

DMG PROGRAMER 3D TURNING W OBRÓBCE CZĘŚCI DROBNYCH

Mirosław Dalak, Piotr Kalina

*Zakład Inżynierii Produkcji
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy*

Streszczenie

W pracy przedstawiono aspekty obróbkowe części automatowej z zastosowaniem obrabiarki automatycznej SPRINT 42 linear firmy GILDEMAISTER z udziałem oprogramowania DMG PROGRAMER 3D TURNING.

1. WPROWADZENIE

Metodyka wytwarzania części drobnych sprowadza się głównie do określenia optymalnego sposobu obróbki, który zapewni jakość i sprawność procesu produkcji na najwyższym poziomie wydajności i opłacalności. Zadaniem technologa w zakładzie produkcyjnym jest odpowiednie zaprojektowanie procesu technologicznego, który spełni powyższe cele. Części drobne są to wyroby o stosunkowo niewielkich wymiarach i masie, przeznaczone do obróbki na zautomatyzowanych obrabiarkach w produkcji masowej i wielkoseryjnej [3,7]. Ogólna klasyfikacja części maszyn obejmuje cztery działy w zależności od cech konstrukcyjnych: obrotowe, wieloosiowe, płaskie, specjalne. Zagadnienie tematyczne związane z obróbką małych elementów koncentruje się bezpośrednio w obrębie automatów tokarskich [3, 4, 7].

Celem pracy jest ocena możliwości obróbkowych współczesnych automatów tokarskich CNC w aspekcie wielkoseryjnej produkcji części drobnych na podstawie praktycznego przykładu obróbki z zastosowaniem obrabiarki automatycznej SPRINT 42 LINEAR firmy GILDEMAISTER [6].

2. OBRABIARKI I OPRZYRZĄDOWANIE W OBRÓBCE CZĘŚCI DROBNYCH

Automaty tokarskie są to obrabiarki do masowej produkcji części drobnych, wykonujące samoczynnie i cyklicznie wszystkie ruchy związane z kompletną obróbką jednej lub równocześnie kilku sztuk [11].

Współczesne automaty tokarskie, wyposażone są w sterowanie numeryczne umożliwiające korekcję zużycia narzędzi oraz wprowadzenie do pamięci programów obróbkowych. Zastąpienie sterowania krzywkowego starszej generacji, sterowaniem numerycznym znacznie skróciło czas przygotowania automatu do produkcji, niwelując w pewnym stopniu koszty związane z opracowaniem programu CNC.

Możliwość obróbki wielozabiegowej w nowoczesnych tokarkach prętowych zapewnia zastosowanie głowic rewolwerowych oraz kaset narzędziowych z narzędziami obrotowymi, takimi jak: wiertła, frezy, gwintowniki, rozwiertaki. Pozwala to na wytwarzanie przedmiotów o złożonej konfiguracji.

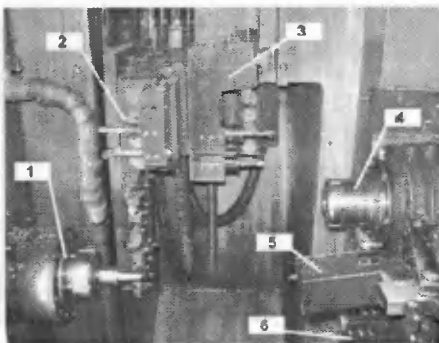
W automacie poprzecznym CNC (rys. 1-4) [1,2] materiał wraz z wrzecionem głównym 1 wykonuje ruch wzdłuż osi Z1. Jest to cecha charakterystyczna dla automatu wzdłużnego, jednak pręt wysuwany jest od razu z całą długością toczenia, uniemożliwiając obróbkę części o stosunku L/d przekraczającym 4.

Blok narzędziowy 2 składa się z dwóch sań wykonujących ruchy styczne (oś X1, Y1) do osi trzpienia głównego 1. Ma możliwość pracy narzędziami stałymi i napędzanymi. Blok narzędziowy 4 (oś Y2) służy „do ponownych obróbek” elementów zamocowanych naprzeciw trzpieniu.

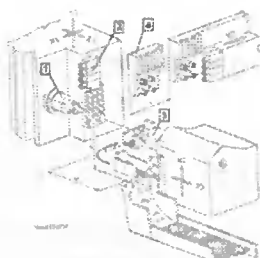
Obrabiarka przedstawiona na rysunku 1 jest wyposażona dodatkowo w specjalną kasetę narzędziową (rys. 2), osadzoną na suporcie przeciw trzpienia 3 realizując obróbkę na wrzecionie głównym 1. Układ ten wykonuje ruchy w kierunku osi Z2 i X2.



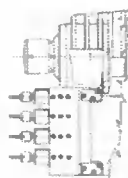
Rys. 1. Automat tokarski SPRINT 42 linear: 1 – magazynopodajnik, 2 – tablica sterownicza, 3 – drzwi dostępu do przestrzeni obróbczej, 4 – transporter detalu, 5 – lampka kontrolna cyklu, 6 – wyciąg oparów



Rys. 2. Przestrzeń obróbcza automatu SPRINT 42 linear: 1 – blok trzpienia głównego Z1, 2 – blok sań X1-Y1 do obróbki na trzpieniu głównym, 3 – blok sań Y2 do ponownych obróbek na przeciwtrzpieniu, 4 – blok sań X2-Z2 przeciwtrzpieniu, 5 – chwytak detalu, 6 – kasetę narzędziową przeciwtrzpienia



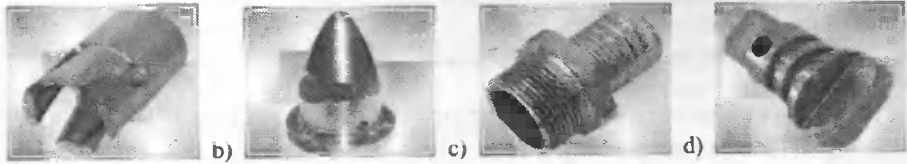
Rys. 3. Struktura geometryczno-ruchowa automatu SPRINT 42: 1 – wrzeciono główne, 2 – blok sań X1, Y1, 3 – blok przeciwtrzpienia X2, Z2, 4 – blok sań Y2 [6]



Rys. 4. Kasetę narzędziową przeciwtrzpienia [6]

W przeciwieństwie do automatów krzywkowych starszej generacji, obrabiarka ma możliwość obróbki kompletnej dzięki funkcji przemocowania półobrobionego elementu, a następnie obróbki tylnej strony elementu.

Obrabiarki tego typu służą do wykonywania części drobnych o średniej złożoności i stosunkowo dużej sztywności (rys. 5). Cechują się precyzją, dzięki wprowadzeniu technologii THK [2] do suportów, opierającej się na technice liniowej z głębokim profilem prowadzenia kulkowego, zapewniając sztywność układu OUPN.

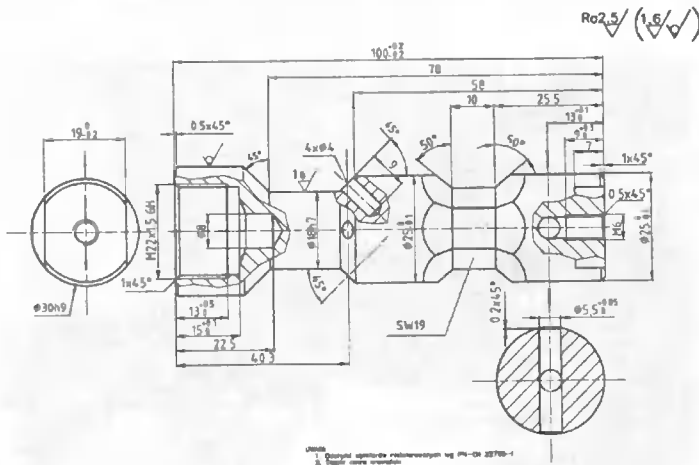


Rys. 5. Typowe elementy drobne obrabiane na SPRINT 42 linear: a) frez, b) czop, c) króciec zaworu, d) sworzeń

3. PRZYKŁAD OBRÓBKI CZĘŚCI DROBNEJ

W układaniu procesów technologicznych uwzględnia się następujące wytyczne: wybór półfabrykatu wyjściowego, narzędzia [8-10], dobór odpowiedniego automatu oraz zasadę koncentrowania operacji [5].

W pracy zastosowano oprogramowania DMG PROGRAMER 3D TURNING. Do opracowania przebiegu obróbki części przedstawionej na rysunku 6 z zastosowaniem obrabiarki automatycznej SPRINT 42 linear firmy GILDEMAISTER [1, 2].



Rys. 6. Kolumnienka, materiał C45

Dane wyjściowe do opracowania procesu technologicznego:

- półfabrykat – pręt ciągniony h9, $\text{Ø}30 \times 3000$ gatunku C45 wg DIN 1.0503,
- masa półfabrykatu – 16,64 kg,
- nazwa części – kolumnienka,
- numer części/rys. (rys. 7),
- norma materiałowa na 1 szt. – 0,57 kg/szt.,
- masa wyrobu gotowego – 0,43 kg,
- wielkość partii – 10000 szt./miesiąc.

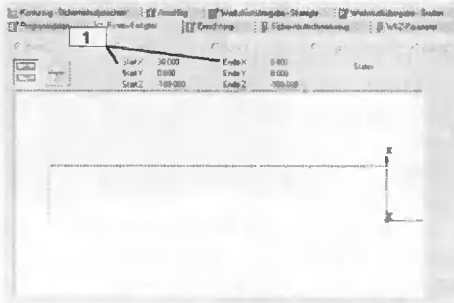
Ramowy plan operacji części:

- kontrola jakości półfabrykatu – operacja nr 1,
- ukosowanie materiału – operacja nr 2,
- obróbka automatowa wzorca partii (pkt 5.1.),
- kontrola jakości wzorca partii – operacja nr 3,
- obróbka automatowa – operacja nr 4,
- ostateczna kontrola jakości – operacja nr 5,
- odłuszczenie – operacja nr 6.

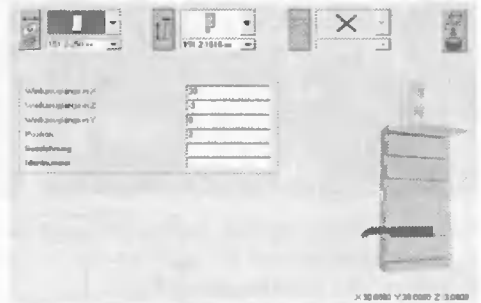
Przestrzeń obróbczą automatu SPRINT 42 linear przedstawiono na rysunku 2. Program automatycznie generuje kod sterujący NC, który przenoszony jest bezpośrednio na dysk twardy.

Etapy programowania obrabiarki w „DMG PROGRAMER” obejmują [1, 2]:

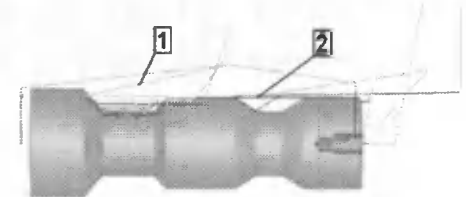
- określenie wymiarów półfabrykatu (rys. 7) na podstawie rysunku detalu,
- wybór narzędzi (rys. 8) oraz parametrów procesu obróbki,
- zaplanowanie obróbki na wrzeciono główne „Spindel 1” (rys. 9),
- zaplanowanie obróbki na wrzeciono przechwytyjące „Spindel 2” (rys. 10).



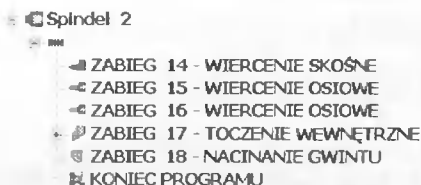
Rys. 7. Określenie geometrii półfabrykatu:
1 – współrzędne półfabrykatu



Rys. 8. Określenie geometrii narzędzi



Rys. 9. Kształt detalu po obróbce na wrzecionie głównym: 1 – ścieżka narzędzia dla ruchów szybkich, 2 – ścieżka narzędzia ruchów roboczych



Rys. 10. Kształt detalu gotowego po obróbce na wrzecionie przechwytyjącym

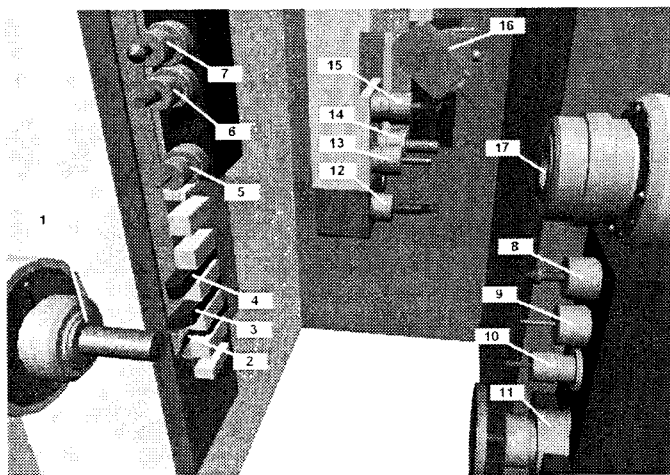
Listing programu sterowania wrzeciona głównego (Spindle 1) wygląda następująco:

```

(.....)
(ZABIEG 1 - ODCINANIE I PODANIE
PRETA )
(.....)
G52 Z0
T0 M8
G92 S3000
G0 X185
G52 Z66
T0106 G95 F0.1 G96 S150 M3
G0 Y0
G0 X35 Z-58
G1 X-0.5
M5
G0 W0.1 X-1 Y2
M193
N1
IF[#1000EQ0]GOTO10
M98 P99
N10
G52 Z66
M33
/M36
M69
G4 X1
G1 G94 F9000 Z0
M37
G4 X1
M190
G0 X34 Z1
(### START ###)
(.....)
(ZABIEG 13 - WYGNIATANIE GWINTU)
(.....)
M81
G54
T0404 G95 G97 S300 M203
G0 X0 Z10
M19 B0
G0 Z2
G33 Z-9 M203 F0.4
G33 Z2 M204 F0.4
G0 Z5
G0 X360 Z50
M106
(### END ###)
M233
M236
M81
G54
M195
G306
M205
T0101
G0 X0 Z30
G0 Z1 M50
G300 Z10
G1 G94 F9000 Z-56
G301
M237
G4 X0.2
M196
M530
M194
M197
M531
M198
G1W1
G301
M51
G300
T0
G52 Z0
G0 Z430
M199
M1
M99P1
%

```

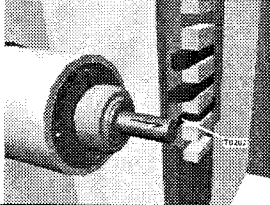
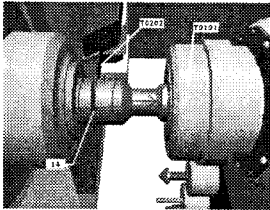
Rozmieszczenie narzędzi w poszczególnych pozycjach kaset narzędziowych objaśniono na rysunku 11.



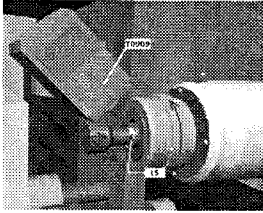
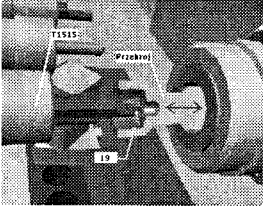
Rys. 11. Schemat uzbrojenia automatu SPRINT 42 linear

Wybrane zabiegi procesu obróbki na wrzecionie głównym (SPINDEL 1) i przeciwwrzecionie (SPINDEL 2) przedstawiono w tablicach 1 i 2.

Tablica 1. Wybrane zabiegi obróbki na wrzecionie głównym (SPINDEL 1)

| Zabieg | Symulacja | Parametry obróbki zabiegu | |
|--|---|---|--|
| | | Parametr | Wartość |
| Zabieg 1 | | | |
| 1. Podejście narzędzia T0202. 2. Odcięcia końcówki pręta i podanie materiału do zderzaka T0202. 3. Odejsięcie narzędzia T0202. |  | Prędkość skrawania, V_c Posuw, f Pozycja gniazda kasety Odległość czola detalu od uchwytu Kierunek obrotów wrzeciona | 100 m/min 0,09 mm obr T0202 $Z = 66$ Prawe M3 |
| Zabieg 13 | | | |
| 1. Podejście noża T0202. 2. Podejście przeciwwrzeciona T0101. 3. Wykonanie fazy [14] $0,5 \times 45^\circ$ i odcinanie detalu zachowując długość całkowitą $L = 100 = 0,2$. 4. Przemocowanie detalu. |  | Prędkość skrawania, V_c Posuw, f Pozycja gniazda kasety Odległość czola detalu od uchwytu 2 Kierunek obrotów wrzecion | 100 m/min 0,09 mm obr T0202, T0101 $Z = 44$ Prawe M3 |

Tablica 2. Przebieg obróbki na przeciwwrzecionie (SPINDEL 2)

| Zabieg | Symulacja | Parametry obróbki zabiegu | |
|--|---|---|--|
| | | Parametr | Wartość |
| Zabieg 14 | | | |
| 1. Podejście narzędzia T0909. 2. Wiercenie skośne [15] 4×04 co 90° na długości $L = 9$, zachowując odległość od czola detalu $Z = -40,3$ i kąt $\alpha = 45^\circ$. 3. Odejsięcie narzędzia T0909. |  | Prędkość obrotowa narzędzia, n Prędkość skrawania, V_c Posuw, f Pozycja gniazda kasety Odległość czola detalu od uchwytu 2 Kierunek obrotów Pozyceje osi B wrzeciona | 3333 obr/min 41,8 m/min 0,08 mm obr T0909 $Z = 44$ Prawe M273 B30, B120, B210, B300 |
| Zabieg 18 | | | |
| 1. Podejście narzędzia T1212. 2. Nacinanie gwintu [19] M22x1,5 6 H na długości $Z = 13,25$. 3. Odejsięcie narzędzia T1212. 4. Wyładowanie detalu gotowego do transporta. |  | Prędkość skrawania, V_c Prędkość obrotowa przeciwwrzeciona, n Posuw, f Ilość przejść Pozycja gniazda kasety Odległość czola detalu od uchwytu 2 Kierunek obrotów przeciwwrzeciona | 90 m/min 1302 obr/min 1,5 mm obr 11 T1515 $Z = 44$ Prawe M203 |

4. PODSUMOWANIE I UWAGI KOŃCOWE

Dynamicznie rozwijany system automatyzacji produkcji umożliwia udoskonalenie obrabiarek w zakresie sterowania i możliwości obróbkowych, ograniczając tym samym udział człowieka w procesie wytwarzania. Jest to czynnik szczególnie ważny, gdyż wpływa na obniżenie kosztów jednostkowych wyrobu. Dzieje się tak, ponieważ współ-

czesny przemysł stawia coraz to większe wymagania w zakresie kosztów, jakości i wydajności. W tym celu należy inwestować w nowe technologie i rozwiązania, umożliwiające utrzymanie produkcji na najwyższym poziomie opłacalności.

Zastosowanie obrabiarek z głowicami suwakowymi stanowi korzystny wariant obróbki dla produkcji masowej części o niewielkich rozmiarach. W związku z tym wyszczególniono możliwości współczesnych automatów tokarskich, nowoczesne systemy narzędziowe i oprzyrządowanie w obróbce części drobnych.

W opracowaniu przykładowej obróbki dla produkcji masowej części drobnej – „kolumnienki” przedstawiono zastosowanie automatu tokarskiego sterowanego numerycznie SPRINT 42 linear. Obrabiarka ma możliwość przemocowania półobrobionego elementu. Dzięki tej funkcji obrabiana część została kompletnie wykonana na jednej obrabiarence. W trakcie obróbki na dwóch wrzecionach część zabiegów wykonywana była równocześnie, co znacznie wpłynęło na skrócenie czasu jednostkowego. Efektem tego jest zwiększenie wydajności procesu produkcji. Opracowany proces obróbki jest przykładem jednocześnie występującej koncentracji organizacyjnej, mechanicznej i technologicznej.

LITERATURA

- [1] DMG Innovative Technologies, GMC linear - /ISM-Baureihe, 10-11.
- [2] DMG Technologies For Tomorrow, Jurnal 02/2009, 30-32.
- [3] EMO Mediolan 05.-10.10.2009. Automaty tokarskie CNC.
- [4] FATPOL TOOLS – uchwyty narzędziowe, 2009.
- [5] Feld M., 1994. Projektowanie procesów technologicznych typowych części maszyn. WNT Warszawa.
- [6] Gildemaister Italiana S.p.A., SPRINT42linear-FA-MU-v0.2-pl.
- [7] Honeczarenko J., 2008. Obrabiarki sterowane numerycznie. WNT Warszawa.
- [8] Katalog GUHRING, 2009.
- [9] Katalog HORN, 2008.
- [10] Katalog ISCAR, 2009.
- [11] Stós J., 2009. Obróbka skrawaniem w praktyce. Wyd. Verlag Dashofer Warszawa.

MINUTE PARTS MACHINING WITH DMG PROGRAMER 3D TURNING

Summary

Paper deals with minute parts cutting simulating considerations using DMG PROGRAMER 3D TURNING. It was present some manufacturing process cuts of stan-
chion for automatic lathe's spindle and reference spindle.