

4. Proces technologiczny obróbki części maszyn i montażu

4.1. Wiadomości wstępne

Wszelkie czynności w zakładzie produkcyjnym mające na celu wytworzenie zaprojektowanego produktu nazywamy procesem produkcyjnym. Proces produkcyjny rozpoczyna się od dostawy materiałów wyjściowych (surowców), z których drogą obróbki i montażu otrzymuje się gotowy wyrób. W skład procesu produkcyjnego wchodzi wiele czynności, jak: opracowanie dokumentacji, obróbka elementów wyrobów, transport i magazynowanie. Proces produkcyjny może dotyczyć produkcji jednostkowej, seryjnej lub masowej i w zależności od tego może mieć różny przebieg.

Produkcja jednostkowa dotyczy małej liczby przedmiotów wykonywanych jednorazowo. Przedmioty produkowane jednostkowo obrabia się na obrabiarkach uniwersalnych, z użyciem oprzyrządowania uniwersalnego. Zatrudnieni są przy tym wysoko kwalifikowani robotnicy, wykonujący przedmiot na podstawie rysunku warsztatowego, gdyż opracowanie pełnej dokumentacji jest w tych warunkach nieopłacalne.

Produkcję seryjną cechuje powtarzalność małych serii wyrobów. Do tej produkcji używa się obrabiarek ogólnego przeznaczenia z oprzyrządowaniem specjalnym, dzięki czemu kwalifikacje zatrudnionych przy wykonawstwie robotników mogą być niższe. Za podstawę służy dokumentacja technologiczna, określająca przebieg produkcji.

W produkcji masowej, dotyczącej produkowania wielu takich samych wyrobów, stosuje się szczegółowo opracowane dokumentacje oraz dużą liczbę przyrządów i narzędzi specjalnych. W tej produkcji zatrudnia się pewną liczbę specjalistów (ustawiaczy), a obok nich robotników przyuczonych do wykonywania poszczególnych operacji.

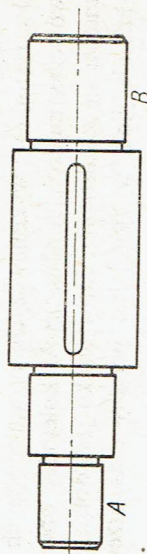
Składnikiem procesu produkcyjnego jest proces technolo-

giczny poszczególnych części wyrobu, podczas którego materiał wyjściowy poddany obróbce zmienia kształt, wygląd i własności. Kończącym etapem jest proces technologiczny montażu, polegający na łączeniu części w zespoły, a następnie w całość wyrobu.

4.2. Elementy składowe procesu technologicznego

Podstawową częścią składową procesu technologicznego jest operacja.

Operacją nazywamy całokształt obróbki dokonywanej na przedmiocie od chwili jego zamocowania na obrabiarce aż do zdjęcia i skierowania do dalszej obróbki na inne stanowisko robocze. Operacja jest więc wykonywana na jednym stanowisku roboczym. Jeżeli obróbka tego samego przedmiotu wymaga dwóch zamocowań, ale jednocześnie dotyczy tej samej powierzchni, tym samym narzędziem i w tych samych warunkach skrawania — wówczas należy wszystko to traktować jako jedną operację. Przedstawiony na rys. 4-1 wałek wykonuje się w sześciu operacjach, a mianowicie:



Rys. 4-1. Rysunek wałka przeznaczony do obróbki w sześciu operacjach [4]

1) obcięcie materiału,
2) wykonanie nakiełków,
3) toczenie czterech stopni wałka,
4) frezowanie rowka,
5) szlifowanie,
6) usunięcie zadziórów.

W skład operacji wchodzi zabieg. Każda operacja składa się z jednego lub z kilku zabiegów. Zabieg dokonuje się jednym narzędziem, na jednej powierzchni, w niezmiennych warunkach skrawania. W toczeniu dokładnym wałka mogą być dwa zabiegi — jednym zabiegiem będzie toczenie zgrubne, drugim — wykańczające (zmiana warunków toczenia). Zabieg może składać się z jednego lub kilku przejść, zależnie od grubości warstwy materiału przeznaczanego do zdjęcia.

Ustawienie jest częścią operacji, wykonywaną przy jednym za-

mocowaniu przedmiotu, np. wałek z rys. 4-1 będzie toczony z zastosowaniem dwu ustawień. W pierwszym ustawieniu zabierak zakładamy od strony A, a w drugim — od strony B.

Zabieg można jeszcze rozbić na czynności, jak np. uruchomienie obrabiarki, doprowadzenie noża do powierzchni obrabianej.

Wreszcie chwyt jest częścią czynności (np. ujęcie ręką dźwigni zmiany prędkości obrotowej).

4.3. Dokumentacja technologiczna

Wstępną czynnością do rozpoczęcia produkcji jest przygotowanie tzw. dokumentacji technologicznej. Celem wykonywania tej dokumentacji jest ułatwienie pracy bezpośrednim wykonawcom. Do uruchomienia produkcji jednostkowej opracowanie pełnej dokumentacji jest nieopłacalne. W takich wypadkach zazwyczaj dokumentacja ogranicza się do rysunków wykonawczych produkowanych przedmiotów. Robotnik wówczas najczęściej sam ustala kolejność operacji, ewentualnie porozumiewa się z mistrzem. Do rysunku jest dołączona karta technologiczno-kalkulacyjna, w której jest podany czas przewidziany na poszczególne operacje.

W przypadku produkcji seryjnej lub masowej należy przygotować pełną dokumentację technologiczną. Szczegółowo opracowana dokumentacja umożliwi zatrudnienie niżej płatnych robotników przyuczonych, co z kolei rzutuje na koszty własne zakładu.

Najważniejszymi elementami dokumentacji technologicznej są:

1. **Karta technologiczna** (tabl. 4-1) jako podstawowy dokument podający cały przebieg obróbki (od materiału wyjściowego do gotowego wyrobu). Karta technologiczna jest przewodnikiem do opracowania rysunków pomocy warsztatowych oraz do sporządzenia dokumentacji warsztatowej, jak przewodników, kart roboczych itd. Przy produkcji powtarzalnej zachodzi czasem potrzeba uzupełnienia karty technologicznej szkieletami operacyjnymi, a przy szczególnie trudnych do ujęcia operacjach — tzw. kartami instrukcyjnymi tych operacji.

2. **Karta instrukcyjna** (tabl. 4-2), która dotyczy jednej operacji i zawiera wszystkie dane potrzebne do jej wykonania. Dla większej jasności tego dokumentu nie należy w niej podawać zbędnych danych.

Tablica 4-1

KARTA TECHNOLOGICZNO-KALKULACYJNA

Nazwa zakładu	Wyrób		Nazwa części	Symbol (nr rys.)	Nr zlecenia	
	Materiał	Postać i wymiary materiału			Sztuk na zlecenie	kg na zlecenie
Oddział	Cecha materiału		Dane kalkulacyjne	Sztuk na wyrób	kg/sztukę	t = n · t _j + t _{ps}
Nr oper.	Stanowisko	Opis operacji				

Tablica 4-2

KARTA INSTRUKCYJNA

Nazwa zakładu	Wyrób	Nazwa części	Symbol (nr rys.)	Nr zlecenia					
Oddział	Nr operacji	Nazwa operacji	Nazwa stanowiska roboczego	Nazwisko operatora					
Nr zabiegu	Opis zabiegu	l	i	b	p	v	n	Pomoce	Liczba zabiegów

Kartę instrukcyjną opracowuje się dla wszystkich operacji tylko przy produkcji masowej. W przypadku produkcji seryjnej karty instrukcyjne sporządza się tylko do operacji bardziej skomplikowanych dla uniknięcia długich opisów.

W karcie instrukcyjnej powinien być podany numer i treść operacji zgodnie z kartą technologiczną. W odpowiednich rubrykach podaje się warunki pracy, jak prędkość obrotową (przy toczeniu), posuw, głębokość warstwy skrawanej itp., a ponadto szkiec dotyczący wyłączenie tej operacji. Na szkicu oznacza się grubymi liniami powierzchnie obrabiane, wymiary otrzymane po wykonaniu operacji oraz tolerancje i klasę chropowatości. W rubrykach karty instrukcyjnej można również zaznaczyć sposób mocowania oraz wykaz pomocy specjalnych do wykonania danej operacji.

Karta instrukcyjna montażu zawiera wykaz części lub zespołów wchodzących w daną operację, kolejność ich wmontowywania oraz sposoby montażu.

4.4. Opracowanie procesu technologicznego

Projektowanie procesu technologicznego rozpoczyna się od zapoznania się z rysunkiem gotowego przedmiotu lub urządzenia. Rysunek jest głównym dokumentem, gdyż na jego podstawie opracowuje się cały proces technologiczny.

Przy analizowaniu rysunku zestawieniowego należy przede wszystkim brać pod uwagę stopień trudności wykonania obróbki części oraz montażu zespołów i montażu ostatecznego. Przed przystąpieniem do projektowania obróbki jakiegokolwiek części technolog powinien sprawdzić, czy rysunek nie zawiera błędów. Opuszczenie tej czynności często prowadzi do zbrakowania części w końcowej fazie obróbki. Następnie należy sporządzić wykaz części wchodzących w skład gotowego wyrobu. Części wchodzące w skład wyrobu znakuje się numerem rysunku, a części znormalizowane — symbolem PN. Na podstawie wykazu technolog segreguje części na te, które mają być wykonane w zakładzie, i na części nabywane z zewnątrz.

Następnie należy określić rodzaj i wymiary materiału wyjściowego oraz kolejność operacji. Na podstawie tych danych wyznacza się dla każdej operacji typ obrabiarki, narzędzia, uchwyty, sprawdziany, wyznacza warunki skrawania oraz dane kalkulacyjne, jak kategoria pracy

i czas przeznaczony na jej wykonanie. Od właściwego wyznaczenia kolejności operacji uzależniona jest prawidłowość przebiegu obróbki.

Projektując kolejność operacji należy na pierwszym miejscu umieścić obróbkę powierzchni podstawowej, którą przyjmujemy się za bazę obróbkową. Taką pierwszą operacją mogą być przykładowo odciecie pręta i wykonanie nakiełków oraz ostruganie płaszczyny lub zdjęcie nadlewków, mające na celu przygotowanie materiału do dalszej obróbki.

Jako następną z kolei należy zaplanować taką operację, w której występują duże siły skrawania. Ma to szczególne znaczenie przy obróbce odlewów, gdyż przyłożenie znacznych sił skrawania wywala naprężenia odlewnicze, które często odkształcają obrabiany przedmiot. Ujawnienie tych odkształceń na początku procesu technologicznego umożliwia ich wyeliminowanie w dalszych operacjach. Dalszy porządek operacji wynika z kształtu przedmiotu, wzajemnego położenia poszczególnych powierzchni i charakteru obróbki. Zasadą jest obrabianie najpierw powierzchni najmniej dokładnych, a następnie powierzchni coraz dokładniejszych. Przy obróbce niewielkiej serii przedmiotów wskazane jest takie planowanie kolejności operacji, żeby za jednym mocowaniem obrobić jak największą liczbę powierzchni przy jak najmniejszej wymianie narzędzi.

Jako jedną z ostatnich operacji powinno się planować obróbkę cieplną, która zazwyczaj poprzedza obróbkę wykańczającą przez szlifowanie.

Wybór obrabiarki sprowadza się do określenia jej typu i wielkości charakterystycznych (wysokość toczenia nad łożem, długość toczenia w kłach; przy frezarkach — szerokość i długość stołu). Ponadto należy zwrócić uwagę, czy obrabiarka ta odpowiada warunkom planowanej obróbki (odpowiednia prędkość obrotowa, posuw, moc silnika). Jest oczywiste, że do obróbki zgrubnej używa się starszych i mniej dokładnych obrabiarek, aby oszczędzić obrabiarki nowe, które są przeznaczone do obróbki dokładnej.

Dominujący wpływ na przebieg i koszt wykonania przedmiotu mają naddatki na obróbkę, tj. zapasy materiału zdejmowane kolejno w czasie obróbki. Odpowiedni dobór naddatków wpływa na czas obróbki, a tym samym na koszt wyrobu. Równie ważny jest dobór materiału wyjściowego. Materiał wyjściowy może mieć pewne zniekształcenia i nierówności, co należy brać pod uwagę. Należy także przewidzieć możliwość nieprawidłowego wzajemnego położenia poszczególnych powierzchni w źle wykonanych odlewach. Przy odkuwkach matrycowych daje się mniejsze naddatki niż przy odkuwkach kutych swobodnie. Naddatki do operacji dokładnej-