

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY

66037

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 17.IV.1969 (P 133 043)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 30.XII.1972

Kl. 67a,29

MKP B24b 21/00

UKD

Twórca wynalazku: Franciszek Leszek Dziewanowski

Właściciel patentu: Politechnika Gdańska, Gdańsk (Polska)

Sposób obróbki powierzchni przestrzennie ukształtowanych, zwłaszcza łopatek turbin na szlifierkach ze sterowaniem programowym

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób obróbki powierzchni przestrzennie ukształtowanych, zwłaszcza łopatek turbin na szlifierkach ze sterowaniem programowym.

Dotychczas przedmioty o powierzchniach przestrzennie ukształtowanych, obrabiane na szlifierkach ze sterowaniem programowym i pracujących w układzie współrzędnych walcowych, otrzymują przestrzenny kształt powierzchni obrabianej przez koordynację ruchu obrotowego przedmiotu z ruchem narzędzia w płaszczyźnie równoległej do osi przedmiotu.

Przy znanych sposobach obróbki prędkość obwodowa powierzchni przedmiotów obrabianych jest różna i w wielu przypadkach kilkakrotnie mniejsza od wymaganej.

Ujemną cechą stosowanych dotychczas sposobów jest niejednokowy posuw roboczy, styczny do powierzchni obrabianej w różnych miejscach kształtowanej powierzchni, co powoduje niejednakową gładkość i zróżnicowaną, chwilową wydajność obróbki, które zależne są od odległości między osią obrotu przedmiotu a miejscem obróbki powierzchni kształtowej. Ponadto, na wydajność obróbki w dużym stopniu wpływa wielkość promienia krzywizny profilu wzdłuż osi obrotu przedmiotu obrabianego i dokładność jego wykonania, co niejednokrotnie zmusza do obróbki małą szerokością skrawania.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu obróbki powierzchni przestrzennie ukształtowanych,

2

zwłaszcza łopatek turbin na szlifierkach ze sterowaniem programowym, który eliminuje opisane wyżej niedogodności.

Cel ten został osiągnięty przez wyznaczenie dla
5 każdego bloku informacji programu sterującego kąta obrotu przedmiotu, kąta obrotu narzędzia oraz jego przesuwu w kierunku prostopadłym i równoległym do osi obrotu przedmiotu, przy czym w jednym bloku informacji szlifuje się powierzchnię
10 przedmiotu wyznaczoną przez cztery obrane na niej punkty pomocnicze, z których jeden przyjmuje się za początek układu współrzędnych dla wyznaczenia pozostałych trzech punktów, określonych na krawędziach przecięcia powierzchni obrabianej z dwoma płaszczyznami, przechodzącymi przez oś obrotu
15 przedmiotu oraz znajdującymi się w stosunku do siebie pod kątem odpowiadającym kątowi obrotu przedmiotu i przez dwa punkty pomocnicze na każdej z krawędzi prowadzi się proste określające kąty, jakie one tworzą z osią obrotu przedmiotu, a z różnicami tych kątów wyznacza się kąt obrotu narzędzia w płaszczyźnie równoległej do osi obrotu przedmiotu, zaś posuw narzędzia w tej samej płaszczyźnie
20 wyznacza się z zależności funkcyjnych wynikających z posuwu narzędzia w płaszczyźnie równoległej do osi obrotu przedmiotu, posuwu obrotowego narzędzia w tej płaszczyźnie, prędkości obrotowej przedmiotu i posuwu narzędzia stycznego do powierzchni obrabianej, a następnie podane zależności
25 zamienia się na sterowane programowo po-
30

suwy, które realizuje się w szlifierce sterowanej programowo.

Istotą rozwiązania według wynalazku jest również to, że kąt obrotu przedmiotu obrabianego, kąt obrotu narzędzia i jego przesuw w kierunku prostopadłym i równoległym do osi obrotu przedmiotu wyznacza się przez określenie punktów pomocniczych profilu, które zależą od dokładności wykonania przedmiotu obrabianego, kształtu narzędzia i rodzaju interpolacji zastosowanej w obrabiarkę, przy czym kształt powierzchni przedmiotu obrabianego odwzorowuje się według programu sterującego, składającego się z bloków informacji, z których każdy opisuje zależności funkcyjne między posuwami narzędzia a posuwem obrotowym przedmiotu, umożliwiającym obróbkę powierzchni przedmiotu obrabianego z założoną z góry gładkością, wydajnością i dokładnością obróbki. Położenie punktów pomocniczych, leżących na tej samej krawędzi przecięcia płaszczyzny przechodzącej przez powierzchnię obrabianą i oś obrotu przedmiotu obrabianego, wyznacza się w zależności od dokładności obróbki przedmiotu, kształtu narzędzia i krzywizny wyznaczonej krawędzi.

Ponadto, przesuw narzędzia wzdłuż kierunku równoległego do osi obrotu przedmiotu obrabianego określają punkty pomocnicze nie leżące na tej samej krawędzi przecięcia się powierzchni przedmiotu obrabianego z jego osią obrotu, a usytuowanie po stronie powierzchni już obrabianej lub ustalone w przypadku, gdy to jest pierwsze przejście obróbkowe, przy czym prostoliniowe prędkości posuwów narzędzia oraz jego posuw obrotowy wyznacza się ze związków funkcyjnych, które uzależnione są od układu interpolacji obrabiarki i konieczności zrealizowania posuwów obrotowych i prostoliniowych w tym samym czasie, a prędkość obrotową przedmiotu obrabianego dobiera się w zależności od przyjętego roboczego posuwu narzędzia, stycznego do powierzchni obrabianej.

Zalety sposobu według wynalazku polegają na tym, że szczególnie korzystne wyniki obróbki powierzchni przestrzennie ukształtowanych uzyskuje się w przypadku szlifowania taśmą ścierną powierzchni wklęsłych. Taśma ta nie wymaga urządzeń korygujących jej wymiar, co jest konieczne przy stosowaniu ściernic. Szlifowanie ze stałym posuwem, stycznym do powierzchni obrabianej, pozwala na znaczne podniesienie trwałości narzędzia i odpowiednie zwiększenie parametrów skrawania, a tym samym zapewnia wzrost wydajności obróbki, przy czym zwiększenie trwałości narzędzia ma również korzystny wpływ na gładkość i dokładność obróbki.

Wynalazek jest bliżej objaśniony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia łopatkę turbiny w widoku z góry, fig. 2 — przekrój łopatki wzdłuż linii A—A na fig. 1, fig. 3 — przekrój łopatki wzdłuż linii B—B, fig. 4 — przekrój łopatki wzdłuż linii C—C, fig. 5 — przekrój łopatki wzdłuż linii D—D, fig. 6 — przekrój łopatki z oznaczeniami wielkości, służących do wyznaczania jej środka obrotu, fig. 7 — przekrój łopatki, której część profilu wypukłego obrabiana

jest za pomocą taśmy ścierniej, fig. 8 — przekrój łopatki, której część profilu wklęsłego obrabiana jest za pomocą taśmy ścierniej, a fig. 9 przedstawia podział zarysu profilu na części, w których posuw styczny wzdłuż powierzchni obrabianej zmienia się w określonym przedziale.

Na łopatkę turbiny przedstawionej na fig. 1 zaznaczone są tory przejścia obróbkowego t_1 , t_2 i t_3 narzędzia, krawędź k łopatki oraz płaszczyzny jej przekroju. Krawędź k odpowiada krawędzi pierwszego przejścia obróbkowego i służy do wyznaczania punktów pomocniczych.

Tor t_1 odpowiada pierwszemu przejściu obróbkowemu, wyznaczonemu na podstawie punktów pomocniczych określonych na krawędzi k . Analogicznie tor t_2 odpowiada następnemu przejściu obróbkowemu, wyznaczonemu na podstawie pozostałych punktów pomocniczych, nie leżących na krawędzi k .

Tor t_3 jest uzależniony od punktów pomocniczych, wyznaczonych dla toru t_2 .

Profil łopatki (fig. 6) opisany jest łukami okręgu o promieniach R_1 , R_2 , R_3 i długościach l_1 , l_2 , l_3 ze środkami w punktach O_1 , O_2 , O_3 oraz odpowiadających mu współrzędnych na osiach $Z'-Y'$, oznaczonych $O_{z1}-O_{y1}$, $O_{z2}-O_{y2}$ i $O_{z3}-O_{y3}$, jak również odcinkiem prostej $B-C$ o długości l_4 .

Punkt O_4 o współrzędnych $O_{z4}-O_{y4}$ jest środkiem obrotu dla odcinka $B-C$. Prosta prostopadła, na której leży punkt O_4 dzieli odcinek $B-C$ na dwie połowy. Łuk zakreślony z tego punktu jest największym promieniem R_{dop} , uzależnionym od konstrukcji obrabiarki. Łuk ten przechodzi przez punkt W profilu łopatki, który jest najbardziej oddalony od punktu O_4 .

Współrzędne O_z i O_y środka obrotu O wyznacza się z podanych niżej wzorów, wstawiając współrzędne O_1 , O_2 i O_3 środków łuków i punktu O_4 w przyjętym dowolnie układzie współrzędnych $Z'-Y'$ oraz odpowiadające im długości l_1 , l_2 , l_3 i l_4 .

Przedstawiony na fig. 7 profil łopatki opisany jest łukami $A-B$, $C-D$, $D-A$ oraz odcinkiem prostej $B-C$. Profil łopatki obraca się wokół środka obrotu O z prędkością kątową ω . Prędkość ta zmienia się tak, że prędkość posuwu roboczego V_p jest stała.

Środek obrotu O_r rolki roboczej R_r , napędzanej przez taśmę ścierną t z prędkością V_t , przesuwa się z prędkością V_r , zapewniającą odwzorowanie profilu łopatki w płaszczyźnie odległej od osi obrotu o wielkość e , która jest jedną z wielkości ustawczych narzędzia.

Na fig. 9 profil łopatki turbiny podzielony jest na części, określone łukami $1-2$, $2-3 \dots -n$, dla których prędkość posuwu roboczego V_p zawarta jest w przedziale $V_p - \Delta V_p < V_p < V_p + \Delta V_p$. Punkty pomocnicze $1, 2, 3, 4, \dots, n$ są granicznymi punktami pomocniczymi, jakie przyjmuje się w celu zachowania warunku stałej prędkości posuwu roboczego V_p .

Obróbka przedmiotu obrabianego sposobem według wynalazku przebiega następująco. Najpierw określa się środki obrotu O_p przekrojów obrabianego przedmiotu ze wzorów:

$$O_y = \frac{\sum_{i=1}^n l_i \cdot O_{yi}}{\sum_{i=1}^n l_i}$$

$$O_z = \frac{\sum_{i=1}^n l_i \cdot O_{zi}}{\sum_{i=1}^n l_i}$$

gdzie O_y i O_z — współrzędne środków obrotu **O** w przyjętym układzie **Y'—Z'**,

l_i — długość łuku będącego częścią obrabianego profilu wyznaczonego przez promień **R_i**,

O_{yi} , O_{zi} — współrzędne środków krzywizn profilu obrabianego przedmiotu.

Z kolei wyznacza się oś obrotu przedmiotu obrabianego przez przybliżenie do linii prostej wyznaczonych środków obrotu **O_p** kolejnych przekrojów obrabianego przedmiotu, a następnie kąt zawarty między rzutem osi narzędzia na płaszczyznę **X—Z** a osią obrotu przedmiotu, po czym na powierzchni przedmiotu obrabianego wyznacza się przebieg jednej z krawędzi pierwszego przejścia obróbkowego i punkt leżący na niej, stanowiący początek obróbki.

Na ustalonej krawędzi pierwszego przejścia obróbkowego wyznacza się drugi punkt pomocniczy, spełniający warunek odwzorowania z założoną dokładnością odcinka, znajdującego się między punktem początku obróbki a wyznaczonym drugim punktem pomocniczym. Warunek ten zależy od rodzaju interpolacji stosowanej w obrabiarce, kształtu krawędzi pierwszego przejścia obróbkowego i dokładności jej wykonania.

Następnie, na krawędzi przecięcia się płaszczyzny wyznaczonej przez oś obrotu przedmiotu obrabianego i punkt początku obróbki, wyznacza się trzeci punkt pomocniczy, który spełnia warunek odwzorowania odcinka krawędzi, zawartego między tymi punktami, z założoną dokładnością. Warunek ten zależy od kształtu wyznaczonej krawędzi, kształtu narzędzia i dokładności wykonania. Czwarty punkt pomocniczy wyznacza się analogicznie jak trzeci punkt pomocniczy z tym, że leży on na krawędzi przecięcia się powierzchni przedmiotu obrabianego z płaszczyzną, wyznaczoną przez drugi punkt pomocniczy i oś obrotu **O** przedmiotu obrabianego.

W oparciu o wyznaczone cztery punkty pomocnicze określa się kąt obrotu α przedmiotu, kąt obrotu narzędzia oraz długości przesuwu narzędzia w kierunku równoległym i prostopadłym do osi obrotu przedmiotu. Wielkości te realizowane są w czasie jednego bloku informacji programu sterującego obróbką, w czasie uzależnionym od przyjętego posuwu, stycznego wzdłuż obrabianej powierzchni. Do wyznaczenia kolejnych bloków informacji określa się następne punkty pomocnicze w oparciu o wyznaczone w poprzednim bloku informacji dwa punkty pomocnicze.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób obróbki powierzchni przestrzennie ukształtowanych, zwłaszcza łopatek turbin na szlifierkach ze sterowaniem programowym, gdzie narzędziu nadaje się ruch posuwowy w dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach, **znamienny tym**, że dla każdego bloku informacji programu sterującego wyznacza się kąt obrotu (α) przedmiotu, kąt obrotu narzędzia oraz jego przesuwu w kierunku prostopadłym i równoległym do osi obrotu (**O**) przedmiotu obrabianego, przy czym w jednym bloku informacji szlifuje się powierzchnię przedmiotu wyznaczoną przez cztery obrane na niej punkty pomocnicze, z których jeden przyjmuje się za początek układu współrzędnych dla wyznaczenia pozostałych trzech punktów pomocniczych, określonych na krawędziach przecięcia powierzchni obrabianej z dwoma płaszczyznami przechodzącymi przez oś obrotu (**O**) przedmiotu obrabianego oraz znajdującymi się w stosunku do siebie pod kątem odpowiadającym kątowi (α) obrotu przedmiotu i przez dwa punkty pomocnicze na każdej z krawędzi prowadzi się proste określające kąty, jakie one tworzą z osią obrotu (**O**) przedmiotu, a z różnicy tych kątów wyznacza się kąt obrotu narzędzia w płaszczyźnie równoległej do osi obrotu (**O**) przedmiotu, zaś posuw narzędzia (**V_x**) w tej płaszczyźnie wyznacza się z zależności funkcyjnych wynikających z posuwu narzędzia (**V_t**), posuwu narzędzia wzdłuż osi leżącej w płaszczyźnie równoległej do osi obrotu (**O**) przedmiotu, posuwu obrotowego narzędzia w tej samej płaszczyźnie, prędkości kątowej (ω) przedmiotu i posuwu roboczego łopatki (**V_p**), stycznego do powierzchni obrabianej, a następnie podane zależności zamienia się na sterowane programowo posuwy, które realizuje się w szlifierce sterowanej programowo.

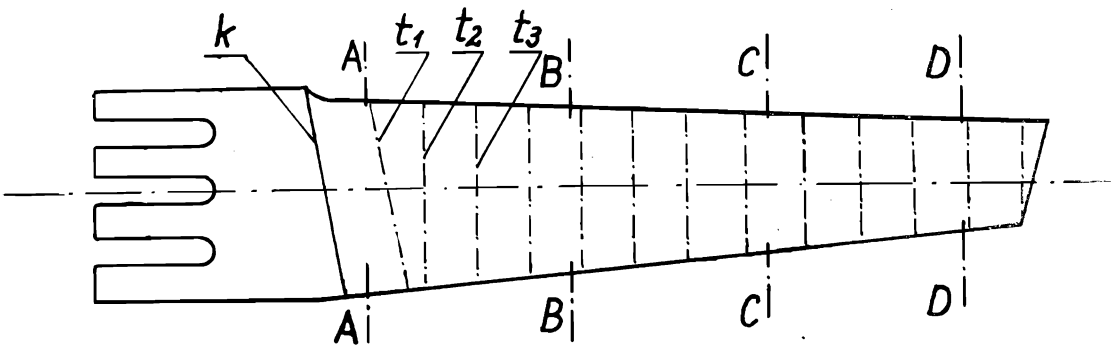


Fig. 1

A-A



Fig. 2

B-B



Fig. 3

C-C

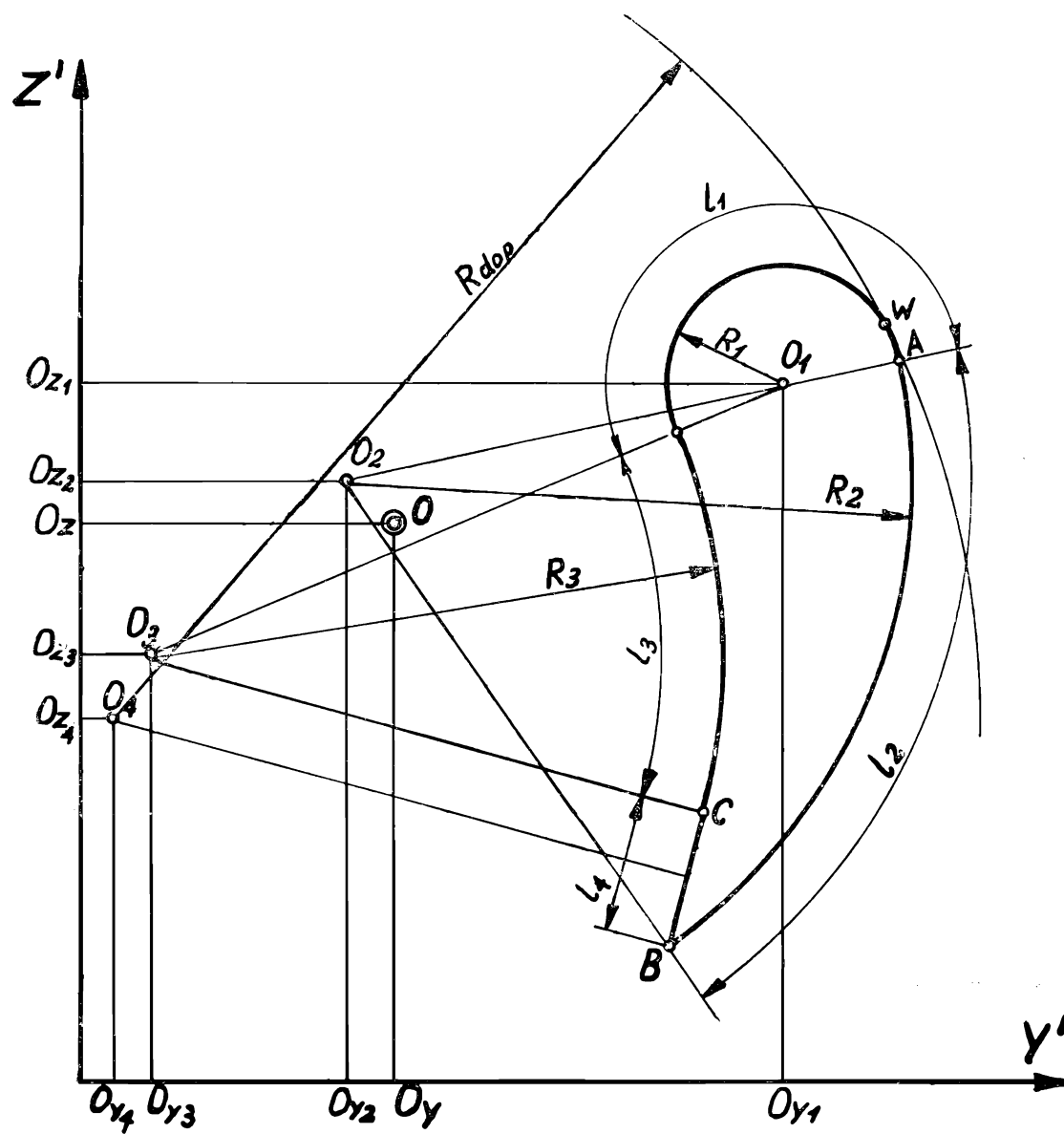


Fig. 4

D-D



Fig. 5

*Fig. 6*

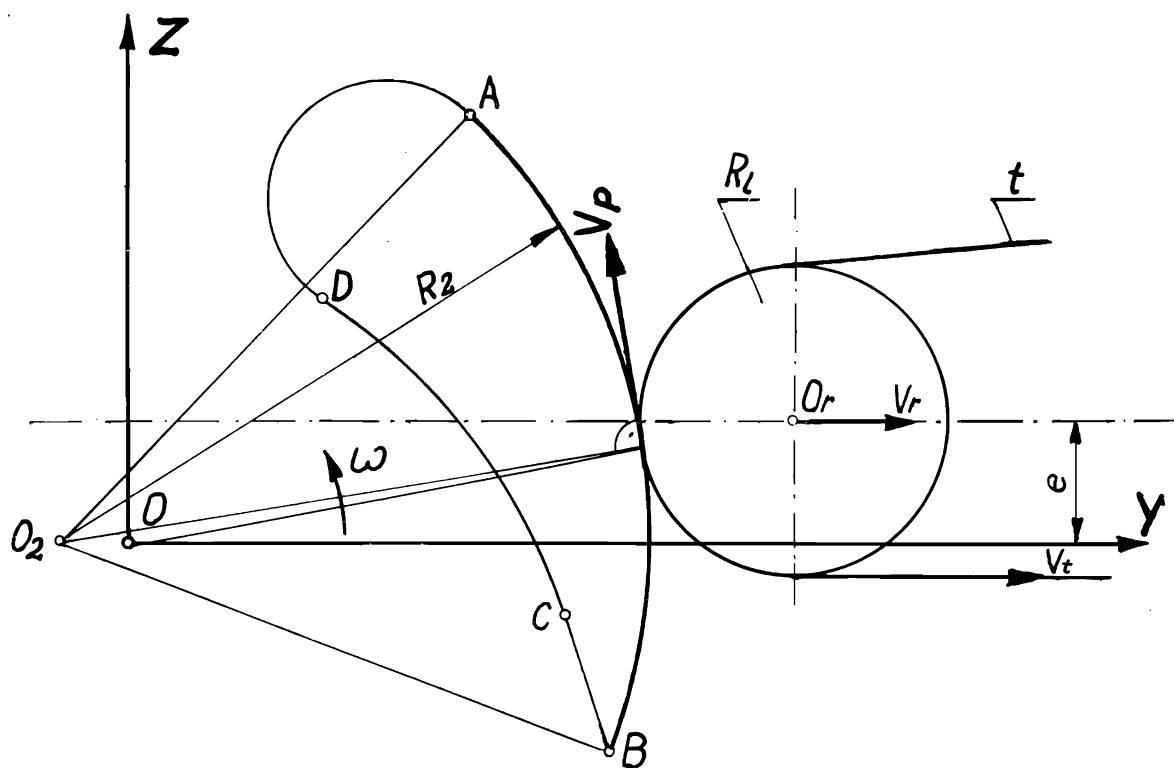


Fig. 7

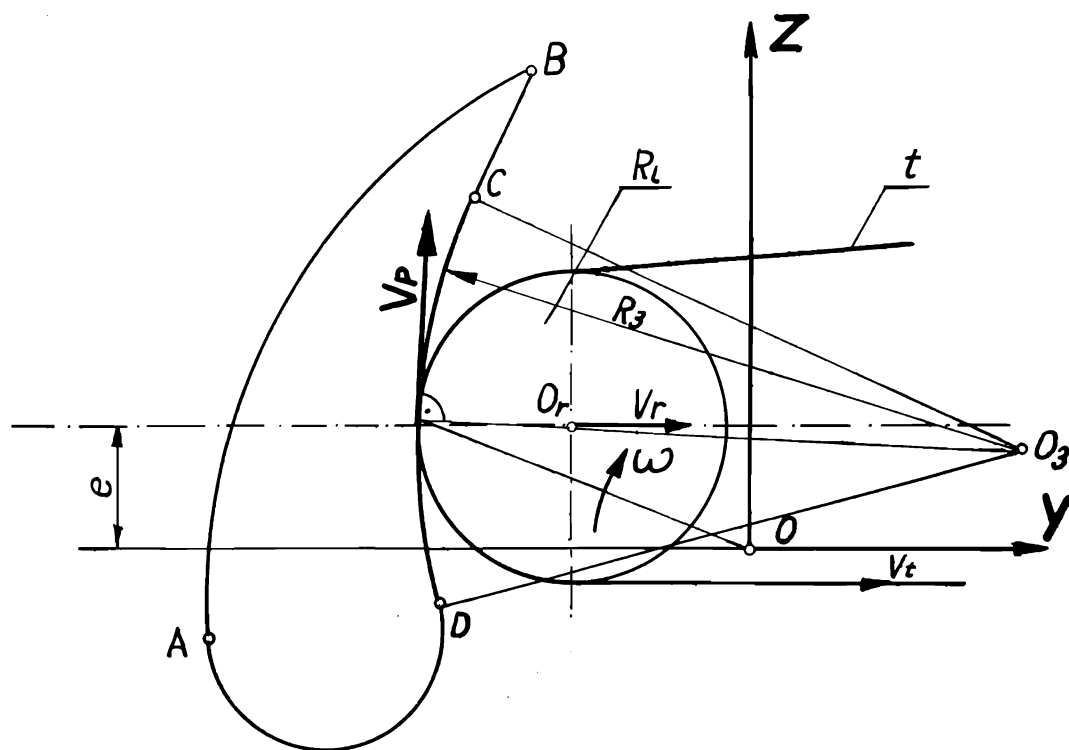


Fig. 8

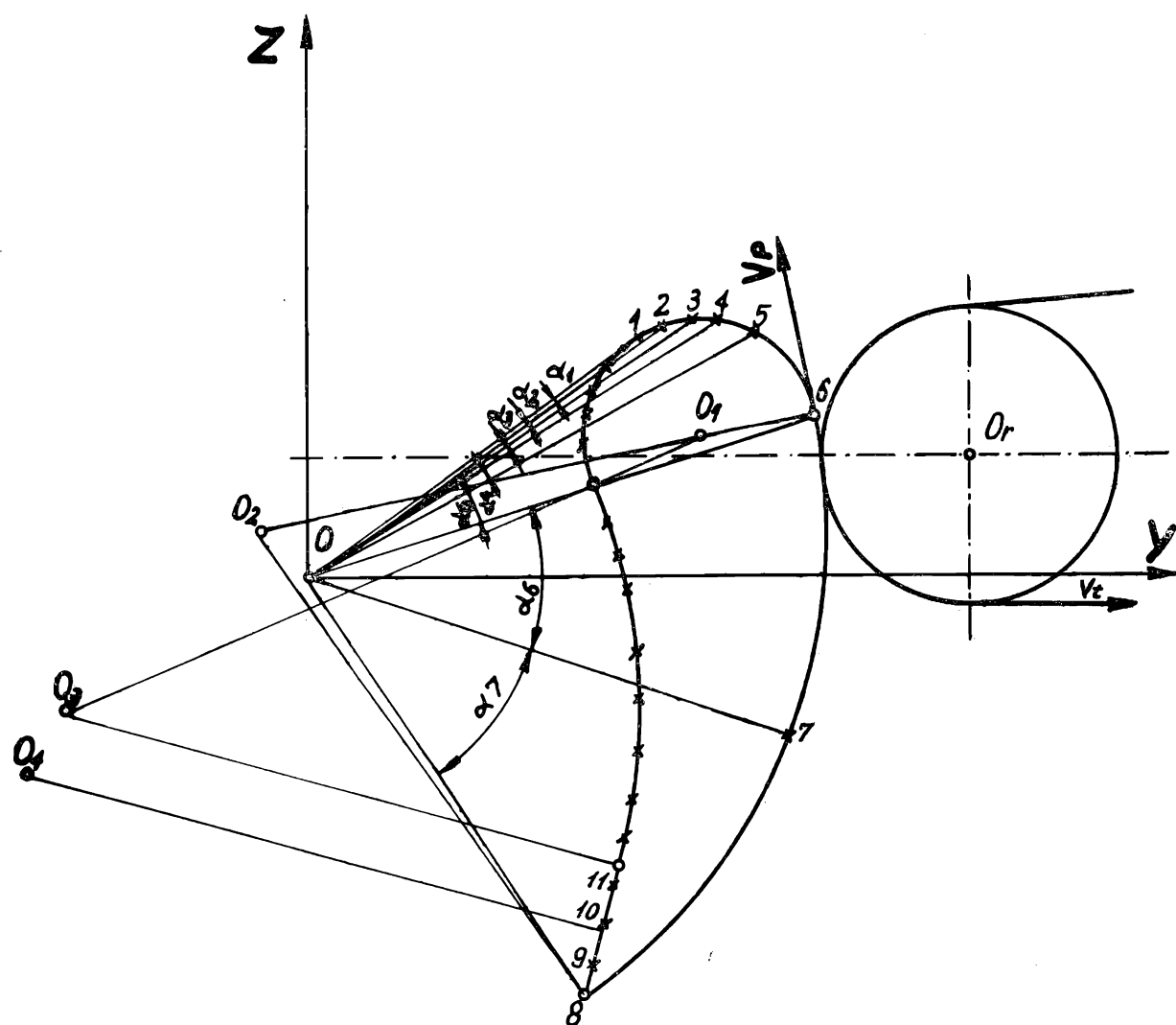


Fig. 9