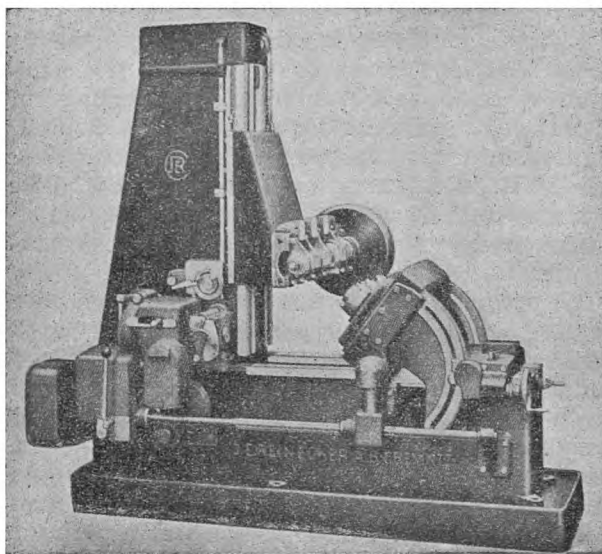
ków mają zęby proste, rzadziej skośne lub łukowe.



Rys. 21. Wstępne nacinanie kół stożkowych na przecinarce Gleasona.

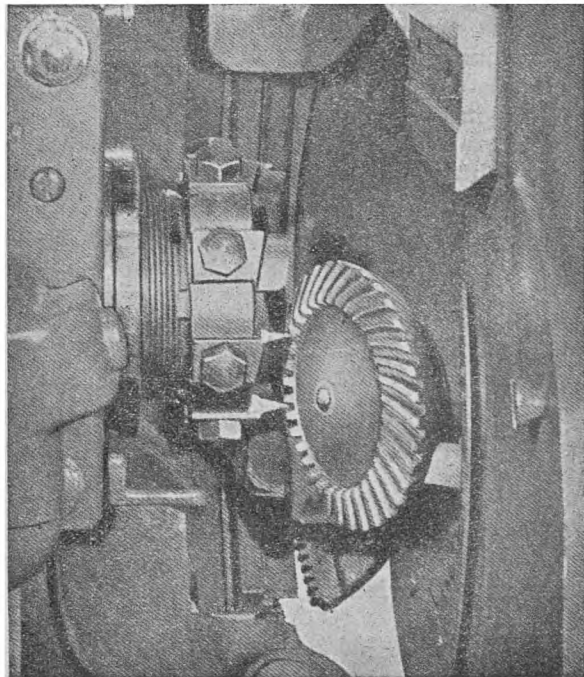
Z obrabiarek, służących do nacinania w kołach zębatych stożkowych zębów prostych i skośnych, najbardziej znane i najczęściej stosowane są dwunożowe strugarki amerykańskie firmy Gleason i wzorowane na nich niemieckie firmy Heidenreich i Harbeck.

Przy pojedynczym wykonaniu dosyć często używane są jeszcze strugarki Reineckera pracujące wg metody Bilgrama (rys. 20), oraz strugarki starszego typu: Zimmermana, Oerlikona i inne, nacinające zęby wg wzornika i posiadające bardzo małą wydajność. W produkcji średnio- i wielkoseryjnej nacinanie zębów w kołach stożkowych o module powyżej 1,5 mm odbywa się w dwóch operacjach, na różnych obrabiarkach.



Rys. 22. Przecinararka do kół zębatych stożkowych Reineckera.

Przy małych seriach można wręby nacinąć wstępnie na zwykłych frezarkach poziomych w aparatach podziałowych, zaś przy seriach większych stosuje się specjalne automatyczne frezarki, nacinające wstępnie wręby w dwu lub trzech kołach zębatych jednocześnie. Frezarki tego typu budują firmy: Gleason, Reinecker, Gould Eberhardt i inne. Na rys. 21 przedstawiony jest schemat rozstawienia wrzecion do mocowania kół na trójwrzecionowej, o wysokiej wydajności, frezarce Gleason 15" — do jednoczesnego frezowania 3 kół, rozmieszczonych dokoła specjalnego freza tarczowego.



Rys. 23. Frezarka do kół zębatych stożkowych o uzębieniu łukowo-kołowym.

Rysunek 22 przedstawia frezarkę Reineckera, na której nacinają się wręby również w trzech kołach, ale trzema frezami, zamocowanymi na jednym trzpieniu.

Nacinanie kół stożkowych o zębach łukowo-kołowych odbywa się na specjalnych frezarkach Gleasona, posiadających jako narzędzie głowicę z wstawianymi nożami (rys. 23).

Nacinanie uzębienia łukowo-ewolwentowego (Klingelnerga) odbywa się na frezarkach obwodniowych tejże firmy, przy użyciu stożkowego freza ślimakowego (rys. 24). Ze względu na wysokie koszty i trudności występujące przy wykonywaniu narzędzi, uzębienie łukowo-ewolwentowe jest stosunkowo mało rozpowszechnione.

Nacinanie zębów kół zębatych ślimakowych odbywa się wyłącznie na frezarkach odwiedniowych, czterema sposobami: 1) posuwem promieniowym (stopniowe wgłębianie freza), 2) posuwem poosiowym freza (metoda styczna), a) przy użyciu freza ślimakowego o nakroju

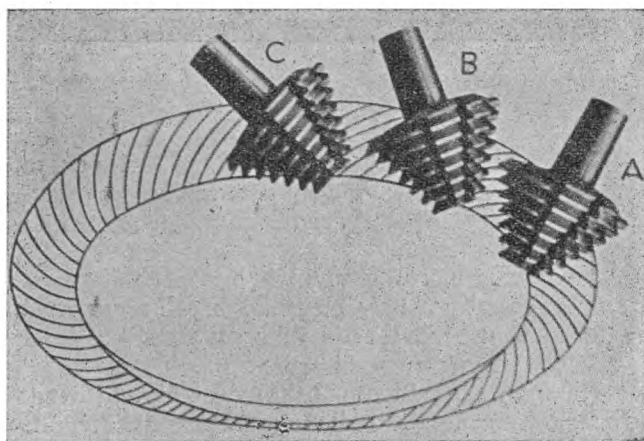
stożkowym lub b) sposobem zastępczym jednym lub dwoma nożami (zastępującymi zęby freza), 3) posuwem promieniowo-poosiowym.

Ostatnie metody można stosować w przypadku, kiedy frezarka jest zaopatrzona w specjalny suport dla ruchu wzdłużnego (poosiowego) freza. We wszystkich wypadkach oś freza ustawia się prostopadle do osi obrabianego koła ślimakowego, oraz ściśle w środku jego szerokości.

Metoda promieniowego nacinania zębów jest najprostsza, lecz może być stosowana do nacinania zębów kół ślimakowych o niewielkich kątach pochylenia linii śrubowej zębów (do  $8^\circ$ ), ponieważ przy większych kątach zarys zębów koła ślimakowego zostaje, przy tej metodzie nacinania zębów, zniekształcony. Przyczyną jest zmienność kąta pochylenia linii śrubowej zęba freza, powodująca, przy wgłębianiu się freza, ścinanie części zębów koła ślimakowego w pobliżu wierzchołków.

Koła ślimakowe o większych kątach pochylenia linii śrubowej zębów nacinamy metodą styczną, która nie powoduje zniekształceń zębów.

Przy produkcji jednostkowej w braku odpowiedniego freza ślimakowego, można zastosować zastępczo sposób 2b, polegający na frezowaniu koła ślimakowego wycinkiem freza w postaci jednego lub dwóch noży (rys. 25), z których pierwszy pracuje jako zgrubny, a drugi jako wykańczający. Noże można zmieniać w jednym otworze mocującym albo stosować dwa noże odpowiednio rozstawione.

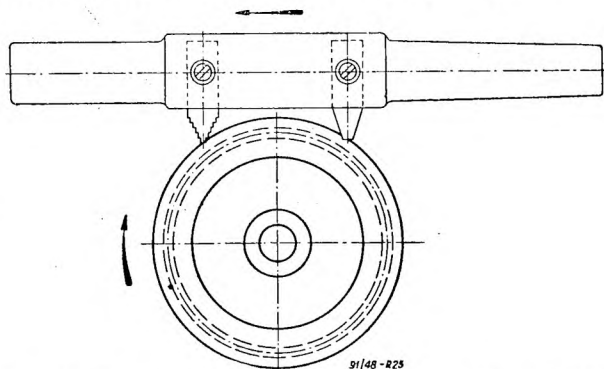


Rys. 24. Frezowanie kół stożkowych o uzębieniu łukowo-ewolwentowym metodą Klingelnberga.

Sposób ten jest bardzo powolny i wymaga dużego przesuwu poosiowego noża. W razie gdy frezarka obwiedniowa nie ma suportu do przesuwu poosiowego narzędzia, należy wykonać zastępczy frez ślimakowy ze stali do nawęglania, znacznie tańszy od freza normalnego i w zupełności wystarczający do wy-

konania uzębienia w kilku ślimacznicach brązowych lub żeliwnych.

Metoda promieniowo-poosiowa polega na zgrubnym wykonaniu uzębienia odpowiednim frezem ślimakowym przy zastosowaniu posuwu promieniowego, z pozostawieniem  $0,4 \div 0,6$  mm na stronę do wykończenia, które odbywa się posuwem poosiowym. Tym sposobem przy zwiększonej wydajności, osiąga się również większą dokładność wykonania zębów.



Rys. 25. Frezowanie kół ślimakowych metodą zastępczą 2 nożami.

**Zaokrąglenie zębów.** Koła zębate przesuwne dla ułatwienia ich przełączania, powinny mieć zęby zaokrąglone od strony jednego lub obu czoł, w zależności od potrzeby.

Zaokrąglenie odbywa się na specjalnych automatycznych frezarkach. Jako narzędzia służą kształtowe frezy pałcowe.

## 7. Obróbka cieplna

Jednym z najważniejszych etapów w obróbce kół zębatych jest obróbka cieplna. Od racjonalnie przeprowadzonej obróbki cieplnej zależy w znacznym stopniu obróbka wykańczająca i praca kół zębatych w obrabiarkach.

Zgodnie z tablicą I, obejmującą główne rodzaje stali stosowanych do wyrobu kół zębatych w budowie obrabiarek, rozróżniamy następujące, zasadnicze rodzaje obróbki cieplnej: 1) ulepszanie po obróbce zgrubnej do twardości 18—22 Rc, 2) ulepszanie „na twardo” do 55 Rc, 3) hartowanie na wskroś do  $55 \div 60$  Rc, 4) hartowanie powierzchniowe, 5) nawęglanie i hartowanie.

W produkcji wielkoseryjnej, mógłby mieć jeszcze zastosowanie proces naazotowywania powierzchni pracujących kół zębatych. Jest to jednak proces trudny, wymagający kosztownych urządzeń technicznych i odpowiednio przygotowanego personelu. Poza tym do naazotowywania nadają się tylko specjalne gatunki stali stopowych, zawierające poza manganem, chromem i niklem, również aluminium (0,6 do 1,5%).

W zależności od rodzaju materiału i przewidywanej obróbki cieplnej, stosuje się bardzo

często po zgrubnej obróbce mechanicznej, obróbkę cieplną pomocniczą, a mianowicie: 1) zmękczenie (wyżarzanie zmękczące), 2) ujednostajnienie lub normalizowanie, 3) odprężanie cieplne lub sezonowanie.

Hartowanie powierzchniowe zębów, przy nagrzewaniu płomieniem acetylenowo-tlenowym, nie ma zastosowania przy produkcji kół zębatych do lekkich i średnich obrabiarek, ze względu na cały szereg trudności, jak np: utrzymanie stałej temperatury, zachowanie niezmiennej odległości pomiędzy powierzchnią nagrzaną i palnikiem itd. Hartowanie tym sposobem stosowane jest jedynie w przypadkach kół zębatych mało dokładnych i o dużych modułach.

Na koła zębate średnio obciążone wolnobieżne (do 5 m/sek) używamy stali węglowej 0045 lub 0055. Koła te po zgrubnej obróbce poddajemy ulepszeniu do twardości w granicach około 20 Rc.

Jeżeli koła z tego materiału mają być podane hartowaniu na wskroś, do twardości około 57 Rc, wówczas, o ile są wykonane z krążków ciętych, należy je po obróbce zgrubnej normalizować. Koła wykonywane z odkówek mogą być normalizowane zaraz po kuciu.

Należy zwrócić uwagę, że normalizacja przewiduje ochładzanie w nieruchomym powietrzu o temperaturze około 20 C. Przepis ten w bardzo wielu wypadkach nie jest przestrzegany, szczególnie w zimie, wskutek czego koła zębate niejednokrotnie utwardzają się po znormalizowaniu do tego stopnia, że nie dają się obrócić i należy stosować powtórna obróbkę cieplną zmękczącą.

Szczególnie ważne jest normalizowanie po zgrubnej obróbce kół zębatych, wykonanych ze stali 0045 lub 0055, hartowanych prądami wysokiej częstotliwości. Zęby tych kół, zwłaszcza o modułach od 1,5÷2,5, hartują się na wskroś, aż do podstawy i mogłyby w nich powstawać rysy, powodujące pęknięcie zębów i dlatego po hartowaniu zaleca się stosowanie odpuszczania w temperaturze 200 ÷ 250 C w ciągu 2,5÷3 godzin, celem usunięcia naprężeń występujących na granicy strefy miękkiej i hartowanej.

We wszystkich wypadkach hartowania powierzchniowego prądami wysokiej częstotliwości, nie należy stosować zbyt intensywnego chłodzenia, ponieważ może ono spowodować rysy i pęknięcia.

Próby powierzchniowego hartowania kół zębatych ze stali węglowych i stopowych, przeprowadzone w Zakładach H. Cegielski w Poznaniu dały dodatnie wyniki. W celu sprawdzenia wyników pracy kół pod maksymalnym obciążeniem, została w najbliższym czasie przeprowadzona badania na specjalnych urządzeniach.

W skrzynkach prędkości nowoczesnych obrabiarek, w celu ograniczenia przestrzeni przez nie zajmowanej, stosuje się bardzo często koła

zębate o zmniejszonej szerokości wieńca. Koła takie, zwłaszcza o dużych średnicach, mają tendencję do odkształcania się podczas obróbki cieplnej. We wszystkich wypadkach hartowania normalnymi metodami kół zębatych o wąskich wieńcach, chłodzenie powinno odbywać się w specjalnych przyrządach<sup>3)</sup>, mających na celu zapobieganie odkształceniom.

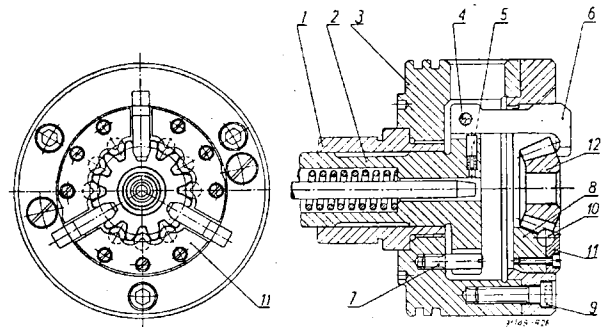
## 8. Obróbka wykańczająca

Obróbkę wykańczającą kół zębatych możemy podzielić na dwie części:

- 1) szlifowanie otworów po obróbce cieplnej,
- 2) wykańczanie uzębienia przed i po obróbce cieplnej.

**Szlifowanie otworów** w większości wypadków dotyczy kół zębatych całkowicie hartowanych. Zagadnienie powyższe straci na ważności przy szerszym stosowaniu hartowania powierzchniowego, niemniej jednak w obecnej chwili przedstawia ono dosyć trudny problem, zwłaszcza jeżeli chodzi o szlifowanie otworów w kołach zębatych stożkowych, oraz w kołach zespolonych.

Osiągnięcie cichej i równomiernej pracy kół zębatych jest zależne w pierwszym rzędzie od dokładnego wykonania uzębienia; a następnie od bardzo dokładnej współosiowości otworu z walcem podziałowym koła.



Rys. 26. Uchwyt do szlifowania otworów w kołach zębatych stożkowych.

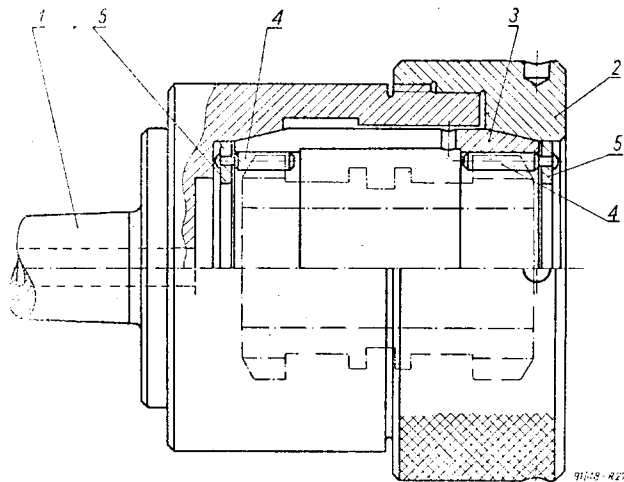
Szlifowanie otworu ma na celu nie tylko nadanie jego powierzchni dostatecznej gładkości, oraz wykonania go na dokładny wymiar, lecz również usunięcie niewspółosiowości średnicy podziałowej i średnicy otworu, powstałej na skutek odkształcenia się koła w czasie obróbki cieplnej.

Do szlifowania otworów stosuje się różnego rodzaju uchwyty, w których koło zębate jest ustalane na bokach zębów w pobliżu średnicy podziałowej. Rys. 26 przedstawia jedną z odmian uchwyty do szlifowania otworów w kołach zębatych stożkowych.

<sup>3)</sup> Patrz artykuł *Inż. St. Jabłońskiego* pt. „Chłodzenie w obróbce cieplnej”. *Mechanik* 7—8/47. Zeszyt ten zawiera ponadto szereg artykułów o obróbce cieplnej, które naświetlają pewne zagadnienia z tej dziedziny.

Korpus uchwyty 3 zamocowany jest na końcówce wrzeciona szlifierki. W otworze wrzeciona 1 jest założone cięgło 2, zakończone tarczą, do której są umocowane na ośkach 4 trzy chwytty dociskowe 6. Sprężyny 5 utrzymują chwytty dociskowe w stanie rozprężonym. Przy przesunięciu cięgła 2 w prawo, chwytty 6 wchodzi w kanałki tarczy 8 i zostają całkowicie rozsunięte. Tarcza 8 jest umocowana do korpusu uchwyty za pomocą trzech śrub 9. Kołek 7 zabezpiecza cięgło 2 przed obrotem w stosunku do korpusu uchwyty, dzięki czemu położenie chwytów 6 w stosunku do kanałków w tarczy 8 jest ustalone. Podkładki 11 utrzymują w odpowiedniej pozycji kulki 10, wchodzące we wręby zębów koła. Przy dociągnięciu cięgła 2 w lewo zostają jednocześnie pociągnięte chwytty 6, które dociskają koło obrabiane do kulek, ustalając współosiowe położenie koła podziałowego i otworu.

Szlifowanie pojedynczych kół zębatach walcowych nie przedstawia żadnych trudności. Do tego celu służą zazwyczaj uchwyty sprężynujące z trzema rolkami. Natomiast szlifowanie otworów w kołach zębatach zespolonych powoduje konieczność stosowania specjalnych, bardzo dokładnie wykonanych chwytów.



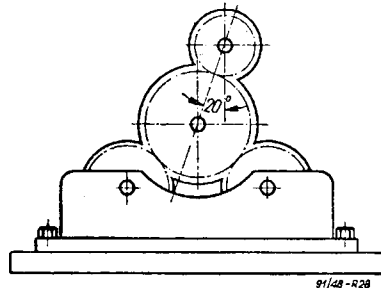
Rys. 27. Uchwyty do szlifowania otworów w kołach zębatach zespolonych.

Rysunek 27 przedstawia uchwyty do szlifowania otworu w kole podwójnym. Korpus uchwyty jest zakończony osadą stożkową 1 służącą do zamocowywania uchwyty we wrzecionie szlifierki. Wewnątrz korpusu znajduje się dwustronna tuleja zaciskowa 3, dociskana do korpusu za pomocą nakrętki 2. Koło zębata jest centrowane na obydwu wieńcach za pomocą rolek 4, umocowanych wahliwie w luźno zawieszonych pierścieniach 5. Prawidłowe działanie uchwyty jest zależne od ściśle współosiowego wykonania korpusu uchwyty, tulei zaciskowej i nakrętki.

Wykańczanie uzębienia (poza wykańczającym nacinaniem zębów) może się odbywać za pomo-

cą: 1) dogniatania, 2) wiórkowania (shaving), 3) szlifowania, 4) docierania.

**Dogniatanie** ma zastosowanie w odniesieniu do miękkich kół zębatach, w których pragniemy uzyskać, wyższą gładkość powierzchni zębów niż ta, którą otrzymuje się przez wykańczające nacinanie zębów. Dogniatanie nie powinno trwać dłużej niż jedną minutę, przy 200–250 obr./min. i zastosowaniu płynu smarującego o składzie: 3 części wagowe nafty i 1 część oleju maszynowego. W celu zachowania dokładnego profilu zęba należy koła dogniatać, stosując zmienne kierunki obrotu.



Rys. 28. Dogniatanie kół zębatach walcowych w przyrządzie.

Dogniatanie odbywa się na specjalnych obrabiarkach. W razie braku tychże, można do tego celu użyć przyrząd ustawiany na stole zwykłej frezarki poziomej (rys. 28).

Przyrząd składa się z podstawy, do której umocowane są dwa dokładnie wykonane i zahartowane koła zębata; trzecie koło, również hartowane, jest umocowane na trzpieniu frezarskim. Koło dogniatane obraca się pomiędzy tymi trzema kołami. Przy dogniataniu należy zwracać uwagę, aby płyn smarujący był wolny od wszelkich zanieczyszczeń (pyłu, wiórów itp.).

**Wiórkowanie (shaving)** jest jednym z najnowocześniejszych sposobów obróbki wykańczającej zębów. Sposób ten ma zastosowanie zarówno przy kołach miękkich — ulepszonych, jak i hartowanych, przy czym w tym ostatnim wypadku wiórkowanie odbywa się przed obróbką cieplną.

W przeciwieństwie do dogniatania, przy wiórkowaniu zostają zdjęte cienkie warstewki materiału, wskutek czego można, dzięki tej operacji, usunąć w pewnym stopniu mimośrodowość na średnicy podziałowej, oraz niewielkie błędy podziałki i zarysu zęba, wynikłe z obróbki wstępnej na dłutownicach lub frezarkach obwiedniowych.

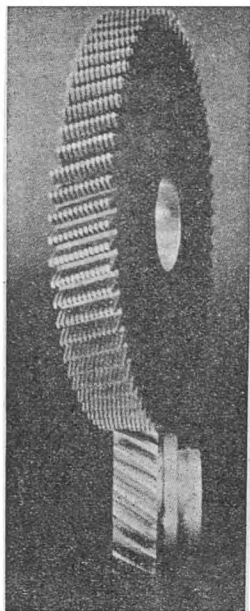
Wiórkowanie odbywa się dwoma sposobami:

1) wg metody firmy **National Broach**, za pomocą koła o zębach śrubowych, na bokach którego nacięto 12 wąskich rowków o głębokości 0,8 mm, tworzących krawędzie tnące (rys. 29);

1) wg metody firmy **Michigan Tool**, za pomocą zębatki o zębach skośnych, zaopatrzonych jak wyżej w rowki tworzące krawędzie tnące.

Ta ostatnia metoda nie znalazła szerszego zastosowania ze względu na wysokie koszty obrabiarki i narzędzia. Obrabiarki pracujące według metody **National Broach** produkują (poza tą firmą) następujące firmy: w Stanach Zjednoczonych A. P. — **Fellows i Michigan Tool**, w Związku Radzieckim — Zakłady „**Komsomolec**“.

Obróbka przebiega w sposób następujący: koło obrabiane zakłada się na trzpień, który z kolei zostaje osadzony w kłach obrabiarki. Oś wrzeczona głównego (z umieszczonym na końcu narzędziem do wiórkowania), jest skreślona pod kątem  $15^\circ$  w stosunku do osi obrabianego koła, tworząc z nim jak gdyby przekładnię śrubową. W wypadku wiórkowania koła walcowego o zębach prostych, pochylenie zębów narzędzia wynosi  $15^\circ$ . W czasie obrotu narzędzia i koła, powstaje równomierne zdejmowanie wiórków na całej szerokości zęba obrabianego koła. Jednocześnie z obrotem, koło obrabiane otrzymuje przesuw poosiowy. Wielkość tego przesuwu wynosi nieco więcej niż szerokość koła i waha się w granicach od 0,2 do 0,5 mm na 1 obrót koła obrabianego.



Rys. 29. Wiórkowanie kół zębatych.

Niezależnie od obrotu i ruchu poosiowego koła, w celu równomiernej obróbki całego profilu zęba, stół otrzymuje dodatkowy nieznaczny przesuw pionowy ( $0,025 \div 0,075$  mm na 1 przesuw poziomy stołu). Prędkość obwodowa narzędzia około 2 m/sek. Po obróbce jednej strony zęba zmienia się kierunek ruchu narzędzia i następuje obróbka drugiej strony. Koszt obróbki wiórkowaniem jest niewielki i wynosi  $30 \div 50\%$  kosztu dłutowania lub frezowania.

Na jakość powierzchni wiórkowanej bardzo ujemnie wpływa niejednorodność materiału, występująca najczęściej w odkówkach. Jak wiadomo,

na obrabiarkach do wiórkowania koła obrabiane otrzymuje napęd wyłącznie za pomocą narzędzia. Posuw na głębokość otrzymuje się przez zbliżenie się osi narzędzia i obrabianego koła, przy czym ząb narzędzia wciska się jak klin we wrąb pomiędzy zębami obrabianego koła. Jeżeli przyjmiemy, że struktura materiału po kuciu jest niejednorodna, wówczas w miejscach miękkich powstaną wgłębienia, a w twardych — wzniesienia. W przypadkach, kiedy taka struktura występuje na małych od-

cinkach powierzchni zęba, otrzymujemy skażenie zarysu zęba, jeśli zaś struktura niejednorodna pojawia się na większych odcinkach powierzchni, w granicach kilku zębów, to wówczas występuje bicie na średnicy podziałowej, na skutek czego żywotność takich kół maleje.

**Szlifowanie zębów** jest obecnie jednym z najbardziej znanych i najczęściej stosowanych sposobów dokładnego wykonywania zębów w kołach zębatych. Szlifowanie zębów może być przeprowadzone dwoma metodami: 1) metodą profilowania tarczy na ewolwentowy zarys boków zęba, 2) metodą obwiedniową.

W obecnej chwili, zarówno w Polsce jak i zagranicą, do szlifowania zębów kół zębatych do obrabiarek stosuje się prawie wyłącznie metodę obwiedniową. Jest ona wprawdzie mniej wydajna od metody profilowej, ale zato tańsza i dokładniejsza.

Szlifowanie odbywa się tarczą pojedynczą lub dwoma tarczami. Ze szlifierek pracujących tarczą pojedynczą najbardziej znane w Polsce są szlifiarki **Niles**, obrabiające jednocześnie boki dwóch sąsiednich zębów. Szlifiarki te odróżniają się poza tym od innych pionowym położeniem osi koła szlifowanego. Z innych szlifierek pracujących tarczą pojedynczą wymienić należy szlifiarki: firmy **Reinecker, Lees Bradner i Walcott**. Wspólną wadą tych szlifierek jest ich mała wydajność, wynikająca z tego, że obrabiają one tylko jedną stronę zęba (podobnie jak na szlifierce **Sfedr**), co powoduje konieczność szlifowania zębów w dwóch założeniach. Omawiane szlifiarki nie znalazły szerszego zastosowania i na naszym terenie są prawie nieznanymi.

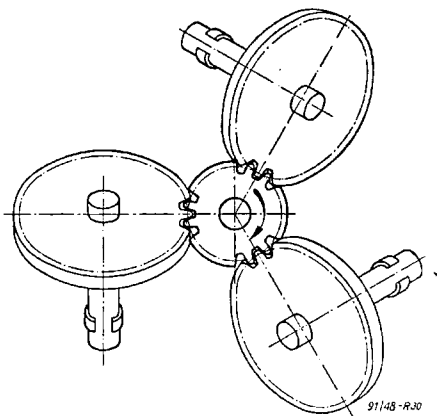
Ze szlifierek pracujących metodą obwiedniową przy użyciu tarcz podwójnych, najbardziej znane i używane w Polsce są szlifiarki **Maaga**. Taki sam rodzaj szlifierek produkuje również amerykańska firma **Pratt Whitney**. Różnica polega na tym, że na szlifierce **Maaga** ruch obwiedni odbywa się za pomocą bębna i taśm stalowych, **Pratt Whitney** zaś stosuje bardzo dokładnie wykonaną zębatkę i koło wzorcowe.

Nadatek na szlifowanie zębów należy pozostawiać w granicach  $0,2 \div 0,5$  mm na grubości zęba, w zależności od wielkości koła (średnicy), modułu i sposobu hartowania. W zależności od nadatku na szlifowanie, odbywa się ono w czasie  $2 \div 4$  obrotów obrabianego koła. W celu uzyskania możliwie najwyższej dokładności wykonania koła należy baczyć, aby trzpienie i tulejki, na których zamocowujemy obrabiane koła, nie wykazywały bicia promieniowego.

Omawiane wyżej metody szlifowania zębów mają zastosowanie do pojedynczych kół walcowych o zębach prostych, oraz tych wieńców zębatych kół zespolonych, które pozwalają na wejście i wybieg tarcz szlifierskich.

Do szlifowania kół zębatych stożkowych o zębach prostych i skośnych stosuje się szlifierkę

**Reineckera**, której praca oparta jest na tej samej zasadzie, co strugarka tejże firmy (metoda **Bilgrama**). Szlifierni tego typu były w Polsce prawie nieznanne.



Rys. 30. Docieranie kół zębatach walcowych metodą *Michigan Tool*.

Szlifowanie zębów jest operacją mało wydajną i w wielu zakładach przemysłowych służy wyłącznie do poprawiania niezbyt dokładnie naciętych zębów. Jako dokładną obróbkę wykańczającą stosuje się docieranie kół zębatach. Polega ono na ścieraniu zębów drobnoziarnistym materiałem ściernym, przy pomocy specjalnych docieraków. Przyspieszone zużycie zębów, niepożądane w przekładniach kół zębatach, jest tu wykorzystane w celu szybkiego wykończenia koła.

Docieranie można stosować nie tylko dla kół miękkich lecz także i hartowanych.

Obrabiarki do docierania kół zębatach walcowych wykonywane są w dwóch odmianach: z osiami równoległymi lub przecinającymi się.

Przedstawicielką pierwszej grupy jest docieraczka firmy **Fritz Werner**, drugiej—docieraczka firmy **Michigan Tool**. Docieraczka ta pracuje wg schematu przedstawionego na rys. 30.

Przy rozmieszczeniu docieraków jak na rysunku, koło docierane pracuje jak w przekładni śrubowej. Wskutek dodatkowego osio-

wego przesuwu koła w granicach od 0÷2,5 mm odbywa się równomierne docieranie zęba na całej jego bocznej powierzchni. Koło docierane otrzymuje ruch obrotowy w obu kierunkach, w celu równomiernego docierania obu stron zęba. Potrzebne naciski na boczne powierzchnie zębów powodują hamulce hydrauliczne, działające na wrzeciona docieraków. Prędkość obwodowa kół docieranych wynosi 30÷60 m/min., prędkość przesuwu stołu wraz z kołem — 3,5 ÷ 5 m/min. Naddatek 0,03 mm zostaje dotarty w ciągu 2 minut.

Dokładność osiągnięta na tej docieraczce jest znacznie wyższa aniżeli na docieraczce **Fritz Wernera** i wynosi (dla podziałki) 0,008 ÷ 0,01 mm. Przez właściwe docieranie otrzymuje się prawie lustrzaną powierzchnię zęba.

Wobec możliwości pozostawiania materiału ściernego na bocznych powierzchniach zębów, co spowodowałoby szybkie zużywanie się koła podczas pracy, należy je bardzo dokładnie przemywać, natychmiast po docieraniu.

Do docierania kół zębatach stożkowych stosowana jest najczęściej docieraczka firmy **Klingelnberg** lub firmy **Gleason**.

Niezależnie od docierania kół za pomocą docieraków, stosuje się jeszcze docieranie parami kół współpracujących. Przy tej metodzie, dokładność uzyskuje się mniejszą niż przy docieraniu docierakiem.

Ten sposób docierania wywołał na przestrzeni ostatnich 10 lat w prasie technicznej Związku Radzieckiego obszerną dyskusję za i przeciw. Zagadnienie powyższe jest obecnie w stadium prób i naukowych dociekań<sup>4)</sup>.

Docieranie jest uzupełnieniem szlifowania, lecz całkowicie zastąpić go nie może. Jeżeli wymagana jest duża dokładność koła, oraz bardzo gładka powierzchnia zębów, należy zęby kół szlifować, a następnie docierać. Odnosi się to przeważnie do wysoce szybkoobrotowych i silnie obciążonych kół zębatach.

<sup>4)</sup> *MD. Genkin* — Kinematyka i dynamika w procesie obrabotki cylindryczeskich zębatach koles. Stanki i Instrument nr 2, 7, 8 i 10/1947 r.

W związku z licznymi zapytaniami Redakcja PORADNIKA TECHNICZNEGO „MECHANIK” wyjaśnia:

1) Poradnik techniczny „MECHANIK” będzie się składał z 5 tomów o objętości od 1200 do 1500 stron formatu B6. Spis treści poszczególnych tomów podaje Katalog Wydawnictw IW SIMP.

2) Tom I Poradnika technicznego „MECHANIK” obejmie następujące części: Matematyka i tablice matematyczne (około 400 stron). Fizyka i tablice fizyczne. Mechanika ogólna. Stereomechanika techniczna. Hydromechanika. Aerodynamika. Balistyka. Termika techniczna. Podstawy elektrotechniki. Metrologia techniczna. Normalizacja.

Objętość I tomu: 15 do 16 zeszytów o objętości po 96 stron każdy.

Inż.-mech. ANDRZEJ MYSTKOWSKI

## AUTOMATYCZNE LINIE OBRABIARKOWE

### Wstęp

Możliwie tanie i szybkie wytwarzanie wyrobów, jest niewątpliwie zagadnieniem podstawowym produkcji przemysłowej. W odniesieniu do obróbki mechanicznej dotyczy ono przede wszystkim możliwości zwiększenia wydajności obrabiarek, którą z kolei osiągnąć można przez najekonomiczniejsze ich wykorzystanie w danym warsztacie oraz przez zaopatrzenie warsztatu w specjalne obrabiarki o dużej wydajności.

Zwiększenie wydajności obrabiarek można uzyskać przez:

a) zwiększenie szybkości skrawania i przekroju wióra, dzięki zastosowaniu nowych materiałów narzędziowych i ulepszeń w konstrukcji narzędzi;

b) równoczesną obróbkę kilkoma narzędziami, realizowane np. przez wiertarki wielowrzecionowe, tokarki wielonarzędziowe itp.;

c) zmniejszenie czasu czynności dodatkowych przy obróbce przez ułatwienie obsługi, zastosowanie półautomatów i automatów oraz specjalnych uchwytów obróbkowych.

Dalsze zwiększenie wydajności może być osiągnięte kilkoma drogami, które będą omówione w niniejszym artykule.

### 1. Obrabiarki specjalne

Są to obrabiarki przeznaczone do obróbki ściśle określonych przedmiotów, lub najwyżej określonych typów przedmiotów. Można je podzielić na dwie kategorie. Do pierwszej zaliczamy **obrabarki specjalne ze względu na charakter wykonywanych przez nie operacji**, niemożliwych lub bardzo trudnych do przeprowadzenia na obrabiarkach zwykłych. Zaliczymy tu np. obrabiarki do szlifowania gwintów, do obróbki zestawów kół parowozowych itp. Drugą kategorię stanowią będą **obrabarki, zbudowane wyłącznie w celu przyspieszenia czasu obróbki**, a przeznaczone do obróbki przedmiotów, które mogą być jednak obrabiane na obrabiarkach uniwersalnych. W obrabiarkach tych zazwyczaj przedmiot zamocowany jest nieruchomo i obrabiany jednocześnie z kilku stron. Pracujące narzędzia są zamocowane w samodzielnymi elementach (wrzeciennikach), zaopatrzonych w oddzielne silniki i posiadających możliwość automatycznego przyspieszonego dosuwu do obrabianego przedmiotu. Przed zetknięciem się narzędzia z obrabianą powierzchnią dosuw tego elementu jest przełączany automatycznie na posuw roboczy, a po zakończeniu operacji narzędzie wraz z elementem napędowym odsuwa się szybkim ruchem, aby umożliwić zdjęcie przedmiotu ze stołu.

Obrabiarka specjalna skonstruowana do ściśle określonego celu jest z reguły bardzo droga, przede wszystkim ze względu na to, że wykonywa się ją w pojedynczych egzemplarzach. Należy ponadto uwzględnić fakt, że w przypadku drobnych nawet zmian konstrukcyjnych obrabianego przedmiotu (a z tym trzeba się zawsze liczyć), zainstalowana już obrabiarka wymaga nieraz znacznie większych przeróbek. Dlatego też decyzja zastosowania obrabiarki specjalnej wymaga każdorazowo głębokiej rozważań.

W pewnych jednakże wypadkach zysk na czasie produkcji staje się zagadnieniem naczelnym, odsuwającym na dalszy plan inne kwestie łącznie z zagadnieniem bezpośrednich kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych. Taką sytuację stwarza np. wojna. Stworzyła ją również ostatnia wojna światowa, w czasie której zagadnienie zwiększenia natężenia produkcji stało się dla krajów walczących kwestią życia lub śmierci. W tych warunkach kraje o najbardziej rozwiniętym przemysłem wojennym przystąpiły do realizacji na szeroką skalę obrabiarek specjalnych o wielokrotnie zwiększonej wydajności w porównaniu z dotychczas istniejącymi.

### 2. Obrabiarki zespołowe (agregatowe)

Przede wszystkim zarysowała się tendencja zwiększenia ilości i typów obrabiarek specjalnych wielonarzędziowych. Ponieważ jednak przedmioty produkcji uzbrojeniowej podlegają częstym i nieraz znacznie większym zmianom konstrukcyjnym, a nadto na skutek ogromnego zapotrzebowania na różne typy obrabiarek specjalnych, wysiłki zostały skierowane ku budowie maszyn, dających się możliwie szybko konstruować i produkować, a nadto łatwo dostosowywać do zmian konstrukcyjnych obrabianych przedmiotów. Wysiłki te doprowadziły w Stanach Zjednoczonych, Rosji i Niemczech do wyprodukowania tak zwanych **obrabiarek zespołowych**, albo inaczej **agregatowych**. Obrabiarki zespołowe są zasadniczo obrabiarkami specjalnymi, o których była mowa w punkcie 1 z tym, że poszczególne ich elementy, obejmujące narzędzia wraz z mechanizmem napędowym dla ruchu roboczego i posuwów, zostały znormalizowane. Normalizację taką przeprowadzono bądź w skali państwowej (DIN), bądź to w ramach wytwórni produkującej te obrabiarki (USA).

W ten sposób jedynie podstawa obrabiarki zespołowej posiada specjalny charakter, odpowiadający jednak nie tylko ściśle określonym przedmiotowi, ale również innym przedmiotom tego samego typu. Natomiast poszczególne **znormalizowane elementy** (bądźmy je nazy-

wali zespołami) mogą być kombinowane w dowolny sposób i to na różnych podstawach. Tym samym wypłynęła możliwość seryjnej produkcji tych zespołów, a więc produkcji szybszej i tańszej, co z kolei pozwala na budowę i stosowanie obrabiarek zespołowych w czasach i dla celów pokojowych.

### 3. Linie obróbkowe

Inny sposób zwiększenia wydajności warsztatu, stosowany zresztą od dawna przy masowej produkcji, polega na grupowaniu obrabiarek w hali warsztatowej nie według ich typów, lecz w takiej kolejności, w jakiej od jednej do drugiej obrabiarki przechodzi obrabiany przedmiot. W ten sposób można zmniejszyć do minimum czas na transport z jednego stanowiska na drugie. Aby całkowicie wyzyskać korzyści jakie może dać takie ustawienie obrabiarek, należy obróbkę przedmiotu rozbić na operacje o możliwie jednakowych czasach trwania. W przeciwnym wypadku obrabiarki, dokonujące operacyj krótszych będą wykazywać znaczne nieraz czasy tracone na skutek przestoju. Przy ustawionych w ten sposób obrabiarkach i odpowiednio rozplanowanej obróbce będziemy mówili o **liniach obróbkowych**.

### 4. Linie obrabiarek zespołowych

W identyczny sposób można ustawiać linię obróbkową z obrabiarek zespołowych. Po zakończeniu obróbki na jednej obrabiarce przedmiot zostaje wyjęty z uchwytu, przeniesiony do obrabiarki sąsiedniej i zamocowany w jej uchwycie. W przypadku linii obrabiarek zespołowych należy jednak mieć na uwadze znaczne straty spowodowane przestojami. Dlatego w tym wypadku trzeba większe nacisk położyć na rozbić obróbkę na operacje o możliwie jednakowych czasach trwania.

Dalszym etapem rozwoju linii obróbkowych jest takie rozwiązanie, aby obrabiany przedmiot mógł przejść przez kilka obrabiarek w tym samym uchwycie, co znacznie skraca czas dodatkowych czynności. To rozwiązanie jest właśnie możliwe przy zastosowaniu obrabiarek zespołowych, które z reguły są dostosowane do obróbki danego przedmiotu i powinny być konstruowane z myślą wykorzystania tego samego uchwytu do kilku obrabiarek i kilku czy kilkunastu operacyj.

### 5. Automatyczne linie obrabiarkowe

Gdy obrabiany przedmiot przechodzi przez kilka obrabiarek zespołowych w tym samym uchwycie, można te obrabiarki połączyć w jedną całość, zaopatrzoną w automatyczne urządzenie transportowe, przesuwające uchwyt z przedmiotem od jednej obrabiarki do drugiej, a właściwie już od jednego członu do drugiego

tej wielkiej złożonej obrabiarki, jaką staje się cała linia obróbkowa. Taką złożoną obrabiarkę nazywamy **automatyczną linią obrabiarkową**. Wielkość automatycznej linii obrabiarkowej jest wyznaczona ilością obrabiarek zespołowych wchodzących w jej skład, przez które przechodzi przedmiot bez konieczności zmiany uchwytu lub jego obrotu dla udostępnienia skrawającemu narzędziu nieobrobionych jeszcze powierzchni czy otworów. Niektóre wykonane już automatyczne linie obrabiarkowe posiadają również urządzenia do automatycznego obrotu uchwytu wraz z zamocowanym w nim przedmiotem.

Automatyczne linie obrabiarkowe produkują w USA firmy: **Greenlee, Foote-Burt Co, Natco, Sundstrand, Ingersoll**, a w Niemczech w czasie wojny produkowała je firma **Vomag**.

Oczywiście automatyczne linie obrabiarkowe budowane przez te firmy różnią się między sobą, jednakże zasadnicze ich założenia konstrukcyjne są jednakowe. Ogólne cechy ich konstrukcji i eksploatacji są następujące<sup>1)</sup>:

1. Linie automatyczne są przeznaczone dla przedmiotów, w których podstawy obróbkowe (bazy) obrobiono uprzednio z dokładnością, wystarczającą dla zamocowania ich w uchwycie.

2. W tej samej linii można obrabiać przedmiot najwyższej z pięciu stron, (jeżeli posiada ona urządzenia automatyczne dla obrotu uchwytu).

3. Zasadniczo na linii wykonuje się operacje wiercenia, pogłębiania, rozwiercania, frezowania, przeciągania i nacinania gwintów.

4. Z operacyj pomocniczych włączono do linii przemywania przedmiotu i operacje kontrolne, przy czym te ostatnie przeprowadza się przeważnie ręcznie.

5. Linie automatyczne mogą być również ułożone w kształcie prostokąta, co daje większą zwartość budowy, oszczędność powierzchni oraz przewodów elektrycznych i hydraulicznych, ale linie takie są mniej wygodne w obsłudze.

6. W jednej linii napotykamy 4 do 30 obrabiarek zespołowych, a ogólna długość linii wynosi 8 do 30 metrów a nieraz i więcej.

7. Po wykonaniu operacji na jednej obrabiarce uchwyt wraz z przedmiotami przesuwają się automatycznie wzdłuż całej linii o taki odcinek, aby każda obrabiarka mogła rozpocząć obróbkę następnego z kolei przedmiotu. Ten odstęp jest oczywiście uwarunkowany wymiarami zewnętrznymi przedmiotu i jest kilkakrotnie mniejszy od odstepu między dwiema sąsiednimi obrabiarkami linii. Z tego powodu po wyjściu z jednej obrabiarki przedmiot zatrzymuje się jeszcze na jednym lub więcej

<sup>1)</sup> *Bożusławski* — „Nowoje w stankostrojenii po inostrannym materialam”.



stanowiskach pośrednich, które będziemy nazywali **stanowiskami jałowymi**. Oczywiście jedna obrabiarka zespołowa może posiadać dwa lub trzy stanowiska robocze, i wtedy nie będzie między nimi stanowisk jałowych. Przerwy między obrabiarkami wynikają z konieczności zarezerwowania miejsca dla ich nastawiania, obsługi i remontu.

8. Ogólna ilość stanowisk wynosi 10 do 80, a ilość stanowisk jałowych może osiągać połowę tej liczby.

9. Zasilanie cieczą chłodzącą należy dla wszystkich narzędzi scentralizować.

10. Sterowanie powinno być scentralizowane i musi zapewniać możliwość uruchamiania całej linii, uruchamiania i zatrzymywania systemu chłodzącego, nastawiania na powtórzenie cyklu oraz cofania transportera o jedno stanowisko.

11. Powinna istnieć możliwość sterowania indywidualnego dla każdej obrabiarki w celu nastawienia narzędzi i wrzecienników przed rozpoczęciem pracy.

12. Sterowanie linii powinno być blokowane, jeżeli nie wszystkie wrzecienniki zajęły pozycję wyjściową. Automatyczne zatrzymanie całej linii powinno następować w wypadku, gdy którykolwiek z wrzecienników nie wykonał żądanego posuwu, naruszył kolejność pracy, a dalej w razie uszkodzenia narzędzia, przerwania dopływu cieczy chłodzącej na którymkolwiek stanowisku itp.

13. Konieczna jest ponadto sygnalizacja, pozwalająca dla każdego stanowiska, kontrolować działanie elementów ustalających przedmiot oraz pozycje wrzecienników.

14. Szczególnej uwagi wymagają instalacje elektryczne i hydrauliczne, ponieważ w dotychczas wykonanych liniach długość przewodów elektrycznych wynosi 4 do 25 kilometrów, ilość koniecznych wyłączników 30 do 210, kontaktów i przekaźników 20 do 220, lamp kontrolnych 25 do 120, przycisków sterujących 30 do 90.

15. Dla zwiększenia bezpieczeństwa obsługi i zmniejszenia iskrzenia, elektryczne obwody sterujące są zasilane prądem zmiennym o napięciu 110 volt.

16. Celem uniknięcia nadmiernych wahań prądu w sieci, silniki powinny posiadać urządzenia, które je włączają i wyłączają kolejno w krótkich, parosekundowych odstępach czasu.

17. Do obróbki na liniach należy oczywiście stosować najbardziej wytrzymałe narzędzia, a to w celu zmniejszenia do minimum strat czasu na ich zmianę, wymagającą zatrzymania całej linii.

Z zasad konstrukcji automatycznych linii obrabiarkowych wynika, że odstęp czasu pomiędzy ukończeniem obróbki dwu kolejnych przedmiotów na jakimkolwiek stanowisku jest równy sumie czasu obróbki na tym stanowisku, na którym obróbka trwa najdłużej, oraz czasu na dosuw i odsunięcie wrzecienników i tran-

sportu na stanowisko następne. Ten odstęp czasu będziemy nazywali **taktem linii**. Oczywiście obróbka powinna być tak rozplanowana, aby różnica między taktem linii a najkrócej trwającą operacją była jak najmniejsza.

Dla ilustracji podamy krótki opis automatycznych linii obróbkowych wykonanych przez firmę **Greenlee Brothers & Co**, oraz przez firmę **Vomag**.

Linie obróbkowe firmy **Greenlee** zostały zainstalowane w fabryce **Wright Aeronautical Corporation** oraz **Studebaker Corp.** celem obróbki aluminiowych głowic cylindrów silnika lotniczego. Całość składa się z trzech linii automatycznych, przy czym przejściu z jednej linii na drugą przedmiot pozostaje w tym samym uchwycie, jedynie ustawianym na każdej linii w innym położeniu.

Koszt dwu pierwszych linii tego urządzenia wynosił 230 tys. dolarów, a koszt kompletu obrabiarek normalnych, niezbędnych dla wykonania tej samej obróbki zwykłymi metodami, wynosiłby 175 tys. dolarów. Ta różnica w cenie amortyzuje się jednak już po upływie 1½ do 2 miesięcy dzięki mniejszym kosztom eksploatacji linii. Do obsługi tych trzech linii automatycznych potrzeba 40 ludzi, w tym 10 wykwalifikowanych ustawiaczy i majstrów, podczas gdy przy zastosowaniu obrabiarek zwykłych należałoby zatrudnić 200 robotników, w tym 25 wykwalifikowanych majstrów. Obrabiarki połączone w trzy linie zajmują powierzchnię 375 m<sup>2</sup>, a przy zastosowaniu obrabiarek zwykłych zajęłyby one powierzchnię 750 m<sup>2</sup>.

Publikacje amerykańskie podkreślają wreszcie, że dostosowanie takich linii do ewentualnych zmian technologicznych i konstrukcyjnych w obrabianym przedmiocie pociąga za sobą stosunkowo nieznaczne koszty.

Wszystkie trzy linie posiadają jednakowy takt pracy wynoszący 47 sekund; chociaż okres od zamocowania odlewu głowicy na początku pierwszej linii do zdjęcia głowicy obrobionej po przejściu linii trzeciej wynosi około 2 godzin, co 47 sekund wychodzi z warsztatu gotowa głowica.

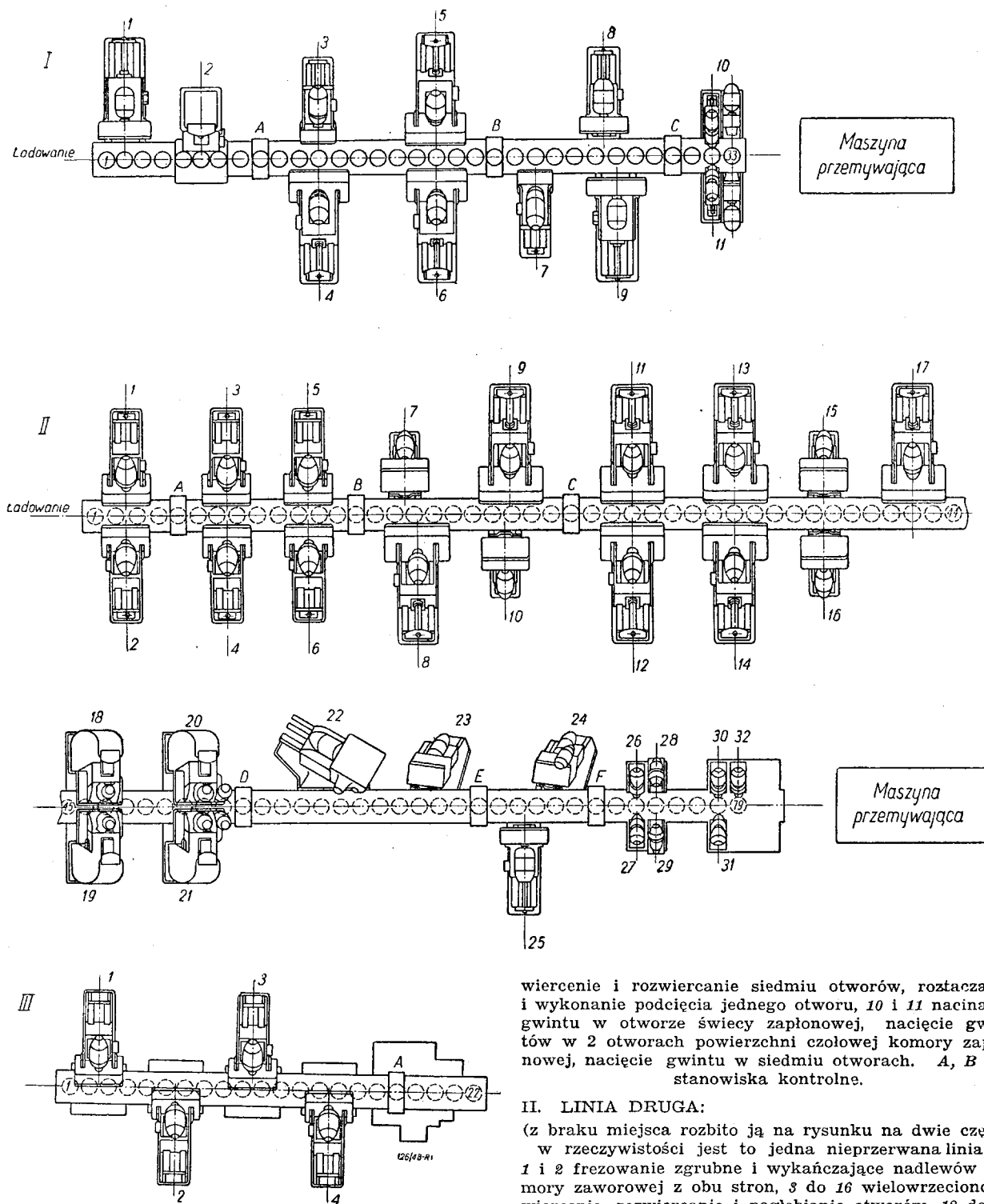
Łączna ilość obrabiarek zespołowych składających się na całość urządzenia wynosi 42, liczba stanowisk — 138, w czym 66 roboczych, 10 kontrolnych i 62 jałowe.

Wszystkie obrabiarki jednej linii są elektrycznie zblokowane, a łączący je mechanizm transportowy jest na każdym stanowisku zblokowany elektrycznie i hydraulicznie. Pełny cykl pracy składa się z następujących, automatycznie wykonywanych etapów:

1. Przesuwanie uchwytów wraz z zamocowanymi przedmiotami wzdłuż linii o jedno stanowisko.

2. Ustawianie uchwytów na poszczególnych stanowiskach za pomocą trzpieni ustalających, wchodzących w odpowiednie otwory uchwytu.

Schemat automatycznej linii obróbkowej do obróbki aluminiowych głowic cylindrów silników lotniczych.



### I. LINIA PIERWSZA

1 frezowanie zgrubne i wykańczające czołowych powierzchni komór zaworowych, 2 frezowanie zgrubne kołnierza otworu wydechowego, 3 frezowanie czołowych powierzchni otworów dla popychaczy, 4 wzornikowe frezowanie żeber, 5 i 6 wiercenie, rozwiercanie i fazowanie otworu świecy zapłonowej, 7 frezowanie rowka w otworze świecy, 8 wiercenie, rozwiercanie i fazowanie dwóch otworów czołowych powierzchni komory zaworowej, 9

wiercenie i rozwiercanie siedmiu otworów, rozciąganie i wykonanie podcięcia jednego otworu, 10 i 11 nacinanie gwintu w otworze świecy zapłonowej, nacięcie gwintów w 2 otworach powierzchni czołowej komory zapłonowej, nacięcie gwintu w siedmiu otworach. A, B i C stanowiska kontrolne.

### II. LINIA DRUGA:

(z braku miejsca rozbito ją na rysunku na dwie części, w rzeczywistości jest to jedna nieprzerwana linia). 1 i 2 frezowanie zgrubne i wykańczające nadlewów komory zaworowej z obu stron, 3 do 16 wielowrzecionowe wiercenie, rozwiercanie i pogłębianie otworów, 18 do 21 wielowrzecionowe nacinanie gwintów, 22 frezowanie zgrubne i wykańczające kołnierza otworu ssącego, 23 wielowrzecionowe wiercenie i rozwiercanie otworów, 24 wytaczanie i nacinanie gwintów, 25 frezowanie zgrubne i wykańczające rowków, 26 do 32 wielowrzecionowe nacinanie gwintów. A do F stanowiska kontrolne.

### III. LINIA TRZECIA:

1 do 4 wielowrzecionowe wytaczanie otworów. A stanowisko kontrolne.

3. Zamocowanie uchwytu na stanowisku przez dociśnięcie uchwytu do prowadnicy górnej.

4. Szybki dosuw wrzecienników do przedmiotu.

5. Roboczy posuw wrzecienników.

6. Szybkie cofnięcie wrzecienników.

7. Luzowanie zamocowania uchwytów.

8. Wysunięcie trzpieni ustalających z otworów uchwytów.

Wrzecienniki mają po dwie szybkości posuwu regulowane za pośrednictwem zderzaków. Szybkości te można regulować niezależnie w każdym wrzecienniku. Wystające części wrzecion są możliwe krótkie dla zwiększenia ich sztywności. Wrzecienniki do nacinania gwintów mają posuw za pośrednictwem śruby pociągowej. Wrzecienniki do frezowania płaszczyzn posiadają po dwa frezy ustawione jeden za drugim: pierwszy zgrubny — drugi wykańczający. W niektórych miejscach pogłębia się otwory od wewnątrz (od strony przeciwnej niż wejście narzędzia) — na odpowiednich stanowiskach założone są do tego celu pogłębiacze o ostrzach automatycznie wysuwających się z oprawy, gdy ta zakończy swój ruch dosuwu. Przed cofnięciem pogłębiacza ostrza znów chowają się automatycznie do oprawy, aby umożliwić jej przejście przez otwór.

Pierwsza linia o długości 15 m posiada 11 obrabiarek oraz 33 stanowisk. Na stanowisku ostatnim uchwyt wraz z przedmiotami zostają obrócone tak, aby olej chłodzący, nagromadzony między żebrami głowicy mógł spłynąć do odpowiedniej rynny. Po przejściu przez pierwszą linię i przemyciu przedmiotu na specjalnej maszynie, przenosi się go wraz z tym samym uchwytem do drugiej linii, gdzie na stanowisku pierwszym umieszcza się uchwyt obrócony o 90° dokoła osi pionowej w stosunku do położenia zajmowanego na linii pierwszej.

Druga linia o długości 31 m składa się z 32 obrabiarek, 79 stanowisk, z których ostatnie jest znowu przeznaczone do oczyszczenia obrabianej głowicy z oleju chłodzącego.

Ostatnia, trzecia, linia posiada tylko 4 obrabiarki, 22 stanowiska. Przedmiot, wciąż w tym samym uchwycie, ustawia się tu uchwytem do góry (dla obrócenia otworów od środka). Uchwyt posiada kształt płyty z otworem w środku, pozwalającym na wprowadzenie narzędzia do wnętrza głowicy. W związku z odwrotnym ustawieniem przedmiotu na tej linii, uchwyty są przesuwane za pomocą dwu prętów chwytających uchwyt po bokach, a nie jak w poprzednich liniach, gdzie jeden pręt chwy-

tał uchwyty po środku. Zamocowywanie uchwytów na trzeciej linii odbywa się przez przyciśnięcie ich od góry do dolnej prowadnicy, a nie odwrotnie, jak poprzednio.

Przeływ cieczy chłodzącej we wszystkich liniach jest zatrzymywany na czas transportu przedmiotów w tym celu, by stworzyć silny i nierównomierny strumień cieczy chłodzącej w korytkach linii, co ułatwia spłukiwanie wiórów.

Niemiecka firma **Vomag** wykonała częściowo dwie linie automatyczne: jedną dla obróbki głowic bloku cylindrowego w układzie „V”, drugą dla obróbki korpusu czołga.

Pierwsza z tych linii była przeznaczona do obróbki głowic prawych i lewych, sporządzonych ze stopu lekkiego. Po za innymi znajdują się w tej linii wrzecienniki obrabiające jedną tylko kategorię głowic: tylko lewe, albo tylko prawe, przy czym włączanie tych wrzecienników, odbywa się automatycznie za pośrednictwem zderzaków selekcyjnych. Można więc podawać do linii głowice prawe i lewe w dowolnym porządku, a zderzaki selekcyjne uruchomią każdorazowo właściwe dla danej obróbki wrzecienniki.

Uchwyty są zamocowywane na stanowiskach pneumatycznie, posuw i sterowanie odbywa się elektrycznie.

Po przejściu przez całą linię wyjmuje się przedmiot obrabiony z uchwytu, a ten zsuwa się po pochylni na transporter, który podaje go na początek linii.

Wg danych firmy **Vomag** uzyskano następujące oszczędności przez zastosowanie linii:

na użyciu sił roboczych	97%	oszczędności
na powierzchni zajmowanej	65%	„ „
na kosztach magazynowania	56%	„ „
na cenie fabrykatu	30%	„ „

Takt linii wynosi 1,5 minuty. Zastępuje ona około 30 normalnych wytaczarek i 14 obrabiarek specjalnych.

Zanim zainstalowano w Ameryce pierwszą linię automatyczną, fachowcy wyrażali obawy, że tak złożony mechanizm nie będzie mógł przez dłuższy czas pracować bez usterek i wynikających stąd przerw w pracy. Praktyka wykazała, że obawy te były płonne. Początkowo wprawdzie zdarzały się przerwy w pracy automatycznych linii, ale wynikały one z przyczyn zewnętrznych: nawet przyzwyczajone do masowej produkcji fabryki amerykańskie nie mogły początkowo zapewnić dostatecznej ciągłości dopływu półfabrykatów do tak wydajnej obrabiarki.

*Wyszedł z druku i ukazał się w sprzedaży zeszyt 4 Poradnika Technicznego „MECHANIK”.*

# DZIAŁ NORMALIZACYJNY

Prof. inż. LUDWIK UZAROWICZ

## ZARYS DZIAŁALNOŚCI KOMISJI TECHNIKI WARSZTATOWEJ PKN

### Wstęp

Po unarodowieniu wszystkich podstawowych gałęzi przemysłu w Polsce, powstała możliwość pogłębienia roli norm technicznych. W krajach o strukturze kapitalistycznej stosowanie norm głównie ma na celu osiągnięcie doraźnej oszczędności i powiększenie zysków przedsiębiorstwa. W uspołecznionej gospodarce planowej normalizacja oprócz oszczędności może i powinna być czynnikiem ułatwiającym rozwój uprzemysłowienia i kultury technicznej kraju.

Koncentracja produkcji i związana z tym dążność do zmniejszenia ilości produkowanych typów zmusza do ścisłego określenia jakie typy, rozwiązania i wielkości będą w naszych warunkach najwłaściwsze. Wskaźnikiem, określającym rodzaj i jakość wyrobu, powinny stać się Polskie Normy opracowane przez Komisję Normalizacyjną z udziałem przedstawicieli producentów i konsumentów, a zatwierdzone przez Polski Komitet Normalizacyjny.

W rezultacie obecnie powstają większe możliwości wprowadzenia norm w życie przy zachowaniu ekonomii wysiłków i środków produkcji.

### I. Stan prac normalizacyjnych w okresie międzywojennym

Polska myśl techniczna, pomimo oryginalnych osiągnięć w wielu dziedzinach, opierała się w zakresie normalizacji w znacznym stopniu na niemieckiej technice i niemieckich źródłach. Ta cecha naszej działalności pochodziła stąd, że po 1-ej wojnie europejskiej przejęliśmy przemysł, który był własnością obcych, tak że niejednokrotnie fabryki były w kraju, a zarządy główne zagranicą i decyzje w sprawie programu i zakresu produkcji, a więc norm i dokumentacji technicznej zapadały bez uwzględnienia polskiej racji gospodarczej.

W tych warunkach państwo zmuszone było tworzyć przemysł kluczowy własny. W ten sposób powstał cały szereg fabryk państwowych.

Jednocześnie została podjęta praca normalizacyjna z uwzględnieniem polskich warunków techniczno-gospodarczych.

Najbardziej płodna działalność Komisji Techniki Warsztatowej przejawiała się w okresie od 1928 — do 1939 r. W tym czasie opracowano:

a) 74 normy o charakterze ogólnym, do których zaliczono normy podstawowe, zaleceniowe, klasyfikacyjne itp.,

b) 18 norm z dziedziny obrabiarek,

c) 237 norm narzędzi rzemieślniczych (głównie ślusarskie, kowalskie i blacharskie),

d) 142 normy narzędzi do obróbki mechanicznej metali (w tym: 14 norm gwintowników i narzynek, 14 — wiertel i pogłębiaczy, 29 — rozwiertaków, 23 — frezów, 47 — noży, 15 — narzędzi szlifierskich).

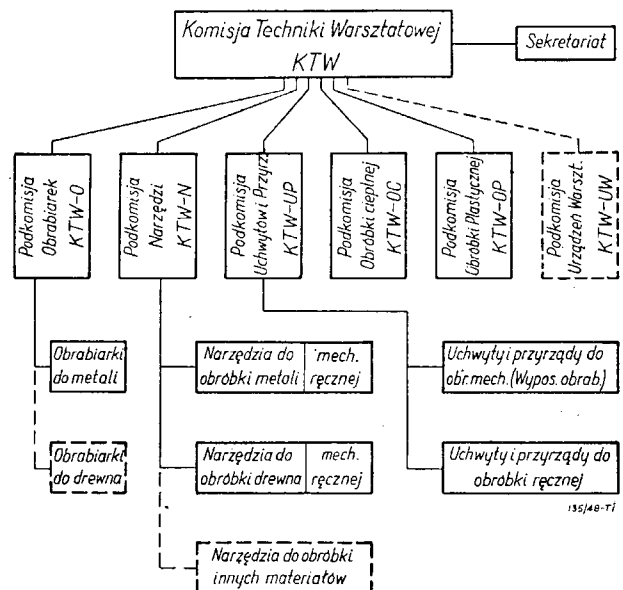
e) 62 normy z dziedziny uchwytów (w tym trzpienie i oprawki narzędzi, części normalne uchwytów i przyrządów specjalnych).

### II. Organizacja i tok prac Komisji Techniki Warsztatowej

W r. 1946 Polski Komitet Normalizacyjny powołał Komisję Techniki Warsztatowej, po czym przedłożony przez Komisję program prac zatwierdził.

Po krótkim okresie zbierania materiałów z dziedziny normalizacji państw zagranicznych, jako to norm francuskich, Związku Radzieckiego, angielskich, amerykańskich, szwajcarskich, szwedzkich, czeskich i prac normalizacyjnych czołowych wytwórni polskich, Komisja Techniki Warsztatowej opracowała schemat organizacyjny. Wg tego schematu Komisja Techniki Warsztatowej składa się (tabl. I) z podkomisyj

TABLICA I



obrabiarek, narzędzi, uchwytów i przyrządów, obróbki cieplnej i obróbki plastycznej. W stadium organizacji znajdują się podkomisje: obróbki plastycznej (głównie tłoczniactwo) i urządzeń warsztatowych.

Zakres prac Podkomisji Obrabiarek obejmuje obecnie całość zagadnień normalizacji ob-

rabiarek do metali; istnieje zamiar rozszerzenia działalności również na obrabiarki do drewna.

Podkomisja Narzędzi opracowuje normy narzędzi do obróbki metali i drewna i to zarówno do obróbki mechanicznej, jak i ręcznej. W rzadkich przypadkach opracowywane są narzędzia do innych materiałów (np. skóra).

Podkomisja Uchwytów i Przyrządów ujmuje cały zakres wyposażenia warsztatu w uchwyty i przyrządy normalne i to zarówno dla obrabiarek (wyposażenie obrabiarek), jak i dla obróbki ręcznej.

Celem pracy Podkomisji Obróbki Ciepłej jest ustalenie nazw, pojęć i oznaczeń w tej dziedzinie, jak i opracowanie norm i przepisów.

Nowo zorganizowana Podkomisja Obróbki Plastycznej ma opracować całość zagadnień związanych z obróbką plastyczną (bezwiórową) ze szczególnym uwzględnieniem tłocznictwa.

W projekcie jest utworzenie Podkomisji Urządzeń Warsztatowych, która obejmie resztę inwentarza warsztatowego, nie wchodzącą w zakres prac innych podkomisji.

Na czele KTW stoi przewodniczący, który łącznie z sekretarzem i przewodniczącymi Podkomisji, tworzą Prezydium Komisji. Do opracowania poszczególnych zagadnień, powoływani są referenci-specjaliści. Przy opracowaniu norm rozróżnić możemy następujące etapy:

1. omówienie wstępne projektu na Prezydium,
2. zebranie materiałów, opracowanie referatu i przyjęcie wstępnego projektu przez Prezydium KTW,
3. rozesłanie projektu do zainteresowanych wytwórni i specjalistów dla zebrania opinii,
4. ocena i uzupełnienie projektu prac podkomisji,
5. przyjęcie projektu przez Komisję Techn. Warszt.,
6. przesłanie do referatu redakcyjnego PKN, gdzie następuje ustalenie ostatecznej treści projektu normy,
7. opublikowanie projektu w „Mechaniku” lub w „Wiadomościach PKN”,
8. uwzględnienie słusznych zastrzeżeń i wprowadzenie poprawek przez podkomisję,
9. przyjęcie ostatecznego projektu normy przez KTW,
10. przesłanie do PKN z wnioskiem o zatwierdzenie i wydanie normy drukiem.

Przedmiotem prac wszystkich podkomisji było wstępne ułożenie programu działalności, a następnie rozwinięcie ogólnych zagadnień na węższe tematy, mogące stanowić treść poszczególnych norm.

Jeżeli chodzi o charakter opracowywanych norm, to w najszerszym ujęciu możemy podzielić je na **normy posiadające znaczenie ogólne** (w szerszym lub węższym zakresie) i **normy szczegółowe**, odnoszące się do konkretnych przedmiotów. Ilościowo przeważają te ostatnie, natomiast normy ogólne reprezentują znacznie

większe zróżnicowanie, pod względem swego charakteru i odmian.

Wśród norm szczegółowych praktyka wyodrębniła normy podające jedynie główne wymiary przedmiotu (t. zw. „normy głównych wymiarów” lub „gabarytowe”) oraz normy ustalające wszystkie wymiary danego elementu (t. zw. „normy wykonawcze”).

Wśród norm o charakterze ogólnym wyróżniają się następujące główne ich rodzaje:

a) **normy podstawowe** — podające w sposób wiążący te wymiary przedmiotu, które muszą być zachowane ze względu na zamienność. Należą tu m. in.: normy stożków Morse'a i metrycznych, zakończeń kwadratowych, zakończeń wrzecion obrabiarek, ilości obrotów;

b) **normy określeń podstawowych** — mają za zadanie ustalić poprawne i jednoznaczne nazwy i podać definicje pojęć;

c) **normy klasyfikacji i znakowania** — wiążą się ściśle z rodzajem poprzednim i mają za zadanie ustalenie zasad podziału całego inwentarza warsztatowego na działy, grupy, typy itd. Racjonalnie przeprowadzona klasyfikacja staje się podstawą do wygodnego i przejrzystego oznaczania przedmiotów;

d) **zalecenia i instrukcje** — posiadają charakter norm pomocniczych. Nie będąc normami wiążącymi — dają cenne wskazówki bądź przy projektowaniu narzędzi, bądź przy użytkowaniu narzędzi lub obrabiarek.

### III. Współpraca z innymi komisjami. Korelacja prac

Przy opracowywaniu wielu zagadnień objętych zakresem pracy Komisji Techniki Warsztatowej ujawniła się konieczność współpracy z innymi komisjami. I tak np. podczas opracowywania norm narzędzi powstała sprawa klasyfikacji i znakowania stali narzędziowych. Stąd wynikła konieczność nawiązania współpracy z Komisją Hutniczą. Również podczas opracowywania norm narzędziowych powstała konieczność rewizji dotychczasowych norm przekrojów materiałów na narzędzia.

Najbardziej ścisła współpraca okazała się konieczną z Komisją Części Maszyn. Szczególnie zagadnienia narzędzi do gwintów i szczegółów armatury stosowanych w budowie obrabiarek do metali wymagają uzgodnienia z tą Komisją. Ze względu na potrzeby życiowe, niektóre zagadnienia, nie cierpiące zwłoki, jak np. pasy klinowe zostały w porozumieniu z Komisją Części Maszyn opracowane przez Komisję Techn. Warszt.

Poza tym utrzymywana jest współpraca z Komisją Pomiarów Warsztatowych i Scałeniową Komisją Narzędziową.

### IV. Stan prac i charakterystyka działalności podkomisji

Na osobne omówienie zasługują normy o charakterze ogólnym. Ze względu bowiem na ich

różnorodność, zdarza się często, że norma nie wiążąc się ściśle z pracą żadnej z podkomisji wnika do prac kilku z nich. Zaliczyć tu możemy np. zagadnienia technologiczne dotyczące gładkości obróbki czy naddatków przy szlifowaniu. Zachodzą też przypadki, że norma wiąże się ściśle z pracą kilku podkomisji — należą tu normy podstawowe takie, jak stożki **Morse'a** czy metryczne (Podkomisje: Narzędzi, Obrabiarek, Uchwytów), czy też zakończenia wrzecion (Podkomisje Obrabiarek i Uchwytów). Wszystkie te normy muszą być omawiane i uzgadniane na Prezydium Komisji Techn. Warszt.

Sprawozdania ze stanu prac Podkomisji Obrabiarkowej, Narzędziowej i częściowo Podkomisji Uchwytów i Przyrządów (w dziedzinie wyposażenia obrabiarek) zostały zawarte w osobnych referatach tak, że niema celu ich powtarzania.

Krótko charakteryzując wyniki prac tych podkomisji należy podkreślić:

1) **Podkomisja Obrabiarek** oddała do druku niemal wszystkie normy przedwojenne w nowym ujęciu, a nadto opracowała szereg całkowicie nowych zagadnień z pośród których należy wymienić przede wszystkim: zespół norm sprawdzania dokładności obrabiarek, warunków technicznych wykonania obrabiarek i wyposażenia elektrycznego do nich, normy zakończeń wrzecion, normalnych liczb obrotów wrzecion i wielkości posuwów i inne.

2) **Podkomisja Narzędzi**. Odtworzono znaczną część norm przedwojennych, a w wielu punktach (np. wiertła i pilniki) opracowano normy nie istniejące przed wojną.

3) **Podkomisja Uchwytów i Przyrządów**. Poza zagadnieniami wyposażenia obrabiarek Podkomisja nie zaniedbała również uchwytów i przyrządów do obróbki ręcznej. W dziale uchwytów narzędziowych zostały opracowane, lub znajdują się w opracowaniu, oprawki do narzynek, gwintowników i pił do metali; uchwyty przedmiotów reprezentowane są przez imadła ślusarskie stałe i przenośne, imadła do rur i podstawy traserskie. Wśród przyrządów do obróbki ręcznej opracowano wiertarki pierścieniowe dwubiegowe i szlifierki stołowe.

4) **Podkomisja Obróbki Ciepłej** rozpoczęła pracę pod hasłem: „Czas ustalić pojęcia w obróbce ciepłej“. Prz dwójenna norma PN/H — 204 po głębszej analizie okazała się niewystarczająca i niezupełnie ściśle ujmująca pojęcia i zjawiska objęte całokształtem obróbki ciepłej nie tylko w przemyśle metalowo-przetwórczym, ale i w hutnictwie. Opracowany projekt podstawowych norm podaje definicje, czynniki, nazwy, symbole i rodzaje obróbki ciepłej. Norma rozróżnia trzy główne rodzaje obróbki ciepłej: na wskroś, powierzchniową i obróbkę ciepłą dyfuzyjną. Poza tym norma obejmuje tabelę obróbki ciepłej stopów żelaza, stopów miedzi i czystej miedzi, stopów glinu i czystego

glinu. Projekt ten jest normą podstawową do opracowania szczegółowych norm obróbki ciepłej dla poszczególnych gatunków stali i stopów kolorowych.

5) **Podkomisja Obróbki Plastycznej**. Zarówno w przemyśle, jak i w literaturze technicznej polskiej stosunkowo niewiele poświęcono miejsca sprawie plastycznej obróbki metali. Zaniedbanie to jest nieuzasadnione. Komisja Techn. Warszt. od początku swej działalności, doceniając doniosłość obróbki plastycznej, poświęciła zagadnieniu normalizacji w tej dziedzinie wiele uwagi, lecz z powodu nieznacznego zainteresowania nie tylko inżynierów i techników, lecz i ze strony przedstawicieli odradzającego się przemysłu ograniczyła się jedynie do wydrukowania w „Mechaniku“ projektów norm klasyfikacyjnych. Projekty te obejmują podział na grupy i typy tłoczników, jak: wykrojniki, wytłoczniki i ciągniki (PN/N — 901) oraz ustalenie pojęć podstawowych z dziedziny wykrojników i wytłoczników (PN/N — 902, 903). W przekonaniu, że produkcja wielu gałęzi przemysłu, jak: motoryzacyjnego, fabryk maszyn i aparatów elektrycznych, fabryk tele- i radiotechnicznych, fabryk aparatów i artykułów fotograficznych, wyrobów z blach, fabryk sprzętu i maszyn domowego użytku, uszczelek itp., jest oparta na stosowaniu różnego rodzaju tłoczników, Podkomisja Obróbki Plastycznej w bieżącym roku przystąpiła do intensywnej pracy, powiększając swój skład przez grono specjalistów. Program dalszej działalności Podkomisji Obróbki Plastycznej obejmuje opracowanie przede wszystkim norm typowych wykrojników i wytłoczników, które przede wszystkim wysuwają się na czoło zagadnienia, a mianowicie:

1. wytłoczniki i wykrojniki bezprowadnikowe,
2. wytłoczniki i wykrojniki z prowadzeniem kolumnowym,
3. wykrojniki złożone z prowadzeniem kolumnowym,
4. uniwersalne wykrojniki i wytłoczniki,
5. uniwersalne wyginaki z mocowaniem tłoczników bezpośrednio w głowicy obsady,
6. wytłoczniki i wykrojniki z prowadzeniem płytkowym.

Podkomisja jednocześnie pracuje nad zagadnieniem normalizacji obsad tłoczników.

6) **Podkomisja Urządzeń Warsztatowych**. Projekt utworzenia Podkomisji Urządzeń Warsztatowych wypłynął w ostatnich czasach, tak, że trudno jest mówić o skryształizowanym programie pracy. W każdym razie wymienić można następujące główne kierunki działalności: sprzęt warsztatowy, stoły, stołki, szafy i skrzynie do przechowywania narzędzi i przedmiotów; urządzenia transportu warsztatowego — podnośniki, wózki, transportery; urządzenia pomocnicze — prasy (ręczne i mechaniczne),

wirówki do wiórów. Również w ramach tej Podkomisji można myśleć o opracowaniu norm i przepisów dotyczących zapotrzebowania miejsca przy obróbce ręcznej i mechanicznej — oraz o niektórych zagadnieniach organizacyjnych, które być może w przyszłości wyłączone zostaną do Podkomisji Organizacji Warsztatu.

Zestawienie ilościowe stanu prac Komisji Techniki Warsztatowej na dzień 22 marca 1948 r. ujmuje tabl. II.

TABLICA II

Stan prac normalizacyjnych KTW na dzień 22. III. 48 r.

L. p.	Rodzaj norm	Ilość norm w opracowaniu	Ilość gotowych projektów	Ilość norm wydrukowanych	Ogółem ilość zagadnień
1	Ogólne . . . . .	12	27	15	54
2	Narzędzia do obróbki mechanicznej metali . . . . .	52	49	44	145
3	Narzędzia do obróbki ręcznej metali	2	25	53	80
4	Narzędzia do obróbki mechanicznej drewna . . . . .	6	2	—	8
5	Narzędzia do obróbki ręcznej drewna . . . . .	19	28	—	47
6	Obróbka cieplna .	12	7	—	19
7	Obróbka plastyczna	10	6	—	16
8	Uchwyty i przyrządy do obróbki mechanicznej . . . . .	5	35	25	65
9	Uchwyty i przyrządy do obróbki ręcznej . . . . .	9	16	4	29
10	Obrabiarki . . . . .	16	42	6	64
	Razem	143	237	147	527

Jako uzupełnienie danych zawartych w tabl. II podajemy dodatkowo, że Komisja Techn. Warszt. opublikowała 24 projekty norm w czasopiśmie „Mechanik“ oraz 13 norm w „Wiadomościach PKN“.

### V. Współpraca Komisji Techn. Warszt. z CSN w ramach Komitetu Współpracy Gospodarczej w dziedzinie normalizacji

W końcu ubiegłego roku został utworzony Komitet Współpracy Gospodarczej w dziedzinie normalizacji, którego Sekcja Polska wyłoniona została z Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

. Na posiedzeniu w dniu 20. XII. 1947 r. Komisja Techn. Warszt. PKN łącznie z przedstawicielami Komisji Normalizacyjnej ze strony Czechosłowacji, po wzajemnym zaznajomieniu się z materiałami i rozpatrzeniu norm ogólnych,

narzędziowych, wyposażenia obrabiarek i samych obrabiarek, stwierdziła, że zagadnienia te obejmują szeroki wachlarz potrzeb i szczególnie nadają się do wspólnego ujęcia normalizacyjnego.

W wyniku takiej współpracy będą opracowane normy całkowicie uzgodnione, czyli wspólne, normy częściowo uzgodnione oraz normy odrębne.

Wychodząc z tych założeń, na wspólnym posiedzeniu postanowiono:

1. Uznać 18 norm polskich i czeskich za częściowo zgodne. Występujące różnice nie uniemożliwiają wzajemnej wymiany. Normy te obejmują zagadnienia ogólne i niektóre normy narzędzi do mechanicznej obróbki metali.

2. Przyjąć 50 norm polskich, jako podstawę do opracowania norm wspólnych. Są to normy podstawowe z dziedziny budowy narzędzi i obrabiarek do metali, normy dokładności obrabiarek do metali i normy niektórych narzędzi.

3. Przekazać 154 norm i projektów norm do rozpatrzenia i zajęcia stanowiska przez Komisję Czechosłowacką do 30. VI. 1948 r.

4. Polska Komisja Techn. Warszt. przyjęła 14 norm czechosłowackich, jako podstawę do opracowania norm wspólnych. Są to przeważnie normy charakterystycznych wielkości obrabiarek.

5. Polska Komisja Techn. Warszt. przyjęła 18 zeszytów norm i projektów norm do rozpatrzenia i zajęcia stanowiska w okresie najpóźniej do 30 sierpnia 1948 r. Są to normy narzędzi do obróbki drewna oraz normy tarcz szlifierskich.

Celem ułatwienia współpracy Komisja Techn. Warszt. opracowuje ilustrowany katalog porównawczy norm polskich i czechosłowackich.

### VI. Wnioski

Biorąc pod uwagę, że:

a) normalizacja obrabiarek, pomocy i urządzeń warsztatowych zmierza do uporządkowania gospodarki przemysłowej oraz udoskonalenia środków produkcji, a więc do ułatwienia i usprawnienia pracy ludzkiej, co wiąże się ściśle z obniżeniem kosztów produkcji,

b) wobec głębokiego przenikania narzędzi i obrabiarek do wszystkich gałęzi przemysłu, praca normalizacyjna w tej dziedzinie pośrednio sprzyja osiągnięciu coraz to wyższego poziomu uprzemysłowienia kraju, a więc i podniesienia poziomu życiowego mas pracujących, Komisja Techniki Warsztatowej PKN podkreśla konieczność usilnej i planowej działalności na tym odcinku.

Aby zapewnić dalszy pomyślny rozwój akcji normalizacyjnej Komisja Techn. Warszt. wysuwa następujące wnioski:

1) Należy w pełni szarmonizować całokształt prac normalizacyjnych, zarówno bieżących jak

i zamierzonych, przez należyte współdziałanie przemysłu oraz KTW i w tym celu powołać w biurach konstrukcyjnych referaty normalizacyjne, które by mogły w miarę potrzeby przeprowadzać konieczne próby technologiczne w warunkach ruchu fabrycznego.

2) Należy spowodować znacznie żywszą niż dotychczas współpracę ogółu polskich warsztatowców z poczynaniami KTW, w pierwszym

rzędzie przez wciągnięcie do prac Sekcji Warsztatowej SIMP.

3) Podkreślając, że właściwy poziom prac normalizacyjnych, zwłaszcza dotyczących zagadnień nowych, można osiągnąć jedynie w oparciu o prace badawcze, należy stworzyć warunki, aby odpowiednie zagadnienia mogły być opracowywane przez Instytuty Badawcze lub też placówki badawcze przemysłu.

Inż.-mech. WITOLD SZYMANOWSKI

## NORMALIZACJA W BUDOWIE OBRABIAREK

### I. Normalizacja typów czy normalizacja elementów

Zagadnienia normalizacji większości wyrobów przemysłowych mogą być rozpatrywane w dwu płaszczyznach: 1<sup>o</sup> normalizacja typów tych wyrobów (traktowanych jako całość) i 2<sup>o</sup> normalizacja poszczególnych elementów ich konstrukcji i wykonania.

Ujednostajnienie typów jest oczywiście najefektowniejszym osiągnięciem normalizatora, przynoszącym przeważnie znaczne korzyści praktyczne, jednak nie zawsze daje się w pełni zrealizować, wywołując konieczność zwiększenia nacisku na normalizację oddzielnych elementów.

Czynniki, które rozstrzygają o zastosowaniu najwłaściwszego rozwiązania są następujące:

a) Wyroby proste sprzyjają normalizacji typów, bardziej złożone — normalizacji elementów.

b) Przedmioty produkowane masowo mogą być normalizowane w całości; wyroby produkcji jednostkowej lub seryjnej — w elementach, gdyż łączenie ze sobą wspólnych elementów z poszczególnych typów czy wielkości pozwala na zwiększenie liczebności wytwarzanych części.

c) Normalizacji typów (gabarytów) wymagają przedmioty będące częściami wymiennymi obszerniejszego zespołu (np. śruby, łożyska, narzędzia); normalizacji elementów, — wyroby zawierające części wymienne.

d) Wysoki współczynnik znormalizowania, jak można nazwać stosunek ilości typów przed ich normalizacją do istotnie niezbędnej ilości typów, sprzyja normalizowaniu ich w całości; współczynnik niski — powoduje konieczność rozbijania zagadnienia na elementy.

e) Normalizacja typów jest łatwiejsza przy dużej liczbie elementów wyrobu, nie wymagającego częstego wprowadzania zmian

wynikających z szybkiego postępu odpowiedniej dziedziny techniki, w przeciwnym wypadku lepiej jest stosować normy fragmentaryczne które zachowują aktualność przez czas dłuższy. Zastosowanie powyższych kryteriów do zagadnienia budowy obrabiarek wskazuje w jakim kierunku powinna zdążyć ich normalizacja, gdyż:

a. Obrabiarki należą do najbardziej złożonych konstrukcji w budownictwie maszynowym, przy czym należy uwzględnić ogromną ilość wykonywanych odmian.

b. Obrabiarki nie są i prawdopodobnie nie będą budowane w zbyt wielkich ilościach każdego typu. W obecnej chwili światowy przemysł obrabiarkowy w paru zaledwie wypadkach osiąga szczytową produkcję maszyn jednego typu do 1000 szt. miesięcznie. Ogromna większość wielkich zakładów produkuje kilka czy kilkanaście razy mniej. Ponadto nie można uniknąć na „tym samym podwórku“ przemysłu obrabiarkowego również budowy w małych seriach czy nawet jednostkowo maszyn ciężkich i specjalnych.

c. Wyjątkowo tylko, obrabiarki są „częściami wymiennymi“ większego zespołu (zachodzi to w automatycznych liniach obrabiarkowych, które zresztą składają się ze specjalnych obrabiarek agregatowych), a natomiast same zawierają liczne elementy wymienne. Wymienności wymagają wszelkie gniazda narzędziowe, różne odmiany wyposażenia, a przede wszystkim części, których różnorodny charakter wymaga specjalizacji produkcji, a więc wykonywania jej przez poddostawców. Produkcja ta może być racjonalnie zorganizowana w oparciu o właściwie potraktowaną normalizację. W ostatnich czasach zdobywa sobie coraz bardziej prawo obywatelstwa, unifikacja a nawet wymiennność całych podzespołów i zespołów.

d. „Współczynnik znormalizowania“ obrabiarek naogół nie może być zbyt wysoki, gdyż jakkolwiek nawet w krajach nie prowadzących gospodarki planowej ilość typów budowanych jest b. znaczna, trzeba pamiętać, że tylko czę-



ściowo się one dublują, gdyż potrzeby przemysłu wymagają nie tylko dużej ilości typów ale i odmian. Warto wspomnieć, że w Niemczech, znanych z produkcji znacznej ilości typów, przy końcu wojny, w wyniku najdalej idącej koncentracji programu zdołano ograniczyć ilość budowanych odmian z 2650 do 675 przy czym:

w grupie tokarek z	430 do 110 typów
„ „ frezarek z	235 do 40 typów
„ „ wytaczarek z	85 do 30 typów
„ „ szlifierek z	1100 do 240 typów

Oczywiście przemysł powstający od podstaw może planować mniejszą liczbę typów jak również trzeba uwzględnić, że w powyższych danych znaczny procent stanowią obrabiarki specjalne przemysłów zbrojeniowych. Zbytne jednak ograniczanie ilości typów jest sprzeczne z potrzebami przemysłu, który stale się rozwija i różniczkuje, podejmując wciąż nowe zagadnienia. Nie należy zapominać, że produkcja obrabiarek nie jest zagadnieniem samym dla siebie, lecz musi być traktowana łącznie z przemysłem obsługiwany przez obrabiarki. Wg tych założeń nie raz budowa większej ilości odmian a więc droższa, w mniejszych seriach, może być jednak ekonomicznie wskazana.

e. Błędem by było przyjęcie zasad normalizacji utrudniających zmiany i doskonalenie budowanych typów. Przemysł obrabiarkowy powinien możliwie szybko dostosowywać się do rozwoju techniki produkcyjnej. Postęp konstrukcji obrabiarek daje uwielokrotnione korzyści w obsługiwanych gałęziach przemysłu.

Wszystkie powyższe rozważania zgodnie ustalają kierunek prac normalizacyjnych w dziedzinie obrabiarkowej. Nie mogą one i nie powinny dotyczyć normalizacji oddzielnych typów traktowanych jako całość, natomiast jak najszerszej muszą być prowadzone prace nad normalizacją elementów konstrukcji i wytwarzania, wspólnych części lub nawet zespołów dla różnych typów czy odmian. Określenie „normalizacja typów“ w potocznym znaczeniu stosuje się właściwie do ustalania słownych wymiarów charakterystycznych asortymentu obrabiarek, przeznaczonych do zakupu czy produkcji. Zagadnienie to więc jako związane z potrzebami przemysłu w danej chwili, z możliwościami wytwórców obrabiarkowych, z eksportem i importem, wkracza właściwie w ramy planowania, a nie normalizacji technicznej, to też zajmować się nim dalej nie będziemy. Celem natomiast tego artykułu będzie bliższe omówienie problemów normalizacji elementów obrabiarek.

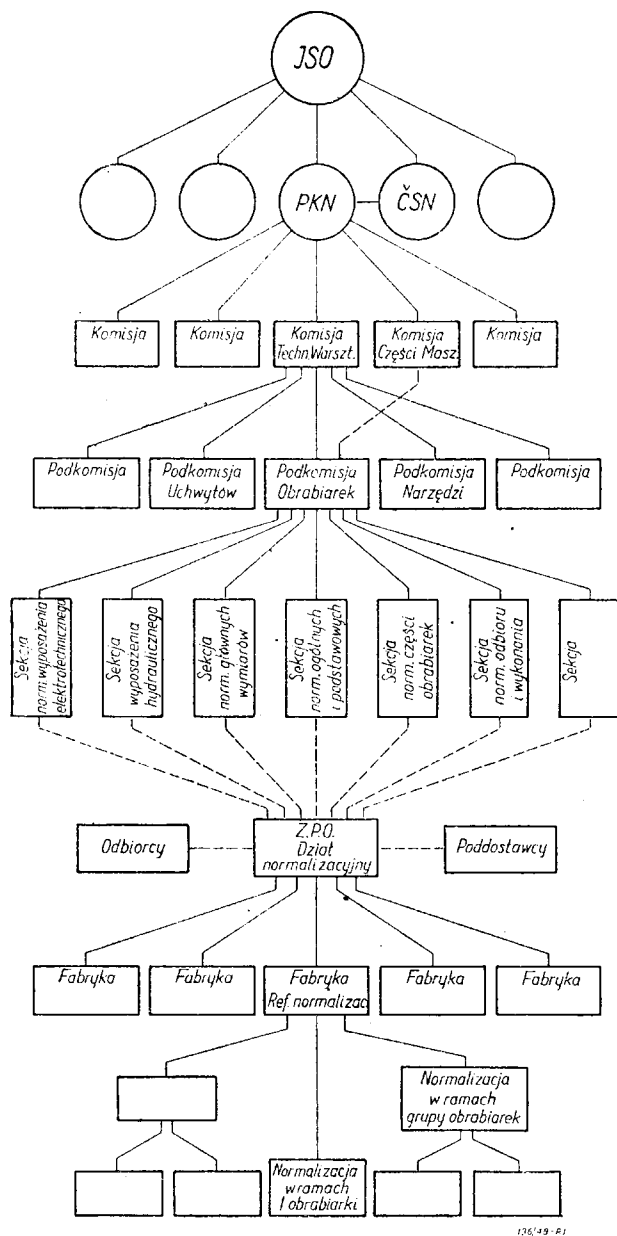
## II. Organizacja prac normalizacyjnych w dziedzinie obrabiarkowej

Elementy konstrukcji i wykonania obrabiarek oraz ich normalizacja obejmują bardzo szeroki wachlarz różnorodnych zagadnień. W budowie obrabiarek znajdują zastosowanie nieomal wszędzie części maszyn. Nowoczesne obrabiarki wiążą się ściśle z hydro-mechaniką i elektrotechniką, łącznie z zastosowaniem fotokomórki i elektroniki. Szereg zastosowań zaczyna znajdować nawet optyka przyrządowa. Ponadto konstrukcja obrabiarek musi się wiązać z teorią skrawania, budową narzędzi i przyrządów, a np. w liniach obróbkowych z projektowaniem urządzeń transportowych. Nic więc dziwnego, że normalizacja powyższych problemów nie może być dokonywana centralnie, lecz musi polegać na koordynacji prac szeregu ośrodków. Wzajemne współdziałanie tych ośrodków przedstawione jest schematycznie na rys 1. W schemacie tym wyraźnie widoczne są trzy poziomy prac: międzynarodowy, ogólnopństwowy (PKN) i przemysłowo-branżowy. Oczywiście nie każde zagadnienie obejmuje swym zasięgiem wszystkie trzy poziomy. Norm o pełnym charakterze międzynarodowym posiadamy bardzo niewiele. Zostały one przyjęte bądź od górnicy (np. tolerancje ISA) bądź też urosły do tej najwyższej hierarchii z poziomu fabryki (wymiaru łożysk tocznych). Etapem pośrednim do normalizacji międzynarodowej są wzajemne porozumienia Komitetów Normalizacyjnych. Przykładem może być wymiana norm i zagadnień w ramach Współpracy Gospodarczej Polsko-Czechosłowackiej. System ten, pozbawiony dużej bezwładności pełnych porozumień międzynarodowych, rokuje wielkie nadzieje.

W ramach organizacyjnych PKN ośrodkiem powołanym do prac nad opracowywaniem i koordynacją norm interesujących przemysł obrabiarkowy jest Komisja Techniki Warsztatowej wraz ze swą Podkomisją Obrabiarkową. Zaznaczone w schemacie sekcje podkomisji nie są właściwie samodzielnymi organami lecz reprezentują tylko pewne kompleksy zagadnień.

Normy wschodzące w rachubę nie koniecznie muszą być tworzone na terenie Podkomisji Obrabiarkowej. Mogą one powstawać w pozostałych Podkomisjach lub też Komisyjach (zwłaszcza Części Maszyn oraz Elektrotechniki), a następnie podlegać uzgodnieniu. Odwrotnie jednak, pewne zagadnienia specjalnie pilne dla przemysłu obrabiarkowego zostały opracowane na terenie KTW i uzgodnione z odpowiednimi czynnikami fachowymi. Tak powstały np. normy pasów klinowych (PN/G — 821) i wyposażenia elektrycznego obrabiarek (PN/N — 502).

Podobnie przedstawia się kwestia współpracy PKN z przemysłem. Opracowanie normy oraz jej ocena może znaleźć się zarówno po jednej jak i po drugiej stronie. W analizie większości



Rys. 1. Schemat współdziałania ośrodków opracowujących normy obrabiarkowe.

zagadnień biorą ponadto udział zarówno przedstawiciele poddostawców poszczególnych elementów, jak również odbiorcy obrabiarek. Niektóre typy problemów nie nadają się do opracowywania w ramach PKN i wystarcza ich zasięg na obszarze przemysłu obrabiarkowego (ZPO). Przykładem może być unifikacja zasad oznaczania i numeracji rysunków obrabiarkowych, cechowanie produkowanych typów itp. Wreszcie zasięg normalizacji może obejmować teren jednej z fabryk (np. normalizacja pewnych wymiarów w związku z posiadanymi narzędziami specjalnymi). Może dotyczyć pewnej grupy budowanych obrabiarek (np. normalizacja pewnych zespołów) lub też unifikacja niektórych zagad-

nień może się ograniczyć tylko do jednej maszyny.

Podkreślić tu należy znaczenie referatów czy nawet biur normalizacyjnych w fabrykach, które z jednej strony czuwają nad wprowadzeniem normalizacji w życie, z drugiej zaś — inicjują podjęcie opracowania nowych tematów.

### III. Wykonane i zamierzone prace normalizacyjne

Ogromny zakres zagadnień normalizacyjnych w budowie obrabiarek, częściowo tylko jest opracowany. Kraje anglosaskie posiadają bardzo mało norm w tej dziedzinie o charakterze ogólnie obowiązującym. Tłumaczy się to istnieniem, zwłaszcza w Stanach Zjednoczonych A. P., ogromnej liczby poddostawców specjalizujących się w wyrobie części normalnych a nawet nieraz całych podzespołów. Normy więc tam zastępują katalogi oddzielnych producentów. Na marginesie można zaznaczyć, że z innych względów oczywiście trudny do zachowania system całowy sprzyja „automatycznej normalizacji wymiarów”. Analogiczna „automatyzacja” może być osiągnięta w krajach milimetra przez jaknajszersze stosowanie w pracach normalizacyjnych liczb stopniowanych wg szeregów Renarda.

Duży zasięg normalizacji osiągnięty został przed wojną, a zwłaszcza w czasie wojny, w Niemczech. Przyczyniło się do tego skrupulatne dostosowywanie się fabryk do nowych norm, a nadto naogół wysoki poziom normalizacji fabrycznej. Charakterystyczne jest, że liczba norm opracowanych przez DIN w okresie wojny dorównała, a nawet przewyższyła ilość norm wydanych w latach poprzednich, co wobec przyśpieszonego tempa opracowywania, spowodowało znaczne obniżenie ich jakości.

Wysoki zakres i poziom osiągnięta normalizacja obrabiarek w ZSRR, co wiąże się z ogólnie wysoką oceną doniosłości zagadnienia obrabiarkowego (oddzielne Ministerstwo Budowy Obrabiarek, szereg Instytutów Naukowych).

W Polsce przedwojennej liczba norm z dziedziny obrabiarkowej nie była znaczna (razem 18 norm).

Po wojnie Komisja Techniki Warsztatowej przystąpiła w pierwszym etapie do powtórnego opracowania i wydania drukiem norm istniejących. Praca ta została zakończona. W etapie drugim opracowano szereg najpilniejszych nowych zagadnień. W rezultacie wykonany został całkowity zespół projektów norm odbioru, warunków technicznych wykonania oraz sprawdzania dokładności obrabiarek. Dalej powstała norma wyposażenia elektrycznego obrabiarek, oraz normy porządkowe jak klasyfikacja i znakowanie oraz barwa obrabiarek. Charakter zasadniczy mają znajdujące się w druku normy liczb obrotów i wielkości posuwów, zakończenia wrzecion tokarek, frezarek i wiertarko-frezarek

Szereg		liczb normalnych R10	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	Oznaczenie			
Tokarki kłowe	Najm. $\odot$ toczenia nad łożem D ( $\gamma$ ) - $\odot$ niezalecane Najm. rozstaw kłow		100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300			D x L			
		Stopniowanie rozstawu kłow L	250 500 750 1000 1500 2000 2500 3000 4000 5000 itd. ca 1000																								
		$\odot$ preta obrabianego d	12	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315									d	
Rewolwerówki	$\odot$ wiercenia d Stożek Morse'a Nr									6		10		16	20	25	32	40	50	63	80	100		d			
		Najm. $\odot$ wiercenia d Stożek Morse'a Nr				25	40		63	80	100	125	160														
		Najm. wysięg Najm. wysięg				630	800		1000	1250	1600	2000	2500													d x R	
Wiertarki	Najm. wysięg Najm. wysięg				1600	2000		3150																	d		
		Stopniowanie wysięgu R (odległość od osi wrzec. do kolumny)	630 800 1000 1250 1600 2000 2500 3150 4000																								
		$\odot$ wrzeciona d Stożek Morse'a/ Melr					50	63	80	100	125	160	200	250	315											d	
Wiertarko- frezarki	Najm. szerokość strugania B Najmniejsza długość									630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150								B x L		
		Stopniowanie długości L	1500 2000 2500 3000 4000 5000 itd. ca 1000																								
		Najm. długość strugania L	200 250 315 400 500 630 800 1000																								
Strugarki	Najm. wysokość strugania H			160	200	250	315	400		630	800	1000	1250	1600											H		
		Najm. $\odot$ nad łożem D Najm. rozstaw kłow Najm. rozstaw kłow		160	200	250	315	400	500	630	800																D x L
		Stopniowanie rozstawu L	250 500 750 1000 1500 2000 2500 3000																								
Szlifierki	Szerokość stołu a Długość stołu b $\odot$ tarczy szlifierskiej D			160	200	250	315	400	500	630	800														a x b		
		Szerokość stołu a Najm. długość stołu Najm. długość stołu		200		750		1000	1000	1500	2000															a x b	
		$\odot$ tarczy szlifierskiej D		175	200		300	400																			
Szlifierki do płaszczyn	Szerokość stołu a Najm. długość stołu Najm. długość stołu $\odot$ tarczy szlifierskiej D			200		750		1000	1000	1500	2000														a x b		
		Stopniowanie długości b	750 1000 1500 2000 3000 4000																								

135/48-92

Rys. 2. Zestawienie norm głównych wymiarów obrabiarek (oparte na normach CSN z r. 1947, które będą podstawą przy opracowaniu PN).

oraz opracowywane obecnie normy głównych wymiarów obrabiarek. Ponadto opracowane są zagadnienia gitar, kół zmianowych, stołów frezarek i inne. Prowadzona była współpraca z Komisją Części Maszyn przy opracowywaniu norm wiążących się z potrzebami przemysłu obrabiarkowego.

Ogólnie w ciągu 2 lat od chwili wznowienia działalności KTW w dziale obrabiarek, wydrukowano lub oddano do druku 48 norm; w opracowaniu znajduje się 16 norm.

Po opracowaniu najpilniejszych w chwili obecnej zagadnień, należy przystępując do następnego, trzeciego etapu prac rozpocząć od uporządkowania i klasyfikacji tematu, co przyczyni się do właściwego stopniowania potrzeb, podziału pracy i właściwej jej kolejności.

Szczegółowa klasyfikacja norm obrabiarkowych zostanie opracowana przez odpowiednie organy PKN. Przy czym uwzględniony zostanie podział tematu pomiędzy oddzielne zainteresowane Komisje i Podkomisje.

Korzystając jednak z dyskusyjnego charakteru obecnego zeszytu „Mechanika“ wydanego z okazji Konferencji Narzędziowo-Obrabiarkowej został tu podany wstępny projekt klasyfikacji.

Projekt ten nie pretenduje do ścisłości. Niektóre zagadnienia potraktowano dosyć obszernie, inne tylko zaznaczono, wreszcie szereg tematów wogóle chwilowo pominięto. Sporne może być również zaszerogowanie poszczególnych fragmentów zagadnienia. Należy jednak liczyć, że projekt ten dojrzeje w toku dyskusji.

### IV. Wstępny projekt klasyfikacji zagadnień normalizacyjnych w budowie obrabiarek

#### A. Normy podstawowe ogólne.

1. Liczby normalne.
2. Wymiary normalne (PN/M — 02047).
3. Tolerancje (PN/N — 1, zgodna z ISA)
4. Gwinty (PN/M — 02001 do PN/M — 02026).
5. Liczby normalne obrotów wrzecion (PN/N — 510 w druku).

Norma ta zasadniczo zgodna z zaleceniami ISA znacznie rozszerza to ważne zagadnienie, traktując je oddzielnie od innych komitetów narodowych.

6. Wielkości normalne posuwów (PN/N — 511). Norma oparta na wspólnych podstawach z poprzednią.

#### B. Normy podstawowych wymiarów.

##### 1. Główne wymiary obrabiarek

- a) tokarki, b) rewolwerówki i automaty, c) wiertarki kolumnowe itd.

Ważne to zagadnienie zostało opracowane w normach czechosłowackich i w myśl postanowień zjazdu normalizacyjnego Polsko-Czechosłowackiego z grudnia ub. r. stanie się punktem wyjścia do uzgodnionych norm PN. Wymiary są zestawione wg szeregów Renarda, które zresztą w ogromnej większości problemów normalizacyjnych oddają znakomite usługi. Celem zapoznania czytelników z opublikowanymi dotychczas normami CSN 200—400, 401, 406, 410, 412, 414, 423, 425—428 zostały one zestawione w tablicy podanej na rys. 2.

##### 2. Chwyty i gniazda narzędziowe.

- a) Stożki Morse'a — chwyty (PN/N — 270) i gniazda (PN/N — 271), b) stożki metryczne — chwyty (PN/N — 266) i gniazda (PN/N — 272), c) stożki 7 : 24 — chwyty (PN/N — 512), d) przekroje trzonków noży.

##### 3. Zakończenia wrzecion.

- a) Tokarki.  $\alpha$ ) zakończenia gwintowane (PN/N — 514),  $\beta$ ) zakończenia ze stożkiem długim, wzorowane na normach amerykańskich (PN/N — 515 projekt),  $\gamma$ ) zakończenia ze stożkiem krótkim (w opracowaniu), b) rewolwerówki, c) wiertarko-frezarki (PN/N — 518 projekt), d) frezarki (PN/N — 513), e) szlifierki (w opracowaniu).

##### 4. Elementy mocujące

- a) Kanały T-owe (PN/N — 560 i 561), b) imaki tokarek, c) otwory głowic rewolwerowych, d) gniazda

pras, e) powierzchnie stołów frezarek (projekt), f) powierzchnie stołów strugarek, g) powierzchnie stołów szlifierek.

5. Elementy pośredniczące w mocowaniu (pomocze warsztat.) a) Tuleje redukcyjne tokarek (PN/N — 295), b) tuleje redukcyjne wiertarek (PN/N — 285, 286), c) tuleje redukcyjne wiertarko-frezarek (PN/N — 278), d) zabieracze i trzpienie frezarek, e) kły tokarskie (PN/N — 430, 431, 432, 438), f) kły tokarskie obrotowe, g) tarcze zabieraczowe, h) tarcze czteroszczękowe, i) tarcze uchwytywowe, j) tuleje rozprężne rewolwerówek k. nakrętki T-owe (PN/N — 416).

C. Normy porządkowe:

1. Klasyfikacja i znakowanie obrabiarek (PN/N — 505 w druku).

2. Oznaczenia typów fabrycznych obrabiarek (projekt normy ZPO).

3. Karty maszynowe obrabiarek (wydawnictwo INO).

4. Kierunki ruchów obrabiarek. Komplet odpowiednich norm PN istniał przed wojną. Obecnie nowe wydanie wspólnych norm opracowuje CSN.

5. Barwa obrabiarek.

6. Numeracja rysunków obrabiarek (projekt normy ZPO).

7. Symbole na schematach

a) kinematycznych, b) elektrycznych, c) hydraulicznych.

8. Tabliczki i napisy.

D. Normy warunków technicznych wykonania i odbioru obrabiarek.

1. Ogólne zasady badań odbiorczych (PN/N — 500).

2. Warunki techniczne wykonania (PN/N — 501).

3. Dokładność wykonania powierzchni skrobanych (PN/N — 503 projekt).

4. Sprawdzanie dokładności. Uwagi ogólne (PN/N — 520).

5. Szczegółowe normy sprawdzania dokładności (PN/N — 521 do PN/N — 546, 26 projektów norm w druku).

E. Normy materiałów.

Normy w zasięgu przemysłu obrabiarkowego będą zawierać wybór pewnych gatunków materiałów i ich obróbki cieplnej dokonany na podstawie ogólnych norm materiałowych i będą obejmować: 1. Stal konstrukcyjną a) węglowa, b) stopowa. 2. Żeliwo. 3. Staliwo. 4. Żeliwo ciągliwe. 5. Stopy miedzi. 6. Aluminium i jego stopy. 7. Materiały na odlewy wtłoczone. 8. Masy plastyczne. 9. Celuloid przezroczysty.

F. Normy elementów konstrukcyjnych.

1. Złącza śrubowe. Śruby, wpusty i nakrętki (cały zespół norm Kom. Cz. Masz. w druku).

2. Pierścienie osadze, kołki (w druku).

3. Wały i wpusty. a) Złącza wielowypustowe (w druku), b) wpusty (PN/M — 85005 w druku).

4. Sprzęgła. a) wymiary płytek do sprzęgieł ciernych, b) sprzęgła cierne jedno- i dwustronne, c) sprzęgła elastyczne, d) sprzęgła kłowe.

5. Elementy organów obsługi. a) Rękojeści stałe i obrotowe (PN/N — 571), b) rękojeści długie (PN/N — 450), c) rękojeści krzyżowe i gwiazdowe (PN/N — 452-3), d) korby dwuramiennne (PN/N — 572), e) korby proste, f) gałki kuliste, g) kółka ręczne (PN/N — 574), h) piasty do dźwign, i) zatrzaski, j) skale.

6. Elementy osłon. a) Drzwiczki lane, b) drzwiczki tłoczone z blachy, c) drzwiczki żaluzjowe. d) zawiasy do drzwiczek, e) osłony pasów, f) osłony tarcz szlifierskich.

7. Elementy łożyskowań: a) łożyska toczne, b) łożyska ślizgowe.

8. Elementy napędu pasowego: a) wymiary kół pasowych, b) pasy klinowe (PN/G — 821), c) pasy płaskie.

9. Elementy napędu kołami zębatymi: a) stopniowanie modułów (w opracowaniu), b) tolerancje wykonania kół zębatych (w opracowaniu), c) tolerancje rozstawienia osi (w opracowaniu), d) przełożenia normalne.

10. Elementy napędu ciernego bezstopniowego.

11. Różne elementy mechanizmów napędowych i sterujących: a) przeguby „Cardana”, b) przeguby kuliste, c) rolki, d) sworznie do rolek, e) sprężyny, f) łączniki sprężyn.

G. Normy wyposażenia elektrycznego.

1. Normy ogólne i podstawowe: a) wyposażenie elektryczne obrabiarek — warunki techniczne (PN/N — 502), b) elektryczny materiał instalacyjny w budowie obrabiarek.

2. Silniki elektryczne: a) stopniowanie mocy, b) wymiary wałów, c) wzniosy wałów, d) wymiary kołnierzy, e) główne wymiary silników, f) silniki wielobiegowe, g) silniki z wbudowanym hamulcem.

3. Aparatura do wbudowy: a) guziki przyciskowe, b) wyłączniki walcowe, c) przełączniki dźwigniowe, d) wyłączniki krańcowe, e) wyłączniki ciśnieniowe, f) tablice rozdzielcze do wbudowy, g) tablice przyłączowe, h) lampki sygnałowe.

4. Aparatura sterująca: a) wyłączniki, b) przełączniki gwiazda-trójkąt, c) przełączniki ilości obrotów, d) przełączniki, e) przełączniki czasowe.

5. Aparatura pomiarowa do wbudowy: a) amperomierze, b) woltomierze, c) watomierze, d) tachometry elektryczne.

6. Instalacja oświetleniowa: a) wyłączniki, b) gniazda wtyczkowe, c) lampy do nabudowy.

7. Elektromagnesy.

8. Elementy sprzęgieł elektromagnetycznych.

9. Ruchome szyny zbiorcze: a) wymiary i rozmieszczenie przewodów, b) zamocowanie przewodów, c) szczotki i oprawki szczotek.

10. Aparatura sterowania elektrojonowego.

11. Aparatura sterowania fotokomórką.

H. Normy wyposażenia hydraulicznego.

1. Normy ogólne i podstawowe: a) oleje i smary, b) średnice rurek, c) promienie zagięć rurek, d) stopniowanie średnic w mechanizmach hydraulicznych.

2. Pompki napędu hydraulicznego: a) zębate, b) łopatkowe, c) wielotłoczkowe.

3. Silniki hydrauliczne: a) jednołopatkowe, b) wielołopatkowe, c) wielotłoczkowe.

4. Przekładnie hydrauliczne: a) łopatkowe, b) wielotłoczkowe.

5. Pompki do oliwienia i chłodzenia: a) zębate (1 i 2-kierunkowe), b) jedno- i dwutłoczkowe ręczne, c) jedno- i dwutłoczkowe napędzane od mimośrod, d) wielotłoczkowe (typ *Bosch*), e) elektropompki wirnikowe, f) pompki ręczne (szpryce) do smaru.

6. Filtry do oliwy i cieczy chłodzącej: a) siatki filtrów, b) smoki, c) filtry tłoczeniowe.

7. Uszczelnienia: a) dławnice miękkie, b) dławnice metalowe, c) pierścienie filcowe, d) uszczelnienia labiryntowe (przykłady), e) pierścienie uszczelniające (typ *Simering*), f) pierścienie odwijane (manszety), g) pierścienie tłokowe rozprężne.

8. Kształtki gwintowe: a) rozgałęzienia, b) kolanka, c) redukcje.

9. Złącza rurociągów: a) gwintowe, b) gładkie z lutowaną końcówką, c) gładkie ze stożkiem zaciskowym.

10. Śrubunki rozłączne przewodów.

11. Przeguby przewodów wodnego chłodzenia: a) proste, b) kątowe.

12. Krany do wodnego chłodzenia.

13. Końcówki przewodów wodnego chłodzenia.

14. Przewody giętkie: a) wysokiego ciśnienia, b) niskiego ciśnienia.

15. Zawory: a) zwrotne, b) bezpieczeństwa, c) przelewowe.

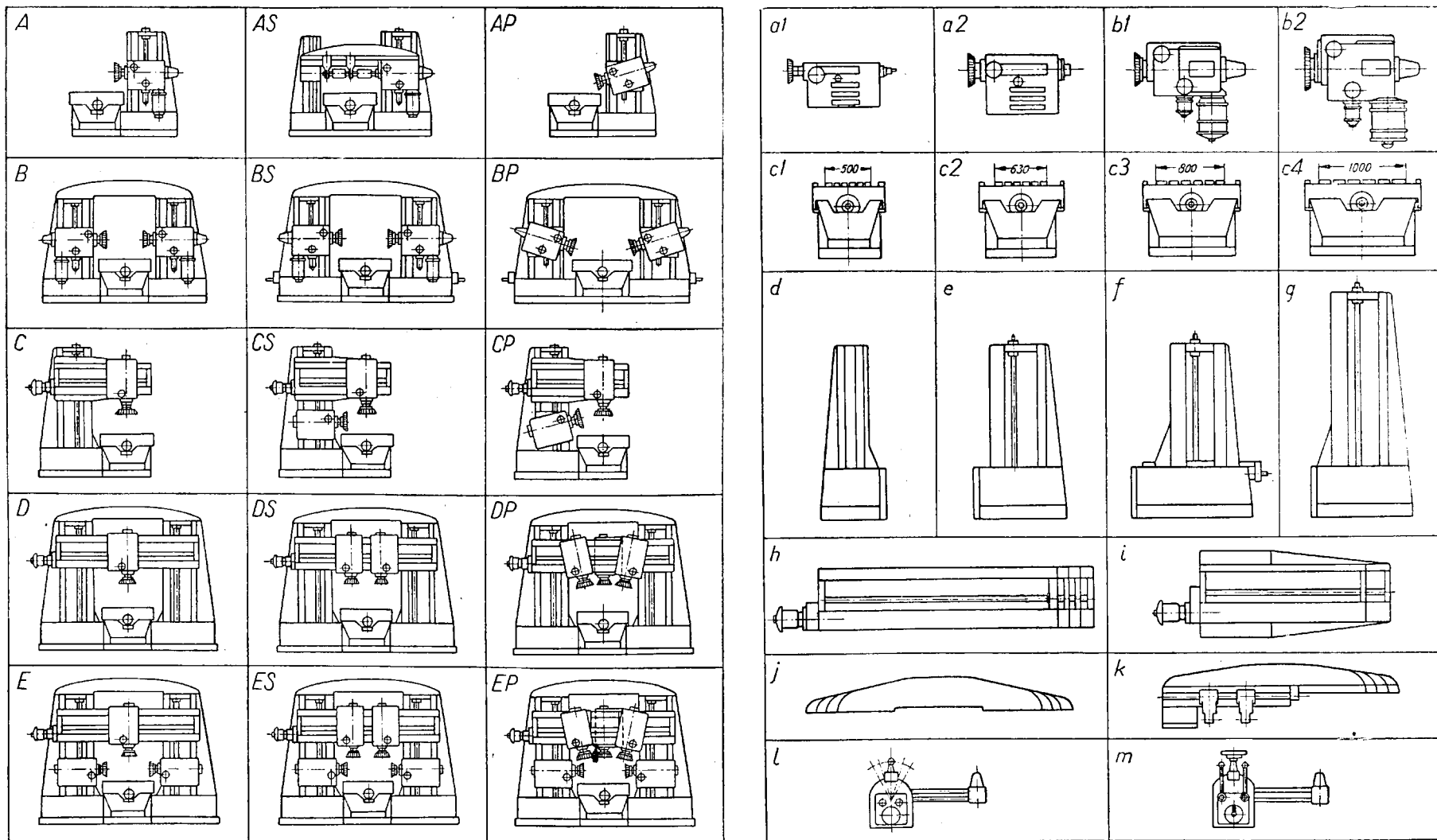
16. Dławniki.

17. Regulatory prędkości.

18. Rozdzielacze sterujące: a) tłoczkowe, b) kurkowe.

19. Manometry.

20. Oliwiarki: a) smarownice kapturowe („Stauf-fer”), b) kulkowe zawory smarowe, c) kołnierzowe zawory smarowe.



136/48-R3

Rys. 3. Normalizacja odmian frezarek podłużnych oraz ich zespołów w wykonaniu f. Heller: A, B, C, D i E — odmiany zasadnicze, AS, BS, CS, DS i ES — wykonania specjalne, AP, BP, CP, DP i EP — wykonania z pochylonymi wrzeciennikami, a1, a2 — wrzecienniki do obróbki lekkich stopów, b1, b2 — wrzecienniki do obróbki stali i żeliwa, c1, c2, c3, c4 — łoża i stoły (długości dowolne), d — stojak pomocniczy, e — stojak zwykły, f — stojak przesuwany, g — stojak podwyższony, h — belka przesuwana (4 długości), i — wysięgnik przesuwany (2 długości), j — poprzecznicza (4 długości), k — wspornik (4 długości), l — zespół hydrauliczny zwykły, m — zespół hydrauliczny z urządzeniem do kopiowania.

21. Oliwienie syst. *Willy Vogel*: a) rozdzielacze poziome, b) rozdzielacze pionowe, c) powietrzniki, d) akumulatory ciśnieniowe.

2. Injektory do mgły oliwnej.

I. *Wyposażenie pneumatyczne.*

1. Normy ogólne: a) stopniowanie ciśnień przewodów pneumatycznych, b) stopniowanie średnic mechanizmów pneumatycznych.

2. Cylindry stałe pneumatyczne.

3. Cylindry obrotowe pneumatyczne.

4. Kurki sterujące i rozdzielacze.

5. Dławnice zasilające obrotowe.

6. Armatura pomocnicza: a) odwadniacze, b) naliwiacze, c) filtry powietrzne.

7. Końcówki węży giętkich.

J. *Normalizacja zespołów obrabiarek.*

## V. Normalizacja zespołów obrabiarek i obrabiarki zespołowe

Zagadnienie to, które pozwala pogodzić ze sobą dwa sprzeczne czynniki: dążenie do jak-najdalej idącej normalizacji dla potanienia produkcji — z jednej strony, a z drugiej strony omawianą poprzednio trudność normalizowania typów jako całość i wynikającą stąd potrzebę wykonywania znacznej ilości odmian jest tak ważne, że należy mu się nieco więcej miejsca.

Normalizacja zespołów może mieć dwa różne zastosowania: 1) w produkcji obrabiarek ogólnego przeznaczenia (uniwersalnych) i 2) w produkcji obrabiarek specjalnych. Zostaną one omówione oddzielnie.

1. **Normalne zespoły w budowie obrabiarek uniwersalnych** znane były oddawna. Początkowo wyodrębniano grupy elementów lub proste mechanizmy, które powtarzały się w szeregu typów np. pompki, mechanizmy sterujące, skrzynki przekładniowe i t. p. Dawało to oczywiście oszczędności fabrykacyjne (zwiększenie s rii), oraz oszczędności na rysunkach i modelach. Z kolei szereg fabryk rozpoczął projektowanie łączne k i l k u t y p ó w obrabiarek w ten sposób, żeby od razu przewidzieć w nich jak największą w s p ó l n y c h e l e m e n t ó w zwłaszcza następujących większe trudności wykonawcze jak wrzeciona, łoża, korpusy, oraz m e c h a n i z m ó w czy całych zespołów, jak mechanizmy napędowe, skrzynki posuwów itp. Wreszcie postarano się włączyć do takiej normalizacji różne w i e l k o ś c i budowanych typów.

Oczywiście wysiłek konstrukcyjny włożony w opracowanie na tych zasadach kilku typów jest znacznie większy niż w wypadku gdyby każdy z nich był projektowany oddzielnie, gdyż uwzględnić trzeba trudność uzyskania konstrukcji „kompromisowej”. Sowiecie się to jednak opłaca w korzyściach natury fabrykacyjnej, a ponadto taka unifikacja ma też poważne zalety dla użytkownika.

Wystrzegać się jednak należy przesady. Zbyt prymitywne potraktowanie zagadnienia, które często jest wynikiem braku doświadczenia konstruktorów, może prowadzić do mechanicznego składania skrzynek dających w wyniku pozor-

nie prawidłowe schematy napędu i działania, lecz złe maszyny. Zwłaszcza nieraz trudności następcza postulat uzyskania dogodnej obsługi w każdej z odmian. Znamienne jest, że szereg dużych fabryk czasem częściowo rezygnuje z normalizacji pewnych zespołów, dla zachowania optimum jakości obrabiarek, tym bardziej, że w największych seriach oszczędności tego systemu już się w pewnej mierze zacieraają.

Zasada stosowania zespołów normalnych szczególnie dobrze daje się zastosować do budowy obrabiarek posiadających powtarzające się mechanizmy. Na rys. 3 podany jest przykład wykonania szeregu odmian frezarek podłużnych budowanych przez fabrykę **Heller**<sup>1)</sup>.

Frezarki budowane są w pięciu zasadniczych grupach: 1) proste poziome, 2) dwustronne poziome, 3) jednosłupowe poziome i pionowe, 4) bramowe z pionowymi wrzeciennikami, 5) bramowe z poziomymi i pionowymi wrzeciennikami. Każda grupa wykonywana jest w trzech odmianach: normalnej, specjalnej i z pochyłymi wrzecionami. Normalizacji podlegają następujące zespoły: 1) wrzecienniki (cztery wielkości w wykonaniach wolnobieżnych i szybkobieżnych), 2) łoża i stoły (cztery szerokości, długość dowolna), 3) stojaki, 4) belki poprzeczne, 5) poprzecznice i podtrzymki, 6) napęd hydrauliczny.

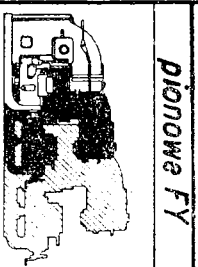
Przy uruchamianiu produkcji opartej na wspólnych zespołach, ważne jest odpowiednie zorganizowanie gospodarki rysunkowej, która powinna pozwalać na całkowitą automatyzację wydawania odpowiedniego kompletu rysunków na każdą przewidzianą odmianę obrabiarki, co jest szczególnie trudne jeżeli chodzi o części „na pograniczu” sąsiednich zespołów. Ponadto organizacja powinna być taka aby zawsze mogły być wydawane łącznie na warsztat wszystkie jednakowe części bez względu na wzajemny stosunek ilościowy wykonywanych odmian. Należy podkreślić doniosłość odpowiedniego wyboru symbolistyki odmian dla przejrzystości systemu.

Przykład rozwiązania tego zadania metodą zespołów obróbkowych opracowany w fabryce Stowarzyszenia Mechaników w Pruszkowie podany jest na rysunku 4. Fabryka buduje frezarki pionowe (symbol **FY**), poziome (**FX**) i uniwersalne (**FW**), każda w trzech wielkościach oznaczonych 2, 3, 4. Ponadto wykonywane są odmiany **normalne** (16 ilości obrotów wrzeciona od 20 do 500 obr/min) oraz **szybkobieżne** (21 stopni od 20 do 1500). Tak więc wykonywanych jest 18 typów względnie odmian, które wypisane są poziomo u góry zestawienia (rys. 4). Pionowo uszeregowane są t. zw. **grupy**, czyli zespoły obróbkowe.

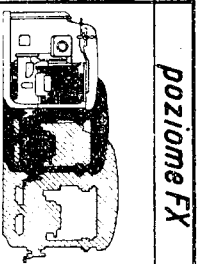
**Grupa** jest kompletem części określonego zespołu montażowego (nr. stół, konsola i tp.) i zawiera tylko części należące do pewnego typu

<sup>1)</sup> Źródło: **Boğusławski** „Nowoje w stankostrojenji po inostrannym materialam” 1937 r.

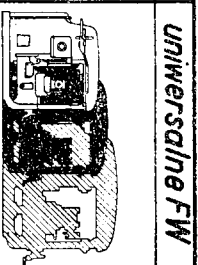
# F r e z a r k i



DIONOWE FY



POZIOME FX



UNIWERSALNA FW

**Oznaczenia:**  
 A - odmiana sztykobiezna  
 X - grupa wchodzi do typu  
 o - normalnie  
 ● - na specjalne zamówienie  
 Z - zestawienie  
 K - korpus

2	3	4	2	3	4	2	3	4	Grupa	Symbol	Należy do zespołu	Zestaw Korpus		
												Z	K	Numer części
X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	F	Skrzynka posuwów	Z	K	1 - 299
X	X	X	X	X	X	X	X	X	2	F	Skrzynka rozrządów	Z	K	300 - 499
X	X	X	X	X	X	X	X	X	3	F	Skrzynka kardana	Z	K	500 - 549
X	X	X	X	X	X	X	X	X	4	F	Pompa do oliwy w kopł	Z	K	550 - 599
X	X	X	X	X	X	X	X	X	5	F	Pompa do oliwy w korpi	Z	K	600 - 649

X	X	X	X	X	X	X	X	X	11	3-4FY	Korpus	Z	K	1000 - 1049
X	X	X	X	X	X	X	X	X	12	F	Konsola			1050 - 1245
X	X	X	X	X	X	X	X	X	13	3FY4F	Konsola	Z	K	1250 - 1299
X	X	X	X	X	X	X	X	X	14	F	Stół i sanie			1300 - 1474
X	X	X	X	X	X	X	X	X	15	3-4F	Stół i sanie			1500 - 1939
X	X	X	X	X	X	X	X	X	16	3F	Stół i sanie			1940 - 1963
X	X	X	X	X	X	X	X	X	17	FY	Głowica			1500 - 1549
X	X	X	X	X	X	X	X	X	18	3-4FY	Głowica	Z	K	1550 - 1599
X	X	X	X	X	X	X	X	X	19	FY	Skrzynka posuwicy			1600 - 1699
X	X	X	X	X	X	X	X	X	20	FY	Pokrywa do konsoli			1700 - 1799
X	X	X	X	X	X	X	X	X	21	3-4F	Skrzynka rozrządowa			1710 - 1749
X	X	X	X	X	X	X	X	X	22	3-4F	Konsola			1750 - 1759
X	X	X	X	X	X	X	X	X	23	FY	Nawodnienie i oliwienie			1800 - 1849
X	X	X	X	X	X	X	X	X	24	3-4FY	Nawodnienie i oliwienie	Z		1850 - 1899
X	X	X	X	X	X	X	X	X	25	FYX	Stół i sanie			1415 - 1499
X	X	X	X	X	X	X	X	X	26	3FYX	Stół i sanie	Z	K	1904 - 1974
X	X	X	X	X	X	X	X	X	27	FYX	Pompa do stół	Z	K	1975 - 1999
X	X	X	X	X	X	X	X	X	28	2FWX	Sterowanie bogła kaps			3220 - 3294
X	X	X	X	X	X	X	X	X	29	3-4FWX	Sterowanie bogła kaps			3205 - 3209
X	X	X	X	X	X	X	X	X	30	2F	Korpus			2000 - 2049
X	X	X	X	X	X	X	X	X	31	2FY	Korpus	Z	K	2050 - 2199


○	○	○	○	○	○														
●	●	●	●	●	●														
○	○	○	○	○	○														
○	○	○	○	○	○														
○	○	○	○	○	○														

X	X	X	X	X	X														
X	X	X	X	X	X														
X	X	X	X	X	X														
X	X	X	X	X	X														
X	X	X	X	X	X														

X	X	X	X	X	X														
X	X	X	X	X	X														
X	X	X	X	X	X														
X	X	X	X	X	X														
X	X	X	X	X	X														

X	X	X	X	X	X														
X	X	X	X	X	X														
X	X	X	X	X	X														
X	X	X	X	X	X														
X	X	X	X	X	X														

136/48 - R 4

Rys. 4. Zasady podziału 18 typów — wielkości frezarek budowanych przez f. Stowarzyszenie Mechaników w Pruszkowie, na normalne zespoły obróbkowe (grupy).

lub typów (oznaczonych na rysunku krzyżykami). Np. grupy 1, 3, 5 itp. stosowane są do wszystkich odmian i mają najogólniejszy symbol **F**. Grupa 17 (symbol **FY**) ma zastosowanie tylko do frezarek pionowych, grupa 31 (symbol **2FY**) tylko do najmniejszych pionowych, grupa 13 (symbol **3FY**, **4F**) do średnich pionowych (**3FY**) i wszystkich największych (**4F**) i tp. Ponadto grupy znamienne dla odmiany szybkobieżnej posiadają w symbolu dodatkowo literę **A**, np. grupa 75 (**FA**) i 76 (**2FA**). Wreszcie w wypadku gdy w konkretnym zamówieniu przewidziane jest zastosowanie jakiegoś dodatkowego przyrządu powodującego choć drobną zmianę w samej maszynie, symbol odpowiedniej grupy otrzymuje dodatkową małą literę odpowiadającą oznaczeniu tego przyrządu lub specjalnego wykonania. Np. wykonanie normalne, z ręcznym posuwem głowicy zawiera grupę 65 **FY**, która w wypadku gdy ma zastosowanie skrzynka z posuwem mechanicznym typ **F<sub>3</sub>**, zastąpiona zostaje przez grupę 66 (symbol **FY<sub>s</sub>**).

Grupy są więc właściwie normalnymi zespołami obróbkowymi (nie montażowymi) i mogą obejmować bądź cały zespół montażowy, bądź kilka części, a nawet tylko jedną część (np. grupa 124).

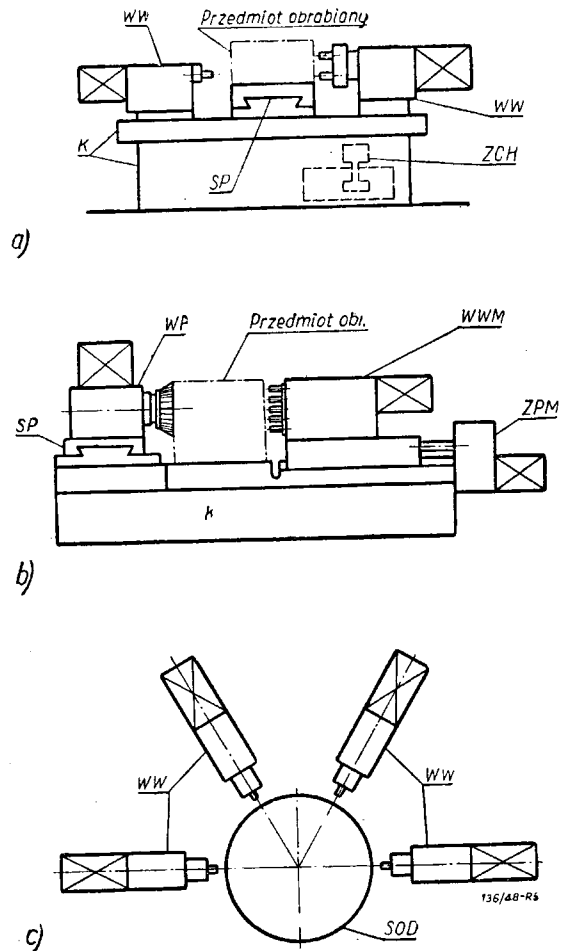
Zalety tego systemu są ogromne. Gwarantuje on, że poszczególne części są wykorzystane we wszystkich odmianach tyle razy, ile to jest możliwe. W rezultacie więc 18 typów maszyn posiada około 7000 pozycji (wraz z normaliami) w 165 grupach, podczas gdy wykonanie oddzielnych rysunków dla poszczególnych typów dałoby kilka razy więcej pozycji.

Ponadto bez względu na układ zamówień można wydać na warsztat maksimum jednakowych części; czynności z tym związane są całkiem automatyczne i wykluczają pomyłki. Wystarczy bowiem w każdej grupie sumować ilość różnych zamówionych typów (tylko zaznaczone krzyżykami) otrzymując w wyniku ile razy dana grupa powinna być wykonana. Rysunki są cechowane nie symbolami poszczególnych typów maszyn, lecz numerami grup.

Oczywiście wprowadzenie tego systemu wymagało ogromnego wkładu pracy, zwłaszcza, że opracowany był on po raz pierwszy. Stopniowym dojrzewaniem obecnej postaci (początkowo przewidywano większą ilość odmian) tłumaczy się pewien brak kolejności poszczególnych grup co jednak nie posiada większego znaczenia. W nowym opracowaniu należałoby zastosować zgodność kolejności grup (zespołów obróbkowych) i zespołów montażowych.

W chwili obecnej Centr. Biuro Konstr. Obrabiarek w Pruszkowie opracowuje projekty asortymentu różnych odmian tokarek opartych na znormalizowanych zespołach. Wyniki wstępnych prac dadzą materiał do oddzielnego artykułu na ten temat.

Ogólnie można powiedzieć, że zagadnienie sto-



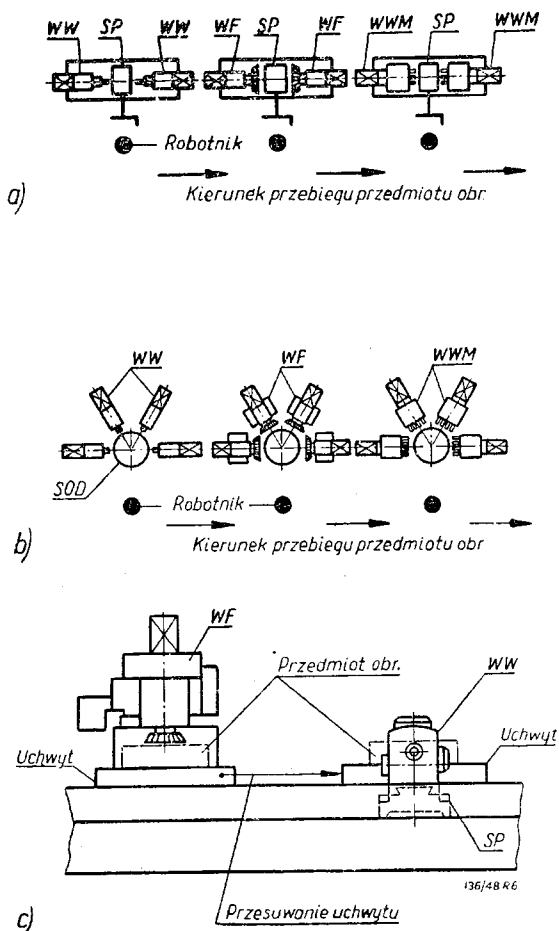
Rys. 5. Przykłady typowych układów obrabiarek specjalnych zespołowych: a) układ z nieruchomymi wrzeciennikami, b) układ z nieruchomym przedmiotem obrabianym, c) układ ze stołem obrotowym.

sowania normalizacji zespołów w budowie obrabiarek typu uniwersalnego będzie znajdowało coraz szersze zastosowanie, prawdopodobnie jednak nie da się go rozszerzyć poza obszar jednej fabryki, względnie poza obszar jednego Biura Konstrucyjnego.

**2. Normalne zespoły w budowie obrabiarek specjalnych**, t. zw. obrabiarki zespołowe lub agregatowe, mogą z powodzeniem wejść w zakres normalizacji ogólnej.

W tym wypadku zespoły nie są jak poprzednio wycinkami typowych obrabiarek, lecz przeważnie stanowią pewną zamkniętą całość. Mogą więc to być wrzecienniki, zazwyczaj o automatycznym cyklu pracy (dosuw, posuw roboczy, szybkie cofnięcie), stoły zwykłe lub obrotowe, zespoły napędowe, posuwowe itp. Tworzenie dowolnych obrabiarek specjalnych zwykle wielonarzędziowych polega na ustawieniu normalnych zespołów w odpowiednich położeniach, przy czym nieraz prace konstrukcyjne ogranicza się do wykonania prostej podstawy i związania ze sobą jednostek instalacją elektryczną lub hydrauliczną.





Rys. 6. Linie obróbkowe złożone ze specjalnych obrabiarek zespołowych: a) linia obróbkowa z podłużnym układem obrabiarek, b) linia obróbkowa ze stołami obrotowymi, c) linia obróbkowa taśmowa (przedmiot obrabiany przesuwany jest łącznie z uchwytem).

Metoda ta, wobec ogromnych kosztów projektowania i wyprodukowania obrabiarek specjalnych, w których normalne zespoły nie są zastosowane, daje oszczędności niezwykle poważne. Względny natury estetycznej, które w zastosowaniu do obrabiarki uniwersalnej byłyby przeszkodą wykonania jej z luźno ze sobą związanych skrzynek, w wypadku obrabiarek specjalnych nie odgrywają poważniejszej roli. Podobnie, wobec stosowania automatycznych cykli pracy nie istnieją tu, wspomniane poprzednio trudności uzyskania dogodnej obsługi. Wszystko wskazuje, że zastosowanie znormalizowanych zespołów oraz tworzenie obrabiarek zespołowych pozwoli w znacznie większej niż poprzednio ilości wypadków stosować obrabiarki specjalne, tym więcej, że w razie zmiany produk-

cji zespołowa obrabiarka może być zdemontowana i po przeróbce lub wykonaniu innego korpusu (zwykle spawanego) zastosowana do innego celu.

Niewątpliwie więc produkcja obrabiarek zespołowych musi być u nas uruchomiona, co należy poprzedzić opracowaniem normalizacji zespołów.

Jako wstępny szkic normalizacji najniezbędniejszych zespołów (oczywiście wykonywanych w różnych wielkościach) można podać następujące typy:

WW	Wrzeciennik wiertniczy,
WWM	" " wielowrzecionowy
WWP	" " z prowadnicami,
WR	" do rozwiercania,
WG	" do gwintowania,
WT	" tokarski,
WP	" do planowania,
WF	" frezarski,
WS	" szlifierski,
SP	Stół przesuwany z prowadnicami,
SOC	" z obrotem ciągłym,
SOD	" dorywczym,
ZPM	Zespół posuwu mechanicznego,
ZPM	" hydraulicznego,
ZRH	" rozdzielczy hydrauliczny,
ZDH	" sterujący "
ZCH	" chłodzenia,
K	Korpusy, podstawy, płyty.

Przykłady wykorzystania powyższych zespołów do budowy specjalnych obrabiarek zespołowych podaje rysunek 5.

Typowe rozwiązania dzielą się na trzy grupy: a) z nieruchomymi wrzeciennikami, b) z nieruchomym przedmiotem i c) ze stołem obrotowym.

Na rysunku 6 podane są linie obróbkowe złożone z obrabiarek zespołowych. Rys. 6a przedstawia linię obróbkową zwykłą z podłużnym układem obrabiarek, rys. 6b — linię obróbkową zwykłą złożoną z obrabiarek z obrotowymi stołami i wreszcie rys. 6c — linię obróbkową taśmową, w której przedmiot obrabiany przechodzi z jednej obrabiarki na następną łącznie z uchwytem.

Gdy w grupie obrabiarek zespołowych tworzących linię taśmową, ich sterowanie, jak również sterowanie urządzenia transportowego jest automatyzowane i złączone w jedną całość powstaje t. zw. **automatyczna linia obrabiarkowa**, będąca właściwie jedną wielką obrabiarką wieloczołową. Automatyczne linie są w chwili obecnej szczytowym osiągnięciem techniki produkcyjnej, a zarazem przykładem najdalej posuniętej normalizacji na wszystkich etapach: część, zespół, obrabiarka zespołowa i zespół obrabiarek.

## CZAS ODNOWIĆ PRENUMERATĘ ZA KWARTAŁ III!

Należności z tytułu prenumeraty prosimy wpłacać na konto nasze PKO I-624 podając na blankiecie w sposób czytelny: 1) imię i nazwisko, 2) dokładny adres, 3) ilość egzemplarzy, 4) okres, za który prenumerata została opłacona.

Prenumerata kwartalna zł. 300.—

Prenumerata kwartalna ulgowa zł. 250.—

Inż.-mech. STANISŁAW KUNSTETTER

## NIEKTÓRE ZAGADNIENIA Z DZIEDZINY NORMALIZACJI NARZĘDZI

W myśl ogólnej organizacji prac Komisji Techniki Warsztatowej, Podkomisja Narzędziowa opracowuje: normy narzędzi do obróbki mechanicznej metali, do obróbki drewna (ręcznej i mechanicznej) oraz normy narzędzi rzemieślniczych do obróbki metali.

Jako pierwsze zadanie postawiono Komisji odtworzenie oraz rewizję norm przedwojennych. Po dwu latach pracy, dorobek normalizacyjny Podkomisji na tym odcinku jest poważny i został zobrazowany w tablicy I.

**TABLICA I**

Zestawienie stanu prac nad normalizacją narzędzi  
na dzień 1. II. 48 r. w porównaniu z r. 1939.

Dział	G r u p a	Stan I.X. 1939	Stan I.II.1948	
			normy drukow.	pro- jekty
Narzędzia do obróbki mecha- nicznej	Frezy . . . . .	42	2	24
	Gwintowniki . . . .	8	6	12
	Narzynki . . . . .	8	—	4
	Noże . . . . .	66	1	21
	Piły . . . . .	—	—	2
	Rozwiertaki . . . .	31	7	29
	Narzędziaszlifierskie Wiertła i pogłębiacze	15 17	— 13	— 17
Narzędzia rzemieśln.		237	66	84
Razem . . .		424	95	193

Z tablicy tej możemy wysnuć między innymi następujące wnioski:

1) Ogółem opracowano po wojnie 233 projektów, co stanowi ok. 70% stanu przedwojennego.

2) Z liczby tej wydrukowano dotąd 95 norm co stanowi niespełna 25% stanu przedwojennego. Ta stosunkowo znaczna różnica pomiędzy ilością opracowanych projektów, a wydrukowanych norm wypływa głównie z dwu przyczyn: a) trudności w zbieraniu opinii i krytyk o rozesłanych lub ogłoszonych projektach, b) trudności technicznych druku, co powoduje opóźnienia w ogłaszaniu projektów<sup>1)</sup>.

Zgodnie z ogólnym stanowiskiem PKN szerokiego ujmowania zagadnień normalizacyjnych, KTW w pracy swej wyodrębniła następujące typy norm: 1) warunki techniczne, 2) nor-

<sup>1)</sup> Dużą pomocą w pracy Komisji było uruchomienie działu normalizacyjnego w czasopiśmie „Mechanik“ w którym w latach 1946/47 opublikowano dwadzieścia kilka projektów norm i cały szereg artykułów dyskusyjnych z dziedziny normalizacji.

my podstawowe, 3) określenia podstawowe, 4) zalecenia i instrukcje.

### Normy warunków technicznych.

Jeżeli przez **warunki techniczne** rozumiemy wszelkie wymogi, zastrzeżenia i przepisy, dotrzymanie których decyduje o zgodności danego wytworu z Polską Normą — to w normie takiej winny się znaleźć następujące ważniejsze punkty:

- a) Ustalenie nazwy i sposobu oznaczania danego przedmiotu,
- b) Ustalenie sposobu cechowania przedmiotu,
- c) Ustalenie wymiarów przedmiotu i dopuszczalnych tolerancyj,
- d) ustalenie materiału i jego obróbki cieplnej.
- e) podanie sposobów wykonania i wykończenia,
- f) podanie przepisów i prób odbioru,
- g) podanie przepisów pakowania i przechowywania.

Rozpoczynając pracę nad normalizacją narzędzi KTW zdawało sobie sprawę, że opracowanie tych wszystkich zagadnień równocześnie przeraża możliwości rozwiązania trudności w krótkim okresie czasu.

Zdecydowano się zatem na wyłączenie z warunków technicznych części zagadnień, pozostawiając je do późniejszego uzupełnienia.

Uzyskano w ten sposób „typową normę narzędziową“ obejmującą: a) nazwę i oznaczenie b) główne wymiary przedmiotu wraz z tolerancjami, c) ogólnikową informację co do użytego materiału i sposobu wykonania.

Nazwy i oznaczenia narzędzi oparto na przedwojennych normach PN/N — 800 ÷ 815, obejmujących znakowanie i klasyfikację pomocy warsztatowych. Znak (symbol) klasyfikacyjny składa się z trzech liter dużych i jednej małej. Litery duże oznaczają kolejno dział, grupę i typ narzędzia, litera mała rodzaj narzędzia. Tak np symbol NWKa oznacza: dział narzędzi do obróbki mechanicznej metali (N), grupę wiertel (W), typ wiertel krętych (K) i wreszcie rodzaj — wiertło z chwytem cylindrycznym krótkie (a).

Symbolika ta powinna, w myśl założeń KTW stać się podstawą gospodarki narzędziowej — ma więc być znakiem katalogowym, służyć jako podstawa zamówień, tymi znakami opatrzone będą półki w wypożyczalni narzędzi, instrukcje i plany operacyjne.

W związku ze znacznym rozwojem takich działów narzędzi, które nie były objęte przedwojenną normą PN/N — 800 ÷ 815 zaistniała potrzeba dalszej rozbudowy klasyfikacji. Do działów tych należą np. narzędzia lekarskie, rolnicze, dalsze grupy narzędzi rzemieślniczych.

Przy wyborze kształtów i wielkości przedmio-

tów opierano się na wszystkich dostępnych źródłach, a więc normach zagranicznych, normach fabrycznych polskich i zagranicznych katalogach.

Z pośród wielu zagadnień związanych z tym odcinkiem pracy normalizacyjnej należy zwrócić uwagę na dwa punkty ujęte przez KTW w sposób odmienny od norm przedwojennych; jest to związanie norm niektórych narzędzi z rodzajem materiału obrabianego oraz szerokie wprowadzenie wymiarów normalnych.

Jak wiadomo konstrukcja narzędzia powinna być dostosowana do obrabianego materiału. Jest to w całej pełni możliwe przy projektowaniu narzędzi specjalnych, w normalnych — zagadnienie staje się bardziej złożone, gdyż różniczkowanie rodzajów narzędzi prowadzi do zwiększenia zasobów narzędzi i zmniejsza korzyści wynikające z masowego wytwarzania. KTW uznała za wskazane różniczkować konstrukcję tych narzędzi, w których ze względu na intensywność ich pracy, właściwa konstrukcja daje szczególnie duże korzyści.

Do tych narzędzi zaliczono: wiertła — opracowując normy wiertel do żeliwa i stali, mosiądzu, miedzi i stopów lekkich<sup>2)</sup>; w podobny sposób przewidywane jest rozwiązanie norm frezów, a zwłaszcza frezów walcowych, walcowoczółowych i palcowych<sup>3)</sup>. W stosunku do noży tokarskich, w których łatwo uzyskać właściwy kształt ostrza przez odpowiednie zaostrenie narzędzia — przyjęto przy masowym wytwarzaniu pewien „średni“ kąt natarcia, który w drodze szlifowania można zmniejszać lub powiększać<sup>4)</sup>. Nieco bardziej złożona jest normalizacja noży z płytkami ze stopów spiekanych, gdzie znaczna zmiana kątów w drodze szlifowania jest kłopotliwa. W tych więc wypadkach może zaistnieć potrzeba znormalizowania kilku średnich kątów przystosowanych do najważniejszych grup materiałów. Tak na przykład lotnicze normy niemieckie przewidywały następujące wielkości kątów natarcia w nożach normalnych:  $\gamma = 2, 6, 10, 14, 18$  i  $30^\circ$ ; nowe projekty norm czeskich podają  $\gamma = -6, 2, 10$  i  $26^\circ$ ; katalog szwedzkiej firmy „Seco“ dopuszcza dla noży utrzymywanych na składzie kąty  $\gamma = 4, 8$  i  $12^\circ$ . W nowych projektach Polskich Norm przyjęto tymczasowo  $\gamma = 8^\circ$ , co nie wyczerpuje całości zagadnienia.

W związku z naszkicowanymi ostatnio zagadnieniami wydaje się niezmiernie potrzebnym przeprowadzenie przez nasze Instytuty Badawcze systematycznych prób nad obrabialnością materiałów, w celu sklasyfikowania wszystkich, technicznie ważnych, materiałów w grupy o podobnych warunkach obróbki z punktu widzenia konstrukcji narzędzi.

<sup>2)</sup> porównaj Polskie Normy PN/N — 107 ÷ 119.

<sup>3)</sup> porównaj artykuł „Uwagi o normalizacji frezów“, Mechanik Nr 9/47.

<sup>4)</sup> porównaj artykuł „Uwagi o normach noży tokarskich“ i projekty Polskich Norm PN/N — 627 do 662 w czasopiśmie „Wiadomości PKN“ 3/47.

Wprowadzenie do normalizacji liczb i wymiarów normalnych<sup>5)</sup> opartych na szeregach geometrycznych, jest zjawiskiem stosunkowo nowym. Wiąże się ono z ostatnimi latami przedwojennymi, a właściwy rozwój nastąpił już w okresie wojny. Zalety oparcia normalizacji na liczbach normalnych obecnie nie budzą już zastrzeżeń<sup>6)</sup>; poza uzyskaniem harmonijnie rosnących szeregów wielkości i zaletami natury ściśle porządkowej, konsekwentnie rozwinięty szereg wymiarów normalnych pozwala na racjonalne rozwiązanie zagadnienia przekrojów materiałów prętowych, tego niezwykle ważnego zagadnienia w normalizacji i wytwarzaniu narzędzi<sup>7)</sup>.

Jedną z mniej znanych własności wymiarów normalnych jest dość duża ich zbieżność z wymiarami wyrażonymi w calach (tablica II). Pozwala to na stosunkowo łatwe zastąpienie liczbami normalnymi wymiarów tych narzędzi, które „tradycyjnie“ były określane w calach<sup>8)</sup>. Różnice w długościach nie przekraczają 5‰, w większości przypadków dając odchyłki znacznie mniejsze.

Zagadnienie materiałów narzędziowych zostało w dotychczas wydanych normach potraktowane ogólnikowo, ze względu na brak w chwili opracowywania norm narzędziowych danych co do rodzajów stali i ich znakowania. W normach dopuszczone zostały następujące określenia: stal węglowa (konstrukcyjna), stal narzędziowa węglowa, stal narzędziowa stopowa, stal narzędziowa (w przypadkach gdy norma dopuszcza zarówno stal węglową i stopową) i stal szybkotnąca.

Te same uwagi odnoszą się do rodzajów obróbki cieplnej i sposobów wykonania, gdzie używano ogólnikowych określeń<sup>9)</sup>: „hartowane“, „hartowane powierzchniowo“, „kute, poczerznione, część robocza cieplnie ulepszona i szlifowana“, „całkowicie gładko obrobione. Na specjalne żądanie pokostowane“ itp.

Pozostaje do omówienia pewna ilość zagadnień, które nie weszły do „typowej normy narzędziowej“, a które winny się znaleźć w normie warunków technicznych. Do zagadnień tych należą: a) ustalenie sposobu cechowania narzędzi, b) bliższe określenie rodzaju materiału, c) bliższe omówienie wykonania i wykończenia

<sup>5)</sup> Projekt Polskiej Normy PN/M — 02041 „Średnice normalne wałków i otworów oraz długościowe wymiary normalne“ został opublikowany w Nr 3/47 Wiadomości PKN.

<sup>6)</sup> Porównaj artykuły: inż. W. Gwiazdowski „Liczyby normalne“ — Mechanik Nr 7—8/46 i Reynolds Olsen Tjensvold „Preferred Numbers“ — Machine Design Nr 6/47.

<sup>7)</sup> Porównaj artykuł „O normalizacji przekrojów materiałów prętowych“ — Mechanik Nr 10—11/47.

<sup>8)</sup> Porównaj np. nowe Polskie Normy pilników PN/N — 4312 ÷ 4325.

<sup>9)</sup> Opublikowany w zeszycie nr 4/47 Wiadomości PKN projekt normy PN/M — 06001 „Obróbka cieplna“ pozwoli w przyszłości na bardziej jednoznaczne określanie przewidywanych procesów.

TABLICA II

Porównanie wartości liczbowych szeregów wymiarów normalnych w układzie metrycznym i calowym

Milimetry			C a l e			Różnica w %
Ra 5	Ra 10	Ra 20	Seria 5	Seria 10	Seria 20	
25	25	25	1	1	1	1,6
		28			1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	2,0
	32	32		1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	0,8
		36			1 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	3,0
40	40	40	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	4,8
		45			1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	1,2
	50	50		2	2	1,6
		56			2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	2,0
63	63	63	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0,8
		70			2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	1,8
	80	80		3	3	4,8
		90			3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1,2
100	100	100	4	4	4	0,8
		110			4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	3,9
	125	125		5	5	0,8
		140			5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0,2
160	160	160	6	6	6	4,8
		180			7	1,2
	200	200		8	8	0,8
		220			9	3,9
250	250	250	10	10	10	0,8
		280			11	0,2
	315	315		12	12	3,2
		355			14	0,2
400	400	400	16	16	16	0,8
		450			18	1,6
	500	500		20	20	0,8
		560			22	0,2
630	630	630	24	24	24	3,2

z określeniem np. obowiązującej twardości, d) omówienie sposobu pakowania i przechowywania, e) ustalenie przepisów odbioru.

W pojęciu „cechowanie narzędzi“ zawarta jest zarówno treść „cechy“ jak i sposób utrwalania wybranego znaku. Oba te zagadnienia stanowią przedmiot obecnych zainteresowań KTW. W odniesieniu do znaku zarysowuje się opinia, że powinien on obejmować: 1) symbol klasyfikacyjny narzędzia (pełny lub skrócony), 2) cyfrę charakteryzującą wielkość narzędzia, 3) znak symbolizujący rodzaj materiału (jest to potrzebne zarówno ze względu na posługiwanie się narzędziem, jak np. ustalenie właściwych szybkości skrawania, dalej ze względu na konserwację, jak np. powtórna obróbkę cieplną i wreszcie z uwagi na gospodarkę odpadkami), 4) znak (markę) wytwórcy, 5) symbol stwierdzający zgodność danego narzędzia z obowiązującą Polską Normą.

Z prac tu zapoczątkowanych, wymienić można projekt normy cechowania wiertel, przy czym projekt ten ujmuje zarówno sposób cechowania samych wiertel jak i znaków na opakowaniu.

Zagadnienie sposobu cechowania narzędzia (wybijanie, pisanie „piórem elektrycznym“, trawienie, grawerowanie czy wytłaczanie) musimy uznać w chwili obecnej jeszcze za nie rozwiązane. Ustalenie metody, która w sposób prosty i tani zapewni czytelne i estetyczne utrwalenie napisów i to zarówno na powierzchniach płaskich jak i obrotowych, miękkich lub hartowanych — musi być jeszcze przedmiotem prób w naszych fabrykach narzędzi.

W dziedzinie bliższego sprecyzowania właściwych stali narzędziowych rozpoczęto wstępne kroki. Na podstawie projektów norm hutniczych NH/SW — 16 (stal węglowa narzędziowa) NH/SW — 31 (stal szybko tnąca) i NH/SW — 33 (stal narzędziowa stopowa) Centralne Biuro Konstrukcji Narzędzi opracowało wstępny projekt zastosowań stali, który został rozesłany do obecnych poważniejszych producentów narzędzi.

Pozostałe zagadnienia wchodzące w zakres warunków technicznych, a nie objęte normami typowymi, a więc bliższe omówienie wykonania i wykończenia, pakowania, przechowywania i odbioru — muszą być opracowywane dla poszczególnych grup narzędzi oddzielnie. Sprawę tę zapoczątkowano przez opracowanie projektów norm warunków technicznych i odbioru pilników i piłek do metali.

### Normy podstawowe

Zadaniem norm podstawowych jest ustalenie pewnych wielkości konstrukcyjnych narzędzia umożliwiających lub ułatwiających jego wymienność. Zaliczymy tu np. normy stożków Morse'a i metrycznych chwytów cylindrycznych, zakończeń kwadratowych i t.p. Normy te wiążą się ściśle z wyposażeniem obrabiarek i omówione są obszernie w innym referacie.

### Określenia podstawowe

Ten rodzaj normy ma na celu uporządkowanie słownictwa narzędziowego, stworzenie podstawy klasyfikacji oraz powiązanie między sobą wszystkich norm podstawowych i pomocniczych odnoszących się do danego zagadnienia.

Z dziedziny tej opublikowano dotychczas projekty: PN/N — 601 — Noże. Określenia podstawowe<sup>10)</sup>; 2) PN/N — 300 — Frezy. Określenia podstawowe i zestawienie norm<sup>11)</sup>.

Celowość i zakres norm posiadających charakter norm pomocniczych dla konstruktorów narzędzi jest obecnie przedmiotem dyskusji. Z jednej strony zwolennicy „klasycznej“ normalizacji sprzeciwiają się ich przyjmowaniu, wy-

<sup>10)</sup> „Mechanik“ zeszyt 4/46 str. 143.

<sup>11)</sup> „Mechanik“ zeszyt 9/47 str. 383.

chodząc z założenia, że norma posiadać musi charakter wiążący, zaś wszelkie pomoce konstrukcyjne winny być zawarte w podręcznikach czy artykułach. Zwolennicy „normalizacji rozszerzonej“ utrzymują, że niektóre z zagadnień w konstrukcji narzędzi posiadają tak istotne znaczenie dla odbiorcy, że nie można ich traktować jako „wewnętrznej“ sprawy wytwórcy. Do zagadnień tych przede wszystkim należą tolerancje wykonawcze i wymiary graniczne narzędzi kształtowych<sup>13)</sup>.

Aby umożliwić bliższe zorientowanie się w zagadnieniu, KTW opracowała projekty norm obliczania noży typu **Fellowsa, Maaga i Sunderlanda**, wytyczne do konstrukcji gwintowników i frezów do gwintu oraz tolerancji wykonawczych wiertel krętych.

### Zamierzenia na przyszłość

W dalszym toku prac Komisji przewidywane jest stopniowe uzupełnianie norm gabarytowych narzędzi i wzmoczenie tempa opracowywania warunków technicznych i odbiorczych.

Pewien pogląd na wielkość tego zagadnienia może dać tablica III. Została ona oparta na założeniu, że ilość rodzajów narzędzi, wystarczająca dla przemysłu metalowego do ok. roku 1952 odpowiada w przybliżeniu ilości rodzajów zawartych w normie klasyfikacji i znakowania inwentarza narzędziowego wydanej w roku 1938. Mogą wprawdzie w porównaniu z tym

<sup>13)</sup> Dla ilustracji podamy, że niektóre z nowych zagranicznych katalogów narzędziowych zawierają dane odnośnie tolerancji wykonawczych gwintowników. Te same dane znajdują się np. w normach angielskich: Workshop Practice. BS Handbook No 2.

Inż.- mech. STANISŁAW KULESZA

## KLASY DOKŁADNOŚCI OBRABIAREK NA TLE POLSKICH NORM SPRAWDZANIA DOKŁADNOŚCI

Przy rozważaniu zagadnienia dokładności obrabiarek podkreśla się często, że najważniejszym celem znormalizowania warunków odbioru obrabiarek jest ustalenie systemu pomiarów i określenie wielkości dopuszczalnych odchyłek, aby zapewnić nabycie obrabiarki zdolnej do zadowalającego wykonywania przewidzianej na niej pracy i to przez czas jak najdłuższy.

Jeżeli zatem wiadomo, że obrabiarka określonej wielkości będzie przeznaczona wyłącznie do obróbki zgrubnej, to oczywiście normy dokładności mogą być odpowiednio obniżone w stosunku do wymagań normalnych. Np. gwinciarzka, przeznaczona do zgrubnego nacięcia śrub, nie potrzebuje być wyposażona w śrubę pociągową o dokładności skoku gwintu 0,03 mm na 300 mm długości, wystarczy

**TABLICA III**  
Zestawienie ilości rodzajów narzędzi i norm narzędziowych.

Dział narzędzi	Ilość rodzajów	Całkowita ilość norm	Normy i projekty norm opracowane	Normy do opracowania
D — Narzędzia do obróbki mechan. drewna . . .	86	100	—	100
N — Narzędzia do obróbki mechan. metali . . .	353	433	138	295
R — Narzędzia rzemieślnicze . . . . .	624	684	150	534
Narzędzia pneumatyczne i do obrabiarek z wałkiem giętkim . . . . .	45	53	—	53
<b>Razem</b>	<b>1108</b>	<b>1270</b>	<b>288</b>	<b>982</b>

wydawnictwem nastąpić znaczne nawet przesunięcia jakościowe, ogólna ilość natomiast nie powinna ulec znacznieszym zmianom. Całkowita ilość norm została ustalona przy założeniu, że w zakresie normalnego wyposażenia warsztatu w narzędzia, wszystkie ich rodzaje zostaną znormalizowane. Ilość norm w stosunku do ilości rodzajów narzędzi została podwyższona o normy podstawowe, zaleceniowe i warunków technicznych.

W rubryce następnej, do norm opracowanych zaliczono normy drukowane i te projekty, których opracowanie jest daleko posunięte.

Wśród pozostałej, pokaźnej liczby, ok. 1000 norm do opracowania — pierwsze miejsce zajmują narzędzia rzemieślnicze.

dokładność 0,08 mm lub nawet 0,1 mm na 300-mm.

Okazuje się jednak, że tylko w nielicznych wypadkach wytwórnia produkująca obrabiarki może przewidzieć, do jakich robót będą one użyte, zwłaszcza jeżeli chodzi o obrabiarki uniwersalne, takie jak tokarki, frezarki, wiertarki itp. Nie rzadko zdarza się również, że i nabywca nie może określić zakresu robót, przewidzianych dla kupowanej obrabiarki.

Rozpatrując zagadnienie dokładności wykonania obrabiarek, należy rozróżnić normy dla obrabiarek: 1) nowych typu uniwersalnego, oraz 2) remontowanych, uniwersalnych i specjalnych.

1) Przy ustalaniu norm dokładności dla **nowych uniwersalnych obrabiarek** winno się zakładać możliwość wykorzystania ich do różno-

rodnej pracy, a więc zarówno przy śrutowaniu jak i przy obróbce dokładnej, wykańczającej. Z tych więc względów normy dla obrabiarek nowych powinny uwzględniać takie dopuszczalne odchyłki, które zapewniałyby dostawę tylko obrabiarek dokładnych.

Ponieważ jednak budowa obrabiarek **wysokiej jakości** wymaga wykonywania części oraz dopasowywania całych zespołów przy tolerancjach nieraz bardzo wąskich, wkraczających w obszar odchyłek stosowanych przy wyrobieniu narzędzi pomiarowych, dają się zaobserwować przy wykonywaniu obrabiarek tendencje wprowadzenia klas o mniejszej dokładności. Tymczasem zagraniczny przemysł obrabiarkowy nie dąży do rozszerzenia norm dokładności, ale idzie raczej w dalszym swym rozwoju w kierunku zwięzienia obszaru dopuszczalnych odchyłek, co staje się zresztą konieczne dla produkowania wielu elementów w budowie nowoczesnych maszyn. Okres pozostawania obrabiarki w stanie początkowej dokładności zależy również od stopnia dokładności jej wykonania.

Dokładność przewidziana przez normy dla obrabiarek wysokiej jakości, wymagająca również wysokiej klasy maszyn produkcyjnych oraz wykwalifikowanego personelu rzemieślniczego i technicznego, została przez produkuje krajowe wytwórnie w dużej mierze lub całkowicie opanowana. Dla przemysłu więc obrabiarkowego produkcja takiej jakości maszyn nie jest już dziś problemem.

Komisja Techniki Warsztatowej PKN opracowała projekty norm dokładności obrabiarek<sup>1)</sup>, odnoszące się wyłącznie do budowy obrabiarek wysokiej jakości i oparte na normach zagranicznych oraz wskazaniach krajowego przemysłu obrabiarkowego. Normy te ze względu na wysokie wymagania narzucają fabrykom obrabiarek konieczność utrzymywania wysokiego poziomu technicznego, a z drugiej strony podnoszą poziom użytkownika obrabiarek, co z uwagi na znaczne braki naszej kultury technicznej, jest ze wszechmiar wskazane. Wprowadzenie natomiast do budowy nowych obrabiarek klas o mniejszej dokładności pozbawiłoby obie strony tj. wytwórcę i użytkownika, czynnika techniczno - wychowawczego, jakim są dokładne obrabiarki.

Poważnym argumentem zwolenników wprowadzenia paru klas dokładności wykonania nowych obrabiarek jest wzrost kosztu wytworzenia, związanego jak wiadomo, ze stopniem wymaganej dokładności. Aby stwierdzić, w jakiej mierze argument ten jest słuszny, należy zagadnienie bardziej szczegółowo przeanalizować.

Wymagania ujęte w kartach badań można z pewnym przybliżeniem podzielić na dwie grupy: a) warunkujące trwałość poszczególnych elementów obrabiarki oraz poprawną

pracę narzędzia, b) mające bezpośredni wpływ na dokładność wymiarów i kształtu przedmiotów obrabianych.

Do pierwszej grupy wymagań zaliczyć można np. jakość wykonania prowadnic, co ma duży wpływ na ich trwałość, lub np. bicie promieniowe i osiowe trzpienia frezarskiego, które powoduje przedwczesne zużycie narzędzia i wywołuje drgania samej maszyny.

Wymagania drugiej grupy ustalają dokładność wykonania np. równoległości i prostopadłości osi wrzecion i płaszczyzn. Będą to więc odchyłki występujące w takich pomiarach jak sprawdzanie równoległości przesuwu suportu do osi wrzeciona lub tulei konika w tokarce, prostopadłość osi wrzeciona do płaszczyzny stołu w wiertarce itd.

Opierając się na danych kalkulacyjnych kosztów ponoszonych przy osiągnięciu różnych tolerancji wykonania w budowie nowych obrabiarek, można stwierdzić, że osiągnięcie płaskości i prostoliniowości prowadnic z tolerancją 2-krotnie większą, obniży koszt robocizny najwyżej o 10% w stosunku do wykonania w tolerancji ciaśniejszej. W innych wypadkach koszt obniża się o 5% lub nawet mniej. Tak mała różnica kosztów wystarcza, aby wykazać racjonalność wykonywania wszystkich nowych obrabiarek typu uniwersalnego wyłącznie w klasie pierwszej. Poza tym napewno żaden nabywca obrabiarki, służącej nawet do zdzierania, nie zgodzi się okupić zmniejszenia ceny możliwością obniżenia jej długotrwałości.

2) Inaczej wygląda sprawa, jeżeli chodzi o zakwalifikowanie przydatności **starych obrabiarek**, określenie **stopnia ich zużycia** lub przeprowadzenie remontu, oraz jeżeli chodzi o **obrabiarki specjalne**.

Każda wytwórnia przeprowadza remont przede wszystkim we własnym zakresie, na miejscu pracy maszyny. Z góry więc wiadomo, do jakich robót jest ona przeznaczona: zgrubnych lub wykańczających, różnorodnych lub ściśle określonych, oraz jaką dokładność mają posiadać obrabiane na niej przedmioty.

W celu więc przyspieszenia i ekonomicznego przeprowadzenia remontu, dokładność wykonania można podzielić na parę klas. Należałoby tylko znaleźć pewne kryteria celem ustalenia właściwych kart badań dla maszyn o określonym charakterze pracy.

Pierwszym pytaniem, które tu się nasuwa, jest ilość potrzebnych klas dokładności. W praktyce nie odczuwa się potrzeby większej ilości klas niż trzy, czego potwierdzenie można znaleźć w praktyce warsztatowej oraz w literaturze.

Do pierwszej klasy dokładności zaliczone są zazwyczaj obrabiarki nowe, a ściślej mówiąc, obrabiarki przeznaczone do robót dokładnych lub obrabiarki ogólnego przeznaczenia, co do których można przypuszczać, że mogą być użyte do obróbki wykańczającej. Wszelkie zdzie-

<sup>1)</sup> Projekty norm PN/N — 520 — PN/N — 546.

TABLICA I

Zestawienie niektórych pomiarów dokładności tokarki nowej i remontowanej  
(na podstawie źródeł radzieckich)

L. p	Przedmiot pomiarów	nowa	remontowana
1	Odchylenie od poziomu prowadnic łoża w kierunku a) podłużnym, b) poprzecznym (dla a) — dopuszczalna tylko wypukłość)	a) 0,02 b) 0-0,05	0,1-0,05 0,1
2	Bicie kła	0,01	0,02-0,03
3	Bicie osiowe wrzeciona	0,01	0,03
4	Bicie cylindrycznej części wrzeciona	0,01	0,03
5	Bicie stożka wrzeciona na długości 300 mm	0,02	0,03
6	Równoległość podłużnego przesuwu sań suportu do osi wrzeciona na długości 300 mm w płaszczyźnie a) pionowej b) poziomej (wolny koniec trzpienia może wykazywać odchyłki a) — tylko do góry b) — tylko ku przodowi)	a) 0-0,02 b) 0-0,02	0-0,05 0-0,04
7	Równoległość tulei konika do prowadnic sań suportowych na długości 100 mm w płaszczyźnie a) pionowej b) poziomej (koniec tulei: a) — tylko do góry b) — tylko ku przodowi)	a) 0-0,02 b) 0-0,02	0-0,04 0-0,04
8	Współosiowość kłów	0,02	0,04
9	Równoległość śruby pociągowej do prowadnic łoża	0,1	0,3
10	Luz wzdłużosiowy śruby pociągowej	0,01	0,03
11	Stożkowość wałka obrabianego	0,02	0,04
12	Planowanie tarczy (dopuszczalna tylko wklęsłość)	0,02	0,04

rarki, obrabiarki do robót zgrubnych odnoszone są do III klasy dokładności. Klasa druga przewidziana jest więc do robót o pośredniej dokładności, np. do obróbki wstępnej przed szlifowaniem, dla wiercenia otworów przed rozwiercaniem itp.

Przepisy odbioru obrabiarek w ZSRR ustalają budowę nowych obrabiarek wg jednej klasy dokładności, którą Polskie Normy określają jako obrabiarki wysokiej jakości. Dla obrabiarek remontowanych przewiduje się trzy klasy dokładności, przy czym stosunek odchyłek między poszczególnymi klasami przyjęto 1 : 2 : 3 lub 1 : 2 : 4. Poza tym, dla obrabiarek przeznaczonych wg swego charakteru pracy do robót bardziej dokładnych, jak np. szlifierki, tokarki narzędziowe itd., aby bar-

dziej zbliżyć się do wymagań w praktyce, został ustalony stosunek 1 : 1,5 : 2,5. Te współczynniki są potraktowane jako średnie, które mogą być niższe lub wyższe w zależności od rodzaju pomiaru.

Tablica I podaje porównanie wielkości odchyłek dla tokarki o wysokości kłów 200-300 mm nowej i remontowanej, które zostały ustalone na podstawie obszernych badań grupy wytwórni ZSRR przy remoncie obrabiarek.

Tablica II podaje zestawienie dopuszczalnych odchyłek przy budowie obrabiarek nowych i remontowanych, stosowanych przez jedną z firm niemieckich około 1936 r.

Projekty, które opracowywane były przez krajowy przemysł obrabiarkowy, zmierzały do ustalenia, w zależności od rodzaju obrabiarek, jednej, dwu lub trzech klas dokładności. Z terenu Wytwórni Stowarzyszenia Mechaników w Pruszkowie wysuwano propozycję przyjęcia następujących wytycznych<sup>2)</sup>.

a) wg tylko I klasy dokładności wykonywać — tokarki narzędziowe, frezarki uniwersalne, podzielnice, wiertarko-frezarki, szlifierki, automaty;

b) wg I i II klasy — tokarki pociągowe, rewolwerowe i karuzelowe, frezarki poziome i pionowe, wiertarki promieniowe;

c) wg tylko II klasy — tokarki tarczowe, dłutownice, strugarki poprzeczne i podłużne;

TABLICA II

Zestawienie niektórych pomiarów dokładności obrabiarek nowych i remontowanych  
(na podstawie źródeł niemieckich)

Przedmiot pomiarów	nowa	remontowana
<b>Tokarki kłowe</b>		
Stożkowość wałka obrabianego o średnicy 60 mm i długości 300 mm (odchyłka zależy od wys. kłów)	0,01-0,02	0,05
Owalność	0,005-0,02	0,03
<b>Szlifierki do wałków</b>		
Stożkowość wałka szlifowanego o długości 500 mm	0,01	0,03
Owalność	0,005	0,015
<b>Szlifierki do otworów</b>		
Stożkowość otworu szlifowanego o długości 100 mm	0,005	0,02
Bicie osiowe wrzeciona dla wszystkich obrabiarek	0,01-0,02	0,04

<sup>2)</sup> Inż. S. Jachimowicz i inż. W. Szymanowski — odczyt wygłoszony w Towarzystwie Wojskowo - Technicznym 24.X.1935 r., w sprawie odbiorczych norm obrabiarkowych.

- d) wg II i III klasy — wiertarki słupowe;
- e) wg tylko III klasy — tokarki do zdzierania i amunicyjne.

W literaturze naszej można spotkać również propozycję podziału na 4 klasy<sup>3)</sup>.

1) Obrabiarki dokładne, 2) zwykłe, wykazujące odchyłki wykonania zwiększone w granicach 10-krotnych w stosunku do dopuszczalnych dla obrabiarek dokładnych, 3) obrabiarki stare — odchyłki od 10 do 50-krotnie większe, 4) obrabiarki zużyte — odchyłki powyżej 50-krotnie większe od dopuszczalnych dla obrabiarek dokładnych; obrabiarki tej klasy nie nadają się do żadnej pracy, konieczny więc jest całkowity remont lub przeznaczenie na złom.

Jeżeli zgodnie z projektem norm PN/N—520 p. 3 przyjąć, że normy dokładności ustalają najwyższe wymagania wyłącznie dla obrabiarek wysokiej jakości, tzn. przeznaczonych np. do toczenia, frezowania, szlifowania części wytwarzanych w klasach od 5 do 7 wg PN/N — 1, łatwo ustalić stosunek potrzebnej dokładności tej klasy i klas niższych.

Przyjmując wymaganą dokładność przedmiotów wykonanych wg klas 6, 8 i 10 układu tolerancyj, otrzymuje się w przybliżeniu stosunek 1 : 2,5 : 6. Natomiast szczegółowe przeanalizowanie każdego pomiaru z punktu widzenia wpływu dopuszczalnej odchyłki na wynik pracy maszyny, a więc na dokładność obrabianej części, pozwala stwierdzić, że maksymalne zwiększenie odchyłki 3 — 4-krotnie daje bardziej prawidłowe wyniki. Przy zastosowaniu bowiem współczynnika 6 otrzymalibyśmy niejednokrotnie zbyt duże odchyłki zwłaszcza dla wykonania powierzchni współpracujących z sobą. W wielu wypadkach osiągałyby one wielkość 0,1 a nawet 0,18 mm na 1000 mm długości pomiarowej. Tymczasem przy wykonywaniu prowadnic przez struganie i następnie skrobanie, można bez trudności otrzymać ich płaskość z dokładnością do 0,05 mm na 1000 mm długości, co np. dla tokarek daje zwiększenie odchyłki w odniesieniu do wymagań stawianych dla obrabiarek wysokiej klasy w stosunku 1 : 2,5.

Należy tu zauważyć, że przy przeprowadzaniu remontów obrabiarek, istnieją jakgdyby dwa zagadnienia: dokładność wykonania i jakość remontu, które nie muszą być na tym samym poziomie. Można np. ustalić różne normy dokładności promieniowego bicia wrzeciona lub położenia jego osi w stosunku do prowadnic, co może wpłynąć na ułatwienie przy pasowaniu wrzeciennika do łoża, jeżeli chodzi o tokarkę, ale dopasowanie wrzeciona w łożyskach czyli jakość montażu łożysk musi być zawsze bez zarzutu, niezależnie od klasy dokładności, jaką wykaże zmontowana obrabiarka.

Skądinąd wiadomo, że w obrabiarkach-zdzierarkach skrawających wiórem o dużym przekroju, łożyska wrzeciona winny być szczególnie starannie zmontowane, aby nie wywołać przy ciężkiej obróbce przedwczesnego ich zużycia się.

Analogicznie można powiedzieć, że samo dopasowanie suwaka strugarki poprzecznej do jego prowadnic określa jakość montażu lub remontu obrabiarki, podczas gdy wielkość odchyłek przy przesuwie suwaka w stosunku do górnej płaszczyzny stołu charakteryzuje stopień dokładności pracy obrabiarki.

Bicie osiowe wrzeciona zależy w zasadzie od niedokładności pracy łożysk oporowych. Dokładne pomiary wykazały, że zwykłe łożyska kulkowe oporowe używane w budowie obrabiarek dają poosiowe bicie do 0,04 mm. Przyjmując więc dla osiowego bicia wrzeciona jako graniczną wartość 0,04 mm, nie spowoduje się trudności w jej uzyskaniu w zwykłym warsztacie remontowym. Przy oporowych łożyskach ślizgowych tę odchyłkę jeszcze łatwiej jest utrzymać. Dla obrabiarek wysokiej jakości odchyłki te wahają się od 0,01 do 0,04 mm.

Jeżeli zatem w powyższych wypadkach przyjmą duże odchyłki, to będą one charakterystowały nie tyle dokładność obrabiarki, ile złe wykonanie, co w wyniku spowoduje szybkie zużywanie się części współpracujących. Wielkości odchyłek dla każdego pomiaru muszą być ustalone w zależności od stopnia wymagań ze względu na rodzaj pracy przewidziany dla danej obrabiarki i ekonomiczną celowość użytkowania w obrabiarek powyższych odchyłek.

Tablica III przedstawia zestawienie najbardziej charakterystycznych pomiarów spotykanych przy sprawdzaniu typowych obrabiarek i podaje orientacyjnie jedną z możliwości ustalenia odchyłek dla obrabiarek remontowanych lub specjalnych. W kolumnach pionowych podane są typy obrabiarek z podziałem na klasy dokładności wykonania, przy czym dla klasy podstawowej przyjęto odchyłki wg norm PKN i w tablicy zaznaczono ją grubą obwódką prostokątną. Liczby przy nazwie obrabiarki oznaczają numery norm wg projektu PKN.

### Wnioski

- 1) Obrabiarki nowego typu uniwersalnego powinny być wykonane wyłącznie z dokładnością przewidywaną przez Polskie Normy dla obrabiarek wysokiej jakości tzn. wg klasy podstawowej.
- 2) Dla obrabiarek przeznaczonych dla celów specjalnych, obrabiarek remontowanych, oraz dla oceny obrabiarek starych mogą być dodatkowo wprowadzone niższe klasy dokładności: II lub III.
- 3) Przy sporządzaniu kart badań dla obrabiarek klasy II i III powinny być uwzględnione każdorazowo wymagania stawia-

<sup>3)</sup> Prof. E. T. Geisler „Sprawdzanie dokładności obrabiarek“.



Tabl. III. Projekt odchyłek zasadniczych pomiarów dokładności obrabiarek zbudowanych w klasach 1, 2 i 3

L.p.	Typy obrabiarek	Tokarki kłowe		Tokarka tarczowa		Karuzelówka jednostajkowa		Rewolwerówka			Wiertarki słupowe i kadłub.		Wiertarki promieniowe		Wiertarko-frezarka		Frezarki			Szlifierki do wałków			Szlifierki do płaszczyzn uniw. narz.			Strugarki podłużne			Strugarki poprzeczne		Dłutownica						
		Nr normy wg PN/N		521-522		523		524		526			528-529		530		531		532-534-535			536			538			539			540			542		543	
		Klasy obrabiarek		1	2	3	2	3	1	2	1	2	3	2	3	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	2	2	2	3	2	3	2	3			
1	Płaskość powierzchni tarczy lub stołu /metr				4	7	3	5				5	7	5	7	4-6	6-8	4	6			2	4				2	4			3	5	na 300mm				
2	Odchylenie od poziomu prowadnic, tarczy lub stołu /metr	2	3	5					2	4	5					2-4	4-5			2	max.4					2	4										
3	Prostoliniowość prowadnic	3-5	5-8	7-12	3	6	na 1000mm															4	piłn.	2-4	4-8	3	6	na 1000mm	na 300mm								
4	Bicie części cylindrycznej lub stożkowej wrzeciona	1	1,5	2					1-2	2-3	3					1-1,5	2-3	1	2	0,5	1	2	1														
5	Bicie kła lub gniazda we wrzecionie	1	1,5	2	3-5	6-9	1	2	1-2	2-3	3-4									1																	
6	Bicie wewnętrznego stożka na trzpieniu 300mm	2	3	4					2-3	3-4	4-5	2-3	4-6	2-3	3-4	2	3-4	2	3	2			1	na 100													
7	Bicie osiowe wrzeciona, tarczy, stołu	1-2	1,5-3	3-4	6	12	na φ 1000	4	6	na φ 1000	1-2	2-3	3-4	3-7	5-10			1-2	3-4	1,5-4	3-4									3	6	na 300mm					
8	Luz wzdłużosiowy wrzeciona				3-5	6-10												1-4	2-5	1	1	2															
9	Równoległość płaszczyzny stołu do jego przesuwu podłużnego															3	6-8	na 1000	2-4	4-8	2	na 1000mm	1-2	3	2	na 300mm	2	4	na 1000mm	2	4	na 1000mm					
10	Równoległość płaszczyzny stołu do osi wrzeciona															3	6	na 500	2	3-4	na 300mm	2	4	na 300mm	2												
11	Równoległość przesuwu suportu, stołu do tarczy, płyty i t.p.				5	10	na φ 1000	4	8	na φ 1000					20	40	na 1000									2	4	3	6								
12	Równoległość przesuwu suportu, głowicy, belki do osi wrzec., tarczy	1-2	2-4	3-5	2-4	4-8	2	4	2-3	4-5	6-7	4	8	na 300	5	10	na 300mm	2	4	na 500	1-2	2-4	1														
13	Równoległość rowków w stole do przesuwu															2	4	na 500	2-4	4-8			1-2	2-4	2	2	4	na 1000mm	2-3	4-6	na 300mm	3	6	na 300mm			
14	Prostopadłość osi wrzec. do pł. stołu, stojaka, do przesuwu stołu i t.p.	2	3	4								3	6	na 300	5	10	na 500	2	4-5	na 1000	1-2	2-4			2	4											
15	Prostopadłość przesuwu suportu, belki do prowadnic, tarczy, stołu				2	4										1-2	2-4	na 500	2	4	1		4-5	6-8			2	4	na 500mm	3	6	na 300mm	2-3	4-5	na 300mm		
16	Współosiowość kłów, otworów	2-3	4-6	8-12					2	4	2-4	4-6	6-9			2-3	4-6																				
17	Dokładność wykonania śruby pociągowej /300mm	3	6	9					4	8	12																										

U w a g a. Klasy ujęte ramkami odpowiadają dokładnościom przyjętym jako podstawowe przez Polskie Normy. Wszystkie odchyłki wyrażone są w setnych milimetra.

ne danej obrabiarce, przy czym należy odróżniać czynniki, posiadające wyłącznie wpływ na dokładność obróbki, od czynników decydujących o trwałości obrabiarki.

4) Określanie poszczególnych odchyłek przy opracowywaniu kart badań obrabiarek klasy II i III może się opierać na podstawie tablicy wykonanej na wzór tabl. III, zamieszczonej w niniejszym artykule.

Inż.-mech. WŁADYSŁAW GWIAZDOWSKI

## W SPRAWIE NORMALIZACJI WYPOSAŻENIA OBRABIAREK

### Wstęp

Srodki produkcji w mechanicznej obróbce skrawaniem, poza budynkami i urządzeniami warsztatowymi, stanowią: a) maszyny - obrabiarki, b) narzędzia i c) pomoce warsztatowe, obejmujące wyposażenie obrabiarek i narzędzia pomiarowe.

Zarówno maszyna - obrabiarka, której podstawowym zadaniem jest nadanie przedmiotowi lub narzędziu właściwych ruchów, jak i narzędzie, które decyduje o przebiegu procesu skrawania, są elementami podstawowymi, od których w pierwszym rzędzie zależą techniczne i ekonomiczne rezultaty obróbki.

Należy pamiętać, że elementy te nie wyczerpują jednak wszystkich środków, które są konieczne do pracy obrabiarki. Występuje ponadto w każdym wypadku mechanicznej obróbki skrawaniem szereg elementów, służących do połączenia obrabiarki z narzędziem lub przedmiotem obrabianym — będą to w ogólności **uchwyty**, oraz w wielu wypadkach urządzenia, spełniające rolę nadawania narzędziu lub przedmiotowi obrabianemu pewnych dodatkowych ruchów, których obrabiarka nie jest w stanie wykonywać — będą to w ogólności **przyrządy**<sup>1)</sup>. Uchwyty i przyrządy tworzą łącznie **wyposażenie obrabiarek**<sup>2)</sup>.

Ze względu na zakres stosowania, uchwyty i przyrządy podzielić możemy na: a) uniwersalne i b) specjalne.

**Wyposażenie uniwersalne** może być stosowane powszechnie do obrabiarek podobnych typów oraz wielkości i ono stanowi przede wszystkim przedmiot prac normalizacyjnych.

**Wyposażenie specjalne** jest projektowane i wykonywane w zastosowaniu do ściśle określonego przedmiotu czy też narzędzia prawie wyłącznie w produkcji seryjnej i masowej. Należy zwrócić uwagę, że normalizacja zajmuje się również dziedziną przyrządów i uchwytów specjalnych, wprowadzając szereg **znormalizowanych elementów**, jak tulejki wiertarskie, elementy ustalające, zamocowujące itp.

Sprawa wyposażenia obrabiarek nie została dość wyczerpująco ujęta w przedwojennych

pracach normalizacyjnych PKN. Wydano wprawdzie szereg dość przypadkowo wybranych norm z tej dziedziny, nie ujęto jednak w sposób korzystny norm podstawowych, oraz zasadniczych określeń, definicji i klasyfikacji. Stąd np. obecnie często słowa „uchwyt“ i „przyrząd“ są używane nie tylko w zakładach przemysłowych, ale również w literaturze technicznej, jako synonimy.

Komisja Techniki Warsztatowej PKN po wznowieniu swej działalności w r. 1946 postanowiła skierować prace na tym bardzo ważnym odcinku normalizacyjnym na właściwe tory, przez stworzenie Podkomisji Przyrządów i Uchwytów, działającej obok Podkomisji: Obrabiarek i Narzędzi. Prace rozpoczęto w pierwszym rzędzie na odcinku norm podstawowych, przygotowując jednocześnie szereg norm szczegółowych.

### 1. Normy podstawowe

Zgodnie z ogólną tendencją szerszego ujmowania zagadnień normalizacji w porównaniu z nastawieniem przedwojennym, co wiąże się ściśle z jednolitą gospodarką planową w skali ogólnopaństwowej, postanowiono opracowywanie norm nie ograniczać jedynie do ustalania warunków technicznych poszczególnych przedmiotów, ale ponadto przeprowadzić ustalenie pojęć, nazw oraz symbolów, które powinny być stosowane jednolicie w całym przemyśle metalowym. Wtedy bowiem dopiero opracowania warsztatowe będą mogły być jednakowo rozumiane przez wszystkie zakłady tego przemysłu.

W tym celu Komisja Techniki Warsztatowej po wyczerpującym uzgodnieniu wstępnym opracowuje obecnie następujące projekty norm:

- a) Normalne pomoce warsztatowe. Klasyfikacja i podział na działy.
- b) Normalne pomoce warsztatowe. Zasady znakowania.
- c) Wyposażenie obrabiarek. Określenia podstawowe i klasyfikacja.
- d) Wyposażenie obrabiarek. Uchwyty. Określenia podstawowe i klasyfikacja.
- e) Wyposażenie obrabiarek. Przyrządy. Określenia podstawowe.
- f) Wyposażenie obrabiarek. Części normalne w uchwytach i przyrządach specjalnych.

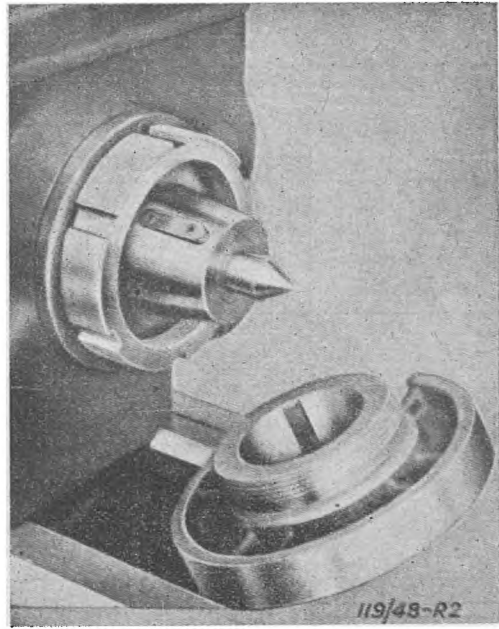
<sup>1)</sup> Patrz artykuł: inż. W. Gwiazdowski i inż. St. Kunstetter „Wyposażenie obrabiarek. Próba klasyfikacji“. Mechanik, zeszyt Nr 12, 1946 r., str. 476.

<sup>2)</sup> Należy tu zwrócić uwagę, że uchwyty i przyrządy występują również w obróbce ręcznej; nie wchodzi one jednak w zakres niniejszego artykułu.

Wobec tego, że zarówno uchwyty narzędzi lub przedmiotów obrabianych jak i przyrządy są złączone z obrabiarką za pośrednictwem odpowiednich elementów, jak np. końcówek wrzecion, kanałów w stołach itp., stąd decydujące znaczenie dla normalizacji wyposażenia posiada normalizacja tych elementów obrabiarek oraz narzędzi, które mają służyć do ich wzajemnego łączenia.

Wyróżnić przy tym możemy dwa zasadnicze typy zamocowania narzędzi lub przedmiotów obrabianych, biorąc za podstawę rodzaj wykonywanego przez nie ruchu, a mianowicie: a) ruch obrotowy i b) ruch prostoliniowy.

Podkreślić tu należy, że zamocowanie narzędzia lub przedmiotu obrabianego musi spełniać jednocześnie dwa odrębne zadania, a mianowicie: 1) ustalenie położenia elementu zamocowywanego w stosunku do określonego elementu obrabiarki i 2) umożliwienie przeniesienia sił lub momentów obrotowych występujących podczas skrawania. Nie będziemy tutaj szczegółowo omawiać powyższych kwestii, zajmujemy się tylko wypadkami szczególnymi, które jednak posiadają podstawowe znaczenie podczas obróbki skrawaniem, a mianowicie zamocowywaniem dwu elementów (np. wrzeciona obrabiarki i narzędzia) wykonujących ruch obrotowy, oraz zamocowaniem uchwytu lub przyrządu na stole obrabiarki w ten sposób, aby

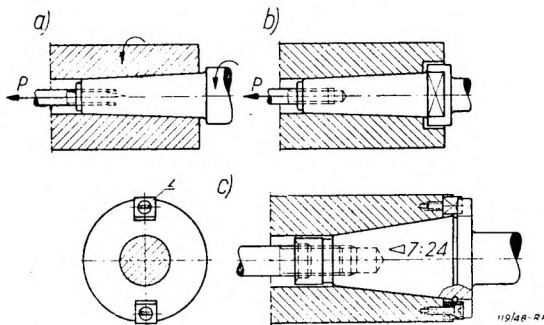


Rys. 2. Końcówka wrzeciona tokarki ze stożkiem o zbieżności 7:24 (wg PN/N—515) i tarcza zabierakowa przystosowana do tej końcówki.

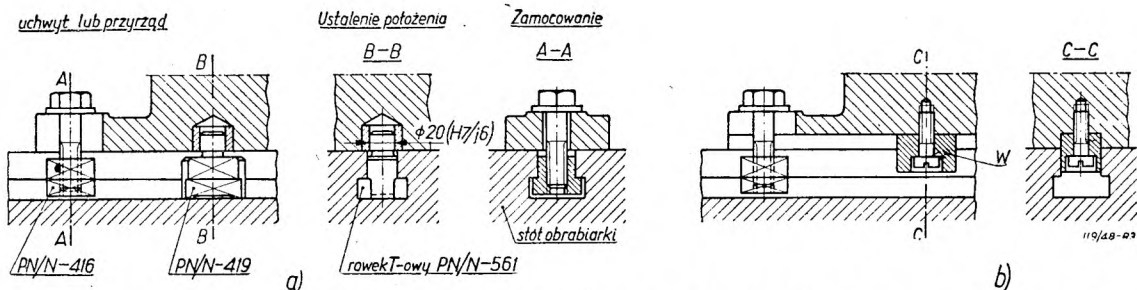
uzyskać równoległość przesuwu stołu do określonej osi uchwytu.

Podstawą zamocowywania dwóch elementów, mających wykonywać ruch obrotowy, jest osadzenie stożkowe (rys. 1), które w sposób korzystny rozwiązuje zarówno sprawę współosiowego ustalenia położenia łączonych elementów, jak i przenoszenia momentów obrotowych, dzięki tarcii, występującemu na powierzchniach stykowych. W wypadkach występowania większych momentów obrotowych, co zachodzi np. we frezach trzpieniowych ze stożkiem **Morse'a** poczynając od wielkości Nr 4, stosuje się tzw. **zabierak**, posiadający na uchwycie dwustronne spłaszczenia, wchodzące w prostokątne gniazdo wrzeciona (rys. 1b).

Wobec niedogodności stosowania stożków o małej zbieżności (zakleszczanie), powodujących konieczność ich wybijania, co znowu ujemnie wpływa na trwałość elementów obrabiarki, np. na łożyska toczna wrzeciona, znalazły powszechnie zastosowanie w frezarkach (rys.

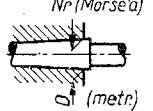
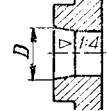
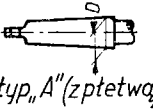
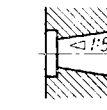
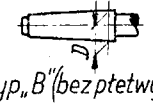
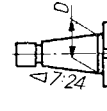
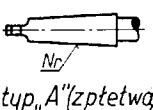
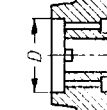
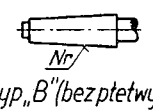
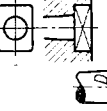
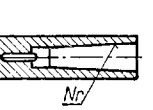
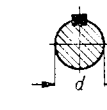
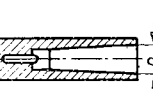
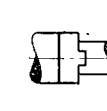
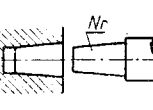
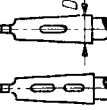
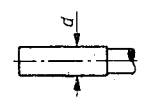
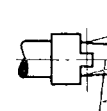
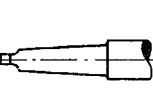
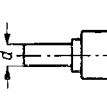
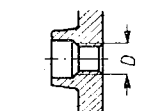
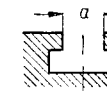
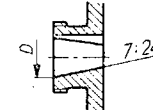
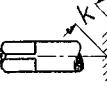


Rys. 1. Podstawowe osadzenie stożkowe do przeniesienia ruchu obrotowego: a) stożek **Morse'a** lub metryczny bez zabieraków (przenoszenie momentów obrotowych jedynie na skutek tarcia); b) stożek **Morse'a** lub metryczny z zabierakiem; c) stożek o zbieżności 7:24 z zabierakiem klockowym.



Rys. 3. Normalne sposoby ustalania położenia i zamocowania uchwytów lub przyrządów na stole obrabiarki: a) czop centrujący wg PN/N—419 umożliwia przencszenie uchwytów na dowolne obrabiarki; b) ustalanie położenia za pomocą wpustów ustalających.

Tabl. I. Zestawienie norm podstawowych z dziedziny wyposażenia obrabiarek

Lp.	Nazwa	Norma PN	Szkic i oznacz. wymiaru charakteryzującego wielkość	Wielkości		Lp.	Nazwa	Norma PN	Szkic i oznacz. wymiaru charakteryzującego wielkość	Wielkości	
				ilość	zakres					ilość	zakres
1	Zastosowanie stożków Morse'a i metr do obrabiarek i narzędzi	N-264		14	Morse'a Nr 0÷6 Metryczne D=4,6,80, 100,120 160,200	11	Gniazda tarcz zabierakowych do tokarek z końcówką kotnierrzowo-stożkową	w opracowaniu		6	D=63,82 106,139 166,285
2	Stożki metryczne- chwyt	N-266		(19) 7	D=4,6,80, 100,120, 160,200	12	Gniazda do uchwyt. tarcz szlifierskich	w opracowaniu		7	D=30,42 50,60,70, 75,85
				(16) 5	D=80,100 120,160,200	13	Chwyty stożkowe trzpieni frezarskich	N-513		4	D=32,44, 70,108 (1 1/4", 1 3/4", 2 3/4", 4 1/4")
3	Stożki Morse'a- chwyt	N-270		7	Nr 0÷6	14	Gniazda głowic frezowych osadzanych na wrzecionach	w opracowaniu		4	do wrzecion wg PN/N-512 32,44 70,108
				6	Nr 1÷6	15	Zabieraki prostokątne frezarek	brak		2	Morse'a Nr. 4,5
4	Stożki Morse'a- gniazda	N-271		7	Nr 0÷6	16	Otworki i wpusty do frezów nasadzanych	N-352		13	d=8÷100
5	Stożki metryczne- gniazda	N-272		7	D=4,6,80, 100,120, 160,200	17	Zabieraki frezów nasadzanych	N-353		13	d=8÷100
6	Stożki Morse'a skrócone: (chwyt i gniazda)	w opracowaniu		6		18	Chwyty stożkowe do wiertarko-frezarek	N-519		9	Morse'a Nr 3,4,5 i 6 Metryczne D=80,100, 120,160,200
7	Chwyty cylindryczne frezów trzpieni.	N-314		7	D=4÷20	19	Zabieraki rozwiertaków nasadzanych	N-219		11	d=10÷70
8	Przejście od stożka do trzpienia o większej średnicy	N-275		-	norma pomocnicza	20	Chwyty cylind. opravek narzędziowych osadzanych w głowicach rewolwerówek	brak			
9	Gniazda tarcz zabierakowych do tokarek z końcówką walcową-gwintową	N-514		15	D=M20÷ M145	21	Kanaty T-owe obrob.	N-561		13	a=11÷90
10	Gniazda tarcz zabierakowych do tokarek z końcówką stożk.	N-515		4	d=82,105, 133,165	22	Kwadratowe zakończenia chwytów i uchwytów narzędziowych.	N-280		34	k=2,1÷76

1c) i tokarkach (rys. 2) stożki o dużej zbieżności (7 : 24) tzw. **niezakleszczające się**, które mogą spełniać jedynie rolę ustalania położenia elementów łączonych, przenoszenie zaś momentów obrotowych odbywa się tu zawsze przez specjalnie zastosowane w tym celu elementy, a więc bądź zabieraki klockowe (rys. 1c) bądź wpust (rys. 2).

Zamocowywanie uchwytów i przyrządów wykonujących ruch prostoliniowy, odbywa się przeważnie w kanałach T-owych stołu. Do ustalenia położenia służy wtedy środkowy kanał stołu, którego szerokość  $a$  (norma PN/N — 561) jest utrzymywana w tolerancji H9, a boki są równoległe do kierunku przesuwu stołu. Jako elementy ustalające położenie stosuje się ponadto czopy centrujące (rys. 3a), które umożliwiają swobodne stosowanie uchwytów lub przyrządów na dowolnych obrabiarkach o różnej szerokości kanałów stołu, lub też wpusty (rys. 3b).

Ograniczając się jedynie do zaakcentowania tego zagadnienia podajemy w tabl. I zestawienie najważniejszych norm podstawowych wyposażenia obrabiarek. Należy tu zwrócić uwagę na poz. 1, a mianowicie normę PN/N — 264, która w sposób zdecydowany porządkuje bardzo ważną, dla zmniejszenia asortymentu elementów wyposażenia, sprawę stosowania w obrabiarkach i narzędziach stożków Morse'a i metrycznych. Ujęcie tej normy jest zgodne z zaleceniem ISA (r. 1939) i posiada poważne znaczenie gospodarcze.

## 2. Uchwyty uniwersalne

Zagadnienie uchwytów dla narzędzi oraz przedmiotów obrabianych posiada w dziale wyposażenia obrabiarek znaczenie podstawowe.

Nie wnikając w sprawy szczegółowej klasyfikacji uchwytów, rozpatrzmy przykładowo zespoły normalnych uchwytów dla trzech typowych obrabiarek uniwersalnych: dla wiertarki (tabl. II), frezarki (tabl. III) i tokarki (tabl. IV). Tablice te zestawiono w celu zorientowania się w rodzajach i ilościach typów i wielkości uchwytów i nie stanowią pełnego zespołu uchwytów uniwersalnych dla omawianych obrabiarek; poza tym może niektóre z ujętych w tablicach uchwytów mogłyby ulec wyeliminowaniu.

Na tych przykładach dobitnie widać jak doniosłe zadania może spełniać właściwie pojęta normalizacja, szczególnie w ramach planowej gospodarki, przez:

- wybór najwłaściwszego asortymentu uchwytów, wystarczającego do wykonania normalnych prac na określonych obrabiarkach,
- wybór najlepszego typu określonego uchwytu,
- jaknajmniejszą ale zarazem wystarczającą ilość wielkości danego typu uchwytu

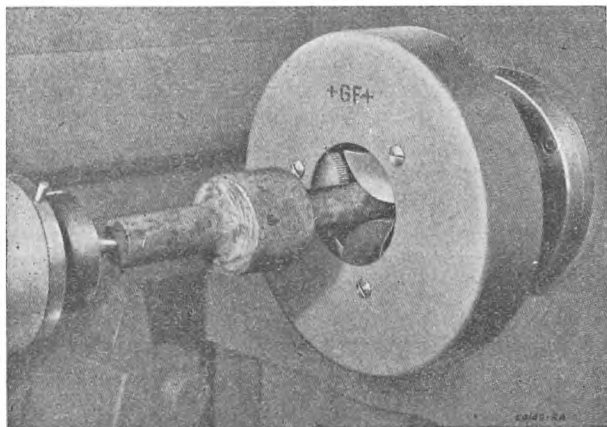
Tabl. II.		Uchwyty wiertarskie			
I. p.	Nazwa	PN	Szkic	Symb.	Wielkości ilość zakres
1	Uchwyty wiertarskie dwuszcękowe.	brak		PTRh	4 $d = +20$
2	Uchwyty wiertarskie trójszcękowe	brak		PTRk	4 $d = +20$
3	Uchwyty wiertarskie samozakleszczające.	brak			4 $d = +20$
4	Trzpień do uchwytów wiertarskich z chwytem stożk. Morse'a	brak			15
5	Oprawki szybko mocujące z chwytem stożkowym Morse'a.	N-465		PTRc	4 Morse Nr 2,3, 4,5
6	Tulejki stałe do oprawek szybko mocujących	N-466		PTRf	11 $\frac{Nr Morse'a}{D_o}$ $\frac{1}{25} \div \frac{5}{54}$
7	Tulejki wahliwe do oprawek szybko mocujących	N-467		PTRg	11 $\frac{Nr Morse'a}{D_o}$ $\frac{1}{25} \div \frac{5}{54}$
8	Uchwyty zaciskowe do oprawek szybko mocujących	brak			4 $D_o = 25 \div 54$
9	Tulejki zaciskowe do oprawek szybko mocujących.	brak			18 $d = 3 \div 20$
10	Tulejki do oprawek szybko mocujących z gniazdem kwadrat. (do rozw. i gwint.)	brak			24 $D_o = 25 \div 54$ $\square 7 \div 26$
11	Tulejki redukcyjne do stożków Morse'a.	N-285		PTPa	11 $Nr/Nr$ $1/0 \div 6/5$
12	Tulejki zaciskowe Morse'a do narzędzi z chwytem cylindr.	brak			$\frac{Nr Morse'a}{d}$ $\frac{0}{3} \div \frac{5}{20}$
13	Przedłużacze redukcyjne do stożków Morse'a.	N-286		PTPb	11 $1/0 \div 6/5$
14	Trzpień do rozwier-taków nasadzanych z chwytem stożk Morse'a.	N-218		PTRa	9 $d = 13 \div 60$
15	Trzpień do rozwier-taków nasadzanych z chwytem kwadr.	N-		PTRb	9 $d = 13 \div 60$
16	Oprawki wahliwe do rozwier-taków z chwytem stożk. Morse'a.	brak		PTRc	
17	Oprawki wahliwe do rozwier-taków z chwytem kwadratowym.	brak		PTRd	
18	Kliny do wybijania chwytów stożkowych z gniazd obrabiarek.	N-279		PXXa	6 $b = 2 \div 45$

**Tabl. III. Uchwyty frezów**

Lp.	Nazwa	PN	Szkic	Symb.	Wielkości	
					ilość	zakres
1	Tuleje redukcyjne ze stożka 7:24 na stożek Morse'a z gniazdem zabierakowym.	brak		PTe <sub>a</sub>	3	D=44 Nr 4 D=70 Nr 4, 5
2	Tuleje redukcyjne ze stożka 7:24 na stożek Morse'a	brak		PTe <sub>b</sub>	6	D=44 Nr 2, 3, 4 D=70 Nr 3, 4, 5
3	Tuleja redukcyjna ze stożka 7:24 na stożek 7:24	brak		PTF <sub>c</sub>	1	D=70 D <sub>1</sub> =44 2 3/4" / 1 3/4"
4	Oprawki zaciskowe ze stożkiem 7:24 do frezów z uchwytem cylindrycznym.	N-473		PTe <sub>d</sub>	2	D=44 (13/4) D=70 (23/4)
5	Oprawki zaciskowe ze stożkiem Morse'a do frezów z uchwytem cylindrycznym.	N-471		PTe <sub>w</sub>	3	Morse Nr 2, 3, 4
6	Tulejki do oprawek zaciskowych	N-474		PTe <sub>x</sub>	17	D=12; d=4+8 D=16; d=4+20 D=20; d=4+20
7	Trzpienie zabierakowe do frezów nasadzanych z uchwytem stożkowym 7:24.	N-470		PTF <sub>a</sub>	9	D=44 d=16÷32 D=70 d=16÷40
8	Trzpienie zabierakowe wydłużone do frezów nasadzanych z uchwytem stożka 7:24.	brak		PTF <sub>b</sub>	9	D=44 d=16÷32 D=70 d=16÷40
9	Trzpienie zabierakowe do frezów nasadzanych na wpust	brak		PTF <sub>d</sub>	9	D=44 d=16÷32 D=70 d=16÷40
10	Trzpienie frezarskie z uchwytem stożkowym 7:24 (podtrzymywane na tulejce).	brak		PTF <sub>c</sub>	9	D=44 d=16÷32 D=70 d=16÷40
11	Trzpienie frezarskie z uchwytem stożkowym 7:24 (podtrzymywane czopem końcowym).	brak		PTF	9	D=44 d=16÷32 D=70 d=16÷40
12	Pierścienie odległościowe do trzpieni frezarskich.	brak		PTF <sub>x</sub>	39	d/l= 16/3+40/100
13	Trzpienie do głowic frezowych ze stożkiem 7:24 (zabierakowe)	brak		PTF <sub>e</sub>	2	
14	Trzpienie ustalające do głowic frezowych ze stożkiem 7:24.	brak		PTF <sub>f</sub>	2	D/d 44, 70 50, 50
15	Nakrętki do oprawek zaciskowych	N-472		PTe <sub>w</sub>	3	d= M22×15 M30×2 M45×2
16	Śruby do mocowania frezów nasadzanych.	N-483		PTF <sub>y</sub>	6	d= M6+M20
17	Klucze do trzpieni zabierakowych.	N-484		PTF <sub>z</sub>	6	d= 13+40

**Tabl. IV. Uchwyty tokarskie**

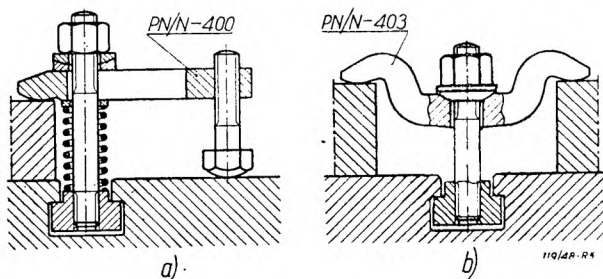
Lp.	Nazwa	PN	Szkic	Symb.	Wielkości	
					ilość	zakres
1	Kły tokarskie 60° ze stożkiem Morse'a.	N-430		PZKa	7	Morse Nr 0÷6
2	Kły tokarskie 60° ze stożkiem Morse'a i płaskami do klucza.	N-431		PZKb	7	Nr 0÷6
3	Kły tokarskie 60° ze stożkiem Morse'a i z nakrętką.	N-432		PZKc	7	Nr 0÷6
4	Kły tokarskie 60° ze stożkiem Morse'a i ze ścięciem.	N-438		PZKf	7	Nr 0÷6
5	Kły tokarskie 60° ze stożka Morse'a i z końcem ze stopu spiekanego.	brak		PZKg	7	Nr 0÷6
6	Kły tok 60° obratowe.	brak		PZKh	5	Nr 2÷6
7	Kły wewnętrzne 60° ze stożkiem Morse'a.	brak		PZNa	7	Nr 0÷6
8	Kły wewnętrzne 60° ze stożkiem Morse'a i ze ścięciem.	brak		PZNc	7	Nr 0÷6
9	Tulejka redukcyjna dla kłówek tokarskich	N-295		PZPK	12	Nr 2/1 + metr 100/6
10	Zabieraki tokarskie proste.	N-435		PZTa	9	D= 3÷100
11	Zabieraki tokarskie hakowe.	N-436		PZTb	9	D= 3÷100
12	Zabieraki samozakleszczające.	brak			4	D= 8÷140
13	Tarcze zabierakowe.	brak			6	D= 80÷355
14	Tarcze tokarskie bez szczęk.	brak			4	D= 250÷630
15	Uchwyty tokarskie 4-szczękowe z niezależnym nastaw. szczęk.	brak		PUTa	3	D= 315÷500
16	Uchwyty tokarskie samocentryrujące 3-szczękowe	brak		PUTb	6	D= 80÷355
17	Uchwyty tokarskie samocentryrujące 4-szczękowe.	brak		PUTc	5	D= 100÷355
18	Uchwyty tokarskie samocentryrujące 2-szczękowe.	brak		PUTd	4	D= 160÷355
19	Trzpienie tok. state.	N-439		PTTa	62	D= 3+100
20	Trzpienie rozprężne z uchwytem stożka Morse'a.	brak		PTTd	11	
21	Tulejki rozprężne do trzpieni PTd	brak		PTTe	17	
22	Trzpienie rozprężne do osadzania między kłami	brak		PTTg		
23	Tulejki rozprężne do trzpieni PTTg	brak		PTTf	17	
24	Zabieraki tokarskie kryte, (zabezp. od wypadku).	brak			8	D= 10÷100



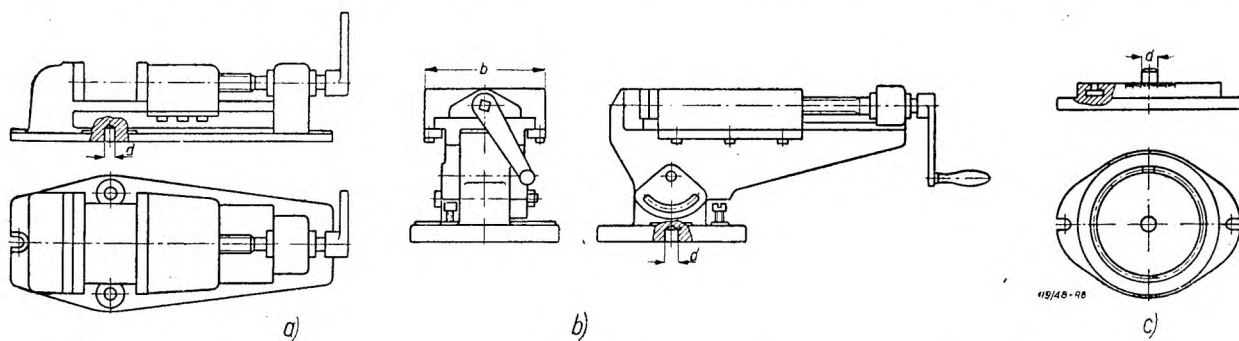
Rys. 4. Samozakleszczający zabierak tokarski.

w zakresie odpowiadającym stosowanym wielkościom narzędzi lub przedmiotów obrabianych.

Należy również zwrócić uwagę, że słownictwo w dziale uchwytowym nie jest dotychczas ustalone. Z używanych wyrazów słowo **uchwyt** posiada znaczenie najogólniejsze. Z dalszych określeń **trzcień** odnosi się do tego rodzaju uchwytów, gdzie narzędzie lub przedmiot obrabiany zamocowywany jest na powierzchni otworu; w odróżnieniu od **oprawki**, która obejmuje z zewnątrz narzędzie lub przedmiot. Słowo „uchwyt“ stosowane bywa w wypadkach, gdy zamocowywanie odbywa się przez szczęki dociskające. Z pośród tak pojętych uchwytów



Rys. 5. Przykłady normalnych mocowań do bezpośredniego zamocowania przedmiotów obrabianych lub uchwytów na stole obrabiarki: a) docisk płytkowy wg PN/N—400, b) docisk korytkowy wg PN/N—403.

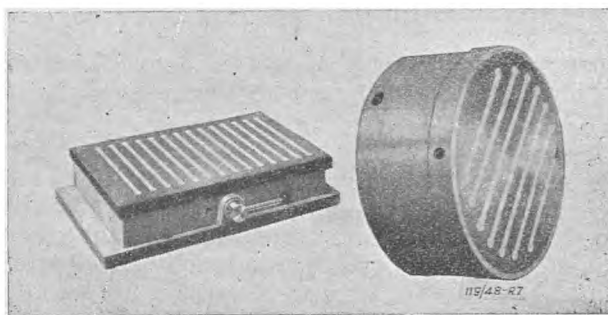


Rys. 6. Imadła maszynowe: a) stałe, b) pochylne, c) podstawa do tych imadel.

wyróżnić możemy **uchwyty samocentrujące**, w których zarówno ustalenie położenia przedmiotu obrabianego lub narzędzia (środkowanie, centrowanie) jak i wywarcie nacisku wystarczającego do przeniesienia momentów obrotowych — odbywa się jednocześnie.

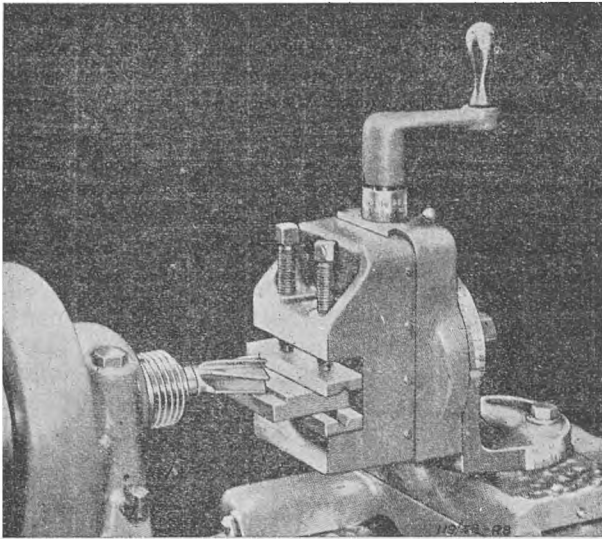
Zaznaczmy, że **kły tokarskie** należą do grupy uchwytów, gdyż spełniają rolę ustalenia położenia, natomiast **zabieraki** wypełniają drugą część zadania, zawartego w pojęciu „zamocowanie“, a mianowicie przenoszą moment obrotowy z wrzeciona na przedmiot obrabiany. Oprócz zabieraków tokarskich prostych i wygiętych należy przewidzieć normalizację zabieraków zabezpieczających przed wypadkami, oraz zabieraków samozakleszczających (rys. 4).

Z uchwytów przeznaczonych do ruchu prostoliniowego roboczego lub posuwowego, pra-



Rys. 7. Uchwyty magnetyczne: a) dla ruchu prostoliniowego, b) dla ruchu obrotowego.

ce normalizacyjne obejmują wszelkiego rodzaju oprawki nożowe dla tokarek, rewolwerówek, automatów, strugarek itp., oraz bardzo ważny dział uchwytów dla przedmiotów obrabianych. Będą to przede wszystkim **mocowadła** (rys. 5), służące do bezpośredniego zamocowywania przedmiotów obrabianych lub też uchwytów i przyrządów na stołach strugarek, frezarek, oraz **imadła maszynowe** (rys. 6). Projekty norm w tej dziedzinie już istnieją. Przewiduje się jeden typ imadła maszynowego stałego (rys. 6a), jeden typ imadła pochylnego (rys. 6b), oraz wspólną dla tych imadel podstawę obracalną (rys. 6c). W ten sposób przez skojarzenie imadła stałego z podstawą

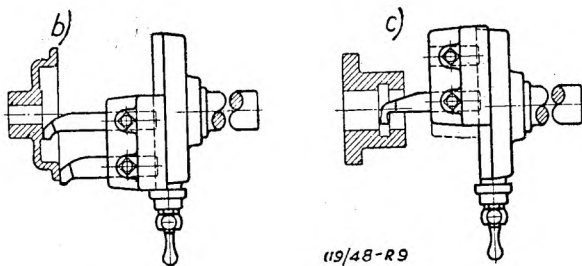
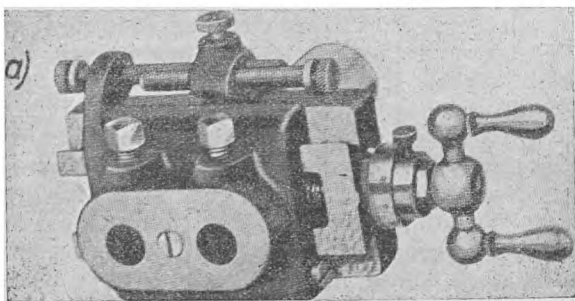


Rys. 8. Suport pionowy do tokarki, umożliwiający wytaczanie i frezowanie.

uzyska się imadło maszynowe obracalne oraz imadła pochylne wraz z podstawą — imadło obracalnie — pochylne. Imadło stałe posiadać będzie 5 (6) wielkości o szerokości szczęk od 80 do 200 (250) mm, oraz imadło pochylne—3 wielkości o szerokości szczęk 100, 125 i 160 mm.

Jako dalsze zamierzenia w dziedzinie normalizacji i produkcji uchwytów należy przewidzieć uchwyty magnetyczne (rys. 7) dla szlifierek do płaszczyzn oraz dla tokarek i szlifierek, a ponadto uchwyty pneumatyczne.

Na zakończenie należy jeszcze zwrócić uwagę na bardzo poważny dział pracy normalizacyjnej w tej dziedzinie, a mianowicie normal-

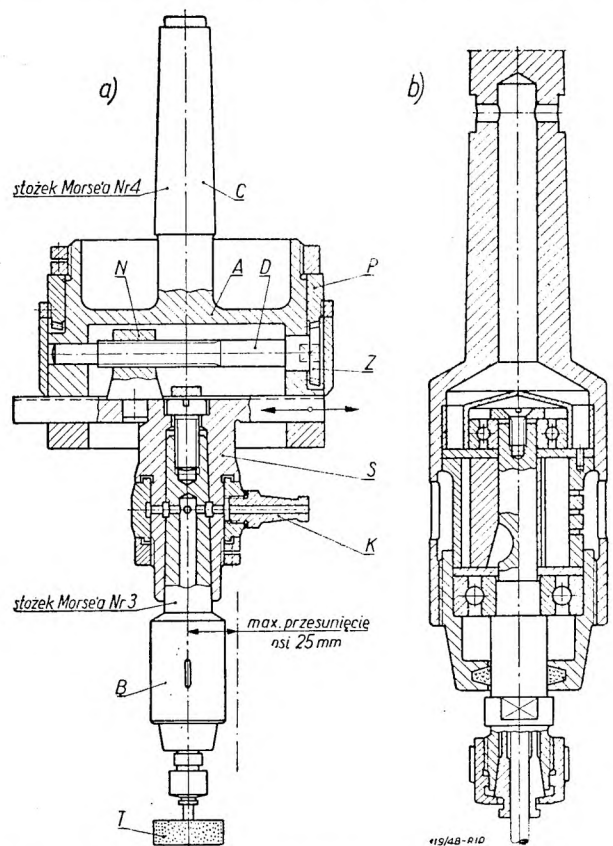


Rys. 9. Przyrząd do planowania i podtaczania rowków z głowicy rewolwerowej.

ne elementy do uchwytów specjalnych. Będą to naogół elementy ustalające oraz elementy zamocowujące. Praca w tej dziedzinie jest już zapoczątkowana; opracowano szereg norm, oraz zebrano poważny materiał do dalszych opracowań. Pełny efekt gospodarczy w tej dziedzinie zostanie osiągnięty, jeśli te normalne elementy będą produkowane centralnie w jednej specjalnie do tego przystosowanej wytwórni.

### 3. Przyrządy uniwersalne

Rola przyrządów uniwersalnych dla obrabiarek powinna być należycie oceniona. Zadaniem ich jest, ogólnie rzecz biorąc, zmiana charakteru pracy obrabiarki, a więc np. umożliwienie frezowania na tokarce (rys. 8), albo też doda-



Rys. 10. Przyrząd do planetowego szlifowania otworów na wiertarce lub wytaczarce, przy czym ruch planetowy uzyskuje się przez: a) obrót całego przyrządu wraz z wrzecionem obrabiarki i b) obrót tarczki szlifierskiej napędzanej turbinką powietrzną. Przyrząd składa się z korpusu *A* i przestawnych sanek *S*, w których znajduje się gniazdo stożkowe do osadzania turbinki powietrznej *B*. Przesławianie mimośrodowe turbinki względem osi chwytu stożkowego *C*, osadzonego we wrzecionie obrabiarki, uzyskuje się za pomocą śruby *D* i nakrętki *N*, połączonej z sankami *S*. Dokładne przesławianie mimośrodowe turbinki dokonuje się przez pokręcanie uzębionego pierścienia *P* i kółka zębatego *Z*, połączonego ze śrubą *D*. Turbinka powietrzna (wykonanie handlowe f-my *Boyle*) przedstawiona na rys. b) wykonuje ok. 15000 obr/min. Średnica tarczki szlifierskiej, osadzonej na wałku turbinki wynosi 16 do 50 mm. Średnica otworów szlifowanych od 18 do 100 mm. („Stanki i instrumenty” Nr 10 — 1947 r.)



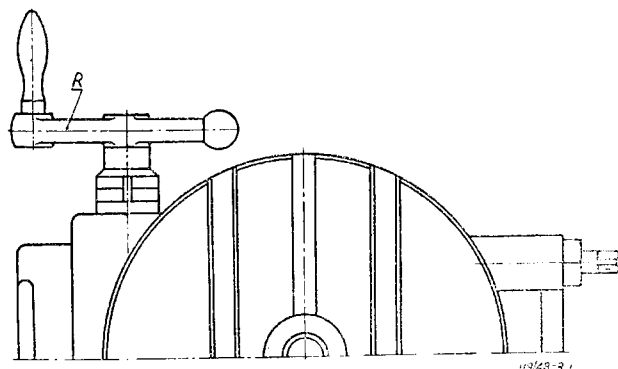
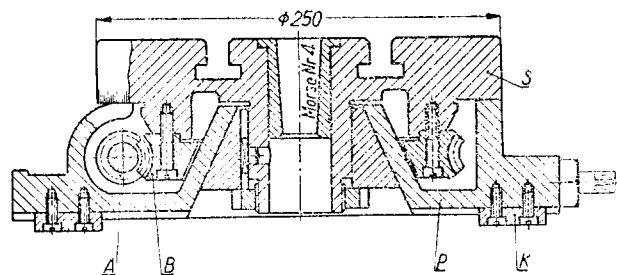
nie takich ruchów, których obrabiarka nie posiada; np. umieszczenie w głowicy rewolwerówki suportu (rys. 9a), umożliwiającego ruch poprzeczny, pozwalający na wykonanie operacji (rys. 9b i c), które normalnie nie mogłyby być na tej obrabiarce wykonane.

Przyrządy tego typu oddają dużą przysługę we wszystkich wytwórniach, które mając do dyspozycji obrabiarki typu uniwersalnego, posiadają produkcję różnorodną w niewielkich seriach. W tych wypadkach zawsze należy doraźnie przystosować posiadany park obrabiarkowy do chwilowych potrzeb i łatwość przekształcenia na pewien okres czasu pewnej grupy obrabiarek np. frezarek poziomych na frezarki pionowe, dzięki zastosowaniu głowic, może decydować o racjonalnym biegu produkcji.

W dziale uniwersalnych przyrządów należy zestawić dokładny program, biorąc za podstawę ustalenie zespołu typowych przyrządów uniwersalnych dla obrabiarek produkowanych obecnie przez nasz przemysł.

Jedynie dla zilustrowania zagadnienia, możnaby tu wymienić przykładowo typowe przyrządy dostosowane do następujących obraberek:

- A) Tokarki. Przyrządy do toczenia kopiowego, głowice rewolwerowe osadzone w koniku lub na suportcie, przyrządy do toczenia kul i elips, przyrządy do zataczania, frezowania gwintów itp.
- B) Wiertarki. Głowice szybkobieżne, głowice wielorzecionowe, przyrządy do gwintowania, stoły krzyżowe, umożliwiające wykonanie na wiertarce zwykłej robót wykonywanych na koordynatowce, przy-

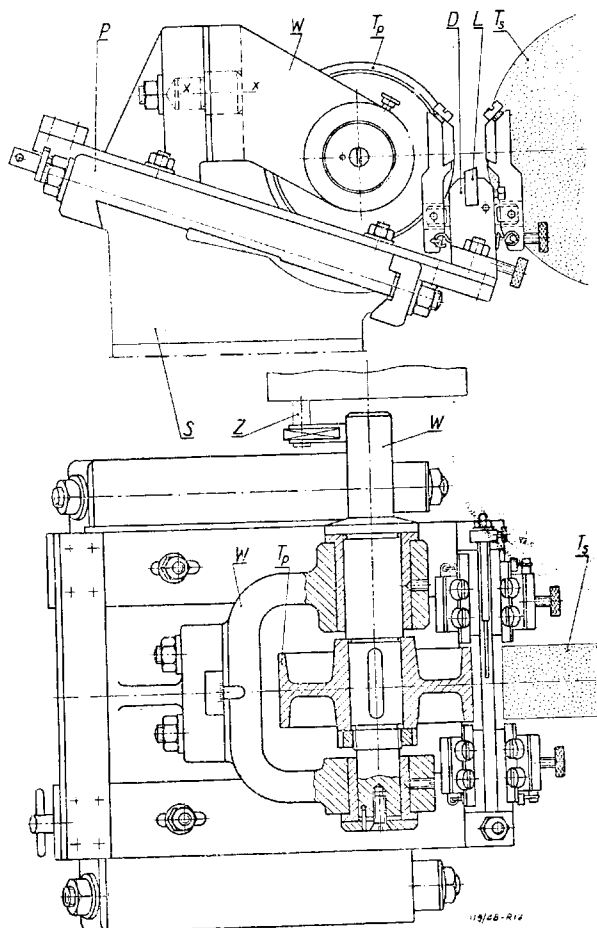


Rys. 11. Stół obrotowy do frezarki.

rządy do szlifowania otworów (rys. 10), a następnie uniwersalne przyrządy wiertarskie, dostosowane do wiercenia otworów w kołnierzach, wałach itp.

- C) Frezarki. Głowice pionowe lub uniwersalne, stoły obrotowe uruchamiane ręcznie (rys. 11), stoły obrotowe z napędem mechanicznym, podziałnice do bezpośredniego dzielenia z osią poziomą i pionową, podziałnice uniwersalne, stoły przestawne o  $180^\circ$ , przyrządy do kopiowego frezowania itp.

- D) Szlifierki do wałków. Przyrządy do szlifowania otworów, przyrządy do szlifowania bezkłowego na szlifierce kłowej (rys. 12) itp.



Rys. 12. Przyrząd do szlifowania bezkłowego na zwykłej szlifierce (kłowej) do wałków. Podstawa przyrządu P jest zamocowana na stole S szlifierki. Tarcza posuwowa  $T_p$  (do wprawiania w ruch obrotowy przedmiotu obrabianego) jest osadzona w skrętnym około osi  $x-x$  wsporniku W; przez skrócenie o niewielki kąt tarczy  $T_p$ , uzyskuje się przesuw wzdłużosiowy podczas szlifowania cylindrycznych wałków. Napęd tarczy posuwowej, osadzonej na wałku W odbywa się z głowicy szlifierki za pomocą kołka zabierakowego Z. Listwa L, na której jest położony przedmiot obrabiany, jest osadzona w podtrzymałkach D, zamocowanych na podstawie przyrządu P. Obróbka odbywa się normalną tarczą szlifierską  $T_s$ , tak jak podczas szlifowania w kłach („Stanki i instrument” Nr 10 — 1947 r.).

# G O S P O D A R K A N A R O D O W A

Inż.-mech. KAZIMIERZ KOZIARSKI

## STAN OBECNY PRODUKCJI NARZĘDZI I ZAMIERZENIA NA PRZYSZŁOŚĆ

### Wstęp

Zbędne jest podkreślanie doniosłej roli narzędzi w procesach technologicznych. W stosunku do ilości wytworzonych przedmiotów, ilość potrzebnych do ich wykonania narzędzi stanowi wprawdzie pozycję niewielką, wiadomo jednak, że brak tego „niewielkiego składnika“ środków produkcji, potrafi zahamować, czy wręcz uniemożliwić terminowe wykonanie zamierzeń wytwórczych.

Patrząc wstecz na historię naszego przemysłu narzędziowego w okresie międzywojennym, stwierdzić należy, że przemysł ten nie został nigdy należycie zorganizowany. Pomimo, że pod względem swej wartości zajmował jedno z czołowych miejsc<sup>1)</sup>, wytwarzanie narzędzi było traktowane zawsze jako „produkcja uboczna“, dając w efekcie narzędzie drogie i nie zawsze o najwyższej jakości. W przeciwieństwie do tego w innych krajach powstały specjalne fabryki narzędzi, a przemysł narzędziowy, łącznie z obrabiarkowym, stawał się współtwórcą nowych metod wytwarzania.

Budując więc dziś zręby naszej planowej gospodarki przemysłowej, musimy dbać o to, aby zapewnić przemysłowi narzędziowemu warunki zdrowego rozwoju.

### 1. Stan obecny przemysłu narzędziowego

Chcąc scharakteryzować stan obecny przemysłu narzędziowego w Polsce trzeba rozpatrzyć organizację tego przemysłu, zadania mu stawiane, to znaczy zapotrzebowanie narzędzi i wreszcie możliwości produkcyjne.

Organizację przemysłu narzędziowego cechuje znaczna decentralizacja. W obecnej chwili narzędzia wytwarzane są w:

- 1) Fabrykach podległych bezpośrednio Zjednoczeniu Przemysłu Obrabiarkowego,
- 2) Fabrykach narzędzi w Starachowicach i w Zakładach „H. Cegielski“, podległych Dyrekcji Przemysłu Motoryzacyjnego i Zjednoczeniu Taboru i Sprzętu Kolejowego,
- 3) Narzędziowniach, jako oddziałach pomocniczych, poszczególnych wytwórni należących do Centralnego Zarządu Przemysłu Metalowego,

<sup>1)</sup> Wg statystyki z r. 1936 przemysł narzędziowy zajmował, pod względem wartości produkcji, szóste miejsce wśród głównych gałęzi przemysłu polskiego, znajdując się przed przemysłami: motoryzacyjnym i rowerowym, maszyn rolniczych, wyrobów kotłarskich, okrętowym, obrabiarkowym i in. „Wiadomości Grupy Producentów Narzędzi“ Nr 4/37.

4) Wytwórniach Narzędzi poszczególnych hut podległych Centr. Zarz. Przem. Hutniczego,

5) Wytwórniach podległych Zjednoczonym Zakładom Artykułów Ściernych.

W ujęciu tym ośrodek kierujący, jakim winna być Grupa Narzędziowa Zjednoczenia Przemysłu Obrabiarkowego, posiada głos decydujący jedynie w stosunku do fabryk grupy pierwszej (należących do ZPO); w odniesieniu do wszystkich innych wytwórni, rola Grupy Narzędziowej sprowadza się do współpracy w uzgadnianiu programów produkcyjnych.

Doświadczenia ostatnich dwóch lat wskazują, że charakter tej współpracy jest niewystarczający. Poszczególne narzędziownie, będące wydziałami lub oddziałami dużych zakładów, przede wszystkim pokrywają potrzeby własnych zakładów, a programy ogólnonarzędziowe, założone i uzgodnione, wykonują w miarę wolnych maszynogodzin. W wyniku tego dotrzymanie terminów wykonania programu narzędziowego jest problematyczne, a hierarchia pilności potrzeb nie zawsze zachowywana.

**Zapotrzebowanie na narzędzia.** Określenie wielkości zapotrzebowania na narzędzia, jest w chwili obecnej w Polsce, ze względu na brak odpowiednio prowadzonej statystyki, trudne do ścisłego ustalenia.

Chcąc, choć w sposób przybliżony, określić wielkość przewidywanego zapotrzebowania, należało sięgnąć do źródeł obcych, uzupełniając je i kontrolując danymi krajowymi.

Wielkość zapotrzebowania narzędzi może być obliczona w stosunku do ilości czynnych obrabiarek jak również do wartości produkcji (faktury).

Według danych radzieckich<sup>2)</sup> stosunek ilości obrabiarek narzędziowych do produkcyjnych powinien posiadać pewną ustaloną wielkość, zależną od rodzaju produkcji. I tak stosunek ten wynosi:

przy produkcji pojedynczej	9 — 12 <sup>0/0</sup> ,
przy produkcji średnioseryjnej	12 — 15 <sup>0/0</sup> ,
przy produkcji wielkoseryjnej	14 — 18 <sup>0/0</sup> ,
przy produkcji masowej	16 — 20 <sup>0/0</sup> .

Ponieważ w końcu 1949 r. w fabrykach podległych CZPM czynne będzie ok. 30000 obrabiarek, przyjmując zaś, że charakter produkcji w tym czasie będzie, ogólnie rzecz biorąc, nosił jeszcze charakter mieszany jednost-

<sup>2)</sup> „Maszynostrojnie“ tom XIV.

kowo - małoseryjny, możemy przyjąć, że ilość obrabiarek narzędziowych winna wynieść ok. 10%, a więc ok. 3000. Przyjmując w dalszym ciągu 3000 godzin pracy dla obrabiarki w ciągu roku i wartość produkcji w ciągu godziny na 7 zł<sup>3)</sup> (wg cen z r. 1937) — obliczyć możemy potrzebną wartość produkcji narzędzi w ciągu roku (zapotrzebowanie narzędzi):  $3000 \times 3000 \times 7 = \text{ok. } 60 \text{ mil. zł.}$

Opierając się na przedwojennych danych polskich, średnie zapotrzebowanie narzędzi i pomocy na 1 obrabiarkę określić można na 1700 zł rocznie, przy ilości godzin pracy 243 miesięcznie. Przyjmując, że w chwili obecnej zatrudnienie miesięczne obrabiarki wynosi 300 godzin — dochodzimy do liczby  $1700 \frac{300}{243} = 2100 \text{ zł.}$  Przy 30.000 obrabiarek czynnych otrzymamy wielkość zbliżoną do obliczonej poprzednio.

Również do podobnej liczby dochodzimy, przyjmując wartość produkcji narzędzi w pewnym procencie do ogólnej wartości wytworów.

Ostatecznie do dalszych rozważań przyjmujemy liczbę 60 mil. zł. (tabl. I).

Dla pozostałych Centralnych Zarządów, Ministerstwa Komunikacji, przemysłu spółdzielczego i prywatnego przyjęto szacunkowo 20% w porównaniu z zapotrzebowaniem narzędzi przez CZPM, co daje liczbę ok. 12 mil. zł.

Przewidywana łączna suma 72 mil. zł obejmuje wszelkie narzędzia i pomoce warsztatowe, jak uchwyty, przyrządy, pomoce pomiarowe i to zarówno normalne, jak i specjalne. W zestawieniu tym pominięto jedynie tarcze szlifierskie i narzędzia rzemieślnicze. Ponieważ jednak gospodarka Grupy Narzędziowej obejmuje, w dziedzinie narzędzi do metali, wyłącznie narzędzia i pomoce warsztatowe normalne, należy liczbę tę szacunkowo ustalić. I otóż wg danych statystycznych<sup>4)</sup> możemy przyjąć, że liczba ta wynosi ok. 60% poz. 3 (tabl. I), a więc ok. 43,2 mil. zł. Wg tego samego źródła na liczbę tę złożą się: normalne narzędzia w 60% (26 mil. zł), normalne uchwyty i przyrządy w 25% (10,7 mil. zł) i normalne pomoce pomiarowe w 15% (6,5 mil. zł).

Zapotrzebowanie na tarcze i materiały szlifierskie może być ocenione na ok. 1000 ton rocznie, co przyjmując średnią wartość ok. 7,2 zł za kilogram, odpowiada produkcji o wartości 7,2 mil. zł.

Ocenę zapotrzebowania na narzędzia rzemieślnicze montersko - ślusarskie oprzemy na przewidywanej liczbie zatrudnionych ślusarzy w r. 1949. Liczbę tę szacuje się na 150.000, co przy założonym, wg danych przedwojennych

<sup>3)</sup> Liczba ta została przyjęta stosunkowo mała, ze względu na przestarzały w dużym stopniu nasz park maszynowy i stosunkowo małą ilość obrabiarek narzędziowych specjalnych.

<sup>4)</sup> Patrz **L. M. Hejfec** „Osnovy eksploatacji instrumentow“ 1947.

TABLICA I

Przewidywane zapotrzebowania na narzędzia i pomoce warsztatowe\*) w r 1949

Poz.	Przewidziane zapotrzebowanie przez:	Wartość w mil. zł. wg cen z 1937 r
1	Fabryki należące do CZPM . . . . .	60
2	Fabryki, należące do innych Centralnych Zarządów, Ministerstwa Komunikacji, przemysłu spółdzielczego i prywatnego (założono 20%, poz. 1) . . . . .	12
3	Razem poz. 1 + 2 . . . . .	72
4	W tym normalne narzędzia i pomoce warsztatowe (założono 60% poz 3) obejmujące: mil. zł a) narzędzia . . . . . 26 b) uchwyty i przyrządy . . 10,7 c) pomoce pomiarowe . . 6,5	43,2
5	Przewidywana produkcja w r 1949	33,8
6	Niedobór . . . . .	9,4

\*) z pominięciem tarcz szlifierskich i narzędzi rzemieślniczych.

nych, rocznym zużyciu narzędzi 85 zł, da orientacyjną wartość:  $150.000 \times 85 = \text{ok. } 13 \text{ mil. zł.}$

## 2. Przewidywana produkcja przemysłu narzędziowego

Przewidywaną produkcję rozpatrzemy i scharakteryzujemy w czterech grupach obejmujących: a) normalne narzędzia i pomoce warsztatowe dla przemysłu metalowego, b) tarcze i materiały szlifierskie, c) narzędzia ślusarsko-monterskie i d) narzędzia dla przemysłów innych.

Wytwórczość normalnych narzędzi i pomocy warsztatowych oparta jest w Polsce głównie na działalności fabryk narzędzi i narzędziowni nie wchodzących w ramy Zjednoczenia Przemysłu Obrabiarkowego. Poszczególne rodzaje narzędzi wykonywane są w niewielkich seriach, przez szereg wytwórców, czemu towarzyszy brak specjalizacji. Dotyczy to w szczególności narzędzi takich jak frezy, rozwiertaki i narzędzia do gwintowania. Na tle ogólnego rozbicia wytwórczości w tej dziedzinie korzystnie zarysowuje się skupienie produkcji wiertel i noży tokarskich (huty „Baildon“ i „Batory“) oraz głowic gwintarskich i przeciągaczy (Starachowice).

Przewidywana wielkość produkcji przedstawiona została w tabl. II.

**Tarcze i materiały ściernie** produkowane są w Polsce w ośmiu drobnych wytwórniach, któ-

TABLICA II

Przewidywana produkcja przemysłu narzędziowego w latach 1948 i 1949  
(Wartość podano w milionach złotych wg cen z r. 1937)

Rok	1	2	3	Razem poz. 1, 2 i 3	4	5	6	7	8	Razem
	Narzędzia skrawa- jące	Uchwyty i przy- rządy	Pomoce pomia- rou'e		Tarcze ścierne	Narzędzia ślusar- sko-mon- terskie	Narzędzia do drewna	Noże do papieru, tytoniu, gumy	Narzędzia gospodar- stwa do- mowego	
1948	14,7	2,9	0,8	18,4	4,0	13,6	5,8	2,2	2	46,0
1949	26,7	4,9	2,2	33,8	7,2	16,7	6,4	2,5	2,1	68,7

re do 1.I.48 r. należały do różnych Centralnych Zarządów i Dyrekcyj Przemysłu Miejsowego. Obecnie wszystkie te wytwórnie zostały podporządkowane CZPM tworząc Zjednoczone Zakłady Artykułów Ściernych.

Zdolność produkcyjna obecnie wynosi ok. 550 ton rocznie (o wartości ok. 4 mil. zł.); przewidywane jest jej zwiększenie w r. 1949 do ok. 1000 ton (wartości 7,2 mil. zł), co związane jest z realizacją zamierzonych inwestycji.

Trudności zaopatrzenia w surowce pochodzenia zagranicznego, nikła zdolność produkcyjna największej przed wojną fabryki tarcz ściernych „Haeberle“ w Grodzisku, przy równoczesnym zwiększonym popycie ze strony przemysłu węglowego, hutniczego i Min. Komunikacji — w konsekwencji dają duży niedobór, który na dzień 1.I.48 r. wyniósł ok. 550 ton.

Wytwórczość **narzędzi ślusarsko - monter- skich** (pilniki, szczypce, przebijaki, wybijaki itp.) skupia się w fabrykach należących do ZPO („Prom“ — Bydgoszcz, „Meyerhold“ — Będzin), co daje możliwość racjonalnej organizacji produkcji. Fabryki te jednak, stanowiące przed wojną własność kapitału prywatnego, znajdują się na niskim poziomie wyposażenia technicznego, toteż starania nad podniesieniem jakości narzędzi, związane będą z odpowiednimi inwestycjami.

Przewidywana wartość produkcji wynosi: w r. 1948 — 13,6 mil. zł, w r. 1949 — 16,7 mil. zł (tabl. II).

Produkcja **narzędzi do obróbki ręcznej i me- chanicznej drewna** oraz narzędzi **gospodar- stwa domowego** skupia się, podobnie jak poprzednia w fabrykach podległych ZPO („Neu- mark i Ołdakowski“ — Łódź, „Śląska Fabryka Pił“ w Wapiennicy; „Gerlach“ — Drzewica). Odnoszą się do niej te same uwagi, co przy grupie poprzedniej.

Noże do papieru, tytoniu i gumy produkowane są w oddziałach mechanicznych hut (głównie „Baildon“).

### 3. Ocena obecnego stanu przemysłu narzędziowego

W zakresie oceny ilościowej obecnej pro- dukcji narzędziowej nasuwają się na podsta- wie tablic I i II następujące uwagi:

1) Przewidywany niedobór na rok 1949 w wysokości ok. 9,4 mil. zł obejmuje głównie uchwyty, przyrządy i pomoce pomiarowe. Dodać należy, że również w grupie narzędzi powstaną braki, po- mimo, że ogólna wartość przewidy- wanej produkcji pokrywa się z zapotrze- bowaniem. Obawę budzą przede wszyst- kim narzędzia do kół zębatach, narzędzia pneumatyczne, przeciągacze, narzędzia do gwintowania, których produkcja prze- widziana jest w Starachowicach i uzależ- niona jest od importu maszyn i urządzeń specjalnych.

Pokrycie niedoboru może być uzyska- ne przez: import lub intensywną rozbud- owę jednej z istniejących narzędziowni.

2) Przewidywana produkcja tarcz ściernych powinna w r. 1949 pokryć zapotrzebowanie.

Aby to uzyskać, należy bezzwłocznie przystąpić do rozbudowy fabryk, przy równoczesnym pokryciu pilniejszych z za- ległych zamówień na drodze importu.

3) Wielkość przewidywanej produkcji nar-zędzi ślusarsko - monter- skich, do drewna, papieru, tytoniu i gumy oraz narzę- dzi gospodarstwa domowego wystarczy, przy istniejących warsztatach produkcyj- nych jedynie z niewielkimi uzupełnieniami, do pokrycia przewidywanego zapo- trzebowania.

Na tym odcinku istnieje zagadnienie uspra- wienia produkcji w kierunku potaniaenia nar-zędzi i podwyższenia jakości wytworów, lecz plany te wiążą się już z zamierzeniami na przyszłość.

### 4. Zamierzenia na przyszłość

Doniosłość zagadnienia zaopatrzenia zakła- du w dostateczną ilość dobrych i terminowo dostarczonych narzędzi jest tak oczywista, że nie wymaga komentarzy. Obecna organizacja i potencjał przemysłu narzędziowego z trudem wystarczy na częściowe pokrycie zapotrzebo- wania na narzędzia i pomoce warsztatowe w latach 1948 — 49. Lata dalsze, w związku z rozwojowymi tendencjami przemysłu meta- lowego, postawią przemysłowi narzędziowe-

mu nowe zadania. Wkraczając w ten nowy okres działalności należy ustalić już obecnie wytyczne, które zapewnią racjonalną rozbudowę tego przemysłu. Wytyczne te odnosić się będą do fabryk narzędzi, narzędziowni fabrycznych i ich wzajemnej współpracy.

**Fabryki Narzędzi.** Zakres pracy fabryk narzędzi powinien objąć te wszystkie normalne narzędzia i pomoce warsztatowe, które mogą być wytwarzane w wielkich seriach lub nawet w drodze produkcji masowej. Umożliwi to daleko posuniętą specjalizację, przyczyniając się z kolei do opracowania właściwych metod produkcyjnych, dających w wyniku tanie i o wysokiej klasie narzędzia.

Produkcja narzędzi specjalnych jak np. przeciągaczy, narzędzi do kół zębatach, wykonywanych indywidualnie, lub w małych ilościach, lecz wymagająca maszyn specjalnych, powinna być skupiona w jednej z fabryk narzędziowych, gdyż tylko w ten sposób da się wyzyskać całkowitą zdolność produkcyjną kosztownych maszyn i urządzeń, zapewniając jednocześnie postawienie produkcji na właściwym poziomie. Fabryki narzędzi powinny być podporządkowane bezpośrednio właściwej organizacji branzowej.

Przewiduje się ilość obrabiarek w tego rodzaju wytwórniach na 500 — 1000, w większości maszyn specjalnych — produkcyjnych, ściśle dostosowanych do założonego programu pracy.

**Narzędziownie fabryczne.** Narzędziownie fabryczne mają do spełnienia następujące zadania:

a) naprawy i konserwacje narzędzi i pomocy warsztatowych normalnych i specjalnych, b) wytwarzanie narzędzi i pomocy specjalnych. Charakter obu tych prac jest całkowicie odmienny: naprawy i konserwacje dają w przybliżeniu stałe obciążenie narzędziowni, w przeciwieństwie do tego zamówienia na wykonywanie nowych narzędzi i pomocy specjalnych napływają „lawinowo“ w związku z uruchamianiem nowej produkcji.

Próby wtłaczania obu tych tak odrębnych zadań, w ramy jednej narzędziowni fabrycznej, jak to się działo u nas przed wojną, dawało bardzo złe rezultaty. Narzędziownie, chcąc podołać wykonaniu w racjonalnym terminie pomocy specjalnych, nadmiernie się rozbudowywały, co powodowało przestoje i niewyzykiwanie kosztownych maszyn specjalnych w okresach braku zamówień. Stąd pochodziło tak popularne w naszych warunkach dorywcze wytwarzanie przez narzędziownie fabryczne narzędzi normalnych (handlowych), do której to produkcji nie były one ani przygotowane ani należycie zorganizowane.

Aby zapewnić w przyszłości lepsze wykorzystanie obrabiarek z równoczesnym skróceniem terminów wykonywania zamówień, przewiduje się tworzenie narzędziowni fabrycznych dwóch typów.

Typ pierwszy tzw. **narzędziownia pomocnicza** ograniczać się będzie wyłącznie do napraw i konserwacji inwentarza narzędziowego i pomocy warsztatowych. Narzędziownie pomocnicze powinny być utrzymane przy wszystkich zakładach obróbki mechanicznej. Narzędziownia pomocnicza posiadać będzie, w zależności od wielkości obsługiwanego zakładu, od kilku do maksimum 40 obrabiarek typu uniwersalnego.

Typ drugi narzędziowni fabrycznej, który nazwać moglibyśmy „**branzowo - rejonową**“ obsługiwać będzie grupę fabryk w ramach jednej gałęzi przemysłu (np. motoryzacyjnego, obrabiarkowego itp.). Zadaniem narzędziowni tego typu będzie wykonywanie narzędzi i pomocy specjalnych w warunkach produkcji jednostkowej lub małoseryjnej. Celowość tworzenia jednej narzędziowni przy kilku, czy kilkunastu fabrykach, umotywowana jest tym, że uruchamianie nowych produkcji w tych fabrykach nie będzie następowało równocześnie — co umożliwi narzędziowni racjonalne zorganizowanie pracy.

Narzędziownia winna obsługiwać zespół fabryk położonych w jednym rejonie dla ułatwienia załatwiania reklamacji, czy wprowadzania zmian.

W przypadkach przeciążenia narzędziowni branzowych, nadwyżki przerzucane by były na inne narzędziownie branzowe w ramach jednej gałęzi przemysłu i tylko w przypadku przeciążenia wszystkich narzędziowni, część pracy przerzucona by była do narzędziowni innej gałęzi przemysłu.

Narzędziownie branzowo - rejonowe powinny posiadać 100 — 300 obrabiarek, w większości o charakterze uniwersalnym, lecz z uwzględnieniem tych obrabiarek specjalnych (np. frezarek do kopiowania przestrzennego), które umożliwią wypełnienie założonego programu.

Narzędziownie tego typu należałyby organizacyjnie do odpowiednich gałęzi przemysłu. Grupa Narzędziowa ZPO współdziałała by jedynie przy ustalaniu programu i przerzucaniu nadwyżek produkcji pomiędzy różnymi gałęziami przemysłu.

Przy opracowywaniu wytycznych organizacyjnych przemysłu narzędziowego należy zwrócić uwagę, że w przemyśle tym dużą rolę odgrywa wykwalifikowany personel rzemieślniczy. Ponieważ, przy postępującym rozwoju przemysłowym tego rodzaju pracowników będzie stale brakować, należy tak dalece jak to tylko możliwe, opierać się na maszynach specjalnych, gdzie większość pracowników stanowić będą robotnicy przyuczeni.

Konsekwentna realizacja naszkicowanego programu umożliwi przemysłowi narzędziowemu, opartemu o fabryki narzędzi i narzędziownie fabryczne, zaopatrzyć kraj w tanie i wysokiej klasy narzędzia we właściwym czasie.

# DZIAŁ ODLEWNICZY

Inż.-mech. ANDRZEJ JANASZEWSKI i inż.-mech. STANISŁAW WERNER

## GRUSZKI TROPENASA W ODLEWNI

Mało stosowanym w Polsce sposobem otrzymywania staliwa jest powierzchniowe świeżenie metalu w gruszce (konwertorze) **Tropenasa**. Stosunkowo niskie koszty założenia instalacji, prostota prowadzenia, łatwość każdorazowego dostosowania ilości płynnego staliwa do wymagań odlewni i możliwości zmiany w pewnych granicach składu chemicznego, powinny zwrócić uwagę odlewników polskich na tę metodę produkcji staliwa. Dla zorientowania czytelnika w pracy odlewni staliwa, posiadającej gruszki **Tropenasa** opiszemy pokrótce instalację taką, istniejącą w fabryce **H. Cegielskiego** w Poznaniu.

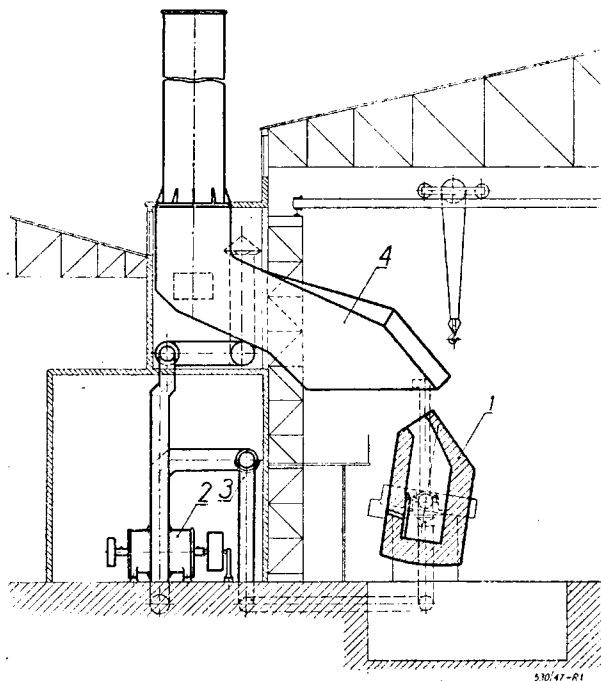
Instalacja składa się z dwóch na przemian pracujących żeliwiaków, o średnicy wewnętrznej 900 mm i wydajności średniej ok. 5 t/godz. oraz z trzech gruszek **Tropenasa** o pojemności 1,8 t każda.

W gruszkach **Tropenasa** stosowana jest wyprawa kwaśna, zawierająca w przeważnej części krzemionkę. Powoduje to przejście całkowitej ilości fosforu, zawartego w żeliwie do staliwa i dlatego zmuszeni jesteśmy stosować surówki, zawierające jak najmniejsze ilości fosforu, a więc surówki hematytowe. Stosując wsad do żeliwiaka składający się z 120 kg hematytu, 130 kg złomu własnego (lejów i braków staliwnych), 240 kg złomu stalowego (walcowanego lub kutego) i 10 kg żelazokrzemu hutniczego, otrzymuje się żeliwo o następującym składzie chemicznym:

Si 1,5 — 1,8%; Mn — 0,5%; oraz niewielkie ilości P i S (żaden z tych składników nie powinien przekraczać 0,1%). Wsad koksu do żeliwiaka wynosi 14% wsadu metalowego. Żeliwo zlewa się do kadzi o pojemności 2 t i po dokładnym usunięciu żużla oraz po odsiarczeniu sodą, transportuje się przy pomocy suwnicy do gruszki.

Konwertor **Tropenasa** jest to zbiornik z blachy (rys. 1) zwężający się ku górze, o kształcie podobnym do gruszki. W połowie wysokości posiada on silny pierścień staliwny z dwoma poziomymi czopami, umieszczonymi w łożyskach podstawy i pozwalającymi na obrót całej gruszki dookoła osi poziomej. Jeden z czopów, za pośrednictwem przekładni zębatej, połączony jest z silnikiem elektrycznym, obracającym gruszkę. Przez drugi czop, pusty wewnątrz, oraz pierścień doprowadzane jest do komory powietrznej powietrze pod ciśnieniem 0,3 at. Stąd przez 6 dysz ustawionych pod kątem 15° do poziomu

metalowi wchodzi powietrze do wnętrza gruszki. Powietrze dostarcza dmuchawa **Roota** napędzana silnikiem o mocy 120 KM. Piecowy prowadzi proces z kabinki umieszczonej przed gruszką, kierując ruchem silnika obracającego konwertor oraz obsługując zawór na przewodzie powietrznym. Gruszka wyłożona jest wewnątrz cegłami dynasowymi, lub masą ogniotrwałą. Objętość gruszki jest znacznie większa od objętości wlewanego żeliwa, dla uniknięcia strat metalu, gdyż burzliwy przebieg świeżenia powoduje silne rozpryskiwanie płynnego żeliwa. Po każdym dniu pracy wykładzina gruszki wymaga naprawy.



Rys. 1. Instalacja gruszek w odlewni **H. Cegielskiego** w Poznaniu.

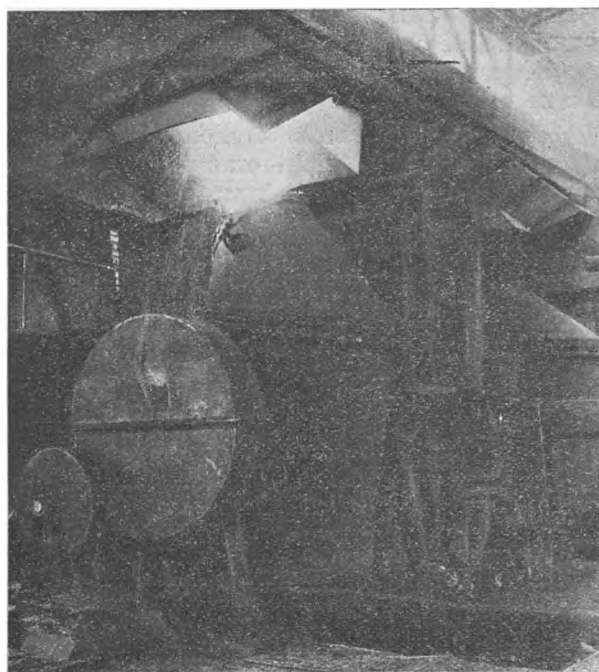
Przed rozpoczęciem świeżenia gruszkę należy dobrze wygrzać, opalając ją przez 12 godzin koksem hutniczym. W celu napełnienia gruszki metalem przechyla się ją do położenia poziomego (tak, aby dysze znalazły się u góry) i przelewa się żeliwo z kadzi. Następnie podnosi się gruszkę i ustawia w takim położeniu, aby poziom metalu sięgał dysz, co kontrolujemy przez wziernik umieszczony na skrzyni powietrznej. Ustawienie gruszki należy sprawdzić kilkakrotnie w czasie dnia, gdyż zużycie obmurza gruszki powoduje konieczność zwiększenia wsadu płynnego metalu.

Świeżenie w gruszce **Tropenasa** jest powierzchniowe, w odróżnieniu od gruszek **Bessemera** i **Thomasa** powietrze tu nie jest wprowadzane od dołu i nie przechodzi przez metal, ale uderza skośnie o powierzchnię metalu i wzburza ją. Zetknięcie roztopionego żelaza z powietrzem powoduje intensywne spalanie zawartego w żelazie krzemu, manganu i węgla.

Spalenie 1% krzemu podnosi temperaturę o około 200 C, 1% Mn o 46 C, 1% węgla o 26C. Wartości te zmieniają się w zależności od temperatury żelaza, wyprawy pieca, wilgotności powietrza. Wynika z tego, że paliwem gruszki **Tropenasa** są składniki żelaza, a w szczególności krzem. Zawartość 1,8% Si pozwala osiągnąć temperaturę staliwa ponad 1550 C, co gwarantuje jego dobrą lejącość.

Po należytych ustawieniach gruszki skierujemy powietrze do dysz. W chwili po rozpoczęciu dmuchu obserwujemy zjawienie się małego płomienia wydobywającego się wśród snopu iskier z gardzieli gruszki. W okresie tym, zwanym **okresem iskrowym**, spala się przede wszystkim krzem i mangan oraz nieznaczne ilości węgla, podnosząc szybko temperaturę metalu. Uchodzące gazy unoszą z sobą cząsteczki żużla. Po ok. 4 minutach płomień opada, gdyż większa część krzemu i manganu wypaliła się. Teraz następuje **okres płomienny**, w którym spala się węgiel. Zapalenie się węgla powoduje szybkie wzrastanie płomienia (rys. 2). Barwa jego przechodzi z pomarańczowej, przez jasno-żółtą, aż do oślepiąco białej. W okresie tym ze względu na burzliwy przebieg reakcji jest wyrzucany niejednokrotnie z gruszki żużel wraz z metalem. Zapobiec temu można, zmniejszając ciśnienie powietrza. Po 6 — 8 minutach, długość płomienia wyraźnie się zmniejsza. Ostatni **okres wsadowy** znamionuje wznoszenie się płomienia skokami aż do największej w czasie procesu długości, sięgającej 5 m. Płomień staje się bardzo świecący, nieprzejrzysty, pojawia się dym barwy brunatnej, świadczący o spalaniu się żelaza. Iskry wydobywające się teraz są mniejsze niż poprzednio i gasną spokojnie, nie rozpryskując się. Zjawiska te świadczą o zbliżaniu się końca procesu świeżenia. Kilkakrotne skoki płomienia i zaraz po tym opadnięcie go prawie zupełnie świadczy o zakończeniu procesu. Gruszkę należy przechylić, zamykając stopniowo dopływ powietrza. Piecowy sprawdza teraz czy staliwo nie „gotuje się“, co świadczyłoby o niepełnym wypaleniu węgla. W takim wypadku należy gruszkę jeszcze raz przechylić i proces dokończyć. Cały proces trwa od 10 do 18 minut. Na czas trwania procesu mają

- 1) Temperatura gruszki; im lepiej gruszka jest nagrzana przed wlaniem żelaza, tym mniej ciepła traci się na jej rozgrzanie, tym prędzej następuje spalanie węgla.
- 2) Temperatura płynnego wsadu; im jest ona wyższa, tym prędzej następuje zapłon.
- 3) Skład chemiczny płynnego wsadu: im wsad jest bogatszy w domieszki palne, szczególnie w krzem, tym dłuższy jest proces świeżenia.
- 4) Wielkość wsadu: im większy wsad, tym oczywiście dłuższe jest świeżenie.
- 5) Ciśnienie powietrza: im wyższe stosujemy ciśnienie, tym proces trwa krócej, lecz reakcje przebiegają bardziej gwałtownie i większe są straty metalu.



Rys. 2. Gruszka **Tropenasa** w czasie świeżenia metalu.

Wyświeżone staliwo zawiera od 0,08 do 0,12% C, 0,05% Si, 0,05% Mn, poniżej 0,10% P i poniżej 0,1% S.

Skład chemiczny staliwa wymagany przez odlewnię powinien być następujący: 0,1% C, 0,25% Si, 0,5% Mn, 0,1% P, 0,1% S.

Widać więc, że wyświeżone staliwo należy wzbogacić w krzem i mangan. W tym celu do przechylonej gruszki wprowadzamy ok. 15 kg 70%-go żelazo-manganu zwilżonego wodą. Rozkład wody w wysokiej temperaturze powoduje wybuch, który rozbija warstwę żużla i ułatwia wpadnięcie zaprawy do metalu. Tak dostarczony mangan częściowo przechodzi do staliwa, częściowo zaś redukuje tlen z dwutlenku krzemu —  $\text{SiO}_2$ , zawartego w żużlu i przez to zwiększa także ilość krzemu

w metalu. Jeżeli na powierzchni metalu w gruszce znajduje się dużo żużla, zagęszczamy go wrzucaniem do wnętrza piaskiem i część ściągamy gracką żelazną nazewnątrż, a część spychamy w głąb gruszki.

Aby usunąć z metalu tlenki, powodujące kruchość, wrzucamy do kadzi 3,5 kg żelazokrzemu, a dla odgazowania 1 kg aluminium. Kadź podwozimy suwnicą pod gardziel gruszki i przelewamy do niej staliwo.

Przy należytej współpracy obsługi żeliwiaka

i obsługi gruszki, przy sprawnym odbieraniu i transporcie żeliwa, można dostarczać odlewni top staliwa co 22 minuty. Dobrze wykonane obmurze gruszki wytrzyma do 24 topów, czyli w dniu odlewu jedna gruszka dostarczyć może 46 t staliwa. Każda gruszka po dniu pracy musi dwa dni stygnąć, aby można wejść do jej wnętrza dla naprawy.

Odlewnia zakładów **H. Cegielski** mając zainstalowane 3 gruszki może odlewać staliwo 5 razy w tygodniu.

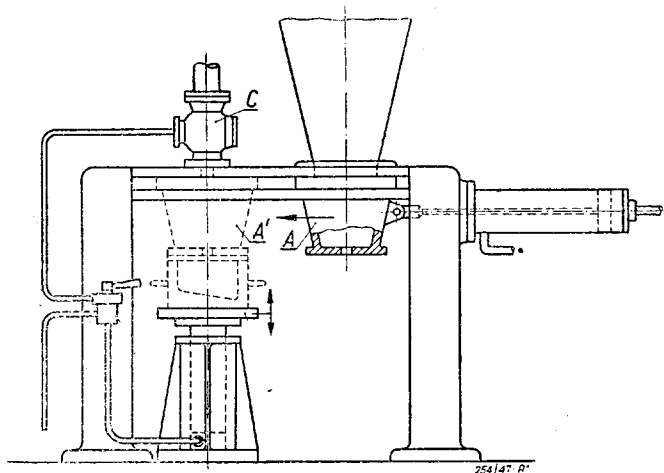
## ODLEWNIE ZAKŁADÓW RENAULTA

Fabryka samochodów **Renault**, która w swym oddziale w Paryżu Billancourt zatrudniała w 1942 r. 23.000 robotników i prowadziła zarówno w Billancourt jak też w jej nowym oddziale w Le Mans duże odlewnie, w których przeprowadzono szeroko mechanizację poszczególnych operacji<sup>1)</sup>.

Fabryka w Billancourt wykonuje rozmaite odlewy żeliwne jak bloki oraz głowice cylindrowe przy użyciu żeliwiaków, a wały korbowe, pierścienie tłokowe i odlewy odśrodkowe z elektrycznego pieca, a ponadto odlewy z żeliwa ciągliwego z pieca płomiennego opalanego węglem oraz odlewy stalowe z gruszek **Bessemera**.

### 1. Wykonywanie rdzeni

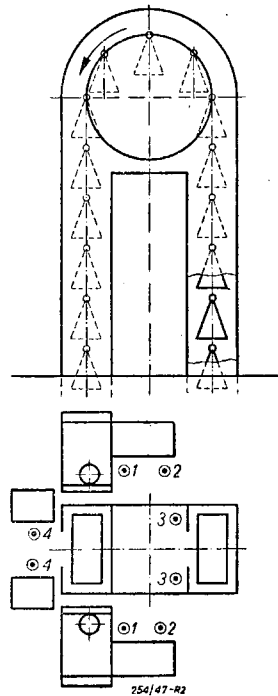
Nadmuchiarki rdzeni stosowane zarówno w odlewni bloków cylindrowych, jak i w odlewni wałów korbowych, opracowane i wykonane są przez firmę **Renault**. Jak widać z rys. 1 są to maszyny o budowie bramowej, odzna-



Rys. 1. Nadmuchiarka rdzeni.

<sup>1)</sup> Artykuł ten został opracowany na podstawie raportów rzeczoznawców niemieckich, którzy badali odlewnie francuskie w czasie okupacji Francji w r. 1942. Materiały te droga przypadku dostały się wraz z ilustracjami do rąk autora niniejszego artykułu.

czające się w porównaniu z maszynami o budowie kolumnowej większą sztywnością i dokładnością pracy. Zbiorniczek **A** nadmuchiarki jest najpierw napełniany masą, znajdującą się w zbiorniku a następnie przesuwana się w położenie **A'** do nadmuchiwania i zostaje przyciśnięty wraz z skrzynką rdzeniową wykonaną ze stopu aluminium do zaworu nadmuchiującego **C**. Maszyny wykonane są z nadzwyczajną dokładnością, wyróżniająca się dużą szczelnością, posiadają samoczynne smarowanie i czułe przyrządy sterujące, dzięki czemu zużycie powietrza jest minimalne i praca odbywa się cicho. Czas nadmuchiwania jest bardzo krótki: nawet duże skrzynie rdzeniowe są nadmuchiwane w ciągu ułamka sekundy.



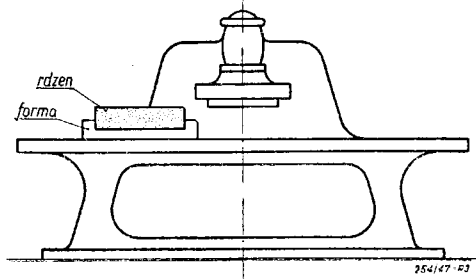
Rys. 2. Schemat suszarki wieżowej wraz z nadmuchiarkami.

Suszenie rdzeni odbywa się w suszarkach wieżowych<sup>2)</sup>, przy czym po obu stronach suszarki (rys. 2) umieszczone są dwie nadmuchiarki; pracownik **1** przesuwa gotowe rdzenie wraz ze skrzynkami rdzeniowymi do pracownika **2**, który nakrywa je blachą dziurkowaną lub foremką do suszenia, obraca skrzynkę i zdejmuje ją z rdzenia. Pracownik **3** wstawia gotowe rdzenie do suszarki. Rdzenie przechodzą przez suszarkę po czym robotnik **4** je wyjmuje.

<sup>2)</sup> W Le Mans gdzie nie ma gazu wszystkie urządzenia wymagające ogrzewania opalane są węglem przy czym zastosowane są paleniska o napędzie mechanicznym.



Rdzenie, które składają się z 2 części szlifuje się na specjalnych szlifierkach (rys. 3) w płaszczynie podziatu.



Rys. 3. Szlifierka do rdzeni.

Po złożeniu rdzenia, zalewa się ołowiem otwory stożkowe w rdzeniach, łącząc w ten sposób obie części ze sobą.

Wszystkie rdzenie kontroluje się sprawdzianami, tak że nigdy nie zachodzi konieczność docierania rdzeni przez formierzy.

Rdzeniarnia przygotowuje masę dla własnych potrzeb w małych mieszarkach systemu **Eyricha** oraz w piecu do suszenia świeżego piasku, własnej konstrukcji firmy **Renault**. Piec ten o wydajności 1 t suchego piasku na godzinę jest opalany węglem, przy czym jest ogrzewany zewnętrzny płaszcz pieca, a piasek przechodzi przez dość prędko obracający się stożkowy bęben.

## 2. Odlewnia głowic i bloków cylindrowych

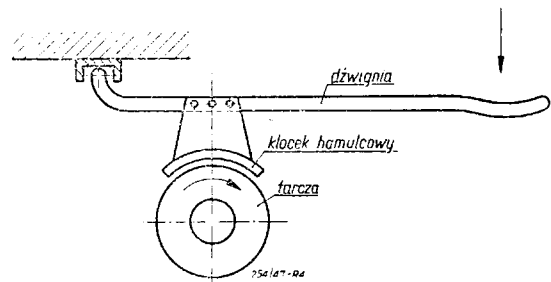
Wszystkie rdzenie dla tej produkcji wykonywane są na poprzednio opisanych rdzeniarkach-nadmuchiarkach. Rdzenie wkładają się do „skrzynek oszczędnościowych“, które są wykonane z masy formierskiej, i mają na celu utrzymywanie rdzenia w należywym położeniu. Położenie rdzeni w formie kontroluje się sprawdzianami.

Składanie skrzynek odbywa się przy pomocy lekkich żurawi pneumatycznych. Tempo pracy jest tu zadziwiające: wykonanie formy, założenie rdzeni i kontrola ich położenia, złożenie skrzyń i przygotowanie do zalania metalu trwa nie dłużej niż 4 minuty. Robotnicy zajęci formowaniem i odlewaniem, stoją wewnątrz owalnego toru kolejki okrężnej, składającej się z lekkich, połączonych ze sobą wózków, na których ustawia i składa się skrzynki formierskie oraz zalewa się formy, po czym wózek przebiegają przez silnie wentylowany tunel do ochładzania. U wylotu tunelu (gdzie odbywa się wybijanie skrzyń, ustawiony jest silny wentylator, który odciąga parę, wydobywającą się ze skrzynek pod okap umieszczony u góry wysokiej hali tak, że ludzie pracujący przy wybijaniu nie są narażeni na działanie kurzu i pary. Pomimo intensywnej pracy robotnicy nie są zabrudzeni lub zakurzeni.

## 3. Odlewnia wałów korbowych

Formowanie odbywa się w rdzeniach w postaci płyt, które nakłada się jedna na drugą, kontrolując stale wzajemne położenie sprawdzianami. Do kompletu płyt rdzeniowych dodaje się jeszcze płytę dolną i przykrywą górną, a całość ściąga się śrubami. Montaż form odbywa się wprost na transporterach kołkowych, które serpentynami przebiegają przez odlewnię. Wały korbowe odlewa się ze specjalnego żeliwa o zawartości 1,5% C, z małym dodatkiem niklu i miedzi. Metal topi się w elektrycznym piecu łukowym o pojemności 3 t. Formy przechodzą po odlaniu przez tunel z naturalnym ciągiem, gdzie następuje ochładzanie. Wybijanie form wykonuje się w podziemnej części budynku.

W oddziale tym wykonuje się także tuleje na pierścienie tłokowe na małych maszynach do odlewów odśrodkowych, napędzanymi silnikami elektrycznymi i tarczami ciernymi, przy czym szybkość obwodowa dochodzi do 22 m/sek. Do zahamowania maszyny służy przenośny hamulec (rys. 4), który jednym końcem zaczepia się o odpowiedni występ w obudowie maszyny, po czym przyciska się klocek hamulcowy do tarczy. Łyżki posiadają pojemność, odpowiadającą ilości metalu, potrzebnego do zalania jednej formy. W tym oddziale na bardzo małej przestrzeni umieszczono 10 maszyn, które obsługuje



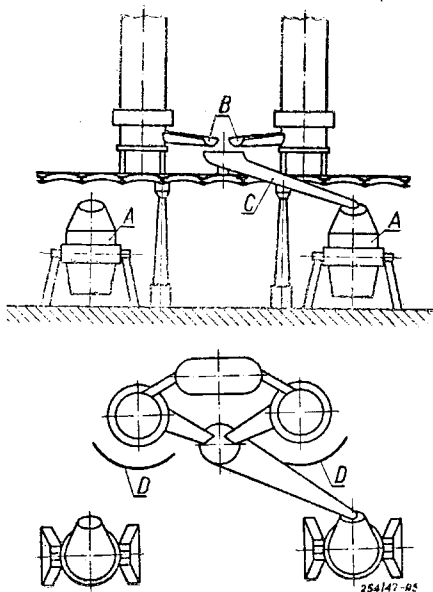
Rys. 4. Przenośny hamulec dla maszyn do odśrodkowego odlewania pierścieni tłokowych.

je czterech robotników. Odlewanie odbywa się co 10 minut. Żeliwo na pierścienie tłokowe topi się w dwóch piecach elektrycznych: 1-szy o pojemności 1 t (o pionowych elektrodach), 2-gi bębnowy o pojemności 500 kg z poziomymi elektrodami.

## 4. Odlewnia staliwa

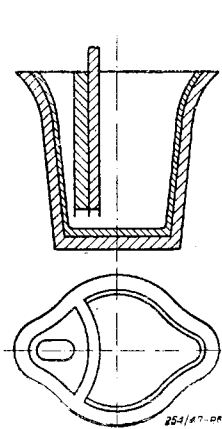
Topienie stali odbywa się w żeliwiakach i konwertorach. W odlewni w Billancourt ustawiono 2 komplety pieców; w Le Mans 1 komplet. Komplet składa się z dwóch żeliwiaków i dwóch konwertorów. Żeliwiaki umieszczone są tak wysoko, że płynny metal płynie wprost do gruszek, bez przelewania do kadzi. Pomiedzy dwoma żeliwiakami znajduje się zbiornik do którego spływa żelazo. Ze zbiornika za pomocą ruchomej rynny spustowej doprowadza się metal do obu gruszek. Wydajność żeliwia-

ków i gruszek jest tak obliczona, że przy topieniu w jednym żeliwiaku pracują na zmianę obydwie gruszki. Gruszki ustawione są nad podłogą odlewni, a nie w zagłębieniach (rys. 5).

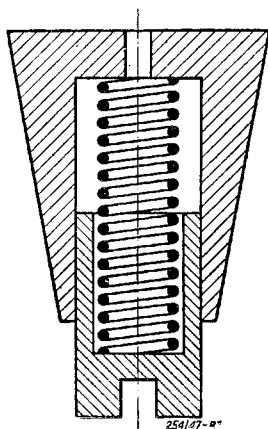


Rys. 5. Instalacja gruszek Tropenasa w Le-Mans.

Żeliwiaki oddzielone są od odlewni ścianą ochronną z blachy. Gazy z gruszek uchodzą do ustawionych nad nimi wyciągów. Ładowanie żeliwiaków w Le Mans odbywa się za pomocą żurawi z kubłami, zaopatrzonymi w kłapy denne; kubły są wprowadzane do żeliwiaka. Topi się przeważnie złom z małym dodatkiem surówki. Do gruszek dodaje się żelazo-krzem celem utrzymania temperatury potrzebnej do spalania węgla. Płynną stal w miarę zapotrzebowania przelewa się do kadzi o pojemności 300 — 500 kg, które posiadają odpływ „czajnikowy“



Rys. 6. Kadź czajnikowa.

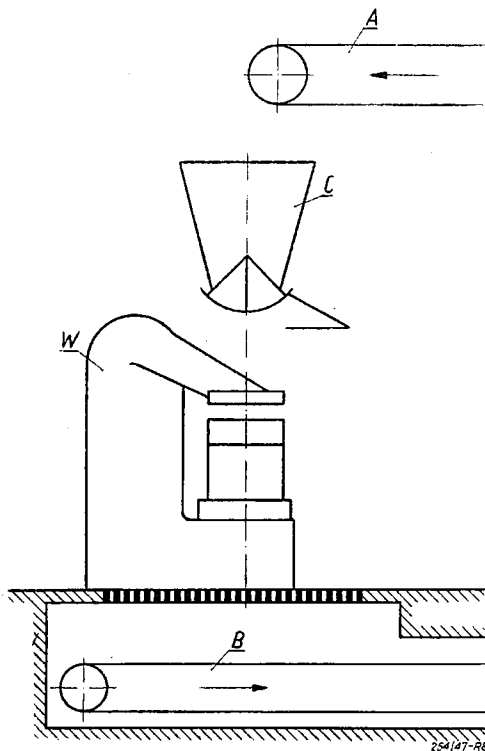


Rys. 7. Stożek gumowy ze sprężyną do wykonywania zbiorników wlewowych.

zatrzymujący żużel (rys. 6), a resztę przetrzymuje się w gruszce. Dzięki temu, że pracują na przemian dwie gruszki, odlewanie odbywa się

prawie że bez przerwy. W odlewni staliwa wykonuje się człon łańcuchów czołgów. Formowanie odbywa się na wstrząsarkach z dodatkowym górnym naciskiem. Do wykonywania wlewów stosuje się stożki gumowe lub sprężynowe (rys. 7).

Do wstrząsarek W (rys. 8) doprowadza się masę formierską od góry za pomocą taśmy transportowej A; przesypującą się w czasie formowania masę odprowadza się z powrotem do zbiornika taśmą B umieszczoną pod podłogą. Nad każdą wstrząsarką znajduje się zbiornik C

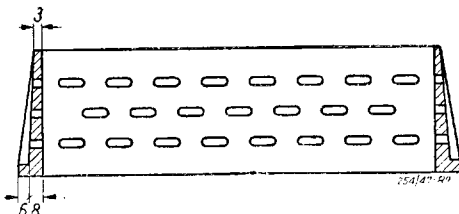


Rys. 8. Schemat ustawienia formierki ze zbiornikiem na masę formierską.

na masę, wykonany bez załamania, aby uniknąć zawieszania się masy. Kabłąk obejmujący zbiornik na masę z trzech stron umożliwia formierzowi uruchomienie dolnego zamknięcia z dowolnego miejsca jego pracy. W formierni nie widzi się młotków, miechów, ostrzy do nakłuwania, sitek, łopat, grafitu, nafty, miotełek, żelaza do zeszkrobrywania, co świadczy o tym, iż praca formierza nie wymaga w ogóle stosowania tych narzędzi.

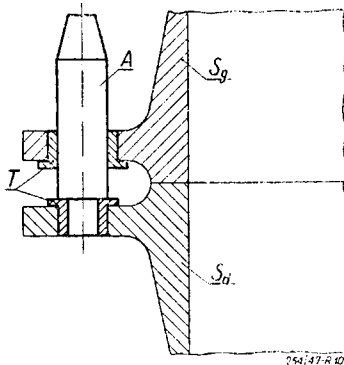
O tempie pracy mogą świadczyć następujące cyfry: 4 ludzi na 1 zmianę formuje 650 skrzynek, 6 ludzi na jedną zmianę formuje 1000 skrzynek.

Skrzynki formierskie (rys. 9) są bardzo lekkie, ze ściankami o przekroju trapezowym, uźbrowanym pionowo i zaopatrzone w poziome otwory szczelinowe. Wzajemne położenie skrzynek dolnej i górnej jest ustalane przy pomocy trzpieni prowadzących, osadzonych w sta-



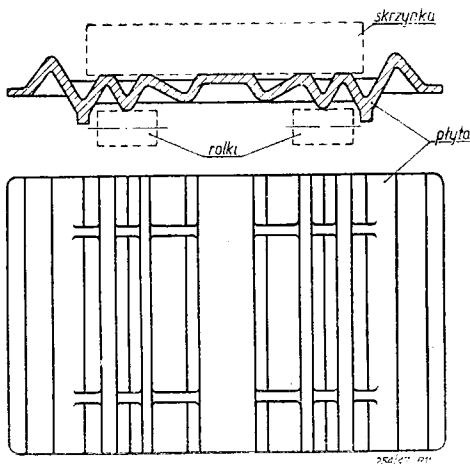
Rys. 9. Skrzynka formierska o wymiarach 350 x 450 mm.

lowych, hartowanych tulejkach (rys. 10). Falista płyta pod skrzynki formierskie daje dostateczne podparcie skrzynki, a jednocześnie umożliwia odpływ gazów i zapewnia nienaganny ruch skrzyń na kolejce rolkowej, zarówno na odcinkach prostych, jak i na łukach i krzy-



Rys. 10. Konstrukcja kołków ustalających przy skrzynkach formierskich.

wiznach (rys. 11). Poza tym płyta ta chroni rolki przed żelazem rozpryskującym się podczas odlewania.

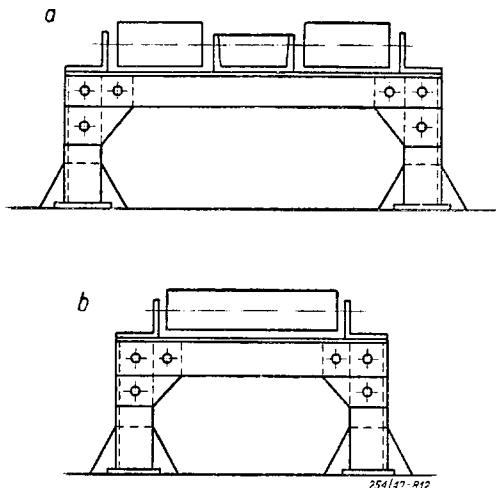


Rys. 11. Płyta falista pod skrzynie formierskie.

Ciekawą konstrukcję posiada transporter rolkowy; zależnie od szerokości skrzyń stosuje się tory jedno- lub dwurołkowe (rys. 12).

Dokładność wykonania transportera odpowiada dokładności stosowanej przy budowie precyzyjnych maszyn; wszystkie rolki są wyposażone w łożyska kulkowe; ich konstrukcja nośna jest bardzo lekka. Nawet najcięższe skrzynie można przesuwac po tym torze z łat-

wością i wystarczy minimalne pochylenie toru, aby zapewnić posuwanie się skrzynek. Złożony komplet skrzynek nie spina się



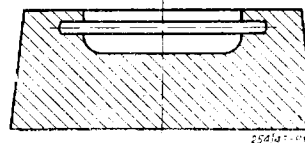
Rys. 12. Stoły rolkowe.

lecz tylko obciąża się ciężarem o odpowiednim kształcie (rys. 13), a na przednie ucho skrzynki zawieszają się blachę zderzakową (rys. 14), po czym spycha się skrzynkę na inne stojące na torze; „wykolejenie się” skrzynek nie występuje dzięki blasze zderzakowej, która łagodzi uderzenia.

Tam, gdzie jest to konieczne, do transportera rolkowego załączone są części ruchome, obracające się dookoła osi pionowej z pewnym spadem tak, że skrzynka po wejściu na taki odcinek zostaje przesunięta na tor boczny, po czym ruchoma część toru samoczynnie wraca do położenia pierwotnego.

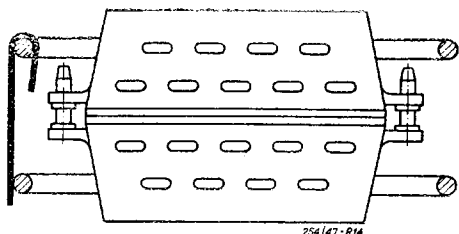
Rys. 15 podaje rozmieszczenie transporterów rolkowych, wstrząsarek i innych urządzeń oraz miejsc poszczególnych operacji.

Na wstrząsarce 2 z urządzeniem do przecięcia formuje się dolną skrzynkę. Po zdjęciu skrzynki dolnej z modelu, zostaje ona odwrócona i ułożona na płycie-podkładce (rys. 11). W następnej pozycji 3 robotnik zakłada dwa rdzenie, obraca na małej obrotnicy skrzynkę o 90° i przesuwają ją na tor poprzeczny, gdzie znajduje się stół z rdzeniami. Robotnik w poz. 4 zakłada resztę rdzeni i ponownie obraca na następnej obrotnicy skrzynkę o 90° oraz przesuwają ją na tor główny.



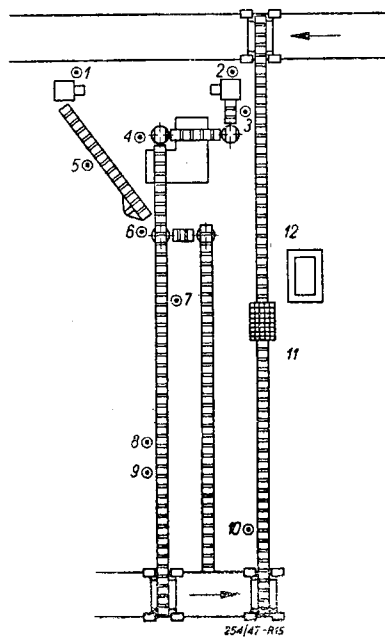
Rys. 13. Ciężar do obciążenia formy.

Na maszynie w poz. 1 została w tym czasie zaformowana skrzynka górna, przesunięta na



Rys. 14. Skrzynka z blachą zderzakową.

tor biegnący pod kątem ostrym do toru ze skrzynkami dolnymi. Robotnik 5 zakłada do skrzynki górnej jeden rdzeń i przesuw skrzynkę dalej na wywrotową część toru, gdzie skrzynka górna zostaje obróconą o ok.  $90^\circ$ , dookoła osi poziomej. Robotnik 6 bierze skrzynkę górną i kładzie ją na skrzynkę dolną, przesuwając się po torze głównym. Robotnik 7 obciąża złożony komplet, zawiesza blachę zderzakową i przesuwa go dalej. W punkcie 8 i 9 zalewa się formy. Gdyby przy odlewaniu form nastąpiły nieprzewidziane przeszkody zatrzymujące prawidłowy bieg skrzyń po torze głównym, to dalsze skrzynie zostają skierowane na zapasowy tor rolkowy. Po odlaniu skrzynki przesuwa się na przesuwnicę, również wyposażoną w rolki, za pomocą której przesuwa się do następnego toru, na którym skrzynie się studzi i wybija. Czas przewidziany na ostygnięcie form jest bardzo krótki, aby nie dopuścić do zbyt długiego przepalania się piasku. Bardzo prosto rozwiązano wybijanie skrzynek; zrezygnowano ze specjalnych urządzeń i przewidziano tylko przerwę w torze 11. Tam skrzynie spadają, masa wysypuje się ze skrzyń i przesypuje przez ruszt wstrząsowy (rys. 16) na taśmę transportera podziemnego. Gotowe odlewy wrzuca się do żelaznej skrzyni 12 (rys. 15)



Rys. 15. Odlewnia ogniow gąsiennicowych.

wpuszczonej w ziemię, a puste skrzynie i płyty stawia się na przedłużeniu toru po którym toczą się do maszyny 2 lub też do przesuwnic dostarczającej skrzynki do maszyny 1. Skrzynie 12 z odlewami przenoszone są żurawiami do oczyszczalni.

Grupa robotników składająca się z 12 ludzi w ciągu godziny wykonuje 120 członów łańcuchowych przy czym dzięki dobrze zorganizowanej pracy nie muszą się zbytnio przemęczać. Podłoga w odlewni jest wybetonowana, nie widać na niej ani kurzu ani piasku; również powietrze w odlewni jest czyste bez dokuczliwych gazów z form i rdzeni.

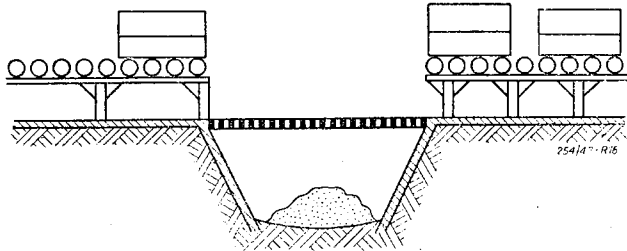
Naprawianie lub łatanie form nie jest przyjęte, tak że braki w odlewni wynoszą ok. 5—6%; taką samą mniej więcej ilość braków wykazuje późniejsza obróbka.

### 5. Przeróbka masy formierskiej

Każdy dział odlewni posiada własną instalację do przeróbki masy i przerabia tylko jeden rodzaj masy. Fabryka Renaulta nie posługuje się różnymi rodzajami masy (modelowej i wypełniającej), jak to się stosuje w innych odlewniach.

Urządzenie do przeróbki masy w Le Mans obliczone jest na  $25 \text{ m}^3/\text{godz}$ . Żurawie podnoszą piasek świeży i wysypują do żelazobetonowych silosów mieszczących całodzienny zapas.

Zużyta masa przechodzi przez magnetyczny oddzielnik i wielokątne sito obrotowe po czym zostaje wsypana do zbiornika. Stąd taśmą transportową masa idzie do gniotownika z dwoma walcami o  $\varnothing 800 \text{ mm}$ . Po przejściu przez ten gniotownik masa dostaje się do drugiego, do którego doprowadza się równocześnie piasek świeży za pomocą elewatora kubełkowego i taśmy transportowej. Po wstępnym zmieszaniu starej masy ze świeżym piaskiem przesypuje się ją do silosa, z którego się ją pobiera w miarę potrzeby; nawilżanie masy następuje w chwili



Rys. 16. Urządzenie do wybijania odlewów.

zesypywania z taśmy transporterowej do leja trzepaka sitowego. Dwa transportery taśmowe doprowadzają po tej operacji masę do silosów, znajdujących się nad maszynami do formowania.

Poszczególne części urządzenia są pomalowane na kolor biały, zielony lub żółty, a miano-

wicie: piece do topienia (a przede wszystkim przewody i zbiorniki powietrza oraz rynny spustowe) i stoły rdzeniary — na kolor biały; urządzenia do przeróbki masy i nadmuchiarki — na kolor matowo zielony, z tym że na rdzeniarkach właściwe pole pracy obramowane jest paskiem białym, w tym celu, aby skoncentrować uwagę rdzeniara na najważniejszą część jego maszyny; maszyny do formowania — na kolor żółty; cała konstrukcja stalowa — na kolor zielony.

Wszystkie wyżej opisane urządzenia znajdują się zarówno w fabryce w Billancourt, jak i w Le Mans. Charakterystycznym dla tej ostatniej fabryki jest to, że wszystkie oddziały mieszczą się w jednej dużej hali, składającej się z 6-ciu naw (rys. 17). W hali tej znajdują się:

- 1) kompletna odlewnia stali wraz ze składem surowki i złomu, 2) kompletna przeróbka masy ze składem piasku, 3) stacja kompresorowa, 4) rdzeniarnia z własnym urządzeniem do przeróbki piasku wraz z suszarkami, 5) formiarnia, 6) odlewnia żeliwa ciągliwego, 7) wyżarzarnia, 8) oddział obcinania wlewów i wychodów, 9) oczyszczalnia.

W każdej z 6-ciu naw jest zainstalowane 1÷3 żurawi. Światło dochodzi przez świetliki w dachach oraz przez oszklone pasy biegnące wzdłuż ścian w dwóch szeregach: jeden powyżej, drugi zaś poniżej jezdni żurawia.

Ściany wykonane są z blachy falistej, podłoga — betonowana, dachy bardzo lekkiej konstrukcji — kryte cegłą. Hala nie posiada osobnego ogrzewania, co ze względu na warunki klimatyczne (temperatura prawie że nigdy nie opada poniżej 0 C) nie jest potrzebne.

## Czy wiecie, że...

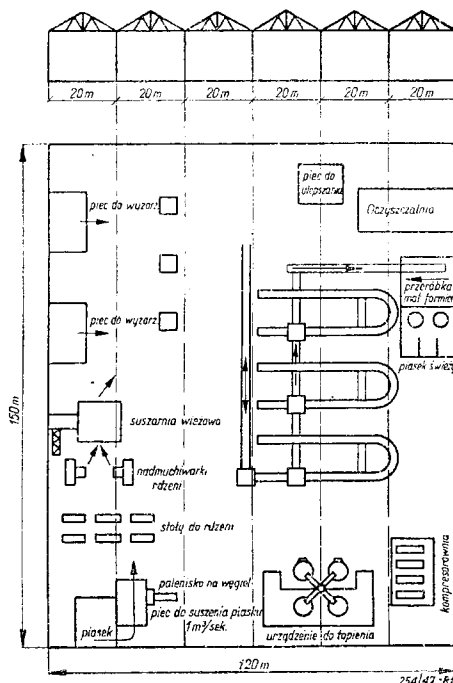
...Instytut Badawczy Odlewnictwa w Krakowie urządza w okresie 21 — 26 czerwca r.b. tygodniowy kurs uzupełniający dla inżynierów-odlewników, złożony z cyklu wykładów teoretycznych, praktycznych zajęć w laboratoriach oraz pogadań dyskusyjnych.

...odlewnie krajowe eksportują na szeroką skalę swoje wyroby i że około 50% ogólnej wartości eksportu przemysłu metalowego przypada na wyroby odlewnicze.

...od chwili uruchomienia po ukończeniu działań wojennych wyprodukowano w firmie *H. Cegielski* w Poznaniu 5400 ton odlewów z żeliwa, 3340 ton odlewów ze staliwa, 360 ton odlewów z metali kolorowych, a w tym ponad 34 tys. sztuk kompletnych maźnic do przeszło 8500 węglarek dla krajowych fabryk wagonów.

...ostatnio amerykańscy producenci for-

Hala posiada 150 m długości, 120 m szerokości i 15 m wysokości (do dolnej krawędzi wiązarów dachowych). Dzięki lekkiej budowie i dużej wysokości wymiana powietrza odbywa się sa-



Rys. 17. Odlewnia Renaulta w Le-Mans.

moczynnie, bez osobnych wentylatorów; powietrze w hali jest świeże i czyste i pomimo, że odlewanie odbywa się bez przerwy, prawie nie można zaobserwować oparów i kurzu.

J. W.

tepianów i pianin zastąpili ciężką i zawsze paczącą się główną ramę, odlewaną zwykle z żeliwa, odlewem ze stopu magnezu, uzyskując konstrukcję nie tylko znacznie lżejszą, lecz i nie ulegającą odkształceniom.

..angielska firma Rev. Motors, Knowley House, Bolton wprowadziła na rynek małe motorki elektryczne, nazywane „Elektrotor”, budowane na zasadach zupełnie odmiennych od motorków produkowanych obecnie. Wykonywane są one w czterech wielkościach, z których najmniejsze mają ok. 5 mm średnicy, największy zaś  $\varnothing 1\frac{1}{2}$  przy takiej samej długości. W roku bieżącym ma być wypuszczone na rynek 5 milionów sztuk tych motorków. Najmniejszy waży  $1\frac{1}{2}$  uncji (1,5 g) i wykonuje 7000 obrotów na minutę.

Przewiduje się zastosowanie tych małych elektrotorów do przyrządów naukowych, modeli, aparatów, zabawek, wycierania szyb samochodowych, aparatów fotograficznych.

## **Hasła, pouczenia!**

### **DBAJMY O OSZCZĘDNOŚĆ W ODLEWNIACH**

W odpadkach usuwanych z odlewni znajduje się jeszcze sporo cennego materiału, którego nie należy wyrzucać na zwały, lecz który powinien być racjonalnie zużytkowany.

Przede wszystkim pamiętajmy o następujących odpadkach:

1. Kawałkach metalu wywożonych z oczyszczalni razem z nie nadającą się do użytku starą masą formierską lub znajdujących się w śmieciach, zmiatanych w oczyszczalniach.
2. Kawałkach paliwa w postaci niespalonych drobnych części koksu usuwanego z paleńsk suszarek, żarowni itp., które po wybraniu ich z odpadków mogą być ponownie użyte w odlewni, chociażby do wypełnienia
3. Żużlu z żeliwiaka, który odpowiednio potłuczony doskonale może być wykorzystany do budowy i naprawy nawierzchni dróg fabrycznych, a należycie granulowany jest doskonałym materiałem do wyrobu cegły żużlowej.
4. Zużyta masa formierska może być również odświeżana w większej ilości, aniżeli ma to miejsce zwłkle w odlewni. Może to dać poważne oszczędności.

## **POLSCY MECHANICY MÓWIĄ PO POLSKU**

Inż.-mch. LESZEK EKER

### **KOŁA ZMIANOWE CZY WYMIENNE**

Drogi, którymi kroczy polskie słowotwórstwo techniczne nie zawsze są najprostsze i naturalne. Pracy na tym polu towarzyszy często zbyt duża skłonność do tworzenia słów nowych w takich wypadach, w których nie są one konieczne, z pominięciem zasobu słów rozpowszechnionych i ogólnie używanych.

Dlatego nie należy się dziwić, że u wielu ludzi budzą niektóre nowotwory nieufność lub słuszny sprzeciw.

Przykładem może być tu nazwa „koła zmianowe”. Najprawdopodobniej wywodzi się ona z niemieckiej „Wechselräder”. Polscy autorzy tłumacząc tę nazwę oparli się na następującej rodzinie słów: „zmiana”, „zmienniac”, „zmienny”, która, ich zdaniem, była tu najwłaściwsza. Przymiotnikiem „zmienny” pogardzono, gdyż tkwi w nim silne piętno zmiany postaci opisywanego przedmiotu. Nie szukając dalszych porównań wybręli z kłopotu tworząc przymiotnik „zmianowy”. Przy-

słowiowego „konia z rzędem” można dać temu, kto w naturalnym języku codziennym nim się posłuży. Nawet technik oswojony z szczególnymi nazwami zawodowymi wymawiając przymiotniki „zmianowy” doznaje językowego wyrzutu sumienia, spowodowanego sztucznością niniejszego słowa.

Zapomniano o tym, że prócz wyżej podanej rodziny słów polskich istnieje inna, mianowicie **wymiana**, **wymieniać**, **wymienny**, również odpowiadająca znaczeniem niemieckim „Wechsel” lub „Wechseln”. Naturalny i ogólnie używany przymiotnik **wymienny** jest w zupełności do tego powołany, aby opisywać takie koła, które w przekładniach zębatych są **wymieniane** dla otrzymania żądanego przełączenia przekładni. Przypuszczenie, że **wymiana** jest nazwą tylko czynności trwałej, nie usprawiedliwia konieczności wprowadzenia nazwy „koła zmianowe” do norm zawodowych.

### **RDZEŃ – RDZENNICA**

W celu uzyskania w odlewniach odpowiednich kształtów wewnętrznych umieszczane są w formie odlewniczej osobne części wykonane z mieszaniny materiałów formierskich. Części te w potocznej mowie większość odlewników przyzwyczało się nazywać „karniami”.

Najwyższy czas usunąć z naszej mowy ten wyraz obcego pochodzenia i zastąpić go właściwym polskim słowem **rdzeń**.

Usuając słowo „kareń” i zastępując go słowem **rdzeń**, usuńmy również szereg słów pochodzących od słowa „kareń”. Pomieszczenie

w odlewni gdzie wykonywa się rdzenie nie nazywajmy „karniarnią”, lecz **rdzeniarnią**; rzemieślnika, wykonującego rdzenie nie nazywajmy „karniarzem”, lecz **rdzeniarzem**. Pamiętajmy, że wykonywując rdzenie posługujemy się nie „kernkastlem”, lecz **rdzennicą** lub **skrzynką rdzeniową**.

Zakończenia rdzenia przeznaczone do umocowania go w formie odlewniczej nazywajmy nie „kernmarkami”, lecz **rdzennikami**.

Rdzenniki umieszczamy w **gniazdkach rdzennika**, wyrobionych w formie za pomocą umieszczonych na modelu **znaków rdzeniowych**.

## MIĘDZYNARODOWE TARGI POZNAŃSKIE 24.IV — 9.V.1948

W okresie od dnia 24 kwietnia do dnia 9 maja br. odbywają się w Poznaniu 21 z kolei, a drugie po wojnie międzynarodowe targi.

Wznowienie Targów Poznańskich podyktowane zostało nie tylko względami lokalnymi, lecz również dążnością do pokazania światu, iż przemysł i wytwórczość polska dźwiga się w szybkim tempie z gruzów, że Polska jest krajem intensywnego rozwoju gospodarczego i że codzienna ciężka praca rąk i mózgów polskich tworzy nowe wartości. A poza tym Targi Poznańskie przez udział w nich szeregu krajów mają być niejako wyrazem harmonijnej współpracy między narodami i wzajemnej wymiany dóbr i usług. Bezpośredni kontakt przedstawicieli sfer przemysłowo-handlowych zagranicą z polską wytwórczością, pozwoli zaprezentować możliwości produkcyjne i eksportowe naszego przemysłu oraz ułatwić nawiązanie trwałych stosunków handlowych.

Tegoroczne Targi odbywają się na powiększonej do 225.000 m. kw. powierzchni i ze względu na liczny udział

wystawców są w naszym życiu gospodarczym bezwątpienia wielkim wydarzeniem. Biorąc w nich bowiem udział wszystkie większe i ważniejsze ośrodki przemysłowo-handlowe Polski oraz wystawcy reprezentujący 16 państw.

Jeśli chodzi o wystawców krajowych, to przemysł państwowy, spółdzielczy i prywatny reprezentuje wszystkie gałęzie swej produkcji.

Spośród wystawców zagranicznych najwięcej eksponatów wystawił Związek Radziecki, prezentując wszystkie gałęzie swego przemysłu; natomiast Anglia, Austria, Belgia, Bułgaria, Czechosłowacja, Dania, Francja, Holandia, Jugosławia, Meksyk, Stany Zjednoczone A. P., Szwajcaria, Szwecja, Węgry i Włochy prezentują tylko niektóre gałęzie swej wytwórczości.

Ponieważ Dyrekcja przygotowała tanie kwatery i posiłki, zaś PKP ulgowe przejazdy kolejowe, niewątpliwie ilość zwiedzających wystawę, będzie większa aniżeli w roku ubiegłym.

## TREŚĆ 4 — 5 ZESZYTU:

## I. ARTYKUŁY GŁÓWNE.

<i>Inż.-mech. Jan Piotrowski.</i> Planowanie ilościowe i jakościowe budowy obrabiarek . . . . .	125
<i>Inż. Tadeusz Malkiewicz.</i> Stale narzędziowe produkowane w Polsce . . . . .	136
<i>Inż. Stig Sandström.</i> Łożyska toczne w obrabiarzach . . . . .	145
<i>Jerzy Miracki.</i> Przeciąganie — ekonomiczna obróbka skrawaniem . . . . .	166
<i>Inż.-mech. Marian Tutak.</i> Nowe prądy w dziedzinie napędu i sterowania hydraulicznego obrabiarek . . . . .	173
<i>Inż. Czesław Nowicki i inż. Wacław Ostrowski.</i> Obrabiarki z wałem giętkim i ich zastosowanie w przemyśle . . . . .	186
<i>Jan Pawlikowski.</i> Koła zębate w budowie obrabiarek . . . . .	190
<i>Inż.-mech. Andrzej Mystkowski.</i> Automatyczne linie obrabiarkowe . . . . .	203

## II. DZIAŁ NORMALIZACYJNY.

<i>Prof. inż. Ludwik Uzarowicz.</i> Zarys działalności Komisji Techniki Warsztatowej PKN . . . . .	208
<i>Inż.-mech. Witold Szymanowski.</i> Normalizacja w budowie obrabiarek . . . . .	212

<i>Inż.-mech. Stanisław Kunstetter.</i> Niektóre zagadnienia z dziedziny normalizacji narzędzi . . . . .	222
<i>Inż.-mech. Stanisław Kulesza.</i> Klasy dokładności obrabiarek na tle Polskich Norm sprawdzania dokładności . . . . .	225
<i>Inż.-mech. Władysław Gwiazdowski.</i> W sprawie normalizacji wyposażenia obrabiarek . . . . .	230

## III. GOSPODARKA NARODOWA.

<i>Inż.-mech. Kazimierz Koziarski.</i> Stan obecny produkcji narzędzi i zamierzenia na przyszłość . . . . .	238
---	-----

## IV. DZIAŁ ODLEWNICZY.

<i>Inż. Andrzej Janaszewski i inż. Stanisław Werner</i> Gruski Tropenasa w odlewni . . . . .	242
<i>J. W.</i> Odlewnie zakładów <i>Renaulta</i> . . . . .	244
Czy wiecie, że . . . . .	249
Hasła i pouczenia. Dbajmy o oszczędność w odlewniach . . . . .	250

## V. POLSCY MECHANICY MÓWIĄ PO POLSKU.

<i>Inż.-mech. Leszek Eker.</i> Koła zmianowe czy wymienne . . . . .	250
Rdzeń-rzennica . . . . .	250
Międzynarodowe Targi Poznańskie . . . . .	251

## CONTENTS for Nos 4 — 5

## I. PRINCIPAL ARTICLES.

Quantity and quality planning of the production of Machine Tools . . . . .	125
Tools Steels manufactured in Poland . . . . .	136
Ball and Roller Bearings for Machine Tools . . . . .	145
Broaching — as an economic method of machining . . . . .	166
New ways in hydraulic drive and control of Machine Tools . . . . .	173
Power driven Tools with flexible shaft and their use . . . . .	186
The problem of gears in Machine Tools manufacture . . . . .	190
Multi-operation Machine Tools . . . . .	203

## II. STANDARDIZATION.

Activities of the Standard Committee for Workshop Technique . . . . .	208
---	-----

The problem of standards in Machine Tool construction . . . . .	212
Some problems in standardizing small Tools . . . . .	222
Classification of accuracy of Machine Tools within Polish Standards . . . . .	225
Standardizing Machine Tools equipment . . . . .	230

## III. NATIONAL ECONOMY.

Production of small Tools and its future aims . . . . .	238
---	-----

## IV. FOUNDRY PRACTICE.

<i>Tropenas</i> furnaces for the foundry . . . . .	242
Foundries of the <i>Renault</i> Works . . . . .	244
Do you know . . . . .	249
Slogans about economy in foundries . . . . .	250

## V. POLISH TECHNICAL TERMS

International Industrial Fairs at Poznań . . . . .	251
--	-----

## TABLE DES MATIERES de Nos 4 — 5

I. ARTICLES PRINCIPAUX.		Quelques problèmes dans le domaine de la normalisation des outils . . . . .	222
Projet relatif aux quantités et qualités des machines outils en construction . . . . .	125	Classification des machines-outils selon les Normes polonaises . . . . .	225
Aciers à outils produits en Pologne . . . . .	136	Normalisation des accessoires des machines-outils . . . . .	230
Roulements à billes des machines outils . . . . .	145	III. ECONOMIE NATIONALE.	
Etirage — procédé économique du travail des métaux . . . . .	166	L'état général de la production actuelle des outils et les projets pour l'avenir . . . . .	238
Nouvelles tendances dans les domaines de la transmission et de la commande hydraulique appliquées dans les machines — outils modernes . . . . .	173	IV. SIDERURGIE.	
Les machines outils avec l'arbre flexible et leurs application dans l'industrie . . . . .	186	Les fours <i>Tropenas</i> dans la fonderie . . . . .	242
Les engrenages appliquées dans la construction des machines-outils . . . . .	190	Fonderies des usines <i>Renault</i> . . . . .	244
Les diagrammes automatiques pour les machines-outils . . . . .	203	Savez vous . . . . .	249
II. NORMALISATION.		Mots d'ordre et instructions. Tenons à l'économie dans les fonderies . . . . .	250
Appercu sur le travail de la Commission pour les études techniques des articles du P.K.N. Comité Polonais de Normalisation . . . . .	208	V. MECHANICIENS POLONAIS SE SERVENT DES TERMES POLONAIS.	250
Normalisation dans la construction des machines outils . . . . .	212	Foires internationales de Posnanie . . . . .	251

## SODIERŻANJE Nr 4 — 5

I. GŁAWNYJE STATII.		K woprosu o standardizacji przysposoblenja dla stankow . . . . .	230
Koliczestwienneje i kaczestwienneje planirowanje proizvodstwa stankow . . . . .	125	III. NARODNOJE CHOZIAJSTWO.	
Instrumentalnyje stali polskowo proizvodstwa . . . . .	136	Sowriemienneje sostojanje, proizvodstwa instrumentow i namierenia w buduszcim . . . . .	238
Podszypniki kaczenja w stankach . . . . .	145	IV. LITIEJNOJE DIEŁO.	
Protiagiwanje — ekonomieczeskaja obrabotka riezaniem . . . . .	166	Pieczy Tropenasa w litiejnom zawodzie . . . . .	242
Nowyje striemlenja w konstrukcji gidrawliczeskowo priwoda i raspriedielenja stankow . . . . .	173	Litiejnyj otdiel zawodow Reno . . . . .	244
Stanki s gibkimi wałami i ich primienjenje w promyszlenosti . . . . .	186	Izwestno-li wam czto . . . . .	249
Zubczatyje koleśa w konstrukcji stankow . . . . .	190	Presliedujtie ekonomiu w litiejnych . . . . .	250
Awtomaticzeskije linii stankow . . . . .	203	V. POLSKIJE MECHANIKI GOWORIAT PO POLSKI . . . . .	250
II. STANDARDIZACJA.		Poznańskaja Miedzunarodnaja Jarmarka . . . . .	251
Oczerk diejetelnosti Komisji Zawodskoj Tiechniki Standardizacja w konstrukcji stankow . . . . .	208		
Niekotoryje woprosy po standardizacji instrumenta . . . . .	212		
Kłasy tocznosti stankow w swiazi s polskimi standartami prowierki tocznosti . . . . .	222		
	225		

## ERRATA

Strona	Szpalta	Wiersz	Zamiast	Powinno być
138	lewa	8	gatunków zbliżonych	klasy jakości
138	lewa	17	określającego średnią zawartość charakterystycznego dodatku stopowego	dla rozróżnienia gatunków zbliżonych
142	prawa	5	10	9
141	Tabl. V	16	KACW	KACw
141	Tabl. V	28	SF	SF 85
148	Tabl. II		CO1	CO5
149	Tabl. III		górne	dolne
149	Tabl. III		dolne	górne
184	lewa	6 od dołu	układu przestrzeni	układu hydraulicznego, dzięki czemu olej kieruje się do jednej lub drugiej przestrzeni

WYDAWCA: INSTYTUT WYDAWNICZY SIMP — WARSZAWA

Kolegium redakcyjne: inż.-mech. Ignacy BRACH, inż.-mech. Heliodor CHMIELEWSKI, inż.-mech. Władysław GWIAZDOWSKI, inż.-mech. Stanisław KUNSTETTER, inż.-mech. Kazimierz OCHĘDUSZKO, inż.-mech. Witold SZYMANOWSKI

Redaktor naczelny: inż.-mech. Adam Tadeusz TROSKOLAŃSKI

Redaktor DZIAŁU ODLEWNICZEGO: prof. inż. Kazimierz GIERDZIEJEWSKI

Redaktor DZIAŁU SAMOCHODOWEGO: inż.-mech. Adam MINCHEJMER

Adres Redakcji: Warszawa-Żoliborz, ul. Dygasińskiego 34.

Adres Administracji: Warszawa-Żoliborz, ul. Mickiewicza 18. Tel. 8-29-85. Administracja czynna codziennie od 9 do 15.

Redaktor przyjmuje w poniedziałki I środy w godzinach od 13 do 16 w siedzibie Redakcji przy ul. Dygasińskiego 34

Przedpłata kwartalna 300,— zł.

PKO Nr konta 1-624

Cena zeszytu podwójnego 400.— zł.

