

Normowanie
czasu
pracy
na obrabiarkach
do obróbki
skrawaniem

Dr inż. Romuald Wołk

NT

Normowanie
czasu
pracy
na obrabiarkach
do obróbki
skrawaniem

Warszawa 1972

Wydawnictwa Naukowo-Techniczne

Opiniodawca *mgr inż. Stanisław Dreszer*
Redaktor naukowy *mgr inż. Jolanta Konowrocka*
Redaktor techniczny *Anna Napiórkowska*
Okładkę i obwolotę projektował *Witold Rębkowski*

658,54:621

W książce podano ogólne zasady normowania czasu robót na obrabiarkach skrawających, koncentrując się na zasadach doboru warunków skrawania przy obróbce jednonarzędziowej i wielonarzędziowej, oraz podano materiały robocze do obliczania norm czasu operacji obróbkowych. Zasady są przedstawione w wydzielonym na wstępie rozdziale, natomiast materiały robocze (wytyczne, normatywy technologiczne i czasu oraz przykłady zastosowań) zebrano w 9 oddzielnych rozdziałach dla grup obrabiarek.

Obejmują one tokarki (kłowe i uniwersalne, kopiowe, wielonożowe, tarczowe, karuzelowe, rewolwerowe, automaty jednowrzecionowe, automaty wielowrzecionowe), wiertarki (jednowrzecionowe słupowe i kadłubowe, promiennote, kadłubowe wielowrzecionowe, wiertarko-frezarki), frezarki (konsolowe poziome pionowe i uniwersalne, podłużne i karuzelowe), strugarki (poprzeczne, wzdłużne, dłutownice i przeciągarki wewnętrzne), szlifierki (kłowe i bezkłowe do wałków, do otworów, do płaszczyzn), obrabiarki do gwintów (gwinciarzki do śrub i otworów, walcarki rolkowe do gwintów), obrabiarki do kół zębatach i wielowypustów (frezowanie walcowych kół zębatach frezami krążkowymi modułowymi, frezarki obwiedniowe, dłutownice Fellowsa, wiórkarki, strugarki do stożkowych kół zębatach, frezarki do wielowypustów, zaokrąglarki zębów, frezarki do stożkowych kół zębatach krzywoliniowych) oraz pily (ramowe i tarczowe).

Książka jest przeznaczona dla techników i inżynierów technologów, normistów oraz dla studentów wyższych uczelni technicznych o kierunku mechanicznym-technologicznym i mechanicznym-ekonomicznym.

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Spis treści

<i>Wstęp</i>	7
0. PODSTAWY DOBORU WARUNKÓW SKRAWANIA	
I. Ogólne zasady normowania czasu operacji	11
II. Dobór podstawowych parametrów obróbki	15
1. Szybkość skrawania a ekonomiczna trwałość ostrza	16
2. Dobór szybkości skrawania przy różnych warunkach obróbki	24
3. Dobór ilości przejść obróbkowych	36
4. Siły i moc skrawania	37
5. Dobór wielkości posuwu	43
6. Dobór szybkości skrawania przy ruchach roboczych postępowo-zwrotnych	49
7. Uwzględnianie charakterystyki obrabiarki	51
III. Optymalizacja parametrów skrawania przy specyficznych warunkach obróbki	54
1. Dobór parametrów skrawania przy zmiennych warunkach obróbki	54
2. Dobór warunków skrawania przy obróbce wielonarzędziowej.	61
A. TOKARKI	
I. Normowanie czasu robót na tokarkach	71
II. Normowanie czasu robót na tokarkach kopiowych	128
III. Normowanie czasu robót na tokarkach wielonożowych	158
IV. Normowanie czasu robót na tokarkach tarczowych	180
V. Normowanie czasu robót na tokarkach karuzelowych	192
VI. Normowanie czasu robót na tokarkach rewolwerowych	211
VII. Normowanie czasu robót wykonywanych na jednowrzecionowych automatach tokarskich	240
VIII. Normowanie czasu robót wykonywanych na wielowrzecionowych automatach tokarskich	282
B. WIERTARKI I WIERTARKO-FREZARKI	
I. Normowanie czasu robót wykonywanych na wiertarkach jednowrzecionowych	329
II. Normowanie czasu robót wykonywanych na wiertarkach wielowrzecionowych	370
III. Normowanie czasu robót na wiertarko-frezarkach	381
C. FREZARKI	
I. Normowanie czasu robót na frezarkach wspornikowych poziomych i pionowych	411
II. Normowanie czasu robót na frezarkach podłużnych i karuzelowych	457
D. STRUGARKI, DŁUTOWNICE I PRZECIĄGARKI DO OTWORÓW	
I. Normowanie czasu robót na strugarkach poprzecznych	475
II. Normowanie czasu robót na strugarkach wzdłużnych	484
III. Normowanie czasu robót na dłutownicach uniwersalnych	497
IV. Normowanie czasu robót na przeciągarkach wewnętrznych	504

E. SZLIFIERKI

I. Normowanie czasu robót na szlifierkach kłowych do wałków	515
II. Normowanie czasu robót na szlifierkach bezkłowych do wałków	524
III. Normowanie czasu robót na szlifierkach do otworów	530
IV. Normowanie czasu robót na szlifierkach do płaszczyzn	538

F. OBRABIARKI DO GWINTÓW

I. Normowanie czasu robót na gwinciarkach do otworów	555
II. Normowanie czasu robót na gwinciarkach zewnętrznych	562
III. Normowanie czasu robót na rolkowych walcarkach do gwintu	567
IV. Normowanie czasu robót na frezarkach do gwintów	581

G. OBRABIARKI DO KÓŁ ZĘBATYCH I WIELOWYPUSTÓW

I. Normowanie czasu obróbki kół zębatach modułowymi frezami krążkowymi	591
II. Normowanie czasu robót na frezarkach obwiedniowych do kół zębatach	595
III. Normowanie czasu robót na dłutownicach do kół zębatach (typu Fellowsa i typu Maaga)	607
IV. Normowanie czasu robót na wiórkarkach krążkowych do kół zębatach	619
V. Normowanie czasu robót na zaokrąglarkach do kół zębatach	627
VI. Normowanie czasu robót na strugarkach do kół stożkowych o zębatach prostych	632
VII. Normowanie czasu robót na frezarkach obwiedniowych do wielopustów	637
VIII. Normowanie czasu robót na frezarkach do kół stożkowych o zębatach łukowych	644

H. PIŁY

I. Normowanie czasu robót na piłach ramowych	655
II. Normowanie czasu robót na piłach tarczowych	659

<i>Literatura</i>	668
-----------------------------	-----

Wstęp

Zasadniczym celem pracy pt. „Normowanie czasu pracy na obrabiarkach do obróbki skrawaniem” jest danie jej użytkownikom materiałów roboczych do obliczania norm czasu operacji metodą analityczno-obliczeniową w oparciu o normatywy technologiczne i czasu dla warunków głównie produkcji średnioseryjnej. W przypadku operacji wykonywanych w zautomatyzowanych cyklach, podane materiały normatywne są przydatne w warunkach produkcji wielkoseryjnej.

Materiały te są zawarte w 9 rozdziałach oznaczonych literami; w rozdziale początkowym 0 podano ogólne zasady normowania czasu oraz zasady doboru parametrów obróbki skrawaniem, a w pozostałych 8 rozdziałach oznaczonych od A do H przedstawiono wytyczne i normatywy dla normowania czasu robót na poszczególnych rodzajach obrabiarek, ujętych w podstawowe grupy: tokarki, wiertarki i wiertarko-frezarki, frezarki, strugarki i przeciągarki, szlifierki, obrabiarki do gwintów, obrabiarki do obróbki kół zębatych, piły. W każdej grupie rozpatrzono szczegółowo w wydzielonych rozdziałach numerowanych liczbami rzymskimi każdy rodzaj obrabiarek.

Układ poszczególnych rozdziałów, poświęconych odpowiedniemu rodzajowi obrabiarek, jest jednolity i składa się z trzech podrozdziałów.

W pierwszym podrozdziale podano krótką charakterystykę danego rodzaju obrabiarek i wyszczególniono typowe roboty oraz wyjaśniono niektóre specjalne zagadnienia, jakie mogą powstać w toku obliczeń norm czasu dla tych robót.

Na podrozdział drugi składa się komplet tablic normatywów potrzebnych do obliczania normy czasu. Tablice te są zestawione w następującej kolejności:

- wytyczne do obliczania czasów głównych t_g
- normatywy warunków skrawania,
- normatywy czasów przygotowawczo-zakończeniowych t_{pz} ,
- normatywy czasów czynności pomocniczych t_p .

W wytycznych za pomocą szkiców i wzorów wyjaśniono sposoby obliczania czasów głównych obrabiarki. W objaśnieniach tych są podane również numery tablic normatywów dla warunków skrawania oraz pomocnicze dane, jakie są niezbędne do przeprowadzenia obliczeń. Obliczenia te sprowadzają się w zasadzie do ustalenia prędkości obrotowej n i czasu głównego t_g .

Na normatywy warunków skrawania składają się normatywy posuwów i szybkości skrawania zestawione kompletami w kolejności podstawowych rodzajów zabiegów obróbkowych. W normatywach zamieszczono wiele uwag ułatwiających dostosowanie wartości tablicowych do konkretnych warunków technicznych obróbki.

Normatywy czasów przygotowawczo-zakończeniowych są ujęte dla każdego rodzaju obrabiarek w sposób scalony, w jednej tablicy.

Czasy czynności pomocniczych są podane w oddzielnych grupach tablic (niekiedy jednak połączonych) obejmujących:

- mocowanie i zdjęcie przedmiotu,

- czynności pomocnicze związane z wykonaniem zabiegu,
- zmiany warunków obróbki,
- czynności mierzenia kontrolnego.

Tablice normatywów technologicznych i czasu zostały opracowane na podstawie materiałów źródłowych podanych w wykazie literatury. Przy opracowywaniu tablic stosowano metodę krytycznego porównywania poszczególnych wartości normatywnych głównie z takich źródeł, które miały charakter normatywów przemysłowych i były zalecane do stosowania.

W podrozdziale trzecim podano zawsze przykład obliczeniowy wyjaśniający szczegółowo tok postępowania przy obliczaniu normy czasu operacji oraz sposób korzystania z tablic. Przykłady te ilustrowano kartami instrukcyjnymi obróbki i kartami normowania czasu operacji.

Tok postępowania przy obliczaniu normy czasu dla określonej operacji powinien być następujący:

- wyszukanie właściwego rozdziału dla rozpatrywanej operacji,
- odszukanie danego rodzaju roboty (zabiegu obróbkowego) w tablicy wytycznych do obliczania czasów głównych,
- przeprowadzenie obliczeń czasu głównego dokonując przedtem wyboru parametrów skrawania wg wskazówek w wytycznych,
- obliczenie czasu przygotowawczo-zakończeniowego,
- obliczenie czasu pomocniczego operacji.

W tablicach normatywów czasu nie podano normatywów czasu uzupełniającego t_u , wychodząc z założenia, że normatywy te w naszych warunkach zależą od stanu organizacyjno-technicznego każdego zakładu przemysłowego. Normatywy czasu uzupełniającego t_u powinny więc być opracowane indywidualnie przez poszczególne zakłady na podstawie obserwacji przebiegu dnia roboczego na typowych stanowiskach roboczych i ustalenia uzasadnionej struktury czasu zmiany roboczej.

Podane przykłady obliczeniowe dotyczą robót wykonywanych na obrabiarkach niekonicznie najnowszej produkcji. W praktyce w znacznej części musimy opierać się na obrabiarkach starych typów, jeśli znajdują się w wystarczającym dobrym stanie do eksploatacji produkcyjnej. Z drugiej strony przykłady mają za zadanie wyjaśnić tylko tok postępowania przy obliczaniu normy czasu operacji i korzystaniu z normatywów pracy. Dlatego też pozostawiono je w większości bez zmiany, mimo, że zostały opracowane dla potrzeb wcześniejszej publikacji, będącej pierwszym opracowaniem oryginalnym autora na ten temat¹⁾.

¹⁾ Romuald Wołk: Techniczne normowanie czasów obróbki. Część druga. Normowanie obróbki skrawaniem. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1961.

Podstawy doboru warunków skrawania

Ogólne zasady normowania czasu operacji	0-I
Dobór podstawowych parametrów obróbki	0-II
Optymalizacja parametrów skrawania przy specyficznych warunkach obróbki	0-III

I. Ogólne zasady normowania czasu operacji

Sprawy metodyczne normowania pracy, a w szczególności dotyczące wyznaczania norm czasu na zadania robocze metodą analityczno-obliczeniową są omawiane w każdym podręczniku normowania pracy i są zazwyczaj przedmiotem specjalistycznych kursów dla pracowników technicznych mających pracować w tej specjalności. Dlatego tutaj celowe jest wskazanie jedynie ogólnej procedury postępowania i podanie tych wzorów obliczeniowych, które są podstawą w wyznaczaniu norm czasu.

U podstaw analityczno-obliczeniowej metody normowania czasu operacji wykonywanych na obrabiarkach skrawających jest analiza wymaganych zabiegów obróbkowych, określenie czynności ręcznych i maszynowych, jakie są niezbędne dla sprawnej ich realizacji, uszeregowanie ich wg przebiegu procesu i następnie obliczenie czasu trwania takiej operacji na podstawie posiadanych normatywów czasu (zazwyczaj na czynności ręczne) i normatywów technologicznych (parametry decydujące o przebiegu i czasie danej obróbki skrawaniem).

Obliczenia te przeprowadza się w określonym porządku, wynikającym z przyjętej w przemyśle maszynowym struktury normy czasu (rys. 0/1) i rodzajów stosowanych normatywów pracy. Najpierw na podstawie analizy treści operacji określa się warunki wykonania kolejnych zabiegów obróbkowych (dobór narzędzi i ilości przejść, dobiegi i wybiegi, chłodziwo, głębokości, posuwy i szybkości skrawania itd.), a potem oblicza się na ich podstawie czasy główne t_g w minutach wg ogólnego wzoru

$$t_g = \frac{L}{np} \quad [0.1]$$

gdzie: L — długość obróbki w kierunku posuwu narzędzia w mm, n — prędkość obrotowa (narzędzia względem przedmiotu) w obr/min, p — posuw w mm/obrót.

Prędkość obrotową oblicza się na podstawie szybkości skrawania v w m/min, posługując się następującą zależnością

$$n = 318 \cdot \frac{v}{D} \quad [0.2]$$

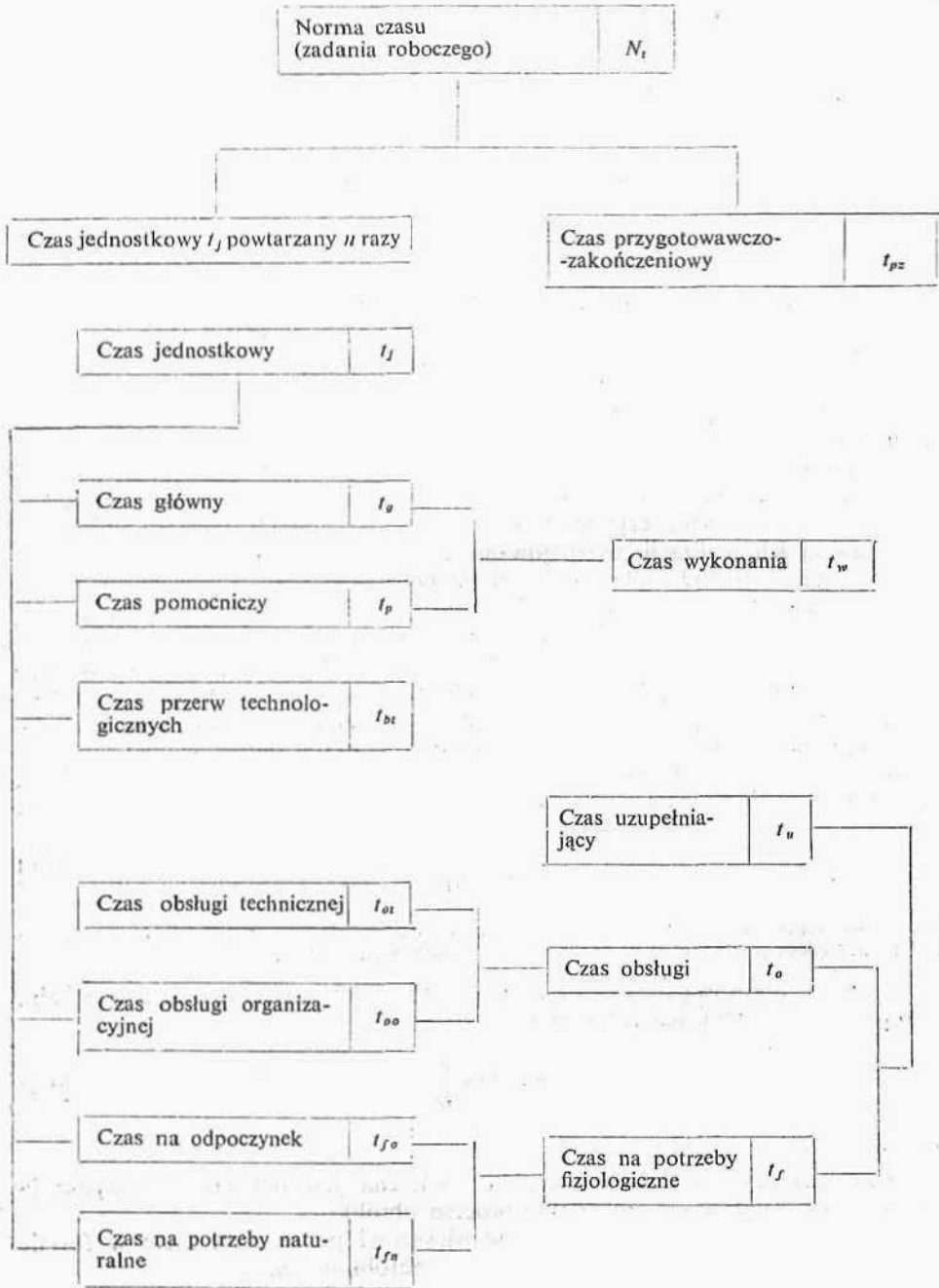
gdzie D — średnica obróbki w mm.

Przy niektórych rodzajach obróbki konieczna jest oczywiście modyfikacja tych wzorów, zależnie od kinematyki procesu obróbki.

Wymienione warunki obróbki są w większości przypadków ujęte w formie normatywów technologicznych, czy instrukcji obróbkowych.

Następnie określa się czynności pomocnicze niezbędne dla wykonania tych zabiegów oraz na podstawie tablic normatywów czasu — czas ich trwania t_p . W ten sposób możliwe jest obliczenie czasu wykonania t_w operacji w minutach jako sumy

0. Podstawy doboru warunków skrawania



Rys. 0/1. Struktura normy czasu przyjęta w przemyśle maszynowym dla obróbki skrawaniem

dwóch czasów

$$t_w = t_g + t_p \quad [0.3]$$

W przemyśle maszynowym przy obróbce skrawaniem czas pomocniczy t_p dzieli się na trzy grupy: t_{p1} — czas związany z mocowaniem i odmocowaniem obrabianego przedmiotu, t_{p2} — czas związany z wykonaniem zabiegu obróbkowego, t_{p3} — czas związany ze sprawdzeniem jakości rezultatów obróbki. Taki podział wynika z różnej ich możliwości występowania w czasie operacji: t_{p1} — zazwyczaj raz na operację, t_{p2} — powtarza się przy każdym zabiegu, t_{p3} — zależy od sposobu obróbki i występuje na ogół raz na określoną liczbę obrabianych przedmiotów. Oczywiście takie zgrupowanie normatywów czasu pomocniczego nie ogranicza innej krotności ich użycia w normowanej operacji, jeśli to wynika z potrzeb przebiegu obróbki.

Jeśli w czasie wykonania operacji (czy w czasie cyklu $t_c = t_w$) będzie wykonanych więcej niż jeden przedmiot, to otrzymany czas t_w przelicza się na jedną sztukę. Z kolei posługując się normatywami wskaźnikowymi oblicza się czas jednostkowy t_j w minutach jako

$$t_j = t_w(1 + k_u) \quad [0.4]$$

gdzie k_u — normatyw wskaźnikowy elementów czasu uzupełniającego t_u , wahający się od 0,10 do 0,25 zależnie od rodzaju obróbki, organizacji obsługi stanowisk produkcyjnych i typu produkcji.

Na podstawie takiej analizy zabiegów obróbkowych i obliczeń łatwo potem jest określić czynniki technologiczne warunkujące wielkość czasu przygotowawczo-zakończeniowego t_{pz} . Ma się bowiem wtedy lepsze rozeznanie co do zakresu i rodzaju przygotowania i oprzyrządowania obrabiarki, niezbędnego dla realizacji zadania roboczego.

Norma czasu N_t na zadanie robocze wyznaczona kartą pracy jest już wynikiem najprostszego rachunku wg schematu

$$N_t = t_{pz} + nt_j \quad [0.5]$$

gdzie n — liczba przedmiotów do wykonania w zadaniu roboczym.

Tak w ogólnym zarysie przedstawia się proces określania norm czasu metodą analityczno-obliczeniową, przyjętą za podstawę w niniejszym opracowaniu przy przygotowaniu materiałów normatywnych dla normowania czasu pracy na poszczególnych rodzajach obrabiarek do obróbki skrawaniem.

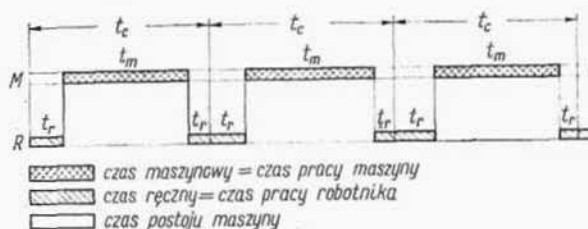
Praktyka wykazuje jednak, że w wyznaczaniu prawidłowo napiętych norm pracy niezbędna jest także i znajomość technologii obróbki skrawaniem, szczególnie w normowanych odmianach operacji obróbkowych. Nie wystarczają opanowanie procedury normowania czasu operacji, staranna analiza treści normowanej operacji i stwierdzenie niezbędnych czynności ręcznych i technologicznych. Trzeba zwracać uwagę także na racjonalne ich rozplanowanie i możliwości wzajemnego pokrycia czasu pracy człowieka i obsługiwanej przez niego maszyny, a nadto na dobór samych warunków obróbki.

Rozplanowanie kolejności i równoległości wykonania poszczególnych elementów operacji decyduje w dużym stopniu o długości cyklu trwania tej operacji, o wydajności danej obrabiarki. Mało skuteczne będą wysokie parametry skrawania, jeśli przebieg operacji nie będzie racjonalnie rozplanowany.

Rozwój obrabiarek sterowanych automatycznie zaznacza się nie tylko ulepszeniem konwencjonalnych półautomatów i automatów, gdzie elementami steru-

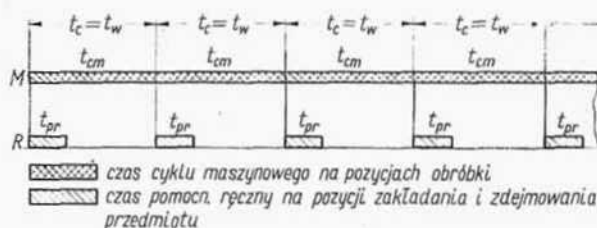
jącymi są krzywki, kopiały i zderzaki, ale i coraz intensywniejszym wprowadzaniem do produkcji obrabiarek sterowanych programowo (sekwencyjnie i numerycznie). Wzrasta też udział obrabiarek tzw. wielopozycyjnych, umożliwiających mocowanie i zdejmowanie przedmiotu w czasie obróbki innych zamocowanych przedmiotów. W tych warunkach konieczne jest *rozpisanie* przebiegu pracy ręcznej operatora i pracy automatycznej maszyny. Wtedy dopiero można określić te elementy operacji, które w sumie decydują o czasie trwania tej operacji.

Dlatego też analiza przebiegu operacji, określenie niezbędnych czynności roboczych i ustalenie harmonogramu ich przebiegu w systemie „człowiek-maszyna” powinny poprzedzać etap doboru warunków skrawania.



Rys. 0/2. Najprostszy harmonogram cyklu pracy robotnika R i maszyny M w przypadku obrabiarki uniwersalnej sterowanej ręcznie; czas czynności ręcznych nie pokrywa się z czasem maszynowym

O ile w konwencjonalnych uniwersalnych obrabiarkach do metali przebieg realizacji operacji daje się scharakteryzować układem jak np. na rys. 0/2, to w przypadku np. uchwytyowego automatu tokarskiego wielowrzecionowego, długość czasu operacji jest określona czasem cyklu maszynowego wrzeciona limitującego (rys. 0/3).



Rys. 0/3. Harmonogram cyklu pracy robotnika R i maszyny M w przypadku obrabiarki zespołowej wielopozycyjnej pracującej w cyklu automatycznym; cykliczne prace robotnika: zakładanie i zdejmowanie przedmiotu pokrywają się z czasem maszynowym cyklu pracy obrabiarki

W przypadku rys. 0/2 czas wykonania t_w jest wynikiem szeregowego dodania elementów czasu pomocniczego t_p robotnika i czasu głównego t_g maszyny

$$t_w = t_{p1} + t_{p2} + t_{p3} + t_g \quad [0.6]$$

Natomiast w przypadku rys. 0/3 czas wykonania t_w odpowiada wprost czasowi maszynowemu t_m cyklu pracy wrzeciona

$$t_w = t_m \quad [0.7]$$

Normując czas takiej operacji trzeba więc zwrócić większą uwagę na racjonalne obciążenie pracą każdego wrzeciona; czas zakładania i zdejmowania przedmiotu

t_{p1} stanowi na ogół taką małą część czasu maszynowego t_m , że możliwa jest organizacja obsługi wielomaszynowej.

Oczywiście, że i w pierwszym przypadku obróbki na konwencjonalnych obrabiarkach, dobór racjonalnych warunków skrawania ma istotne znaczenie. Przecież udział czasu głównego t_g w strukturze dnia roboczego na tych obrabiarkach może wynosić i ponad 50% udziału czasu wykonania t_w , co zależy – jak wiemy – od typu produkcji i stopnia oprzyrządowania operacji technologicznych. Nie byłoby właściwe zwracanie uwagi jedynie na dobór elementów czasu pomocniczego t_p i zmniejszenie jego udziału w czasie wykonania t_w , gdyby jednocześnie nie przywiązywało się wagi do określenia czasu głównego t_g , który może stanowić o istotnym kształtowaniu się wydajności produkcji na stanowisku maszynowym.

Racjonalne podejście w normowaniu czasu obróbki skrawaniem powinno się charakteryzować;

– zgraniem niezbędnych elementów pracy operatora i obrabiarki i wzajemne ich pokrycie w cyklu operacji,

– doбором takich warunków skrawania, aby zapewniały uzyskanie produktu obróbki zgodnie z jakościowymi wymaganiami technicznymi przy optymalnym wykorzystaniu obrabiarki pod względem technicznym i ekonomicznym.

O ile spełnienie pierwszego warunku wymaga dobrej znajomości zasad technologii obróbki i obsługi obrabiarek określonego typu, o tyle dotrzymanie wymagań stawianych przez drugi warunek jest możliwe dopiero przy pogłębionej znajomości istoty procesów skrawania i zasad doboru normatywów technologicznych.

Dlatego też w normowaniu czasu pracy na obrabiarkach do obróbki skrawaniem, sprawa zasad doboru warunków obróbki wymaga specjalnego naświetlenia od strony potrzeb normistycznych.

Przedstawione dalej zasady doboru warunków skrawania, jak i wytyczne normowania czasu pracy dla konkretnych rodzajów obrabiarek do metali, dotyczą tzw. obrabiarek konwencjonalnych. Aczkolwiek w Polsce sprawa eksploatacji obrabiarek sterowanych programowo nie urosła jeszcze do problemu na skalę całego przemysłu maszynowego, to jednak trzeba wyjaśnić jak w przypadku stosowania tych obrabiarek przedstawia się sprawa doboru warunków skrawania.

Otóż zarówno przy sterowaniu sekwencyjnym, jak i numerycznym parametry technologiczne obróbki są określane z góry w czasie technologicznego przygotowania procesu. Ich określenie odbywa się wg dotychczasowych zasad stosowanych przy projektowaniu procesu na automatach sterowanych konwencjonalnie (tj. za pomocą krzywek lub zderzaków). Zasady te kładą większy nacisk na zachowanie większej dokładności wymiarowej i gładkościowej obróbki, ale w istocie opierają się na wytycznych przyjętych dla obrabiarek ogólnego przeznaczenia. Obrabiarki o sterowaniu adaptacyjnym, umożliwiające automatyczną zmianę parametrów skrawania zależnie od wyników przebiegu obróbki, są dopiero w rozwoju, wymagać będą nieco innego ujęcia normatywów technologicznych, zależnie od przyjętych rozwiązań w pomiarze wybranych cech charakteryzujących przebieg jakościowy obróbki. W tych warunkach wydaje się, że przedstawione zasady doboru warunków skrawania będą aktualne i przy obrabiarkach sterowanych programowo.

II. Dobór podstawowych parametrów obróbki

W konkretnych warunkach obliczania normy pracy znany jest przedmiot przeznaczony do obróbki, jego materiał, stan i wymiary przed obróbką oraz wymagane wymiary i warunki techniczne po obróbce. Projektując proces technologiczny

technolog ustala rodzaje i wielkość niezbędnych w procesie obrabiarek i narzędzi, a także wszystkie wymiary przejściowe między stanem wyjściowym a ostatecznym wymiarem przedmiotu.

W tych warunkach pracownik normowania mając wskazane środki pracy i wielkość nadatku materiału do obróbki, ustala:

- a) ilość przejść potrzebnych do zebrania danego nadatku materiałowego,
- b) racjonalny posuw narzędzia,
- c) racjonalną szybkość skrawania.

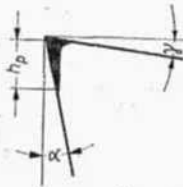
Aby umieć właściwie ustalać te wynikowe parametry obróbki, konieczna jest znajomość podstaw teorii skrawania i kilka głównych zależności matematycznych wyznaczonych empirycznie w procesie skrawania.

Zwykle podstawą rozważań o doborze warunków skrawania są zjawiska zachodzące przy toczeniu. Zrozumienie zjawisk procesu skrawania przy toczeniu ułatwia orientowanie się w zasadach doboru warunków skrawania i dla innych metod obróbki.

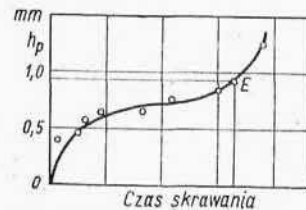
1. Szybkość skrawania a ekonomiczna trwałość ostrza

Szybkość skrawania odgrywa w praktyce doboru warunków obróbki istotną rolę nie tylko dlatego, że bezpośrednio wpływa na wielkość czasu głównego t_g obróbki, ale i z tego powodu, że najintensywniej wpływa na czas użyteczności skrawnej ostrza narzędzia. Zbyt duża szybkość powoduje takie skrócenie okresu trwałości ostrza, że powiększone koszty narzędziowe wskutek częstej wymiany narzędzia poważnie zwiększają koszty wytwarzania. Koszt wykonywanej operacji wzrasta. Wydłużanie okresu trwałości ostrza poprzez obniżanie szybkości skrawania daje tak poważny spadek wydajności obróbki, że koszt wykonania operacji zaczyna wzrastać wskutek zbyt dużego czasu trwania tej operacji.

Chodzi więc o taką wydajność skrawania, która zapewniłaby równocześnie najmniejszy koszt operacji. Stąd też mówi się, że skrawać należy przy stosowaniu szybkości ekonomicznych. Przy tych to założeniach budowane są w zasadzie wszystkie normatywy warunków skrawania. Okres użyteczności skrawnej ostrza narzędzia jest limitowany osiągnięciem określonej wielkości jego stępienia.



Rys. 0/4. Zużycie ostrza skrawającego:
 α — kąt przyłożenia, γ — kąt natarcia,
 h_p — miara wytarcia się ostrza na powierzchni przyłożenia



Rys. 0/5. Zależność wielkości h_p wytarcia się ostrza tokarskiego od czasu skrawania; E — punkt gwałtownego wzrostu intensywności tępienia się, dopuszczalne $h_p = 0,9$ mm

Stępienie ostrza mierzy się na ogół wielkością h_p dopuszczalnego wytarcia się powierzchni przyłożenia ostrza (rys. 0/4). Po przekroczeniu określonej wartości h_p następuje tak gwałtowny wzrost intensywności grzania się ostrza i jego dalszego tępienia (rys. 0/5), że eksploatacja taka staje się nieracjonalna z punktu widzenia wykorzystania gabarytu ostrza. Wówczas trzeba przy każdym ostrzeniu zeszlifo-