

Polskie obrabiarki specjalne

CZ. 2

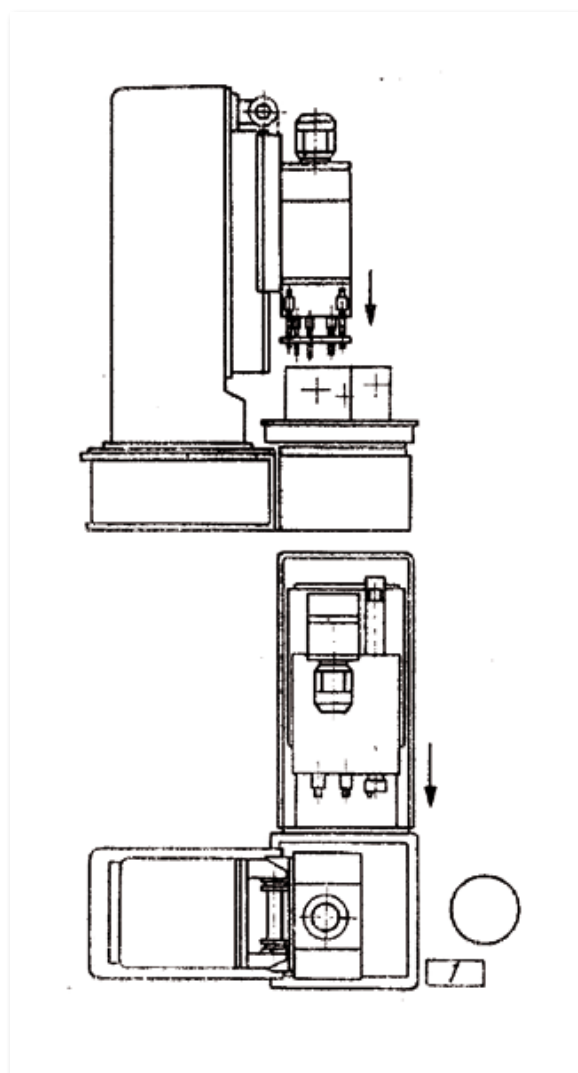
Zasady projektowania i budowy obrabiarek zespołowych nie zmieniły się i podlegają takiej samej procedurze niezależnie czy projektowane są na desce konstrukcyjnej, czy przy pomocy komputera z udziałem nowoczesnych programów. Podobnie układy i typy obrabiarek zespołowych są podobne jak wiele lat wstecz.

Aleksander Łukomski

Poniżej podano podstawowy podział obrabiarek zespołowych na typy i ich charakterystykę.

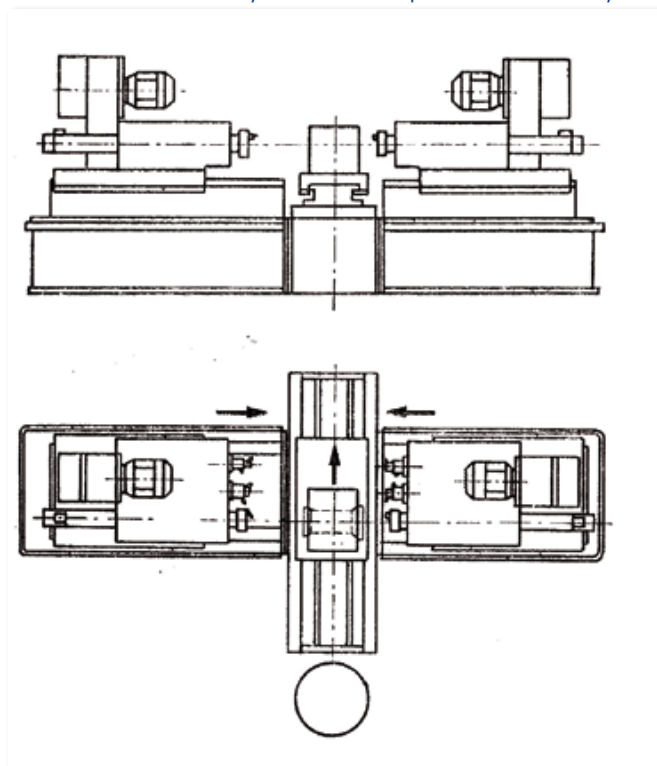
Obrabiarki zespołowe dzieli się na:

- Stacjonarne (oznaczane LS); Detal mocowany jest tu na jednym stanowisku i bez przemieszczania na kolejne stanowiska, na tym samym jest obrabiany, niekiedy z kilku stron jednocześnie. Są to obrabiarki o najprostszym układzie, pozwalające na wykonanie jednego zabiegu, najczęściej bez przezbrajania narzędzi (Rys. 1).
- Wzdłużne (oznaczane LW); Detal mocowany jest na pierwszym stanowisku, a obrabiany na kolejnych, na które przesuwany jest automatycznie za pomocą stołu podziałowego wzdłużnego. Na każdym stanowisku dokonywana jest obróbka, możliwa nawet z trzech kierunków: dwóch poziomych i pionowego. Po przejściu przez wszystkie stanowiska, detal wraca na stanowisko mocowania, gdzie jest odmocowany. Takt pracy obrabiarki jest sumą czasów obróbki, przemieszczania stołu i jego powrotu, i czasu mocowania i odmocowania detalu obrabianego (Rys. 2).
- Karuzelowe (oznaczane LK), gdzie na stanowisku mocowania detal jest wkładany do przyrządu i mocowany, po czym stół obrotowy, na którym zamontowano tyle przyrządów ile stanowisk ma stół podziałowy (4, 6, 8, 12) obraca się o jeden podział. Na każdym stanowisku (podziale) jest wykonywana jakaś obróbka, niekiedy z wielu stron, nawet jednocześnie, lub pomiar, jednocześnie na wszystkich



Rys. 1 Obrabiarka zespołowa stacjonarna LS

Rys. 2. Obrabiarka zespołowa ze stołem wzdłużnym LW



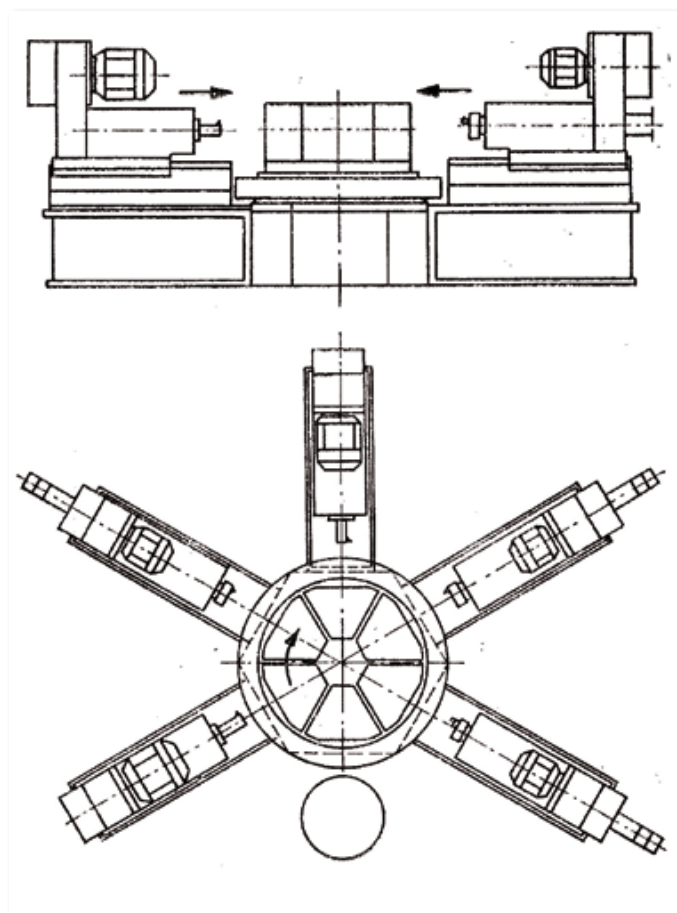
detalach, na wszystkich stanowiskach. Po wykonaniu pełnego obrotu stołu detal jest całkowicie obrobiony. Takt pracy wynosi tyle ile czas trwania najdłuższego zabiegu plus czas obrotu stołu. Zakładanie i zdejmowanie detalu odbywa się podczas trwania obróbki na innych stanowiskach obrabiarki (Rys. 3).

- Linie (oznaczane LL), gdzie detal jest przesuwany na kolejne stanowiska, najczęściej na palecie z zamontowanym na niej przyrządem. Po przejściu przez wszystkie stanowiska obróbcze paleta wraca na stanowisko mocowania specjalnym transportem, dolnym, górnym lub bocznym. Mechanizmy przesuwu palet mogą mieć różne rozwiązania. Linia uzasadniona jest w przypadku produkcji wielkoseryjnej lub masowej i to przy małej liczbie typów detali obrabianych, gdyż każde przebranie linii zmniejsza tzw. współczynnik ciągłości pracy linii (Rys. 4).

Występują jeszcze inne typy obrabiarek zespołowych, które są pewnymi modyfikacjami wymienionych powyżej podstawowych typów np. bębnowe (oznaczane LB). Również w ramach typów występują różne układy konstrukcyjne. Do oznaczenia dodawano literę związaną z miejscowością producenta. Przykładowo symbole LSP, LKP itd. oznaczały, że obrabiarka wykonana została w Poznaniu, a LSW, LKW, itd., że w Warce.

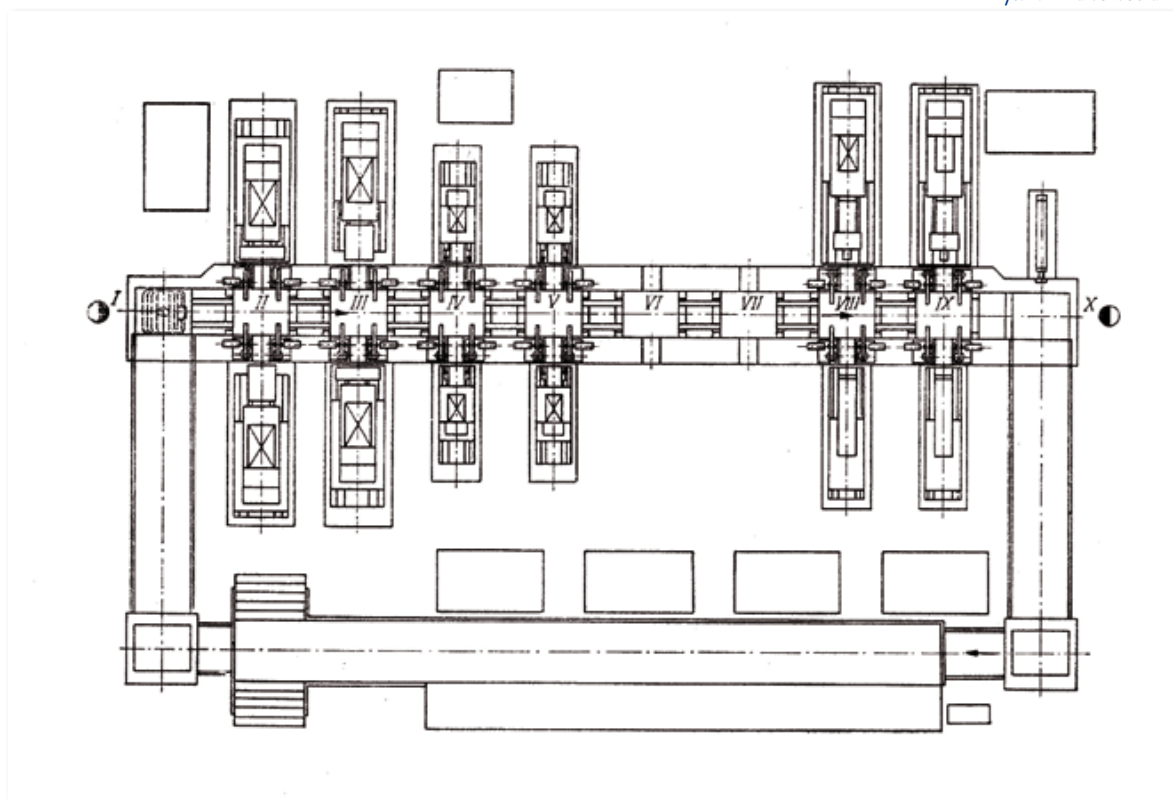
Podstawą wyboru typu obrabiarki jest obliczenie wydajności dla różnych typów i tym sposobem odpowiedni wybór techniczno-ekonomiczny maszyny.

Potrzebne są tu obliczenia taktu, który jest czasem potrzebnym dla jednego cyklu pracy, a dalej zastosowanie zakładanego najczęściej współczynnika ciągłości pracy obrabiarki, który waha się pomiędzy 0,7 a 0,9, w zależności od typu obrabiarki i jej przebrania, czy wymiany narzędzi. Oblicza się też rzeczywisty współczynnik wykorzystania obrabiarki. Do tych obliczeń potrzebne są też dane narzędzi, a zwłaszcza tzw. trwałość ostrza, którą określa się w minutach czystej pracy narzędzia pomiędzy np. kolejnymi ostrzeniami lub jego wymianą na nowe narzędzie w wypadku stępienia. Narzędzia są tu osobnym, dość skomplikowanym problemem, gdyż potrzeba drobiazgowej analizy, aby możliwa była wymiana narzędzi na wszystkich stanowiskach jednocześnie podczas jednej operacji wymiany, tak aby przestoje obrabiarki z tego tytułu były jak najkrótsze i jak najrzadsze. Należy przy tym mieć na uwadze takie zagadnienia jak ustawiki narzędzi, kontrustawiki, odpowiednia liczba przygotowanych wcześniej narzędzi o odpowiednim wymiarze np.



Rys. 3. Obrabiarka ze stołem podziałowo – obrotowym LK

Rys. 4. Linia obróbcza LL



długości dla wiertel, czy rozwiertaków wraz z oprawkami, dobór odpowiedniego chłodziwa i wiele innych zagadnień. Szczegółowe omówienie wymienionych problemów i podanie odpowiednich wzorów przekracza ramy tego artykułu.

Działaniami dotyczącymi obliczeń technologicznych i ustaleń związanych z wydajnością obrabiarki zespołowej zajmuje się konstruktor, a właściwie projektant tej obrabiarki. Raczej nie ma możliwości, żeby te obliczenia wykonywał osobno technolog, gdyż podczas analizy trzeba na bieżąco korygować rozwiązania konstrukcyjne. Wykonywany jest więc przez projektanta obrabiarki plan technologiczny, dla przewidywanej pracy obrabiarki zespołowej, w którym podaje się:

- Detal wchodzący do obrabiarki, w postaci rysunku z podanymi wymiarami i tolerancjami, i ewentualnymi naddatkami na obróbkę, oraz rodzajem materiału;
- Kolejne zabiegi na poszczególnych stanowiskach, również w postaci rysunku z zaznaczeniem grubą linią powierzchni obrabianych i uzyskanych w tym zabiegu wymiarów i tolerancji;
- Dla każdego stanowiska podanie parametrów obróbki, czasów obróbki, trwałości narzędzi, sił i momentów skrawania itd. Oprócz czasów skrawania bierze się pod uwagę czasy dobiegu i wycofania zespołów posuwowych i narzędzi oraz przesuwu stołu

na następne stanowisko. Często limituje takt, czas mocowania i odmocowywania detalu.

- Ostateczny kształt detalu po obróbce na obrabiarce zespołowej, z ewentualnymi odstępstwami od założeń inwestora co do wymiarów i tolerancji. Robi się też dodatkowe uwagi np. o dopuszczalnej rysie od wycofywanych narzędzi lub tolerancji wydajności np. +/- 10 %.
- Obliczenie technologicznej wydajności obrabiarki, podanie ujednoczonego taktu, wielkość osiągniętego programu produkcji i niekiedy inne jeszcze dane. Nierzadko wykonywana była też analiza techniczno-ekonomiczna.

Plan ten podlegał akceptacji przez inwestora lub radę techniczną z udziałem inwestora i był nieodłączną częścią dokumentacji obrabiarki. Rada Techniczna akceptowała również rozwiązania techniczne obrabiarki na poziomie rysunków zestawieniowych wszystkich ważnych zespołów obrabiarki, a jej ustalenia były wiążące. „Przejście” przez radę techniczną było dla konstruktorów związane z dużym stresem, bo często było to trudniejsze niż egzamin dyplomowy na politechnice. Procedura ta, patrząc z perspektywy czasu, była jednak celowa i nawet dzisiaj jest polecana i to nie tylko w budowaniu obrabiarek specjalnych, ale dla wszelkich innych urządzeń technologicznych,

których koszt zbudowania jest znaczny, a koncepcja rozwiązania konstrukcyjnego niestandardowa. Po zatwierdzeniu planu technologicznego rozrysowywało się obrabiarkę, wstawiając wszystkie znane wymiary z zastosowanych zespołów zunifikowanych i wyznaczając maksymalne wymiary dla zespołów specjalnych, do których należały najczęściej: wrzecienniki, przyrządy i niekiedy narzędzia. W WIEPOFAMIE specjalne zespoły wykonywane były w pracowniach projektowych specjalistycznych. Biuro konstrukcyjne, a z czasem również technologiczne, pracowało jako wydzielony Zakład Projektowy z wynagrodzeniami akordowymi „od przerobu” jak normalne biuro projektów. Rozliczanie prac projektowych dokonywane było wg cenników dla biur projektów. Wynagrodzenia były więc duże, średnio 3 – 4 średnie krajowe, a projektanci i asystenci pracowali znacznie więcej niż osiem godzin dziennie dosłownie w pocie czoła. To *dosłownie* dotyczy w pewnym sensie pracy fizycznej. Potrzebne było dużo obliczeń kinematycznych i geometrycznych. Technolodzy wymagali od konstruktorów wymiarowania korpusów w ten sposób, że od otworu bazowego, często dla wrzeciennika wielowrzecionowego był to otwór pod wałek wiertnika, podawania wymiarów we współrzędnych prostokątnych oraz wymiaru sprawdzającego bezpośrednio do osi, jako przekątnej lub inaczej przeciwprostokątnej w twierdzeniu Pitagorasa. Obliczenia te przez długi czas wykonywane były do szóstego miejsca po przecinku na kalkulatorze mechanicznym (arytmometrze) MESKO, popularnie zwanym „kręciołkiem”. Wymagał on intensywnego kręcenia korbką. Raz do przodu i niekiedy do tyłu. Wyliczano na nim pierwiastki. Później w 1972 zakupiono kilka elektronicznych kalkulatorów bułgarskich ELKA i już było dużo łatwiej z obliczeniami. Może w 1974 zakupiono pierwsze „komputery” amerykańskie COMPUCORP 324G (Fot. 1). Były one wielkości cegły i miały możliwość programowania 2 x po 180 kroków. Ale była to rewelacja, bo umożliwiła konstruktorom tworzenie węzłów kinematycznych czteroosiowych. Napisany został program do znajdowania współrzędnych wałka pośredniego napędzającego trzy wrzeciona o różnych obrotach oraz wyznaczenia korekcji kół zębatach dla tego węzła. Przedtem nie było możliwe zastosowanie takiego rozwiązania. „Komputery” zarobiły na sobie

Fot. 1 COMPUCORP 324 G



z dużą nawiązką. Pozwoliły też na pobicie swoistych rekordów w wykonywanych detalach. Przeciętny konstruktor pracujący przy desce był w stanie wykonać detalowanie wrzeciennika – średnio ok. 20 detali dziennie. Ale przy użyciu „komputera”, który liczył korekcje i pomiar przez n zębów i transparentnej kalki, na której było narysowane „ślepe” koło zębate, asystent wykonywał dokumentację 250 kół zębatach dziennie. Tak działały na wydajność cenniki, a więc wysokie zarobki i prymitywne komputery. Później koła zębata zunifikowano i były dobierane z katalogu. Liczyło się tylko korekcję kół.

Wiele obrabiarek wyprodukowanych kiedyś w WIEPOFAMIE pracuje do dzisiaj lub po prostu istnieje, będąc niekiedy rezerwuarem części i zespołów, bądź też podlega modyfikacjom do obecnych potrzeb. Bardzo prawdopodobnie też większość wiertel produkowanych masowo na Dalekim Wschodzie zrobiona jest na walcarkach skonstruowanych przez inż. Olszewskiego z Instytutu Obróbki Plastycznej w Poznaniu, a produkowanych kiedyś w WIEPOFAMIE. Firma ta zbliża się już do 100 lat swego istnienia. Ale czy dotrwa do tej rocznicy?

Aleksander Lukomski