

Zabieg 9:

a) zmienić prędkość obrotową	— 0,06 min
b) czynności związane z gwintowaniem nożem wg wzornika (tabl. A-130 poz. 15 i poz. 16) — $0,17 + 13 \times 0,04$	— 0,69 „
c) sprawdzenie gwintu sprawdzianem szczękowym (tabl. A-46 poz. 12)	— 0,15 „
	<hr/> razem 0,90 min

Zabieg 10:

a) czynności związane z obróbką poprzeczną (tabl. A-130 poz. 6)	— 0,21 min
	<hr/> ogólnie czas $t_p = 3,29$ min

Ustalenie wielkości czasów przygotowawczo-zakończeniowych t_{pz} (tabl. A-126)

a) czynności organizacyjne (poz. 1)	— 10 min
b) uzbrojenie do pracy w uchwycie kluczowym (poz. 2)	— 16 „
c) dodatek na 10 dalszych narzędzi (poz. 4): 10×3	— 30 „
d) ustawienie liniału kopiowego do stożka (poz. 5)	— 4 „
e) zmiana wzornika do nacinania gwintu (poz. 7)	— 7 „
f) próbne toczenie dla czasu $t_w < 10$ min przy jednym nożu ustawionym dokładnie (do powierzchni stożkowej — poz. 13)	— 11 „
g) kontrola pierwszej sztuki (poz. 10)	— 5 „
h) pobranie dokumentacji (poz. 11)	— 5 „
	<hr/> razem 88 min

W wyniku tak przeprowadzonych obliczeń prowadzonych praktycznie bezpośrednio na kartach normowania czasów (rys. A/31a i b) wypadło, że dla analizowanej operacji normami czasowymi będą: $t_{pz} = 90$ min i $t_f = 8,7$ min.

VII. Normowanie czasu robót wykonywanych na jednorzręcionowych automatach tokarskich

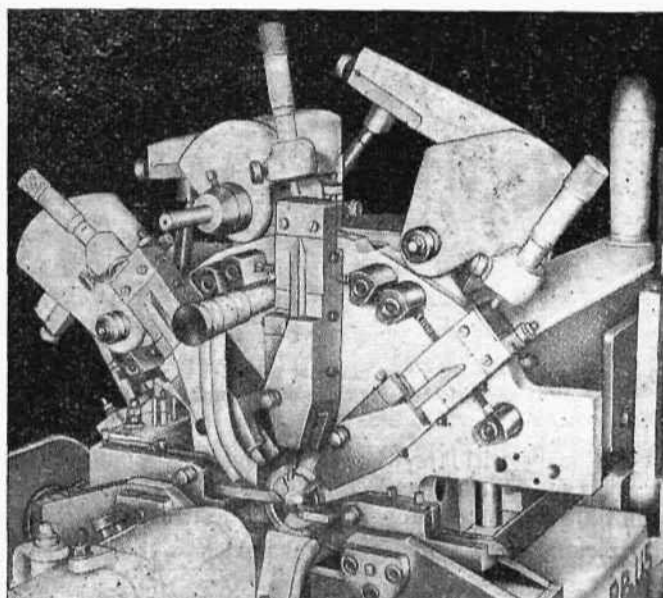
1. Wytyczne ogólne

Jednorzręcionowe automaty tokarskie znajdują zastosowanie głównie w zakładach o produkcji wielkoseryjnej. W warunkach produkcji średnioseryjnej produkuje się na nich przeważnie części o nieskomplikowanym kształcie więcej lub mniej zbliżone do części znormalizowanych. Produkuje się też i normalia, jeśli z różnych względów nie ma zapewnionej dostawy takich części z przemysłu specjalizującego się w tego rodzaju wyrobach.

Najczęściej stosowaną dokładnością obróbki jest 11–12 klasa dokładności. Dokładność obróbki w dużym stopniu zależy od klasy dokładności pręta wyjściowego i dokładności jego wycentrowania w tulejce zaciskowej. Np. do obróbki na automatach wzdłużnych wymaga się stosowania prętów ciągnionych o klasie dokładności o jeden stopień niższej od dokładności obróbki wymaganej od gotowego produktu, zwraca się przy tym uwagę na minimalizację luzu w prowadniku prętowym. Dla uzyskania wyższych dokładności pręty ciągnione poddaje się procesowi kalibrowania z tolerancją $0,01 \div 0,005$ mm i następnie segreguje się je np. co 0,0025

mm wg dobranych wymiennalnych prowadników. Takie postępowanie jest niezbędne np. w przemyśle precyzyjnym obrabiającym także pręty o średnicy poniżej 6 mm przy tolerancjach $0,01 \div 0,03$ mm. Przy staranniejszym więc doborze prętów jako materiału wyjściowego możliwe jest osiąganie 8–9 klasy dokładności na podstawowej powierzchni wytwarzanego przedmiotu.

O ile chodzi o chropowatość powierzchni obrabianej za pomocą toczenia, to zależy ona w głównej mierze, poza posuwem, od skrawalności gładkościowej obrabianego materiału. W normalnych warunkach produkcyjnych na stalach automatowych typu A10, A12, można otrzymać chropowatość $\nabla 5-6$. Stosując specjalne stale automatowe zawierające dodatek ołowiu np. zachodnioniemieckie 9S20KPb uzyskuje się i wyższe klasy chropowatości nawet $\nabla 8-9$. Wymaga to jednak specjalnych prób z doбором geometrii skrawania w okresie uruchamiania produkcji na takim materiale.



Rys. A/32. Jednowrzecionowy automat tokarski wzdłużny typu BP-U5 produkowany przez Fabrykę Automatów Tokarskich w Bydgoszczy

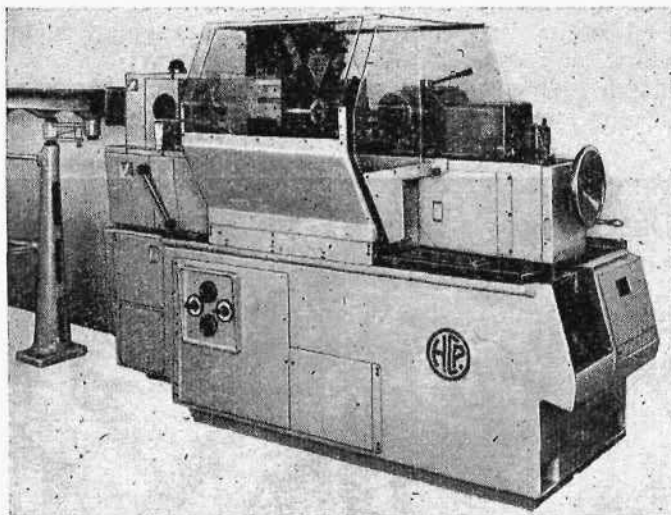
Rozróżnia się zasadniczo trzy typy jednowrzecionowych automatów tokarskich:

1) poprzeczne, gdzie obróbkę tokarską wykonuje się z suportów poprzecznych metodą wcinową, np. polskie APA o kilku wielkościach,

2) wzdłużne (rys. A/32) różniące się tym od poprzecznych, że umożliwiają wykonywanie obróbki tokarskiej z suportów poprzecznych z posuwem podłużnym przedmiotu; takimi automatami są automaty polskiej produkcji BP-U i AWA o kilku wielkościach.

3) rewolwerowe (rys. A/33), pozwalające na obróbkę wzdłużną z przesuwnej głowicy rewolwerowej; odpowiednikami polskiej produkcji są automaty ATA-25 i ATA-40.

Najstarszą i dotychczas przeważającą metodą sterowania ruchów suportów w jednowrzecionowych automatach tokarskich jest metoda wielokrzywkowa i taka jest zastosowana w polskich automatach typu BP-U i ATA. Automaty bezkrzywkowe (polski automat AJ-25) opierają się na zasadzie zderzakowego sterowania ruchów narzędzi i normowanie czasu robót odbywa się jak dla rewolwerówek z tą jedyną różnicą, że przesuw suportów oraz zmiany obrotów i posuwów odbywają się mechanicznie.



Rys. A/33. Jednowrzecionowy rewolwerowy automat tokarski typ ATA40 produkowany przez Z.P.M. H. Cegielski w Poznaniu

Natomiast automaty wielokrzywkowe wymagają specjalnego toku obliczeń znacznie odbiegającego od ogólnych zasad stosowanych przy innych rodzajach obrabiarek. Tym rodzajom automatów poświęcony jest niniejszy rozdział.

Na jednowrzecionowych automatach tokarskich wykonuje się następujące rodzaje zabiegów:

- a) toczenie wzdłużne – z suportu poprzecznego na automatach wzdłużnych lub z suportu rewolwerowego na automatach rewolwerowych – tabl. A-132 poz. 1,
- b) toczenie poprzeczne (wcinowe) z suportów poprzecznych – tabl. A-132, poz. 2,
- c) przecinanie z suportu poprzecznego – tabl. A-132 poz. 3,
- d) nawiercanie z głowicy rewolwerowej – tabl. A-133 poz. 1,
- e) wiercenie – z głowicy rewolwerowej lub szybkobieżnego urządzenia wiertarskiego – tabl. A-133 poz. 2,
- f) rozwiercanie z głowicy rewolwerowej – tabl. A-133 poz. 3,
- g) gwintowanie narzynką okrągłą – tabl. A-134 poz. 1,
- h) gwintowanie gwintownikiem – tabl. A-134 poz. 2,
- i) radełkowanie wcinowe – tabl. A-134 poz. 3,
- k) radełkowanie wzdłużne z głowicy rewolwerowej – tabl. A-135 poz. 1,
- l) walcowanie gwintu metodą styczną – tabl. A-134 poz. 4,
- m) gwintowanie główką gwinciarzą samootwierającą się – tabl. A-135 poz. 2,
- n) roztaczanie otworów z oprawki wahliwej – tabl. A-135 poz. 3,

o) frezowanie rowków specjalnym urządzeniem dodatkowym – tabl. A-135 poz. 4 i 5,

p) nacinanie gwintu nożem wg wzornika – tabl. A-136 poz. 1.

Możliwe są i inne rodzaje zabiegów, jak wiercenie otworów poprzecznych, frezowanie poprzecznych przecięć itd., ale te wszystkie wymagają zawsze specjalnych urządzeń dodatkowych i na ogół nie spotyka się ich w warunkach produkcji średnioseryjnej.

Obliczenia czasów trwania poszczególnych zabiegów wiążą się praktycznie bardzo ściśle z równoległym projektowaniem krzywek i całego procesu operacji. Ponadto konieczne jest posługiwanie się przy tym instrukcjami roboczymi dostarczonymi przez wytwórcę automatu.

Wielkości posuwów określa się w fazie projektowania wg ogólnych zasad z pomocą właściwych tablic normatywnych. Ale po ich ostatecznym ustaleniu na tle projektu całego przebiegu operacji, znajdują one swe odbicie w odpowiednim doborze krzywizn na rysunkach krzywek i po ich wykonaniu wielkości posuwów nie mogą już ulec zmianie. O tym trzeba pamiętać projektując proces technologiczny na jednowrzecionowych automatach tokarskich.

Przy projektowaniu całego przebiegu procesu na automacie należy sobie odpowiedzieć na następujące pytania:

a) czy są możliwości zmian prędkości obrotowych wrzeciona przy przejściu z jednego zabiegu do drugiego,

b) czy są możliwości stosowania dodatkowych urządzeń obróbkowych, np. do przyspieszonego wiercenia,

c) jak są rozłożone narzędzia i w jakim stopniu możliwa jest jednoczesna obróbka z kilku suportów.

Od przeanalizowania zadania pod tym kątem zależy tok dalszych obliczeń.

Na ogół automaty krzywkowe małej wielkości (do $\varnothing 20$) nie mają możliwości zmiany prędkości obrotowej w czasie operacji. Może być na nich zmieniany tylko kierunek obrotów oraz mogą być redukowane prędkości do zabiegu gwintowania i rozwiercania. Zachodzi wtedy konieczność wyboru podstawowej dla całej operacji prędkości obrotowej i zwykle określa się ją wg najważniejszego zabiegu toczenia. Automaty większe (powyżej $\varnothing 25$, np. polski automat ATA-40) mają możliwość automatycznej zmiany prędkości obrotowej przeważnie w zakresie dwóch tylko wielkości, aczkolwiek spotkać się można z automatami nawet z bezstopniową automatyczną zmianą prędkości obrotowych w czasie zmian kolejnych narzędzi w głowicy rewolwerowej (automat radziecki 1A136).

Pierwszą czynnością normisty powinno być wypisanie kolejności poszczególnych zabiegów i określenie niezbędnych przy nich dodatkowych automatycznych czynności sterowniczych (patrz rys. A/35). Należy przy tym przestrzegać następujących ogólnych zasad:

1) przy automatach rewolwerowych wypisuje się najpierw zabiegi obróbkowe wykonywane z głowicy rewolwerowej, potem z suportów poprzecznych i górnych,

2) pierwszym zabiegiem jest „podanie i zacisk pręta”,

3) po każdym zabiegu normalnym z głowicy rewolwerowej zachodzi czynność „przełączanie głowicy rewolwerowej”,

4) jeśli w głowicy rewolwerowej pozostają niewykorzystane otwory narzędziowe, to po zakończeniu wszystkich zabiegów wykonywanych z głowicy należy wyraźnie wykazać ilość pustych przełączeń,

5) przy jednoczesnej obróbce kilkoma narzędziami w jednej oprawce wypisuje



się treść zabiegu obróbkowego dla każdego narzędzia, gdyż dobór warunków obróbki następuje w wyniku analizy pracy poszczególnych narzędzi,

6) przy wierceniu głębokich otworów (o głębokości większej od $3D$) przewiduje się zabieg „nawiercanie”, a potem w zależności od potrzeby, dodatkowe wycofywanie wiertła w celu usunięcia wiórów i doprowadzenia oleju do narzędzia,

7) przed zabiegiem „rozwiercanie” konieczna jest czynność zmiany prędkości obrotowej wrzeciona (rozwiercanie przeprowadza się przy zwolnionych prędkościach),

8) przy gwintowaniu w stali stosuje się następującą kolejność czynności: przełączenie prędkości obrotowych wrzeciona na zwolnione gwintowanie, przełączenie na lewe zwolnionej prędkości obrotowej w celu odkręcenia narzędzia, odkręcenie narzędzia i wreszcie przełączenie na normalną prędkość obrotową,

9) przy zastosowaniu wielonarzędziowych opravek w głowicy rewolwerowej korzystne jest łączenie zabiegu toczenia z nawiercaniem czy wierceniem większych otworów (nie jest wskazane łączenie zabiegu wiercenia małych średnic z obróbką jakimkolwiek innym narzędziem); podobnie łączy się radełkowanie dwuroolkowe z głowicy rewolwerowej z nawiercaniem,

10) obróbkę z suportów poprzecznych cechuje wzajemne częściowe pokrycie w czasie, a szczególnie w powiązaniu z pracą narzędziami zamocowanymi w głowicy rewolwerowej; możliwe jest więc łączenie wcinania kształtowego (przy małej szerokości ostrza) np. z wierceniem, jak również pokrywanie czasów czynności przełączania, cofania itd.,

11) na początku operacji wykonuje się zabiegi obróbki zgrubnej, a potem dopiero zabiegi wykańczające; w żadnym przypadku nie jest wskazane łączenie zabiegów obróbki zdzierającej z zabiegami obróbki, od której wymaga się dokładności i odpowiedniej klasy chropowatości,

12) rozmieszczenie narzędzi na suportach poprzecznych powinno uwzględniać stopień sztywności tych suportów tak, by narzędzia o dużym obciążeniu siłami skrawania znajdowały się na suportach sztywniejszych (np. na suporcie przednim w automatach rewolwerowych),

13) przy wykańczającej obróbce nożami kształtowymi ostatni odcinek drogi (o długości $0,5 \div 1$ mm) wykonuje się ze zmniejszonym posuwem i wobec tego traktuje się tę obróbkę jako wykonywaną w dwóch zabiegach — z normalnym i z zmniejszonym posuwem,

14) przy stosowaniu wahlowych opravek do obróbki tokarskiej z wcięciem się (np. przy obróbce kanałków w otworze), przewiduje się przed samym wcięciem chwilę przerwy jako zabezpieczenie przed przedwczesnym przesuwem noża, jaki może nastąpić wskutek możliwej niedokładności krzywki lub jej ustawienia,

15) przy zabiegu „obcinanie” końcowy odcinek drogi noża sięgający poza oś pręta (będący wybiegiem) wykonuje się ze zwiększonym posuwem (1,3 razy),

16) po zabiegu „obcięcie” należy przewidywać czynność „cofnięcia noży”.

Po wypisaniu rodzajów zabiegów i ich kolejności określa się z kolei dla poszczególnych narzędzi długości ich dróg, nie tylko roboczych ale i powrotnych (jeśli wpływają one na kształt krzywki). Na przykład określa się drogę odkręcania gwintownika, drogę nieprzyspieszonego cofania noża tokarskiego po podłużnym toczeniu z głowicy rewolwerowej (jeśli chce się uniknąć rys na powierzchni obrabianej). Podobnie traktuje się powrót wahlowej oprawki nożowej.

Sposób określania wielkości dróg L podany jest w instrukcjach roboczych zawartych w tabl. A-132 ÷ A-136.

Przy wyborze posuwów należy uwzględnić następujące czynniki:

a) posuwy zabiegów nie związanych ze sobą wybiera się niezależnie jedno od drugich z pomocą właściwych tablic normatywów technologicznych,

b) przy równoczesnej obróbce dwoma narzędziami zamocowanymi w jednej oprawce (np. wiertło i nóż) wybiera się mniejszą wielkość z zalecanych dla poszczególnych narzędzi,

c) przy zmiennej głębokości lub szerokości skrawania jest celowe stosowanie zmiennego posuwu i wtedy obróbkę z różnymi posuwami traktuje się jako szereg oddzielnych zabiegów (w przypadku jednak, gdy np. czas obróbki nożem kształtowym jest pokryty czasem innego zabiegu wykonywanego z głowicy rewolwerowej, to oczywiście nie ma potrzeby zmian tego posuwu),

d) pracę narzędzi połączonych, ale wykonujących swoje odcinki pracy kolejno, traktuje się jak odrębne zabiegi ze swoimi niezależnie wyznaczonymi posuwami,

e) wyrównywanie czasów obróbki poszczególnych narzędzi przez zmniejszanie posuwów jest opłacalne zasadniczo przy nożach pracujących z posuwem wcinającym oraz przy wiertłach, natomiast mniej wskazane jest takie zmniejszanie posuwu przy toczeniu z posuwem podłużnym.

Przy projektowaniu procesu technologicznego na automatach krzywkowych przyjmuje się zasadę, że na jeden obrót głównego wału rozrządczego z krzywkami sterującymi przypada jeden cykl wykonania operacji, a zatem jednostkami czasu trwania zabiegu (dla celów obliczenia krzywki) będzie ilość podziałek lub stopni.

W tym celu pełny obrót wału dzieli się na 100 podziałek lub 360 stopni i tak są podzielone ślepe rysunki obtoczek krzywek do projektowania samych krzywek.

Kolejność obliczeń po rozplanowaniu samego procesu operacji od wielu lat przyjęła się dotąd w naszych zakładach następująco:

1) Obliczenie podstawowej prędkości obrotowej n dla zasadniczego zabiegu toczenia przy zwiększonym okresie trwałości $T = 120 - 240$ minut.

Właściwy posuw i szybkość skrawania wybiera się wtedy z tablic normatywów zamieszczonych w rozdziale A-VII-2. Przyjętą szybkość v należy potem sprawdzić dla innych zabiegów i odpowiednio uwzględnić przy doborze posuwów.

2) Ustalenie dróg roboczych L poszczególnych zabiegów roboczych.

3) Ustalenie posuwów p dla zabiegów roboczych i dla zwolnionego powrotu narzędzia (p_f).

4) Obliczenie ilości obrotów n_g wrzeciona przypadających na czas wykonania poszczególnych zabiegów

$$n_g = \frac{L}{p} \quad [A.3]$$

5) Przeliczenie ilości obrotów n_g na ilość obrotów „obliczeniowych” n_o według zależności

$$n_o = n_g \frac{n_w}{n_1} \quad [A.4]$$

gdzie: n_w — prędkość obrotowa wybrana za podstawową dla całej operacji (patrz pkt. 1), n_1 — zmniejszona lub zwiększona prędkość obrotowa ustalona dla danego zabiegu (gwintowania, rozwiercania, wiercenia).



6) Obliczenie czasu głównego t_g (w sekundach) dla całości operacji z uwzględnieniem możliwego stopnia pokrycia czasów niektórych zabiegów

$$t_g = \frac{\sum n_o}{n_w} 60 \quad \text{s} \quad [\text{A.5}]$$

gdzie $\sum n_o$ — suma ilości obrotów wrzeczona potrzebnych dla wszystkich niepokrytych zabiegów obróbkowych, wyrażona w ilościach obrotów obliczeniowych.

7) Przyjęcie czasu trwania niektórych niepokrytych maszynowych czynności pomocniczych $(t_p)_m$ (w sekundach) — jeśli są one przewidziane w charakterystyce danego automatu — (patrz tabl. np. A-158 poz. 1–4 dla automatów rewolwerowych) lub też — przyjęcie ilości podziałek czy stopni (i_r) , o które obraca się krzywka przy sterowaniu danych czynności. Ilości podziałek lub stopni podane są w tabl. A-156–A-158 lub w instrukcjach dotyczących eksploatacji danego automatu.

8) Celowe jest zastosowanie uproszczonego sposobu wstępnego określenia czasu wykonania operacji t_w , co pozwoli na właściwy wybór ilości podziałek czy stopni i_r z tabl. A-156–A-158. Dla szeregu czynności pomocniczych ta ilość i_r jest uzależniona od ogólnego czasu t_w ; uproszczony wzór na czas t_w jest następujący:

dla automatów wzdłużnych i poprzecznych

$$t_w = (1,4 \div 1,6) t_g \quad \text{s} \quad [\text{A.6a}]$$

dla automatów rewolwerowych

$$t_w = (1,6 \div 2) t_g \quad \text{s} \quad [\text{A.6b}]$$

gdzie t_g jest to czas główny niepokrytych zabiegów obróbkowych, a wybór współczynnika z zakresów $1,4 \div 1,6$ czy $1,6 \div 2$ zależy od tego, czy i w jakim stopniu przewiduje się stosowanie dodatkowych urządzeń obróbkowych.

9) Obliczenie czasu wykonania t_w w sekundach na podstawie danych uzyskanych w punktach 6, 7 i 8;

przy podziale krzywek na 100 podziałek

$$t_w = [t_g + (t_p)_m] \frac{100}{100 - i_r} \quad \text{s} \quad [\text{A.7a}]$$

przy podziale krzywek na 360 stopni

$$t_w = [t_g + (t_p)_m] \frac{360}{360 - i_r} \quad \text{s} \quad [\text{A.7b}]$$

10) Ponieważ czas wykonania t_w (czy też wydajność W w sztukach na godzinę) na automatach krzywkowych jest regulowany i może być ustalany za pomocą kół zmianowych, więc obliczany czas t_w (w punkcie 9) należy porównać z charakterystyką automatu przyjmując najbliższy nastawny czas t_w (czy wydajność W).

Wydajność W w sztukach na godzinę określa się ze wzoru

$$W = \frac{3600}{t_w} \quad \text{szt/h} \quad [\text{A.8}]$$

Aczkolwiek przyjęcie w punkcie 10 czasu t_w pozwala na obliczenie już czasu jednostkowego t_j , to jednak praktycznie normista powinien poprowadzić dalsze obliczenia dając projekt „rozemieszczenia” czynności i zabiegów obróbkowych na poszczególnych krzywkach (płaskich i bębnowych).

W tym celu należy wykonać dalsze następne obliczenia.

11) Obliczenie ilości obrotów n_p wrzeciona, jaka przypada na 1 sztukę przedmiotu, z zależności

$$n_p = \frac{n_w}{60} t_w \quad [A.9]$$

gdzie t_w – wielkość czasu przyjęta ostatecznie z charakterystyki automatu (patrz pkt 10).

12) Przeliczenie ilości obrotów n_o poszczególnych zabiegów obróbkowych – na ilości podziałek i_x na krzywkach, wg odpowiednich wzorów przy podziale krzywek na 100 podziałek

$$i_x = \frac{n_o}{n_p} 100 \quad [A.10a]$$

przy podziale krzywek na 360 stopni

$$i_x = \frac{n_o}{n_p} 360 \quad [A.10b]$$

13) Przeliczenie czasu trwania tych czynności pomocniczych $(t_p)_m$, które są wyrażone w sekundach, na odpowiednią ilość podziałek przy podziale krzywek na 100 podziałek

$$i_x = \frac{(t_p)_m}{t_w} 100 \quad [A.11a]$$

przy podziale krzywek na 360 stopni

$$i_x = \frac{(t_p)_m}{t_w} 360 \quad [A.11b]$$

(posługując się instrukcjami fabrycznymi dla automatów można bezpośrednio z nich określić ilości podziałek i_x).

14) Wyznaczenie ilości podziałek czy stopni na wszystkie inne pokryte czynności pomocnicze, posługując się tabl. A-156÷A-158.

15) Ogólne zbilansowanie ilości podziałek i opracowanie harmonogramu pracy poszczególnych suportów, jako wytyczne do właściwego projektu krzywek (patrz rys. A/35).

16) Obliczenie czasu jednostkowego t_j przez uwzględnienie czasów uzupełniających t_u .

Sposób prowadzenia obliczeń można wyjaśnić najlepiej na przykładzie podanym w rozdziale AVII-3.



Przy określaniu czasów pomocniczych $(t_p)_m$ normista powinien w zasadzie posługiwać się normatywami podanymi w instrukcjach roboczych opracowanych przez wytwórców automatów. Dlatego tego normatywy czasów pomocniczych wykazane w tabl. A-156÷A-158 należy traktować jako dane orientacyjne.

Czas przygotowawczo-zakończeniowy t_{pz} dla automatów zależy głównie od ilości i rodzaju użytych narzędzi, jak również od wymaganej dokładności obróbki. Przybliżone określenie czasu t_{pz} może być następujące:

- a) na każde gniazdo czy oprawkę narzędziową — 30 min,
- b) dodatek czasu na każde narzędzie obrabiające z podwyższoną dokładnością — 15 min.

Przy analitycznym normowaniu czasu t_{pz} należy uwzględnić rodzaj ustawianych narzędzi, co wykazano w tabl. A-155. W tablicy tej podano czasy minimalne. W zależności od warunków fabrycznych i kwalifikacji ustawiaczy może zachodzić konieczność ich powiększenia nawet o 50–75%.

Czasy uzupełniające t_u dla robót na automatach prętowych są dosyć znaczne, bo wynosić mogą od 18 do 25% czasu t_w zależnie od ilości narzędzi biorących udział w operacji. Analityczne określenie procentu czasów uzupełniających podano w tabl. A-159.

W stosunku do przytoczonej metody doboru warunków skrawania, a w szczególności — doboru okresu trwałości ostrza T narzędzia limitującego, za jakie się uznaje nóż w zasadniczym zabiegu toczenia, oraz okresowej szybkości skrawania v_T , należy spojrzeć krytycznie na tle najnowszych tendencji w tym zakresie.

Fakt, że coraz częściej dąży się do uzyskiwania na automatach tokarskich gotowych produktów z podwyższonymi wymaganiami dokładnościowo-gładkościovymi, powoduje rosnący wzrost znaczenia tzw. trwałości wymiarowej i gładkościowej noży tokarskich, mierzonej ilością produktów wykonanych za jednym ich ustawieniem. Trwałość narzędzi pod względem zachowania wymienionych warunków technicznych na produkcie pozwala na wykorzystywanie normalnych zdolności skrawnych ostrza jedynie w 30÷70% zależnie od stopnia zaostrenia wymagań jakościowych obróbki.

To nowe kryterium trwałości ostrzy noży tokarskich na automatach tokarskich zmusza z braku odpowiednich normatywów technologicznych do obniżania okresowych szybkości skrawania o 10÷20%. W ten sposób zachowuje się ekonomiczny okres trwałości, ale jako kryterium stopienia ostrza służy nie wysokość ściernego wytarcia h_p na powierzchni przyłożenia, a odpowiednia utrata dokładności, czy podwyższona chropowatość obróbki.

Jednakże w zautomatyzowanym procesie skrawania wymaga się obecnie i odpowiedniej niezawodności zachowania przyjętego okresu trwałości ustawionych narzędzi. Zmienność jakości cech skrawnych na wymiennych narzędziach, nieunikniona niejednorodność materiału obrabianego, a także różne nie dające się w pełni zlikwidować niekorzystne warunki w sztywności układu O-P-N (*obrabiarka-przedmiot-narzędzie*), powodują, że w istocie okres trwałości każdego narzędzia, przy założonym kryterium stopienia jest wielkością, mającą właściwości zmiennej losowej. Nie wystarczy więc posługiwanie się — jak dotąd — średnim okresem trwałości, który utożsamiało się z okresem ekonomicznej trwałości T_e , trzeba wprowadzić pojęcie okresu niezawodności użytecznej pracy narzędzi, który jest znacznie mniejszy od średniego okresu trwałości, przy jakim zazwyczaj określało się dotąd parametry obróbki, a głównie — szybkość skrawania.

Z tytułu wymaganej niezawodności pracy zespołu ustawionych na automacie narzędzi przez założony okres trwałości jakościowej obróbki, trzeba w przypadku jednowrzecionowych automatów tokarskich stosować do szybkości skrawania współczynnik gwarancyjny rzędu 0,85. Znaczy to, że wymagania trwałości wymiarowo-gładkościowej i niezawodności jej zachowania powodują konieczność obniżania normalnie stosowanych w tradycyjnej obróbce jednonarzędziowej szybkości skrawania o ok. 20÷25%.

Ale to jedna strona nowego ujęcia problematyki w doborze okresowej szybkości skrawania przy zautomatyzowanych procesach skrawania. Współczesne rozwiązania w doborze warunków skrawania na jednowrzecionowych automatach tokarskich opierają się na założeniu, że stosować się będzie system przymusowej wymiany narzędzi wg harmonogramu. Okres trwałości kompletu narzędzi na automacie ustala się biorąc pod uwagę ilość narzędzi składających się na ten komplet oraz możliwości czasowe operatora obsługującego zespół automatów. Im większa norma obsługi wielomaszynowej, tym oczywiście większe muszą być okresy trwałości narzędzi, a więc trzeba stosować odpowiednie niższe szybkości skrawania w następujących proporcjach:

Norma obsługi (ilość automatów na 1 operatora)	1	2	3—4	> 5
Współczynnik K_T zwiększenia trwałości T_m	1,0	1,5	2	3
Współczynnik K_v zmniejszenia szybkości skrawania v	1,0	0,9	0,85	0,8

Znaczy to praktycznie, że przy danym komplecie krzywek jednowrzecionowy automat tokarski może pracować na różnych stopniach prędkości obrotowych wrzeciona n_w zależnie od aktualnej normy obsługi. Oczywiście zmiany te powinny być dokonywane wg podanej proporcji z uwzględnieniem charakterystyki automatu. Tego rodzaju zmiany prędkości obrotowych wrzeciona o jeden czy dwa stopnie w stosunku do prędkości obliczeniowej, przyjętej przy projektowaniu krzywek, praktykuje się już w naszym przemyśle, ujawniając tym rezerwy wzrostu wydajności automatów. Rzecz w tym, aby ich postoje z tytułu przyspieszonego zużycia narzędzi nie przekroczyły określonych ekonomicznie granic i aby te zmiany były ujęte normatywnie zależnie od norm obsługi. W każdym bądź razie dąży się do intensyfikacji procesów skrawania na automatach. Rezultat jest taki, że stosuje się możliwie najkrótsze okresy trwałości narzędzi, zbliżone do okresów maksymalnej wydajności T_w , które są w głównej mierze limitowane właśnie czasem wymiany narzędzi. Tak więc w przypadku normalnego uzbrojenia jednowrzecionowego automatu tokarskiego w 5÷8 narzędzi przy stosowaniu normy obsługi 3÷4 automatów na jednego operatora zalecany okres przymusowej wymiany podstawowych narzędzi wynosi $T_m = 180 \div 240$ min pracy maszynowej dla każdego automatu. Znaczy to, że zakłada się przeciętnie dwie wymiany narzędzi na zmianę roboczą. Na taki to okres z uwzględnieniem udziału pracy poszczególnego narzędzia w całym okresie cyklu operacji określa się szybkości skrawania. Przy takim założeniu uwzględniając, że najbardziej obciążone narzędzia (noże do toczenia wzdłużnego, noże — przecinaki oraz wiertła) zajmują co najwyżej 20÷40% czasu cyklu, normatywne szybkości skrawania na jednowrzecionowych automatach tokarskich muszą opierać się na okresach $T = 30 \div 90$ min, a nie jak dotąd na $T = 120 \div 240$ min. Należałoby z te-

go powodu tradycyjnie stosowane szybkości skrawania podwyższyć co najmniej o $20 \div 30\%$.

W rezultacie uwzględniając z jednej strony, że nowe kryteria trwałości narzędzi i ich niezawodności wymagają obniżenia szybkości skrawania o $20 \div 25\%$, ale obserwując z drugiej strony, że nowe rozwiązania w usprawnianiu procesów wymiany narzędzi (nie tylko pod względem stosowania systemu planowej wymiany, ale i w stosowaniu techniczno-organizacyjnych przedsięwzięć skracających czas postoju automatów dla wymiany stępionych narzędzi) pozwalają na podwyższenie szybkości skrawania również w takim zbliżonym stopniu, wynika, że w istocie szybkości skrawania pozostają jakby na niezmienionej wysokości.

Okazuje się, że podwyższone wymagania jakościowe w nowoczesnej produkcji zbiegły się z usprawnieniami w zakresie wymiany narzędzi w takim stopniu, że praktycznie nie zauważa się zasadniczych zmian w ilościowej wydajności jednowrzecionowych automatów tokarskich. W warunkach produkcji produktów w $11 \div 12$ klasie dokładności i chropowatości $\nabla 3 \div 4$ usprawnienia w systemie wymiany narzędzi powinny przyczynić się do stosowania wyższych szybkości skrawania od tradycyjnych co najmniej o $10 \div 15\%$. Do tego rodzaju zmian w zasadach doboru szybkości skrawania przyczynia się coraz częściej stosowana ekonomiczna analiza kosztu operacji i uwzględnianie w niej korzystnych zmian w kosztach związanych z wymianą narzędzi i ich eksploatacja.

Poza tym trzeba zaznaczyć, że dla zautomatyzowanych procesów skrawania opłaca się dokonywać specjalnych zmian jakościowych zarówno w materiałach na ostrza narzędzi (specjalne wanadowe stale szybko tnące lub węgliki spiekane tytanowo-tantalowe S25), jak i w materiałach obrabianych (specjalne stale automatowe). Te zmiany jakościowe przyczyniają się najskuteczniej do podwyższenia poziomu zalecanych wtedy szybkości skrawania w stosunku do dotychczas stosowanych.

Podana charakterystyka współczesnych tendencji i wymagań w obróbce na automatach tokarskich pozwoli w sposób właściwy zauważyć jakościowe zmiany, jakie zaszły w zasadach doboru parametrów skrawania. Dlatego też przykład obliczeniowy podany w punkcie 3 niniejszego rozdziału zostanie rozwiązany wg dwóch wariantów: wg dotychczasowych zasad stosowanych w przemyśle oraz wg nowych zaleceń. Zalecenia ujmując syntetycznie tabl. A-160. Nowe zasady doboru szybkości skrawania określa się mianem metody narzędzia limitującego. Zostały one opracowane i wypróbowane w latach pięćdziesiątych w Fabryce Samochodów im Gorkiego w Moskwie (58), a obecnie mają one charakter zaleceń dla całego przemysłu maszynowego ZSRR (43).