

plaszczyny o 100 mm szerokości i l mm długości przy posuwie t mm na jeden skok stołu znajdziemy na podstawie następującego wzoru:

$$T = \left(\frac{l + 2 \cdot 25^*)}{1000 \cdot v} + \frac{l + 2 \cdot 25}{1000 \cdot v_1} + 2 \frac{1}{120} \right) \cdot \frac{100}{t} = \left(\frac{l + 2 \cdot 25}{1000 \cdot 9} + \frac{l + 2 \cdot 25}{1000 \cdot 27} + 2 \frac{1}{120} \right) \cdot \frac{100}{t} = \frac{0,0148 (l + 50) + 1,67}{t} \text{ min.}$$

Obliczenia te pozwalają nam ułożyć dla omawianej strugarki tablicę, całkowicie wyczerpującą całą charakterystykę obrabiarki i ułatwiającą szybkie obliczanie czasu obróbki (str 47).

Określanie wydajności strugarek poprzecznych i dłutownic.

Obliczenie to różni się od obliczenia strugarek wzdłużnych przede wszystkim tem, że nie wchodzi tu w grę ciężar obrabianego przedmiotu, który podczas skrawania pozostaje bez ruchu, i że mechanizm strugarek poprzecznych i dłutownic jest odmienny.

Obliczenie wydajności dłutownicy № D.

Na załączonym szkicu dłutownicy № D pokazane są wymiary stopni koła pasowego i czopa korbowego, prowadzącego suwak imakowy. Czop ten jest jedną z najsłabszych części dłutownicy i według jego wytrzymałości obliczamy największą dopuszczalną siłę skrawania.

Największy użyteczny skok dłuta (wysokość dłutowania) $h = 300$ mm,

skok rzeczywisty $H = h + 25$,

ilości skoków na minutę: 15 — 23 — 38 — 60,

12 posuwów stołu na 1 skok dłuta: $t = 0,25$ do 3 mm,

ilość obrotów przystawki — 200 na minutę,

stosunek średnich prędkości roboczego ruchu dłuta do prędkości ruchu powrotnego 1 : 2.

Ilość energii, oddawanej dłutownicy przez pas na każdym stopniu koła pasowego, obliczamy na podstawie znanych wzorów:

$$N_1 = 0,7 \cdot b \cdot D_1 \cdot n_1 = 0,7 \cdot 0,120 \cdot 0,730 \frac{200 \cdot 365}{730} = 6,1 \text{ k. m.}$$

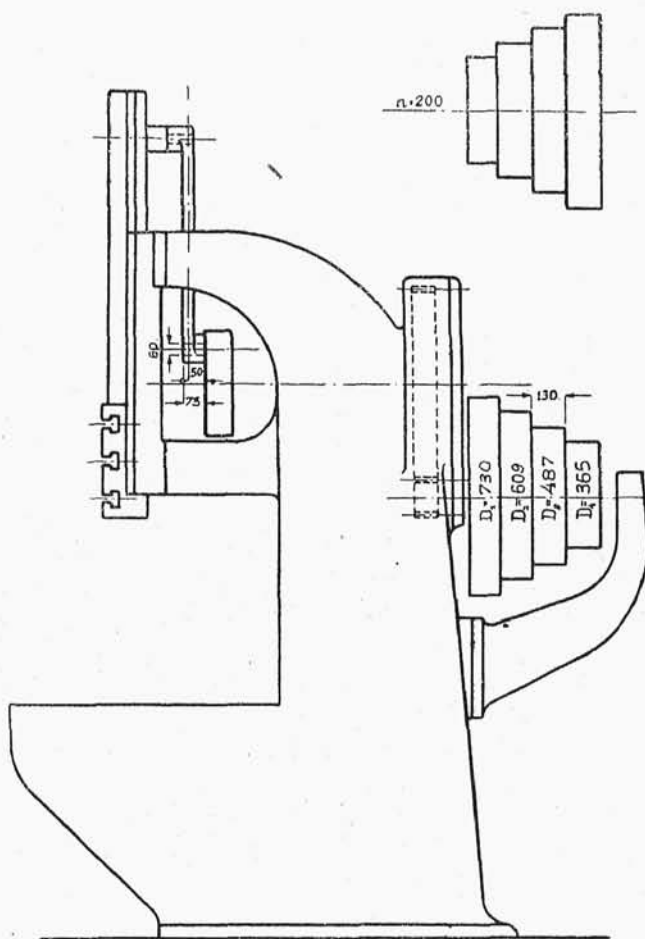
$$N_2 = 0,7 \cdot b \cdot D_2 \cdot n_2 = 0,7 \cdot 0,120 \cdot 0,609 \frac{200 \cdot 487}{609} = 8,4 \text{ k. m.}$$

$$N_3 = 0,7 \cdot b \cdot D_3 \cdot n_3 = 0,7 \cdot 0,120 \cdot 0,487 \frac{200 \cdot 609}{487} = 10,2 \text{ k. m.}$$

$$N_4 = 0,7 \cdot b \cdot D_4 \cdot n_4 = 0,7 \cdot 0,120 \cdot 0,365 \frac{200 \cdot 730}{365} = 12,6 \text{ k. m.}$$

*) 2 · 25 — nieużyteczny ruch stołu przy przerzucaniu pasa.

Ponieważ dłutownice posiadają koło rozpędowe, które gromadzi w sobie energję w czasie powrotnego ruchu dłuta i następnie oddaje ją dłutu w czasie jego ruchu roboczego, ponieważ dalej czas samego skrawania stanowi $\frac{2}{3}$ całego okresu pracy dłuta, składającego się z ruchów roboczego



Rys. 9. Dłutownica № D.

i jałowego, możemy przeto uważać, że ilość energji, oddawanej dłutu przez koło pasowe w czasie ruchu roboczego, stanowi $\frac{3}{2}$ ilości energji, odbieranej średnio przez koło pasowe od transmisji.

$$N'_1 = \frac{3}{2} \cdot N_1 = 9,1 \text{ k. m.}$$

$$N'_2 = \frac{3}{2} \cdot N_2 = 12,6 \text{ k. m.}$$

$$N'_3 = \frac{3}{2} \cdot N_3 = 15,3 \text{ k. m.}$$

$$N'_4 = \frac{3}{2} \cdot N_4 = 19,0 \text{ k. m.}$$

Dopuszczalną siłę na czopie ze względu na jego wytrzymałość na zginanie określimy ze wzoru

$$M_b = 0,1 \cdot d^3 \cdot k_b$$

$$P \cdot 5 = 0,1 \cdot 6^3 \cdot 600$$

$$P = \frac{0,1 \cdot 6^3 \cdot 600}{5} = 2600 \text{ kg.}$$

Dopuszczalna siła na czopie ze względu na obciążenie powierzchni czopa

$$P = 6 \cdot 7,5 \cdot 60 = 2700 \text{ kg.}$$

Wobec powyższego największy dopuszczalny przekrój skrawanego wióra

$$\text{ze stali zwykłej } f = \frac{2600}{180} = 14,5 \text{ mm}^2,$$

$$\text{z żeliwa miękkiego } f = \frac{2600}{90} = 29 \text{ mm}^2.$$

Równoważnik energii w postaci ilości wiórów na minutę oblicza się tak samo, jak i dla tokarek, a mianowicie:

$$\text{dla stali zwykłej } \dots f \cdot v = 20 \text{ N'}$$

$$\text{dla żeliwa miękkiego } \dots f \cdot v = 40 \text{ N'}$$

Średnią prędkość skrawania przy rzeczywistym skoku H , ilość skoków m na minutę i przy stosunku prędkości ruchu roboczego do powrotnego 1 : 2, odnajdziemy z następującego wzoru:

$$v = \frac{3 \cdot H \cdot m}{2} \text{ m/min.}$$

Czas, potrzebny na odłutowanie przedmiotu o 100 mm szerokości przy posuwie stołu t mm na 1 skok stołu:

$$T = \frac{100}{m \cdot t} \text{ minut.}$$

Na podstawie powyższych obliczeń układamy tablicę kalkulacyjną, składającą się z dwóch części. W pierwszej części, uwzględniając f , v , $f \cdot v$ i H znajdujemy pożądaną ilość skoków dłuta na minutę, jaką trzeba zastosować przy dłutowaniu danego przedmiotu; w drugiej części podług wybranego ze względu na f posuwu t i ilości skoków m znajdujemy odrazu czas, potrzebny na odłutowanie powierzchni 100 mm szerokości.

Dłutownica № D.

Największa wysokość dłutowania	300 mm
Wysięg	650 "
Średnica stołu	700 "
Największa odległość stołu od imaka	450 "
Podłużny ruch stołu	620 "
Poprzeczny „ „	420 "
Dopuszczalny przekrój wióra dla stali zwykłej . . $f = 14,5 \text{ mm}^2$	
„ „ „ dla żeliwa miękkiego $f = 29$ „	

f, v dla stali zwykłej		180	250	305	380
f, v dla żeliwa miękkiego		360	500	610	760
Ilość skoków na min.		15	23	38	60
50	75	1,7	2,6	4,3	6,8
75	100	2,25	3,45	5,7	9
100	125	2,85	4,4	7,3	11,4
150	175	4,	6,15	10,2	16
200	225	5,1	7,8	13	20,5
250	275	6,3	9,7	16	25
300	325	7,4	11,4	18,8	29,5
Wysok. dłutow. w mm.	Skok noża w mm.	Średnia prędkość skrawania — v m/min.			

Ilość skoków na min.	15	23	38	60
0,25	26,6	17,4	10,5	6,65
0,5	13,35	8,7	5,3	3,31
0,75	8,9	5,8	3,5	2,21
1	6,7	4,35	2,63	1,66
1,25	5,35	3,46	2,1	1,33
1,5	4,45	2,9	1,75	1,11
1,75	3,8	2,48	1,5	0,95
2	3,33	2,16	1,32	0,83
2,25	2,96	1,83	1,17	0,74
2,50	2,67	1,74	1,05	0,67
2,75	2,43	1,58	0,96	0,605
3	2,22	1,45	0,88	0,555
Posuw w mm na 1 skok	Czas dłutowania 100 mm szerokości			

Określenie wydajności wiertarek.

Za podstawę do obliczenia wydajności wiertarek przyjmuję przytoczone wyżej wyniki doświadczeń Dempster-Smith'a i R. Poliakowa, dzięki którym można łatwo odnaleźć potrzebny dla wiercenia moment skręcający na wrzecionie, nacisk poosiowy i ilość zużywanej energii. Celem obliczeń ma być ułożenie dla każdej wiertarki tablicy kalkulacyjnej, która dawałaby nam bezpośrednio ilość obrotów i posuw wiertła, jakie należy zastosować przy wierceniu w danym materiale otworu danej średnicy za pomocą wiertła danego gatunku.

Na końcu książki podane „Tablice polecanych posuwów i ilości obrotów wiertła” Dempster-Smith'a mają znaczenie ogólnego przepisu. Każda jednak fabryka, wyrabiająca wiertła, poleca swoją tablicę posuwów i obrotów, przystosowaną do gatunków wiertel, wypuszczanych przez nią na rynek. Dla przykładu przytaczam jedną z takich tablic, uzupełniając ją iloczynami posuwów przez ilości obrotów, wskazującymi prędkości zagłębiania się wiertła.

Największe ilości obrotów i posuwu (głębokość wiercenia w ciągu 1 min.) polecane przez fabrykę „X” dla wiertel spiralnych marki „Y” ze stali szybko tnącej przy wierceniu stali zwykłej. (Uwzględnione są wyłącznie własności samych wiertel).												
Średnica wiertła w mm d	9,5	12,7	19	25,4	31,7	38	44	50,8	57	63,5	69,8	76,2
Ilość obr. wiertła — n (przy prędkości obwodowej $v = 25$ m/min)	835	625	420	313	250	210	180	156	140	125	114	114
Posuw wiertła na 1 obr. — t	0,3	0,35	0,4	0,45	0,45	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Posuw wiert. na 1 min. $l = n \cdot t$ (głęb. wiercenia w ciągu 1 min.)	250	220	168	141	113	105	90	78	70	62,5	57	52

Następnie obliczamy wytrzymałość poszczególnych organów wiertarki, ażeby otrzymać największe posuwu i ilości obrotów wiertła, a więc także jego prędkości zagłębiania się w materiale, dopuszczalne ze względu na **samą wiertarkę** (a nie wiertło).

Porównywując następnie największe prędkości zagłębiania się wiertła, dopuszczalne ze względu na **wiertło**, z prędkościami zagłębiania się wiertła, dopuszczalnymi ze względu na **samą wiertarkę**, wybieramy mniejsze z nich i uważamy je za przepisane przy wierceniu na **danej wiertarce** wiertłami danego gatunku.

na dopuszczalny moment skręcania wrzeciona przy jego małych obrotach. Inaczej mówiąc, winniśmy znaleźć te najmniejsze ilości obrotów wrzeciona, przy których jeszcze cała ilość energii, jakiej pas może dostarczyć, może być zużyta na wrzecionie.

Ze znanego wzoru określamy

$$n = \frac{716200 \cdot N \cdot \eta_1}{M_d},$$

przyczem η_1 oznacza współczynnik sprawności mechanizmu, przenoszącego ruch od koła stopniowego wrzeciona na samo wrzeciono przy 4-ch mniejszych prędkościach; można przyjąć $\eta_1 = 0,8$. Ten sam współczynnik przy czterech większych prędkościach wrzeciona, t. j. kiedy przekładnie zębate są wyłączone, będzie $\eta_2 = 0,9$.

$$n = \frac{716200 \cdot 0,8}{50000} \cdot N = 11,4 \cdot N.$$

Stąd

$$\begin{aligned} n_1 &= 11,4 \cdot N_1 = 11,4 \cdot 3,5 = 40 > 28 \\ n_2 &= 11,4 \cdot N_2 = 11,4 \cdot 4,4 = 51 > 41,5 \\ n_3 &= 11,4 \cdot N_3 = 11,4 \cdot 5,4 = 61 < 62 \\ n_4 &= 11,4 \cdot N_4 = 11,4 \cdot 6,3 = 72 < 93 \end{aligned}$$

Okazuje się, że przy pierwszych najmniejszych ilościach obrotów wrzeciona, t. j. 28 i 41,5 nie można zużytkować całej energii, jakiej może dostarczyć pas, t. j. 3,5 k. m. i 4,4 k. m.

Zamiast tych ostatnich stosujemy inne wartości energii, zmniejszone w sposób następujący:

$$\text{przy } n_1 = 28 \quad N'_1 = \frac{3,5 \cdot 28}{40} = 2,45 \text{ k. m.}$$

$$\text{przy } n_2 = 41,5 \quad N'_2 = \frac{4,4 \cdot 41,5}{51} = 3,5 \text{ k. m.}$$

Ostatecznie więc obrabiarka może spożytkować następujące ilości energii, oddawane przez pas na wrzecionie (uwzględniając i współczynnik sprawności) przy każdej z 8-iu ilości obrotów wiertła:

$$\begin{aligned} N''_1 &= N'_1 \cdot \eta_1 = 2,45 \cdot 0,8 = 2,0 \text{ k. m.} \\ N''_2 &= N'_2 \cdot \eta_1 = 3,5 \cdot 0,8 = 2,8 \text{ „} \\ N''_3 &= N_3 \cdot \eta_1 = 5,4 \cdot 0,8 = 4,3 \text{ „} \\ N''_4 &= N_4 \cdot \eta_1 = 6,3 \cdot 0,8 = 5,0 \text{ „} \\ N''_5 &= N_1 \cdot \eta_2 = 3,5 \cdot 0,9 = 3,15 \text{ „} \\ N''_6 &= N_2 \cdot \eta_2 = 4,4 \cdot 0,9 = 4,0 \text{ „} \\ N''_7 &= N_3 \cdot \eta_2 = 5,4 \cdot 0,9 = 4,8 \text{ „} \\ N''_8 &= N_4 \cdot \eta_2 = 6,3 \cdot 0,9 = 5,7 \text{ „} \end{aligned}$$

Przechodzimy do określenia największego dopuszczalnego nacisku posio-
wego wrzeciona. Nacisk ten obliczamy na podstawie wytrzymałości kółka
zębatego 15 z. $3,5\pi$ o szerokości 45 mm, wykonywanego zwykle ze stali
tygłowej i przeznaczonego do przesuwania wrzeciona za pomocą zębátky.

Podług tablic Levis'a — $P = 670 \text{ kg}$, lecz ponieważ kółko jest wyko-
nane z najwyższego gatunku stali, możemy przyjąć

$$P = 1000 \text{ kg.}$$

Dopuszczalny nacisk posioowy daje nam możność określenia najwięk-
szych średnic, jakie możemy wiercić w stali, przy każdym z przewidzianych
w wiertarce automatycznych posuwów.

Przy posuwie $t = 0,1 \text{ mm}$ na 1 obrót wiertła $P = 241 \cdot d^{0,7} \cdot t^{0,6}$
(wzór Dempster-Smith'a).

$$\text{Stąd} \quad d = \sqrt[0,7]{\frac{P}{241 \cdot t^{0,6}}} = \sqrt[0,7]{\frac{1000}{241 \cdot 0,1^{0,6}}};$$

$$\lg d = \frac{1}{0,7} (\lg 1000 - \lg 241 - 0,6 \cdot \lg 0,1);$$

$d = 56 \text{ mm}$ (przyjmujemy zgodnie z wymiarami wyżej poda-
nej tablicy wiertel $d = 57 \text{ mm}$).

Dla posuwu $t = 0,17 \text{ mm}$ na 1 obrót wiertła;

$$d = \sqrt[0,7]{\frac{1000}{241 \cdot 0,17^{0,6}}};$$

$$\lg d = \frac{1}{0,7} (\lg 1000 - \lg 241 - 0,6 \cdot \lg 0,17);$$

$d = 34,5 \text{ mm}$ (przyjmujemy $d = 38 \text{ mm}$).

Dla posuwu $t = 0,3 \text{ mm}$ na 1 obrót wiertła;

$$d = \sqrt[0,7]{\frac{1000}{241 \cdot 0,3^{0,6}}};$$

$$\lg d = \frac{1}{0,7} (\lg 1000 - \lg 241 - 0,6 \cdot \lg 0,3);$$

$d = 22 \text{ mm}$ (przyjmujemy $d = 25,4 \text{ mm}$).

Z obliczeń tych wynika, że na wiertarce omawianej nie można wiercić
w stali otworów większych nad 57 mm w średnicy nawet przy najmniej-
szym posuwie 0,1 mm. (O ileby jednak zaszła konieczna potrzeba wiercenia
większego otworu, można by to zrobić, wyłączając automatyczny posuw wier-
tła i przesuwając wrzeciono ręcznie).

Dla dalszych obliczeń skorzystamy z tablicy Dempster-Smith'a i Poliakowa, w której jest podane zużycie energii w k. m. na wiertło na każdy mm^3 otworu i na minutę. Uzupełnimy tę tablicę, włączając głębokości wiercenia w mm na minutę przy zużyciu jednego konia mechanicznego. Stosujemy tu wzór

$$l = \frac{N_1}{N_v \cdot f},$$

przyczem l oznacza głębokość wiercenia w mm na minutę, N_v — zużycie energii na wiertło na $1 mm^3$ otworu w k. m., f — przekrój wierconego otworu w mm^2 , wreszcie N_1 — ilość energii, zużytej na wrzecionie w k. m.

Głębokość wiercenia na 1 k. m.

$$l = \frac{1}{N_v \cdot f} \text{ mm/min.}$$

Ostatni wzór nie jest ścisły, ponieważ głębokość wiercenia otworu danej średnicy w jednostce czasu nie jest w stałym stosunku do ilości zużywanej na wiercenie energii. Przeciwnie, dla danej średnicy na podstawie wzorów na str. 19 wypada:

$$N_1 = C \cdot n \cdot t^{0,7},$$

czyli N_1 jest proporcjonalne do 0,7-ej potęgi t .

Ze względu jednak na bardzo małą rozmaitość posuwów w wiertarkach i ponieważ obliczenia te wogóle mają charakter tylko przybliżony, możemy pogodzić się z wymienioną powyżej nieprawidłowością.

Otrzymamy wówczas następującą tablicę dla rozmaitych średnic wiercenia w stali zwykłej:

$d =$ średnica wierćta w mm	$f =$ przekrój poprzeczny wierćta w mm^2	$N_v =$ energia zuży- wana na $1 mm^3$ wywierconego w stali zwykłej otworu w k. m.	$l = \frac{1}{N_v \cdot f}$ przybliż. głęb. wierc. w stali zwykłej przy użyciu 1 k. m. na wrze- cionie w mm na min.
9,5	70,9	0,0001354	103
12,7	126,7	0,0001213	70
19	283,5	0,0001070	33
25,4	506,7	0,0000970	20,5
31,7	789,2	0,0000897	14
38	1134,1	0,0000848	10,5
44	1520,5	0,0000799	8,2
50,8	2026,8	0,0000769	6,5
57	2551,8	0,0000738	5,35
63,5	3166,9	0,0000711	4,35
69,8	3826,5	0,0000693	3,8
76,2	4560,4	0,0000674	3,25

Na podstawie powyższej tablicy odrazu określamy największą dopuszczalną głębokość wiercenia w stali zwykłej na omawianej przez nas wiertarce dla każdej średnicy wiercenia, dla każdej z 8-iu ilości zużywanej na jej wrzecionie energii, poprzednio obliczonych i oznaczonych literami N''_1 ; N''_2 i t. d.

W tym celu mnożymy głębokości wiercenia przy zużyciu 1 k. m. przez ilości k. m. N''_1 , N''_2 i t. d.; wyniki w poniższej tablicy:

$d =$ średnica wiertła w mm	Największa głębokość wiercenia w stali zwykłej na minutę odpowiadająca wskazanemu wykorzystaniu energii na wrzecionie $l = \frac{N_1}{N_v \cdot f} \text{ mm/min.}$							
9,5	206	290	325	360	413	495	520	590
12,7	139	180	203	225	256	310	324	366
19	66	92	104	115	132	157	165	187
25,4	41	57	64	72	82	98	102	116
31,7	28	39	44	49	56	67	70	80
38	21	29	33	36	42	50	52	59
44	16,4	23	22	29	33	40	41	47
50,8	13	18	20,5	22,5	26	31	32	37
57	10,7	15	16,8	19	21,5	25,5	27	30,5
63,5	8,7	12,2	13,8	15,4	17,6	21	22	25
69,8	7,6	10,5	11,9	13,2	15,1	18	19	21,5
76,2	6,5	9	10,2	11,3	13,9	15,4	16	18,3
	2	2,8	3,15	3,5	4	4,8	5	5,7
	N''_1	N''_2	N''_3	N''_4	N''_5	N''_6	N''_7	N''_8
	Ilość wykorzystanej energii przy każdej z 8-miu ilości obrotów wrzeciona wiertarki „F” w k. m.							

W taki sposób otrzymaliśmy wszystkie wielkości, niezbędne do ułożenia tablic kalkulacyjnych dla danej wiertarki przy stosowaniu na niej wiertła danego gatunku. Mamy tu 1) największą dopuszczalną głębokość wiercenia ze względu na gatunek wiertła, 2) dopuszczalną głębokość wiercenia ze względu na moc wiertarki, 3) największą dopuszczalną dla danego materiału średnicę wiercenia dla każdego posuwu ze względu na dopuszczalny w wiertarce nacisk posuwowy.

Liczby, zawarte w tej tabelcy, otrzymujemy na podstawie następujących danych.

Z poprzednio przytoczonych dopuszczalnych ilości obrotów i posuwów dla wiertel marki „Y” wiemy, że wiertłu 25,4 mm w średnicy przy wierceniu stali zwykłej można dać 313 obrotów na minutę przy posuwie 0,45 mm i głębokości wiercenia 141 mm na minutę. Zaglądając do 1-ej tabelcy kalkulacyjnej, widzimy, iż najbardziej zbliżoną liczbą na głębokość wiercenia jest tam 130 mm (przy 435 obrotach wiertła na minutę i posuwie 0,3 mm). Zaglądając do tabelcy na str. 57, widzimy jednak, że przy 435 obrotach wrzeczona, czyli przy zużyciu energii $N''_s = 5,7$ k. m. dopuszczalna głębokość wiercenia dla wiertła 25,4 mm wynosi tylko 116 mm. Stąd wniosek, że głębokość wiercenia 130 mm jest dla danej wiertarki za duża i zamiast niej należy wybrać najbliższą mniejszą z tabelcy 1-ej, czyli 87 mm, co odpowiada ilości obrotów wiertła 290 na minutę i posuwowi 0,3 mm. Znaleźliśmy poprzednio, iż ze względu na poosiowe ciśnienie posuw 0,3 mm dla wiertła 25,4 mm przy wierceniu w stali jest dopuszczalny i wobec tego w tabelcy 2-ej wpisujemy ostatecznie przy średnicy otworu 25,4 mm ilość obrotów 290 na minutę, posuw 0,3 mm, głębokość wiercenia 87 mm. W ten sam sposób ustalamy przepisane prędkości i posuwy przy wierceniu stali średniej twardości i dla innych średnic otworu. Dla wiercenia żeliwa należy ułożyć osobną analogiczną tabelcę.

Obliczenie wydajności wiertarki promieniowej № G (jednopasowej).

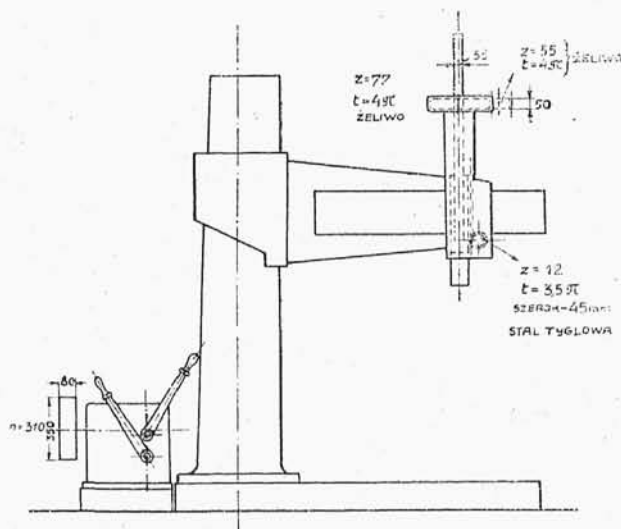
Na załączonym szkicu podane są wymiary, które należy przede wszystkim zmierzyć, żeby móc następnie określić wydajność wiertarki.

Wrzeczono posiada:
8 ilości obrotów na minutę = n

24 — 35 — 49 — 71
— 100 — 146 — 205
— 300.

4 posuwy na 1 obrót
 $t = 0,1 — 0,14 — 0,2$
— 0,3 mm.

Ilość energii, oddawanej przez pas kołu



Rys. 10. Wiertarka № G.

pasowemu, obliczamy podług wyżej podanego wzoru:

$$N = 0,7 \cdot D \cdot b \cdot n = 0,7 \cdot 0,350 \cdot 0,076 \cdot 310 = 5,8 \text{ k. m.}$$

Ilość energii, oddawanej bezpośrednio wrzecionu:

$$N'' = N \cdot \eta = 5,8 \cdot 0,75 = 4,5 \text{ k. m.}$$

Moment skręcania na wrzecionie, dopuszczalny ze względu na wytrzymałość wrzeciona:

$$M_d = k_d \cdot 0,2 \cdot d^3 = 200 \cdot 0,2 \cdot 5,5^3 \approx 6600 \text{ kgcm} = 66000 \text{ kgmm.}$$

Moment skręcania na wrzecionie, dopuszczalny ze względu na wytrzymałość kół stożkowych, napędzających wrzeciono, obliczamy w sposób następujący.

Dopuszczalna siła na obwodzie czołowego koła zębatego 55 z, 4 π ze stali pg. wzoru Levis'a $P = 410 \text{ kg}$. Na kole zębatem 77 z. 4 π , osadzonem bezpośrednio na wrzecionie, otrzymamy dopuszczalny

$$M_d = P \cdot r = 410 \cdot 154 = \approx 64000 \text{ kgmm.}$$

Wybierając wielkość mniejszą, otrzymujemy ostatecznie:

$$M_d = \approx 64000 \text{ kgmm.}$$

Najmniejsza ilość obrotów wrzeciona, przy której jeszcze cała ilość energii, jakiej może dostarczyć pas, da się spożytkować na wrzecionie ze względu na dopuszczalny moment skręcania M_d

$$n = \frac{716200 \cdot N \cdot \eta}{M_d} = \frac{716200 \cdot 5,8 \cdot 0,75}{64000} = \approx 50.$$

Dla dwóch mniejszych od 50 ilości obrotów wiertła $n_1 = 24$ i $n_2 = 35$, znajdujemy zmniejszone ilości energii, jakie wrzeciono może zużytkować ze względu na dopuszczalny moment skręcania

$$\text{dla } n_1 = 24 \quad \dots \quad N''_1 = \frac{4,5 \cdot 24}{50} = 2,2 \text{ k. m.}$$

$$\text{dla } n_2 = 35 \quad \dots \quad N''_2 = \frac{4,5 \cdot 35}{50} = 3,2 \text{ k. m.}$$

Ostatecznie więc otrzymujemy następujące największe ilości energii jakie wrzeciono może spożytkować:

$$\begin{array}{ll} \text{przy } n_1 = 24 \quad \dots \quad N''_1 = 2,2 \text{ k. m.} \\ \quad \quad n_2 = 35 \quad \dots \quad N''_2 = 3,2 \text{ k. m.} \\ \quad \quad n_3 \text{ do } n_8 = 49 \text{ do } 300 \quad \dots \quad N''_3 \text{ do } N''_8 = 4,5 \text{ k. m.} \end{array}$$

Największy dopuszczalny poosiowy nacisk wrzeciona określimy przez obliczenie wytrzymałości kółka zębatego 12 z. 3,5 π o szerokości 45 mm ze **stali tyglowej**, przeznaczonego do przesuwania wrzeciona za pomocą zębátky.

Podług wzorów Levis'a $P = 600 \text{ kg}$, a ze względu na wysoki gatunek stali, z której wykonane jest kółko, przyjmujemy dopuszczalny nacisk poosiowy

$$P = 900 \text{ kg}.$$

Największą średnicę otworu ze względu na dopuszczalny nacisk poosiowy przy każdym z przewidzianych w wiertarce automatycznych posuwów wiertła obliczamy, jak poprzednio, w wiertarce № F, a mianowicie:

dla stali:

Dla posuwu $t = 0,1 \text{ mm}$ na 1 obrót wiertła:

$$P = 241 \cdot d^{0,7} \cdot t^{0,6},$$

$$d = \sqrt[0,7]{\frac{P}{241 \cdot t^{0,6}}} = \sqrt[0,7]{\frac{900}{241 \cdot 0,1^{0,6}}},$$

$$\lg d = \frac{1}{0,7} (\lg 900 - \lg 241 - 0,6 \cdot \lg 0,1),$$

$$d = 47 \text{ mm} \text{ (przyjmujemy w przybliżeniu } 50,8 \text{ mm)}.$$

Dla posuwu $t = 0,14 \text{ mm}$:

$$\lg d = \frac{1}{0,7} (\lg 900 - \lg 241 - 0,6 \cdot \lg 0,14),$$

$$d = 36 \text{ mm} \text{ (przyjmujemy w przybliżeniu } 38 \text{ mm)}.$$

Dla posuwu $t = 0,2 \text{ mm}$:

$$\lg d = \frac{1}{0,7} (\lg 900 - \lg 241 - 0,6 \cdot \lg 0,2),$$

$$d = 26 \text{ mm}.$$

Dla posuwu $t = 0,3 \text{ mm}$:

$$\lg d = \frac{1}{0,7} (\lg 900 - \lg 241 - 0,6 \cdot \lg 0,3),$$

$$d = 17 \text{ mm}.$$

W celu ułożenia tablic kalkulacyjnych postępujemy tak samo, jak dla wiertarki „F”, a mianowicie na podstawie tablicy na str. 56 układamy dla wiertarki „G” na wzór tablicy na str. 57, tablicę wskazującą dopuszczalne głębokości wiercenia ze względu na samą wiertarkę, a mianowicie:

$d =$ średnica wiertła w mm	Największa głębokość wiercenia w stali zwykłej na minutę, odpowiadająca wskazanemu wykorzystaniu energii na wrzecionie $l = \frac{N_1}{N_v \cdot f} \text{ mm/min.}$		
9,5	227	330	465
12,7	142	205	290
19	72	105	148
25,4	45	65	92
31,7	31	45	63
38	23	33,5	47
44	18	26	37
50,8	14,2	20,5	29
57	11,7	17	24
63,5	9,7	14	19,8
69,8	8,3	12,1	17
76,2	7,1	10,3	14,5
	2,2	3,2	4,5
	N''_1	N''_2	$N''_3 \text{ do } N''_8$
	ilość wykorzystanej energii przy ka- żdej z 8-ju ilości obrotów wrzeciona wiertarki „G” w k. m.		

Porównywując powyższą tablicę, charakteryzującą wydajność samej wiertarki „G”, z tablicą poprzednio wskazaną, charakteryzującą wydajność wiertel gatunku „Y” przy wierceniu stali zwykłej, i zestawiając je z rzeczywistymi wielkościami obrotów i posuwów wiertarki „G”, otrzymujemy potrzebne tablice kalkulacyjne dla wiertarki „G” przy wierceniu na niej stali zwykłej wiertłami ze stali „Y”, a mianowicie:

Wiertarka promieniowa № 6.

Największy wysięg	1500 mm
Najmniejszy "	400 "
Największa głębokość wiercenia	375 "
Największa odległość końca wrzeciona od płyty fundamentowej	1750 "

Dopuszczalne zużycie energii na wrzecionie w k. m.	2,2	3,2	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Ilość obrotów na minutę	24	35	49	71	100	146	205	300
0,1	2,4	3,5	4,9	7,1	10	14,6	20,5	30
0,14	3,36	4,9	6,86	9,94	14	20,44	28,7	42
0,2	4,8	7	9,8	14,2	20	29,2	41	60
0,3	7,2	10,5	14,7	21,3	30	43,8	61,5	90
Posuw na 1 obr. mm	Głębokość wiercenia w mm na minutę							

Czas wiercenia wiertłami ze stali szybko tnącej marki „Y” w stali zwykłej.

Średnica otworu w mm . . .	9,5	12,7	19	25,4	31,7	38	44	50,8	57	63,5
Ilość obrotów wrzeciona . . .	300	300	300	300	205	205	146	146	—	—
Posuw na 1 obrót w mm . . .	0,3	0,3	0,2	0,2	0,14	0,14	0,1	0,1	—	—
Głębokość wiercenia na min. .	90	90	60	60	28,7	28,7	14,6	14,6	—	—
Nieużyteczna głębokość wiercenia ostrym końcem wiertła mm	2,75	3,7	5,5	7,5	9,5	11	13	15	—	—

Dla żeliwa można ułożyć tablice kalkulacyjne w sposób analogiczny.

D. Przykłady obliczania czasu obróbki na podstawie tablic kalkulacyjnych.

Przytaczam parę najprostszych przykładów obliczania czasu mechanicznej obróbki różnych przedmiotów na obrabiarkach, dla których poprzednio ułożone zostały tablice kalkulacyjne.