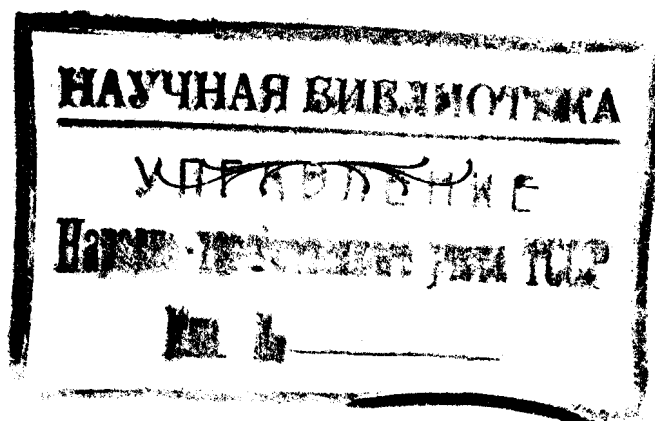


О ВЛІЯНІИ
ПОДАЧИ
НА КОЭФФИЦІЕНТЪ РѢЗАНІЯ МЕТАЛЛОВЪ.

Т. И. Тихоновъ.



ТОМСКЪ.

Типо-литогр. Сибирскаго Т-ва Печати. Дѣла, уг. Дворянск. ул. и Ямск. пер. с. д.

1912.



О вліяніі подачі на коефіцієнтъ рѣзанія металловъ.

Во время производства изслѣдованій о коефіцієнтѣ рѣзанія металловъ, опубликованныхъ мною въ 1910 году, *) была замѣчена зависимость между подачей и коефіцієнтомъ рѣзанія металловъ. По наблюденіямъ, полученнымъ въ 1910 году, слѣдовало, что выгоднѣе работать съ большей подачей при одной и той же скорости. Для провѣрки указанной зависимости мною въ механическихъ мастерскихъ Томскаго Технологическаго Института въ 1912 году были организованы новыя наблюденія по опредѣленію зависимости коефіцієнта рѣзанія металловъ отъ подачи рѣзца, при чемъ производство этихъ наблюденій производилось на фрезерномъ, токарномъ и строгальномъ станкѣ. Въ производствѣ самихъ наблюденій принимали участіе четыре студента Института.

Для первыхъ изслѣдованій была взята обычной конструкціи цилиндрическая фреза, а самыя изслѣдованія производились на обычномъ универсально-фрезерномъ станкѣ съ приводомъ отъ отдѣльнаго электромотора.

Приборомъ для измѣренія давленія на рѣзецъ служилъ довольно простой конструкціи „масляный динамометръ“, для этой цѣли спроектированный и выполненный въ механическихъ мастерскихъ Томскаго Технологическаго Института, который далъ возможность при помощи діаграммъ обычнаго индикатора опредѣлить крутящій моментъ фрезы и по нему прослѣдить условія работы цилиндрической фрезы при измѣненіи величины подачи, а также глубины снимаемаго слоя.

Устройство вышеназваннаго динамометра заключается въ слѣдующемъ (фиг. 1 и 2 прилагаемой таблицы, $\frac{1}{5}$ nat. вел.): въ полѣ шпинделѣ фрезернаго станка закрѣплялась оправка для фрезы. Въ шпинделѣ станка закрѣплялась правая часть этой оправки неподвижно и вращалась вмѣстѣ со ступенчатымъ шкивомъ станка; эта правая часть оправки оканчивалась особой вилкой, при помощи которой передавалось усиліе отъ ремня станка поршнямъ гидравлическихъ цилиндровъ (1,2), составляющихъ одно цѣлое съ цилиндрической оправкой, на которую закрѣплялась испытуемая фреза (3).

*) см. «Извѣстія Томскаго Технологическаго Института» за 1910 г.

Подъ поршни гидравлическихъ цилиндровъ наливалось масло, а воздухъ тщательно удалялся изъ подъ поршней цилиндровъ (1,2). Оправка фрезы внутри имѣетъ каналъ (5), соединяющійся особыми трубками съ масляными цилиндрами прибора (1,2), и одновременно указанный каналъ (5) соединяется съ поршнемъ индикатора. Цилиндрическая часть оправки, на которой сидитъ фреза, въ отношеніи правой части оправки (вилки) можетъ вращаться, но соединеніе въ одно цѣлое со шпинделемъ станка (обоихъ половинокъ оправки) происходитъ только черезъ поршни масляныхъ цилиндровъ. Такимъ образомъ усилие, преодолеваемое фрезой при работѣ, вызываетъ определенное давленіе на масло подъ поршнями цилиндровъ (1,2), а масло изъ послѣднихъ черезъ каналъ (5) дѣйствуетъ на поршень индикатора. Брусокъ (12), съ котораго снималась стружка, былъ закрѣпленъ на столѣ станка при помощи простыхъ упоровъ. Для полученія діаграммы на индикаторѣ, рядомъ съ фрезой на оправкѣ послѣдней былъ закрѣпленъ особый барабанъ (4) съ спиральной выточкой (11). Длина той части (4) барабана, гдѣ имѣлась выточка, была меньше окружности индикатора. Въ спиральной выемкѣ барабана (4) могъ при нажатіи перемѣщаться штифтъ (10), составляющій одно цѣлое съ косымъ плоскимъ рычагомъ (8). Послѣдній со своей цилиндрической направляющей можетъ перемѣщаться продольно оправки фрезы въ пазахъ особыхъ захватокъ (7,7), на которыхъ рычагъ (8) подвѣшенъ къ косому колѣну станка. Къ концу (9) цилиндрическаго стержня рычага (8) прикрѣпляется конецъ шнура индикатора.

Изслѣдованія производились какъ надъ вязкимъ металломъ—мартеновскимъ желѣзомъ, такъ и надъ хрупкимъ чугуномъ и твердой бронзой

Скорость вращенія фрезы въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ мѣнялась 3 раза: $n_1 = 12$ обор. въ мин.; $n_2 = 20$; $n_3 = 32$. Подача въ предѣлахъ одной скорости вращенія фрезы мѣнялось 4 раза. Толщина снимаемого слоя принималась равной 1 mm., 2 mm., 3 mm., и 4 mm. Общее число всѣхъ снятыхъ діаграммъ было значительно, но для полученія общихъ выводовъ по данному вопросу для подсчета бралось по 2 діаграммы, изъ которыхъ вычислялись среднія индикаторныя давленія для каждого отдѣльнаго случая.

Результаты всѣхъ вычисленій помѣщены въ нижеслѣдующихъ таблицахъ. Масштабъ индикаторныхъ пружинъ брался: для желѣза отъ 1 mm. до 3 mm. включительно 20 mm. = 1 kg., для желѣза въ 4 mm. и для чугуна и бронзы—12 mm. = 1 kg.

1. Результаты изслѣдованій работы фрезы надъ желѣзомъ съ угломъ рѣзанія рѣзцовъ фрезы 90°

Таблица I средн. индикаторн. давленій на кажд. діагр. въ kg./qmm.

Толщина сним. слоя.	Число обор. фрезы въ м.	П о д а ч а в ъ мм. въ секунду.											
		0,018	0,023	0,027	0,031	0,039	0,041	0,044	0,052	0,056	0,062	0,084	0,110
1 mm.	12	0,53	0,61		0,66		0,73						
	20			0,63		0,73			0,87	0,89			
	32							0,68			0,75	0,82	0,90
2 mm.	12	0,59	0,65		0,72		0,83						
	20			0,59		0,66			0,79	0,87			
	32							0,55			0,66	0,75	0,90
3 mm.	12	0,76	0,89		1,02		1,23						
	20			0,73		0,88			1,10	1,18			
	32							0,74			0,93	1,05	1,18
4 mm.	12	1,01	1,08		1,45		1,64						
	20			0,91		1,25			1,37	1,72			
	32							0,92			1,26	1,44	1,72

Если теперь изъ полученныхъ среднихъ индикаторныхъ давленій для каждой подачи вычесть давленіе, вызываемое треніемъ въ приборѣ, то получится абсолютное давленіе, зависящее отъ сопротивленія рѣзанія фрезы. Давленіе, вызываемое треніемъ, принято = 0,13 kg.

Таблица II абсолютныхъ индикаторныхъ давленій въ kg/qmm.

1 mm.	12	0,40	0,48		0,63		0,60						
	20			0,50		0,60			0,74	0,76	0,62		
	32							0,55				0,69	0,77
2 mm.	12	0,46	0,52		0,59		0,70						
	20			0,46		0,53			0,66	0,74			
	32							0,42			0,53	0,62	0,77
3 mm.	12	0,63	0,76		0,89		1,10						
	20			0,60		0,75			0,97	1,06			
	32							0,61			0,79	0,92	1,05
4 mm.	12	0,88	0,95		1,32		1,51						
	20			0,78		1,12			1,24	1,59			
	32							0,79			1,13	1,31	1,59

При помощи полученныхъ въ исправленномъ видѣ среднихъ индикаторныхъ давленій можно вычислить моменты, дѣйствующие на поршни маслянаго прибора.

Имѣется слѣдующее уравненіе:

$$M = l \cdot S \cdot p_i, \text{ гдѣ}$$

M —моментъ, дѣйствующій на поршни;

l —плечо между поршнями=разстоянію между осями поршней=
=200 mm;

S —площадь поршня: $S = \frac{\pi d^2}{4}$, гдѣ $d = 4,5$ см.,

слѣдовательно, площадь поршня $S = \frac{\pi 4,5^2}{4} = 15,806 \text{ см}^2$,

p_i —среднее индикаторное давленіе въ kg/cm^2 ; отсюда:

$$M = 200 \cdot 15,86 \cdot p_i = 3172 \cdot p_i$$

$$M = 3172 \cdot p_i.$$

Вычисленные по выведенному уравненію моменты помѣщены въ таблицѣ III.

Таблица III моментовъ на поршни въ kgmm .

Глубина рѣзаія.	Число обор. фрез. въ мин	П о д а ч а в ъ mm. въ секунду.											
		0,018	0,023	0,027	0,031	0,039	0,041	0,044	0,052	0,056	0,062	0,084	0,110
1 mm.	12	1268,8	1520		1680		1903,2						
	20 32			1586		1903,2		1744,6	2347,3	2410,7			
2 mm.	12	1469	1650		1872		2220						
	20 32			1459		1683		1331	2098	2350	1680	1966	2440
3 mm.	12	1993	2410,7		2820		3480						
	20 32			1903		2368		1930	2890	3320	2496	2915	3320
4 mm.	12	2790	3015		4180		4780						
	20 32			2478		3550		2503	3930	5040	3580	4155	5040

При помощи полученныхъ моментовъ можно опредѣлить окружныя усилія на рѣзцахъ фрезы, находящихся въ каждый данный моментъ въ работѣ. Для этого мы имѣемъ:

$$M = W \cdot r, \text{ или } W = \frac{M}{r}, \text{ гдѣ}$$

W —окружное усиліе;

M — моментъ на поршні прибора,

r — наружный радіусъ фрезы=50 mm, но такъ какъ

$$M=3172 \text{ } pi, \text{ то } W=3172.0,02.pi.$$

Результаты произведенныхъ вычисленій помѣщены въ таблицѣ IV.
Таблица IV окружн. усилій, дѣйствующихъ на рѣзецъ фрезы, въ kg/qmm.

Глубина рѣзанія.	Число обо- ротовъ фре- зы въ мин.	П о д а ч а в ъ mm въ секунду.											
		0,018	0,023	0,027	0,031	0,039	0,041	0,044	0,052	0,056	0,062	0,084	0,110
1 mm.	12	25,37	30,40		33,6		38,06						
	20			31,72		38,06			44,86	42,21			
	32							34,88			39,28	43,60	48,80
2 mm.	12	29,38	33,00		37,44		44,40						
	20			29,10		33,66			41,96	47,00			
	32							26,62			33,60	39,30	48,80
3 mm.	12	39,86	48,21		56,40		69,60						
	20			38,06		47,36			57,80	64,40			
	32							38,60			49,92	59,30	66,40
4 mm.	12	55,80	60,30		89,60		95,10						
	20			49,56		71,00			78,60	100,80			
	32							50,06			71,60	82,10	100,80

Далѣе, опредѣлимъ число зубцовъ фрезы, принимающихъ одновре-
менно участіе при сниманіи каждой толщины слоя. Имѣемъ на черте-
жѣ (фиг. 3): D — наружный діаметръ фрезы, d — толщина снимаемого
слоя, ψ — уголъ, соотвѣтствующій части окружности фрезы съ зубцами,
одновременно снимающими слой толщины d . Уголъ α , соотвѣтствующій
одному зубцу фрезы (при числѣ всѣхъ зубцовъ фрезъ=22), опре-
дѣляется слѣдующимъ образомъ:

$$\alpha = \frac{360}{22} = 16^{\circ}21'49''.$$

Уголъ ψ_1 , соотвѣтствующій толщинѣ снимаемого слоя $d=1$ mm,
опредѣлится изъ уравненія

$$\frac{D}{2} - d = \cos \psi \cdot \frac{D}{2} \quad \text{или} \quad \cos \psi = \frac{\frac{D}{2} - d}{\frac{D}{2}}; \quad \frac{D}{2} = 50 \text{ mm. Для } d=1 \text{ mm;}$$

$$\cos \psi_1 = \frac{50-1}{50} = 0,98, \text{ отсюда } \psi_1 = 11^{\circ}30'.$$

При сравненіи α и φ_1 видно, что при толщинѣ снимаемаго слоя $d = 1$ mm. въ работѣ принимаетъ участіе въ каждый данный моментъ только одинъ зубъ фрезы.

Для $d = 2$ mm

$$\cos \psi = \frac{50 - 2}{50} = 0,96; \psi_2 = 16^{\circ}15'.$$

Въ работѣ въ каждый данный моментъ принимаетъ участіе также только одинъ зубъ.

Для $d = 3$ mm.

$$\cos \psi_2 = \frac{50 - 3}{50} = 0,94;$$

$$\text{отсюда } \psi_3 = 19^{\circ}55'.$$

Здѣсь изъ сравненія α и ψ_3 ясно, что въ каждый данный моментъ принимаютъ участіе 2 зубца фрезы; уголъ, соответствующій второму зубцу фрезы, $\psi_3' = \psi_3 - \alpha = 19^{\circ}55' - 16^{\circ}21'49'' = 3^{\circ}33'11''$; соответствующій $\cos \psi_3' = 0,9981$. Толщина слоя d_3' , снимаемаго 2-мъ зубомъ опредѣ-

лится изъ уравненія: $\cos \psi_3' = \frac{\frac{D}{2} - d_3'}{D/2}$, или $d_3' = \frac{D}{2} - \frac{D}{2} \cos \psi_3' = 0,095$

mm. Для толщины снимаемаго слоя $d = 4$ mm. уголъ ψ_4 опредѣлится изъ уравненія:

$$\cos \psi_4 = \frac{D/2 - d_4}{D/2} = \frac{50 - 4}{50} = 0,92; \text{отсюда}$$

$$\psi_4 = 23^{\circ}05'.$$

Въ этомъ случаѣ, при сравненіи α и ψ_4 , слѣдуетъ, что въ работѣ одновременно участвуютъ два зубца фрезы. Уголъ, соответствующій второму зубцу, $\psi_4' = \psi_4 - \alpha = 23^{\circ}05' - 16^{\circ}21'49''$; $\psi_4' = 6^{\circ}53'11''$; соответствующій $\cos 6^{\circ}53'11'' = 0,9928$.

Толщина слоя, снимаемаго вторымъ зубцомъ,

$$d_4' = \frac{D}{2} - \frac{D}{2} \cos \psi_4' = 50 - 50 \cdot 0,9928 = 0,36 \text{ mm.}$$

Для опредѣленія толщины стружки, снимаемой однимъ зубцомъ фрезы, имѣемъ чертежъ (4), на которомъ $b c f i a e$ представляетъ стружку, снимаемую однимъ зубцомъ фрезы, $D/2$ — радиусъ фрезы, d — толщину слоя.

Для расчета необходимо допустить, что въ то время, когда зубъ фрезы снимаетъ стружку $b c f i a e$, сама фреза перемѣстится на величину mm_1 , равную величинѣ подачи на одинъ зубъ фрезы, и что кривая $e b f$ внѣшняго очертанія есть дуга радиуса $= D/2$; въ такомъ случаѣ, толщина стружки для нѣкотораго положенія, соответствующаго углу y , представляется такъ:

$$X = ac \cdot \sin y, \text{ гдѣ } ae = mm_1.$$

Если Z —число работающихъ зубьевъ,
 n —число оборотовъ фрезы въ 1 минуту,
 v —скорость подачи въ mm sec^{-1} , то

$$ac = \frac{60}{n} \cdot \frac{v}{Z}; \text{ слѣдовательно, } X = \frac{60}{n} \cdot \frac{v}{Z} \cdot \sin y.$$

Но наибольшая толщина стружки δ будетъ тогда когда $y = \psi$, т. е.

$$\delta = \frac{60}{n} \cdot \frac{v}{Z} \sin \psi; \text{ для толщины снимаемаго слоя } d$$

$$\cos \psi = \frac{D/2 - d}{D/2}, \quad \sin \psi = \sqrt{1 - \cos^2 \psi} = \sqrt{4 \left(\frac{d}{D} - \frac{D^2}{d^2} \right)}$$

Тогда величина толщины стружки, снимаемой однимъ зубомъ, выразится такъ:

$$\delta = \frac{2.60}{n} \cdot \frac{v}{Z} \cdot \sqrt{\frac{d}{D} - \frac{D^2}{d^2}}.$$

Эту формулу можно въ предѣлахъ одного и того же числа оборотовъ фрезы n и одной толщины снимаемаго слоя упростить и представить δ какъ функцію отъ скорости подачи v .

I. При толщинѣ снимаемаго слоя $d = 1 \text{ mm}$. въ работѣ, какъ уже извѣстно, въ каждый данный моментъ участвуетъ одинъ зубъ фрезы. Толщина стружки опредѣлится по формулѣ:

$$\delta = \frac{2.60}{n \cdot Z} v \cdot \sqrt{\frac{1}{D} - \frac{1}{D^2}} = \frac{2.60}{n} \cdot \frac{v}{Z} \sqrt{\frac{1}{100} - \frac{1}{100^2}}.$$

Число оборотовъ n на протяженіи нашихъ изслѣдованій мы мѣняли 3 раза: $n_1 = 12$; $n_2 = 20$; $n_3 = 32$.

$$\alpha) \quad n_1 = 12; \quad \text{вмѣсто } Z = \frac{12}{60} \cdot 2,2 = 4,4;$$

$$\delta = \left\{ \frac{2.60}{12} \cdot \frac{1}{4,4} \cdot \frac{1}{100} \sqrt{1(100 - 1)} \right\} \cdot v \quad \text{или, упростивъ это выраженіе,}$$

$$\delta = 0,226 \, v.$$

При помощи столь простой формулы мы свободно опредѣлимъ δ для каждой отдачи v при $n_1 = 12$

v	0,018	0,023	0,031	0,041
δ	0,00407	0,00520	0,00700	0,0093

$$\beta) n_2 = 20; \text{ вмѣсто } Z = \frac{20.22}{60} = 7,4$$

$$\delta = \left\{ \frac{2.60}{20} \cdot \frac{1}{7,4} \cdot \frac{1}{100} \sqrt{1(100-1)} \right\} \cdot v = 0,081 v.$$

v	0,027	0,039	0,052	0,056
δ	0,0022	0,0032	0,0042	0,0046

$$\gamma) n_3 = 32; \text{ вмѣсто } Z = \frac{32.22}{60} = 11,7; \text{ тогда}$$

$$\delta = \left\{ \frac{2.60}{32} \cdot \frac{1}{11,7} \cdot \frac{1}{100} \sqrt{1(100-1)} \right\} \cdot v = 0,032 v.$$

v	0,044	0,062	0,084	0,110
δ	0,0014	0,0020	0,0027	0,0046

II. При толщинѣ снимаемаго слоя $d = 2$ mm. въ работѣ въ каждый данный моментъ участвуетъ одинъ зубъ фрезы. Толщина стружки, снимаемой однимъ зубомъ, опредѣлится по выше выведенной формулѣ

$$\delta_2 = \left\{ \frac{2.60}{n} \cdot \frac{1}{Z} \sqrt{\frac{d}{D} - \frac{d^2}{D^2}} \right\} v;$$

$$\alpha) n_1 = 12; \delta_2 = \left[\frac{2.60}{n} \cdot \frac{1}{4,4} \cdot \frac{1}{100} \sqrt{2(100-2)} \right] v = 0,327 v.$$

v	0,018	0,023	0,031	0,041
δ	0,0056	0,0073	0,0105	0,0134

$$\beta) n_2 = 20:$$

$$\delta_2 = \left[\frac{2.60}{20} \cdot \frac{1}{7,4} \cdot \frac{1}{100} \cdot \sqrt{2(100-2)} \right] v = 0,113 v;$$

v	0,027	0,039	0,052	0,055
δ	0,0031	0,0044	0,0059	0,0054

$$\gamma) n_3 = 32$$

$$\delta_2 = \left[\frac{2.60}{32} \cdot \frac{1}{11,4} \cdot \frac{1}{100} \sqrt{2(100-2)} \right] v = 0,045 v.$$

v	0,044	0,062	0,084	0,110
δ	0,00198	0,0028	0,0037	0,00495

III. Далѣе, при толщинѣ снимаемаго слоя $d = 3$ mm. въ работѣ въ каждый данный моментъ участвуютъ два зуба фрезы. Толщина стружки, снимаемой однимъ зубомъ фрезы, для этого случая опредѣлится изъ отношенія:

$$\delta_3' = \left[\frac{2.60}{n} \cdot \frac{1}{Z} \sqrt{\frac{3(D-3)}{D^2}} \right] \cdot v.$$

Толщина снимаемой стружки другимъ зубомъ фрезы для данного случая опредѣлится:

$$\delta_3'' = \left[\frac{2.60}{n} \cdot \frac{1}{Z} \sqrt{\frac{0,095(D-0,095)}{D^2}} \right] \cdot v,$$

такъ какъ $d_3' = 0,095$ mm.

а) $n_1 = 12$.

$$\delta_3' = \left[\frac{2.60}{12} \cdot \frac{1}{4,4} \cdot \frac{1}{100} \sqrt{3(100-3)} \right] \cdot v = 0,395 v.$$

$$\delta_3'' = \left[\frac{2.60}{12} \cdot \frac{1}{4,4} \cdot \frac{1}{100} \sqrt{0,095(100-0,095)} \right] \cdot v = 0,07 v.$$

$$\delta_3 = \delta_3' + \delta_3'' = (0,39 + 0,07) v \approx 0,47 v$$

v	0,018	0,023	0,031	0,041
δ	0,0085	0,0108	0,0146	0,0194

б) $n_2 = 20$. Аналогичнымъ способомъ получаемъ

$$\delta_3' = 0,14 v \quad \left| \quad \delta_3 = \delta_3' + \delta_3'' = 0,165 v; \right.$$

$$\delta_3'' = 0,025 v$$

v	0,027	0,039	0,052	0,056
δ	0,00435	0,0065	0,0086	0,0093

в) $n_3 = 32$. Также изъ общихъ формулъ

$$\delta_3' = 0,0843 v \quad \left| \quad \delta_3 = \delta_3' + \delta_3'' = 0,0933 v. \right.$$

$$\delta_3'' = 0,009 v$$

IV. Наконецъ, при толщинѣ снимаемаго слоя $d = 4$ mm. въ работѣ, какъ было сказано выше, въ каждый данный моментъ участвуютъ два зуба фрезы. Толщина стружки, снимаемой первымъ зубомъ фрезы, опредѣляется изъ соотношенія

$$\delta_4' = \left[\frac{2.60}{n} \cdot \frac{1}{Z} \sqrt{\frac{4}{D^2} (D-4)} \right] v$$

Толщина стружки, снимаемой вторымъ зубомъ фрезы, опредѣляется изъ соотношенія

$$\delta_4' = \left[\frac{2.60}{n} \cdot \frac{1}{Z} \cdot \sqrt{\frac{0.36}{D^2}(D - 0.36)} \right] \cdot v.$$

такъ какъ $d_4'' = 0.36$ mm.

а) $n_1 = 12$

$$\delta_4' = \left[\frac{2.60}{12} \cdot \frac{1}{4.4} \cdot \frac{1}{100} \sqrt{4(100 - 4)} \right] v = 0.445 v;$$

$$\delta_4' = \left[\frac{2.60}{12} \cdot \frac{1}{4.4} \cdot \frac{1}{100} \sqrt{0.36(100 - 0.36)} \right] v = 0.134 v;$$

$$\delta_4 = \delta_4' + \delta_4'' = (0.445 + 0.134) v \approx 0.58 v.$$

v	0,018	0,023	0,031	0,041
δ	0,0104	0,0136	0,0214	0,0278

б) $n_2 = 20$

$$\begin{array}{l} \delta_4' = 0.159 v \\ \delta_4'' = 0.048 v \end{array} \quad \delta_4 = 0.207 v$$

v	0,027	0,039	0,052	0,056
δ	0,0056	0,0081	0,0108	0,0117

в) $n_3 = 32$.

$$\begin{array}{l} \delta_4' = 0.0625 v \\ \delta_4'' = 0.119 v \end{array} \quad \delta_4 = \delta_4' + \delta_4'' = 0.82 v.$$

v	0,044	0,062	0,084	0,110
δ	0,0036	0,0051	0,0069	0,0095

Определение коэффициента рѣзанія на основаніи полученныхъ результатовъ получается изъ общей формулы:

$$W = R \cdot \delta \cdot b \text{ или } R = \frac{W}{\delta \cdot b}, \text{ гдѣ}$$

R — коэффициентъ рѣзанія въ kg/qmm..

W — окружное усилие на рѣзцахъ фрезы, работающих одновременно.

Значенія для W берутся изъ вышеприведенной таблицы, сообразно каждому случаю.

δ — толщина стружки;

b — ширина стружки = 38 mm.

Подставивъ въ эту формулу для каждой подачи соотвѣтствующія значенія для W и δ (b —постоянная), получимъ нужныя намъ значенія коэффициента рѣзанія. Результаты этихъ подстановокъ помѣшены въ нижеслѣдующей таблицѣ V.

Таблица V коэффициентовъ рѣзанія въ kg/mm .

Толщина снимаемаго слоя.	Скорость вращ. фрезы въ сек. умнож.	П о д а ч а в ъ mm. въ секунду.											
		0,018	0,023	0,027	0,031	0,039	0,041	0,044	0,052	0,056	0,062	0,084	0,110
1 mm.	61,8 104,7 165,5	167	152	380	117	313	107		234	280			
								651			515	425	366
2 mm.	61,8 104,7 165,5	138	119	249	94,5	202	87,5		188	193			
								350			316	280	258
3 mm.	61,8 104,5 165,5	123	118	232	102	192	95		179	187			
								248			226	198	194
4 mm.	61,8 104,5 165,5	140	116	233	108	228	87		196	219			
								468			368	314	278

Бросая общій взглядъ на приведенныя въ таблицѣ цифры, мы ясно усматриваемъ, что на паденіе коэффициента рѣзанія вліяетъ глубина рѣзанія, и, главнымъ образомъ, величина подачи; при увеличеніи глубины рѣзанія въ предѣлахъ одной и той же скорости вращения фрезы, коэффициентъ рѣзанія уменьшается медленнѣе, а съ увеличеніемъ подачи—быстрѣе. Это наблюденіе въ работѣ фрезы вполне согласуется съ результатами ранѣе опубликованныхъ изслѣдованій работы обыкновенныхъ рѣзцовъ и позволяетъ и въ отношеніи болѣе усовершенствованныхъ типовъ рѣзцовъ, каковыми являются фрезы, сдѣлать выводъ, имѣющій значеніе для практики и высказанный ранѣе въ отношеніи обыкновенныхъ рѣзцовъ (см. Т. И. Тихоновъ „О коэффициентѣ рѣзанія металловъ“), что выгоднѣе работать съ большей подачей, нежели съ значительной глубиной рѣзанія при одной и той же скорости.

Совершенно аналогичные опыты были продѣланы съ тою же фрезой и на томъ же станкѣ съ динамометромъ по опредѣленію зависимости коэффициента рѣзанія металловъ отъ подачи, употребляя для изслѣдованія чугуны и машинную бронзу. Результатъ полученныхъ послѣднихъ наблюденій во избѣжаніе повтореній кратко приведены въ

нижеслѣдующемъ, при чемъ во избѣжаніе недоразумѣній долженъ оговориться, что работающая фреза какъ въ первомъ, такъ и въ послѣдующихъ случаяхъ регулярно точилась черезъ каждые 8 час. работы.

Результаты изслѣдованій работъ фрезы надъ чугуномъ.

Таблица VI средних индикаторныхъ давленій kg/qmm.

Глубина снятаго слоя.	Число оборотовъ фрезы въ мин.	П о д а ч а въ mm въ секунду.											
		0,018	0,023	0,027	0,031	0,039	0,041	0,044	0,052	0,056	0,062	0,084	0,110
1 mm.	12	0,20	0,21		0,24		0,30						
	20			0,21		0,23			0,25	0,30	0,46		
	32							0,25			0,34	0,35	0,48
2 mm.	12	0,38	0,45		0,51		0,54						
	20			0,36		0,37			0,52	0,53			
	32							0,36			0,44	0,54	0,66
3 mm.	12	0,60	0,62		0,76		0,83						
	20			0,52		0,65			0,90	0,99			
	32							0,54			0,65	0,80	0,94
4 mm.	12	0,59	0,63		0,77		0,96						
	20			0,62		0,65			0,78	0,93			
	32							0,58			0,66	0,82	1,00

Для того, чтобы получить абсолютное давленіе, зависящее отъ сопротивленія рѣзанію фрезы, по прежнему высчитываемъ изъ предыдущихъ величинъ давленій, вызываемое треніемъ въ приборѣ—0,13.

Таблица VIII исправл. индикат. давленій въ kg/qmm.

Глубина снятаго слоя.	Число оборотовъ фрезы въ мин.	П о д а ч а въ mm въ секунду.											
		0,018	0,023	0,027	0,031	0,039	0,041	0,044	0,052	0,056	0,062	0,084	0,110
1 mm	12	0,07	0,08		0,11		0,17						
	20			0,08		0,10			0,17	0,23			
	32							0,12			0,21	0,22	0,35
2 mm	12	0,25	0,32		0,38		0,41						
	20			0,23		0,24			0,39	0,40			
	32							0,23			0,31	0,41	0,53
3 mm	12	0,47	0,49		0,61		0,70						
	20			0,39		0,52			0,77	0,86			
	32							0,41			0,52	0,67	0,81
4 mm	12	0,46	0,50		0,64		0,83						
	20			0,49		0,52			0,65	0,83			
	32							0,45			0,53	0,60	0,87

При помощи абсолютныхъ средних индикаторныхъ давленій вычислены моменты, дѣйствующіе на поршни маслянаго прибора, и

окружные усилия на рѣзцахъ фрезы, находящихся въ каждый данный моментъ въ работѣ; для этого нами использованы выведенныя уже ранѣе формулы:

$$M = l. s. p_i = 3172 p_i$$

$$W = M : r = 3172 p_i 0.05.$$

Результаты вычисленій приведены въ нижеслѣдующихъ таблицахъ VIII и IX.

Таблица VIII моментовъ на поршняхъ въ kgmm.

Глубина снимаем. слоя.	Число оборотовъ фрезы въ мин.	П о д а ч а в ъ мм в ъ с е к у н д у.											
		0,018	0,23	0,027	0,031	0,039	0,041	0,044	0,052	0,056	0,062	0,084	0,110
1 mm.	12	2220	254		350		540						
	20			254		317,2		382	540	740			
	32										667	700	1120
2 mm.	12	795	1025		1200		1300						
	20			732		763		732	1235	1268			
	32										987	1300	1680
3 mm.	12	1490	1550		1930		2220						
	20			1235		1660		1300	2440	2710			
	32										1650	2160	2570
4 mm.	12	1300	1580		2030		2630						
	20			1560		1650			2060	2630			
	32							1430			1680	2190	2760

Таблица IX окружныхъ усилий въ kg/qmm.

1 mm.	12	4,44	5,08		7,0		10,8						
	20			5,08		6,34			10,8	14,9			
	32							7,64			13,34	14,0	22,4
2 mm.	12	15,9	20,5		24,0		26,0						
	20			14,6		15,2			27,4	25,4			
	32							14,64			19,7	26,0	33,6
3 mm.	12	29,8	31,1		38,6		44,4						
	20			24,7		31,0			48,8	52,5			
	32							26,0			33,0	43,2	51,4
4 mm.	12	26,0	31,72		40,5		52,6						
	20			31,20		33,00			41,20	52,60			
	32							28,60			33,60	43,80	55,20

Расчетныя формулы, относящіяся къ опредѣленію толщины стружки, снимаемой однимъ зубцомъ фрезы, а также и къ опредѣленію коэффиціента рѣзанія остаются тѣ же, что нами были выведены ранѣе для жѣлѣза.

Ширина стружки $b = 38$ mm.

$$1) \delta = \left[\frac{2.60}{n.z.} \cdot \sqrt{\frac{d}{D} - \frac{d^2}{D^2}} \right] v.$$

$$2) R = \frac{W}{\delta \cdot b.}$$

Поэтому, подставивъ во 2-ю формулу для каждого значенія подачи прежнія величины δ , вычисленныя значенія W и указанную величину b , мы получимъ искомыя значенія коэффиціента рѣзанія.

Результаты указанныхъ вычисленій представлены въ нижеслѣдующей таблицѣ X.

Таблица X; коэффиціентъ рѣзанія въ kg/qmm .

Глубина снимаем. слоя.	Скорость вращения фрез. въ с.	П о д а ч а въ mm въ с е к у н д у.											
		0,018	0,023	0,027	0,031	0,039	0,041	0,044	0,052	0,056	0,062	0,084	0,110
1 mm.	61,8 104,7 165,5	34	31,4	73,0	31	63	30,2		143	67	83	175	136 167
2 mm.	61,8 104,7 165,5	75	73,5	123	60,2	91,5	51		229	105	104	223	221 213
3 mm.	61,8 104,7 165,6	111	92	183	84	151	61		205	186	184	181	174 176
4 mm.	61,8 104,7 165,5	79	74	176	61	129	50		250	121	141	210	205 192

Результаты изслѣдованій обработки фрезой твердой бронзы.

Таблица XI среднихъ индикаторныхъ давленій въ kg/qmm .

Глубина снимаемаг. слоя.	Число обор. фрезы въ минуту.	П о д а ч а въ mm въ с е к у н д у.											
		0,018	0,023	0,027	0,031	0,039	0,041	0,044	0,032	0,056	0,062	0,084	0,110
3 mm	12 20 32	0,54	0,603	0,51	0,02	0,53	0,73		0,58	0,65			
								0,504			0,52	0,54	0,76
4 mm	12 20 32	0,51	0,65	0,49	0,76	0,58	0,93		0,61	0,80			
								0,48			0,54	0,70	0,76

Таблица XII исправленныхъ (абсолютн.) среднихъ индикат. давленій.

Глубина снимаема-го слоя.	Число обор. фрезы въ минуту.	П о д а ч а въ mm. въ с е к у н д у.											
		0,018	0,023	0,027	0,031	0,039	0,041	0,044	0,052	0,056	0,062	0,084	0,110
3 mm.	12 20 32	0,41	0,47	0,38	0,49	0,40	0,69		0,45	0,52			
								0,73			0,39	0,41	0,52
4 mm.	12 20 32	0,38	0,52	0,36	0,63	0,45	0,80		0,48	0,67			
								0,35			0,41	0,57	0,63

$$M = 7132. p_i$$

Таблица XIII моментовъ, въ kgmm дѣйствующихъ на поршняхъ маслянаго прибора

Глубина сним. слоя	Число оборот- чен и фрезъ въ минуту.	П о д а ч а в ъ мм в ъ с е к у н д у .											
		0,018	0,023	0,027	0,031	0,039	0,041	0,044	0,052	0,056	0,062	0,084	0,110
3 mm	12	1300,5	1496,8		1554,3		1903,2						
	20			1205,4		1268,8			1427,4	1649,4			
	32						1173,6				1284	1300,5	1649,4
4 mm	12	1173,6	1643,4		1998,4		2527,6						
	20			1141,9		1427,4			1592,5	2125,2			
	32						1110,2				1300,5	1808,0	1948,4

$$W = \frac{M}{R} = 7132. p_i 0,02.$$

Таблица XIV окружныхъ усилий въ kg/qmm.

	12	26	29,9		31,1		38,1						
	20			24,1		25,3			28,5	32,9			
	32							23,4			24,7	26,0	32,9
4 mm.	12												
	20	23,5	32,9		39,9		50,5						
	32			22,8		28,5							
								22,2	31,8	42,5	26,0	36,0	38,9

$$R = \frac{W}{\delta b}; \delta = \left\{ \frac{2,60}{n} \cdot \frac{1}{Z} \sqrt{\frac{d}{D} - \frac{d^2}{D^2}} \right\} \cdot v; b=32 \text{ mm.}$$

Таблица XV коэффициентовъ рѢзанія въ kg/qmm.

3 mm	*) 61,8 mm.	94	84		65		60						
	104,7 mm.			170		120			108	102			
	165,5 mm.							175			161	112	116
4 mm	61,8 mm.	69	97		90		72						
	104,7 mm.			125		108			96	111			
	165,5 mm.							190			156	150	128

Результаты опытовъ обработки фрезой хрупкихъ металловъ, чугуна и твердой бронзы, какъ и нужно было ожидать, вполне подтвердили уже ранѣе усмотрѣнную зависимость коэффициента рѢзанія отъ подачи стола. Бросая общій взглядъ на полученные результаты работъ съ фрезой (см. табл. коэффициентовъ рѢзанія), можно замѣтить, что мѣстами закономерность паденія коэффициента рѢзанія съ увеличеніемъ подачи нарушается. Но это нарушеніе должно объяснить частью неоднородностью хрупкихъ металловъ, что вызываетъ колебаніе сопротивленія рѢзущему усилию фрезы, частью же несовѣтмъ удачными

*) Скорость вращенія фрезы въ mm. въ секунду.

диаграммами, благодаря тому, что для чугуна и бронзы по необходимости была взята недостаточно чувствительная пружина въ индикаторѣ ($12\text{ mm}=1\text{ kg}$).

Опытныя изслѣдованія на небольшомъ строгальномъ станкѣ велись при помощи особаго динамометра слѣдующаго устройства. Къ суппорту строгальнаго станка (фотографіи 1 и 2) привертывается четырьмя болтами подушка В, къ которой, въ свою очередь, неподвижно и тоже болтами прикрѣпленъ рычагъ С и брусъ D. Въ послѣднемъ имѣются соотвѣтствующія прорѣзы для пропуска рычага F и помѣщенія шаровыхъ подшипниковъ E. Помощью этихъ подшипниковъ рычагъ F съ очень незначительнымъ треніемъ вращается около оси EE'. Болѣе детально устройство этой части динамометра показано на помѣщенной фиг. 5 прилагаемой таблицы. Подвижной рычагъ F при своемъ отклоненіи отъ своего первоначальнаго положенія удерживается на извѣстномъ разстояніи отъ неподвижнаго рычага С пружиной G, закрѣпленной между верхними концами упомянутыхъ рычаговъ. Въ нижней части рычага F имѣется коробкообразное уширеніе S, въ которое вставляется оправка P, служащая для закрѣпленія рѣзца. Оправка P свободно надѣта на шплинтъ O, вставленный въ щеки коробки S, вслѣдствіе чего при холостомъ ходѣ рѣзецъ съ оправкой нѣсколько откидывается отъ обстрагиваемаго предмета и свободно скользитъ по его поверхности. Въ рабочее положеніе оправка и рѣзецъ приводятся собственнымъ вѣсомъ и натяженіемъ пружинки T.

Очевидно, что при строганіи сила сопротивленія матеріала рѣзанію будетъ оказывать давленіе на рѣзецъ и тѣмъ вызоветъ отклоненіе рычага F отъ первоначальнаго его положенія и дастъ растяженіе пружины. Эти отклоненія рычага F и растяженіе пружины G будутъ пропорціональны давленіямъ на рѣзецъ, а потому и могутъ служить для непосредственнаго ихъ измѣренія. Съ этой цѣлью на неподвижномъ рычагѣ С имѣется стрѣлка L, свободно вращающаяся около своей оси. Стрѣлка L шарнирно соединяется съ тягой H, могущей вращаться около шурупа V, ввернутаго въ подвижной рычагъ F. Такимъ образомъ стрѣлка L отклоняется одновременно съ рычагомъ F, при чемъ нижній конецъ ея указываетъ соотвѣтствующія этимъ отклоненіямъ давленія на рѣзецъ, нанесенныя на дугѣ M, которая, въ свою очередь, прикрѣплена неподвижно на рычагѣ С.

Для уравниванія движущихся массъ динамометра былъ введенъ между верхними концами рычаговъ F и С масляный буферъ R, видный на прилагаемыхъ фотографіяхъ 1 и 2 и показанный схемати-

чески въ разрѣзѣ на фиг. 6 прилагаемой таблицы . Это желѣзный точеный цилиндръ съ плотно пригнаннымъ поршнемъ, соединенный шарнирно помощью ушка на днищѣ съ верхнимъ концомъ рычага С. Штокъ поршня этого цилиндра, проходя черезъ привернутые къ послѣднему крышку и сальникъ, прикрѣпляется шарнирно съ рычагомъ F помощью навинченной на конецъ штока цилиндрической гайки съ особыми ушками. Обѣ полости цилиндра впереди и сзади поршня соединяются кранами X съ общей коробкой *y* (см. фот. 2), въ которую черезъ отверстія Z, закрываемыя пробками, наливается масло. Такимъ образомъ при строганіи верхній конецъ рычага F, растягивая пружину, отклоняется и тянетъ за собою поршень буфера, поршень же при этомъ сжимаетъ масло, находящееся передъ нимъ, и выдавлиываетъ его черезъ краны въ общую коробку. Этимъ достигается плавное отклоненіе рычага F и стрѣлки С отъ ихъ первоначальнаго положенія при строганіи и такое же плавное возвращеніе ихъ обратно при холостомъ ходѣ станка. Во время производства опыта обращалось вниманіе, чтобы въ буферѣ не было воздуха. При соблюденіи этого условія, во-первыхъ, нельзя было оттянуть верхній конецъ рычага F, когда краны X были закрыты; во-вторыхъ, при открытыхъ кранахъ во время самаго наблюденія отклоненіе стрѣлки совершалось постепенно безъ замѣтныхъ дрожаній и толчковъ.

Градированіе прибора производилось послѣ установки его на строгальномъ станкѣ такимъ образомъ: къ столу станка былъ прикрѣпленъ блокъ (черт. 7 и 8 прилагаемой таблицы), черезъ который перекидывался стальной канатъ, одинъ конецъ котораго соединялся съ динамометромъ помощью желѣзной пластинки съ вырѣзами, надѣтой на призматическій кусокъ желѣза (черт. 8), вставленный въ оправу прибора вмѣсто рѣзца, а на другой—навѣшивались грузы. При этомъ замѣчалось отклоненіе стрѣлки L по дугѣ M, на которой непосредственно и наносились соотвѣтствующія этимъ отклоненіямъ дѣленія въ килограммахъ. Разстояніе *a* (черт. 8) между серединой толщины упомянутой пластинки и нижней плоскостью оправки равнялось 20 mm, т. е. длинѣ выступающей изъ оправки части рѣзца. Это было сдѣлано для того, чтобы по возможности соблюсти равенство плечъ, на которыя дѣйствуютъ силы натяженія каната при градуированіи и сила давленія на рѣзецъ при строганіи испытуемаго бруска.

Относительно описаннаго динамометра можно сказать, что онъ простъ по устройству, но, къ сожалѣнію, обладаетъ нѣкоторыми существенными недостатками: 1) въ немъ не вполне устранено треніе,

которое, не поддаваясь учету, вліяетъ на результатъ опытовъ и уменьшаетъ чувствительность прибора; 2) вмѣстѣ съ измѣненіемъ положенія рычага F мѣняется также положеніе рѣзца относительно обстрагиваемаго предмета, т. е. мѣняется уголъ рѣзанія, что, конечно, тоже должно сказываться въ конечныхъ результатахъ.

Затѣмъ большимъ недостаткомъ работъ на строгальномъ станкѣ было то, что вслѣдствіе конструкции самого станка нельзя было значительно расширить число подачъ, и пришлось работать только съ тремя подачами: 0,35, 0,70, и 1,05 mm. Затѣмъ вслѣдствіе узости задачи, возможной для разрѣшенія на строгальномъ станкѣ, для изслѣдованія въ качествѣ материала былъ взятъ только чугуны. Результатъ полученныхъ наблюденій представленъ въ слѣдующей таблицѣ XVI.

Таблица XVI. Чугунъ (строгальный станокъ).

Толщина стружки въ mm.	Нагрузка динамометра въ килограммахъ.	Подача въ mm.	Коэффиц. рѣзанія въ килогр. на кв. мм.
0,24	28	0,35	323
0,3	37	—	352
0,52	50	—	274,8
0,63	57	—	249
1,08	81	—	214
1,31	97	—	211,6
1,4	110	—	224,4
0,24	48	0,70	285,8
0,3	54	—	257,2
0,52	75	—	208,3
0,63	77	—	175,8
1,08	112	—	148,2
1,31	127	—	138,4
1,4	148	—	151,1
0,24	64	1,05	254
0,3	69	—	219
0,52	90	—	164,8
0,63	95	—	143
1,08	135	—	119,2
1,31	151	—	110
1,40	177	—	120,5

Изъ разсмотрѣнія послѣдней таблицы видно, что по отношенію къ чугуну общее предположеніе относительно уменьшенія коэффиціента рѣзанія металловъ съ увеличеніемъ величины подачи при одной и той же скорости въ наблюдаемыхъ предѣлахъ весьма близко къ дѣйствительности.

Наконецъ, опытные изслѣдованія на токарномъ станкѣ были поставлены значительно шире, ибо конструкція самого станка давала возможность измѣнять число различныхъ подачъ отъ 8 до 12.

Работа производилась на токарномъ станкѣ съ приводомъ отъ отдѣльнаго электрическаго двигателя и съ механической подачей ходовымъ винтомъ. Станокъ былъ совершенно изолированъ отъ другихъ, и наблюденія за поглощаемой мощностью были вполне обеспечены въ своей правильности.

Приборомъ для измѣренія давленія на рѣзецъ служилъ пружинный динамометръ простого устройства, показанный на чертежѣ фиг. 9 прилагаемой таблицы. Динамометръ прикрѣпленъ къ верхней доскѣ суппорта и передвигается вмѣстѣ съ суппортомъ отъ ходового винта. Фотографія № 3 изображаетъ токарный станокъ, снятый вмѣстѣ съ динамометромъ для указанныхъ испытаній.

Для уничтоженія излишнихъ колебаній между рычагами динамометра вставленъ масляный катарактъ.

Прежде чѣмъ приступить къ опытамъ, этотъ динамометръ былъ проверенъ, нанесена новая точная шкала для отчетовъ нагрузки. При производствѣ опытовъ велись наблюденія за нагрузкой при каждой скорости, и опредѣлялось число оборотовъ обрабатываемаго предмета въ минуту. Диаметры обрабатываемыхъ предметовъ до и послѣ прохода рѣзца измѣрялись съ точностью до 0,02 мм. Число оборотовъ въ минуту измѣрялось съ помощью счетчика оборотовъ и секундомѣра, а затрачиваемая энергія съ помощью ваттметра.

Самое производство опытовъ велось слѣдующимъ образомъ: установивъ точно болванку и измѣривъ начальнѣй ея діаметръ, пускали станокъ въ ходъ и, послѣ нѣсколькихъ отсчетовъ числа оборотовъ и нагрузки на рѣзецъ, мѣняли подачу, постепенно переходя отъ меньшихъ къ большимъ, или наоборотъ, и все время слѣдили за приборомъ. Полученные такимъ образомъ отсчеты давали возможность опредѣлить коэффициентъ рѣзанія для данной скорости и подачи и самую скорость рѣзанія по формуламъ:

$$k = \frac{p}{\omega}, v = \frac{\pi d \cdot n}{60},$$

гдѣ ω есть поперечное сѣченіе снимаемой стружки въ квадратныхъ

$$\text{миллиметрахъ} = \frac{d_0 - d_1}{2} l, l \text{—подача,}$$

p —нагрузка на рѣзецъ въ klgr.,

n —число оборотовъ въ минуту и

d —средній діаметръ снимаемаго слоя.

Скорость рѣзанія при изслѣдованіяхъ на токарномъ станкѣ поддерживалась въ среднемъ для желѣза 0,1150 метровъ въ секунду; для чугуна и бронзы 0,0925 метровъ въ секунду.

Результаты полученныхъ наблюденій для послѣднихъ изслѣдованій на токарномъ станкѣ приведены въ слѣдующихъ таблицахъ XVII, гдѣ g —показаніе пружины динамометра, а k —коэффициентъ рѣзанія въ килограммахъ на квадратный миллиметръ.

Таблица XVII. Ж Е Л Ъ З О.

Толщина стружки въ мм, Подача въ мм.	0,29		0,65		0,3		0,37		0,59		0,9	
0,17	31	628	44	398	38	746	43	684	55	548	66	430
0,212	34	553	47,5	345	40	629	47	598	62,5	500	74	387,5
0,234	35	525	50	328,5	42,5	606	49	566	64	464	—	—
0,255	36,5	493	52	313,5	45	588	50,5	536	65,5	435	86	375
0,271	37,5	477	55	312	46,5	574	51	508	67,5	423	—	—
0,297	39	452	57	295	47,5	532	55	500	70	400	92,5	346
0,34	40,5	410	60,5	274	50	490	59	469	76	360	102,5	335
0,382	42,5	383	64	258	52,5	458	60,5	430	—	—	111	323,5
0,425	44	357	67	242,5	54,5	428	62	394	86	343	120	314
0,468	47	346	70	230	57,5	410	64,5	373	—	—	123	292
0,51	48	325	75	226	60	392	66,5	353	92,5	307	128	279
0,552	49	306	77	215	63	380	67,5	330	96	295	135	271,5
0,736	51	239	87	181,5	72,5	328	72	264	108	249	145	219
0,92	52,5	196,5	100	167	82,5	298,5	78	229	120	221	155	187
1,01	55	187,5	105	160	93	307	80	214	122,5	205	—	—
1,105	56	175	110	153	98	295	87,5	214	128	196	160	161
1,175	57	167	112	146,5	103	292,5	96	221	135	195	—	—
1,29	—	—	114	136	100,5	278	100	209	138	181,5	168	144,5
1,47	—	—	120	125,5	118	267,5	108	199	142	164	176	133
1,66	—	—	124	115	126,5	254	116	187,5	147,5	150,5	180	120,5
1,84	—	—	127	106,5	—	—	—	—	150	138	195	118
	g	k	g	k	g	k	g	k	g	k	g	k

Ч У Г У Н Ъ.

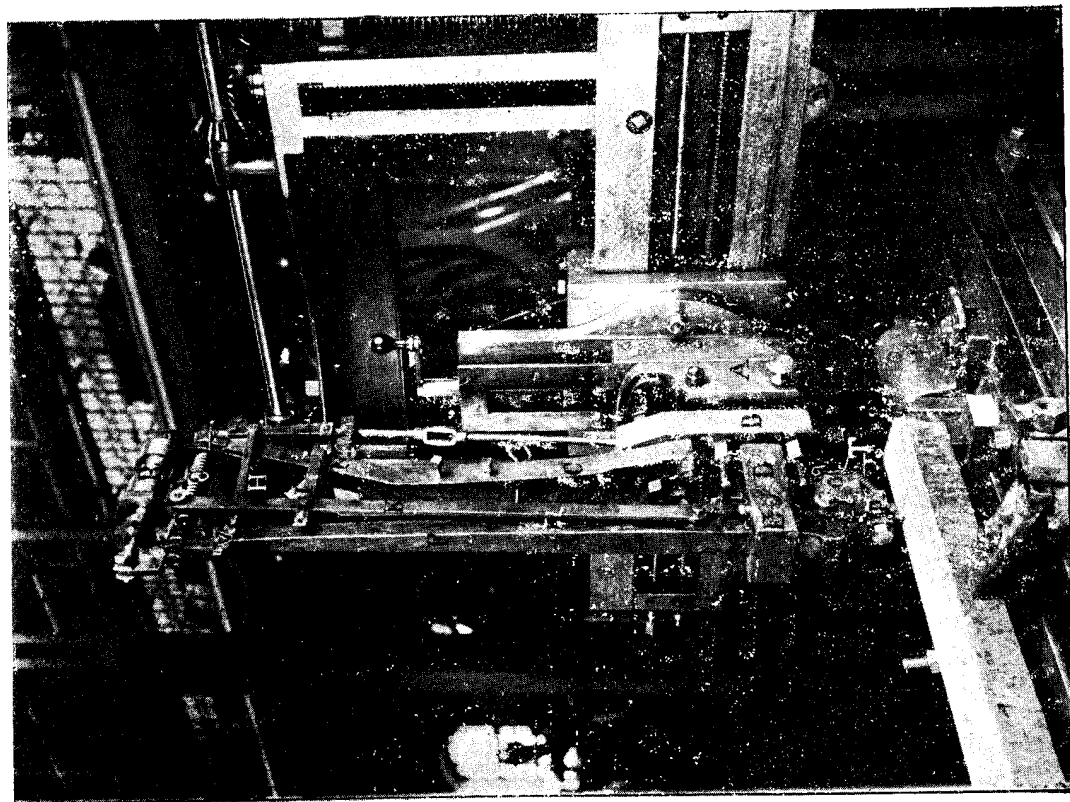
Толщина стружки въ мм. Подача въ мм.	0,54		0,85		0,93		0,975		1,26		1,49	
0,255	50	363	65	300	75	316	82	330	92	286,5	105	276
0,297	55	343	70	277	80	290	86	297	98	264	110	243
0,382	59	286	76	234	87	244,5	95	255	106	220,8	115	302
0,468	62	245	81	204	93	214	104	227,5	113	191,5	123	216
0,552	65,5	220	87	185,5	100	195	112,5	209	126	181,5	128	183,5
0,736	69,5	175	94	150	113	165	127	177	144	155	132	189,5
0,92	75	151	105	134	127	148,5	142	158,5	165	142,5	138	168
1,01	79	145	110	128	134	143	147	149	170	134	145	176,5
1,29	86	123,5	122	111	147	122,5	167	132,5	192	118	162,5	152,5
1,47	91	114,5	131	105	160	117	175	122	201	108,5	159,5	145
1,66	96	107	141	100	170	110	189	117	220	105	172	125,5
	g	k	g	k	g	k	g	k	g	k	g	k

Б Р О Н З А.

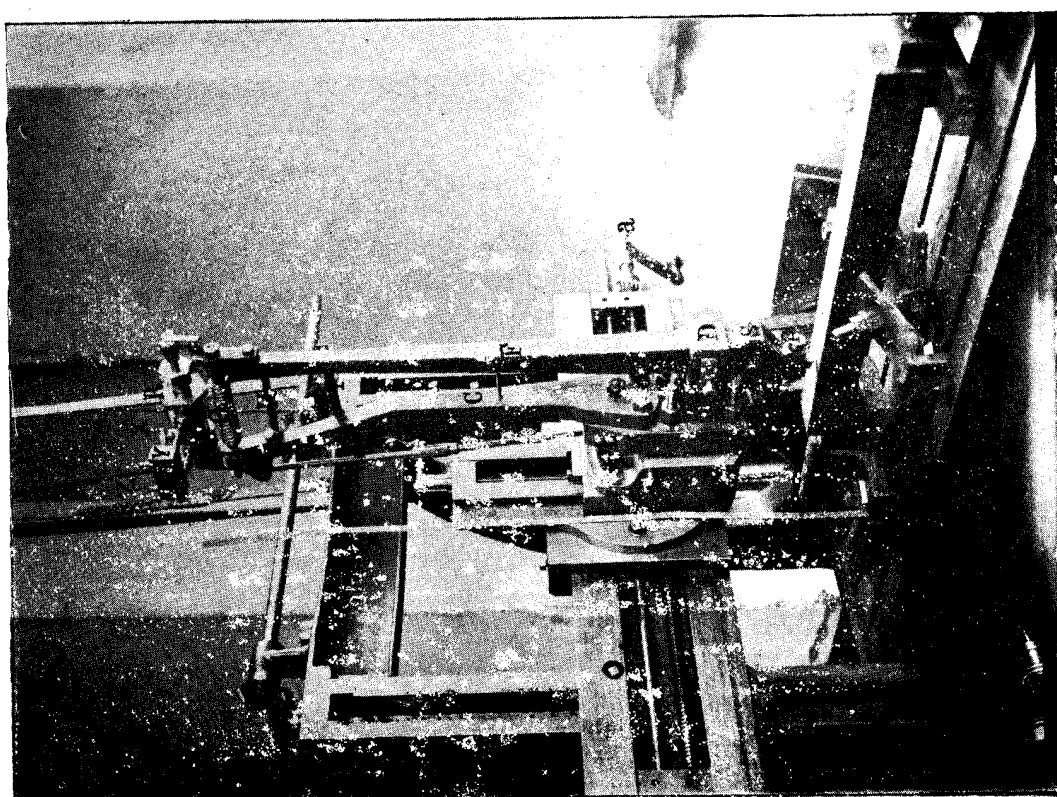
Толщина стружки въ мм. Подача въ мм.	0,31		0,39		0,67		1,95		1,00		0,1	
0,283	60	682	65	590	77,5	409	102	184,5	82	290	45	1590
0,396	63	512	72	466	79,5	299	112	145	87	219,5	52,5	1325
0,51	65	411	82	412	83,5	244	122,5	123	92,5	181,5	57	1120
0,70	68	313	92	337	88,5	188,5	39	102	100	143	59	842
0,813	70	277,5	97,5	308	92	169	152	96	106,5	131	62,5	779
1,02	73	231	105	264	97	142	170	85,4	114	112	67,5	662
1,275	75	190	110	221	104	121,5	192	77,3	121	95	72,5	568
1,53	77,5	163,5	115	193	108,5	106	225	75,4	133	86,8	76	497
	g	k	g	k	g	k	g	k	g	k	k	k

Если результатъ полученныхъ наблюденій для какого угодно матеріала на основаніи приведенныхъ данныхъ изобразимъ въ видѣ кривой, то получимъ кривую, вполне напоминающую фиг. 10 прилагаемой таблицы относящуюся къ обработкѣ желѣзныхъ болванокъ стружкой толщиной 0,29, мм. При построеніи этой кривой по оси ординатъ отложены коэффиціенты рѣзанія въ киллограммахъ, а по оси абсциссъ — величина подачи.

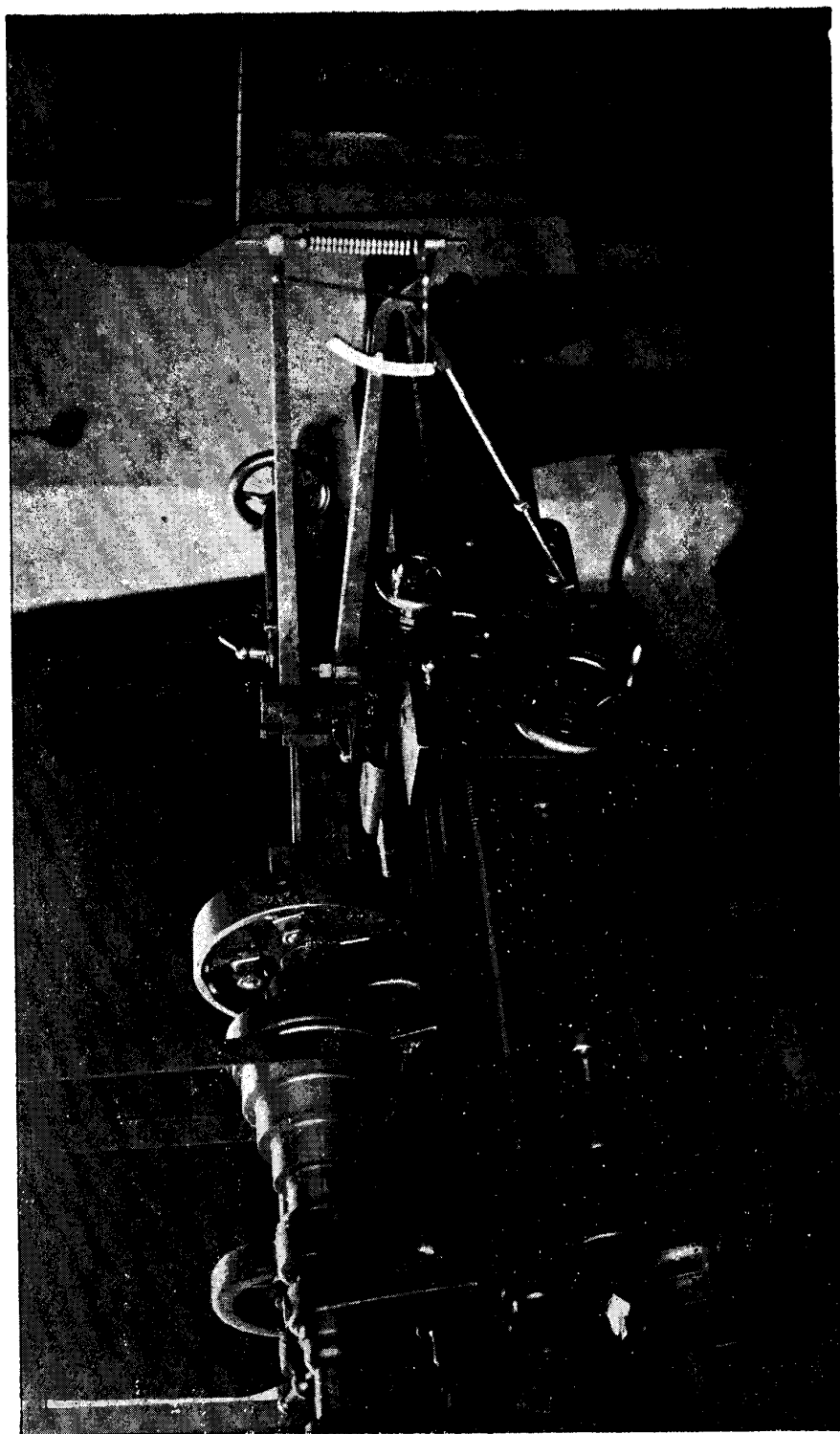
Такимъ образомъ, резюмируя основные результаты вышеизложенныхъ изслѣдованій надъ коэффициентомъ рѣзанія металловъ, произведенныхъ вышеуказаннымъ способомъ на фрезерномъ, строгальномъ и токарномъ станкѣ, и принимая во вниманіе случайныя отклоненія значеній коэффициента рѣзанія, вызываемыя или неоднородностью обрабатываемаго матеріала, или недостатками въ конструкціяхъ употребляемыхъ динамометровъ,—мы приходимъ къ заключенію, что ранѣе высказанное предположеніе объ уменьшеніи коэффициента рѣзанія металловъ при одной и той же скорости рѣзанія съ увеличеніемъ величины самой подачи—является вполне обоснованнымъ.



Фиг. 1.

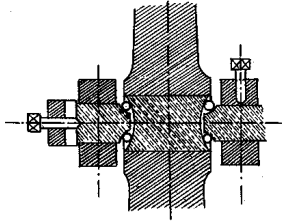


Фиг. 2.

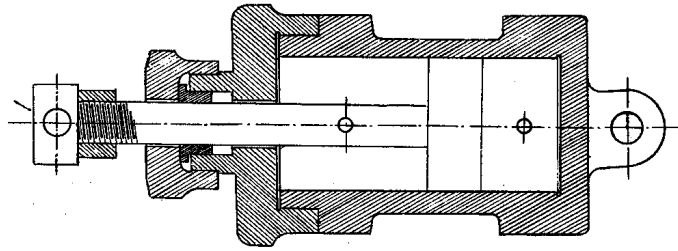


Фиг. 3.

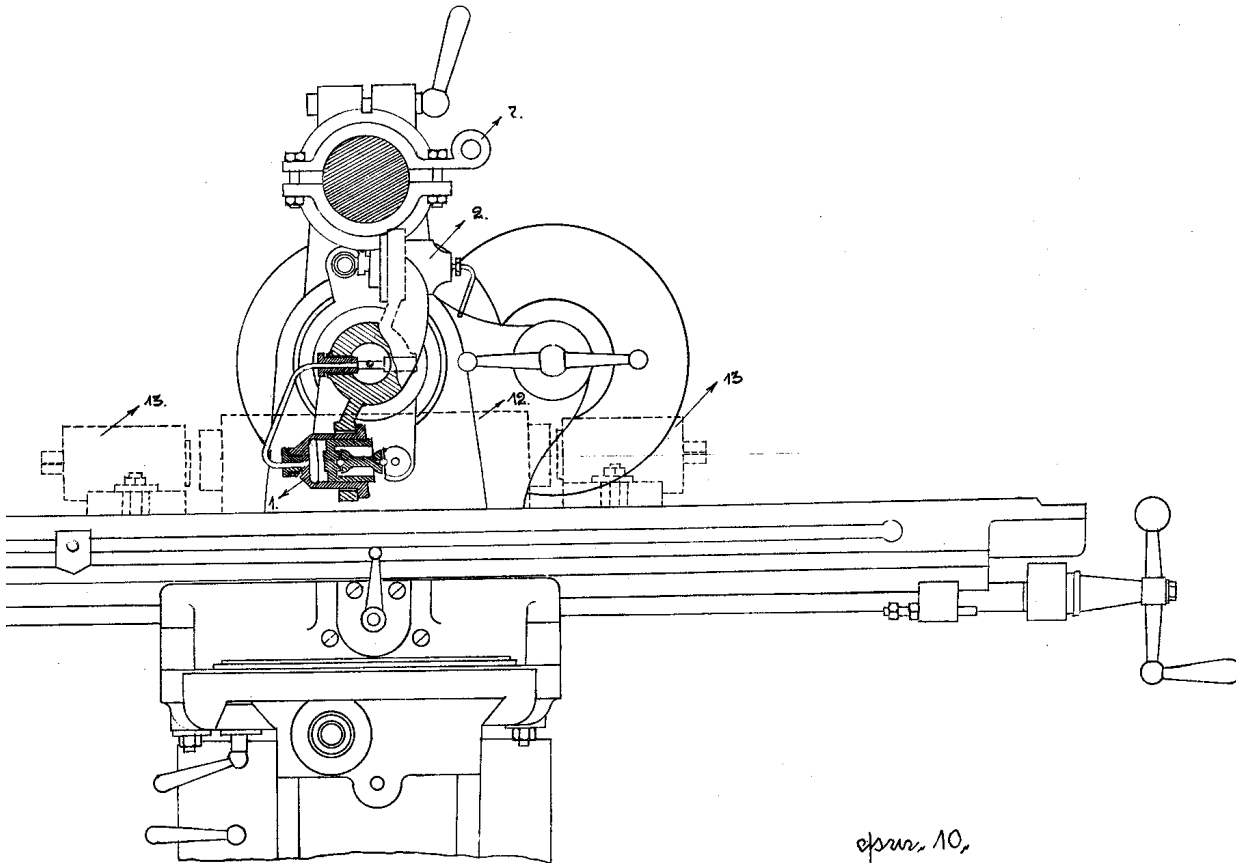
чер. 5.



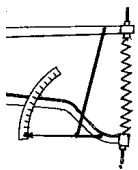
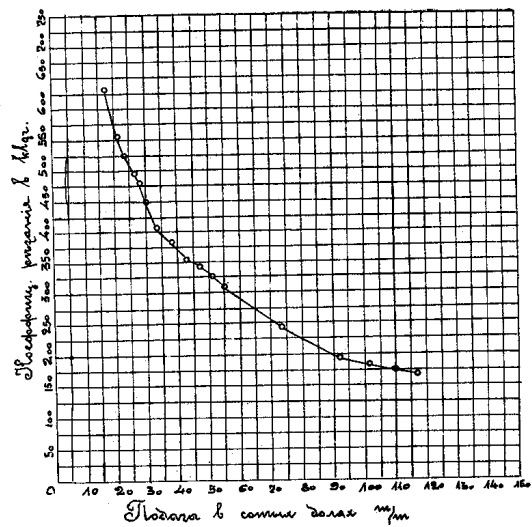
чер. 6.



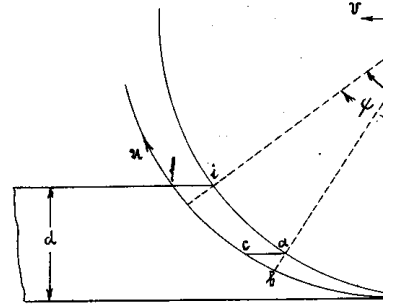
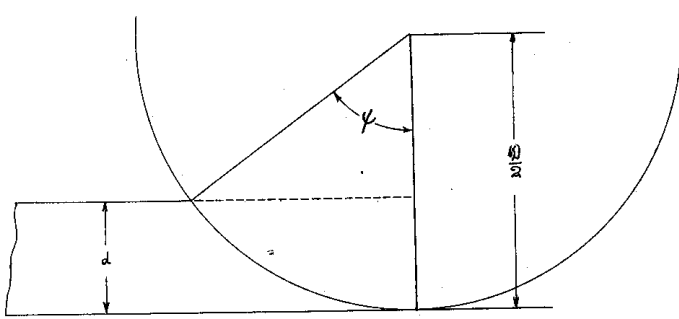
чер. 2.



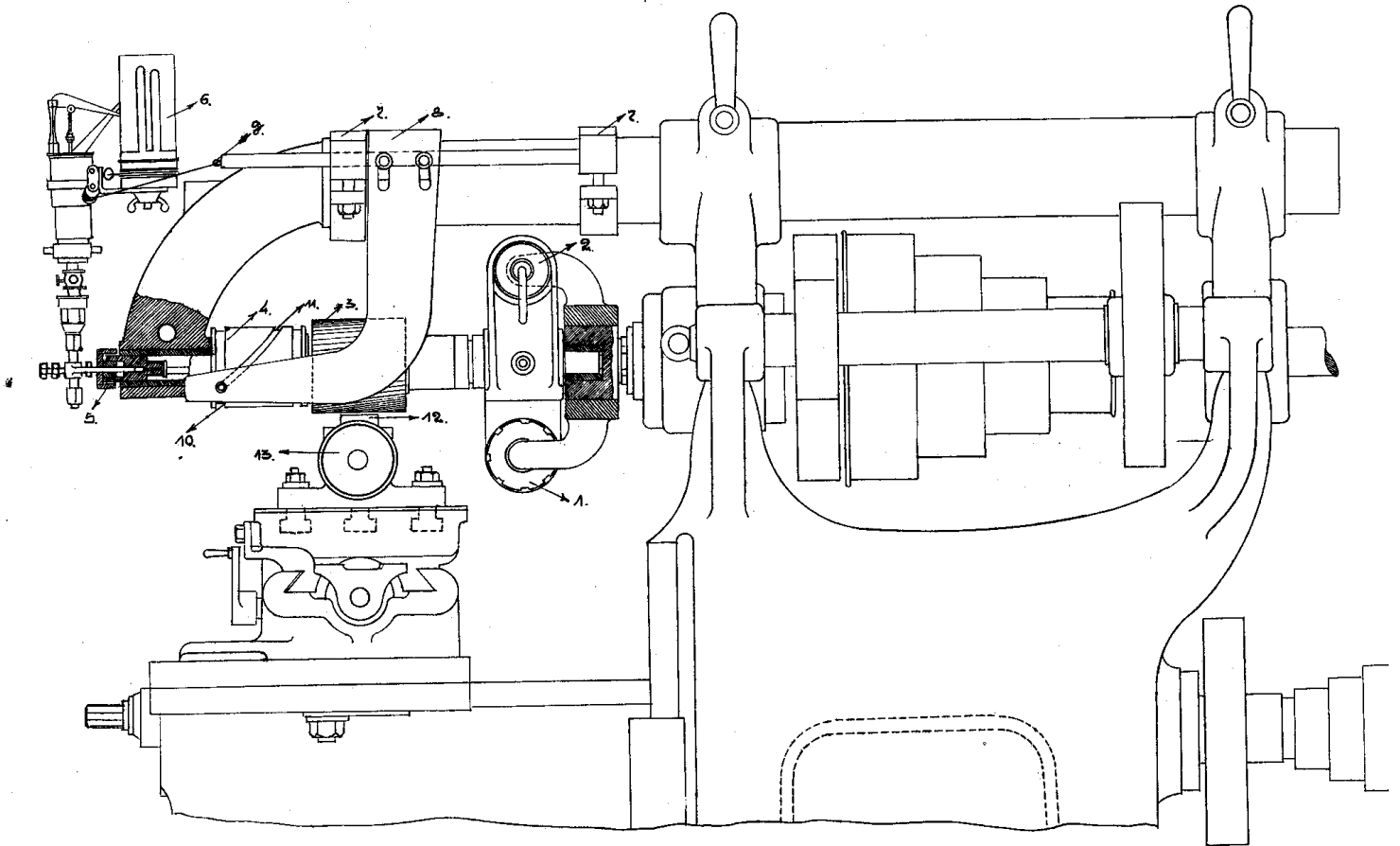
чер. 10.



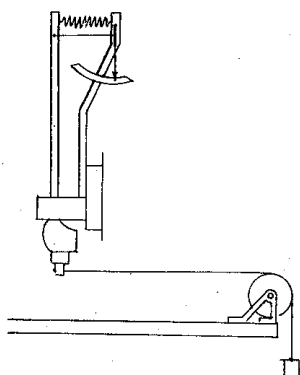
черт. 3.



черт. 1.



черт. 2.



черт. 8.

