

6(08)
K-55

SCIO



ИЗДАТЕЛЬСТВО „ОДЕСПОЛИГРАФ“
1930



4538



778

1920

М С С I O У 6(08)
К-55

Карманная Справочная книга

90
19-4538

ДЛЯ ИНЖЕНЕРОВ
И ТЕХНИКОВ

СОСТАВИЛ

Н. КОБЕЦ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ

ПРОФ. И. КОРЗУХИНА

С ПРЕДИСЛОВИЕМ

ИНЖ. В. КОРОЛЬКОВА.

УДМУДСКАЯ ПОЛИГРАФИЧЕСКАЯ
ФАБРИКА И. КОБЕЦ

проверено
1966 г.



ИЗДАТЕЛЬСТВО „ОДЕСПОЛИГРАФ“

1930

Відділення друкарської справи Міністерства
внутрішніх справ Української Держави, Київський
вулиця № 10, Київська Українська
Державна Палата

Окріт (Одеса) № 708.

Друга державна друкарня
імени В. І. Леніна. Одеса,
Пушкінська, 18, тел. № 5/49
Зам. № 2367. Тир. 3000 пр.
Стандарт Б₅ 125×176.
19¹/₂ арк.—1930.

Предисловие.

Предлагаемая справочная книга „Scio“ должна удовлетворить спросу на русский карманный справочник для инженеров, техников и студентов, заключающий в себе в возможно сжатой и наглядной форме сведения необходимые для технической работы, пополненные данными добытыми за последние семь лет. Вышедший в 1921 году справочник „Hütte“ является перепечаткой без каких-либо изменений издания 1915 г. и представляет из себя скорее довольно громоздкий и дорогой „учебник“, чем справочное пособие.

Между тем мировая война, вызвав усиленный прогресс в области техники, заставила пересмотреть принятые правила и приемы и установить новые нормы. При составлении справочника „Scio“ были просмотрены новейшие иностранные издания, как немецкие, так и английские и, главным образом, американские (справочник „Peel“). Некоторые отделы составлены по лекциям читанным в 1922 году в Высшем Техническом Училище в Шарлоттенбурге („Детали машин“ по лекциям проф. Камерера, „Электротехника“ проф. Вединга и т. д.)

При составлении справочника „Scio“ особое внимание было обращено на то, чтобы приспособить его для ежедневного обихода.

Длинные вычисления по формулам заменены таблицами. Все, что носит академический характер откинуто. Благодаря такому сокращению удалось придать „Scio“ вид карманной дешевой книжки, сохранив одновременно весь материал необходимый для ежедневной практической работы инженеров и техников.

Чертежи №№ 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 150, 151, 153, 154, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 177, 178, 188, 189, 190, 191 [взяты с разрешения издательства J. Springer, Berlin W 9. из книг:

Freitag, Hilfsbuch für den Maschinenbau, 6. Aufl.,

Fehlands Ingenieur-Kalender 1922,

Dubbel, Taschenbuch, 3. Aufl.

Все остальные чертежи изготовлены специально для справочника „Scio“

Инж. В. Корольков.

Оглавление.

Предисловие	Стр. III
-----------------------	----------

I. Математика.

Таблицы степеней, корней, обр. величин, окружностей и площадей круга	1
Длина дуги, хорды и высота дуги для $r = 1$. . .	21
Тригонометрические функции	23
Таблицы некоторых функций от Π и D	27
Метрические меры	27
Русские меры	28
Судовые меры	28
Английские меры	29
Американские меры	31
Перевод мер	32
Алгебраические формулы	36
Проценты	38
Таблицы геом. фигур	40
Тригонометрия	49
Диф. и интегральное исчисление	53

II. Механика.

Основные физические понятия	55
Механика твердого тела	58
Статика твердых тел	60
Динамика твердых тел	65
Гидромеханика	74
Механика газообразных тел	87

III. Сопротивление материалов.

Общие законы	92
Допускаемые напряжения	94
Сопротивление прямых брусьев	97
Изгиб прямых стержней	100

Таблица экв. моментов инерции и моментов сопротивления	Стр. 102
Балки постоянного сечения	104
Кручение	107
Сложное сопротивление	109
Сопротивление рессор	110
Сопротивление плит, дисков и сосудов	112

IV. Теплота.

Измерение температуры	114
Расширение тел от теплоты	116
Удельная теплота	118
Скрытая теплота	119
Теплопроводность	121
Изменение состояния газа	125
Пары	126

V. Детали машин.

Соединения:

а) Заклепки	131
б) Винты и болты	133
в) Клинья	137

Передача силы валом:

а) Цапфы	139
б) Подшипники	140
в) Оси и валы	142
д) Соединения валов (муфтами)	145

Передача силы бесконечным тянущим приспособлением:

а) Ременная передача	151
б) Канатная передача	159
в) Цепная передача	164

Передача силы штангами:

а) Кривошипный механизм	167
б) Эксцентрик	168
в) Крейцкопф	168
д) Шатун	169

Передача силы зубьями:

а) Общее	169
б) Конструкция профиля зуба	171
в) Конструктивные данные	174
д) Фрикционные колеса	176

Поршни и сальники	177
-------------------	-----

VI. Двигатели и рабочие машины.

Паровые котлы:	Стр.
а) Водяное и паровое пространство	180
б) Дымовая труба	182
в) Паропроводные трубы	182
д) Виды котлов	182
е) Чистка котлов	183
Паровая машина:	
а) Мощность	184
б) Диаграмма	185
в) Расход теплоты и угля	187
Паровая турбина	187
Выбор рода машины	188
Двигатели внутреннего сгорания:	
а) Виды двигателей внут. сгорания	190
б) Расчет главных размеров	192
в) Вес двигат. и расход масла	195
д) Автомобильные двигатели	196
е) Степень полезного действия различных машин	197
Насосы	198
Инжекторы	199
Рабочие станки	200

VII. Электротехника.

Единицы мер	203
Законы электрического тока	204
Магнитный полюс и магнитное поле	206
Индукция и самоиндукция	207
Определение направлений	208
Переменный ток	208
Динамомашинны	211
Электромоторы	216
Выбор системы тока	222
Преобразователи и трансформаторы	235
Лампы и освещение	239
Аккумуляторы	242

VIII. Железобетон.

	Стр.
а) Бетон	244
б) Железобетонные сооружения	245

IX. Материалы.

Периодическая система элементов	253
Удельные веса. Вес важн. материалов	255
Вес различных руд	261
Удельные веса газов и паров	262
Сравнит. количество и вес различных товаров, могущих заполнить одинаковые объемы	263
Вес квадратного и круглого железа	264
Вес листового железа	265
Нормальные профили фасонного железа	266
Трубы	271
Проволока	278
Металл для подшипников	281
Дерево	282
Топливо	287
Набивочный материал	290
Изоляционный материал	290
Копировальная бумага	291

I. МАТЕМАТИКА.

1. Таблицы степеней, корней, обратных величин, окружностей и площадей круга.

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\frac{9}{\sqrt{n}}$	\log_n	$\frac{1}{n}$	$d = \frac{1}{0,1 n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
0	0	0	0,000	0,000	— ∞	∞	0,0	—	—
1	1	1	1,0000	1,0000	0,0000	1,0000	0,1	0,314	0,0079
2	4	8	1,4142	1,2599	0,3010	0,5000	2	0,628	0,0314
3	9	27	1,7321	1,4422	0,4771	0,3333	3	0,942	0,0707
4	16	64	2,0000	1,5874	0,6021	0,2500	4	1,257	0,1257
5	25	125	2,2361	1,7100	0,6900	0,2000	5	1,571	0,1964
6	36	216	2,4495	1,8171	0,7782	0,1667	6	1,885	0,2827
7	49	343	2,6458	1,9129	0,8451	0,1429	7	2,199	0,3848
8	64	512	2,8234	2,0000	0,9031	0,1250	8	2,513	0,5026
9	81	729	3,0000	2,0801	0,9542	0,1111	9	2,827	0,6362
10	100	1000	3,1623	2,1544	1,0090	0,1000	1,0	3,142	0,7854
11	121	1331	3,3166	2,2240	1,0414	0,0909	1	3,456	0,9503
12	144	1728	3,4641	2,2894	1,0792	0,0833	2	3,770	1,1310
13	169	2197	3,6056	2,3513	1,1139	0,0769	3	4,084	1,3273
14	196	2744	3,7417	2,4101	1,1461	0,0714	4	4,398	1,5394
15	225	3375	3,8730	2,4662	1,1761	0,0667	5	4,712	1,7671
16	256	4096	4,0000	2,5198	1,2041	0,0625	6	5,027	2,0106
17	289	4913	4,1231	2,5713	1,2304	0,0588	7	5,341	2,2698
18	324	5832	4,2426	2,6207	1,2553	0,0556	8	5,655	2,5447
19	361	6859	4,3589	2,6684	1,2788	0,0526	9	5,969	2,8353
20	400	8000	4,4721	2,7144	1,3010	0,0500	2,0	6,283	3,1416
21	441	9261	4,5826	2,7589	1,3222	0,0476	1	6,597	3,4636
22	484	10648	4,6904	2,8020	1,3424	0,0454	2	6,912	3,8013
23	529	12167	4,7958	2,8439	1,3617	0,0435	3	7,226	4,1548
24	576	13824	4,8990	2,8845	1,3802	0,0417	4	7,540	4,5239
25	625	15625	5,0000	2,9240	1,3979	0,0400	5	7,854	4,9087
26	676	17576	5,0990	2,9625	1,4150	0,0385	6	8,168	5,3093
27	729	19683	5,1962	3,0000	1,4314	0,0370	7	8,482	5,7256
28	784	21952	5,2915	3,0366	1,4472	0,0357	8	8,796	6,1575
29	841	24389	5,3852	3,0723	1,4624	0,0345	9	9,111	6,6052
30	900	27000	5,4772	3,1072	1,4771	0,0333	3,0	9,425	7,0680
31	961	29791	5,5678	3,1414	1,4914	0,0323	1	9,739	7,5477
32	1024	32768	5,6569	3,1748	1,5052	0,0312	2	10,05	8,0425
33	1089	35937	5,7446	3,2075	1,5185	0,0303	3	10,37	8,5530
34	1156	39304	5,8310	3,2396	1,5315	0,0294	4	10,68	9,0792

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1}{n}$	$d =$ $0,1 n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
35	1225	42875	5,9161	3,2711	1,5441	0,0286	5	11,00	9,6211
36	1296	46656	6,0000	3,3019	1,5563	0,0278	6	11,31	10,179
37	1369	50653	6,0828	3,3322	1,5682	0,0270	7	11,62	10,752
38	1444	54872	6,1644	3,3620	1,5798	0,0263	8	11,94	11,341
39	1521	59319	6,2450	3,3912	1,5911	0,0256	9	12,25	11,946
40	1600	64000	6,3246	3,4200	1,6021	0,0250	4,0	12,57	12,566
41	1681	68921	6,4031	3,4482	1,6128	0,0244	1	12,88	13,203
42	1764	74088	6,4807	3,4760	1,6232	0,0238	2	13,19	13,854
43	1849	79507	6,5574	3,5034	1,6335	0,0233	3	13,51	14,522
44	1936	85184	6,6332	3,5303	1,6435	0,0227	4	13,82	15,205
45	2025	91125	6,7082	3,5569	1,6532	0,0222	5	14,14	15,904
46	2116	97336	6,7823	3,5830	1,6628	0,0217	6	14,45	16,619
47	2209	103823	6,8557	3,6088	1,6721	0,0213	7	14,77	17,349
48	2304	110592	6,9282	3,6342	1,6812	0,0208	8	15,08	18,096
49	2401	117649	7,0000	3,6593	1,6902	0,0204	9	15,39	18,851
50	2500	125000	7,0711	3,6840	1,6990	0,0200	5,0	15,71	19,635
51	2601	132651	7,1414	3,7084	1,7076	0,0196	1	16,02	20,428
52	2704	140608	7,2111	3,7325	1,7160	0,0192	2	16,34	21,237
53	2809	148877	7,2801	3,7563	1,7243	0,0189	3	16,65	22,062
54	2916	157464	7,3485	3,7798	1,7324	0,0185	4	16,96	22,902
55	3025	166375	7,4162	3,8030	1,7404	0,0182	5	17,28	23,758
56	3136	175616	7,4833	3,8259	1,7482	0,0178	6	17,59	24,630
57	3249	185193	7,5498	3,8485	1,7559	0,0175	7	17,91	25,518
58	3364	195112	7,6158	3,8709	1,7634	0,0172	8	18,22	26,421
59	3481	205379	7,6811	3,8930	1,7709	0,0169	9	18,54	27,340
60	3600	216000	7,7460	3,9149	1,7782	0,0167	6,0	18,85	28,274
61	3721	226981	7,8102	3,9365	1,7853	0,0164	1	19,16	29,225
62	3844	238328	7,8740	3,9579	1,7924	0,0161	2	19,48	30,191
63	3969	250047	7,9373	3,9791	1,7993	0,0159	3	19,79	31,172
64	4096	262144	8,0000	4,0000	1,8062	0,0156	4	20,11	32,170
65	4225	274625	8,0623	4,0207	1,8129	0,0154	5	20,42	33,183
66	4356	287496	8,1240	4,0412	1,8195	0,0151	6	20,73	34,212
67	4489	300763	8,1854	4,0615	1,8261	0,0149	7	21,05	35,257
68	4624	314432	8,2462	4,0817	1,8325	0,0147	8	21,36	36,317
69	4761	328500	8,3066	4,1016	1,8388	0,0145	9	21,68	37,393
70	4900	343000	8,3666	4,1213	1,8451	0,01429	7,0	21,99	38,485
71	5041	357911	8,4261	4,1408	1,8513	0,01408	1	22,31	39,592
72	5184	373248	8,4853	4,1602	1,8573	0,01389	2	22,62	40,715
73	5329	389017	8,5440	4,1793	1,8633	0,01370	3	22,93	41,854
74	5476	405224	8,6023	4,1983	1,8692	0,01351	4	23,25	43,008
75	5625	421875	8,6603	4,2172	1,8751	0,01333	5	23,56	44,179
76	5776	438976	8,7178	4,2358	1,8808	0,01316	6	23,88	45,365
77	5929	456533	8,7750	4,2543	1,8865	0,01299	7	24,19	46,566
78	6084	474552	8,8318	4,2727	1,8921	0,01282	8	24,50	47,784
79	6241	493039	8,8882	4,2908	1,8976	0,01266	9	24,82	49,017
80	6400	512000	8,9443	4,3089	1,9031	0,01250	8,0	25,13	50,266
81	6561	531441	9,0000	4,3267	1,9085	0,01235	1	25,45	51,530
82	6724	551368	9,0554	4,3445	1,9138	0,01220	2	25,76	52,810
83	6889	571787	9,1104	4,3621	1,9191	0,01205	3	26,08	54,106
84	7056	592704	9,1652	4,3795	1,9243	0,01190	4	26,39	55,418

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1}{n}$	$d = \frac{1}{0,1 n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
85	7225	614125	9,2195	4,3968	1,9294	0,01176	5	26,70	56,745
86	7396	636056	9,2736	4,4140	1,9345	0,01163	6	27,02	58,088
87	7569	658503	9,3274	4,4310	1,9395	0,01149	7	27,33	59,447
88	7744	681472	9,3808	4,4480	1,9445	0,01136	8	27,65	60,821
89	7921	704969	9,4340	4,4647	1,9494	0,01124	9	27,96	62,211
90	8100	729000	9,4868	4,4814	1,9542	0,01111	9,0	28,27	63,617
91	8281	753571	9,5394	4,4979	1,9590	0,01099	1	28,59	65,039
92	8464	778688	9,5917	4,5144	1,9638	0,01087	2	28,90	66,476
93	8649	804357	9,6437	4,5307	1,9685	0,01075	3	29,22	67,929
94	8836	830584	9,6954	4,5468	1,9731	0,01064	4	29,53	69,398
95	9025	857375	9,7468	4,5629	1,9777	0,01053	5	29,85	70,882
96	9216	884736	9,7980	4,5789	1,9823	0,01042	6	30,16	72,382
97	9409	912673	9,8489	4,5947	1,9868	0,01031	7	30,47	73,898
98	9604	941192	9,8995	4,6104	1,9912	0,01020	8	30,79	75,430
99	9801	970299	9,9499	4,6261	1,9956	0,01010	9	31,10	76,977
100	10000	1000000	10,0000	4,6416	2,0000	0,01000	10,0	31,42	78,540
101	10201	1030301	10,0499	4,6570	2,0043	0,00990	1	31,73	80,119
102	10404	1061208	10,0995	4,6723	2,0086	0,00980	2	32,04	81,713
103	10609	1092727	10,1489	4,6875	2,0128	0,00971	3	32,36	83,323
104	10816	1124864	10,1980	4,7027	2,0170	0,00962	4	32,67	84,949
105	11025	1157625	10,2470	4,7177	2,0212	0,00952	5	32,99	86,590
106	11236	1191016	10,2956	4,7326	2,0253	0,00943	6	33,30	88,247
107	11449	1225043	10,3441	4,7475	2,0294	0,00935	7	33,62	89,920
108	11664	1259712	10,3923	4,7622	2,0334	0,00926	8	33,93	91,609
109	11881	1295029	10,4403	4,7769	2,0374	0,00917	9	34,24	93,313
110	12100	1331000	10,4881	4,7914	2,0414	0,00909	11,0	34,56	95,033
111	12321	1367631	10,5357	4,8059	2,0453	0,00901	1	34,87	96,769
112	12544	1404928	10,5830	4,8203	2,0492	0,00893	2	35,10	98,520
113	12769	1442897	10,6301	4,8346	2,0531	0,00885	3	35,50	100,29
114	12996	1481544	10,6771	4,8488	2,0569	0,00877	4	35,81	102,07
115	13225	1520875	10,7238	4,8629	2,0607	0,00870	5	36,13	103,87
116	13456	1560896	10,7703	4,8770	2,0645	0,00862	6	36,44	105,68
117	13689	1601613	10,8167	4,8910	2,0682	0,00855	7	36,76	107,51
118	13924	1643032	10,8628	4,9049	2,0719	0,00847	8	37,07	109,36
119	14161	1685159	10,9087	4,9187	2,0755	0,00840	9	37,38	111,22
120	14400	1728000	10,9545	4,9324	2,0792	0,00833	12,0	37,70	113,10
121	14641	1771561	11,0000	4,9461	2,0828	0,00826	1	38,01	114,99
122	14884	1815848	11,0454	4,9597	2,0864	0,00820	2	38,33	116,90
123	15129	1860867	11,0905	4,9732	2,0899	0,00813	3	38,64	118,82
124	15376	1906624	11,1355	4,9866	2,0934	0,00806	4	38,96	120,76
125	15625	1953125	11,1803	5,0000	2,0969	0,00800	5	39,27	122,72
126	15876	2000376	11,2250	5,0133	2,1004	0,00794	6	39,58	124,69
127	16129	2048383	11,2694	5,0265	2,1038	0,00787	7	39,90	126,68
128	16384	2097152	11,3137	5,0397	2,1072	0,00781	8	40,21	128,68
129	16641	2146689	11,3578	5,0528	2,1106	0,00775	9	40,53	130,70
130	16900	2197000	11,4018	5,0658	2,1139	0,00769	13,0	40,84	132,73
131	17161	2248091	11,4455	5,0788	2,1173	0,00763	1	41,15	134,78
132	17424	2299968	11,4891	5,0916	2,1206	0,00758	2	41,47	136,85
133	17689	2352637	11,5326	5,1045	2,1239	0,00752	3	41,78	138,93
134	17956	2406104	11,5758	5,1172	2,1271	0,00746	4	42,10	141,03

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1}{n}$	$d = \frac{\pi d}{0,1 n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
135	18225	2460375	11,6190	5,1299	2,1303	0,00741	5	42,41	143,14
136	18496	2515456	11,6619	5,1426	2,1335	0,00735	6	42,73	145,27
137	18769	2571353	11,7047	5,1551	2,1367	0,00730	7	43,04	147,41
138	19044	2628072	11,7473	5,1676	2,1399	0,00725	8	43,35	149,57
139	19321	2685619	11,7898	5,1801	2,1430	0,00719	9	43,67	151,75
140	19600	2744000	11,8322	5,1925	2,1461	0,00714	14,0	43,98	153,94
141	19881	2803221	11,8743	5,2048	2,1492	0,00709	1	44,30	156,14
142	20164	2863288	11,9164	5,2171	2,1523	0,00704	2	44,61	158,37
143	20449	2924207	11,9583	5,2293	2,1553	0,00699	3	44,92	160,61
144	20736	2985984	12,0000	5,2415	2,1584	0,00694	4	45,24	162,86
145	21025	3048625	12,0416	5,2536	2,1614	0,00690	5	45,55	165,13
146	21316	3112136	12,0830	5,2656	2,1644	0,00685	6	45,87	167,42
147	21609	3176523	12,1244	5,2776	2,1673	0,00680	7	46,18	169,72
148	21904	3241792	12,1655	5,2896	2,1703	0,00676	8	46,50	172,03
149	22201	3307949	12,2066	5,3015	2,1732	0,00671	9	46,81	174,37
150	22500	3375000	12,2474	5,3133	2,1761	0,00667	15,0	47,12	176,71
151	22801	3442951	12,2882	5,3251	2,1790	0,00662	1	47,44	179,08
152	23104	3511808	12,3288	5,3368	2,1818	0,00658	2	47,75	181,46
153	23409	3581577	12,3693	5,3485	2,1847	0,00654	3	48,07	183,85
154	23716	3652264	12,4097	5,3601	2,1875	0,00649	4	48,38	186,26
155	24025	3723875	12,4499	5,3717	2,1903	0,00645	5	48,69	188,69
156	24336	3796416	12,4900	5,3832	2,1931	0,00641	6	49,01	191,13
157	24649	3869893	12,5300	5,3947	2,1959	0,00637	7	49,32	193,59
158	24964	3944312	12,5698	5,4061	2,1987	0,00633	8	49,64	196,07
159	25281	4019679	12,6095	5,4175	2,2014	0,00629	9	49,95	198,56
160	25600	4096000	12,6491	5,4288	2,2041	0,00625	16,0	50,27	201,06
161	25921	4173281	12,6886	5,4401	2,2068	0,00621	1	50,58	203,58
162	26244	4251528	12,7279	5,4514	2,2095	0,00617	2	50,89	206,12
163	26569	4330747	12,7671	5,4626	2,2122	0,00613	3	51,21	208,67
164	26896	4410944	12,8062	5,4737	2,2148	0,00610	4	51,52	211,24
165	27225	4492125	12,8452	5,4848	2,2175	0,00606	5	51,84	213,82
166	27556	4574296	12,8841	5,4959	2,2201	0,00602	6	52,15	216,42
167	27889	4657463	12,9228	5,5069	2,2227	0,00599	7	52,46	219,04
168	28224	4741632	12,9615	5,5178	2,2253	0,00595	8	52,78	221,67
169	28561	4826809	13,0000	5,5288	2,2279	0,00592	9	53,09	224,32
170	28900	4913000	13,0384	5,5397	2,2304	0,00588	17,0	53,41	226,98
171	29241	5000211	13,0767	5,5505	2,2330	0,00585	1	53,72	229,66
172	29584	5088448	13,1149	5,5613	2,2355	0,00581	2	54,04	232,35
173	29929	5177717	13,1529	5,5721	2,2380	0,00578	3	54,35	235,06
174	30276	5268024	13,1909	5,5828	2,2405	0,00575	4	54,66	237,79
175	30625	5359375	13,2288	5,5934	2,2430	0,00571	5	54,98	240,53
176	30976	5451776	13,2665	5,6041	2,2455	0,00568	6	55,29	243,28
177	31329	5545233	13,3041	5,6147	2,2480	0,00565	7	55,61	246,06
178	31684	5639752	13,3417	5,6252	2,2504	0,00562	8	55,92	248,85
179	32041	5735339	13,3791	5,6357	2,2529	0,00559	9	56,23	251,65
180	32400	5832000	13,4164	5,6462	2,2553	0,00556	18,0	56,55	254,47
181	32761	5929741	13,4536	5,6567	2,2577	0,00552	1	56,86	257,30
182	33124	6028568	13,4907	5,6671	2,2601	0,00549	2	57,18	260,16
183	33489	6128487	13,5277	5,6774	2,2625	0,00546	3	57,49	263,02
184	33856	6229504	13,5647	5,6877	2,2648	0,00543	4	57,81	265,90

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{og}{n}$	$\frac{1}{n}$	$d = \frac{1}{0,1n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
185	34225	6331625	13,6015	5,6980	2,2672	0,00541	5	58,12	268,80
186	34596	6434856	13,6382	5,7083	2,2695	0,00538	6	58,43	271,72
187	34969	6539203	13,6748	5,7185	2,2718	0,00535	7	58,75	274,65
188	35344	6644672	13,7113	5,7287	2,2742	0,00532	8	59,06	277,59
189	35721	6751260	13,7477	5,7388	2,2765	0,00529	9	59,38	280,55
190	36100	6859000	13,7840	5,7489	2,2788	0,00526	10	59,69	283,53
191	36481	6967871	13,8203	5,7590	2,2810	0,00524	11	60,00	286,52
192	36864	7077888	13,8564	5,7690	2,2833	0,00521	12	60,32	289,53
193	37249	7189057	13,8924	5,7790	2,2856	0,00518	13	60,63	292,55
194	37636	7301384	13,9284	5,7890	2,2878	0,00515	14	60,95	295,59
195	38025	7414875	13,9642	5,7989	2,2900	0,00513	15	61,26	298,65
196	38416	7529536	14,0000	5,8088	2,2923	0,00510	16	61,58	301,72
197	38809	7645373	14,0357	5,8186	2,2945	0,00508	17	61,89	304,81
198	39204	7762392	14,0712	5,8285	2,2967	0,00505	18	62,20	307,91
199	39601	7880590	14,1067	5,8383	2,2989	0,00503	19	62,52	311,03
200	40000	8000000	14,1421	5,8480	2,3010	0,00500	20	62,83	314,16
201	40401	8120601	14,1774	5,8578	2,3032	0,00498	21	63,15	317,31
202	40804	8242408	14,2127	5,8675	2,3054	0,00495	22	63,46	320,47
203	41209	8365427	14,2478	5,8771	2,3075	0,00493	23	63,77	323,65
204	41616	8489664	14,2829	5,8868	2,3096	0,00490	24	64,09	326,85
205	42025	8615125	14,3178	5,8964	2,3118	0,00488	25	64,40	330,06
206	42436	8741816	14,3527	5,9059	2,3139	0,00485	26	64,72	333,29
207	42849	8869743	14,3875	5,9155	2,3160	0,00483	27	65,03	336,54
208	43264	8998912	14,4222	5,9250	2,3181	0,00481	28	65,35	339,79
209	43681	9129329	14,4568	5,9345	2,3202	0,00478	29	65,66	343,07
210	44100	9261000	14,4914	5,9439	2,3222	0,00476	30	65,97	346,36
211	44521	9393931	14,5258	5,9533	2,3243	0,00474	31	66,29	349,67
212	44944	9528128	14,5602	5,9627	2,3263	0,00472	32	66,60	352,99
213	45369	9663597	14,5945	5,9721	2,3284	0,00469	33	66,92	356,33
214	45796	9800344	14,6287	5,9814	2,3304	0,00467	34	67,23	359,68
215	46225	9938375	14,6629	5,9907	2,3324	0,00465	35	67,54	363,05
216	46656	10077696	14,6969	6,0000	2,3345	0,00463	36	67,86	366,44
217	47089	10218313	14,7309	6,0092	2,3365	0,00461	37	68,17	369,84
218	47524	10360232	14,7648	6,0185	2,3385	0,00459	38	68,49	373,25
219	47961	10503459	14,7986	6,0277	2,3404	0,00457	39	68,80	376,68
220	48400	10648000	14,8324	6,0368	2,3424	0,00455	40	69,12	380,13
221	48841	10793861	14,8661	6,0459	2,3444	0,00452	41	69,43	383,60
222	49284	10941048	14,8997	6,0550	2,3464	0,00450	42	69,74	387,08
223	49729	11089567	14,9332	6,0641	2,3483	0,00448	43	70,06	390,57
224	50176	11239424	14,9666	6,0732	2,3502	0,00446	44	70,37	394,08
225	50625	11390625	15,0000	6,0822	2,3522	0,00444	45	70,69	397,61
226	51076	11543176	15,0333	6,0912	2,3541	0,00442	46	71,00	401,15
227	51529	11697083	15,0665	6,1002	2,3560	0,00441	47	71,31	404,71
228	51984	11852352	15,0997	6,1091	2,3579	0,00439	48	71,63	408,28
229	52441	12008989	15,1327	6,1180	2,3598	0,00437	49	71,94	411,87
230	52900	12167000	15,1658	6,1269	2,3617	0,00435	50	72,26	415,48
231	53361	12326391	15,1987	6,1358	2,3636	0,00433	51	72,57	419,10
232	53824	12487168	15,2315	6,1446	2,3655	0,00431	52	72,88	422,73
233	54289	12649337	15,2643	6,1534	2,3674	0,00429	53	73,20	426,38
234	54756	12812904	15,2971	6,1622	2,3692	0,00427	54	73,51	430,05

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\frac{3}{\sqrt{n}}$	$\log n$	$\frac{1}{n}$	$d = \frac{1}{0,1 n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
235	55225	12977875	15,3297	6,1710	2,3711	0,00426	5	73,83	493,74
236	55696	13144256	15,3623	6,1797	2,3729	0,00424	6	74,14	437,44
237	56169	13312053	15,3948	6,1885	2,3747	0,00422	7	74,46	441,15
238	56644	13481272	15,4272	6,1972	2,3766	0,00420	8	74,77	444,88
239	57121	13651919	15,4596	6,2058	2,3784	0,00418	9	75,08	448,63
240	57600	13824000	15,4919	6,2145	2,3802	0,00417	24,0	75,40	452,39
241	58081	13997521	15,5242	6,2231	2,3820	0,00415	1	75,71	456,17
242	58564	14172488	15,5563	6,2317	2,3838	0,00413	2	76,03	459,96
243	59049	14348907	15,5885	6,2403	2,3856	0,00412	3	76,34	463,77
244	59536	14526784	15,6205	6,2488	2,3874	0,00410	4	76,65	467,59
245	60025	14706125	15,6525	6,2573	2,3892	0,00408	5	76,97	471,44
246	60516	14886936	15,6844	6,2658	2,3909	0,00407	6	77,28	475,29
247	61009	15069223	15,7162	6,2743	2,3927	0,00405	7	77,60	479,16
248	61504	15252992	15,7480	6,2828	2,3945	0,00403	8	77,91	483,05
249	62001	15438249	15,7797	6,2912	2,3962	0,00402	9	78,23	486,95
250	62500	15625000	15,8114	6,2996	2,3979	0,00400	25,0	78,54	490,87
251	63001	15813251	15,8430	6,3080	2,3997	0,00398	1	78,85	494,81
252	63504	16003008	15,8745	6,3164	2,4014	0,00397	2	79,17	498,76
253	64009	16194277	15,9060	6,3247	2,4031	0,00395	3	79,48	502,73
254	64516	16387064	15,9374	6,3330	2,4048	0,00394	4	79,80	506,71
255	65025	16581375	15,9687	6,3413	2,4065	0,00392	5	80,11	510,71
256	65536	16777216	16,0000	6,3496	2,4082	0,00391	6	80,42	514,72
257	66049	16974593	16,0312	6,3579	2,4099	0,00389	7	80,74	518,75
258	66564	17173512	16,0624	6,3661	2,4116	0,00388	8	81,05	522,79
259	67081	17373979	16,0935	6,3743	2,4133	0,00386	9	81,37	526,85
260	67600	17576000	16,1245	6,3825	2,4150	0,00385	26,0	81,68	530,93
261	68121	17779581	16,1555	6,3907	2,4166	0,00383	1	82,00	535,02
262	68644	17984728	16,1864	6,3988	2,4183	0,00382	2	82,31	539,13
263	69169	18191447	16,2373	6,4070	2,4200	0,00380	3	82,62	543,25
264	69696	18399744	16,2481	6,4151	2,4216	0,00379	4	82,94	547,39
265	70225	18609625	16,2788	6,4232	2,4233	0,00377	5	83,25	551,55
266	70756	18821096	16,3095	6,4312	2,4249	0,00376	6	83,57	555,72
267	71289	19034163	16,3401	6,4393	2,4265	0,00375	7	83,88	559,90
268	71824	19248832	16,3707	6,4473	2,4281	0,00373	8	84,19	564,10
269	72361	19465109	16,4012	6,4553	2,4298	0,00372	9	84,51	568,32
270	72900	19683000	16,4317	6,4633	2,4314	0,00370	27,0	84,82	572,56
271	73441	19902511	16,4621	6,4713	2,4330	0,00369	1	85,14	576,80
272	73984	20123648	16,4924	6,4792	2,4346	0,00368	2	85,45	581,07
273	74529	20346417	16,5227	6,4872	2,4362	0,00366	3	85,77	585,35
274	75076	20570824	16,5529	6,4951	2,4378	0,00365	4	86,08	589,65
275	75625	20796875	16,5831	6,5030	2,4393	0,00364	5	86,39	593,96
276	76176	21024576	16,6132	6,5108	2,4409	0,00362	6	86,71	598,28
277	76729	21253933	16,6433	6,5187	2,4425	0,00361	7	87,02	602,63
278	77284	21484952	16,6733	6,5265	2,4440	0,00360	8	87,34	606,99
279	77841	21717639	16,7033	6,5343	2,4456	0,00358	9	87,65	611,36
280	78400	21952000	16,7332	6,5421	2,4472	0,00357	28,0	87,96	615,75
281	78961	22188041	16,7631	6,5499	2,4487	0,00356	1	88,28	620,16
282	79524	22425768	16,7929	6,5577	2,4502	0,00355	2	88,59	624,58
283	80089	22665187	16,8226	6,5654	2,4518	0,00353	3	88,91	629,02
284	80656	22906304	16,8523	6,5731	2,4533	0,00352	4	89,22	633,47

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1}{n}$	$d =$ 0,1 n	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
285	81225	23140125	16,8819	6,5808	2,4548	0,00351	5	89,54	637,94
286	81796	23393656	16,9115	6,5885	2,4564	0,00350	6	89,85	642,42
287	82369	23639903	16,9411	6,5962	2,4579	0,00348	7	90,16	646,92
288	82944	23887872	16,9706	6,6039	2,4594	0,00347	8	90,48	651,44
289	83521	24137569	17,0000	6,6115	2,4609	0,00346	9	90,79	655,97
290	84100	24389000	17,0294	6,6191	2,4624	0,00345	29,0	91,11	660,52
291	84681	24642171	17,0587	6,6267	2,4639	0,00344	1	91,42	665,08
292	85264	24897088	17,0880	6,6343	2,4654	0,00342	2	91,73	669,66
293	85849	25153757	17,1172	6,6419	2,4669	0,00341	3	92,05	674,26
294	86436	25412184	17,1464	6,6494	2,4683	0,00340	4	92,36	678,89
295	87025	25672375	17,1756	6,6569	2,4698	0,00339	5	92,68	683,47
296	87616	25934336	17,2047	6,6644	2,4713	0,00338	6	92,99	688,13
297	88209	26198073	17,2337	6,6719	2,4728	0,00337	7	93,31	692,70
298	88804	26463592	17,2627	6,6794	2,4742	0,00336	8	93,62	697,40
299	89401	26730899	17,2916	6,6869	2,4757	0,00334	9	93,93	702,15
300	90000	27000000	17,3205	6,6943	2,4771	0,00333	30,0	94,25	706,80
301	90601	27270901	17,3494	6,7018	2,4786	0,00332	1	94,56	711,58
302	91204	27543608	17,3781	6,7092	2,4800	0,00331	2	94,88	716,31
303	91809	27818127	17,4069	6,7166	2,4814	0,00330	3	95,19	721,07
304	92416	28094464	17,4356	6,7240	2,4829	0,00329	4	95,50	725,83
305	93025	28372625	17,4642	6,7313	2,4843	0,00328	5	95,82	730,62
306	93636	28652616	17,4929	6,7387	2,4857	0,00327	6	96,13	735,42
307	94249	28934443	17,5214	6,7460	2,4871	0,00326	7	96,45	740,23
308	94864	29218112	17,5499	6,7533	2,4886	0,00325	8	96,76	745,06
309	95481	29503629	17,5784	6,7606	2,4900	0,00324	9	97,08	749,91
310	96100	29791000	17,6068	6,7679	2,4914	0,00323	31,0	97,39	754,77
311	96721	30080231	17,6352	6,7752	2,4928	0,00322	1	97,70	759,64
312	97344	30371328	17,6635	6,7824	2,4942	0,00321	2	98,02	764,54
313	97969	30664297	17,6918	6,7897	2,4955	0,00319	3	98,33	769,45
314	98596	30959144	17,7200	6,7969	2,4969	0,00318	4	98,65	774,37
315	99225	31255875	17,7482	6,8041	2,4983	0,00317	5	98,96	779,31
316	99856	31554496	17,7764	6,8113	2,4997	0,00316	6	99,27	784,27
317	100489	31855013	17,8045	6,8185	2,5011	0,00315	7	99,59	789,24
318	101124	32157432	17,8326	6,8256	2,5024	0,00314	8	99,90	794,23
319	101761	32461759	17,8606	6,8328	2,5038	0,00313	9	100,2	799,23
320	102400	32768000	17,8885	6,8399	2,5051	0,00313	32,0	100,5	804,25
321	103041	33076161	17,9165	6,8470	2,5065	0,00312	1	100,8	809,28
322	103684	33386248	17,9444	6,8541	2,5079	0,00311	2	101,2	814,33
323	104329	33698267	17,9722	6,8612	2,5092	0,00310	3	101,5	819,40
324	104976	34012224	18,0000	6,8683	2,5105	0,00309	4	101,8	824,48
325	105625	34328125	18,0278	6,8753	2,5119	0,00308	5	102,1	829,58
326	106276	34645976	18,0555	6,8824	2,5132	0,00307	6	102,4	834,69
327	106929	34965783	18,0831	6,8894	2,5145	0,00306	7	102,7	839,82
328	107584	35287552	18,1108	6,8964	2,5159	0,00305	8	103,0	844,96
329	108241	35611289	18,1384	6,9034	2,5172	0,00304	9	103,4	850,12
330	108900	35937000	18,1659	6,9104	2,5185	0,00303	33,0	103,7	855,30
331	109561	36264691	18,1934	6,9174	2,5198	0,00302	1	104,0	860,49
332	110224	36594368	18,2209	6,9244	2,5211	0,00301	2	104,3	865,70
333	110889	36926037	18,2483	6,9313	2,5224	0,00300	3	104,6	870,92
334	111556	37259704	18,2757	6,9382	2,5237	0,00299	4	104,9	876,16

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1}{n}$	$d = \frac{1}{0,1 n}$	$\pi \bar{a}$	$\frac{\pi d^2}{4}$
335	112225	37595375	18,3030	6,9451	2,5250	0,00299	5	105,2	881,41
336	112896	37933056	18,3303	6,9521	2,5263	0,00298	6	105,6	886,68
337	113569	38272753	18,3576	6,9589	2,5276	0,00297	7	105,9	891,97
338	114244	38614472	18,3848	6,9658	2,5289	0,00296	8	106,2	897,27
339	114921	38958219	18,4120	6,9727	2,5302	0,00295	+9	106,5	902,59
340	115600	39304000	18,4391	6,9795	2,5315	0,00294	34,0	106,8	907,92
341	116281	39651821	18,4662	6,9864	2,5328	0,00293	1	107,1	913,27
342	116964	40001688	18,4932	6,9932	2,5340	0,00292	2	107,4	918,63
343	117649	40353607	18,5203	7,0000	2,5353	0,00292	3	107,8	924,01
344	118336	40707584	18,5472	7,0068	2,5366	0,00291	4	108,1	929,41
345	119025	41063625	18,5742	7,0136	2,5378	0,00290	5	108,4	934,82
346	119716	41421736	18,6011	7,0203	2,5391	0,00289	6	108,7	940,25
347	120409	41781923	18,6279	7,0271	2,5403	0,00288	7	109,0	945,69
348	121104	42144192	18,6548	7,0338	2,5416	0,00287	8	109,3	951,15
349	121801	42508549	18,6815	7,0406	2,5428	0,00287	9	109,6	956,62
350	122500	42875000	18,7083	7,0473	2,5441	0,00286	35,0	110,0	962,11
351	123201	43243551	18,7350	7,0540	2,5453	0,00285	1	110,3	967,62
352	123904	43614208	18,7617	7,0607	2,5465	0,00284	2	110,6	973,14
353	124609	43986977	18,7883	7,0674	2,5478	0,00283	3	110,9	978,68
354	125316	44361864	18,8149	7,0740	2,5490	0,00282	4	111,2	984,23
355	126025	44738875	18,8414	7,0807	2,5502	0,00282	5	111,5	989,80
356	126736	45118016	18,8680	7,0873	2,5514	0,00281	6	111,8	995,38
357	127449	45499293	18,8944	7,0940	2,5527	0,00280	7	112,2	1001,0
358	128164	45882712	18,9209	7,1008	2,5539	0,00279	8	112,5	1006,6
359	128881	46268279	18,9473	7,1072	2,5551	0,00279	9	112,8	1012,2
360	129600	46656000	18,9737	7,1138	2,5563	0,00278	36,0	113,1	1017,9
361	130321	47045881	19,0000	7,1204	2,5575	0,00277	1	113,4	1023,5
362	131044	47437928	19,0263	7,1269	2,5587	0,00276	2	113,7	1029,2
363	131769	47832147	19,0526	7,1335	2,5599	0,00275	3	114,0	1034,9
364	132496	48228544	19,0788	7,1400	2,5611	0,00275	4	114,4	1040,6
365	133225	48627125	19,1050	7,1466	2,5623	0,00274	5	114,7	1046,3
366	133956	49027896	19,1311	7,1531	2,5635	0,00273	6	115,0	1052,1
367	134689	49430863	19,1572	7,1596	2,5647	0,00272	7	115,3	1057,8
368	135424	49836032	19,1833	7,1661	2,5658	0,00272	8	115,6	1063,6
369	136161	50243409	19,2094	7,1726	2,5670	0,00271	9	115,9	1069,4
370	136900	50653000	19,2354	7,1791	2,5682	0,00270	37,0	116,2	1075,2
371	137641	51064811	19,2614	7,1855	2,5694	0,00270	1	116,6	1081,0
372	138384	51478848	19,2873	7,1920	2,5705	0,00269	2	116,9	1086,9
373	139129	51895117	19,3132	7,1984	2,5717	0,00268	3	117,2	1092,7
374	139876	52313624	19,3391	7,2048	2,5729	0,00267	4	117,5	1098,6
375	140625	52734375	19,3649	7,2112	2,5740	0,00267	5	117,8	1104,5
376	141376	53157376	19,3907	7,2177	2,5752	0,00266	6	118,1	1110,4
377	142129	53582633	19,4165	7,2240	2,5763	0,00265	7	118,4	1116,3
378	142884	54010152	19,4422	7,2304	2,5775	0,00265	8	118,8	1122,2
379	143641	54439939	19,4679	7,2368	2,5786	0,00264	9	119,1	1128,1
380	144400	54872000	19,4936	7,2432	2,5798	0,00263	38,0	119,4	1134,1
381	145161	55306341	19,5192	7,2495	2,5809	0,00262	1	119,7	1140,1
382	145924	55742968	19,5448	7,2558	2,5821	0,00262	2	120,0	1146,1
383	146689	56181887	19,5704	7,2622	2,5832	0,00261	3	120,3	1152,1
384	147456	56623104	19,5959	7,2685	2,5843	0,00260	4	120,6	1158,1

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1}{n}$	$d = \frac{1}{0,1 n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
385	148225	57066625	19,6214	7,2748	2,5855	0,00260	5	121,0	1164,2
386	148996	57512456	19,6469	7,2811	2,5866	0,00259	6	121,3	1170,2
387	149769	57960603	19,6723	7,2874	2,5877	0,00258	7	121,6	1176,3
388	150544	58411072	19,6977	7,2936	2,5888	0,00258	8	121,9	1182,4
389	151321	58863869	19,7231	7,2999	2,5899	0,00257	9	122,2	1188,5
390	152100	59319000	19,7484	7,3061	2,5911	0,00256	39,0	122,5	1194,6
391	152881	59776471	19,7737	7,3124	2,5922	0,00256	1	122,8	1200,7
392	153664	60236288	19,7990	7,3186	2,5933	0,00255	2	123,2	1206,9
393	154449	60698457	19,8242	7,3248	2,5944	0,00254	3	123,5	1213,0
394	155236	61162984	19,8494	7,3310	2,5955	0,00254	4	123,8	1219,2
395	156025	61629875	19,8746	7,3372	2,5966	0,00253	5	124,1	1225,4
396	156816	62099136	19,8997	7,3434	2,5977	0,00253	6	124,4	1231,6
397	157609	62570773	19,9249	7,3496	2,5988	0,00252	7	124,7	1237,9
398	158404	63044792	19,9499	7,3558	2,5999	0,00251	8	125,0	1244,1
399	159201	63521199	19,9750	7,3619	2,6010	0,00251	9	125,3	1250,4
400	160000	64000000	20,0000	7,3681	2,6021	0,00250	40,0	125,7	1256,6
401	160801	64481201	20,0250	7,3742	2,6031	0,00249	1	126,0	1262,9
402	161604	64964808	20,0499	7,3803	2,6042	0,00249	2	126,3	1269,2
403	162409	65450827	20,0749	7,3864	2,6053	0,00248	3	126,6	1275,6
404	163216	65939264	20,0998	7,3925	2,6064	0,00248	4	126,9	1281,9
405	164025	66430125	20,1246	7,3986	2,6075	0,00247	5	127,2	1288,2
406	164836	66923416	20,1494	7,4047	2,6085	0,00246	6	127,5	1294,6
407	165649	67419143	20,1742	7,4108	2,6096	0,00246	7	127,9	1301,0
408	166464	67917312	20,1990	7,4169	2,6107	0,00245	8	128,2	1307,4
409	167281	68417929	20,2237	7,4229	2,6117	0,00244	9	128,5	1313,8
410	168100	68921000	20,2485	7,4290	2,6128	0,00244	41,0	128,8	1320,3
411	168921	69426531	20,2731	7,4350	2,6138	0,00243	1	129,1	1326,7
412	169744	69934528	20,2978	7,4410	2,6149	0,00243	2	129,4	1333,2
413	170569	70444997	20,3224	7,4470	2,6160	0,00242	3	129,7	1339,6
414	171396	70957944	20,3470	7,4530	2,6170	0,00242	4	130,1	1346,1
415	172225	71473375	20,3715	7,4590	2,6180	0,00241	5	130,4	1352,7
416	173056	71991296	20,3961	7,4650	2,6191	0,00240	6	130,7	1359,2
417	173889	72511713	20,4206	7,4710	2,6201	0,00240	7	131,0	1365,7
418	174724	73034632	20,4450	7,4770	2,6212	0,00239	8	131,3	1372,3
419	175561	73560059	20,4695	7,4829	2,6222	0,00239	9	131,6	1378,9
420	176400	74088000	20,4939	7,4889	2,6232	0,00238	42,0	131,9	1385,4
421	177241	74618461	20,5183	7,4948	2,6243	0,00238	1	132,3	1392,0
422	178084	75151448	20,5426	7,5007	2,6253	0,00237	2	132,6	1398,7
423	178929	75686967	20,5670	7,5066	2,6263	0,00236	3	132,9	1405,3
424	179776	76225024	20,5913	7,5126	2,6274	0,00236	4	133,2	1412,0
425	180625	76765625	20,6155	7,5185	2,6284	0,00235	5	133,5	1418,6
426	181476	77308776	20,6398	7,5244	2,6294	0,00235	6	133,8	1425,3
427	182329	77854483	20,6640	7,5302	2,6304	0,00234	7	134,1	1432,0
428	183184	78402752	20,6882	7,5361	2,6314	0,00234	8	134,5	1438,7
429	184041	78953589	20,7123	7,5420	2,6325	0,00233	9	134,8	1445,5
430	184900	79507000	20,7364	7,5478	2,6335	0,00233	43,0	135,1	1452,2
431	185761	80062991	20,7605	7,5537	2,6345	0,00232	1	135,4	1459,0
432	186624	80621568	20,7846	7,5595	2,6355	0,00231	2	135,7	1465,7
433	187489	81182737	20,8087	7,5654	2,6365	0,00231	3	136,0	1472,5
434	188356	81746504	20,8327	7,5712	2,6375	0,00230	4	136,3	1479,3

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	\log_n	$\frac{1}{n}$	$d = \frac{1}{0,1 n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
435	189225	82312875	20,8567	7,5770	2,6385	0,00230	5	136,7	1486,2
436	190096	82881856	20,8806	7,5828	2,6395	0,00229	6	137,0	1493,0
437	190969	83453453	20,9045	7,5886	2,6405	0,00229	7	137,3	1499,9
438	191844	84027672	20,9284	7,5944	2,6415	0,00228	8	137,6	1506,7
439	192721	84604519	20,9523	7,6001	2,6425	0,00228	9	137,9	1513,6
440	193600	85184000	20,9762	7,6059	2,6435	0,00227	44,0	138,2	1520,5
441	194481	85766121	21,0000	7,6117	2,6444	0,00227	1	138,5	1527,5
442	195364	86350888	21,0238	7,6174	2,6454	0,00226	2	138,9	1534,4
443	196249	86938307	21,0476	7,6232	2,6464	0,00226	3	139,2	1541,3
444	197136	87528384	21,0713	7,6289	2,6474	0,00225	4	139,5	1548,3
445	198025	88121125	21,0950	7,6346	2,6484	0,00225	5	139,8	1555,3
446	198916	88716536	21,1187	7,6403	2,6493	0,00224	6	140,1	1562,3
447	199809	89314623	21,1424	7,6460	2,6503	0,00224	7	140,4	1569,3
448	200704	89915392	21,1660	7,6517	2,6513	0,00223	8	140,7	1576,3
449	201601	90518849	21,1896	7,6574	2,6523	0,00223	9	141,1	1583,4
450	202500	91125000	21,2132	7,6631	2,6532	0,00222	45,0	141,4	1590,4
451	203401	91733851	21,2368	7,6688	2,6542	0,00222	1	141,7	1597,5
452	204304	92345408	21,2603	7,6744	2,6551	0,00221	2	142,0	1604,6
453	205209	92959677	21,2838	7,6801	2,6561	0,00221	3	142,3	1611,7
454	206116	93576664	21,3073	7,6857	2,6571	0,00220	4	142,6	1618,8
455	207025	94196375	21,3307	7,6914	2,6580	0,00220	5	142,9	1626,0
456	207936	94818816	21,3542	7,6970	2,6590	0,00219	6	143,3	1633,1
457	208849	95443993	21,3776	7,7026	2,6599	0,00219	7	143,6	1640,3
458	209764	96071912	21,4009	7,7082	2,6609	0,00218	8	143,9	1647,5
459	210681	96702579	21,4243	7,7138	2,6618	0,00218	9	144,2	1654,7
460	211600	97336000	21,4476	7,7194	2,6628	0,00217	46,0	144,5	1661,9
461	212521	97972181	21,4709	7,7250	2,6637	0,00217	1	144,8	1669,1
462	213444	98611128	21,4942	7,7306	2,6646	0,00216	2	145,1	1676,4
463	214369	99252847	21,5174	7,7362	2,6656	0,00216	3	145,5	1683,7
464	215296	99897344	21,5407	7,7418	2,6665	0,00216	4	145,8	1690,9
465	216225	100544625	21,5639	7,7473	2,6675	0,00215	5	146,1	1698,2
466	217156	101194696	21,5870	7,7529	2,6684	0,00215	6	146,4	1705,5
467	218089	101847563	21,6102	7,7584	2,6693	0,00214	7	146,7	1712,9
468	219024	102503232	21,6333	7,7639	2,6702	0,00214	8	147,0	1720,2
469	219961	103161709	21,6564	7,7695	2,6712	0,00213	9	147,3	1727,6
470	220900	103823000	21,6795	7,7750	2,6721	0,00213	47,0	147,7	1734,9
471	221841	104487111	21,7025	7,7805	2,6730	0,00212	1	148,0	1742,3
472	222784	105154048	21,7256	7,7860	2,6739	0,00212	2	148,3	1749,7
473	223729	105823817	21,7486	7,7915	2,6749	0,00211	3	148,6	1757,2
474	224676	106496424	21,7715	7,7970	2,6758	0,00211	4	148,9	1764,6
475	225625	107171875	21,7945	7,8025	2,6767	0,00211	5	149,2	1772,1
476	226576	107850176	21,8174	7,8079	2,6776	0,00210	6	149,5	1779,5
477	227529	108531333	21,8403	7,8134	2,6785	0,00210	7	149,9	1787,0
478	228484	109215352	21,8632	7,8188	2,6794	0,00209	8	150,2	1794,5
479	229441	109902239	21,8861	7,8243	2,6803	0,00209	9	150,5	1802,0
480	230400	110592000	21,9089	7,8297	2,6812	0,00208	48,0	150,8	1809,6
481	231361	111284641	21,9317	7,8352	2,6821	0,00208	1	151,1	1817,1
482	232324	111980168	21,9545	7,8406	2,6830	0,00207	2	151,4	1824,7
483	233289	112678587	21,9773	7,8460	2,6839	0,00207	3	151,7	1832,2
484	234256	113379904	22,0000	7,8514	2,6848	0,00207	4	152,1	1839,8

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1}{n}$	$d = 0,1 n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
485	235225	114084125	22,0227	7,8568	2,6857	0,00206	5	152,4	1847,5
486	236196	114791256	22,0454	7,8622	2,6866	0,00206	6	152,7	1855,1
487	237169	115501303	22,0681	7,8676	2,6875	0,00205	7	153,0	1862,7
488	238144	116214272	22,0907	7,8730	2,6884	0,00205	8	153,3	1870,4
489	239121	116930169	22,1133	7,8784	2,6893	0,00204	9	153,6	1878,1
490	240100	117649000	22,1359	7,8837	2,6902	0,00204	49,0	153,9	1885,7
491	241081	118370771	22,1585	7,8891	2,6911	0,00204	1	154,3	1893,4
492	242064	119095488	22,1811	7,8944	2,6920	0,00203	2	154,6	1901,2
493	243049	119823157	22,2036	7,8998	2,6928	0,00203	3	154,9	1908,9
494	244036	120553784	22,2261	7,9051	2,6937	0,00202	4	155,2	1916,7
495	245025	121287375	22,2486	7,9105	2,6946	0,00202	5	155,5	1924,4
496	246016	122023936	22,2711	7,9158	2,6955	0,00202	6	155,8	1932,2
497	247009	122763473	22,2935	7,9211	2,6964	0,00201	7	156,1	1940,0
498	248004	123505992	22,3159	7,9264	2,6972	0,00201	8	156,5	1947,8
499	249001	124251499	22,3383	7,9317	2,6981	0,00200	9	156,8	1955,6
500	250000	125000000	22,3607	7,9370	2,6990	0,00200	50,0	157,1	1963,5
501	251001	125751501	22,3830	7,9423	2,6998	0,00200	1	157,4	1971,4
502	252004	126506008	22,4054	7,9476	2,7007	0,00199	2	157,7	1979,3
503	253009	127263527	22,4277	7,9528	2,7016	0,00199	3	158,0	1987,1
504	254016	128024064	22,4499	7,9581	2,7024	0,00198	4	158,3	1995,0
505	255025	128787625	22,4722	7,9634	2,7033	0,00198	5	158,7	2003,0
506	256036	129554216	22,4944	7,9686	2,7042	0,00198	6	159,0	2010,9
507	257049	130323843	22,5167	7,9739	2,7050	0,00197	7	159,3	2018,9
508	258064	131096512	22,5389	7,9791	2,7059	0,00197	8	159,6	2026,8
509	259081	131872229	22,5610	7,9843	2,7067	0,00196	9	159,9	2034,8
510	260100	132651000	22,5832	7,9896	2,7076	0,00196	51,0	160,2	2042,8
511	261121	133432831	22,6053	7,9948	2,7084	0,00196	1	160,5	2050,8
512	262144	134217728	22,6274	8,0000	2,7093	0,00195	2	160,8	2058,9
513	263169	135005697	22,6495	8,0052	2,7101	0,00195	3	161,2	2066,9
514	264196	135796744	22,6716	8,0104	2,7110	0,00195	4	161,5	2075,0
515	265225	136590875	22,6936	8,0156	2,7118	0,00194	5	161,8	2083,1
516	266256	137388096	22,7156	8,0208	2,7126	0,00194	6	162,1	2091,2
517	267289	138188413	22,7376	8,0260	2,7135	0,00193	7	162,4	2099,3
518	268324	138991832	22,7596	8,0311	2,7143	0,00193	8	162,7	2107,4
519	269361	139798359	22,7816	8,0363	2,7152	0,00193	9	163,0	2115,6
520	270400	140608000	22,8035	8,0415	2,7160	0,00192	52,0	163,4	2123,7
521	271441	141420761	22,8254	8,0466	2,7168	0,00192	1	163,7	2131,9
522	272484	142236648	22,8473	8,0517	2,7177	0,00192	2	164,0	2140,1
523	273529	143055667	22,8692	8,0569	2,7185	0,00191	3	164,3	2148,3
524	274576	143877824	22,8910	8,0620	2,7193	0,00191	4	164,6	2156,5
525	275625	144703125	22,9129	8,0671	2,7202	0,00190	5	164,9	2164,8
526	276676	145531576	22,9347	8,0723	2,7210	0,00190	6	165,2	2173,0
527	277729	146363183	22,9565	8,0774	2,7218	0,00190	7	165,5	2181,3
528	278784	147197952	22,9783	8,0825	2,7226	0,00189	8	165,9	2189,6
529	279841	148035889	23,0000	8,0876	2,7235	0,00189	9	166,2	2197,9
530	280900	148877000	23,0217	8,0927	2,7243	0,00189	53,0	166,5	2206,2
531	281961	149721291	23,0434	8,0978	2,7251	0,00188	1	166,8	2214,5
532	283024	150568768	23,0651	8,1028	2,7259	0,00188	2	167,1	2222,9
533	284089	151419437	23,0868	8,1079	2,7267	0,00188	3	167,4	2231,2
534	285156	152273304	23,1084	8,1130	2,7275	0,00187	4	167,8	2239,6

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1}{n}$	$d = \frac{1}{0,1 n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
535	286225	153130375	23,1301	8,1180	2,7284	0,00187	5	168,1	2248,0
536	287296	153990656	23,1517	8,1231	2,7292	0,00187	6	168,4	2256,4
537	288369	154854153	23,1733	8,1281	2,7300	0,00186	7	168,7	2264,8
538	289444	155720872	23,1948	8,1332	2,7308	0,00186	8	169,0	2273,3
539	290521	156590819	23,2164	8,1382	2,7316	0,00186	9	169,3	2281,8
540	291600	157464000	23,2379	8,1433	2,7324	0,00185	54,0	169,6	2290,2
541	292681	158340421	23,2594	8,1483	2,7332	0,00185	1	170,0	2298,7
542	293764	159220088	23,2809	8,1533	2,7340	0,00185	2	170,3	2307,2
543	294849	160103007	23,3024	8,1583	2,7348	0,00184	3	170,6	2315,7
544	295936	160989184	23,3238	8,1633	2,7356	0,00184	4	170,9	2324,3
545	297025	161878625	23,3452	8,1683	2,7364	0,00183	5	171,2	2332,8
546	298116	162771336	23,3666	8,1733	2,7372	0,00183	6	171,5	2341,4
547	299209	163667323	23,3880	8,1783	2,7380	0,00183	7	171,8	2350,0
548	300304	164566592	23,4094	8,1833	2,7388	0,00182	8	172,2	2358,6
549	301401	165469149	23,4307	8,1882	2,7396	0,00182	9	172,5	2367,2
550	302500	166375000	23,4521	8,1932	2,7404	0,00182	55,0	172,8	2375,8
551	303601	167284151	23,4734	8,1982	2,7412	0,00181	1	173,1	2384,5
552	304704	168196608	23,4947	8,2031	2,7419	0,00181	2	173,4	2393,1
553	305809	169112377	23,5160	8,2081	2,7427	0,00181	3	173,7	2401,8
554	306916	170031464	23,5372	8,2130	2,7435	0,00181	4	174,0	2410,5
555	308025	170953875	23,5584	8,2180	2,7443	0,00180	5	174,4	2419,2
556	309136	171879616	23,5797	8,2229	2,7451	0,00180	6	174,7	2427,9
557	310249	172808693	23,6008	8,2278	2,7459	0,00180	7	175,0	2436,7
558	311364	173741112	23,6220	8,2327	2,7466	0,00179	8	175,3	2445,4
559	312481	174676879	23,6432	8,2377	2,7474	0,00179	9	175,6	2454,2
560	313600	175616000	23,6643	8,2426	2,7482	0,00179	56,0	175,9	2463,0
561	314721	176558481	23,6854	8,2475	2,7490	0,00178	1	176,2	2471,8
562	315844	177504328	23,7065	8,2524	2,7497	0,00178	2	176,6	2480,6
563	316969	178453547	23,7276	8,2573	2,7505	0,00178	3	176,9	2489,5
564	318096	179406144	23,7487	8,2621	2,7513	0,00177	4	177,2	2498,3
565	319225	180362125	23,7697	8,2670	2,7521	0,00177	5	177,5	2507,2
566	320356	181321496	23,7908	8,2719	2,7528	0,00177	6	177,8	2516,1
567	321489	182284263	23,8118	8,2768	2,7536	0,00176	7	178,1	2525,0
568	322624	183250432	23,8328	8,2816	2,7543	0,00176	8	178,4	2533,9
569	323761	184220009	23,8537	8,2865	2,7551	0,00176	9	178,8	2542,8
570	324900	185193000	23,8747	8,2913	2,7559	0,00175	57,0	179,1	2551,8
571	326041	186169411	23,8956	8,2962	2,7566	0,00175	1	179,4	2560,7
572	327184	187149248	23,9165	8,3010	2,7574	0,00175	2	179,7	2569,7
573	328329	188132517	23,9374	8,3059	2,7582	0,00175	3	180,0	2578,7
574	329476	189119224	23,9583	8,3107	2,7589	0,00174	4	180,3	2587,7
575	330625	190109375	23,9792	8,3155	2,7597	0,00174	5	180,6	2596,7
576	331776	191102976	24,0000	8,3203	2,7604	0,00174	6	181,0	2605,8
577	332929	192100033	24,0208	8,3251	2,7612	0,00173	7	181,3	2614,8
578	334084	193100552	24,0416	8,3300	2,7619	0,00173	8	181,6	2623,9
579	335241	194104539	24,0624	8,3348	2,7627	0,00173	9	181,9	2633,0
580	336400	195112000	24,0832	8,3396	2,7634	0,00172	58,0	182,2	2642,1
581	337561	196122941	24,1039	8,3443	2,7642	0,00172	1	182,5	2651,2
582	338724	197137368	24,1247	8,3491	2,7649	0,00172	2	182,8	2660,3
583	339889	198155287	24,1454	8,3539	2,7657	0,00172	3	183,2	2669,5
584	341056	199176704	24,1661	8,3587	2,7664	0,00171	4	183,5	2678,7

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1}{n}$	$d = \frac{1}{0,1 n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
585	342225	200201625	24,1868	8,3634	2,7672	0,00171	5	183,8	2687,8
586	343396	201230056	24,2074	8,3682	2,7679	0,00171	6	184,1	2697,0
587	344569	202262003	24,2281	8,3730	2,7686	0,00170	7	184,4	2706,2
588	345744	203297472	24,2487	8,3777	2,7694	0,00170	8	184,7	2715,5
589	346921	204336469	24,2693	8,3825	2,7701	0,00170	9	185,0	2724,7
590	348100	205379000	24,2899	8,3872	2,7709	0,00169	59,0	185,4	2734,0
591	349281	206425071	24,3105	8,3919	2,7716	0,00169	1	185,7	2743,3
592	350464	207474688	24,3311	8,3967	2,7723	0,00169	2	186,0	2752,5
593	351649	208527857	24,3516	8,4014	2,7731	0,00169	3	186,3	2761,8
594	352836	209584584	24,3721	8,4061	2,7738	0,00168	4	186,6	2771,2
595	354025	210644875	24,3926	8,4108	2,7745	0,00168	5	186,9	2780,5
596	355216	211708736	24,4131	8,4155	2,7752	0,00168	6	187,2	2789,9
597	356409	212776173	24,4336	8,4202	2,7760	0,00168	7	187,6	2799,2
598	357604	213847192	24,4540	8,4249	2,7767	0,00167	8	187,9	2808,6
599	358801	214921799	24,4745	8,4296	2,7774	0,00167	9	188,2	2818,0
600	360000	216000000	24,4949	8,4343	2,7782	0,00167	60,0	188,5	2827,4
601	361201	217081801	24,5153	8,4390	2,7789	0,00166	1	188,8	2836,9
602	362404	218167208	24,5357	8,4437	2,7796	0,00166	2	189,1	2846,3
603	363609	219256227	24,5561	8,4484	2,7803	0,00166	3	189,4	2855,8
604	364816	220348864	24,5764	8,4530	2,7810	0,00166	4	189,8	2865,3
605	366025	221445125	24,5967	8,4577	2,7818	0,00165	5	190,1	2874,8
606	367236	222545016	24,6171	8,4623	2,7825	0,00165	6	190,4	2884,3
607	368449	223648543	24,6374	8,4670	2,7832	0,00165	7	190,7	2893,8
608	369664	224755712	24,6577	8,4716	2,7839	0,00164	8	191,0	2903,3
609	370881	225866529	24,6779	8,4763	2,7846	0,00164	9	191,3	2912,9
610	372100	226981000	24,6982	8,4809	2,7853	0,00164	61,0	191,6	2922,5
611	373321	228099131	24,7184	8,4856	2,7860	0,00164	1	192,0	2932,1
612	374544	229220928	24,7386	8,4902	2,7868	0,00163	2	192,3	2941,7
613	375769	230346397	24,7588	8,4948	2,7875	0,00163	3	192,6	2951,3
614	376996	231475544	24,7790	8,4994	2,7882	0,00163	4	192,9	2960,9
615	378225	232608375	24,7992	8,5040	2,7889	0,00163	5	193,2	2970,6
616	379456	233744896	24,8193	8,5086	2,7896	0,00162	6	193,5	2980,2
617	380689	234885113	24,8395	8,5132	2,7903	0,00162	7	193,8	2989,9
618	381924	236029032	24,8596	8,5178	2,7910	0,00162	8	194,2	2999,6
619	383161	237176659	24,8797	8,5224	2,7917	0,00162	9	194,5	3009,3
620	384400	238328000	24,8998	8,5270	2,7924	0,00161	62,0	194,8	3019,1
621	385641	239483061	24,9199	8,5316	2,7931	0,00161	1	195,1	3028,8
622	386884	240641848	24,9399	8,5362	2,7938	0,00161	2	195,4	3038,6
623	388129	241804367	24,9600	8,5408	2,7945	0,00161	3	195,7	3048,4
624	389376	242970624	24,9800	8,5453	2,7952	0,00160	4	196,0	3058,2
625	390625	244140625	25,0000	8,5499	2,7959	0,00160	5	196,4	3068,0
626	391876	245314376	25,0200	8,5544	2,7966	0,00160	6	196,7	3077,8
627	393129	246491883	25,0400	8,5590	2,7973	0,00159	7	197,0	3087,6
628	394384	247673152	25,0599	8,5635	2,7980	0,00159	8	197,3	3097,5
629	395641	248858187	25,0799	8,5681	2,7987	0,00159	9	197,6	3107,4
630	396900	250047000	25,0998	8,5726	2,7993	0,00159	63,0	197,9	3117,2
631	398161	251239591	25,1197	8,5772	2,8000	0,00158	1	198,2	3127,1
632	399424	252435968	25,1396	8,5817	2,8007	0,00158	2	198,5	3137,1
633	400689	253636137	25,1595	8,5862	2,8014	0,00158	3	198,9	3147,0
634	401956	254840104	25,1794	8,5907	2,8021	0,00158	4	199,2	3157,0

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1}{n}$	$d = \frac{1}{0,1 n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
635	403225	256047875	25,1992	8,5952	2,8028	0,00157	5	199,5	3166,9
636	404496	257259456	25,2190	8,5997	2,8035	0,00157	6	199,8	3176,9
637	405769	258474853	25,2389	8,6043	2,8041	0,00157	7	200,1	3186,9
638	407044	259694072	25,2587	8,6088	2,8048	0,00157	8	200,4	3196,9
639	408321	260917119	25,2784	8,6132	2,8055	0,00156	9	200,7	3206,9
640	409600	262144000	25,2982	8,6177	2,8062	0,00156	64,0	201,1	3217,0
641	410881	263374721	25,3180	8,6222	2,8069	0,00156	1	201,4	3227,1
642	412164	264609288	25,3377	8,6267	2,8075	0,00156	2	201,7	3237,1
643	413449	265847707	25,3574	8,6312	2,8082	0,00156	3	202,0	3247,2
644	414736	267089984	25,3772	8,6357	2,8089	0,00155	4	202,3	3257,3
645	416025	268336125	25,3969	8,6401	2,8096	0,00155	5	202,6	3267,5
646	417316	269586136	25,4165	8,6446	2,8102	0,00155	6	202,9	3277,6
647	418609	270840023	25,4362	8,6490	2,8109	0,00155	7	203,3	3287,7
648	419904	272097792	25,4558	8,6535	2,8116	0,00154	8	203,6	3297,9
649	421201	273359449	25,4755	8,6579	2,8122	0,00154	9	203,9	3308,1
650	422500	274625000	25,4951	8,6624	2,8129	0,00154	65,0	204,2	3318,3
651	423801	275894451	25,5147	8,6668	2,8136	0,00154	1	204,5	3328,5
652	425104	277167808	25,5343	8,6713	2,8142	0,00153	2	204,8	3338,8
653	426409	278445077	25,5539	8,6757	2,8149	0,00153	3	205,1	3349,0
654	427716	279726264	25,5734	8,6801	2,8156	0,00153	4	205,5	3359,3
655	429025	281011375	25,5930	8,6845	2,8162	0,00153	5	205,8	3369,6
656	430336	282300416	25,6125	8,6890	2,8169	0,00152	6	206,1	3379,9
657	431649	283593393	25,6320	8,6934	2,8176	0,00152	7	206,4	3390,2
658	432964	284890312	25,6515	8,6978	2,8182	0,00152	8	206,7	3400,5
659	434281	286191179	25,6710	8,7022	2,8189	0,00152	9	207,0	3410,8
660	435600	287496000	25,6905	8,7066	2,8195	0,00152	66,0	207,3	3421,2
661	436921	288804781	25,7099	8,7110	2,8202	0,00151	1	207,7	3431,6
662	438244	290117528	25,7294	8,7154	2,8209	0,00151	2	208,0	3442,0
663	439569	291434247	25,7488	8,7198	2,8215	0,00151	3	208,3	3452,4
664	440896	292754944	25,7682	8,7241	2,8222	0,00151	4	208,6	3462,8
665	442225	294079625	25,7876	8,7285	2,8228	0,00150	5	208,9	3473,2
666	443556	295408296	25,8070	8,7329	2,8235	0,00150	6	209,2	3483,7
667	444889	296740963	25,8263	8,7373	2,8241	0,00150	7	209,5	3494,2
668	446224	298077632	25,8457	8,7416	2,8248	0,00150	8	209,9	3504,6
669	447561	299418309	25,8650	8,7460	2,8254	0,00149	9	210,2	3515,1
670	448900	300763000	25,8844	8,7503	2,8261	0,00149	67,0	210,5	3525,7
671	450241	302111711	25,9037	8,7547	2,8267	0,00149	1	210,8	3536,2
672	451584	303464448	25,9230	8,7590	2,8274	0,00149	2	211,1	3546,7
673	452929	304821217	25,9422	8,7634	2,8280	0,00149	3	211,4	3557,3
674	454276	306182024	25,9615	8,7677	2,8287	0,00148	4	211,7	3567,9
675	455625	307546875	25,9808	8,7721	2,8293	0,00148	5	212,1	3578,5
676	456976	308915776	26,0000	8,7764	2,8299	0,00148	6	212,4	3589,1
677	458329	310288733	26,0192	8,7807	2,8306	0,00148	7	212,7	3599,7
678	459684	311665752	26,0384	8,7850	2,8312	0,00147	8	213,0	3610,3
679	461041	313046839	26,0576	8,7893	2,8319	0,00147	9	213,3	3621,0
680	462400	314432000	26,0768	8,7937	2,8325	0,00147	68,0	213,6	3631,7
681	463761	315821241	26,0960	8,7980	2,8331	0,00147	1	213,9	3642,4
682	465124	317214568	26,1151	8,8023	2,8338	0,00147	2	214,3	3653,1
683	466489	318611987	26,1343	8,8066	2,8344	0,00146	3	214,6	3663,8
684	467856	320013504	26,1534	8,8109	2,8351	0,00146	4	214,9	3674,5

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1}{n}$	$d = \frac{1}{0,1 n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
685	469225	321419125	26,1725	8,8152	2,8357	0,00146	5	215,2	3685,3
686	470596	322828856	26,1916	8,8194	2,8363	0,00146	6	215,5	3696,1
687	471969	324242703	26,2107	8,8237	2,8370	0,00146	7	215,8	3706,8
688	473344	325660672	26,2298	8,8280	2,8376	0,00145	8	216,1	3717,6
689	474721	327082769	26,2488	8,8323	2,8382	0,00145	9	216,5	3728,5
690	476100	328509000	26,2679	8,8366	2,8388	0,00145	69,0	216,8	3739,3
691	477481	329939371	26,2869	8,8408	2,8395	0,00145	1	217,1	3750,1
692	478864	331373888	26,3059	8,8451	2,8401	0,00145	2	217,4	3761,0
693	480249	332812557	26,3249	8,8493	2,8407	0,00144	3	217,7	3771,9
694	481636	334255384	26,3439	8,8536	2,8414	0,00144	4	218,0	3782,8
695	483025	335702375	26,3629	8,8578	2,8420	0,00144	5	218,3	3793,7
696	484416	337153536	26,3818	8,8621	2,8426	0,00144	6	218,7	3804,6
697	485809	338608873	26,4008	8,8663	2,8432	0,00143	7	219,0	3815,5
698	487204	340068392	26,4197	8,8706	2,8439	0,00143	8	219,3	3826,5
699	488601	341532009	26,4386	8,8748	2,8445	0,00143	9	219,6	3837,5
700	490000	343000000	26,4575	8,8790	2,8451	0,00143	70,0	219,9	3848,5
701	491401	344472101	26,4764	8,8833	2,8457	0,00143	1	220,2	3859,5
702	492804	345948408	26,4953	8,8875	2,8463	0,00142	2	220,5	3870,5
703	494209	347428927	26,5141	8,8917	2,8470	0,00142	3	220,9	3881,5
704	495616	348913664	26,5330	8,8959	2,8476	0,00142	4	221,2	3892,6
705	497025	350402625	26,5518	8,9001	2,8482	0,00142	5	221,5	3903,6
706	498436	351895816	26,5707	8,9043	2,8488	0,00142	6	221,8	3914,7
707	499849	353393243	26,5896	8,9085	2,8494	0,00141	7	222,1	3925,8
708	501264	354894912	26,6083	8,9127	2,8500	0,00141	8	222,4	3936,9
709	502681	356400829	26,6271	8,9169	2,8506	0,00141	9	222,7	3948,0
710	504100	357911000	26,6458	8,9211	2,8513	0,00141	71,0	223,1	3959,2
711	505521	359425431	26,6646	8,9253	2,8519	0,00141	1	223,4	3970,4
712	506944	360944128	26,6833	8,9295	2,8525	0,00140	2	223,7	3981,5
713	508369	362467097	26,7021	8,9337	2,8531	0,00140	3	224,0	3992,7
714	509796	363994344	26,7208	8,9378	2,8537	0,00140	4	224,3	4003,9
715	511225	365525875	26,7395	8,9420	2,8543	0,00140	5	224,6	4015,2
716	512656	367061696	26,7582	8,9462	2,8549	0,00140	6	224,9	4026,4
717	514089	368601813	26,7769	8,9503	2,8555	0,00139	7	225,3	4037,6
718	515524	370146232	26,7955	8,9545	2,8561	0,00139	8	225,6	4048,9
719	516961	371694959	26,8142	8,9587	2,8567	0,00139	9	225,9	4060,2
720	518400	373248000	26,8328	8,9628	2,8573	0,00139	72,0	226,2	4071,5
721	519841	374805361	26,8514	8,9670	2,8579	0,00139	1	226,5	4082,8
722	521284	376367048	26,8701	8,9711	2,8585	0,00139	2	226,8	4094,2
723	522729	377933067	26,8887	8,9752	2,8591	0,00138	3	227,1	4105,5
724	524176	379503424	26,9072	8,9794	2,8597	0,00138	4	227,5	4116,9
725	525625	381078125	26,9258	8,9835	2,8603	0,00138	5	227,8	4128,2
726	527076	382657176	26,9444	8,9876	2,8609	0,00138	6	228,1	4139,6
727	528529	384240583	26,9629	8,9918	2,8615	0,00138	7	228,4	4151,1
728	529984	385828352	26,9815	8,9959	2,8621	0,00137	8	228,7	4162,5
729	531441	387420489	27,0000	9,0000	2,8627	0,00137	9	229,0	4173,9
730	532900	389017000	27,0185	9,0041	2,8633	0,00137	73,0	229,3	4185,4
731	534361	390617891	27,0370	9,0082	2,8639	0,00137	1	229,7	4196,9
732	535824	392223168	27,0555	9,0123	2,8645	0,00137	2	230,0	4208,4
733	537289	393832837	27,0740	9,0164	2,8651	0,00136	3	230,3	4219,9
734	538756	395446904	27,0924	9,0205	2,8657	0,00136	4	230,6	4231,4

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1}{n}$	$d = \frac{1}{0,1 n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
735	540225	397065375	27,1109	9,0246	2,8663	0,00136	5	230,9	4242,9
736	541696	398688256	27,1293	9,0287	2,8669	0,00136	6	231,2	4254,5
737	543169	400315553	27,1477	9,0328	2,8675	0,00136	7	231,5	4266,0
738	544644	401947272	27,1662	9,0369	2,8681	0,00136	8	231,9	4277,6
739	546121	403583419	27,1846	9,0410	2,8686	0,00135	9	232,2	4289,2
740	547600	405224000	27,2029	9,0450	2,8692	0,00135	74,0	232,5	4300,8
741	549081	406869021	27,2213	9,0491	2,8698	0,00135	1	232,8	4312,5
742	550564	408518488	27,2397	9,0532	2,8704	0,00135	2	233,1	4324,1
743	552049	410172407	27,2580	9,0572	2,8710	0,00135	3	233,4	4335,8
744	553536	411830784	27,2764	9,0613	2,8716	0,00134	4	233,7	4347,5
745	555025	413493625	27,2947	9,0654	2,8722	0,00134	5	234,0	4359,2
746	556516	415160936	27,3130	9,0694	2,8727	0,00134	6	234,4	4370,9
747	558009	416832723	27,3313	9,0735	2,8733	0,00134	7	234,7	4382,6
748	559504	418508992	27,3496	9,0775	2,8739	0,00134	8	235,0	4394,3
749	561001	420189749	27,3679	9,0816	2,8745	0,00134	9	235,3	4406,1
750	562500	421875000	27,3861	9,0856	2,8751	0,00133	75,0	235,6	4417,9
751	564001	423564751	27,4044	9,0896	2,8756	0,00133	1	235,9	4429,7
752	565504	425259008	27,4226	9,0937	2,8762	0,00133	2	236,2	4441,5
753	567009	426957777	27,4408	9,0977	2,8768	0,00133	3	236,6	4453,3
754	568516	428661064	27,4591	9,1017	2,8774	0,00133	4	236,9	4465,1
755	570025	430368875	27,4773	9,1057	2,8779	0,00132	5	237,2	4477,0
756	571536	432081216	27,4955	9,1098	2,8785	0,00132	6	237,5	4488,8
757	573049	433798093	27,5136	9,1138	2,8791	0,00132	7	237,8	4500,7
758	574564	435519512	27,5318	9,1178	2,8797	0,00132	8	238,1	4512,6
759	576081	437245479	27,5500	9,1218	2,8802	0,00132	9	238,4	4524,5
760	577600	438976000	27,5681	9,1258	2,8808	0,00132	76,0	238,8	4536,5
761	579121	440711081	27,5862	9,1298	2,8814	0,00131	1	239,1	4548,4
762	580644	442450728	27,6043	9,1338	2,8820	0,00131	2	239,4	4560,4
763	582169	444194947	27,6225	9,1378	2,8825	0,00131	3	239,7	4572,3
764	583696	445943744	27,6405	9,1418	2,8831	0,00131	4	240,0	4584,3
765	585225	447697125	27,6586	9,1458	2,8837	0,00131	5	240,3	4596,3
766	586756	449455096	27,6767	9,1498	2,8842	0,00131	76,0	240,6	4608,4
767	588289	451217663	27,6948	9,1537	2,8848	0,00130	7	241,0	4620,4
768	589824	452984832	27,7128	9,1577	2,8854	0,00130	8	241,3	4632,5
769	591361	454756609	27,7308	9,1617	2,8859	0,00130	9	241,6	4644,5
770	592900	456533000	27,7489	9,1657	2,8865	0,00130	77,0	241,9	4656,6
771	594441	458314011	27,7669	9,1696	2,8871	0,00130	1	242,2	4668,7
772	595984	460099648	27,7849	9,1736	2,8876	0,00130	2	242,5	4680,8
773	597529	461889917	27,8029	9,1775	2,8882	0,00129	3	242,8	4693,0
774	599076	463684824	27,8209	9,1815	2,8887	0,00129	4	243,2	4705,1
775	600625	465484375	27,8388	9,1855	2,8893	0,00129	5	243,5	4717,3
776	602176	467288576	27,8568	9,1894	2,8899	0,00129	6	243,8	4729,5
777	603729	469097433	27,8747	9,1933	2,8904	0,00129	7	244,1	4741,7
778	605284	470910952	27,8927	9,1973	2,8910	0,00129	8	244,4	4753,9
779	606841	472729139	27,9106	9,2012	2,8915	0,00128	9	244,7	4766,1
780	608400	474552000	27,9285	9,2052	2,8921	0,00128	78,0	245,0	4778,4
781	609961	476379541	27,9464	9,2091	2,8927	0,00128	1	245,4	4790,6
782	611524	478211768	27,9643	9,2130	2,8932	0,00128	2	245,7	4802,9
783	613089	480048687	27,9821	9,2170	2,8938	0,00128	3	246,0	4815,2
784	614656	481890304	28,0000	9,2209	2,8943	0,00128	4	246,3	4827,5

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1}{n}$	$d = 0,1 n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
785	616225	483736625	28,0179	9,2248	2,8949	0,00127	5	246,6	4839,8
786	617796	485587656	28,0357	9,2287	2,8954	0,00127	6	246,9	4852,2
787	619369	487443403	28,0535	9,2326	2,8960	0,00127	7	247,2	4864,5
788	620944	489303872	28,0713	9,2365	2,8965	0,00127	8	247,6	4876,9
789	622521	491169069	28,0891	9,2404	2,8971	0,00127	9	247,9	4889,3
790	624100	493039000	28,1069	9,2443	2,8976	0,00127	79,0	248,2	4901,7
791	625681	494913671	28,1247	9,2482	2,8982	0,00126	1	248,5	4914,1
792	627264	496793088	28,1425	9,2521	2,8987	0,00126	2	248,8	4926,5
793	628849	498677257	28,1603	9,2560	2,8993	0,00126	3	249,1	4939,0
794	630436	500566184	28,1780	9,2599	2,8998	0,00126	4	249,4	4951,4
795	632025	502459875	28,1957	9,2638	2,9004	0,00126	5	249,8	4963,9
796	633616	504358336	28,2135	9,2677	2,9009	0,00126	6	250,1	4976,4
797	635209	506261573	28,2312	9,2716	2,9015	0,00125	7	250,4	4988,9
798	636804	508169592	28,2489	9,2754	2,9020	0,00125	8	250,7	5001,4
799	638401	510082399	28,2666	9,2793	2,9025	0,00125	9	251,0	5014,0
800	640000	512000000	28,2843	9,2832	2,9031	0,00125	80,0	251,3	5026,5
801	641601	513922401	28,3019	9,2870	2,9036	0,00125	1	251,6	5039,1
802	643204	515849608	28,3196	9,2909	2,9042	0,00125	2	252,0	5051,7
803	644809	517781827	28,3373	9,2948	2,9047	0,00125	3	252,3	5064,3
804	646416	519718464	28,3549	9,2986	2,9053	0,00124	4	252,6	5076,9
805	648025	521660125	28,3725	9,3025	2,9058	0,00124	5	252,9	5089,6
806	649636	523606616	28,3901	9,3063	2,9063	0,00124	6	253,2	5102,2
807	651249	525557943	28,4077	9,3102	2,9069	0,00124	7	253,5	5114,9
808	652864	527514112	28,4253	9,3140	2,9074	0,00124	8	253,8	5127,6
809	654481	529475129	28,4429	9,3179	2,9079	0,00124	9	254,2	5140,3
810	656100	531441000	28,4605	9,3217	2,9085	0,00123	81,0	254,5	5153,0
811	657721	533411731	28,4781	9,3255	2,9090	0,00123	1	254,8	5165,7
812	659344	535387328	28,4956	9,3294	2,9096	0,00123	2	255,1	5178,5
813	660969	537367797	28,5132	9,3332	2,9101	0,00123	3	255,4	5191,2
814	662596	539353144	28,5307	9,3370	2,9106	0,00123	4	255,7	5204,0
815	664225	541343375	28,5482	9,3408	2,9112	0,00123	5	256,0	5216,8
816	665856	543338496	28,5657	9,3447	2,9117	0,00123	6	256,4	5229,6
817	667489	545338513	28,5832	9,3485	2,9122	0,00122	7	256,7	5242,4
818	669124	547343432	28,6007	9,3523	2,9128	0,00122	8	257,0	5255,3
819	670761	549353259	28,6182	9,3561	2,9133	0,00122	9	257,3	5268,1
820	672400	551368000	28,6356	9,3599	2,9138	0,00122	82,0	257,6	5281,0
821	674041	553387661	28,6531	9,3637	2,9143	0,00122	1	257,9	5293,9
822	675684	555412248	28,6705	9,3675	2,9149	0,00122	2	258,2	5306,8
823	677329	557441767	28,6880	9,3713	2,9154	0,00122	3	258,6	5319,7
824	678976	559476224	28,7054	9,3751	2,9159	0,00121	4	258,9	5332,7
825	680625	561515625	28,7228	9,3789	2,9165	0,00121	5	259,2	5345,6
826	682276	563559976	28,7402	9,3827	2,9170	0,00121	6	259,5	5358,6
827	683929	565609283	28,7576	9,3865	2,9175	0,00121	7	259,8	5371,6
828	685584	567663552	28,7750	9,3902	2,9180	0,00121	8	260,1	5384,6
829	687241	569722789	28,7924	9,3940	2,9186	0,00121	9	260,4	5397,6
830	688900	571787000	28,8097	9,3978	2,9191	0,00120	83,0	260,8	5410,6
831	690561	573856191	28,8271	9,4016	2,9196	0,00120	1	261,1	5423,7
832	692224	575930368	28,8444	9,4053	2,9201	0,00120	2	261,4	5436,7
833	693889	578009537	28,8617	9,4091	2,9206	0,00120	3	261,7	5449,8
834	695556	580093704	28,8791	9,4129	2,9212	0,00120	4	262,0	5462,9

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1}{n}$	$d = \frac{\pi d}{0,1 n}$	$\frac{\pi d^2}{4}$
835	697225	582182875	28,8964	9,4166	2,9217	0,00120	5 262,3	5476,0
836	698896	584277056	28,9137	9,4204	2,9222	0,00120	6 262,6	5489,1
837	700569	586376253	28,9310	9,4241	2,9227	0,00119	7 263,0	5502,3
838	702244	588480472	28,9482	9,4279	2,9232	0,00119	8 263,3	5515,4
839	703921	590589719	28,9655	9,4316	2,9238	0,00119	9 263,6	5528,6
840	705600	592704000	28,9828	9,4354	2,9243	0,00119	84,0 263,9	5541,8
841	707281	594823321	29,0000	9,4391	2,9248	0,00119	1 264,2	5555,0
842	708964	596947688	29,0172	9,4429	2,9253	0,00119	2 264,5	5568,2
843	710649	599077107	29,0345	9,4466	2,9258	0,00119	3 264,8	5581,4
844	712336	601211584	29,0517	9,4503	2,9263	0,00118	4 265,2	5594,7
845	714025	603351125	29,0689	9,4541	2,9269	0,00118	5 265,5	5607,9
846	715716	605495736	29,0861	9,4578	2,9274	0,00118	6 265,8	5621,2
847	717409	607645423	29,1033	9,4615	2,9279	0,00118	7 266,1	5634,5
848	719104	609800192	29,1204	9,4652	2,9284	0,00118	8 266,4	5647,8
849	720801	611960049	29,1376	9,4690	2,9289	0,00118	9 266,7	5661,2
850	722500	614125000	29,1548	9,4727	2,9294	0,00118	85,0 267,0	5674,5
851	724201	616295051	29,1719	9,4764	2,9299	0,00118	1 267,3	5687,9
852	725904	618470208	29,1890	9,4801	2,9304	0,00117	2 267,7	5701,2
853	727609	620650477	29,2062	9,4838	2,9309	0,00117	3 268,0	5714,6
854	729316	622835864	29,2233	9,4875	2,9315	0,00117	4 268,3	5728,0
855	731025	625026375	29,2404	9,4912	2,9320	0,00117	5 268,6	5741,5
856	732736	627222016	29,2575	9,4949	2,9325	0,00117	6 268,9	5754,9
857	734449	629422793	29,2746	9,4986	2,9330	0,00117	7 269,2	5768,3
858	736164	631628712	29,2916	9,5023	2,9335	0,00117	8 269,5	5781,8
859	737881	633839779	29,3087	9,5060	2,9340	0,00116	9 269,9	5795,3
860	739600	636056000	29,3258	9,5097	2,9345	0,00116	86,0 270,2	5808,8
861	741321	638277381	29,3428	9,5134	2,9350	0,00116	1 270,5	5822,3
862	743044	640503928	29,3598	9,5171	2,9355	0,00116	2 270,8	5835,9
863	744769	642735647	29,3769	9,5207	2,9360	0,00116	3 271,1	5849,4
864	746496	644972544	29,3939	9,5244	2,9365	0,00116	4 271,4	5863,0
865	748225	647214625	29,4109	9,5281	2,9370	0,00116	5 271,7	5876,5
866	749956	649461896	29,4279	9,5317	2,9375	0,00115	6 272,1	5890,1
867	751689	651714363	29,4449	9,5354	2,9380	0,00115	7 272,4	5903,8
868	753424	653972032	29,4618	9,5391	2,9385	0,00115	8 272,7	5917,4
869	755161	656234909	29,4788	9,5427	2,9390	0,00115	9 273,0	5931,0
870	756900	658503000	29,4958	9,5464	2,9395	0,00115	87,0 273,3	5944,7
871	758641	660776311	29,5127	9,5501	2,9400	0,00115	1 273,6	5958,4
872	760384	663054848	29,5296	9,5537	2,9405	0,00115	2 273,9	5972,0
873	762129	665338617	29,5466	9,5574	2,9410	0,00115	3 274,3	5985,7
874	763876	667627624	29,5635	9,5610	2,9415	0,00114	4 274,6	5999,5
875	765625	669921875	29,5804	9,5647	2,9420	0,00114	5 274,9	6013,2
876	767376	672221376	29,5973	9,5683	2,9425	0,00114	6 275,2	6027,0
877	769129	674526133	29,6142	9,5719	2,9430	0,00114	7 275,5	6040,7
878	770884	676836152	29,6311	9,5756	2,9435	0,00114	8 275,8	6054,5
879	772641	679151439	29,6479	9,5792	2,9440	0,00114	9 276,1	6068,3
880	774400	681472000	29,6648	9,5828	2,9445	0,00114	88,0 276,5	6082,1
881	776161	683797841	29,6816	9,5865	2,9450	0,00114	1 276,8	6096,0
882	777924	686128968	29,6985	9,5901	2,9455	0,00113	2 277,1	6109,8
883	779689	688465387	29,7153	9,5937	2,9460	0,00113	3 277,4	6123,7
884	781456	690807104	29,7321	9,5973	2,9465	0,00113	4 277,7	6137,5

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1}{n}$	$d =$ $0,1 n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
885	783225	693154125	29,7489	9,6010	2,9469	0,00113	5	278,0	6151,4
886	784996	695506456	29,7658	9,6046	2,9474	0,00113	6	278,3	6165,3
887	786769	697864103	29,7825	9,6082	2,9479	0,00113	7	278,7	6179,3
888	788544	700227072	29,7993	9,6118	2,9484	0,00113	8	279,0	6193,2
889	790321	702595369	29,8161	9,6154	2,9489	0,00112	9	279,3	6207,2
890	792100	704969000	29,8329	9,6190	2,9494	0,00112	89,0	279,6	6221,1
891	793881	707347971	29,8496	9,6226	2,9499	0,00112	1	279,9	6235,1
892	795664	709732288	29,8664	9,6262	2,9504	0,00112	2	280,2	6249,1
893	797449	712121957	29,8831	9,6298	2,9509	0,00112	3	280,5	6263,1
894	799236	714516984	29,8998	9,6334	2,9513	0,00112	4	280,9	6277,2
895	801025	716917375	29,9166	9,6370	2,9518	0,00112	5	281,2	6291,2
896	802816	719323136	29,9333	9,6406	2,9523	0,00112	6	281,5	6305,3
897	804609	721734273	29,9500	9,6442	2,9528	0,00111	7	281,8	6319,4
898	806404	724150792	29,9666	9,6477	2,9533	0,00111	8	282,1	6333,5
899	808201	726572609	29,9833	9,6513	2,9538	0,00111	9	282,4	6347,6
900	810000	729000000	30,0000	9,6549	2,9542	0,00111	90,0	282,7	6361,7
901	811801	731432701	30,0167	9,6585	2,9547	0,00111	1	283,1	6375,9
902	813604	733870808	30,0333	9,6620	2,9552	0,00111	2	283,4	6390,0
903	815409	736314327	30,0500	9,6656	2,9557	0,00111	3	283,7	6404,2
904	817216	738762664	30,0666	9,6692	2,9562	0,00111	4	284,0	6418,4
905	819025	741217625	30,0832	9,6727	2,9566	0,00110	5	284,3	6432,6
906	820836	743677416	30,0998	9,6763	2,9571	0,00110	6	284,6	6446,8
907	822649	746142643	30,1164	9,6799	2,9576	0,00110	7	284,9	6461,1
908	824464	748613312	30,1330	9,6834	2,9581	0,00110	8	285,3	6475,3
909	826281	751089429	30,1496	9,6870	2,9586	0,00110	9	285,6	6489,6
910	828100	753571000	30,1662	9,6905	2,9590	0,00110	91,0	285,9	6503,9
911	829921	756058031	30,1828	9,6941	2,9595	0,00110	1	286,2	6518,2
912	831744	758550528	30,1993	9,6976	2,9600	0,00110	2	286,5	6532,5
913	833569	761048497	30,2159	9,7012	2,9605	0,00110	3	286,8	6546,8
914	835396	763551944	30,2324	9,7047	2,9609	0,00109	4	287,1	6561,2
915	837225	766060875	30,2490	9,7082	2,9614	0,00109	5	287,5	6575,5
916	839056	768575296	30,2655	9,7118	2,9619	0,00109	6	287,8	6589,9
917	840889	771095213	30,2820	9,7153	2,9624	0,00109	7	288,1	6604,3
918	842724	773620632	30,2985	9,7188	2,9628	0,00109	8	288,4	6618,7
919	844561	776151559	30,3150	9,7224	2,9633	0,00109	9	288,7	6633,2
920	846400	778688000	30,3315	9,7259	2,9638	0,00109	92,0	289,0	6647,6
921	848241	781229961	30,3480	9,7294	2,9643	0,00109	1	289,3	6662,1
922	850084	783777448	30,3645	9,7329	2,9647	0,00108	2	289,7	6676,5
923	851929	786330467	30,3809	9,7364	2,9652	0,00108	3	290,0	6691,0
924	853776	788889024	30,3974	9,7400	2,9657	0,00108	4	290,3	6705,5
925	855625	791453125	30,4138	9,7435	2,9661	0,00108	5	290,6	6720,1
926	857476	794022776	30,4302	9,7470	2,9666	0,00108	6	290,9	6734,6
927	859329	796597983	30,4467	9,7505	2,9671	0,00108	7	291,2	6749,2
928	861184	799178752	30,4631	9,7540	2,9675	0,00108	8	291,5	6763,7
929	863041	801765080	30,4795	9,7575	2,9680	0,00108	9	291,9	6778,3
930	864900	804357000	30,4959	9,7610	2,9685	0,00108	93,0	292,2	6792,9
931	866761	806954491	30,5123	9,7645	2,9689	0,00107	1	292,5	6807,5
932	868624	809557568	30,5287	9,7680	2,9694	0,00107	2	292,8	6822,2
933	870489	812166237	30,5450	9,7715	2,9699	0,00107	3	293,1	6836,8
934	872356	814780504	30,5614	9,7750	2,9703	0,00107	4	293,4	6851,5

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	\log_n	$\frac{1}{n}$	$d =$ 0,1 n	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
935	874225	817400375	30,5778	9,7785	2,9708	0,00107	5	293,7	6866,1
936	876096	820025856	30,5941	9,7819	2,9713	0,00107	6	294,1	6880,8
937	877969	822656953	30,6105	9,7854	2,9717	0,00107	7	294,4	6895,6
938	879844	825293672	30,6258	9,7889	2,9722	0,00107	8	294,7	6910,3
939	881721	827936019	30,6431	9,7924	2,9727	0,00106	9	295,0	6925,0
940	883600	830584000	30,6594	9,7959	2,9731	0,00106	94,0	295,3	6939,8
941	885481	833237621	30,6757	9,7993	2,9736	0,00106	1	295,6	6954,6
942	887364	835896688	30,6920	9,8028	2,9741	0,00106	2	295,9	6969,3
943	889249	838561807	30,7083	9,8063	2,9745	0,00106	3	296,3	6984,1
944	891136	841232384	30,7246	9,8097	2,9750	0,00106	4	296,6	6999,0
945	893025	843908625	30,7409	9,8132	2,9754	0,00106	5	296,9	7013,8
946	894916	846590536	30,7571	9,8167	2,9759	0,00106	6	297,2	7028,7
947	896809	849278123	30,7734	9,8201	2,9763	0,00106	7	297,5	7043,5
948	898704	851971392	30,7896	9,8236	2,9768	0,00106	8	297,8	7058,4
949	900601	854670349	30,8058	9,8270	2,9773	0,00105	9	298,1	7073,3
950	902500	857375000	30,8221	9,8305	2,9777	0,00105	95,0	298,5	7088,2
951	904401	860085351	30,8383	9,8339	2,9782	0,00105	1	298,8	7103,1
952	906304	862801408	30,8545	9,8374	2,9786	0,00105	2	299,1	7118,1
953	908209	865523177	30,8707	9,8408	2,9791	0,00105	3	299,4	7133,0
954	910116	868250664	30,8869	9,8443	2,9795	0,00105	4	299,7	7148,0
955	912025	870983875	30,9031	9,8477	2,9800	0,00105	5	300,0	7163,0
956	913936	873722816	30,9192	9,8511	2,9805	0,00105	6	300,3	7178,0
957	915849	876467493	30,9354	9,8546	2,9809	0,00104	7	300,7	7193,1
958	917764	879217912	30,9516	9,8580	2,9814	0,00104	8	301,0	7208,1
959	919681	881974079	30,9677	9,8614	2,9818	0,00104	9	301,3	7223,2
960	921600	884736000	30,9839	9,8648	2,9823	0,00104	96,0	301,6	7238,2
961	923521	887503681	31,0000	9,8683	2,9827	0,00104	1	301,9	7253,3
962	925444	890277128	31,0161	9,8717	2,9832	0,00104	2	302,2	7268,4
963	927369	893056347	31,0322	9,8751	2,9836	0,00104	3	302,5	7283,5
964	929296	895841344	31,0483	9,8785	2,9841	0,00104	4	302,8	7298,7
965	931225	898632125	31,0644	9,8819	2,9845	0,00104	5	303,2	7313,8
966	933156	901428696	31,0805	9,8854	2,9850	0,00104	6	303,5	7329,0
967	935089	904231063	31,0966	9,8888	2,9854	0,00103	7	303,8	7344,2
968	937024	907039232	31,1127	9,8922	2,9859	0,00103	8	304,1	7359,4
969	938961	909853209	31,1288	9,8956	2,9863	0,00103	9	304,4	7374,6
970	940900	912673000	31,1448	9,8990	2,9868	0,00103	97,0	304,7	7389,8
971	942841	915498611	31,1609	9,9024	2,9872	0,00103	1	305,0	7405,1
972	944784	918330048	31,1769	9,9058	2,9877	0,00103	2	305,4	7420,3
973	946729	921167317	31,1929	9,9092	2,9881	0,00103	3	305,7	7435,6
974	948676	924010424	31,2090	9,9126	2,9886	0,00103	4	306,0	7450,9
975	950625	926859375	31,2250	9,9160	2,9890	0,00103	5	306,3	7466,2
976	952576	929714176	31,2410	9,9194	2,9894	0,00102	6	306,6	7481,5
977	954529	932574833	31,2570	9,9227	2,9899	0,00102	7	306,9	7496,9
978	956484	935441352	31,2730	9,9261	2,9903	0,00102	8	307,2	7512,2
979	958441	938313739	31,2890	9,9295	2,9908	0,00102	9	307,6	7527,6
980	960400	941192000	31,3050	9,9329	2,9912	0,00102	98,0	307,9	7543,0
981	962361	944076141	31,3209	9,9363	2,9917	0,00102	1	308,2	7558,4
982	964324	946966168	31,3369	9,9396	2,9921	0,00102	2	308,5	7573,8
983	966289	949862087	31,3528	9,9430	2,9926	0,00102	3	308,8	7589,2
984	968256	952763904	31,3688	9,9464	2,9930	0,00102	4	309,1	7604,7

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\frac{3}{\sqrt{n}}$	$\log n$	$\frac{1}{n}$	$d = \frac{1}{0,1 n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
985	970225	955671625	31,3847	9,9497	2,9934	0,00102	5 300,4	7620,1	
986	972106	958585256	31,4006	9,9531	2,9939	0,00101	6 309,8	7635,6	
987	974169	961504803	31,4166	9,9565	2,9943	0,00101	7 310,1	7651,1	
988	976144	964430272	31,4325	9,9598	2,9948	0,00101	8 310,4	7666,6	
989	978121	967361669	31,4484	9,9632	2,9952	0,00101	9 310,7	7682,1	
990	980100	970299000	31,4643	9,9666	2,9956	0,00101	99,0 311,0	7697,7	
991	982081	973242271	31,4802	9,9699	2,9961	0,00101	1 311,3	7713,2	
992	984064	976191488	31,4960	9,9733	2,9965	0,00101	2 311,6	7728,8	
993	986049	979146657	31,5119	9,9766	2,9969	0,00101	3 312,0	7744,4	
994	988036	982107784	31,5278	9,9800	2,9974	0,00101	4 312,3	7760,0	
995	990025	985074875	31,5436	9,9833	2,9978	0,00101	5 312,6	7775,6	
996	992016	988047936	31,5595	9,9866	2,9983	0,00100	6 312,9	7791,3	
997	994009	991026973	31,5753	9,9900	2,9987	0,00100	7 313,2	7806,9	
998	996004	994011992	31,5911	9,9933	2,9991	0,00100	8 313,5	7822,6	
999	998001	997002999	31,6070	9,9967	2,9996	0,00100	9 313,8	7838,3	
1000	1000000	1000000000	31,6228	10,0000	3,0000	0,00100	100,0 314,2	7854,0	

2. Длина дуги, хорды и высота дуги для радиуса = 1.

Центр. угол в градусах	Центр. угол в градусах			Центр. угол в градусах	Центр. угол в градусах						
	Длина дуги	Длина хорды	Высота дуги		Длина дуги	Длина хорды	Высота дуги				
1	0,0175	0,0175	0,00004	41	0,7156	0,7004	0,06333	81	1,4137	1,2989	0,2396
2	0,0349	0,0349	0,00015	42	0,7330	0,7167	0,06642	82	1,4312	1,3121	0,2453
3	0,0524	0,0524	0,00034	43	0,7505	0,7330	0,06958	83	1,4486	1,3252	0,2510
4	0,0698	0,0698	0,00061	44	0,7679	0,7492	0,07282	84	1,4661	1,3383	0,2569
5	0,0873	0,0872	0,00095	45	0,7854	0,7654	0,07612	85	1,4835	1,3512	0,2627
6	0,1047	0,1047	0,00137	46	0,8029	0,7815	0,07950	86	1,5010	1,3640	0,2680
7	0,1222	0,1221	0,00187	47	0,8203	0,7975	0,08294	87	1,5184	1,3767	0,2746
8	0,1396	0,1395	0,00244	48	0,8378	0,8135	0,08645	88	1,5359	1,3893	0,2807
9	0,1571	0,1569	0,00308	49	0,8552	0,8294	0,09004	89	1,5533	1,4018	0,2867
10	0,1745	0,1743	0,00381	50	0,8727	0,8452	0,09369	90	1,5708	1,4142	0,2929
11	0,1920	0,1917	0,00460	51	0,8901	0,8610	0,0974	91	1,5882	1,4265	0,2991
12	0,2094	0,2091	0,00548	52	0,9076	0,8767	0,1012	92	1,6057	1,4387	0,3053
13	0,2269	0,2264	0,00643	53	0,9250	0,8924	0,1051	93	1,6232	1,4507	0,3116
14	0,2443	0,2437	0,00745	54	0,9425	0,9080	0,1090	94	1,6406	1,4627	0,3180
15	0,2618	0,2611	0,00856	55	0,9599	0,9235	0,1130	95	1,6580	1,4746	0,3244

Центр. угол в градусах	Длина дуги	Длина хорды	Высота дуги	Центр. угол в градусах	Длина дуги	Длина хорды	Высота дуги	Центр. угол в градусах	Длина дуги	Длина хорды	Высота дуги
16	0,2793	0,2783	0,00973	56	0,9774	0,9389	0,1171	96	1,6755	1,4863	0,3309
17	0,2967	0,2956	0,01098	57	0,9948	0,9543	0,1212	97	1,6930	1,4979	0,3374
18	0,3142	0,3129	0,01231	58	1,0123	0,9696	0,1254	98	1,7104	1,5094	0,3439
19	0,3316	0,3301	0,01371	59	1,0297	0,9848	0,1296	99	1,7279	1,5208	0,3506
20	0,3491	0,3473	0,01519	60	1,0472	1,0000	0,1340	100	1,7453	1,5321	0,3572
21	0,3665	0,3645	0,01675	61	1,0647	1,0151	0,1384	101	1,7628	1,5432	0,3639
22	0,3840	0,3816	0,01837	62	1,0821	1,0301	0,1428	102	1,7802	1,5543	0,3707
23	0,4014	0,3987	0,02008	63	1,0996	1,0450	0,1474	103	1,7977	1,5652	0,3775
24	0,4189	0,4158	0,02185	64	1,1170	1,0598	0,1520	104	1,8151	1,5760	0,3843
25	0,4363	0,4329	0,02370	65	1,1345	1,0746	0,1566	105	1,8326	1,5867	0,3912
26	0,4538	0,4499	0,02563	66	1,1519	1,0893	0,1613	106	1,8500	1,5972	0,3982
27	0,4712	0,4669	0,02763	67	1,1694	1,1039	0,1661	107	1,8675	1,6077	0,4052
28	0,4887	0,4838	0,02969	68	1,1868	1,1184	0,1710	108	1,8850	1,6180	0,4122
29	0,5061	0,5008	0,03185	69	1,2043	1,1328	0,1759	109	1,9024	1,6282	0,4193
30	0,5236	0,5176	0,03407	70	1,2217	1,1472	0,1808	110	1,9198	1,6383	0,4264
31	0,5411	0,5345	0,03637	71	1,2392	1,1614	0,1859	111	1,9373	1,6483	0,4336
32	0,5585	0,5512	0,03874	72	1,2566	1,1755	0,1910	112	1,9548	1,6581	0,4408
33	0,5760	0,5680	0,04118	73	1,2741	1,1896	0,1961	113	1,9722	1,6678	0,4481
34	0,5934	0,5847	0,04370	74	1,2915	1,2036	0,2014	114	1,9897	1,6773	0,4554
35	0,6109	0,6014	0,04628	75	1,3090	1,2175	0,2066	115	2,0071	1,6868	0,4627
36	0,6283	0,6180	0,04884	76	1,3265	1,2313	0,2120	116	2,0246	1,6964	0,4701
37	0,6458	0,6346	0,05168	77	1,3439	1,2450	0,2174	117	2,0420	1,7053	0,4775
38	0,6632	0,6511	0,05448	78	1,3614	1,2586	0,2229	118	2,0595	1,7143	0,4850
39	0,6807	0,6676	0,05736	79	1,3788	1,2722	0,2284	119	2,0769	1,7233	0,4925
40	0,6981	0,6840	0,06031	80	1,3963	1,2856	0,2340	120	2,0944	1,7321	0,5000
121	2,1118	1,7407	0,5076	141	2,4609	1,8853	0,6662	161	2,8100	1,9726	0,8350
122	2,1293	1,7492	0,5152	142	2,4784	1,8910	0,6744	162	2,8274	1,9754	0,8436
123	2,1468	1,7576	0,5228	143	2,4958	1,8966	0,6827	163	2,8449	1,9780	0,8522
124	2,1642	1,7659	0,5305	144	2,5133	1,9021	0,6910	164	2,8623	1,9805	0,8608
125	2,1817	1,7740	0,5383	145	2,5307	1,9074	0,6993	165	2,8798	1,9829	0,8695
126	2,1991	1,7820	0,5460	146	2,5482	1,9126	0,7076	166	2,8972	1,9851	0,8781
127	2,2166	1,7899	0,5538	147	2,5656	1,9176	0,7160	167	2,9147	1,9871	0,8868
128	2,2340	1,7976	0,5616	148	2,5831	1,9225	0,7244	168	2,9322	1,9890	0,8955
129	2,2515	1,8052	0,5695	149	2,6005	1,9273	0,7328	169	2,9496	1,9908	0,9042
130	2,2689	1,8126	0,5774	150	2,6180	1,9319	0,7412	170	2,9671	1,9924	0,9128
131	2,2864	1,8199	0,5853	151	2,6354	1,9363	0,7490	171	2,9845	1,9938	0,9215
132	2,3038	1,8271	0,5933	152	2,6529	1,9406	0,7581	172	3,0020	1,9951	0,9302
133	2,3213	1,8341	0,6013	153	2,6704	1,9447	0,7666	173	3,0194	1,9963	0,9390
134	2,3387	1,8410	0,6093	154	2,6878	1,9487	0,7750	174	3,0369	1,9973	0,9477
135	2,3562	1,8478	0,6173	155	2,7053	1,9526	0,7836	175	3,0543	1,9981	0,9564
136	2,3736	1,8544	0,6254	156	2,7227	1,9563	0,7921	176	3,0718	1,9988	0,9651
137	2,3911	1,8608	0,6335	157	2,7402	1,9598	0,8006	177	3,0892	1,9993	0,9738
138	2,4086	1,8672	0,6416	158	2,7576	1,9632	0,8092	178	3,1067	1,9997	0,9825
139	2,4260	1,8733	0,6498	159	2,7751	1,9665	0,8178	179	3,1241	1,9999	0,9913
140	2,4435	1,8794	0,6580	160	2,7925	1,9698	0,8264	180	3,1416	2,0000	1,0000

3. Тригонометрические функции.

Град	Sinus					
	0'	10'	20'	30'	40'	50'
0	0,000	0,003	0,006	0,009	0,012	0,015
1	017	020	023	026	029	032
2	035	038	041	044	047	049
3	052	055	058	061	064	067
4	070	073	076	078	081	084
5	087	090	093	096	099	102
6	105	107	110	113	116	119
7	122	125	128	131	133	136
8	139	142	145	148	151	154
9	156	159	162	165	168	171
10	174	177	179	182	185	188
11	191	194	197	199	202	205
12	208	211	214	216	219	222
13	225	228	231	233	236	239
14	242	245	248	250	253	256
15	259	262	264	267	270	273
16	276	278	281	284	287	290
17	292	295	298	301	303	306
18	309	312	315	317	320	323
19	326	328	331	334	337	339
20	342	345	347	350	353	356
21	358	361	364	367	369	372
22	375	377	380	383	385	388
23	391	393	396	399	401	404
24	407	409	412	415	417	420
25	423	425	428	431	433	436
26	438	441	444	446	449	451
27	454	457	459	462	464	467
28	469	472	475	477	480	482
29	485	487	490	492	495	497
30	500	503	505	508	510	513
31	515	518	520	522	525	527
32	530	532	535	537	540	542
33	545	547	550	552	554	557
34	559	562	564	566	569	571
35	574	576	578	581	583	585
36	588	590	592	595	597	599
37	602	604	606	609	611	613
38	616	618	620	623	625	627
39	629	632	634	636	638	641
40	643	645	647	649	652	654
41	656	658	660	663	665	667
42	669	671	673	676	678	680
43	682	684	686	688	690	693
44	695	697	699	701	703	705
45	707					
	60'	50'	40'	30'	20'	10'
	Cosinus					

3. Тригонометрические функции.

Cosinus						
0'	10'	20'	30'	40'	50'	
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	89
000	000	000	000	000	0,999	88
0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	999	87
999	998	998	998	998	998	86
998	997	997	997	997	996	85
996	996	996	995	995	995	84
995	994	994	994	993	993	83
993	992	992	991	991	991	82
990	990	989	989	989	988	81
988	987	987	986	986	985	80
985	984	984	983	983	982	79
982	981	981	980	979	979	78
978	978	977	976	976	975	77
974	974	973	972	972	971	76
970	970	969	968	967	967	75
966	965	964	964	963	962	74
961	960	960	959	958	957	73
956	955	955	954	953	952	72
951	950	949	948	947	946	71
946	945	944	943	942	941	70
940	939	938	937	936	935	69
934	933	931	930	929	928	68
927	926	925	924	923	922	67
921	919	918	917	916	915	66
914	912	911	910	909	908	65
906	905	904	903	901	900	64
899	898	896	895	894	892	63
891	890	888	887	886	884	62
883	882	880	879	877	876	61
875	873	872	870	869	867	60
866	865	863	862	860	859	59
857	856	854	853	851	850	58
848	847	845	843	842	840	57
839	837	835	834	832	831	56
829	827	826	824	822	821	55
819	817	816	814	812	811	54
809	807	806	804	802	800	53
799	797	795	793	792	790	52
788	786	784	783	781	779	51
777	775	773	772	770	768	50
766	764	762	760	759	757	49
755	753	751	749	747	745	48
743	741	739	737	735	733	47
731	729	727	725	723	721	46
719	717	715	713	711	709	45
707						44
60'	50'	40'	30'	20'	10'	Град
Sinus						

3. Тригонометрические функции.

Град	Tangens					
	0'	10'	20'	30'	40'	50'
0	0,000	0,003	0,006	0,009	0,012	0,015
1	017	020	023	026	029	032
2	035	038	041	044	047	049
3	052	055	058	061	064	067
4	070	073	076	079	082	085
5	087	090	093	096	099	102
6	105	108	111	114	117	120
7	123	126	129	132	135	138
8	141	144	146	149	152	155
9	158	161	164	167	170	173
10	176	179	182	185	188	191
11	194	197	200	203	206	210
12	213	216	219	222	225	228
13	231	234	237	240	243	246
14	249	252	256	259	262	265
15	268	271	274	277	280	284
16	287	290	293	296	299	303
17	306	309	312	315	318	322
18	325	328	331	335	338	341
19	344	348	351	354	357	361
20	364	367	371	374	377	381
21	384	387	391	397	397	401
22	404	407	411	414	418	421
23	424	428	431	435	438	442
24	445	449	452	456	459	463
25	466	470	473	477	481	484
26	488	491	495	499	502	506
27	510	513	517	521	524	528
28	532	535	539	543	547	551
29	554	558	562	566	570	573
30	577	581	585	589	593	597
31	601	605	609	613	617	621
32	625	629	633	637	641	645
33	649	654	658	662	666	670
34	675	679	683	687	692	696
35	700	705	709	713	718	722
36	727	731	735	740	744	749
37	754	758	763	767	772	777
38	781	786	791	795	800	805
39	810	815	819	824	829	834
40	839	844	849	854	859	864
41	869	874	880	885	890	895
42	900	906	911	916	922	927
43	933	938	943	949	955	960
44	966	971	977	983	988	994
45	1,000					
	60'	50'	40'	30'	20'	10'
Cotangens						

3. Тригонометрические функции.

Cotangens						
0'	10'	20'	30'	40'	50'	
∞	343,77	171,89	114,59	85,940	68,750	89
57,290	49,104	42,964	38,188	34,368	31,242	88
28,636	26,432	24,542	22,904	21,470	20,206	87
19,081	18,075	17,169	16,350	15,605	14,924	86
14,301	13,727	13,197	12,706	12,251	11,826	85
11,430	11,059	10,712	10,385	10,078	9,788	84
9,514	9,255	9,010	8,777	8,556	8,345	83
8,144	7,953	7,770	7,596	7,429	7,269	82
7,115	6,968	6,827	6,691	6,561	6,435	81
6,314	197	084	5,976	5,871	5,769	80
5,671	5,576	5,485	396	309	226	79
145	066	4,989	4,915	4,843	4,773	78
4,705	4,638	574	511	449	390	77
331	275	219	165	113	061	76
011	3,962	3,914	3,867	3,821	3,776	75
3,732	689	647	606	566	526	74
487	450	412	376	340	305	73
271	237	204	172	140	108	72
078	047	018	2,989	2,960	2,932	71
2,904	2,877	2,850	824	798	773	70
747	723	699	675	651	628	69
605	583	560	539	517	496	68
475	455	434	414	394	375	67
356	337	318	300	282	264	66
246	229	211	194	177	161	65
145	128	112	097	081	066	64
050	035	020	006	1,991	1,977	63
1,963	1,949	1,935	1,921	907	894	62
881	868	855	842	829	816	61
804	792	780	767	756	744	60
732	720	709	698	686	675	59
664	653	643	632	621	611	58
600	590	580	570	560	550	57
540	530	520	511	501	492	56
483	473	464	455	446	437	55
428	419	411	402	393	385	54
376	368	360	351	343	335	53
327	319	311	303	295	288	52
280	272	265	257	250	242	51
235	228	220	213	206	199	50
192	185	178	171	164	157	49
150	144	137	130	124	117	48
111	104	098	091	085	079	47
072	066	060	054	048	042	46
036	030	024	018	012	006	45
1,000						44
60'	50'	40'	30'	20'	10'	Град
Tangens						

4. Таблицы некоторых функций от π и d .

Величина	Число- вое зна- чение	Вели- чина	Число- вое зна- чение	Вели- чина	Число- вое зна- чение
π	3,1415927	$4/3 \pi$	4,188790	g	9,81
$\pi \sqrt{2}$	4,442883	$\sqrt{2} \pi$	2,506628	$\frac{\pi^2}{g}$	1,00608
$\frac{1}{\sqrt{2}} \pi$	2,221441	$\sqrt{\frac{1}{2}} \pi$	1,253314	g^2	96,2361
π^2	9,869604	$\pi \sqrt{\pi}$	5,568328	$\pi \sqrt{g}$	9,83975
π^3	31,006277	$\frac{3}{\sqrt{\pi}}$	1,464592	$\pi \sqrt{2g}$	13,91536
π^4	97,409091	$\frac{1}{\pi}$	0,318310	$\frac{1}{\sqrt{g}}$	0,31928
$\sqrt{\pi}$	1,772454	$\sqrt{\frac{1}{\pi}}$	0,564190	$\frac{\pi}{\sqrt{2g}}$	0,709252

Метрическая система мер.

Меры длины, объема и веса.

Длина	Километр	Гектометр	Декаметр
объем	килолитр	гектолитр	декалитр
вес	килограмм	гектограмм	декаграмм
вес	1	10 1	100 10 1
Метр	Дециметр	Сантиметр	Миллиметр
литр	Децилитр	сантилитр	миллилитр
грамм	дециграмм	сантиграмм	миллиграмм
1000	10 000	100 000	1 000 000
100	1 000	10 000	100 000
10.	100	1 000	10 000
1	10	100	1 000
0,1	1	10	100
0,01	0,1	1	10
0,001	0,01	0,1	1

1 мираметр = 10 километров = 10 000 метров.

1 тонна = 100 килограмм.

1 грамм = весу 1 см³ дистиллированной воды при 4° С на широте Парижа и 760 мм давления.

Меры поверхностей.

Квадр. километр	Кв. гектометр или гектар	Кв. декаметр или ар	Кв. метр или центнар	Кв. дециметр	Кв. сантиметр	Кв. миллиметр
1	100 1	10 000 100	1 000 000 10 000	1 000 000 10 000	1 000 000 10 000	1 000 000 10 000
	0,01 0,0001 0,000 001	1 0,01 0,0001 0,000 001	100 1 0,01 0,000 1 0,000 001	10 000 100 1 0,01 0,000 1	1 000 000 10 000 100 1 0,01	10 000 100 1 0,01

Русские меры.

Меры длины: 1 миля = 7 верст. = 3500 саж.
1 сажень = 7 фут. = 84 дюйм. = 3 арш. = 48 верш.
= 2,13357 метрам. 1 верста = 1,06678 километ. 1 русский фут. = 1 англ. футу.

Меры поверхности: 1 десятина = 2400 кв. саж.
= 1,0925 гектара. 1 кв. верста = 104,16 десят. = 1,14 кв. км. 1 кв. саж. = 4,5521 кв. мет.

Меры жидких и сыпучих тел: Ведро = 10 штофам = 20 бутылкам (водочным, пивным) = 100 чаркам = 12,2989 литр. 1 бочка = 40 ведрам. Бутылка (винная) = $\frac{1}{16}$ ведра.

Четверть = 8 четверикам = 64 гарцам = 209,9 литр.

Меры веса: 1 фунт = 32 лот. = 96 зол. = 9216 дол.
= 0,409 531 кгр. 1 пуд = 40 фун. = 16,380 48 кгр.
1 Берковец = 10 пуд. 1 тонна = 61,046 пуд. 1 ласт = 2 тоннам. 1 карат (рус) = 4 граммам = 6 долям.

Судовые меры.

1 англ. регист. тонна = 100 кв. фут. = 2,83 кв. мет.
= 0,5 рус. ласта.

1 англ. тонна (long ton) = 62,03 рус. пуда = 1016 кг.

1 short ton = 907,18 kg.

Английская система мер.

Меры длины.

Миля	Turlongs	Chains	Rods
1	8	80	320
0,125	1	10	40
0,0125	0,1	1	4
0,003 125	0,025	0,25	1
0,000 568 18	0,004 545 4	0,045 454	0,181 818
0,000 189 39	0,001 515 15	0,015 151 51	0,060 606
0,000 015 783	0,000 126 262	0,001 262 626	0,005 050 5
Ярд	Фут	Дюйм	Метр
1760	5280	63 360	1609,4
220	660	7 920	201,16
22	66	792	10,116
5,5	16,5	198	5,029
1	3	36	0,9144
0,333 33	1	12	0,3048
0,277 777	0,083 333	1	0,0254

1 кабельтов = 120 фатом = 720 фут.

1 фатом = 6 фут.

1 морская миля (узел) = 6080 фут = 1,85 315 км.

Меры поверхностей.

Кв. миля	Акр.	Кв. Chains	Кв. Rods
1	640	6400	102 400
0,001 562	1	10	160
0,000 156 2	0,1	1	16
0,000 009 766	0,006 25	0,062 5	1
0,000 000 323	0,000 206 6	0,002 066	0,033
0,000 000 035 9	0,000 022 96	0,000 229 6	0,003 67
0,000 000 000 25	0,000 000 159	0,000 001 59	0,000 025 51
Кв. Ярд	Кв. фут	Кв. дюйм	Кв. метр
3 097 600	27 878 400	4 014 489 600	2 590 000
4 840	43 560	6 272 640	4 047
484	4 356	627 264	404,7
30,25	272,25	39 204	25,29
1	9	1 296	0,836 1
0,111 111 1	1	144	0,092 9
0,000 771 6	0,006 945	1	0,000 645 2

Меры об'емов.

Меры жидких тел.

1 галлон = 4 кварты = 8 пинт = 32 гилла = 277,419 куб. дм.

Меры сыпучих тел.

1 кв. ярд = 21,0223 бушель = 27 кв. фут = 84,089 пик = 168,179 галлон.

1 бушель = 4 пик = 8 галлон = 2219,35 кв. дм.

Меры веса.

Авуардипуа.

Тонна	Гандредвейт	Фунт	Унция	Драхм
1	20	2 240	35 840	573 440
0,05	1	112	1 792	28 672
0,000 446 43	0,008 928 6	1	16	256
0,000 027 9	0,000 558	0,062 5	1	16
0,000 001 744	0,000 034 88	0,003 906	0,625	1

Трой.

Фунт	Унция	Децивейт	Трон	Фунт авуад.
1	12	240	5 760	0,822 857
0,083 333	1	20	480	0,068 571
0,041 666	0,05	1	24	0,003 428 57
0,000 173 6	0,002 083 333	0,041 666 6	1	0,000 142 857
1,215 278	14,583 33	291,666 6	7 000	1

Аптекарские.

1 фунт = 12 унций = 96 драхм = 288 скрупул = 5760 гран.

Американские меры.

Меры длины и поверхностей

см. соответствующие меры английской системы.

Меры об'емов.

Меры жидких тел.

1 галлон = 4 кварты = 8 пинт = 32 гилла = 231 кв. дм.

Меры сыпучих тел.

1 бушель = 4 пик = 8 галлонов = 32 кварты = 64 пинты = 2150,42 кв. дм.

1 баррель = 126 кварт = 7276,5 кв. дм.

Меры веса.

Авуардипуа.

Грос-тонны	Нет-тонна	Гидретвейт	Фунты
0,000 000 006 36	0,000 000 073 7	0,000 001 27	0,000 143
0,000 001 744	0,000 001 953	0,000 034 88	0,003 906
0 000 027 90	0,000 312 5	0,000 558 04	0,062 5
0,000 446 4	0,000 5	0,008 928 6	1
0,05	0,056	1	112
0,892 86	1	17,857	2 000
1	1,12	20	2 240

Унции	Драхмы	Граны
0,002 286	0,036 57	1
0,062 5	1	27,343 75
1	16	437,5
16	256	7 000
1 792	28 672	784 000
32 000	517 000	14 000 000
35 840	573 440	15 680 000

1 фунт авуардипуа = 1,215 278 фунта трой.

1 нет-тонна = 2000 фунт = 0,862 857 грос-тонн.

Трой.

Граны	Пенивейт	Унции	Фунты
1	0,041 067	0,002 083 3	0,000 173 6
24	1	0,05	0,004 166 7
480	20	1	0,083 333 3
5 760	240	12	1

Аптекарские — см. английские меры.

Перевод мер.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Дюймы в сантиметры	2,540	5,080	7,620	10,160	12,700	15,240	17,780	20,320	22,860
Футы в метры	0,3048	0,6096	0,9144	1,2192	1,5240	1,8288	2,1336	2,4384	2,7432
Ярды в метры	0,9144	1,8288	2,7432	3,6576	4,5720	5,4864	6,4008	7,3152	8,2296
Фатомы в метры	1,8288	3,6576	5,4864	7,3152	9,1440	10,973	12,802	14,630	16,459
Сухоп. миля в километры	1,6093	3,2187	4,8280	6,4374	8,0467	9,6561	11,265	12,875	14,484
Морск. миля в километры	1,8533	3,7066	5,5600	7,4133	9,2666	11,120	12,973	14,826	16,679
Сантим. в дюймы	0,3937	0,7874	1,1811	1,5748	1,9685	2,3622	2,7559	3,1496	3,5433
Метры в футы	3,2808	6,5617	9,8425	13,123	16,404	19,685	22,966	26,247	29,527
Метры в ярды	1,0936	2,1872	3,2808	4,3744	5,4681	6,5617	7,6553	8,7489	9,8425
Метры в фатомы	0,5468	1,0936	1,6404	2,1872	2,7440	3,2988	3,8276	4,3744	4,9212
Килом. в сух. милю	0,6214	1,2427	1,8641	2,4855	3,1069	3,7282	4,3496	4,9710	5,5923
Килом. в мор. милю	0,5396	1,0791	1,6187	2,1583	2,6979	3,2374	3,7770	4,3166	4,8561
Кв. дюймы в кв. сантим.	6,4516	12,903	19,355	25,807	32,258	38,710	45,161	51,613	58,065
Кв. футы в кв. метры	0,0929	0,1858	0,2787	0,3716	0,4645	0,5574	0,6503	0,7432	0,8361
Кв. ярды в кв. метры	0,8361	1,6723	2,5084	3,3445	4,1807	5,0168	5,8529	6,6890	7,5252
Акры в гектары	0,4047	0,8094	1,2141	1,6187	2,0234	2,4281	2,8328	3,2375	3,6422
Кв. сух. мили в кв. километры	2,5900	5,1800	7,7700	10,360	12,950	15,540	18,130	20,720	23,310
Кв. сантиметры в кв. дюймы	0,1550	0,3100	0,4650	0,6200	0,7750	0,9300	1,0850	1,2400	1,3950
Кв. метры в кв. футы	10,764	21,528	32,292	43,055	53,819	64,583	75,347	86,111	96,875
Кв. метры в кв. ярды	1,1960	2,3920	3,5880	4,7839	5,9799	7,1759	8,3719	9,5679	10,764
Гектары в акры	2,4710	4,9421	7,4131	9,8842	12,355	14,826	17,297	19,768	22,239
Кв. километры в кв. сухоп. мили	0,3861	0,7722	1,1583	1,5444	1,9305	2,3166	2,7027	3,0888	3,4749
Кб. дюймы в кб. сантиметры	16,387	32,774	49,161	65,549	81,936	98,323	114,71	131,10	147,48
Кб. футы в кб. метры	0,0253	0,0506	0,0759	0,1013	0,1266	0,1519	0,1772	0,2025	0,2278
Кб. ярды в кб. метры	0,7646	1,5291	2,2937	3,0582	3,8228	4,5874	5,3519	6,1165	6,8810
Кб. сантиметры в кб. дюймы	0,0610	0,1220	0,1831	0,2441	0,3051	0,3661	0,4272	0,4882	0,5492
Кб. метры в кб. футы	35,314	70,629	105,94	141,26	176,57	211,89	247,20	282,51	317,83
Кб. метры в кб. ярды	1,3079	2,6159	3,9238	5,2318	6,5397	7,8477	9,1556	10,464	11,772

Меры длины.

Меры поверхности.

Кубические

Продолжение.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Жид. драхмы в миллилитры	3,6966	7,3932	11,090	19,786	18,483	22,180	25,876	29,573	33,269
Жид. унции в литры	0,0296	0,0591	0,0887	0,1183	0,1479	0,1774	0,2070	0,2366	0,2662
Жид. кварта в литры	0,9463	1,8927	2,8390	3,7853	4,7317	5,6780	6,6243	7,5707	8,5170
Смуч. кварта в литры	1,1012	2,2024	3,3036	4,4048	5,5060	6,6072	7,7084	8,8096	9,9108
Буш (Амер.) в гектолитры	0,3524	0,7048	1,0572	1,4095	1,7619	2,1143	2,4667	2,8191	3,1715
Баррель (Амер.) в килолитры	0,1192	0,2385	0,3577	0,4770	0,5962	0,7154	0,8347	0,9539	1,0732
Кб. футы в гектолитры	0,2832	0,5663	0,8495	1,1327	1,4158	1,6990	1,9821	2,2653	2,5484
Миллилитры в жидк. драхмы	0,2705	0,5410	0,8116	1,0821	1,3526	1,6231	1,8936	2,1641	2,4347
Литры в жидк. унции	32,815	67,629	101,44	135,26	169,07	202,89	236,70	270,52	304,33
Литры в жидк. кварта	1,0567	9,1184	3,1701	4,2268	5,2836	6,3403	7,3970	8,4537	9,5104
Литры в смуч. кварта	0,9081	1,8162	2,7243	3,6324	4,5405	5,4486	6,3567	7,2648	8,1729
Гектолитры в буши (Амер.)	2,8378	5,6756	8,5135	11,351	14,189	17,027	19,865	22,703	25,540
Килолитры в баррели (Амер.)	8,3864	16,773	25,159	33,546	41,932	50,319	58,705	67,092	75,478
Гектолитры в кб. футы	3,5315	7,0631	10,595	14,126	17,658	21,189	24,721	28,252	31,784
Грамы в граммы	0,0848	0,1296	0,1944	0,2592	0,3240	0,3888	0,4536	0,5184	0,5832
Унции (авуар.) в граммы	28,350	56,699	85,049	113,40	141,76	170,10	198,45	226,80	255,15
Фунты (авуар.) в граммы	31,103	62,207	93,310	124,41	155,52	186,62	217,72	248,83	279,93
Фунты (авуар.) в килогр.	0,4536	0,9072	1,3608	1,8144	2,2680	2,7215	3,1751	3,6287	4,0823
Нет-тонны в метрич. тонны	0,9072	1,8144	2,7215	3,6287	4,5359	5,4431	6,3503	7,2575	8,1647
Гресс. тонны в метрич. тонны	1,0160	2,0321	3,0481	4,0642	5,0802	6,0963	7,1123	8,1284	9,1444
Грамы в граны	15,432	30,865	46,297	61,729	77,162	92,594	108,03	123,46	138,89
Грамы в унции (авуар.)	0,0353	0,0707	0,1058	0,1411	0,1764	0,2116	0,2469	0,2822	0,3175
Грамы в унции (трой)	0,0322	0,0643	0,0965	0,1286	0,1608	0,1929	0,2251	0,2572	0,2894
Килогр. в фунты (авуар.)	2,2046	4,4092	6,6139	8,8185	11,023	13,228	15,432	17,637	19,842
Метрич. тонны в нет-тонны	1,1023	2,2046	3,3069	4,4092	5,5116	6,6139	7,7162	8,8185	9,9208
Метрич. тонны в гресс.-тонны	0,9042	1,8084	2,7126	3,6168	4,5210	5,4252	6,3294	7,2336	8,1378
Футы в сек. в сантим. в сек.	30,480	60,960	91,440	121,92	152,40	182,88	213,36	243,84	274,32
Футы в сек. в метры в мин.	18,288	36,576	54,864	73,152	91,440	109,73	128,02	146,30	164,50

Меры объемов.

Меры веса.

Перевод английских дюймов на миллиметры.

Дюйм.	0	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$
0	0	1,6	3,2	4,8	6,4	7,9	9,5	11,1
1	25,4	27,0	28,6	30,2	31,7	33,3	34,9	36,5
2	50,8	52,4	54,0	55,6	57,1	58,7	60,3	61,9
3	76,2	77,8	79,4	81,0	82,5	84,1	85,7	87,3
4	101,6	103,2	104,8	106,4	108,0	109,5	111,1	112,7
5	127,0	128,6	130,2	131,8	133,4	134,9	136,5	138,1
6	152,4	154,0	155,6	157,2	158,8	160,3	161,9	163,5
7	177,8	179,4	181,0	182,6	184,2	185,7	187,3	188,9
8	203,2	204,8	206,4	208,0	209,6	211,1	202,7	214,3
9	228,6	230,2	231,8	233,4	235,0	236,5	238,1	239,7
10	254,0	255,6	257,2	258,8	260,4	261,9	263,5	265,1
11	279,4	281,0	282,6	284,2	285,7	287,3	288,9	290,5
12	304,8	306,4	308,0	309,6	311,1	312,7	314,3	315,9
13	330,2	331,8	333,4	335,0	336,5	338,1	339,7	341,3
14	355,6	357,2	358,8	360,4	361,9	363,5	365,1	366,7
15	381,0	382,6	384,2	385,8	387,3	388,9	390,5	392,1
16	406,4	408,0	409,6	411,2	412,7	414,3	415,9	417,5
17	431,8	433,4	435,0	436,6	438,1	439,7	441,3	442,9
18	457,2	458,8	460,4	462,0	463,5	465,1	466,7	468,3
19	482,6	484,2	485,8	487,4	488,9	490,5	492,1	493,7
20	508,0	509,6	511,2	512,8	514,3	515,9	517,5	519,1
21	533,4	535,0	536,6	538,2	539,7	541,3	542,9	544,5
22	558,8	560,4	562,0	563,6	565,1	566,7	568,3	569,9
23	584,2	585,8	587,4	589,0	590,5	592,1	593,7	595,3

Дюйм.	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{15}{16}$
0	12,7	14,3	15,9	17,5	19,1	20,6	22,2	23,8
1	38,1	39,7	41,3	42,9	44,4	46,0	47,6	49,2
2	63,5	65,1	66,7	68,3	69,8	71,4	73,0	74,6
3	88,9	90,5	92,1	93,7	95,2	96,8	98,4	100,0
4	114,3	115,9	117,5	119,1	120,7	122,2	123,8	125,4
5	139,7	141,3	142,9	144,5	146,1	147,6	149,2	150,8
6	165,1	166,7	168,3	169,9	171,5	173,0	174,6	176,2
7	190,5	192,1	193,7	195,3	196,9	198,4	200,0	201,6
8	215,9	217,5	219,1	220,7	222,3	223,8	225,4	227,0
9	241,3	242,9	244,5	246,1	247,7	249,2	250,8	252,4
10	266,7	268,3	269,9	271,5	273,1	274,6	276,2	277,8
11	292,1	293,7	295,3	296,9	298,4	300,0	301,6	303,2
12	317,5	319,1	320,7	322,3	323,8	325,4	327,0	328,6
13	342,9	344,5	346,1	347,7	349,2	350,8	352,4	354,0
14	368,3	369,9	371,5	373,1	374,6	376,2	377,8	379,4
15	393,7	395,3	396,9	398,5	400,0	401,6	403,2	404,8
16	419,1	420,7	422,3	423,9	425,4	427,0	428,6	430,2
17	444,5	446,1	447,7	449,3	450,8	452,4	454,0	455,6
18	469,9	471,5	473,1	474,7	476,2	477,8	479,4	481,0
19	495,3	496,9	498,5	500,1	501,6	503,2	504,8	506,4
20	520,7	522,3	523,9	525,5	527,0	528,6	530,2	531,8
21	546,1	547,7	549,3	550,9	552,4	554,0	555,6	557,2
22	571,5	573,1	574,7	576,3	577,8	579,4	581,0	582,6
23	596,9	598,5	600,1	601,7	603,2	604,8	606,4	608,0

Алгебраические формулы.

$$a^m \cdot a^n = a^{m+n}; \quad \frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}; \quad a^0 = 1;$$

$$(a^m)^n = a^{m \cdot n}; \quad (a \cdot b)^m = a^m \cdot b^m; \quad \sqrt[m]{a \cdot b} = \sqrt[m]{a} \cdot \sqrt[m]{b};$$

$$\sqrt[m]{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt[m]{a}}{\sqrt[m]{b}}; \quad a^{1/2} \cdot a^{1/2} = a^{1/2+1/2} = a^1 = a;$$

поэтому:

$$a^{1/2} = \sqrt{a}; \quad a^{1/m} = \sqrt[m]{a}; \quad a^{1/m} = \sqrt[m]{\frac{1}{a^{-1}}} = \frac{1}{\sqrt[m]{a}} = \sqrt[m]{a^{-1}};$$

$$\log a \cdot b = \log a + \log b;$$

подобным образом:

$$\log \frac{a}{b} = \log a - \log b.$$

$$\log a^n = n \cdot \log a; \quad \log a^{1/n} = \frac{1}{n} \log a.$$

Умножение.

$$(a+b)(c+d) = ac + bc + ad + bd$$

$$(a+b)(a+b) = (a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

$$(a+b)(a-b) = a^2 - b^2$$

$$(a-b)(a-b) = (a-b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$$

$$(a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$$

$$(a-b)^3 = a^3 - 3a^2b + 3ab^2 - b^3$$

$$\{a+b+c+d+e+\dots\} \{a+b+c+d+e+\dots\}$$

$$a^2 + 2ab + b^2 + 2ac + 2bc + c^2 + 2ad + 2bd + 2cd + d^2 + \dots$$

Решение уравнений.

I степени:

$$ax + by = c; \quad x = \frac{cb_1 - c_1b}{ab_1 - a_1b}$$

$$a_1x + b_1y = c; \quad y = \frac{ac_1 - a_1c}{ab_1 - a_1b}$$

II степени:

из уравнения:

$$ax^2 + bx + c = 0$$

имеем:

$$x^2 + \frac{b}{a}x + \frac{c}{a} = 0;$$

Для:

$$\frac{b}{a} = A \quad \text{и} \quad \frac{c}{a} = B$$

имеем:

$$x^2 + Ax + B = 0,$$

отсюда:

$$x = \frac{-A}{2} \pm \sqrt{\frac{A^2}{4} - B}$$

III степени:

$$z^3 + az^2 + bz + c = 0$$

подставляем:

$$z = x - \frac{1}{3}a,$$

тогда:

$$x^3 + px + q = 0.$$

Корни уравнения вида:

$$x^3 + px + q = 0$$

по формуле, суть:

$$\begin{aligned} x_1 &= \sqrt[3]{-1/2 q + \sqrt{(1/2 q)^2 + (1/3 p)^3}} \\ &+ \sqrt[3]{-1/2 q - \sqrt{(1/2 q)^2 + (1/3 p)^3}} \\ x_2 &= w_1 \sqrt[3]{-1/2 q + \sqrt{(1/2 q)^2 + (1/3 p)^3}} \\ &+ w_2 \sqrt[3]{-1/2 q - \sqrt{(1/2 q)^2 + (1/3 p)^3}} \\ x_3 &= w_2 \sqrt[3]{-1/2 q + \sqrt{(1/2 q)^2 + (1/3 p)^3}} \\ &+ w_1 \sqrt[3]{-1/2 q - \sqrt{(1/2 q)^2 + (1/3 p)^3}} \end{aligned}$$

где w_1 и w_2 обозначают мнимые корни $\sqrt[3]{1}$, или:

$$w_1 = \frac{-1 + i\sqrt{3}}{2} \quad w_2 = \frac{-1 - i\sqrt{3}}{2}$$

Показательные уравнения.

$$a^x = b; \quad x = \frac{\log b}{\log a};$$

Биномы.

$$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2;$$

$$(a + b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$$

$$(a + b)^4 = a^4 + 4a^3b + 6a^2b^2 + 4ab^3 + b^4$$

$$(a + b)^n = a^n + \frac{n}{1} a^{n-1} b + \frac{n(n-1)}{1 \cdot 2} a^{n-2} b^2 + \\ + \frac{n(n-1)(n-2)}{1 \cdot 2 \cdot 3} a^{n-3} b^3 + \dots + \frac{n(n-1)(n-2)\dots 3 \cdot 2}{1 \cdot 2 \cdot 3 \dots (n-1)} a b^{n-2} + b^n$$

Проценты.

Простые проценты.

Пусть P — основной капитал, R — проценты, J — рост капитала, T — время роста в годах, A — итог, т. е. основной капитал плюс прирост.

Тогда:

$$J = \frac{P \cdot T \cdot R}{100}; \quad R = \frac{100 \cdot J}{P \cdot T}; \quad P = \frac{100 \cdot J}{R \cdot T}; \quad T = \frac{100 \cdot J}{P \cdot R};$$

$$A = P + J = \frac{P(100 + R \cdot T)}{100}; \quad P = \frac{100 \cdot A}{100 + R \cdot T}$$

Если время T дано в месяцах, неделях или днях, то 100 в предыдущих формулах следует помножить соответственно на 12, 52 или 365.

Сложные проценты.

При сложных процентах, прирост в конце первого периода присоединяется к основному капиталу и таким образом полученная сумма (итог) кладется в основание для следующего периода в качестве основного капитала для учета процентов и т. д. и т. д.

Пусть P — основной капитал
 A — итог или сумма
 $r = R : 100$ — прирост единицы ценности в течение года или периода.
 n — число годов или периодов.

Тогда:

$$A = P (1 + r)^n; \quad P = \frac{A}{(1 + r)^n};$$

$$r = \sqrt[n]{\frac{A}{P}} - 1; \quad n = \frac{\lg A - \lg P}{\lg (1 + r)};$$

Ренты.

Рента есть определенная сумма, выплачиваемая периодически. Рента N лежит невыплачиваемая n лет. При R простых процентах ($r = R : 100$) общая сумма:

$$A = n N + \frac{n(n-1)}{2} \cdot r N.$$

При сложных процентах

$$A = \frac{(1 + r)^n - 1}{r} \cdot N.$$

Если долг D при сложных процентах погашается ежегодными платежами N то долг d через n лет и время m , когда сумма будет полностью оплочена, будут:

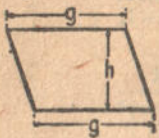
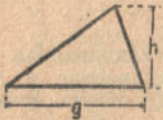
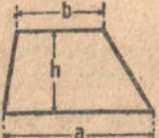

$$d = \frac{(D \cdot r - N) (1 + r)^n + N}{r}$$




$$m = \frac{\lg N - \lg (N - Dr)}{\lg (1 + r)}$$

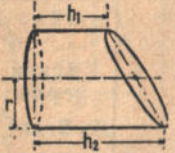
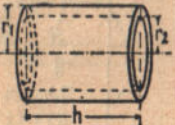
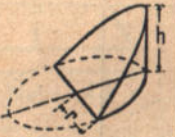

Если $N = Dr$ то время $m = \infty$.

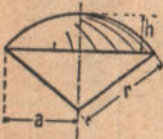

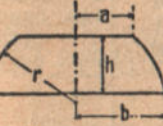
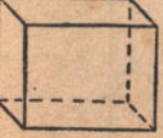
Ежегодные взносы N для погашения долга D в n лет при R сложных процентах ($r = R : 100$) определяются из:

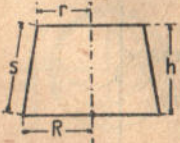
$$N = \frac{Dr(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

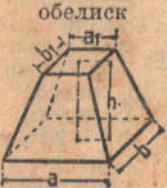
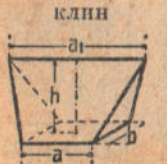


Фигура	Площадь F или поверхность	Об'ем	Примечания
Параллелограмм  Черт. № 1	$F = g \cdot h$		
Треугольник  Черт. № 2	$F = g \cdot \frac{h}{2}$		
Трапеция  Черт. № 3	$F = \frac{a + b}{2} \cdot h$		
n -сторон. правильный многоугольник  Черт. № 4	$F = \frac{1}{2} \pi R^2 \operatorname{sn} \left(\frac{180^\circ}{n} \right) = \pi \cdot r^2 \operatorname{tg} \left(\frac{180^\circ}{n} \right) = \frac{n \cdot S}{4} \operatorname{ctg} \left(\frac{180^\circ}{n} \right)$		Сторона: $S = 2 R \operatorname{sn} \left(\frac{180^\circ}{n} \right) = 2 r \operatorname{tg} \left(\frac{180^\circ}{n} \right)$

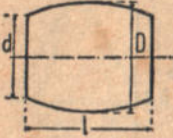

Фигура	Площадь F или поверхность	Объем	Примечания
<p>круг</p>  <p>Черт. № 5</p>	$F = \pi \cdot r^2 =$ $\frac{\pi}{4} \cdot d^2$		<p>Длина окружности:</p> $u = 2\pi r =$ $= \pi \cdot d$ <p>Длина хорды:</p> $S = 2r sn \frac{\varphi}{2} =$ $= 2\sqrt{h(2r-h)}$ <p>Высота дуги:</p> $h = r(1 - \cos \frac{\varphi}{2}) =$ $= \frac{S}{2} \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}$ <p>Длина дуги:</p> $b = \pi \cdot r \cdot$ $\cdot \frac{\varphi}{180} =$ $= 0,0174353 \cdot r \cdot \varphi$
<p>кольцо</p>  <p>Черт. № 6</p>	$F = \pi (R^2 - r^2)$ $= 2\pi \frac{(R+r)}{2} \delta$		
<p>цилиндр</p>  <p>Черт. № 7</p>	$F = 2\pi \cdot r \cdot h$ <p>боковая</p> $F = 2\pi r (h+r)$ <p>полная</p>	$v = \pi \cdot r^2 \cdot h =$ $= 0,785 \cdot d^2 \cdot h$	

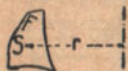
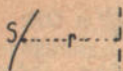
Фигура	Площадь F' или поверхность	Об'ем	Приме- чания
<p>косо-срезанный цилиндр</p>  <p>Черт. № 8</p>	$F' = \pi \cdot r \cdot (h_1 + h_2)$ <p>бок.</p>	$v = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot (h_1 + h_2)}{2}$	
<p>цилиндр полый</p>  <p>Черт. № 9</p>	<p>Внутр. + Вне- шняя боковая поверхность:</p> $F = 2\pi \cdot h \cdot (r_1 + r_2)$ <p>основания</p> $F' = \pi (r_1^2 - r_2^2)$	$v = \pi \cdot h \cdot (r_1^2 - r_2^2)$	
<p>усеченный цилиндр</p>  <p>Черт. № 10</p>	$F = 2 r h$ <p>бок.</p>	$v = \frac{2}{3} h \cdot r^2$	
<p>шар</p>  <p>Черт. № 11</p>	$F = 4\pi r^2 = \pi \cdot d^2$	$v = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{\pi \cdot d^3}{6}$	

Фигура	Площадь F или поверхность	Объем	Приме- чания
<p>сферич. сектор</p>  <p>Черт. № 12</p>	$F = \pi \cdot r \cdot (2h + a)$	$v = \frac{2}{3} \pi \cdot r^2 h$	
<p>сферич. сегмент</p>  <p>Черт. № 13</p>	$F = 2\pi \cdot r \cdot h$	$v = \pi \cdot r^2 \cdot \left(r - \frac{1}{3} h \right) = \frac{\pi \cdot h}{6} \cdot (3a^2 + h^2)$	
<p>шаровой слой</p>  <p>Черт. № 14</p>	$F = 2\pi \cdot r \cdot h$	$v = \frac{1}{6} \pi \cdot h (3a^2 + 3b^2 + h^2)$	
<p>призма</p>  <p>Черт. № 15</p>	$F = \text{периметр} \times \text{высота} + 2 \times \text{площади основания}$	$v = \text{Длина} \times \text{ширину} \times \text{высоту}$	

Фигура	Площадь F' или поверхность	Об'ем	Приме- чания
<p>пирамида</p>  <p>Черт. № 16</p>	$F = \text{сумме} \\ \text{поверх-} \\ \text{ностей тре-} \\ \text{угольников}$	$v = F \text{ основ. } \cdot \\ h$	
<p>конус</p>  <p>Черт. № 17</p>	$F = \pi \cdot r \cdot s = \\ = \pi \cdot r \cdot \\ \cdot \sqrt{r^2 + h^2}$	$v = \frac{1}{3} \pi \cdot r^2 \cdot \\ h$	
<p>усеченная пирамида</p>  <p>Черт. № 18</p>		$v = \frac{h}{3} \cdot \\ (F + f + \sqrt{F \cdot f})$	F — площ. ниж. основ. f — площ. верх. основ.
<p>усеченный конус</p>  <p>Черт. № 19</p>	$F = \pi \cdot s \cdot \\ (R + r)$	$v = \frac{1}{3} \pi \cdot h \cdot \\ (R^2 + Rr + r^2)$	

Фигура	Площадь F или поверхность	Объем	Приме- чания
<p>обелиск</p>  <p>Черт. № 20</p>	$F = \text{сумма}$ четырех трапеций	$v = \frac{h}{6}$ $[(2a + a_1) b + (2a_1 + a) b_1]$	
<p>клин</p>  <p>Черт. № 21</p>	$F = \text{сумма}$ $\text{обоих тра-$ пеций и $\text{обоих боко-$ вых гре- угольников	$v = \frac{1}{6} b h$ $\cdot (2a + a_1)$	
<p>цилиндр. кольцо</p>  <p>Черт. № 22</p>	$F = 4 \pi^2 R r$	$v = 2 \pi R r^2$	
<p>параболоид вращения</p>  <p>Черт. № 23</p>		$v = \frac{1}{2} \pi \cdot r^2 \cdot h$	

Фигура	Площадь F' или поверхность	Объем	Примечания
<p style="text-align: center;">бочка</p>  <p style="text-align: center;">Черт. № 24</p>		$v_I = \frac{1}{12} \pi \cdot l \cdot (2D^2 + d^2)$ $v_{II} = \frac{1}{15} \pi \cdot l \cdot \left(2D^2 + D \cdot d + \frac{3}{4} d^2 \right)$	v_I — приближенно для досок, изогнутых по окружности v_{II} — точно, для параболически изогнутых досок
Эллипс	$F = \pi \cdot a \cdot b$		Уравнение кривой: $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$
Гипербола			Уравнение кривой: $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$
Парабола			Уравнение кривой: $y^2 = 2px$; $2p$ — параметр. Фокус — на расстоянии $\frac{1}{2}p$ от вершины
 <p style="text-align: center;">Черт. № 25</p>	<p>Объемы конуса (J_1), параболоида вращения (J_2), шара (J_3) и цилиндра (J_4) одинаковой высоты относятся между собою, как:</p> $J_1 : J_2 : J_3 : J_4 = \frac{1}{3} : \frac{1}{2} : \frac{2}{3} : 1.$		



Черт. № 26

Правило Гульдина.

Площадь поверхности вращения равна длине образующей линии l , умноженной на путь, описываемый центром тяжести.

$$J = l \cdot 2 \cdot \pi \cdot r.$$

Объем тела вращения равен вращающейся площади F умноженной на путь ее центра тяжести.

$$V = F \cdot 2 \cdot \pi \cdot r.$$



Черт. № 27

Построение некоторых кривых.

а. Эллипса.

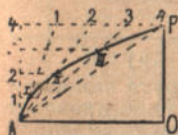
Даны: большая полуось = a и малая полуось = b . Из точки O (центра), радиусами, равными a и b описываются окружности и проводится любой радиус OC . Через точку его D проводится $DE \parallel a$ и через точку C проводится $CE \parallel b$. Точка пересечения E принадлежит эллипсу.



Черт. № 28

Приближенное построение.

Радиусом $= \left(b - \frac{a-b}{3}\right) = OE$ описывают дугу из A и A_1 , затем тем же радиусом из G и H — окружности mAn и oA_1p . Из точки O как центра проводят дугу mM . В точке M лежит центр дуги $mB\delta$. Равным же радиусом описывают дугу np .



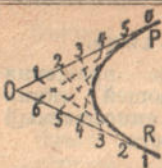
Черт. № 29

б. Параболы.

а) Дано: Вершина A , направление оси AO и точка параболы P .

Проводится $AD \perp AO$ и $DP \parallel AO$.

Отрезки AD и DP делятся на одинаковое число равных между собою частей. Лучи и параллели по чертежу.



Черт. № 30

б) Дано:

Две касательные OP и OR .

Касательные делятся на одинаковое количество равных между собою частей. Лучи и точки параболы по чертежу.



Черт. № 31

с) Гиперболы:

Дано: Фокусы FF_1 и вершины AB на отрезке.

Две точки пересечения произвольного круга радиуса $FO = r$ описанного из центра F с другим кругом радиуса $r_1 =$ расстоянию AB , из центра F_1 , являются двумя точками дуги параболы OBO_1 . Дуга RAR_1 ей симметрична.

д) Циклоида.

Циклоидой называется кривая, описанная точкой окружности круга, катящегося по прямой без скольжения.



Черт. № 32

е) Эпициклоида.

Катящийся круг делится на n равных частей. Части равной длины откладываются на неподвижном круге и по черт. через точки деления описываются параллельно круги и лучи. Точки пересечения дают нам точки, принадлежащие эпициклоиде.



Черт. № 33

ф) Гипоциклоида.

Катание происходит внутри неподвижного круга. Конструкция аналогична эпициклоиде.



Черт. № 34

г) Развертка круга.

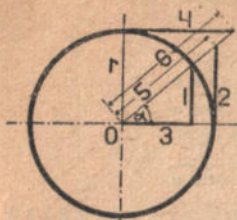
На разворачиваемом круге наносят n равных делений. Через них проводят касательные, равные выпрямленной длине дуги затем проводят из II дугу 1,2 и из III дугу 2,3 и т. д.

Тригонометрия.

На чертеже радиус r принят за единицу; значения различных длин: 1, 2, 3, 4, 5, 6 представляют значения тригонометрических функций

угла a , и именно:

1	представляет	$\sin a$
2	"	$\cos a$
3	"	$\operatorname{tg} a$
4	"	$\operatorname{ctg} a$
5	"	$\operatorname{sec} a$
6	"	$\operatorname{cosec} a$



Черт. № 35

Гониометрические формулы.

$$\frac{a}{c} = \sin a \quad \frac{b}{c} = \cos a \quad \frac{a}{b} = \operatorname{tg} a$$

$$\frac{c}{a} = \operatorname{cosec} a \quad \frac{c}{b} = \operatorname{sec} a \quad \frac{b}{a} = \operatorname{cotg} a$$

Функция	Угол лежит между			
	0° и 90°	90° и 180°	180° и 270°	270° и 360°
\sin	+	+	-	-
\cos	+	-	-	+
tg	+	-	+	-
cotg	+	-	+	-

град	0°	90°	180°	270°	360°	30°	45°	60°
\sin	0	+1	0	-1	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$
\cos	+1	0	-1	0	+1	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}$
$\operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \right)$	0	∞	0	∞	0	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$	1	$\sqrt{3}$
cotg	∞	0	∞	0	∞	$\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$

Основные формулы.

$$\sin^2 a + \cos^2 a = 1$$

$$\operatorname{tg} a = \frac{\sin a}{\cos a}; \operatorname{cotg} a = \frac{\cos a}{\sin a}$$

$$\sec a = \frac{1}{\cos a}; \operatorname{cosec} a = \frac{1}{\sin a}$$

Функция, выраженная через другую.

$$\sin a = \sqrt{1 - \cos^2 a} = \frac{\operatorname{tg} a}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 a}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{cotg}^2 a}}$$

$$\cos a = \sqrt{1 - \sin^2 a} = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 a}} = \frac{\operatorname{cotg} a}{\sqrt{1 + \operatorname{cotg}^2 a}}$$

$$\operatorname{tg} a = \frac{\sin a}{\sqrt{1 - \sin^2 a}} = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 a}}{\cos a} = \frac{1}{\operatorname{cotg} a}$$

$$\operatorname{cotg} a = \frac{\sqrt{1 - \sin^2 a}}{\sin a} = \frac{\cos a}{\sqrt{1 - \cos^2 a}} = \frac{1}{\operatorname{tg} a}$$

Формулы для двух углов.

$$\sin(a \pm \beta) = \sin a \cos \beta \pm \cos a \sin \beta$$

$$\cos(a \pm \beta) = \cos a \cos \beta \mp \sin a \sin \beta$$

$$\operatorname{tg}(a \pm \beta) = \frac{\operatorname{tg} a \pm \operatorname{tg} \beta}{1 \mp \operatorname{tg} a \operatorname{tg} \beta}$$

$$\operatorname{cotg}(a \pm \beta) = \frac{\operatorname{cotg} a \cdot \operatorname{cotg} \beta \pm 1}{\operatorname{cotg} \beta \pm \operatorname{cotg} a}$$

$$\sin a + \sin \beta = 2 \sin \frac{a + \beta}{2} \cdot \cos \frac{a - \beta}{2}$$

$$\sin a - \sin \beta = 2 \cos \frac{a + \beta}{2} \sin \frac{a - \beta}{2}$$

$$\cos a + \cos \beta = 2 \cos \frac{a + \beta}{2} \cos \frac{a - \beta}{2}$$

$$\cos \alpha - \cos \beta = -2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \sin \frac{\alpha - \beta}{2}.$$

$$\operatorname{tg} \alpha \pm \operatorname{tg} \beta = \frac{\sin (\alpha \pm \beta)}{\cos \alpha \cdot \cos \beta}.$$

$$\operatorname{cotg} \alpha \pm \operatorname{cotg} \beta = \frac{\sin (\beta \pm \alpha)}{\sin \alpha \sin \beta}.$$

Формулы для определения половины угла по целому.

$$\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha.$$

$$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha.$$

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2 \operatorname{tg} \alpha}{1 - \operatorname{tg}^2 \alpha}$$

$$\operatorname{cotg} 2\alpha = \frac{\operatorname{cotg}^2 \alpha - 1}{2 \operatorname{cotg} \alpha}$$

$$\sin \frac{1}{2} \alpha = \sqrt{\frac{1 - \cos \alpha}{2}}.$$

$$\cos \frac{1}{2} \alpha = \sqrt{\frac{1 + \cos \alpha}{2}}.$$

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} \alpha = \frac{\sin \alpha}{1 + \cos \alpha} = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$\operatorname{cotg} \frac{1}{2} \alpha = \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha} = \frac{1 + \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

Тригонометрич. формулы для решения треугольников.

Прямоугольного:

Дано	Найти	Решение
a, b	a, β, c F	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{b}; \operatorname{tg} \beta = \frac{b}{a}; c = \sqrt{a^2 + b^2}$ $\beta = 90^\circ - \alpha; c = \frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\cos \alpha}; F = \frac{a b}{2}$
a, c	a, β, b F	$\sin \alpha = \frac{a}{c}; \cos \beta = \frac{a}{c}; b = \sqrt{c^2 - a^2}$ $b = c \cdot \cos \alpha = c \sin \beta$ $\alpha = 90^\circ - \beta; F = \frac{a}{2} \sqrt{c^2 - a^2} = \frac{a c}{2} \sin \beta.$

Дано	Найти	Решение
a, α	b, c F	$b = a \cdot \operatorname{cotg} \alpha; \quad c = \frac{a}{\sin \alpha}$ $F = \frac{a^2}{2} \operatorname{cotg} \alpha.$
b, α	a, c F	$a = b \cdot \operatorname{tg} \alpha; \quad c = \frac{b}{\cos \alpha}$ $F = \frac{b^2}{2} \operatorname{tg} \alpha.$
c, α	a, b F	$a = c \cdot \sin \alpha; \quad b = c \cdot \cos \alpha$ $F = \frac{c^2}{2} \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \frac{c^2}{4} \sin 2\alpha.$

Косоугольного:

Дано	Найти	Решение
a, b, c	α F	$\cos \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}$ $F = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)},$ где $s = \frac{1}{2}(a+b+c).$
a, b, A	B C c	$\sin B = \frac{b \sin A}{a}$ $C = 180^\circ - (A + B)$ $c = \frac{a \sin C}{\sin A} = b \cos A \pm \sqrt{a^2 - b^2 \sin^2 A}$
a, A, B	b, c	$b = \frac{a \sin B}{\sin A}, \quad c = \frac{a \sin C}{\sin A}$
a, b, C	A, B c	$\operatorname{tg} A = \frac{a \sin C}{b - a \cos C}, \quad B = 180^\circ - (A + C)$ $c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos C} = \frac{a \sin C}{\sin A}$

Дифференциальное и интегральное исчисление.

Формулы для дифференцирования.

В нижеследующих формулах обозначают:

x — независимое переменное

u и v — функции от x

a , e и n — произвольные постоянные

$\ln = \log_e$; $\lg = \log_{10}$

$$\frac{d}{dx} c = 0$$

$$\frac{d}{dx} (uv) = u \frac{dv}{dx} + v \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{u}{v} \right) = v \frac{du}{dx} - u \frac{dv}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} u^n = n u^{n-1} \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} e^u = e^u \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} a^n = a^n \ln a \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} u^v = v u^{v-1} + u^v \ln u \frac{dv}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} \lg u = \frac{1}{u} \cdot \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} \lg u = \frac{\lg e}{u} \cdot \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} \sin u = \cos u \cdot \frac{du}{dx} \quad (\text{u в радианах})$$

$$\frac{d}{dx} \cos u = -\sin u \cdot \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} \operatorname{tg} u = \sec^2 u \cdot \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} \operatorname{ctg} u = -\operatorname{csc}^2 u \cdot \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} \sec u = \sec u \cdot \operatorname{tg} u \cdot \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} \csc u = -\csc u \cdot \operatorname{ctg} u \cdot \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} \arcsin u = \frac{1}{\sqrt{1-u^2}} \cdot \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} \arccos u = -\frac{1}{\sqrt{1-u^2}} \cdot \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} \operatorname{arctg} u = \frac{1}{1+u^2} \cdot \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} \operatorname{arcctg} u = -\frac{1}{1+u^2} \cdot \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} \operatorname{arcsec} u = \frac{1}{u\sqrt{u^2-1}} \cdot \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} \operatorname{arcsc} u = -\frac{1}{u\sqrt{u^2-1}} \cdot \frac{du}{dx}$$

Формулы для интегрирования.

$$\int dx = x + c$$

$$\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1}$$

$$\int \frac{dx}{x} = \ln x$$

$$\int \frac{dx}{ax+b} = \frac{1}{a} \ln(ax+b)$$

$$\text{при } n \neq -1: \int (ax + b)^n \cdot dx = \frac{(ax + b)^{n+1}}{a(n+1)}$$

$$\text{при } a > 0 \text{ и } b > 0: \int \frac{dx}{ax^2 + b} = \frac{1}{\sqrt{ab}} \operatorname{arc} \operatorname{tg} \sqrt{\frac{a}{b}} \cdot x$$

$$\text{при } a > 0 \text{ и } b > 0: \int \frac{dx}{ax^2 - b} = \frac{1}{2\sqrt{ab}} \cdot \ln \frac{\sqrt{a} \cdot x - \sqrt{b}}{\sqrt{a} \cdot x + \sqrt{b}}$$

$$\int \sqrt{x^2 + a^2} \cdot dx = \frac{1}{2} \left[x \cdot \sqrt{x^2 + a^2} + a^2 \ln (x + \sqrt{x^2 + a^2}) \right]$$

$$\int \sqrt{x^2 - a^2} \cdot dx = \frac{1}{2} \left[x \cdot \sqrt{x^2 - a^2} - a^2 \ln (x + \sqrt{x^2 - a^2}) \right]$$

$$\int \sqrt{a^2 - x^2} \cdot dx = \frac{1}{2} \left(x \cdot \sqrt{a^2 - x^2} + a^2 \operatorname{arc} \sin \frac{x}{a} \right).$$

$$\int \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} = \operatorname{arc} \operatorname{sn} \frac{x}{a}$$

$$\int \ln x \cdot dx = x (\ln x - 1)$$

$$\int \lg x \cdot dx = x \lg \frac{x}{10}$$

$$\int e^{ax} \cdot dx = \frac{e^{ax}}{a}$$

$$\int a^x \cdot dx = \frac{a^x}{\ln a}$$

$$\int x \cdot e^x \cdot dx = e^x (x - 1)$$

$$\int \operatorname{sn} x \cdot dx = -\operatorname{cs} x$$

$$\int \operatorname{cs} x \cdot dx = \operatorname{sn} x$$

$$\int \operatorname{sn}^2 x \cdot dx = \frac{x}{2} - \frac{\operatorname{sn} 2x}{4}$$

$$\int \operatorname{cs}^2 x \cdot dx = \frac{x}{2} + \frac{\operatorname{sn} 2x}{4}$$

$$\int \operatorname{tg} x \cdot dx = -\ln \operatorname{cs} x$$

$$\int \operatorname{ctg} x \cdot dx = \ln \operatorname{sn} x$$

$$\int \operatorname{sec} x \cdot dx = \ln (\operatorname{sec} x + \operatorname{tg} x)$$

$$\int \operatorname{sec}^2 x \cdot dx = \operatorname{tg} x$$

$$\int \operatorname{csc} x \cdot dx = \ln (\operatorname{sec} x - \operatorname{tg} x)$$

$$\int \operatorname{csc}^2 x \cdot dx = \operatorname{ctg} x$$

$$\int x \operatorname{sn} x \cdot dx = \operatorname{sn} x - x \operatorname{cs} x$$

$$\int x^2 \operatorname{sn} x \cdot dx = 2 \cdot x \cdot \operatorname{sn} x + (2 - x^2) \operatorname{cs} x$$

$$\int x \operatorname{cs} x \cdot dx = \operatorname{cs} x + x \operatorname{sn} x$$

$$\int x^2 \operatorname{cs} x \cdot dx = 2 x \operatorname{cs} x + (x^2 - 2) \operatorname{sn} x$$

II. МЕХАНИКА.

1. Основные физические понятия.

а) Основные законы Ньютона.

Законы инерции (Галилей).

Всякое тело сохраняет состояние покоя или прямолинейного и равномерного движения, пока внешняя причина не выведет его из этого состояния.

Силой наз. всякая причина переводящая тело из покоя в движение, или делающая прямолинейное и равномерное движение криволинейным и неравномерным.

Изменение движения пропорционально приложенной действующей силе и происходит в направлении силы.

Закон взаимодействия: Действие двух тел, одно на другое, всегда равно и направлено противоположно (действие равно противодействию).

Закон притяжения: Два тела, обладающие массами m_1 и m_2 притягиваются взаимно с силою обратно пропорционально квадрату расстояния между ними и прямо пропорционально произведению из их масс. Если r расстояние между центрами тяжести тел, то сила притяжения P равна:

$$P = \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

б) Сила, масса и ускорение.

Всякое тело, под действием постоянной силы, находится в состоянии равномерно — переменного движения (Напр.: при небольшой высоте свободно падающее тело под влиянием силы притяжения земли получает ускорение $9,81 \text{ m/sec}^2$ (под широтой в 50°). Ускорения (p) вызванные в одном и том же теле разными силами (P) относятся так, как силы:

$$\frac{P_1}{p_1} = \frac{P_2}{p_2} = \text{const.} = m$$

Это постоянное отношение силы к ускорению называется массой тела.

Основное уравнение динамики (Ньютон, 1687). Сила равна произведению массы на ускорение:

$$P = m \cdot p$$

(или для свободного падения в пустоте).

$$G = m \cdot g$$

Здесь p есть приращение скорости в единицу времени. Далее, если V есть приращение скорости за время t , то является равенство: $p = \frac{v}{t}$; если это значение вставить в выражение $P = m \cdot p$, то получится: $m \cdot v = P \cdot t$. Произведение $m \cdot v$ называется количеством движения, а $P \cdot t$ — импульсом силы.

Работа силы P на пути S есть произведение силы на путь. $A = P \cdot S$ (измеренное в направлении силы).

Работа, совершенная в единицу времени, называется производительностью или эффектом.

$$L = \frac{P \cdot S}{t}$$

Живая сила. Если на тело, обладающее массой m и скоростью v_1 действует сила P , вызывая ускорение на пути S , то скорость тела поднимается до v_2 . Тогда:

$$v_2^2 = v_1^2 + 2 \frac{P}{m} \cdot S$$

или

$$P \cdot S = \frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2}$$

Величина $\frac{m v^2}{2}$ называется живой силой.

Отсюда приращение живой силы равно затраченной работе, а уменьшение живой силы равно проявленной работе.

Энергия. Способность тела произвести работу называется энергией. Движущееся тело, обладает способностью произвести работу, которую называют энергией движения или кинетической энергией. Тело, поднятое на высоту h и обладающее весом g обладает работоспособностью: $g \cdot h$, которую называют энергией положения или потенциальной энергией. —

Принцип сохранения энергии. (Meuer 1842).

Если группа тел, свободная от влияния других тел, подвержена только взаимному влиянию друг на друга своих частей, то сумма энергии этих тел остается постоянной. Может только происходить преобразование потенциальной энергии в кинетическую (или наоборот). Так как вселенная не подвержена влиянию никаких посторонних масс, то энергия вселенной остается постоянной.

Различают следующие формы энергии.

- 1) Механическая энергия.
- 2) Теплота.
- 3) Химическая энергия.
- 4) Электрическая энергия,

проявлениями которой могут быть приняты свет и магнетизм.

Все формы энергии могут быть преобразованы друг в друга, при чем, механическая, химическая и электрическая могут быть полностью преобразованы в теплоту, последняя же только частично в энергию другого вида. В последнем случае необходимо наличие разности температур, и часть теплоты тогда затрачивается на уравнение температур. Поэтому в изътой системе способность преобразования теплоты в энергию другого вида уменьшается, а энтропия, т. е. количество неспособной более к преобразованию теплоты, растет (Второй закон учения о теплоте.)

с) Теплота и работа — эквиваленты: Для нагревания одного куб. метра воды (сред. температуры) на один градус по Цельсию необходимо затратить 427 килограмметров работы.

1 килограмметр соответствует $\frac{1}{427}$ единицам теплоты (калорий). (Термический эквивалент работы.)

d) Электрическая работа, механическая работа и теплота.

$$1 \text{ вольт} \times 1 \text{ кулон} = \frac{1}{g} \text{ килограмметров.}$$

$$1 \text{ кулон} = 1 \text{ ампер} \cdot \text{секунда.}$$

$$1 \text{ вольт} \times 1 \text{ ампер} = 1 \text{ ватт} = \frac{1}{9.81} \text{ килограммет-$$

ров в секунду.

$$1000 \text{ ватт} = 1 \text{ киловатт} = 1,36 \text{ л. с.}$$

$$1 \text{ л. с.} = 0,736 \text{ киловатт.}$$

1 киловатт может в течение одной секунды вызвать 0,24 Б. К., т. е. 0,24 кд. воды нагреть на 1° Ц.

Работа (с. i) затрачиваемая током при прохождении сопротивления превращается в теплоту. Так как

$$\text{сила тока } (i) = \frac{\text{электродв. сила } (c)}{\text{сопротивление } (R)}$$

$$\text{или: } i = \frac{c}{R}, \text{ откуда: } c = i \cdot R$$

то это выделение теплоты ($c \cdot i$) равно:

$$(i R) \cdot i = i^2 R$$

1 Б. К. = 4189 джоулей (см. отдел электротехники.)

2. Механика твердого тела.

Геометрические законы движения.

а) Прямолинейное движение материальной точки:

Равномерное движение: в равные промежутки времени проходятся равные расстояния, поэтому скорость c постоянна. За время t сек. пройденный путь $S = c \cdot t$ и отсюда:

$$c = \frac{S}{t}; t = \frac{S}{c}$$

Равноускоренное движение. Приращения путей, пройденных в одинаковые промежутки времени постоянны = p (ускорение).

Если материальная точка обладает начальной скоростью c и движется с ускорением p , то через t сек. достигнутая скорость будет:

$$v = c + pt; S = ct + \frac{p}{2} \cdot t^2 = \frac{v^2 - c^2}{2p}$$

Если начальная скорость $c = 0$, то:

$$v = pt; S = \frac{p}{2} \cdot t^2 = \frac{v^2}{2p}$$

Примером этому служит свободное падение тела. Для него:

$$p = g = 9,81 \cdot s = h$$

Конечная скорость:

$$v = g \cdot t = \sqrt{2g \cdot h}$$

При неравномерном движении, скорость в каждый данный момент времени t равна:

$$v = \frac{dS}{dt}$$

При замедленном движении, — ускорение отрицательно.

б) Криволинейное движение.

Скорость: $v = \frac{dS}{dt}$, ускорение: $p = \frac{dy}{dt}$.

При разложении ускорения p в направлении касательной к кривой пути и нормали к ней, получаем ускорение тангенциальное (изменение скорости по величине)

$$pt = \frac{dy}{dt}$$

и нормальное ускорение (изменение направления скорости).

$$p_n = v \cdot \frac{dv}{dt} = \frac{v^2}{\rho}; p = pt + p_n; |p| = \sqrt{pt^2 + p_n^2}$$

Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Линия пути есть парабола.

При начальной скорости c по истечении t сек:

$$t_{cek} : y = c \cdot t \cdot \sin a - \frac{g}{2} \cdot t^2; x = c \cdot t \cdot \cos a$$

Высота полета:

$$h = \frac{c^2}{2g} \cdot \sin^2 a$$

Дальность полета:

$$b = \frac{c^2}{2g} \cdot \sin 2a$$

Параметр параболы

$$= \frac{c^2}{2g} \cdot \cos^2 a$$

Маятник. Время колебания t (отвечающее пути А М Б) для небольших отклонений:

$$t = \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g} \left(1 + \frac{h}{8l}\right)}; \text{ для } \varphi < 5^\circ$$

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Для секундного маятника $t = 1$ сек, отсюда:

$$g = 9,81; \quad l = 0,994 \text{ м.}$$

Круговое движение.

Если тело движется равномерно по окружности радиуса r и делает в минуту n оборотов, то его угловая скорость

$$\omega = \frac{2\pi \cdot n}{60} = \frac{\pi \cdot n}{30}$$

скорость по окружности:

$$v = r \cdot \omega = \frac{\pi \cdot n \cdot r}{30}$$

Сложное движение имеет место тогда, когда точка движется по пути, находящемуся в свою очередь в движении.

Результирующая скорости и ускорения получается путем сложения по правилу параллелограмма, как при сложении сил. (См. статику твердого тела.)

Точка P описывает, кроме ее абсолютного движения a еще относительное движение r (по отношению к пути); последние получают также по правилу параллелограмма, при чем движение пути откладывается в противоположном направлении $(-b)$.

3. Статика твердых тел.

Статика твердых тел изучает взаимоотношения возникающие между силами, действующими на тело находящееся в покое. (Частный случай — тело движется равномерно и прямолинейно.)

Тело деформируется, если под влиянием действия силы взаимное расположение материальных точек тела меняется; в противном случае тело называется жестким.

Силы, действующие на тело находятся в равновесии, если они не изменяют движение этого тела (т. е. скорость тела остается неизменной, в частном случае, если тело находится в состоянии покоя — скорость остается равной нулю.)

В случае устойчивого равновесия, тело, будучи выведенное на бесконечно малую величину из положения равновесия, снова теми же силами приводится в первоначальное положение равновесия. Значит для изменения положения тела должна быть приложена положительная работа.

В случае безразличного равновесия силы остаются в равновесии при любом новом положении тела. Значит для изменения положения тела работа не нужна.

В случае неустойчивого равновесия, тело, будучи выведенным из равновесия, стремится еще сильнее отклониться от положения равновесия. Значит для изменения положения необходима отрицательная работа.

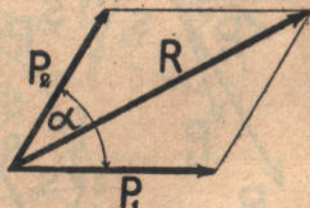
а) Сложение, разложение и равновесие сил.

Параллелограмм сил.

Равнодействующая R двух сил P_1 и P_2 приложенных в одной точке, по величине и направлению равна диагонали параллелограмма построенного на этих силах.

$$R = \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + 2 P_1 P_2 \cos \alpha}$$

Обратная задача. На основании параллелограмма сил равнодействующую R можно разложить на две составляющие, лежащие в одной плоскости с R , или по трем произвольно выбранным направлениям, пересекающимися в одной точке на R и не лежащими в одной плоскости.



Черт. 36.

В случае равновесия: $R = 0$.

Парой сил называются две параллельные силы равной по величине и противоположные по направлению. Расстояние между параллелями по которым направлены составляющая пару сил называются плечом пары.

Момент сил.

Статическим моментом (M) отдельной силы (P), отнесенным к точке (o) называется произведение из силы P на кратчайшее расстояние между направлением силы P и точкой o .

Момент называется положительным, если сила (P) вращается около точки (o) по направлению часовой стрелки; отрицательным — если сила (P) вращается от точки (o) в обратном направлении.

Моментом пары сил называется произведение одной из сил пары на плечо пары. Две пары равносильны, если их моменты равны по величине и направлению.

в) Графическая статика.

Многоугольник (треугольник) сил.

Графический способ сложения сил основан на правиле параллелограмма сил.

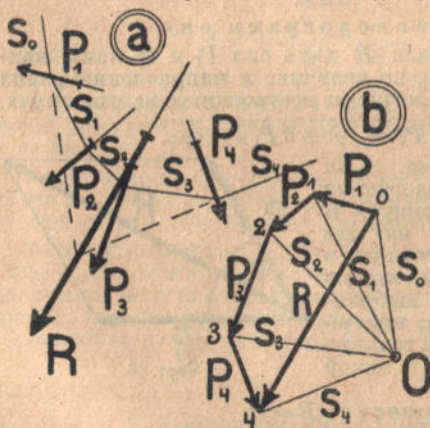
В случае двух сил (черт. 36) имеем силовой треугольник. Равнодействующая R (по величине и направлению) называется замыкающей.

Веревочный многоугольник.

Равнодействующая R сил P_1, P_2, \dots, P_n , в случае

перенесения сил в одну общую точку (но параллельно первоначальным направлениям) остается по величине, направлению и расположению неизменной.

Положение равнодействующей R определяется следующим образом: из произвольной точки O (полюс) проводят ряд полюсных лучей — o_1, o_2, o_3 (черт. 37 б). На черт. 37 а пересекают заданные силы прямыми

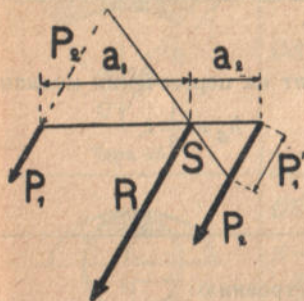


Черт. 37.

(S_1, S_2, \dots, S_n). Равнодействующая R должна лежать в пересечении крайних прямых S_1 и S_n .

Фигура *b* называется силовым многоугольником. Прямые S_1, S_2, \dots, S_n (на черт. а) образуют веревочный многоугольник, а прямые S_1, S_2, \dots, S_n (на черт. б) называются лучами веревочного многоугольника.

с) Центр параллельных сил.



Черт. 38

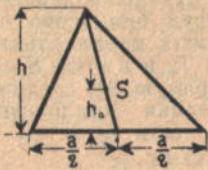
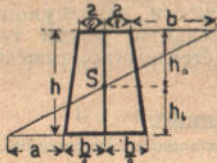
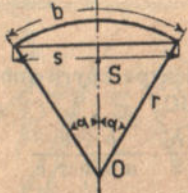
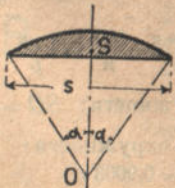
Если R — равнодействующая двух одинаково направленных параллельных сил P_1 и P_2 и в точке S она делит прямую AB соединяющую точки приложения сил на части a_1 и a_2 , то $P_1 \cdot a_1 = P_2 \cdot a_2$



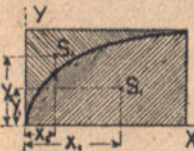
Точка S есть центр параллельных сил P_1, P_2 . Точка приложения параллельных сил тяжести действующих на отдельные точки тела называется центром тяжести.

Центр тяжести линий.

Название	Положение центра тяжести
<p>Периметр треугольника</p> <p>Черт. 39.</p>	<p>S лежит в центре круга вписанного в $\triangle ABC$.</p> $h_a = \frac{h}{2} \cdot \frac{b+c}{a+b+c}$
<p>Дуга круга</p> <p>Черт. 40.</p>	$SO = \frac{r \sin \alpha}{\alpha} \cdot \frac{180}{\pi} = \frac{r \cdot s}{b}$ <p>Для полуокружности: $SO = \frac{2r}{\pi}$</p> <p>Для четверти окружности: $SO = 0,9003 r$.</p>

Центр тяжести площадей.

Название	Положение центра тяжести
 <p style="text-align: center;">Черт. 41</p>	<p>S лежит на пересечении медиан</p> $h_a = \frac{1}{3} h.$
 <p style="text-align: center;">Черт. 42.</p>	<p>По построению:</p> $h_a = \frac{h}{3} \cdot \frac{a + 2b}{a + b}$ $h_b = \frac{h}{3} \cdot \frac{2a + b}{a + b}.$
 <p style="text-align: center;">Черт. 43.</p>	$SO = \frac{2}{3} r \cdot \frac{\sin \alpha}{\alpha} \cdot \frac{180}{\pi} = \frac{2}{3} \cdot \frac{r \cdot s}{b}.$ <p>Для полукруга: $SO = 0,4244 r.$ Для четверти кр.: $SO = 0,6002 r.$</p>
 <p style="text-align: center;">Черт. 44.</p>	$SO = \frac{S^3}{12 F}, \text{ где:}$ <p>F = площадь сегмента s = хорда.</p>

Название	Положение центра тяжести
 <p data-bbox="177 474 275 498">Черт. 45</p>	$OS = \frac{2}{3} \cdot \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \cdot \frac{\sin a}{a} \cdot \frac{180}{\pi}$
 <p data-bbox="177 717 275 742">Черт. 46.</p>	$OS = \frac{s^3}{12 F}, \quad F = \text{площадь сегмента}$ <p data-bbox="405 597 876 736">S — лежит в центре тяжести сегмента круга построенного на перпендикулярной к хорде главной оси эллипса как на диаметре</p>
 <p data-bbox="166 967 280 991">Черт. 47.</p>	$x_1 = \frac{3}{5} a; \quad y_1 = \frac{3}{8} b \quad \text{— для } S.$ $x_2 = \frac{3}{10} a; \quad y_2 = \frac{3}{4} b \quad \text{— для } S_{II}$

4. Динамика твердых тел.

Прямолинейное движение. См. стр. 58.

а) Основные задания.

1. Даны: $s = f(t)$
требуется найти: v, p :

$$v = \frac{ds}{dt}; \quad p = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2}$$

2. Даны: $v = f(t)$
требуется найти: s, p :

$$s = s_0 + \int_0^t v \cdot dt; \quad p = \frac{dv}{dt}$$

3. Даны: $v = f(s)$
требуется найти: p, t :

$$t = \int_{s_0}^s \frac{ds}{v}; \quad p = v \frac{dv}{ds}$$

4. Даны: $p = f(t)$
требуется найти: s, v :

$$v = v_0 + \int_0^t p dt; \quad s = s_0 + \int_0^t v dt.$$

5. Даны: $p = f(s)$
требуется найти: v, t :

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2 \int_{s_0}^s p ds}; \quad t = \int_{s_0}^s \frac{ds}{v}.$$

6. Даны: $p = f(v)$
требуется найти: s, t :

$$s = s_0 + \int_{v_0}^v \frac{v}{p} dv; \quad t = \int_{v_0}^v \frac{dv}{p}.$$

Работа на пути $s_1 - s_0$ равна:

$$A = \int_{s_0}^{s_1} P_t \cdot ds,$$

где P_t есть касательное усилие.

Производительность:

$$L = \frac{dA}{dt} = P \cdot v \cdot \cos \varphi.$$

Вращение около неподвижной оси.

Скорость каждой частицы массы $d m$, отстоящей от оси вращения на расстоянии r : $v = r \cdot \omega$. (ω — угловая скорость.)

Живая сила равна:

$$E = \frac{\omega^2}{2} \int r^2 dm = J \frac{\omega^2}{2}.$$

Центробежная сила всего тела равна:

$$C = mr_0\omega^2$$

где r_0 расстояние от центра тяжести до оси вращения

Работа при вращении на угол φ равна:

$$A = \int_0^{\varphi} M d\varphi = \int_0^s P ds \quad \begin{cases} s = r\varphi \\ P = M:r \end{cases}$$

Производительность в данный момент равна:

$$L = M\omega = M \frac{2\pi n}{60} \text{ в ткг/сек.}$$

Если тело при равномерном вращении делает n оборотов в минуту, то:

$$N = M \frac{2\pi n}{60.75} = P \cdot r \cdot \frac{2\pi n}{4500} \text{ в ЛС.}$$

$$M = P \cdot r \frac{60.75 N}{2\pi n} = 716, 197 \frac{N}{n}, \text{ где}$$

N производительность в ЛС, M вращающий момент в ткг.; P — в кг.; r — в м.

$\frac{N}{n}$ наз. коэффициентом производительности.

б) Моменты инерции и моменты центробежные.

Моментом инерции называется сумма произведений частицы массы (dm) тела на квадрат расстояния (r) этих частиц от некоторой принятой оси:

$$J = \int r^2 dm.$$

Если m — общая масса тела и $J = m k^2$, то k наз. радиусом инерции (плечом инерции) массы m .

Момент инерции тела, состоящего из нескольких (n) частей, равен сумме моментов инерции отдельных частей относительно той же оси:

$$J = J_1 + J_2 + \dots + J_n.$$

Если J — момент инерции тела массы m относительно какой нибудь оси параллельной другой оси про-

ходящей через центр тяжести и отстоящей от нее на расстоянии r , то

$$J = J_c + m r^2,$$

где J_c — момент инерции относительно оси проходящей через центр тяжести.

Если в выражение для момента инерции материального тела, вместо материальной частицы $d m$ подставить частицу объема av , то

$$J = \int r^2 dv -$$

момент инерции геометрического тела.

Если вместо dm подставить частицу площади df или частицу длины dl то соответственно получается момент инерции геометрических площадей и линий.

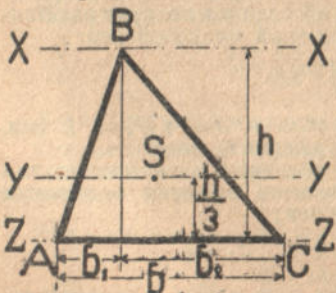
Осевым или экваториальным моментом инерции площади называется момент инерции некоторой части плоской поверхности относительно оси лежащей в этой же плоскости.

Полезным моментом инерции (J_p) площади назыв. момент инерции относительно оси перпендикулярной к плоскости фигуры.

$$J_{xy} = \int xydf -$$

центробежный момент площади относительно осей x и y .

Моменты инерции важнейших линий, поверхностей и тел.



Черт. 48.

M обозначает общую массу фигуры.

Площадь треугольника (черт. 48).

$$J_x^2 = \frac{1}{2} Mh^2 = \frac{1}{4} bh^3;$$

$$J_y^2 = \frac{1}{15} Mh^2 = \frac{1}{36} bh^3;$$

$$J_z^2 = \frac{1}{6} Mh^2 = \frac{1}{12} bh^3;$$

$$J_{xy}^2 = \frac{1}{4} bh^2 + \frac{1}{2} (b_1^2 + \frac{1}{3} b_2^2) h;$$

$$J_{xz}^2 = \frac{1}{36} bh + \frac{1}{12} (b_1^2 + \frac{1}{3} b_2^2) h - \frac{1}{15} bh (b_2 - b_1)^2.$$

Прямоугольник
(черт. 49).

$$J_x = \frac{1}{12} M h^2 = \frac{1}{12} b h^3;$$

$$J_y = \frac{1}{12} M b^2 = \frac{1}{2} b h^2;$$

$$J_{1,0} = \frac{1}{12} M (b^2 + h^2) = \frac{1}{12} (b^3 h + b h^3);$$

$$J_z = \frac{1}{3} M h^2 = \frac{1}{3} b h^2.$$

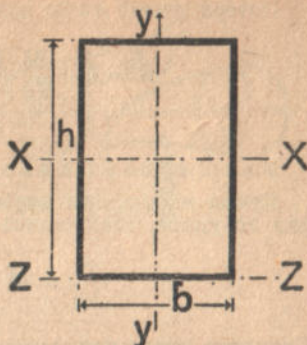
Площадь круга. Диаметр = d .

Для диаметра, как для оси X ов, имеем:

$$J_x = \frac{1}{4} M r^2 = \frac{1}{4} \pi r^4 =$$

$$= \frac{1}{64} \pi d^4;$$

$$J_{1,0} = \frac{1}{2} M r^2 = \frac{1}{2} \pi r^4.$$



Черт. 49.

Прямой круглый цилиндр. Радиус основания = r , высота = h .

$$J_z = \frac{1}{2} M r^2 = \frac{1}{2} \pi r^4 h;$$

$$J_q = \frac{1}{4} M (\frac{1}{3} h^2 + r^2) = \frac{1}{4} \pi r^2 h (\frac{1}{3} h^2 + r^2).$$

Боковая поверхность цилиндра:

$$J_z = M r^2 = 2 \pi r^3 h; \quad J_q = \frac{1}{2} M (r^2 + \frac{1}{6} h^2).$$

Удар.

Прямой, центральный удар.

Если два тела с массами M_1 и M_2 с одинаково направленными скоростями v_1, v_2 ударяются друг в друга то скорости тел после удара c_1, c_2 находятся в следущем соотношении со скоростями v_1, v_2 :

$$M_1 v_1 + M_2 v_2 = M_1 c_1 + M_2 c_2.$$

Удар совершенно не упругих тел.

После удара оба тела движутся с одной и той же скоростью:

$$c = c_1 = c_2 = \frac{M_1 v_1 + M_2 v_2}{M_1 + M_2}.$$

Потеря живой силы для обоих тел:

$$E = \frac{1}{2} \frac{M_1 M_2}{M_1 + M_2}$$

Удар совершенно упругих тел.

Сумма живых сил после удара равна сумме живых сил до удара, следовательно:

$$E = v.$$

Скорости после удара:

$$c_1 = \frac{(M_1 - M_2) v_1 + 2 M_2 v_2}{M_1 + M_2}, \quad c_2 = \frac{(M_2 - M_1) v_2 + 2 M_1 v_1}{M_1 + M_2}$$

Если $v_2 = 0$, то:

$$c_1 = \frac{M_1 - M_2}{M_1 + M_2} v_1; \quad c_2 = \frac{2 M_1}{M_1 + M_2} v_1.$$

Если $M_1 = M_2$, то:

$$c_1 = v_2; \quad c_2 = v_1.$$

Удар не вполне упругих тел.

Если K коэффициент восстановления (удара) то:

$$c_1 = \frac{M_1 v_1 + M_2 v_2 - M_2 (v_1 - v_2) k}{M_1 + M_2}$$

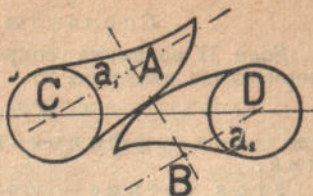
$$c_2 = \frac{M_1 v_1 + M_2 v_2 + M_1 (v_1 - v_2) k}{M_1 + M_2}$$

$$E = \frac{1}{2} \frac{M_1 M_2}{M_1 + M_2} (v_1 - v_2)^2 (1 - k^2).$$

Косой внецентренный удар (черт. 50).

Если два тела вращаются вокруг параллельных осей C и D , то их скорости разлагаем по линии удара и нормалью к ней.

Массы же относим к точке удара. Далее применяем формулы прямого удара, подставляя вместо



Черт. 50.

$$M_1 = \frac{J_1}{a_1^2}; \quad \dot{M} = \frac{J_2}{a_2^2}$$

где J_1 и J_2 суть моменты инерции обоих тел.

д) Сопротивление от трения.

Трение в покое.

Если на какое нибудь тело (A) оказывает, под влиянием внешней силы, давление другое тело (B), то тело (A) остается в равновесии лишь в том случае, если направление силы образует с нормалью в точке соприкосновения (опоры) угол равный или меньший некоторого определенного угла s_0 , наз. углом трения для покоя.

$\mu_0 = \operatorname{tg} s_0$ — коэффициент опорного трения или коэффициент трения для покоя = углу трения для покоя.

При движении тела по некоторой поверхности, предполагая, что движение параллельно некоторой плоскости, различают три случая движения:

1) скольжение по поверхности, когда точка прикосновения тела к данной поверхности сохраняет неизменно свое положение на поверхности тела.

2) катание, когда пути, проходимые точкою прикосновения по телу и по поверхности, имеют одинаковую длину.

3) скольжение, соединенное с катанием, когда длины путей, проходимых точкою прикосновения по телу и по поверхности имеют различные длины.

Во всех этих случаях, вообще говоря, приходится преодолевать сопротивление от трения, существуют силы трения, действующие в общей касательной плоскости.

Скользящее трение

Если W величина сопротивления от трения, а N нормальное давление, то

$$W = \mu \cdot N,$$

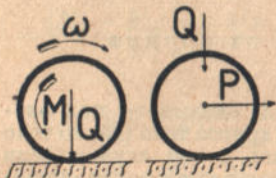
где μ — коэффициент скользящего трения.

Угол трения — угол ϱ образуемый равнодействующей W и N с нормалью.

$$\operatorname{tg} \varrho = \mu.$$

Конус трения — круговой конус, у которого угол между образующими = 2ϱ , высота является осью.

Трение при катании.



Черт. 51.

Если по наклонной плоскости катится без скольжения цилиндр, оказывающий на плоскость нормальное давление Q , то для достижения вращения около точки опоры надо преодолеть действие пары сил, момент которой $M = Q \cdot f$ (черт. 51 лев.)

f — коэф. трения.

Величина f (в см) равна:

для бакаута по бакауту $f = 0,047$ см

„ вяза „ „ $f = 0,081$ см

„ железа „ железу (и стали по стали) $f = 0,05$ см

с) Если пара сил M преодолевается силой P , приложенной к центру тяжести, то: (см. черт. 51 прав.)

$$P \cdot r = M = Q \cdot f.$$

Степень полезного действия передачи.

Если: Q полезное сопротивление передачи в kg.,
 q путь, проходимый сопротивлением Q в м,
 P действительная движущая сила в kg.
 p путь, проходимый точкой приложения движущей силы в то время, когда сила Q проходит путь q , тогда:

$$\eta = \frac{Q \cdot q}{Pp} = \frac{\text{полезной работе}}{\text{общ. израсходованную работу}} = \text{степень полезного действия передачи}$$

Работа трения.

$$Ar = P \cdot p - Q \cdot q$$

Коэффициенты скользящего трения.

Трущиеся тела	Расположение волокон	Состояние поверхности	Кoeffиц. трения		
			скользящего	для покоя	
Чугун по чугуну или бронзе . . . . .	. . . . .	слегка жирное	0,15	0,16
		с водой	0,31	
Чугун по дубу	параллельное	сухое	0,49	
		сухое мыло	0,19	
Железо по железу . . . . .	. . . . .	сухое	0,44	
		параллельное	"	0,18	0,19
			с водой	0,26	0,65
			с тальком	0,08	0,11
Бронза по бронзе . . . . .	. . . . .	сухое	0,20	
		"	0,21	
		слегка жирное	0,16	
Желтая медь по дубу	параллельное	сухое	. . . . .	0,62
		на крест	с водой	0,25	0,71
Дуб по дубу	параллельное	сухое	0,34	0,54	
		"	0,48	0,62	
		сухое мыло	0,16	0,44	
Кирпич по кирпичу . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	0,5—0,7
Кирпичная кладка по бетону . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	0,76
Кирпичная кладка по сухому и твердому грунту . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	0,60
тоже по среднему грунту . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	0,45
тоже по мокрому грунту . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	0,30

5. Гидромеханика.

(Механика капельно-жидких тел).

а) Гидростатика.

Закон Паскаля (основной закон гидростатического давления):

Если на жидкость производится некоторое давление, то давление это передается через всю жидкость по всем направлениям с одинаковой силой.

Пусть на плоскую поверхность жидкости производится нормальное давление:

F — площадь поверхности (qm).

h — расстояние от центра тяжести поверхности до уровня жидкости (m).

γ — удельный вес жидкости.

x, y — координаты точки приложения давления жидкости, где за ось x — ов принята линия пересечения плоскости проходящей через F , с уровнем жидкости, а за ось y — ов прямую, лежащую в той же плоскости и перпендикулярную к оси x — ов.

S — статический момент.

J — момент инерции.

J_{xy} — центробежный момент F относительно осей x и y .

α — угол наклона к горизонту.

Нормальное (боковое) давление = $F h \gamma$, а координаты точки приложения равнодействующей:

$$y = \frac{J}{S} = \frac{J \sin \alpha}{F h}; \quad x = \frac{J_{xy}}{S} = \frac{J_{xy}}{F h} \cdot \sin \alpha.$$

Величина y для различных площадей: для прямоугольника, у которого верхний край параллелен уровню жидкости и расстояния между верхним и нижним краями = a .

$$y = \frac{2}{3} a.$$

Круга диаметра $2a$ или эллипса с вертикальной главной осью $2a$:

$$y = a + e + \frac{1}{4} \frac{a^2}{a + e}.$$

Закон Архимеда: Тело погруженное в жидкость испытывает давление снизу вверх (подъемная сила),

равное весу вытесненной жидкости. Равнодействующая этого давления проходит через центр тяжести вытесненного телом объема жидкости.

Следовательно плавающее тело будет находиться в равновесии в том случае, если вес его будет равен весу вытесненной воды (водоизмещение) и центр тяжести тела и центр тяжести вытесненного телом объема воды будут лежать на той же самой отвесной линии.

Пусть: v — объем погруженной в воду части тела.
 s — центр тяжести вытесненного количества воды.
 P — вес плавающего тела.
 γ — удельный вес воды (при $4^\circ \text{C} = 1$, для пресной воды).

Тогда подъемная сила

$$A = v \cdot \gamma = P.$$

(черт. 52).

При наклонном положении тела точки G и S уже не будут лежать на одной и той же отвесной линии и силы P и A образуют пару, плечо которой GH . Эти пара будет стремиться вернуть тело в прежнее прямое положение.

Момент этой пары будет равен:

$$M = P \cdot g \cdot H.$$

Момент этот измеряет собою стремление тела вернуться в прямое положение и потому называется выпрямляющим моментом или статическим моментом остойчивости.

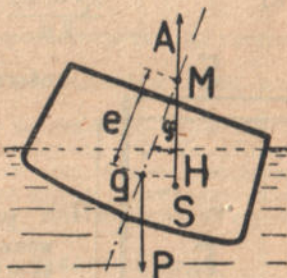
Метацентр — M — точка пересечения линии подъемной силы осью симметрии тела. При малых наклонениях тела (до 15°) положение точки M есть постоянное, независимо от угла наклонения.

Если угол наклонения φ , то

$$M = P \cdot e \cdot \sin \varphi, \text{ где } e = qM$$

метацентрическая высота.

Пока $e > 0$, т. е. M лежит выше G , тело плавает в устойчивом равновесии. Для шара G и S всегда лежат на одной вертикали — равновесие безразличное, тело плавает в любом положении.



Черт. 52.

б) Гидродинамика.

Истечение из отверстий в сосудах и плотинах. Отверстие в дне сосуда. Пусть означают:

F_2 — площадь верхнего уровня воды в m^2 .

F_1 — площадь отверстия истечения в m^2 .

v_2 — скорость воды у верхнего уровня.

v_1 — скорость воды у отверстия истечения.

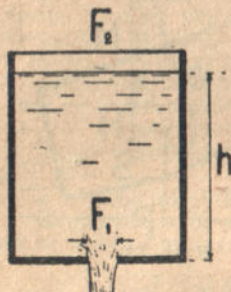
p_2 — давление в верхнюю поверхн. воды в $kg\ m^{-2}$.

p_1 — давление в отверстии истечения в $kg\ m^{-2}$.

h — расстояние верхнего уровня воды от отверстия истечения.

γ — вес единицы объема в $kg\ m^{-3}$.

То:
$$\frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + h.$$



Черт. 53.

обычно $p_2 = p_1$; тогда: (черт. 53)

$$v_1 = \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{F_1}{F_2}\right)^2}}$$

Если F_2 очень велико по сравнению с F_1 , тогда $F_1:F_2 \cong 0$ и $v_2 \sim 0$, а также:

$$h = \frac{v_1^2}{2g} \text{ или } v_1 = \sqrt{2gh} -$$

теоретическая скорость истечения.

Коэффициент истечения (μ).

Если через p обозначить весь периметр, через u часть периметра отверстия истечения, около которой не происходит сужения поперечного сечения истекающей жидкости, через μ коэффициент истечения при совершенном сужении сечения, а через μ_1 тот же коэффициент при частичном сужении, то для квадратного сечения имеем:

$$\mu_1 = \mu \left(1 + 0,155 \frac{u}{p} \right).$$

Количество воды при поперечном сечении F :

$$Q = f \cdot \sqrt{2gh}$$

Действительная скорость истечения, вследствие появля-

ющего трения между частицами воды, меньше теоретической и именно:

$$v = \varphi \sqrt{2gh}; \quad \varphi < 1 =$$

коэффициент истечения для круглого сечения:

$$\mu_1 = \mu \left(1 + 0,128 \frac{u}{p} \right)$$

следующая таблица дает значения коэффициента истечения μ для совершенного сужения сечения воды истекающей через прямоугольное отверстие в вертикальной стенке:

$$Q = \mu \cdot a \cdot b \sqrt{2gh}$$

h — расстояние от верхнего края отверстия до уровня воды.

По Вайсбаху, для небольших высот $\varphi = 0,96$, для больших φ растет до 0,59.

Действительное количество истекающей воды также меньше теоретического. Уменьшаясь уже от уменьшения действительной скорости, оно еще сокращается благодаря сжатию вытекающей струи непосредственно за гранью отверстия истечения. Влияние сжатия струи измеряется коэффициентом a .

Действительное количество истекающей воды:

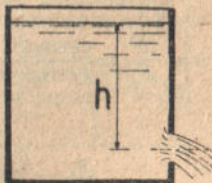
$$Q = a \cdot f \cdot \varphi \sqrt{2gh},$$

$a \cdot \varphi = \mu$ есть коэффициент истечения.

Поэтому:

$$Q = \mu \cdot f \cdot \sqrt{2gh}.$$

При истечении через боковое отверстие в вертикальной стенке (Черт. 54) для прямоугольника:



Черт. 54.

$$v = \sqrt{2gh} \left[1 - \frac{1}{96} \left(\frac{a}{h} \right)^2 \right]$$

где h средняя глубина сечения под водою.

Для круглого сечения:

$$v = \sqrt{2gh} \left[1 - \frac{1}{31} \left(\frac{r}{h} \right)^2 - \frac{5}{1024} \left(\frac{r}{h} \right)^4 \right].$$

Значения μ .

h_2	a в m при $b = 0,2 m$ a и b — стороны прямоугольного сечения						при $b = 0,6 m$	
	m	0,01	0,02	0,03	0,05	0,1	0,2	0,02
0,015	0,697	0,660	0,632	0,612	0,593		0,644	
0,02	0,694	0,659	0,634	0,615	0,596	0,572	0,643	
0,03	0,688	0,659	0,638	0,620	0,600	0,578	0,642	0,593
0,04	0,683	0,658	0,640	0,623	0,603	0,582	0,642	0,595
0,05	0,679	0,658	0,640	0,625	0,605	0,585	0,641	0,597
0,06	0,676	0,657	0,640	0,627	0,607	0,587	0,641	0,599
0,07	0,673	0,656	0,639	0,628	0,609	0,588	0,640	0,600
0,08	0,670	0,656	0,638	0,629	0,610	0,589	0,640	0,601
0,09	0,668	0,655	0,637	0,629	0,610	0,591	0,639	0,601
0,10	0,666	0,654	0,637	0,630	0,611	0,592	0,639	0,602
0,12	0,663	0,653	0,636	0,630	0,612	0,593	0,638	0,603
0,16	0,658	0,650	0,634	0,630	0,614	0,596	0,637	0,604
0,20	0,655	0,648	0,633	0,630	0,615	0,598	0,635	0,605
0,25	0,653	0,646	0,632	0,630	0,616	0,599	0,634	0,606
0,30	0,650	0,644	0,632	0,629	0,616	0,600	0,633	0,607
0,40	0,647	0,642	0,631	0,628	0,617	0,602	0,631	0,607
0,50	0,644	0,640	0,630	0,628	0,617	0,603	0,630	0,607
0,60	0,642	0,638	0,630	0,627	0,617	0,604	0,629	0,607
0,70	0,640	0,637	0,629	0,627	0,616	0,604	0,628	0,607
0,80	0,637	0,636	0,629	0,627	0,616	0,605	0,628	0,606
0,90	0,635	0,634	0,628	0,626	0,615	0,605	0,627	0,606
1	0,632	0,633	0,628	0,626	0,615	0,605	0,626	0,605
1,5	0,615	0,619	0,620	0,620	0,611	0,602	0,623	0,602
2	0,611	0,612	0,612	0,613	0,607	0,601	0,620	0,602
3	0,609	0,610	0,608	0,606	0,603	0,601	0,651	0,601

Следующая таблица дает (по Вайсбаху) отношение коэффициентов истечения.

$$n = \frac{F}{F_1} = \frac{\text{сечение отверстия истечения}}{\text{поперечное к направлению течения сечение воды в сосуде}}$$

Значения величин.

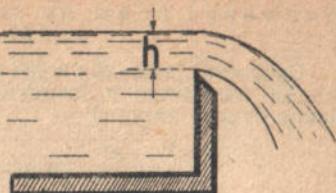
$\frac{\mu_1}{\mu}$ — при прямоугольном отверстии

$\frac{\mu_2}{\mu}$ — при круглом отверстии:

$n =$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\frac{\mu_1}{\mu} =$	1,019	1,040	1,068	1,104	1,149	1,207	1,279	1,369	1,478	1,608
$\frac{\mu_2}{\mu} =$	1,014	1,031	1,055	1,087	1,131	1,189	1,264	1,358	1,473	1,613

Водосток (черт. 55)
 Действительное количество истекающей воды:

$$Q = \mu \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{2gh}$$



Сужение сечения совершенное

Значения M .

Черт. 55.

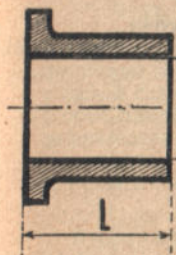
$b = 0,2 \text{ m}$	h	0,01	0,02	0,06	0,1	0,15	0,2
	μ	0,636	0,626	0,602	0,593	0,590	0,585
$b = 0,6 \text{ m}$	h	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6
	μ	0,618	0,606	0,593	0,587	0,587	0,585

Отверстия с круглыми насадками.

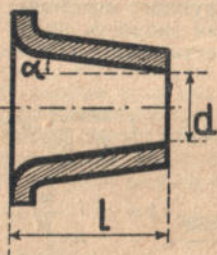
Для черт. 56

$$\frac{l}{d} = 1 \quad 2-3 \quad 12 \quad 24 \quad 36.$$

$$\mu = 0,88 \quad 0,82 \quad 0,77 \quad 0,73 \quad 0,68.$$



Черт. 56.



Черт. 57.



Черт. 58.

Для черт. 57

$$\alpha = 0^\circ \quad 5\frac{3}{4}^\circ \quad 22\frac{1}{2}^\circ \quad 45^\circ \quad 60^\circ.$$

$$\mu = 0,97 \quad 0,95 \quad 0,88 \quad 0,75 \quad 0,63.$$

Для черт. 58

$$M = 0,96 \div 2,3$$

для наименьшего сочетания и $M = 0,5$ для наибольшего.

Движение воды по заполненным трубопроводам.

Скорость движения воды по заполненным трубопроводам находится в зависимости от силы напора (скоростного напора)

$$= \frac{v^2}{2g}, \text{ где } g = 9,81 \text{ m/sec}^2.$$

Кроме того вода протекая через трубопровод преодолевает некоторые сопротивления, для преодоления которых необходима еще новая затрата напора. Сопротивления эти можно считать пропорциональными скоростному напору. Обычно все эти сопротивления выражают некоторыми коэффициентами ζ , составляющими кратную от величины

$$\frac{v^2}{2g}$$

Пусть:

- l — длина трубы.
- F — площадь поперечного сечения ее.
- d — диаметр поперечного сечения ее.
- u — смоченная окружность сечения.
- h — скоростной напор.
- ζ — коэффициент сопротивления.
- ρ и λ — коэффициенты трения (ρ — для любого; λ для круглого сечения).
- v — средняя скорость воды в трубах.
- Q — количество воды в m^3/sec (все размеры в m).

Тогда имеем:

$$h = \rho \cdot l \cdot \frac{u}{F} \cdot \frac{v^2}{2g} = \zeta \frac{v^2}{2g}$$

Отсюда:

$$\zeta = \rho \cdot l \cdot \frac{u}{F}$$

ρ — для гладких плоскостей $\sim 0,003 \div 0,006$.

Для круглых сечений $4\rho = \lambda$

$$Q = 3,47 \sqrt{\frac{d^5 h}{\lambda l}}$$

Колена (черт. 59):

$$\lambda \times \zeta \frac{v^2}{2g} = \left(0,9457 \text{ sn}^2 \frac{a}{2} + 2,047 \text{ sn}^4 \frac{a}{2} \right) \frac{v^2}{2g}$$

Для:

$a = 20^\circ$	40°	60°	80°	100°	120°	140°
$\zeta = 0,03$	$0,14$	$0,37$	$0,75$	$1,27$	$1,87$	$2,43$

Черт. 60:

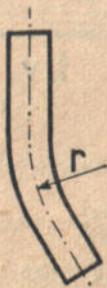
$$h = \zeta \frac{v^2}{2g} \cdot \frac{a}{90^\circ}; \quad \zeta = 0,131 + 0,163 \left(\frac{d}{r} \right)^{3,5}$$

Для:

$a = 0,4$	$0,6$	$0,8$	1	$1,4$	$1,8$	$2,0$
$\zeta = 0,14$	$0,16$	$0,2$	$0,3$	$0,66$	$1,4$	$2,0$



Черт. 59.



Черт. 60.



Черт. 61.



Черт. 62.

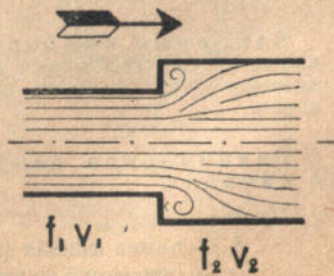
Для колен с двойными изгибами, по Вайсбаху, остается ζ равной ζ простого изгиба, если оба изгиба происходят в одной плоскости в одинаковом направлении. (Черт. 61), удваиваются — если изгиб происходит в противоположных направлениях (черт. 62), и множится на 1,5, если плоскости изгибов находятся под углом в 90° .

Внезапное центральное уширение. (Черт. 63).

$$h = \zeta \frac{v_2^2}{2g}; \quad \zeta = \left(\frac{f_2}{f_1} - 1 \right)^2$$

Для

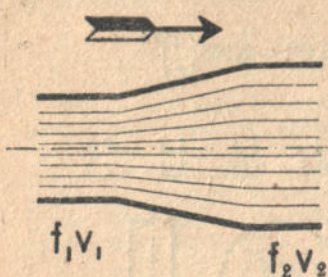
$\frac{f_2}{f_1} = 1,3$	$1,5$	2	3	5	10
$\zeta = 0,09$	$0,25$	$1,0$	4	16	81



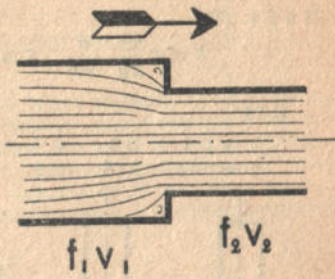
Черт. 63.

Постепенное центральное уширение (Черт. 64).

$$\zeta = \left(\frac{f_2}{f_1} - 1 \right)^2 \cdot \sin \delta.$$



Черт. 64.



Черт. 65.

Внезапное центральное сужение (черт. 65)

$$h_c = \zeta \frac{v_2^2}{2g}$$

$\frac{f_1}{f_2} = 0,01$	0,1	0,2	0,6	1,0.
$\zeta = 0,5$	0,46	0,42	0,33	0.
$a = 0,60$	0,61	0,62	0,70	1.

где $a = \frac{\text{площадь суженного сечения воды}}{\text{площадь сечения узкой трубы.}}$

Для постепенного центрального сужения

для $\delta \leq 3^\circ$

$\zeta \approx 0,1$

Запорные приборы: клапаны, вентили, задвижки — все оказывают даже при полном открытии заметное сопротивление, зависящее от устройства запоров.

Равномерное движение воды в реках и каналах.

Пусть:

L — длина канала (м).

w — опускание уровня воды на длине l (м).

F — поперечное сечение (m^2).

Q — количество воды в сек. (m^3/sec)

v — средняя скорость = $\frac{Q}{F}$.

U — смоченный периметр сечения.

ζ — коэфф. сопротивления для единицы смоченной поверхности.

$g = 9,81 m/sec^2$.

Тогда:

$$w = \zeta \cdot L \cdot \frac{U}{F} \cdot \frac{v^2}{2g}; \quad v = \sqrt{\frac{2g}{\zeta}} \cdot \sqrt{\left(\frac{w}{L}\right) \cdot F}; \quad Q = F \cdot v$$

по Вайсбаху:

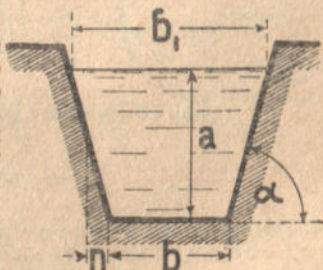
$$\zeta = 0,0074 + \frac{0,000493}{v}$$

в среднем для песчаного дна:

$$\zeta = 0,0075 \text{ или } \sqrt{\frac{2g}{\zeta}} = 51.$$

Скорость течения в реках и каналах увеличивается от дна кверху. Фабричные каналы делаются обычно с уклоном от 0,0005 до 0,0004 при скорости $v = 0,4$ до 0,6 m/sec . Каналы для судового движения имеют уклон от 0,000005 до 0,00004.

Наивыгоднейшая форма для трапецеидного сечения канала (черт. 66).



Черт. 66.

$$a = \sqrt{\frac{F \operatorname{sn} \alpha}{2 - \operatorname{cs} \alpha}}; \quad b = 2a \frac{1 - \operatorname{cs} \alpha}{\operatorname{sn} \alpha};$$

$$b_1 = a(2,7 + 0,9 F).$$

Совершенный водослив. Количество воды в секунду (см. черт. 67).

$$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot b \sqrt{2g} \left[\left(x + \frac{c^2}{2g} \right)^{\frac{3}{2}} - \left(\frac{c^2}{2g} \right)^{\frac{3}{2}} \right]$$

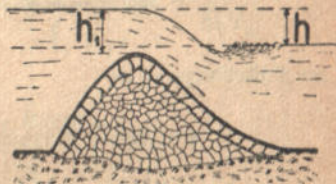
$$x = \left[\frac{\frac{3}{2} Q}{\mu \cdot b \cdot \sqrt{2g}} + \left(\frac{c^2}{2g} \right)^{\frac{3}{2}} \right]^{\frac{2}{3}} - \frac{c^2}{2g}$$

где c скорость воды, b — ширина слива;

$$\mu = 0,8 \div 0,6.$$



Черт. 67.



Черт. 68.

Несовершенный слив. (с обратным подпором) (черт. 68)

$$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot b \cdot \sqrt{2g} \left[\left(h + \frac{c^2}{2g} \right)^{\frac{5}{2}} - \left(\frac{c^2}{2g} \right)^{\frac{3}{2}} \right] +$$

$$+ \mu_1 \cdot b \cdot (h_1 - h) \cdot \sqrt{2g \left(h + \frac{c^2}{2g} \right)}, \text{ где}$$

$$\mu_1 = 0,62 \div 0,8.$$

Гидравлическое давление и работоспособность вытекающей струи.

Пусть:

P гидравлич. давление жидкой струи на поверхность в kg .

F поперечное сечение струи в m^2

v скорость струи в m/sk

c скорость движения встречной поверхности в направлении движения струи в m/sk ,

Q количество воды в m^3/sk ,
 a — угол, на который происходит отклонение
 струи в место удара.

γ — вес m^3 воды.

Вообще имеем:

$$P = \frac{\gamma}{g} Q (v - c) (1 - \cos a).$$

Если встречная плоскость расположена перпендикулярно к направлению струи и так велика, что струя отклоняется на $\angle a = 90^\circ$, то:

$$P = \frac{\gamma}{g} \cdot Q (v - c).$$

Если при том встречная поверхность находится в покое ($c = 0$), то:

$$P = \gamma \cdot F \cdot \frac{v^2}{g} 2\gamma F h$$

так как:

$$Q = v \cdot F \text{ и } h = \frac{v^2}{2g}.$$

Если струя отклоняется как показано на черт. 69 под углом $a = 180^\circ$, то при покоящейся встречной поверхности:

$$P = 2\gamma \cdot F \cdot \frac{v^2}{g} = 4\gamma F \cdot h$$

и при скорости встречной поверхности $= c$:

$$P = 2 \frac{\gamma}{g} \cdot Q (v - c).$$

Работоспособность: $A = P \cdot c$; A получает наибольшее значение при

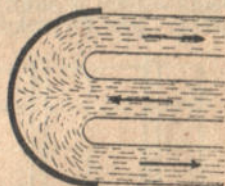
$$c = \frac{v}{2}$$

и для плоской поверхности

$$A = \frac{1}{2} Q \cdot h \cdot \gamma;$$

для вогнутой:

$$A = Q \cdot h \cdot \gamma.$$



Черт. 69.

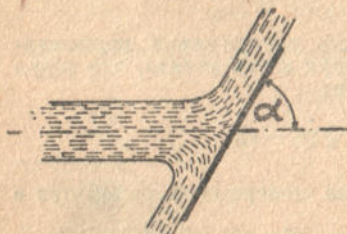


Черт. 70.

Для удара под углом
(черт. 70)

$$P = \frac{\gamma}{g} Q (v - c) (1 - \cos \alpha)$$

Для черт. 71



Черт. 71.

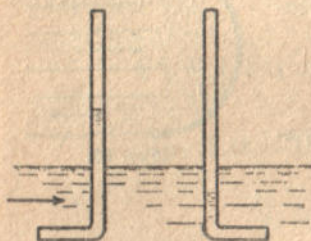
$$P = \frac{\gamma}{g} \cdot Q (v - c)$$

если вода отклоняется
во все стороны.

Обмер воды.

Определение ско-
ростей.

На поверхности не-
посредственно при по-
мощи поплавков,
погружаемых на глубину не более 0,3 м. Для любой
глубины измерение производится с помощью жез-
ла Кабсо, представляющим собою жестяную трубку
($d_{max} = 2\text{см}$) с дном и крышкой. Трубка наполняется
дробью для опускания в вертикальном положении на
подлежащую глубину. При
помощи поплавков скорость
определяется разделением
пути, пройденного поплав-
ком (в м) на время его
плавания (в Sec).



Черт. 72.

Для малых водостоков
и свободной струи приме-
няется трубка Пито.
Она состоит из параллельно
погруженных в воду вер-
тикальных трубок, как на
черт. 72.

$$v = \psi \sqrt{2g (h_1 + h_2)}$$

При

$$v = 1,65 \text{ м/сек } \psi = 0,89.$$

Определение количества воды непосред-
ственно.

Для больших водостоков количество притекающей
воды Q в $\text{м}^3/\text{ек}$ определяется либо путем измерения

скоростей воды, или, на основании гидрографических условий, в бассейне данного водостока.

Для небольших ручьев пользуются калиброванными сосудами, а также водяным дюймом, т. е. струей, которая проходит через отверстие диам. 1" (26,4 мм) при возможно малом давлении. — В стенке, которая возможно плотно заграждает ручей, проделано несколько отверстий диам. в 1". Часть этих отверстий затыкается пробками, при том так, чтобы вода при неизменяющемся горизонте касалась верхних краев незаткнутых отверстий.

Механика газообразных тел.

Статика.

Нормальное (среднее) давление воздуха на высоте уровня моря равно 760 мм рт. ст. = 10 333 кг/м².

Барометрическая формула:

$$H_2 - H_1 = (18400 + 70 t_m) \log \frac{P_1}{P_2}$$

где: $H_2 - H_1$ — разность высот двух точек в м.
 P_2 и P_1 — соответствующее давление воздуха.
 t_m — средняя температура воздушного столба между этими точками.

При $t_m = 0$:

Высота над уровнем моря	0	100	200	500	1000	1500	2000	5000	10000	50000
Давление воздуха в мм. рт. ст.	760	751	742	716	674	635	598	417	229	1

Подъемная сила (давление снизу вверх) равна весу вытесненного воздушного объема баллона, уменьшенному на вес газа внутри баллона.

Динамика.

Количество воздуха протекающего в сек. через трубу сечения F есть: $Q = F \cdot V_m$, где V_m — средняя скорость воздуха в трубе; она растет по мере удаления от стенок трубы к середине, где достигает своего максимума — V_{\max} .

$$V_{\max} \cong 2 V_m.$$

Вследствие трения о стенки трубы, происходит падение давления, т. е. потеря скоростного напора

$$h_a = \frac{v^2}{2g}$$

Сопротивление воздуха.

Почти всегда можно пренебречь сопротивлением трения о поверхность тела по сравнению с сопротивлением обусловленным поперечным сечением тела, вызываемого тем, что тело заставляет струи воздуха разделяться и обтекать его. Достигнутая, таким образом, токи воздуха, сопровождаются завихрениями, появляющимися за задним срезом тела. Теоретический расчет сил сопротивления невозможен: он может быть произведен только на основании добытых многочисленными опытами данных.

Сопротивления обтекаемого тела

$$P = k \cdot \gamma \cdot F \cdot \frac{v^2}{2g}$$

где: F — наибольшее сечение тела \perp к течению воздуха в m^2 .

v — относительная скорость ветра к телу в m/sec .

γ — плотность воздуха (при $15^\circ C$ и 760 mm $рт.$ ст. $\gamma = 1,225$).

$g = 9,81$ m/sec^2 .

k — некоторый коэффициент.

Если обозначить

$$k \cdot \frac{\gamma}{2g} = K$$

то:

$$P = K \cdot F \cdot v^2$$

По Эйфелю сопротивление плоских пластин перпендикулярных к направлению ветра:

$$P = K \cdot F \cdot v^2$$

где K для квадратных пластин сечением от $0,1$ — $0,5$ m^2 $K = 0,070 \div 0,078$ для сечений в 1 m^2 и больше $K = 0,079 \sim 0,08$. Для прямоугольных пластин с отношением сторон от $1:3$ до $1:20$ $K = 0,071$ до $0,087$

Сопротивление пластины наклонной под углом α к направлению ветра по Лесслю для малых значений α :

$$P_a = P \cdot \sin \alpha$$

По Эйфелю:

$$P_a = P \cdot \frac{K_a}{K}$$

где K_a и K — коэффициенты сопротивления для α и $\alpha = 90^\circ$.

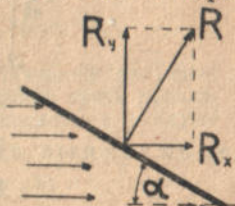
Для углов до 35° :

$$\frac{K_a}{K} = \lambda \cdot \alpha$$

где α — в градусах; $\lambda = 0,036$.

Центр приложения равнодействующей давления воздуха на тело при изменении α от 0° до 90° перемещается от переднего ребра (черт. 73) к середине пластины служит основанием для оценки качества крыльев.

Направление результирующей также изменяется с изменением α . Обе компоненты R_x и R_y в направлении ветра и \perp к нему, дают силу, влекущую пластину в направлении ветра и подъемную силу.



Черт. 73.

Сопротивление обтеканию важнейших тел:

Шар

$$P = k \frac{\pi}{4} d^2 v^2$$

$$k = 0,011 \text{ для: } v > 12 \text{ m/sec.}$$

Круговой цилиндр. (течение ветра \perp к оси c)

$$P = k \cdot d \cdot h \cdot v^2$$

$$\text{для } \frac{h}{d} = 1 \text{ и } v > 20 \text{ m/sec } K \cong 0,024$$

Течение ветра \parallel оси.

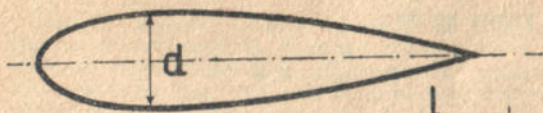
$$P = k \cdot \frac{\pi}{4} d^2 v^2$$

$$\frac{h}{d} = \frac{1}{Z} \quad v = 10 - 30 \text{ m/sec } K \cong 0,055 - 0,050.$$

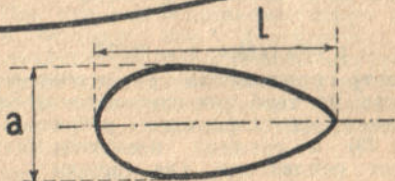
Для веретенообразных тел (черт. 74).

$$P = K \frac{\pi}{4} d^2 v^2$$

$$K = 0,007 - 0,0,086.$$



Черт. 74.



Черт. 75.

Аэропланские стойки (черт. 75)

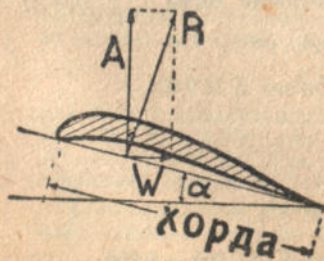
$$P = k \cdot a \cdot l \cdot v^2$$

$$K \cong 0,0075.$$

Для изогнутых пластин и аэропланских крыльев (см. черт. 76)

$$R = K \cdot F \cdot v^2; \quad A = K_y \cdot F \cdot v^2$$

$$W = K_x \cdot F \cdot v^2; \quad \frac{W}{A} = \frac{K_x}{K_y}$$



Черт. 76.

$\frac{W}{A}$ отношение лобового сопротивления к грузоподъемной силе.

Легко изогнутые пластины, как показал впервые О. Дилиенталь, имеют значительно большую подъемную силу, чем плоские поверхности. Отношение $\frac{K_x}{K_y}$ изменяется в

пределах между 0,06 и 0,08 для $\alpha = 2^\circ - 6^\circ$. Значения этого отношения в зависимости от угла α видны из нижеприведенной таблицы (черт. 77).

Изогнутые поверхности дают даже при отрицательном α от 0° до -3° еще подъемную силу.

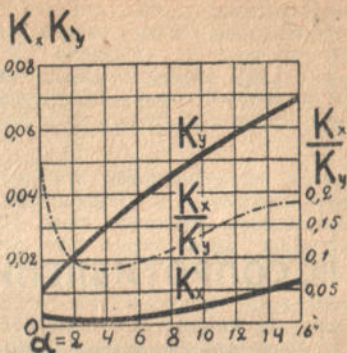
Практически применяемые углы лежат в границах между $+3^\circ$ и $+6^\circ$ при чем $K_y \cong 0,03$ до 0,05. Узкие и длинные крылья производительнее коротких и широких. Точка приложения равнодействующей давления воздуха лежит при $\alpha = 3^\circ - 6^\circ$ в первой трети крыла. При горизонтальном движении плоскости в воздухе с относительной скоростью v , работа

$$A = W \cdot v = K \cdot F \cdot v^3 \text{ в м. кг}$$

и производительность:

$$L = \frac{1}{75} K \cdot F \cdot v^3 \text{ в Л. С.}$$

Пропеллер состоит из вращающихся радиально на оси закрепленных наклонных изогнутых плоскостей, дающих при вращении тянущее усилие P , служащее для преодоления лобового сопротивления W и вызывающие необходимую подъемную силу A .



Черт. 77.

III. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ.

Если призматический брусок растягивается силами P по оси, он получает удлинение λ .

Для определения деформации бруска пользуются отвлеченной величиной:

$$\epsilon = \frac{\lambda}{l} = \frac{\text{удлинение}}{\text{первонач. длина}}, \text{ носящей}$$

название относительного удлинения.

Если F — площадь какого нибудь сечения бруска то выражение:

$$p = \frac{P}{F}$$

представляет собой напряжение для данного сечения, т. е. растягивающее усилие, приходящееся на единицу площади сечения.

$$\text{Отношение: } \frac{p}{\epsilon} = \frac{\text{напряжение}}{\text{удлинение}} = E$$

называется модулем упругости при растяжении
Имеем:

$$p = E \cdot \epsilon \text{ (закон Гука, 1676 г.)}$$

$$\epsilon = \frac{p}{E}; \quad \lambda = \frac{P \cdot l}{E \cdot F}$$

Простая пропорциональность между напряжением p и относительным удлинением ϵ имеет место лишь в извeстных пределах. То значение p , при котором начинаются заметные отклонения от закона Гука, называется пределом пропорциональности. Величина эта зависит от рода материала и от предварительной обработки.

Пределом упругости называется то напряжение, при котором остающаяся деформация тела составляет определенную часть полного растяжения. Таким образом величина эта имеет лишь условное значение.

Временным сопротивлением материала разрыву называется наибольшее напряжение при котором растягиваемое тело разрывается. Величина эта характеризует прочность материала.

Все сказанное о растяжении относится и к сжатию, стоит только переменить направление действующих сил на обратное.

Если от действия внешней силы прямой угол между двумя взаимно - перпендикулярными плоскими элементами тела изменяется на величину γ (измеренную по дуге), то изменение это γ также равно тому пути, на который произошло относительное сдвигание двух взаимно перпендикулярных плоских элементов, отстоящих друг от друга на единицу расстояния. Сдвиг или угловое изменение γ есть следствие сдвигающих напряжений p_t , попарно вызываемых в обоих взаимно перпендикулярных плоских элементах.

$$\text{Отношение: } \frac{\text{сдвиг}}{\text{сдвигающее напряжение}} = \frac{\gamma}{p_t} = E = \frac{1}{G}$$

где G — модуль упругости при сдвиге, или модуль скольжения (в kg/cm^2).

Железо и сталь.

Материал	Модуль упругости E	Модуль сдвига G	Предел пропорциональности в kg/cm^2	Предел упругости в kg/cm^2	Врем. сопротивл. разрыву в kg/cm^2
Сварочное железо	2 000 000	770 000	1300—1700	1800	3300—4000
Литое железо	2 150 000	830 000	2000—2400	2000	3400—5000
Литая сталь	2 200 000	850 000	2500—6000	3000	5000—20 000
Рессорная сталь	2 200 000	850 000	5000	—	10 000
Стальное литье	2 200 000	850 000	7500	—	17 000
Чугун	750 000 до 1 050 000	830 000—400 000	2000	2100	3500—7000
			—	—	1200—3200

Допускаемые напряжения в kg/cm^2
(по Баху).

I — относится к постоянному усилию.

II — „ „ колеблющемуся от 0 до +

III — „ „ „ от — до +.

Род нагрузки		Сварочн. жел.	Литое железо		Литая сталь		Стальное литье		Чугун
Растяжение R_z	I	900	900	1200	1200	1500	600	900	300
	II	600	600	800	800	1000	400	600	200
	III	300	300	400	400	500	200	300	100
Сжатие R_d	I	900	900	1200	1200	1500	900	1200	900
	II	600	600	800	800	1000	600	900	600
Изгиб R_b	I	900	900	1200	1200	1500	750	1050	—
	II	600	600	800	800	1000	500	700	—
	III	300	300	400	400	500	250	350	—
Срез R_t	I	720	720	960	960	1200	480	840	300
	II	480	480	640	640	800	320	560	200
	III	240	240	320	320	400	160	280	100
Кручение R_v	I	360	600	840	900	1200	480	840	—
	II	240	400	560	600	800	320	560	—
	III	120	200	280	300	400	160	280	—

Напряжения, допускаемые для гражданских сооружений (в kg/cm^2).

металлы:

Материал	Растяжение R_z	Сжатие R_d	Изгиб R_b	Сдвиг R_t
Литое железо в балках	1200	1200	1200	1000
Литое железо для опор	1400	1400	1400	1000
Чугун для опорных частей	—	1000	—	—
Чугун для колон	—	500	250	200
Кованная сталь	1400	1400	1400	—
Цинковые листы	200	200	150	—

Дерево:

Дуб и бук	100	" 80	100	" 15	\perp 80
Сосна без сучков	100	60	100	10	60

Другие строительные материалы:

Материал	Давление k	Материал	Давление k
Гранит	25—60	Пористые кирпичи	3—6
Песчаник	15—30	Песчаный грунт .	3—6
Кирпичная кладка на извести	до 7	Глинистый грунт .	0,8—1,6
Клинкерная кладка на цементе	20—30	Твердая скала . . .	9—20

Сопrotивление прямых брусьев.

Сопrotивление растяжению и сжатию.

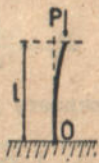
Если F — площадь поперечного сечения данного бруска (сечение предполагается постоянным по всей длине бруска), R — допускаемое напряжение, то допускаемая нагрузка на весь брусок определяется по формуле:


$$P = F \cdot R.$$

Сопrotивление продольному изгибу.

По Эйлеру находим раздавливающий груз P (в кг) для различных способов закрепления:

(в точке O — опасное сечение.)

Способ закрепления	 Черт. 78.		 Черт. 79.	
P	$\frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{J \cdot E}{l^2}$		$\pi^2 \cdot \frac{J \cdot E}{l^2}$	
l для <ul style="list-style-type: none"> Кованного железа Чугуна Дерева 	12 d	14 h	24 d	28 h
	5 d	5,75 h	10 d	11,5 h
	6 d	8 h	11,5 d	13,5 h

Способ закрепления	 Черт. 80.	 Черт. 81.			
P	$2\pi^2 \cdot \frac{J \cdot E}{l^2}$	$4\pi^2 \cdot \frac{J \cdot E}{l^2}$			
l для	Кованного железа	33 d	38 h	48 d	56 h
	Чугуна	14 d	16 h	20 d	23 h
	Дерева	16 d	19 h	23 d	27 h

Допускаемая нагрузка для бруса, подверженного продольному изгибу (в kg) составляет:

$$P_e = \frac{P}{r}$$

где r — степень надежности для продольного изгиба.

Обозначения	Чугун	Сварочн. железо	Литое железо	Литая сталь	Дерево (сосна)
Врем. сопрот. сжатию $b \text{ kg/cm}^2$	7500	3750	4400	6250	280
Допускаемое напряж. $R \text{ kg/cm}^2$	50	1080	1200	1400	60
Модуль упругости $E \text{ kg/cm}^2$	1 000 000	2 000 000	2 150 000	2 200 000	100 000
Степень надежности r	8	5	5	5	10

Сопrotивление сдвигению.

Если P — срезающая сила
 p_t — сдвигающее напряжение

то имеем:

для прямоугольного сечения в h
 (черт. 82):

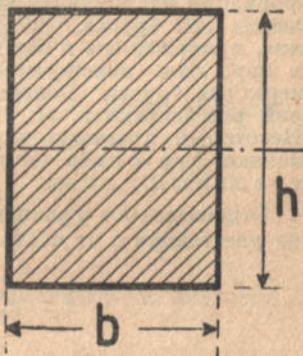
$$P_{t \max} = \frac{3}{2} \cdot \frac{P}{b \cdot h} = \frac{3}{2} \cdot \frac{P}{F}$$

для круга радиуса r :

$$P_{t \max} = \frac{4}{3} \cdot \frac{P}{\pi r^2} = \frac{4}{3} \cdot \frac{P}{F}$$

для кругового кольца
 (при тонких стенках):

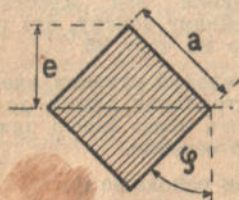
$$P_{t \max} = 2 \frac{P}{F}$$



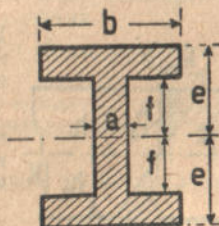
Черт. 82.

для квадрата, поставленного на ребро
 (черт. 83):

$$P_{t \max} = \frac{9}{4\sqrt{2}} \cdot \frac{P}{a^2} = 1,591 \frac{P}{F}$$



Черт. 83.



Черт. 84.

для двутаврового сечения (черт. 84):

$$P_{t \max} = \frac{3}{4} \cdot \frac{P}{a} \cdot \frac{b \cdot e^2 - (b - a) f^2}{b e^3 - (b - a) f^3}$$

Изгиб прямых стержней.

Явления изгиба характеризуются тем, что поперечные сечения бруска, первоначально параллельные, при деформации наклоняются друг к другу, при чем искривляется ось бруска. В случае „чистого изгиба“ усилия, приложенные к каждой части бруска, приводятся к паре сил, действующей в плоскости, проходящей через ось бруска. Волокна бруска со стороны выпуклой растягиваются, со стороны вогнутой сжимаются. Некоторый промежуточный слой, где волокна не изменяют при изгибе своей длины, называется нейтральным слоем.

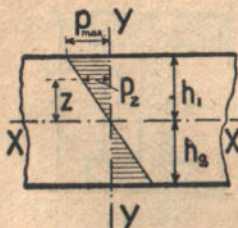
Относительное удлинение e_z волокна, находящегося на расстоянии z от нейтрального слоя будет:

$$e_z = \frac{z}{\rho}$$

где ρ радиус кривизны.

Приняв, что поперечные сечения бруска при чистом изгибе остаются плоскими, получим выражение для напряжений нормальных к плоскости поперечного сечения бруска:

$$P = E \cdot \frac{z}{\rho}$$



Черт. 85.

Напряжения эти изменяются по линейному закону, что представлено на черт. 85.

Из условий статики следует, что нейтральная линия должна проходить через центр тяжести каждого сечения.

Имеем основные формулы:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M}{E \cdot J}; \quad P_z = \frac{M \cdot z}{J}$$

Если через h_1 и h_2 обозначим расстояния наиболее удаленных волокон от нейтрального слоя, то наибольшие напряжения будут:

$$P_{max} = \frac{M \cdot h_1}{J} \text{ и } P'_{max} = - \frac{M \cdot h_2}{J}$$

или при $P_{max} = - P'_{max}$ и $h_1 + h_2 = h$

$$P_{max} = \frac{M \cdot h}{2 \cdot J}$$

Величина $J: \frac{h}{2}$ обозначается W и носит название момента сопротивления.

Имеем:

$$P_{max} = \frac{M}{W}$$

Отсюда как условие для прочности бруска получаем:

$$\frac{M}{W} \leq R,$$

т. е. допускаемого напряжения.

Если балку изогнутую под действием сил разрежем в каком либо месте, то поперечной или срезающей силой данного сечения называется алгебраическая сумма всех вертикальных сил, лежащих по одну сторону от произведенного сечения.

За положительное направление силы принимается обычно направление снизу вверх.

За положительное направление момента принимается то, которому соответствует вращение левой части балки по часовой стрелке.

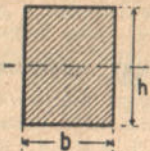
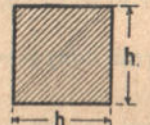
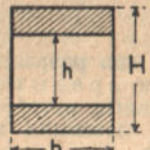
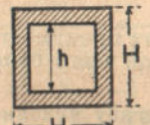

Для балки равного сопротивления изгибу условием является:

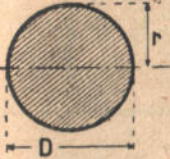
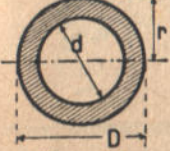

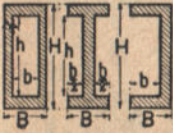
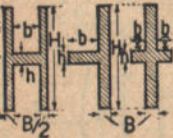
$$\frac{M}{W} = const.$$

Дифференциальное уравнение упругой линии:



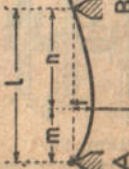
$$\pm \frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{M}{EJ} = \frac{1}{\rho}$$



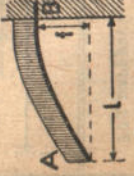
Таблица экваториальных моментов инерции и моментов сопротивления наиболее употребительных сечений.

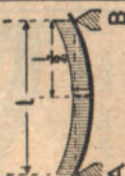

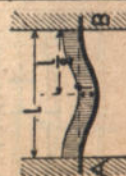
Сечение	Момент инерции	Момент сопротивления
 <p>Черт. 86.</p>	$J = \frac{bh^3}{12}$	$W = \frac{bh^2}{6}$
 <p>Черт. 87.</p>	$J = \frac{h^4}{12}$	$W = \frac{h^3}{6}$
 <p>Черт. 88.</p>	$J = \frac{b}{12} (H^3 - h^3)$	$W = \frac{b}{6} \frac{H^3 - h^3}{H}$
 <p>Черт. 89.</p>	$J = \frac{H^4 - h^4}{12}$	$W = \frac{1}{6} \frac{H^4 - h^4}{H}$
 <p>Черт. 90.</p>	$J = \frac{bh^3}{36}$	$W = \frac{bh^2}{24}$

Сечение	Момент инерции	Момент сопротивления
 <p>Черт. 91.</p>	$J = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi r^4}{4}$ $J \sim 0,05 d^4$	$W = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{\pi r^3}{4}$ $W \sim 0,1 d^3$
 <p>Черт. 92.</p>	$J = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4)$ $= \frac{\pi}{4} (R^4 - r^4)$ $J \sim 0,05 (D^4 - d^4)$	$W = \frac{\pi}{32} \frac{D^4 - d^4}{D}$ $= \frac{\pi}{4} \frac{R^4 - r^4}{R}$ $W \sim 0,8 d_m^2 s$
 <p>Черт. 93.</p>	$J = \frac{\pi}{4} a^3 b$ $= 0,7854 a^3 b$	$W = \frac{\pi}{4} a^2 b$ $= 0,7854 a^2 b$
 <p>Черт. 94.</p>	$J = \frac{BH^3 - bh^3}{12}$	$W = \frac{BH^3 - bh^3}{6H}$
 <p>Черт. 95.</p>	$J = \frac{BH^3 + bh^3}{12}$	$W = \frac{BH^3 + bh^3}{6H}$

Балки постоянного сечения.

Род нагрузки	Давление на опоры А и В. Изгибающий момент М.	Груз Р и необходим. момент сопротивл. W	Прогиб f	Примечания
 <p>Черт. 96.</p>	$B = P$ $M_{max} = Pl$	$P = \frac{R_b \cdot W}{l}$ $W = \frac{Pl}{R_b}$	$f = \frac{P \cdot l^3}{EJ \cdot 3}$	Свободная балка опасное сеч. у В
 <p>Черт. 97.</p>	$A = B = \frac{P}{2}$ $M_{max} = \frac{Pl}{4}$	$P = 4 \frac{R_b \cdot W}{l}$ $W = \frac{Pl}{4 R_b}$	$f = \frac{P \cdot l^3}{EJ \cdot 48}$	Свободно лежащая балка опасн. сеч. по середине
 <p>Черт. 98.</p>	$A = \frac{Pn}{l}; B = \frac{Pm}{l}$ $M_{max} = \frac{Pmn}{l}$	$P = R_b \cdot W \frac{l}{mn}$ $W = \frac{Pmn}{l R_b}$	$f = \frac{P \cdot l^3 \cdot m^2 \cdot n^2}{EJ \cdot 3 \cdot l^2 \cdot l^2}$	Тоже опасн. сеч. у С

Род нагрузки	Давление на опоры А и В. Изгибающий момент М	Груз Р и необходим. момент сопротивл. W	Прогиб f	Примечания
 <p style="text-align: center;">Черт. 99.</p>	$A = \frac{5}{16} P; B = \frac{11}{16} P$ $M_{max} = \frac{3Pl}{16}$	$P = \frac{16 R_b W}{3 l}$ $W = \frac{3 Pl}{16 R_b}$	$f = \frac{P l^3}{EJ 768}$ $f_{max} = \sqrt[3]{\frac{Pl^3}{48 EJ}}$	<p style="text-align: center;">Балка полузакрепл. опасн. сеч. у В</p>
 <p style="text-align: center;">Черт. 100.</p>	$A = B = \frac{P}{2}$ $M_{max} = \frac{Pl}{8}$	$P = 8 \frac{R_b W}{l}$ $W = \frac{Pl}{8 R_b}$	$f = \frac{P l^3}{EJ 192}$	<p style="text-align: center;">Закрепленная балка опасн. сеч. у А, В и С</p>
 <p style="text-align: center;">Черт. 101.</p>	$B = P$ $M_{max} = \frac{Pl}{2}$	$P = 2 \frac{R_b W}{l}$ $W = \frac{Pl}{2 R_b}$	$f = \frac{P l^3}{EJ 8}$	<p style="text-align: center;">Опасное сечение у В</p>

Род нагрузки	Давление на опоры А и В. Изгибающий момент M	Груз P и необходим. момент сопротивл. W	Прогиб f	Примечания
 <p>Черт. 102.</p>	$A = B = \frac{P}{2}$ $M_{max} = \frac{Pl}{8}$	$P = 8 \frac{R_b W}{l}$ $W = \frac{Pl}{8 R_b}$	$f = \frac{P}{EJ} \frac{5l^3}{384}$	Опасное сечение посредине балки
 <p>Черт. 103.</p>	$A = \frac{3}{8} P; B = \frac{5}{8} P$ $M_{max} = \frac{Pl}{8}$	$P = 8 \frac{R_b W}{l}$ $W = \frac{Pl}{8 R_b}$	$f_{max} = \frac{P}{EJ} \frac{l^3}{185}$	Опасное сечение у В
 <p>Черт. 104.</p>	$A = B = \frac{P}{2}$ $M_{max} = \frac{1}{12} Pl$	$P = 12 \frac{R_b W}{l}$ $W = \frac{Pl}{12 R_b}$	$f = \frac{P}{EJ} \frac{l^3}{334}$	Опасные сечения у А и В

Кручение.

Если круглый стержень диаметром d длиной l закреплён одним концом, а к другому приложена пара сил в плоскости перпендикулярной к оси стержня, то угол закручивания:

$$\varphi = k \cdot \frac{M \cdot l}{d^4}$$

где M — скручивающий момент

k — коэффициент пропорциональности.


Если имеем сечение на расстоянии x от основания стержня то касательные напряжения элемента сечения на расстоянии ρ от оси будут иметь величину



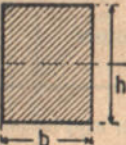
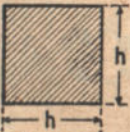
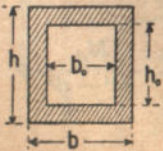
$$P_t = G \cdot \rho \cdot \frac{d\varphi}{dx}$$

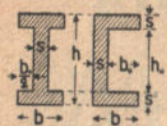
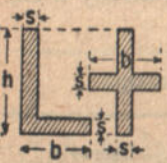
для $\rho = r$ имеем:

$$P_{t \max} = G \cdot r \cdot \frac{d\varphi}{dx}$$

Допускаемый момент кручения (по Баху)

Сечение	Допускаемый момент кручения	Угол скручивания
 <p>Черт. 105.</p>	$M = \frac{\pi}{6} d^3 R_d$	$\frac{32}{\pi} \cdot \frac{M_d}{d^4} \cdot \beta$
 <p>Черт. 106.</p>	$M = \frac{\pi}{16} \frac{D^4 - d^4}{D} \cdot R_d$	$\frac{32}{\pi} \cdot \frac{M_d}{D^4 - d^4} \cdot \beta$

Сечение	Допускаемый момент кручения	Угол скручивания
 <p>Черт. 107.</p>	$M = \frac{\pi}{16} b^2 h R_d$ $h > b$	$\frac{16}{\pi} \cdot M_d \frac{b^2 + h^2}{b^3 \cdot h^3} \cdot \beta$
 <p>Черт. 108.</p>	$M = \frac{\pi b^3 h - b_0^3 h_0}{16 b} R_d$ $\frac{h_0}{h} = \frac{b_0}{b} \quad h > b$	$\frac{16}{\pi} \cdot M_d \cdot \frac{b^2 + h^2}{b^3 h^3 \left\{ 1 - \frac{h_0^4}{h^4} \right\}} \cdot \beta$
 <p>Черт. 109.</p>	$M = \frac{2}{9} b^2 h R_d$ $h > b$	$3,6 \cdot M_d \cdot \frac{b^2 + h^2}{b^3 h^3} \cdot \beta$
 <p>Черт. 110.</p>	$M = \frac{2}{9} h^3 R_d$	$7,2 \cdot M_d \cdot \frac{1}{h^4} \cdot \beta$
 <p>Черт. 111.</p>	$M = \frac{2}{9} \frac{b^3 h - b_0^3 h_0}{b} R_d$ $\frac{h_0}{h} = \frac{b_0}{b}$	

Сечение	Допускаемый момент кручения	Угол скручивания
 <p>Черт. 112.</p>	$M = \frac{2}{9} s^2 (h + 2b_0) R_d$	
 <p>Черт. 113.</p>	$M = \frac{2}{9} s^2 (h + b - s) R_d$	

Сложное сопротивление.

Изгиб и скручивание. Если тело, имеющее форму бруса, подвержено одновременно изгибу и скручиванию, то при M_b изгибающем моменте и M_v — скручивающем, идеальный момент будет:

$$M_i = 0,35 M_b + 0,65 \sqrt{M_b^2 + (a_0 M_v)^2}$$

где

$$a_0 = \frac{R_b}{1,3 R_v}$$

Идеальный момент равен моменту сопротивления, помноженному на изгибающее напряжение

$$M_i = W \cdot R_b$$

поэтому

$$W = \frac{M_i}{R_b}$$

Сопrotивление рессор:

Пусть:

P — допускаемая нагрузка рессор в кг.

f — прогиб рессоры в см.

l — длина рессоры в см.

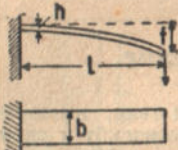
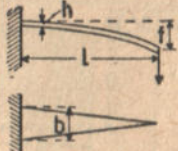
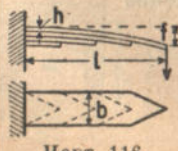
n — число листов или витков.


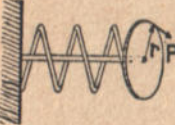
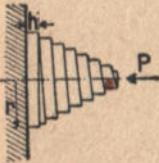
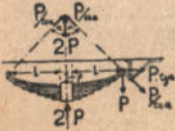
d — диаметр круглого сечения в см.

b и h — стороны прямоугольного сечения в см.

Различают рессоры подвергающиеся изгибу и скручиванию.

Таблицы обоих родов рессор.

Тип рессоры	Нагрузка P	Прогиб f
 <p style="text-align: center;">Черт. 114.</p>	$P = \frac{R_b}{l} \cdot \frac{b \cdot h^2}{6}$	$f = \frac{P}{E \cdot J} \cdot \frac{l^3}{3} =$ $= 4 \frac{l^3}{b \cdot h^3} \cdot \frac{P}{E}$
 <p style="text-align: center;">Черт. 115.</p>	$P = \frac{R_b}{l} \cdot \frac{b \cdot h^2}{6}$	$f = \frac{P}{E \cdot J} \cdot \frac{l^3}{2} =$ $= 6 \frac{l^3}{b \cdot h^3} \cdot \frac{P}{E}$
 <p style="text-align: center;">Черт. 116.</p>	$P = n \cdot \frac{b \cdot h^2}{6} \cdot \frac{R_b}{l}$	$f = 6 \frac{P \cdot l^3}{E \cdot n \cdot b \cdot h^3}$

Тип рессоры	Нагрузка P	Прогиб f
 <p>Черт. 117.</p>	<p>Для \circ сечения:</p> $P = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \cdot \frac{R_v}{r}$ <p>Для \square сечения:</p> $P = \frac{2}{9} b^2 \cdot h \cdot \frac{R_v}{r}$	$f = \frac{64 n r^3}{d^4} \cdot \frac{P}{G}$ $f = 7,2 \pi \cdot n \cdot r^3 \cdot \frac{b^2 + h^2}{b^2 h^3} \cdot \frac{P}{G}$
 <p>Черт. 118.</p>	<p>Для \circ сечения:</p> $P = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \cdot \frac{R_b}{r}$ <p>Для \square сечения:</p> $P = \frac{b \cdot h^2}{6} \cdot \frac{R_b}{r}$	$f = \frac{P}{E \cdot J} \cdot l r^2 = \frac{64}{\pi} \cdot \frac{P \cdot l r^2}{E d^4}$ $f = \frac{P}{E \cdot J} \cdot l \cdot r^2 = 12 \frac{P l r^2}{E \cdot b \cdot h^3}$
 <p>Черт. 119.</p>	<p>Для \circ сечения:</p> $P = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{d^3}{r} \cdot R_v = 0,1963 \frac{d^3}{r} \cdot R_v$ <p>Для \square сечения:</p> $P = \frac{2}{9} \cdot \frac{b^2 \cdot h}{r} \cdot R_v$	$f = 16 n \frac{r^3}{d^4} \cdot \frac{P}{G} = \pi \cdot n \cdot \frac{r^2}{d} \cdot \frac{R_v}{G}$ $f = 1,8 \pi \cdot n \cdot r^3 \cdot \frac{b^2 + h^2}{b^3 \cdot h^3} \cdot \frac{P}{G} = 0,4 \pi \cdot n r^2 \cdot \frac{b^2 + h^2}{b h^2} \cdot \frac{R_v}{G}$
 <p>Черт. 120.</p>	<p>Груз:</p> $2 P = 2 n \frac{b h^2}{6} \cdot \frac{R_b}{l + p \operatorname{tg} \alpha}$	$f = 6 \frac{l^2}{n b h^3} \cdot \frac{P(l + p \operatorname{tg} \alpha)}{E} = \frac{l^2}{h} \cdot \frac{R_b}{E}$

Сопротивление плит, дисков и сосудов.

Обозначая через

δ — толщину стенки или пластинки

q — давление на единицу поверхности

f — прогиб

имеем (по Баху)

1. Для круглого диска радиуса r нагруженного по всей поверхности $\pi \cdot r^2$ равномерной нагрузкой (жидкости) q :

$$\delta \geq r \sqrt{\mu \cdot \frac{q}{R_b}}$$

$$f = \psi \frac{r^4}{h^3} \cdot \frac{q}{E}$$

μ и ψ — коэффициенты.

Для чугуна

$$\mu = \frac{4}{5} = \frac{6}{5}$$

$$\psi = \frac{1}{6} = \frac{3}{5}$$

Для литого железа:

$$\mu = \frac{3}{4} = \frac{2}{3}$$

при свободном возлежании диска,

$$\mu = \frac{1}{2} = \frac{4}{9}$$

при диске с заделанными концами.

2. Для того же диска при нагрузке одной силой действующей в центре:
по окружности r_0

$$\delta \geq \sqrt{\frac{3}{\pi} \mu \left(1 + \frac{2}{3} \frac{r_0}{r}\right) \frac{P}{R_b}}$$

$$f = \psi \frac{r^2}{h^3} \cdot \frac{P}{E}$$

$$\mu = \frac{3}{2} \text{ (для чугуна), } \psi = \frac{2}{3} \text{ до } \frac{1}{2}$$

Стенки сосудов

при небольшой толщине стенок сосуда по сравнению с его диаметром имеем приближенные формулы

$$\delta = r_i \cdot \frac{P}{R_2} \text{ для цилиндрич. сосудов}$$

$$\delta = \frac{1}{2} r_i \cdot \frac{P}{R_2}$$

для сферических, где r_i — внутренний диаметр сосуда.

IV. ТЕПЛОТА.

Измерение температуры.

Пусть:

R — число градусов, соответствующих определенной температуре по Реомюру,

C — по Цельсию,

F — по Фаренгейту,¹

тогда:

$$F = 32 + \frac{9}{5} C = 32 + \frac{9}{4} R$$

$$C = \frac{5}{9} R = \frac{5}{9} (F - 32)$$

$$R = \frac{4}{5} C = \frac{4}{9} (F - 32).$$

Таблицы для сравнения градусов Цельсия,
Реомюра и Фаренгейта.

C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R	F
-20	-16	-4	6	4,8	42,8	32	25,6	89,6	58	46,4	136,4
-19	-15,2	-2,2	7	5,6	44,6	33	26,4	91,4	59	47,2	138,2
-18	-14,4	-0,4	8	6,4	46,4	34	27,2	93,2	60	48	140
-17	-13,6	+1,4	9	7,2	48,2	35	28	95	61	48,8	141,8
-16	-12,8	+3,2	10	8	50	36	28,8	96,8	62	49,6	143,6
-15	-12	+5	11	8,8	51,8	37	29,6	98,6	63	50,4	145,4
-14	-11,2	+6,8	12	9,6	53,6	38	30,4	100,4	64	51,2	147,2
-13	-10,4	+8,6	13	10,4	55,4	39	31,2	102,2	65	52	149
-12	-9,6	+10,4	14	11,2	57,2	40	32	104	66	52,8	150,8
-11	-8,8	+12,2	15	12	59	41	32,8	105,8	67	53,6	152,6
-10	-8	+14	16	12,8	60,8	42	33,6	107,6	68	54,4	154,4
-9	-7,2	+15,8	17	13,6	62,6	43	34,4	109,4	69	55,2	156,2
-8	-6,4	+17,6	18	14,4	64,4	44	35,2	111,2	70	56	158
-7	-5,6	+19,4	19	15,2	66,2	45	36	113	71	56,8	159,8
-6	-4,8	+21,2	20	16	68	46	36,8	114,8	72	57,6	161,6
-5	-4	+23	21	16,8	69,8	47	37,6	116,6	73	58,4	163,4
-4	-3,2	+24,8	22	17,6	71,6	48	38,4	118,4	74	59,2	165,2
-3	-2,4	+26,6	23	18,4	73,4	49	39,2	120,2	75	60	167
-2	-1,6	+28,4	24	19,2	75,2	50	40	122	76	60,8	168,8
-1	-0,8	+30,2	25	20	77	51	40,8	123,8	77	61,6	170,6
0	0	+32	26	20,8	78,8	52	41,6	125,6	78	62,4	172,4
+1	+0,8	+33,8	27	21,6	80,6	53	42,4	127,4	79	63,2	174,2
2	1,6	35,6	28	22,4	82,4	54	43,2	129,2	80	64	176
3	2,4	37,4	29	23,2	84,2	55	44	131	81	64,8	177,8
4	3,2	39,2	30	24	86	56	44,8	132,8	82	65,6	179,6
5	4	41	31	24,8	87,8	57	45,6	134,6	83	66,4	181,4

C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R	F
84	67,2	183,2	113	90,4	235,4	142	113,6	287,6	171	136,8	339,8
85	68	185	114	91,2	237,2	143	114,4	289,4	172	137,6	341,6
86	68,8	186,8	115	92	239	144	115,2	291,2	173	138,4	343,4
87	69,6	188,6	116	92,8	240,8	145	116	293	174	139,2	345,2
88	70,4	190,4	117	93,6	242,6	146	116,8	294,8	175	140	347
89	71,2	192,2	118	94,4	244,4	147	117,6	296,6	176	140,8	348,8
90	72	194	119	95,2	246,2	148	118,4	298,4	177	141,6	350,6
91	72,8	195,8	120	96	248	149	119,2	300,2	178	142,4	352,4
92	73,6	197,6	121	96,8	249,8	150	120	302	179	143,2	354,2
93	74,4	199,4	122	97,6	251,6	151	120,8	303,8	180	144	356
94	75,2	201,2	123	98,4	253,4	152	121,6	305,6	181	144,8	357,8
95	76	203	124	99,2	255,2	153	122,4	307,4	182	145,6	359,6
96	76,8	204,8	125	100	257	154	123,2	309,2	183	146,4	361,4
97	77,6	206,6	126	100,8	258,8	155	124	311	184	147,2	363,2
98	78,4	208,4	127	101,6	260,6	156	124,8	312,8	185	148	365
99	79,2	210,2	128	102,4	262,4	157	125,6	314,6	186	148,8	366,8
100	80	212	129	103,2	264,2	158	126,4	316,4	187	149,6	368,6
101	80,8	213,8	130	104	266	159	127,2	318,2	188	150,4	370,4
102	81,6	215,6	131	104,8	267,8	160	128	320	189	151,2	372,2
103	82,4	217,4	132	105,6	269,6	161	128,8	321,8	190	152	374
104	83,2	219,2	133	106,4	271,4	162	129,6	323,6	191	152,8	375,8
105	84	221	134	107,2	273,2	163	130,4	325,4	192	153,6	377,6
106	84,8	222,8	135	108	275	164	131,2	327,2	193	154,4	379,4
107	85,6	224,6	136	108,8	276,8	165	132	329	194	155,2	381,2
108	86,4	226,4	137	109,6	278,6	166	132,8	330,8	195	156	383
109	87,2	228,2	138	110,4	280,4	167	133,6	332,6	196	156,8	384,8
110	88	230	139	111,2	282,2	168	134,4	334,4	197	157,6	386,6
111	88,8	231,8	140	112	284	169	135,2	336,2	198	158,4	388,4
112	89,6	233,6	141	112,8	285,8	170	136	338	199	159,2	390,2

Для точных измерений температур, особенно же высоких, часто применяется термоэлемент, основанный на свойстве двух различных металлов, спаянных одними концами и соединенных другими концами проволокой, при нагревании места спайки давать ток. Последний пропорционален степени нагретости спаянных концов и таким образом отклонения гальванометра дают возможность судить о температуре (пропорциональны).

Для измерения высоких температур также и для калибровки термометров применяются еще пирометры, т. е. приборы основанные либо на сравнении разных удлинений двух различных тел либо на рассмотрении изгиба стержня спаянного из двух половин, различных металлов.

Температура железа на практике приблизительно определяется по цвету, что видно из нижеследующей таблицы:

Едва заметный темно-красный цвет	500°	↓
Цвет темно-красный	700°	”
” темно-вишневый	800°	”
” вишневый	900°	”
” светло-вишневый	1000°	”
” темно-оранжевый	1100°	”
” светло-оранжевый	1200°	”
Белое каление	1300°	”
Сварочный жар	1450°	”
Цвет ослепительно белый	1500°	”

Расширение тел от теплоты.

Под коэффициентом линейного расширения α тела подразумевают приращение единицы длины тела при нагревании на 1°C .

Если l — начальная длина тела, L — его длина после нагревания на t° то существует зависимость:

$$L = l(1 + \alpha t).$$

Под коэффициентом объемного расширения β понимают приращение единицы объема тела при нагревании на 1° .

Существует зависимость:

$$\beta = 3\alpha.$$

Имеем формулы:

$$V = V_0(1 + \beta t)$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{1 + \beta t_1}{1 + \beta t_2}.$$

Все газы расширяются приблизительно одинаково и для них:

$$\beta = \frac{1}{273}.$$

Подставив это значение β в последнюю формулу, получим для газов зависимость:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{273 + t_1}{273 + t_2} = \frac{T_1}{T_2}.$$

$T = 273 + t$ есть абсолютная температура отсчитываемая по шкале Цельсия от -273° .

Коэффициенты расширения для твердых и жидких тел:

Линейное расширение 1000α между 0° и 100° .

Алюминий	0,024
Свинец	0,029
Бронза	0,018
Железо и сталь	0,011
Красная медь	0,017
Желтая медь	0,019
Никкель	0,013
Платина	0,09
Серебро	0,019
Цинк	0,029
Олово	0,023
Цемент (бетон)	0,014
Стекло	0,09
Резина	0,080
Дерево (вдоль)	0,003 до 0,009

Объемное расширение 1000β при комнатной температуре.

Эфир	1,60
Алкоголь	1,10
Бензол	1,25
Керосин	1,00 до 0,92
Ртуть	0,181
Серная кислота	0,55
Вода	0,18

Линейная усадка металлов при застывании.

Свинец	1 : 92
Бронза	1 : 63
Мелкозернистое железо	1 : 72
Колокольный металл	1 : 65
Чугун	1 : 96
Пушечный металл	1 : 134
Желтая медь	1 : 65
Пудлинговая сталь	1 : 72
Колосовое железо прокатное	1 : 55
Литая сталь	1 : 64
Стальные отливки	1 : 50
Висмут	1 : 265

Цинк литой	1:62	
Олово	1:128	
100 вес. ч. красной меди }		1:134
12,5 вес. ч. олова }		

Количество теплоты измеряется калориями. Под большой калорией (Е. Т.) подразумевают количество теплоты, которое нужно сообщить 1 kg воды, чтобы нагреть ее на 1° С. Малая калория — то же понятие отнесенное к 1 gr воды.

Если вместо воды возьмем какое либо тело, то количество теплоты необходимое для поднятия температуры 1 kg этого тела на 1° называется удельной теплотой данного тела.

Таким образом для тела весом Р kg обладающего удельной теплотой с для повышения его температуры от t_0 до t градусусов понадобится:

$$Q = P \cdot c (t - t_0) E \cdot T.$$

Удельная теплота твердых и жидких тел.

Тело	Удельн. теплота	Тело	Удельн. теплота
Алкоголь (абсол.)	0,58	Лед (-20° до 0°)	0,50
Алюминий	0,21	Мрамор	0,21
Графит	0,20	Никкель	0,11
Древесный уголь	0,20	Олово	0,056
„ спирт	0,57	Платина	0,032
Дуб	0,57	Ртуть	0,033
Ель	0,65	Свинец	0,031
Желтая медь	0,092	Серебро	0,056
Железо и сталь	0,115	Сосна	0,65
Зола	0,20	Стекло	0,20
Золото	0,031	Серная кислота	0,33
Каменная соль	0,22	Цинк	0,094
Кирпич	0,22	Шлаки	0,18
Кож	0,20	Эфир	0,54
Красная медь	0,094		

Температура плавления или затвердения различных тел при давлении в 760 мм ртутного столба.

Тело	Гра- дусы	Тело	Гра- дусы
Гелий	-271	Барий	850
Водород	-259	Бронза	900
Кислород	-218	Дельта металл	950
Эфир	-118	Серебро	961
Алкоголь (абсол.)	-100	Желтая медь	900
Жидкая углекислота	-79	Золото	1064
Сернистая кислота	-76	Красная медь	1084
Ртуть	-39	Стекло с содержанием свинца	1000
Смесь воды и спирта пополам	-21,6	Стекло без свинца	1200—1400
Глицерин	-20	Чугун белый	1180
Раствор поваренной соли насыщенный	-18	Чугун серый	1200
Морская вода	-2,5	Магnezия	1225
Вода	0	Шлаки доменных печей	1300—1430
Бензол	5	Сталь	1300—1400
Оливковое масло	33	Литое железо	1350—1450
Фосфор	44	Никкель	1452
Спермацет	49	Железо чистое	1510
Парафин	54	Сварочное железо	1500—1600
Желтый воск	62	Платина	1756
Олово	232	Иридий	2300
Свинец	327	Тантал	2850
Цинк	419	Уголь	3600
Аллюминий	657		

Температура плавления сплавов.

Кадмий	Свинец	Олово	Висмут	Градусы Цельсия
12,5	25	12,5	50	65
10	26	13,3	50,1	70
6,2	34,5	9,3	50	77
25	25	50	—	86
11,1	—	33,3	55,6	95
25	—	25	50	95
—	42,1	15,8	42,1	108
—	38,4	30,8	30,8	130
—	44,4	33,4	22,2	143
—	36,2	45,7	18,1	151
—	44,8	41,5	13,7	160
—	50	37,5	12,5	178

Замораживающие смеси.

Смесь	Производимое охлаждение в град. Цельсия
1 часть селитры 1 " аммиака }	22,2
2 " воды	
Смесь из равных частей кристаллической азотнокислой соли, аммиака и воды	24,4
Смесь из равных частей кристаллической азотнокислой соли аммиака, углекислой соли, соды и воды	31,5

Температура воздуха (по Крапоткину) уменьшается на 3° — 5° на каждые 1000 футов высоты.

Температура земли в среднем повышается на 1° С на каждые 15 метров глубины.

Скрытая теплота плавления есть то количество калорий (больших), которое нужно затратить, чтобы расплавить 1 кг данного тела не произведя при этом повышения температуры тела.

Аналогично под скрытой теплотой парообразования (испарения) понимают количество теплоты затрачиваемое на 1 кг жидкости при обращении ее в пар той же температуры при том же давлении (760 mm).

При процессах обратных, т. е. отвердевании жидкости или конденсации пара скрытая теплота телом возвращается в виде освобождающейся теплоты.

Таблица теплоты плавления различных тел.

Тело	Е. Т.	Тело	Е. Т.
Бензол	30	Платина	27
Свинец	6	Ртуть	2,8
Лед. (вода)	80	Чугун серый	23
Глицерин	42,5	" белый	33
Доменные шлаки	50	Серебро	21
Никкель	4,6	Цинк	28
Фосфор	5	Олово	13

Таблица испарения при 760 мм давл. рт. ст.

Тело	Е. Т.	Тело	Е. Т.
Эфир	90	Серовуглерод	90
Бензол	94	Ртуть	68
Хлороформ	58	Вода	539
Сера	362	Скипидар	70

Температуры кипения разных тел при давлении в 760 мм ртутного столба.

Тело	Гра- дусы	Тело	Гра- дусы
Цинк	915	Эфир	35
Ртуть	357	Сернистая кислота	-10
Глицерин	290	Углекислота	-78
Раствор повар. соли насыщ.	108	Кислород	-183
Вода	100	Окись углерода	-190
Бензол	80	Азот	-196
Алкоголь (абсол.)	78,5	Водород	-253
		Гелий	-268

Передача теплоты может происходить путем соприкосновения и излучения. При соприкосновении стенки толщиной δ , имеющей постоянную температуру t_1 , с другой, постоянной температуры t_2 , в течении времени z (часов) протекает через площадь соприкосновения F количество теплоты:

$$Q = \lambda \cdot F \cdot z \cdot \frac{t_1 - t_2}{\delta}$$

λ — коэффициент теплопроводности, равный количеству калорий протекающих в 1 час через площадь 1 м² при разности температур в 1° С.

Значение коэффициента теплопроводности λ для разных материалов

Алкоголь	0,18	Керосин	0,13
Алюминий	175	Кирпич	0,70
Вода	0,5	Кирпичная стена . .	0,35
Воздух	0,02	Лед	1,5
Войлок	0,03	Масло машинное . . .	0,1
Глина	0,70	Медь красная	330
Глицерин	0,25	„ желтая	72 до 108
Железо	50 до 60	Накипь котельная . .	2
Золото	250	Никкель	50
Каменный уголь	0,11	Олово	54
Картон	0,16	Платина	60
Каучук	0,17		

Коэффициент теплопроводности изоляций.

Материалы	Вес 1 cbm kg	Коэффициент теплопроводности при температуре:					
		0°	50°	100°	200°	300°	400°
Азбест	576	0,130	0,153	0,167	0,180	0,186	0,192
Обожженные камни из кизельгур для тру- бопров.перегрет.пара	200	0,064	0,071	0,078	0,092	0,106	0,120
Изоляционный состав	405	0,060	0,070	0,076	0,081	—	—
Тоже смешанный с водой и просушен- ный	690	—	—	—	0,120 (при 220°)	—	—
Кизельгур сухой . . .	350	0,052	0,060	0,066	0,074	0,078	—
Тоже смешанный с водой и просушен- ный	580	—	—	—	—	0,123 (при 350°)	—
Хлопчатая бумага . .	81	0,047	0,054	0,059	—	—	—
Шелковая плетенка . .	147	0,039	0,047	0,052	—	—	—
Шелк	101	0,038	0,045	0,051	—	—	—
Шерсть (баранья) . .	136	0,033	0,042	0,050	—	—	—
Пробковая мука . . .	161	0,031	0,041	0,048	0,055	—	—

Если стенка t^0 граничит с жидкостью t_1^0 то:

$$Q = \alpha \cdot F \cdot z (t - t_1).$$

Для кипящей воды $\alpha = 2000-6000$

Для сгущающихся водяных паров $\alpha \cong 10\,000$

Для жидкостей, находящихся в покое $\alpha \cong 500$

Для воздуха $\alpha = 2-8$

Для жидкостей протекающих (v м/сек) вдоль стены . . . $\alpha = 300 + 1800 \sqrt{v}$

Для протекающего воздуха . . . $\alpha = 2 + 10 \sqrt{v}$

Если стенка разделяет две жидкости температур t_1 и t_2 то:

$$Q = k \cdot F \cdot z (t_1 - t_2)$$

где

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta}{\lambda}}$$

Проводимость тепла через цилиндрические стенки. Если d_i — внутренний, d_a — наружный, l — длина цилиндрической трубы (в метрах) то:

$$Q = l \cdot \pi \cdot z \cdot \frac{t_1 - t_2}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_a} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_a}{d_i}}$$

(предполагается присутствие в цилиндре более теплой жидкости.)

Передача теплоты лучеиспусканием.

Пусть тело поверхностью F и температуры t окружено поверхностями температуры t_1 , тогда перешедшая в z часов вследствие лучеиспускания теплота будет:

$$Q = 0,5 \cdot F \cdot z \left[\frac{(273 + t)^2}{10\,000} - 1,9 \right] (t - t_1).$$

Термодинамика.

Теплота и энергия — эквивалентны.

$$1 \text{ Е.Т.} = 427 \text{ м/кг} (= 4189 \text{ джаулей}) \frac{1}{427} = \Delta$$

называется механическим эквивалентом теплоты.

Таким образом:

$$Q = A \cdot L \text{ и } L = \frac{Q}{A},$$

если L обозначает работу (в м/кг)
и Q количество теплоты (Е.Т.)

Совершенные газы

подчиняются законам Гей-Люссака и Бойля-Мариотта
Имеем уравнение состояния газа:

$$P \cdot v = R \cdot T; \quad P \cdot V = G \cdot R \cdot P$$

где P — абсолютное давление газа

V — объем тела

v — „ 1 kg тела

G — вес газа

T — $t + 273$

R — газовая постоянная, обратно пропорциональная молекулярному весу μ газа.

Независимо от изменения удельной теплоты в зависимости от температуры всегда имеем:

$$c_p - c_v = A \cdot R = \frac{1,985}{\mu} \sim \frac{2}{\mu}.$$

Таблица для газов.

Название газа	Формула	Молекулярный вес μ для $O_2=32$	Постоянная R	Удельная теплота для 1 kg		$K = \frac{c_p}{c_v} = \frac{C_p}{C_v}$
				c_p	c_v	
Гелий	He	4,0	21,2	1,25	0,75	1,66
Воздух	—	28,95	29,26	0,238	0,170	0,405
Кислород	O_2	32	26,5	0,217	0,155	1,400
Азот	N_2	28,08	30,2	0,247	0,176	1,408
Водород	H_2	2,016	420,0	3,41	2,42	1,405
Водяной пар	H_2O	18,02	47,0	0,48	0,37	1,30
Углекислота	CO_2	44,00	19,25	0,21	0,16	1,28
Сернистая кислота	SO_2	64,06	13,2	0,15	0,12	1,25
Ацетилен	C_2H_2	26,02	32,5	(0,35)	(0,27)	(1,28)

Изменения состояния газа.

1. Объем постоянен;
- $v = const$
- .

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \text{ где } p \text{ — kg/cm}^2.$$

Внешней работы не производится. Вся сообщенная газу теплота идет на увеличение внутренней энергии.

2. Давление постоянно;
- $p = const$
- .

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Произведенная при этом внешняя работа:

$$L = p (v_2 - v_1).$$

3. Температура постоянна (Изотерма)
- $t = const$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{v_2}{v_1}.$$

Внешняя работа

$$L = p_1 v_1 \cdot \ln \frac{p_1}{p_2}.$$

4. Энтропия постоянна (Адиабата)
- $Q = 0$
- ; теплота ту не сообщается ни отнимается;
- $p \cdot v^k = const$
- .

$$\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^k.$$

Для перегретого пара $k = 1,333$

5. Произвольное изменение состояния (Политропа);

$$p \cdot v^m = const.$$

m лежит обыкновенно между 1 и k Политропа есть кривая неизменной удельной теплоты.

Внешняя работа:

$$L = \frac{p \cdot v_1}{m-1} \left[1 - \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^{m-1} \right]$$

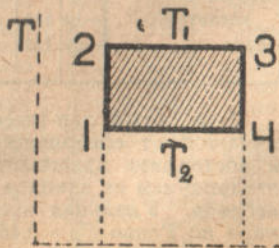
Круговой процесс Карно (черт. 120а).

1—2 адиабатическое сжатие от T_1 до T_2

2—3 изотермическое расширение

3—4 адиабатическое расширение от T_2 до T_1

4—1 изотермическое сжатие



Черт. 120а.

Работа

$$L = G \cdot R (T_2 - T_1) \ln \frac{p_2}{p_1}$$

Коэффициент полезного действия (производительности)

$$\xi = \frac{T_2 - T_1}{T}$$

Пары.

Величины p , v и t какого либо газа связаны между собой уравнением состояния газа. При увеличении p при постоянной температуре наступает при некотором зависимом от температуры давлении момент, когда пар начинает сжижаться (явление насыщения, мокрый пар).

Каждый газ обладает определенной высшей температурой и давлением выше которых переход этого газа в жидкое состояние невозможен. Эти t и p носят название критических.

Таблица температур кипения t_{760} , критической температуры t_k и критического давления p_k ат.

Тело	t_{760}	t_k	p_k	Тело	t_{760}	t_k	p_k
Вода	100	374	225	Углекислота CO_2	-79	31	75
Бензол C_6H_6 . .	80	290	50	Ацетилен C_2H_2 .	-83	35	68
Алкоголь C_2H_5O	78	238	67	Кислород	-183	-118	60
Эфир $C_4H_{10}O$. .	35	192	38	Водород	-253	-241	20
Сернистая кислота SO_2 .	-10	156	81	Гелий	-268	-267	3
Хлор	-33	143	92	Хлористый водород HCl .	-80	+52	87

Перегретый пар (несовершенный газ) тем более отличается от совершенного газа, чем ближе находится к состоянию насыщения. В паровых машинах этим отклонением от законов совершенного газа можно пренебречь. Удельная теплота C_p перегретого водяного пара по Ренью $C_p = 0,48$ между $125-225^\circ$; она увеличивается с увеличением температуры и давления.

Таблица насыщенных паров.

Давле- ние в Ат	Абс. темпе- ратура T	Темпе- ратура t° С	Теплота $\lambda = q + \varrho + A_{ри}$			Раз- ность удель- ных объемов пара (s) и воды (d) на кг в м ³ ; $u = s - d$	Плот- ность $\gamma = \text{вс}$ м ³ в кг $\gamma = \frac{1}{s}$
			Теплота жид- кости q в Е. Т.	Теплота парообразова- ния			
				Внутр. теплота ϱ в Е. Т.	Внешн. теплота A _{ри} в Е. Т.		
0,1	318,6	45,6	45,65	539,63	35,12	14,8914	0,06707
0,2	332,8	59,8	59,89	528,35	36,49	7,7364	0,12858
0,3	341,7	68,7	68,93	521,18	37,36	5,2808	0,1881
0,4	348,5	75,5	75,71	515,81	38,00	4,0289	0,2463
0,5	353,9	80,9	81,19	511,48	38,51	3,2666	0,3036
0,6	358,5	85,5	85,82	507,83	38,93	2,7520	0,3601
0,7	362,5	89,5	89,84	504,66	39,29	2,3806	0,4160
0,8	366,0	93,0	93,43	501,85	39,59	2,0994	0,4713
0,9	369,2	96,2	96,64	499,34	39,86	1,8789	0,5262
1,0	372,1	99,1	99,58	497,05	40,10	1,7012	0,5807
1,1	374,8	101,8	102,28	494,90	40,36	1,5565	0,6349
1,2	377,2	104,2	104,79	492,93	40,57	1,4343	0,6887
1,4	381,7	108,7	109,34	489,38	40,94	1,2410	0,7955
1,6	385,7	112,7	113,38	486,22	41,27	1,0947	0,9013
1,8	389,3	116,3	117,03	483,38	41,56	0,9800	1,0062
2,0	392,6	119,6	120,37	480,78	41,82	0,8877	1,1104
2,5	399,7	126,7	127,66	475,11	42,38	0,7198	1,3680
3,0	405,8	132,8	133,85	470,30	42,85	0,6066	1,6224
3,5	411,1	138,1	139,27	466,11	43,24	0,5248	1,8743
4,0	415,8	142,8	144,10	462,38	43,58	0,4630	2,1239
4,5	420,1	147,1	148,48	459,00	43,88	0,4145	2,3716
5,0	424,0	151,0	152,48	455,92	44,16	0,3754	2,6177
5,5	427,6	154,6	156,18	455,07	44,40	0,3433	2,8624
6,0	430,9	157,9	159,63	450,42	44,63	0,3164	3,1058
6,5	434,1	161,2	162,85	447,95	44,83	0,2934	3,3481
7,0	437,0	164,0	165,89	445,62	45,02	0,2737	3,5891
7,5	439,8	166,8	168,76	443,41	45,20	0,2565	3,8294
8,0	442,5	169,5	171,49	441,32	45,37	0,2415	4,0683
8,5	445,0	172,0	174,09	439,33	45,53	0,2281	4,3072
9,0	447,4	174,4	176,58	437,43	45,67	0,2162	4,5440
9,5	449,7	176,7	178,96	435,62	45,81	0,2055	4,7819
10,0	451,9	178,9	181,24	433,87	45,95	0,1958	5,018
11,0	456,1	183,1	185,56	430,58	46,19	0,1791	5,489
12,0	459,9	186,9	185,59	427,51	46,42	0,1650	5,960
13,0	463,6	190,6	193,38	424,63	46,62	0,1531	6,425
14,0	467,0	194,0	196,94	421,92	46,81	0,1428	6,889
15,0	470,2	197,2	200,32	419,35	46,99	0,1338	7,352

Движение газов и паров.

Газы. Пусть p — давление в помещении где находится газ и p_1 — в помещении, куда он истекает, w — скорость истечения, тогда энергия истечения:

$$A \frac{w^2}{2g} = c_p (T - T_1) =$$

работе, которую газ давления p мог бы произвести в поршневой паровой машине при противодействии p_1

При помощи уравнения адиабаты получаем:

$$w = \varphi \sqrt{2g \frac{K}{K-1} P \cdot v \left[1 - \left(\frac{p_1}{p} \right)^{\frac{K-1}{K}} \right]}$$

где $P = 10\,000 p$ — абсолютное давление газа $k = \frac{c_p}{c_v}$.

Для свободного от трения истечения:

$\varphi = 1$. Количество истекаемого газа g в kg , если F сечение струи в m^2 , будет:

$$g = \frac{w \cdot F}{v_1},$$

где v_1 определяется из:

$$\frac{v_1}{v} = \left(\frac{p}{p_1} \right)^{\frac{1}{m}}$$

Водяной пар.

Энергия истечения водяного пара $\frac{w^2}{2g}$ равна работе AL идеальной паровой машины (без потерь) при том же давлении.

$$\frac{w^2}{2g} = A \cdot L = \frac{\lg p - \lg p_1}{6,76 - 0,9 p_1} \cdot 633$$

для сухого пара.

$$\frac{w^2}{2g} = A \cdot L = \frac{K}{K-1} \cdot P \cdot v \left[1 - \left(\frac{p_1}{p} \right)^{\frac{K-1}{K}} \right]$$

для мокрого пара.

Величина φ по Цойнеру может быть предусмотрена тем, что вместо K подставляется величина меньшая: m

Движение газов и паров по трубопроводам.

Потеря давления (по Гутермуту) в ат:

$$\Delta p = \frac{15}{10^5} \cdot \gamma \cdot \frac{l}{d} \cdot w^2$$

где γ — вес насыщенного пара в kg/m^3 при господствующем в трубопроводе среднем абсолютном давлении p в kg/cm^2 .

w — средняя скорость пара в m/sec .

l — длина трубопровода в м.

d — внутренний диаметр труб.

С большим приближением действительна простая формула:

$$\Delta p = 0,000078 \cdot p \cdot \frac{l}{d} \cdot w^2$$

Сгорание.

Под сгоранием тела понимают соединение этого тела с кислородом воздуха, что сопровождается выделением тепла. Воздух содержит на 100 частей объема 20,90 частей кислорода (O) и 78,13 частей азота (N); на 100 частей весовых 23,10 частей O и 75,55 частей N .

При полном сгорании конечными продуктами сгорания являются углекислота (CO_2) и вода (H_2O), последняя в форме водяного пара; при несовершенном сгорании — окись углерода (CO).

Теплопроизводительностью h какого либо топлива называется количество ET , которое выделяет 1 kg данного тела при полном сгорании.

$$h = 8100 \cdot C + 2900 \cdot (H - \frac{1}{8} O) + 2500 \cdot S - 600 W \text{ в } ET.$$

где буквы обозначают количество содержащихся в теле: C — углерода, H — водорода, O — кислорода, S — серы и W микроскопической воды в kg .

Практически теплопроизводительность определяется с помощью калориметра.

Различают верхнюю и нижнюю теплопроизводительность — первая — относительно жидкой воды, вторая — относительно водяного пара, если температура сгорания превосходит температуру парообразования воды, содержащейся в продуктах сгорания. Верхняя теплопроизводительность выше нижней на теплоту парообразования, т. е. кругло на 600 ET .

Теплопроизводительность 1 kg горючего :

Твердые и жидкие тела. Верхняя теплопроизводительность	Газообразные тела. Нижняя теплопроизводительность для 1 м ³
Керосин 11 000	Окись углерода 2 800
Мааут 10 560	Водород 2 360
Бензол 10 000	Метан 7 820
Древ. уголь (в CO ₂) 8 000	Светильный газ 4 590
Спирт 7 100	Водяной пар 2 300
Дерево 4 100	Генераторный газ 1 095
Цинк 1 300	

Температура сгорания данного тела есть температура, достигнутая им при полном сгорании.

Теоретически необходимое для этого количество воздуха в м³ при 15° и 1 Atm :

$$L = 9,7 \left[C + 3 \left(H - \frac{O}{8} \right) \right].$$

Практически требуется в 2—3 раза большее количество воздуха, вследствие чего температура сгорания падает.




V. ДЕТАЛИ МАШИН.

1. Соединения.

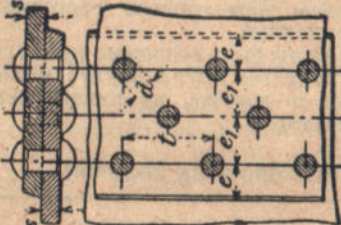
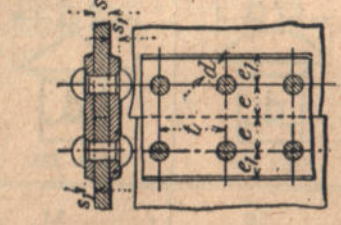
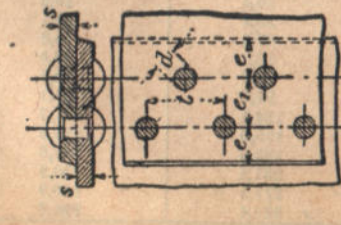
а. Заклепки изготовляются из вязкого литого или сварочного железа лучшего качества. Клепка бывает холодная или горячая в зависимости от осаживания головки в холодном или горячем состоянии. Горячая клепка лучше холодной.

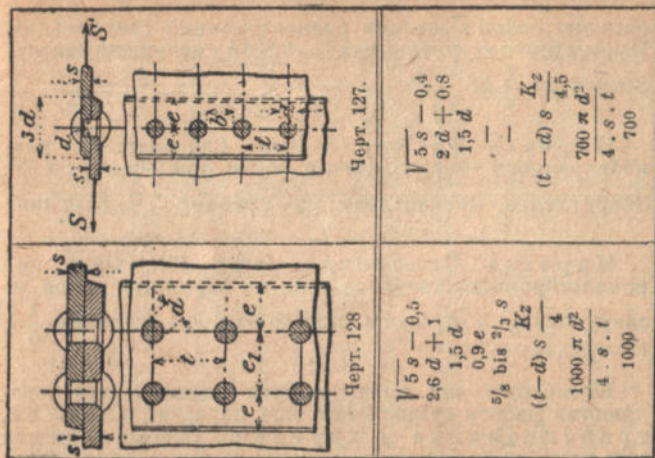
Дыры для заклепок должны быть возможно правильной формы и точно приходиться друг к другу; поэтому сверление дыр, хотя и дороже, но значительно лучше пробивания их штампом.

Веса железных заклепочных головок.

Вес 1000 закл. головок в кг согласно:			
d mm			
	Черт. 121.	Черт. 122.	Черт. 123.
8	2,3	3,6	3,1
10	4,4	7,0	6,1
12	6,7	12,2	10,6
14	12,1	19,4	16,8
16	18,0	28,9	25,1
18	25,7	41,2	35,8
20	35,2	56,5	49,0
22	46,9	75,2	65,3
24	60,8	97,6	84,7
26	77,3	124,1	107,7
28	96,6	155,0	134,6
30	118,8	190,6	165,5
32	144,2	231,3	200,9
34	172,9	277,5	240,9
36	205,3	329,4	286,6

Заклепочные соединения.

Искомые величины в см.			Искомые величины в см.
d в см t " " e " " e_1 " " s_1 " " $S \cong$ kg $c \nu$ kg'qkm ν	 <p>Черт. 124.</p> $\sqrt[5]{\frac{s - 0,4}{3d + 2,2}}$ $\frac{1,5d}{0,5t}$ <p>—</p> $\frac{500 \pi d^2 \cdot 3}{4 \cdot S \cdot t}$ <p>900</p>	 <p>Черт. 125.</p> $\sqrt[5]{\frac{s - 0,4}{2,6d + 1}}$ $\frac{1,5d}{0,8t}$ <p>—</p> $\frac{650 \pi d^2 \cdot 2}{4 \cdot S \cdot t}$ <p>650</p>	 <p>Черт. 126.</p> $\sqrt[5]{\frac{s - 0,4}{2,6d + 1,5}}$ $\frac{1,5d}{0,6t}$ <p>—</p> $\frac{650 \pi d^2 \cdot 2}{4 \cdot S \cdot t}$ <p>650</p>



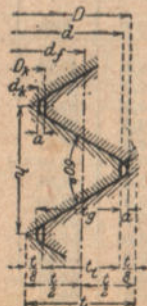
в. Винты и болты. Винтовая линия получается при наворачивании на поверхность круглого прямого цилиндра плоскости некоторого угла α так, чтобы одна из сторон этого угла расположилась по окружности основания цилиндра.

Тогда другая сторона угла даст винтовую линию, ход которой (подъем) будет:

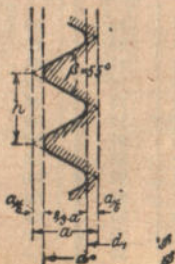
$$h = 2 \pi r t g \alpha$$

где r — радиус цилиндра.

Различают несколько систем нарезок: Интернациональная нарезка (черт. 129) пред-



Черт. 129.



Черт. 130.



Черт. 131.

ставляет собой в сечении равносторонний треугольник. Высота этого треугольника $t_0 = 0,866h$ уменьшена закруглением на $\frac{1}{8} t_0$.

Нарезка Витворта (черт. 130) имеет вид равнобедренного треугольника с углом при вершине в 55° . Закругление произведено на глубине $\frac{1}{6} t_0$ (Англия)

Нарезка Селесерса (черт. 131) имеет вид равностороннего треугольника, но вершины углов не закруглены, а срезаны плоскостью на глубине $\frac{1}{8} t_0$ (Америка).

Кроме того для вращающихся винтов и для передающих работу существуют еще нарезки: плоская, трапецевидная и круглая. Особых норм для них пока не существует.

Нарезка S. J. (интернациональная).

Наружный диаметр нарезки	Ход винта	Внутренний диам. нарезки	Отверстие ключа	Наружный диам. нарезки	Ход винта	Внутренний диам. нарезки	Отверстие ключа
d	s	d_1		d	s	d_1	
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
6	1,0	4,59	12	38	3,5	28,08	50
7	1,0	5,59	13	36	4,0	30,57	54
8	1,25	6,24	15	39	4,0	33,37	58
9	1,25	7,24	16	42	4,5	35,67	63
10	1,5	7,89	18	45	4,5	38,67	67
11	1,5	8,89	19	48	5,0	40,96	71
12	1,75	9,54	21	52	5,0	44,96	77
14	2,0	11,19	23	56	5,5	48,26	82
16	2,0	13,19	26	60	5,5	52,26	88
18	2,5	14,48	29	64	6,0	55,56	94
20	2,5	16,48	32	68	6,0	58,56	100
22	2,5	18,48	35	72	6,5	62,85	105
24	3,0	19,78	38	76	6,5	66,85	110
28	3,0	23,78	42	80	7,0	70,15	116
30	3,0	25,08	46				

Система винтов по Витворту.

Наружный диаметр нарезки англ. дм.	Диаметр (наружный) нарезки мм	Число нарезок на 1 дм.	Внутренний диаметр нарезки мм	$\frac{\pi \cdot d_1^2}{4}$ см ²	Высота хода мм	Отверстие гаечн. ключа мм	Расстояние между противополож. ребрами гайки мм	Высота гайки мм	Толщина подкладной шайбы мм	Диам. подкладной шайбы мм	Высота головки мм
<i>d</i>		<i>n</i>	<i>d</i> ₁		<i>s</i>	<i>s</i> ₀	<i>s</i> ₁	<i>h</i> ₂	<i>m</i>	<i>d</i> ₂	<i>h</i> ₁
1/4	6,350	20	4,724	0,175	1,27	12	13,9	6,5	1,5	16	5
5/16	7,937	18	6,13	0,295	1,411	14	16,2	8,5	2	20	6
3/8	9,525	16	7,492	0,441	1,587	17	19,6	10	2	22	7
7/16	11,112	14	8,789	0,607	1,814	19	21,9	11,5	2,5	25	8
1/2	12,700	12	9,989	0,784	2,116	22	25,4	13	2,5	28	9
5/8	15,875	11	12,918	1,311	2,309	28	32,3	16	3	35	11
3/4	19,050	10	15,797	1,961	2,54	33	38,1	20	3	45	14
7/8	22,225	9	18,61	2,72	2,822	39	45	23	4	50	16
1	25,4	8	21,33	3,573	3,175	44	50,8	26	4	55	18
1 1/8	28,57	7	23,93	4,498	3,628	50	57,8	30	5	62	20
1 1/4	31,75	7	27,10	5,768	3,628	55	63,5	33	5	68	22
1 3/8	34,92	6	29,51	6,835	4,233	61	70,4	36	6	74	24
1 1/2	38,10	6	32,68	8,388	4,233	66	76,2	40	6	80	27
1 5/8	41,27	5	34,77	9,495	5,08	72	83,6	42	6	85	29
1 3/4	44,45	5	37,94	11,31	5,08	77	88,9	45	7	92	32
1 7/8	47,62	4,5	40,40	12,82	5,644	83	95,8	48	7	100	34
2	50,8	4,5	43,57	14,91	5,644	83	95,8	52	8	100	36
2 1/4	57,15	4	49,02	18,87	6,35	83	95,8	58	8	100	40
2 1/2	63,5	4	55,37	24,08	6,35	94	109	65	8	115	45
2 3/4	69,85	3,5	60,56	28,8	7,25	103	119	72	10	125	50
3	76,2	3,5	66,91	35,15	7,25	112	130	78	12	135	55
3 1/4	82,55	3,25	72,55	41,36	7,81	112	130	85	12	135	55
3 1/2	88,9	3,25	78,89	48,92	7,81	125	144	92	12	150	60
3 3/4	95,25	3	84,41	56,95	8,46	125	144	98	14	150	65
4	101,6	3	90,96	64,89	8,46	140	162	105	14	170	70

Нарезка для газовых труб.

Внутренний диаметр трубы		Наружный диаметр нарезки		Число нарезок на 1 дм.	Внутренний диаметр трубы		Наружный диаметр нарезки		Число нарезок на 1 дм.
дм.	мм	мм	мм		дм.	мм	мм	мм	
1/4	6,35	13	11,3	19	1 1/2	38,10	48	45	11
3/8	9,52	16,5	14,8	19	1 3/4	44,45	52	49	11
1/2	12,7	20,5	18,2	14	2	50,80	59	56	11
5/8	15,87	23	20,7	14	2 1/2	63,50	76	73	11
3/4	19,05	26,5	24,2	14	3	76,20	89	86	11
1	25,4	33	30	11	3 1/2	88,90	101,5	98,5	11
1 1/4	31,75	42	39	11	4	101,60	114	111	11

Нарезка винтов для тонких механических приборов.

Наружный диаметр нарезки	Внутренний диаметр нарезки	Высота хода	Наружный диаметр нарезки	Внутренний диаметр нарезки	Высота хода	Наружный диаметр нарезки	Внутренний диаметр нарезки	Высота хода
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	0,625	0,25	2,6	1,925	0,45	5,5	4,15	0,9
1,2	0,825	0,25	3	2,25	0,5	6	4,5	1
1,4	0,95	0,3	3,5	2,6	0,6	7	5,35	1,1
1,7	1,175	0,35	4	2,95	0,7	8	6,2	1,2
2	1,4	0,4	4,5	3,375	0,75	9	7,05	1,3
2,3	1,7	0,4	5,5	3,8	0,8	10	7,9	1,4

Расчет болтов.

Обозначим через:

Q нагрузку по оси винта в kg,

R_z допускаемое напряжение на растяжение в kg/cm²,

d_1 внутренний диаметр нарезки в см,

d наружный диаметр нарезки (диаметр болта) в см.

Стержень болта подвергается только растяжению (или сжатию).

Тогда имеем:

$$Q = \frac{1}{4} \pi d_1^2 \cdot R_z.$$

При изготовлении болтов на токарном станке можно допускать для сварочного железа

$$R_z = 600 \text{ kg/cm}^2.$$

Для стальных болтов при тех же условиях:

$$R_z = 650 \text{ kg/cm}^2.$$

Для железных болтов средних диаметров можно приблизительно брать:

$$Q = 240 \cdot d^2$$

при $1,2 \text{ см.} < d < 3,0 \text{ см.}$

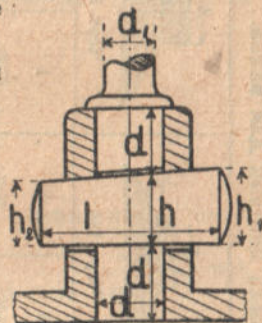
Если кроме растяжения болт подвергается кручению то берутся величины меньшие (от $\frac{1}{5}$ до $\frac{2}{3}$ обычно допускаемых напряжений; для фланцевых и фундаментных болтов даже лишь немного выше $\frac{1}{2}$ допускаемых).

с. Клинья бывают поперечные или продольные (шпонки)

Диаметр первых определяется (черт. 132) из формулы:

$$P = R_z \cdot \frac{\pi d^2}{4}$$

$$\text{и } P = R_z \left(\frac{\pi D^2}{4} - s_1 D \right)$$



Черт. 132.

последняя формула служит для расчета стержневой головки ослабленной отверстием для клина.

Для сварочного железа и стали имеем приблизительно:

$$h_1 \cong 1,75 d \cong 1,33 D.$$

Для определения размеров плоских шпонок можно исходить из

$$b = 0,8 \sqrt{d}; \quad h = 0,4 \sqrt{d}.$$

Для шпонок гнездовых

$$b = 0,8 \sqrt{d} \quad h = 0,5 \sqrt{d}.$$

Таблица шпонок для валов.

Диаметр вала мм	Черт. 133.		Черт. 134.		Черт. 135.		Черт. 136.	
	b мм	h мм	b мм	h мм	b мм	h мм	b мм	h мм
20—29	11	4	11	4	11	5	—	—
30—39	13	5	13	5	13	6	—	—
40—49	14	6	14	6	14	7	—	—
50—64	16	6	16	6	16	8	—	—
65—79	18	7	18	7	18	9	—	—
80—89	21	8	21	8	21	10	—	—
90—99	25	10	25	10	25	12	—	—
100—119	30	12	30	12	30	15	32	10
120—139	—	—	—	—	35	18	38	12
140—159	—	—	—	—	40	20	46	15
160—179	—	—	—	—	45	23	50	16
180—200	—	—	—	—	50	25	57	18

2. Передача силы валом.

а. Цапфы различают поддерживающие и подпятники.

Поддерживающая цилиндрическая цапфа рассчитывается по формуле:

$$\frac{P \cdot l}{2} = 0,1 R_b \cdot d^3,$$

где R_b — допускаемое напряжение на изгиб.

Если через R обозначим допускаемое давление на единицу поверхности, то:

$$P = R \cdot l \cdot d$$

откуда

$$\frac{l}{d} = \sqrt{\frac{0,2 R_b}{R}}.$$

Для хорошо припасованной цапфы имеем след значения R :

Для тигельной стали по бронзе 60 kg/cm²,
 „ литого (сварочн.) железа по бронзе или
 бабиту 40 „

Во избежание нагревания следует принимать:

$$l \geq \frac{P \cdot n}{\omega}, \text{ где } n \text{ — число}$$

оборотов в минуту, ω — угловая скорость.

Подпятники рассчитываются по формуле:

$$P = R \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cong 0,8 R \cdot d^2.$$

Во избежание нагревания следует брать:

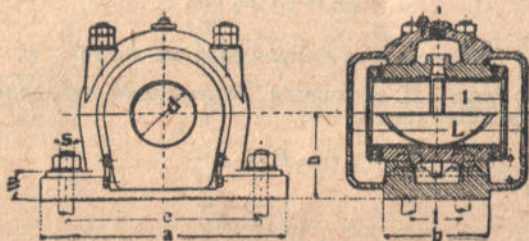
$$d \geq \sqrt{\frac{P \cdot n}{\omega}}.$$

Кольцевой подпятник рассчитывается таким же образом с той разностью, что вместо d^2 подставляется

$$(d_2^2 - d_1^2) \text{ и вместо } d: (d^2 - d_1).$$

в. Подшипники.

Подшипники служат опорами для шеек. В сущности различают „подшипники“ и „подпятники“. Кроме того различают подшипники цельные и разъемные.



Черт. 137.

Главные составные части разъемного подшипника составляют вкладыши, тело подшипника, крышка, болты и гайки для крышки, а также для прикрепления тела.

Размеры вкладышей, конечно, должны соответствовать размерам шейки. Обыкновенно вкладыши делаются из меди или бронзы, реже — из чугуна; при больших размерах они делаются из чугуна (реже — из ковкого железа), с залитой футеровкой из белого металла. Наибольшая толщина бронзовых вкладышей, рекомендуемая Бахом, составляет:

$$s_1 = \frac{d}{16} + 5 \text{ мм.}$$

Превосходную применяемую в наст. время в большинстве случаев смазку представляет собою „кольцевая смазка“.

Она представляет собой закрытый самоустанавливающийся стоячий подшипник с чугунными вкладышами. Нижний вкладыш окружен закрытым со всех сторон резервуаром для масла. На цапфе висят в подшипнике два кольца, нижними частями погруженные в масло; вследствие трения они увлекаются валом и, вращаясь, поднимают масло на вал.

Расточка подшипника <i>d</i>	Длина вкладыша <i>L</i>	Высота подшипника <i>A</i>	Основная плита			Болты				Вес kg
			Толщина стенки <i>c</i>	Длина <i>a</i>	Ширина <i>b</i>	Расстояние		Число	Диам. <i>s</i>	
						<i>e</i>	поперек			
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg
30	175	65	24	200	65	150	—	2	13	7
35	215	75	28	220	75	165	—	2	13	8
40	215	75	28	220	75	165	—	2	13	9
45	260	90	32	250	85	185	—	2	16	13
50	260	90	32	250	85	185	—	2	16	14
55	300	105	36	280	100	205	—	2	20	23
60	300	105	36	280	100	205	—	2	20	24
65	345	115	42	330	115	250	—	2	23	34
70	345	115	42	330	115	250	—	2	23	36
75	390	125	48	375	130	285	—	2	26	46
80	390	125	48	375	130	285	—	2	26	48
85	435	140	50	430	150	340	—	2	26	70
90	435	140	50	430	150	340	—	2	26	73
95	480	155	55	500	170	380	—	2	29	95
100	480	155	55	500	170	380	—	2	29	98
105	525	170	60	530	190	410	100	4	26	122
110	525	170	60	530	190	410	100	4	26	126
115	570	170	60	530	190	410	100	4	26	133
120	570	170	60	530	190	410	100	4	26	138

В т.-н. подшипнике Селлера, нижний вкладыш опирается на обточенной по шару поверхности, благодаря чему достигается возможность для вкладышей автоматически принаравливаться к положению вала.

Подшипники Селлера употребляют преимущественно в трансмиссиях, а именно большей частью в виде подвесных подшипников, здесь:

$$l = 4d.$$

В заключение упомянем еще о шариковых подшипниках (черт. 138), которые при тщательном изготовлении и хорошем материале, дают значительно меньшее трение, нежели обыкновенные подшипники. Шарики должны быть из литой стали лучшего качества, хорошо закалены и с наивозможно



Черт. 138.

гладкой поверхностью. Шариковые подшипники изготавливаются как в виде обыкновенных подшипников, так и в виде подвесных, а также подпятников.

Шариковый подшипник S K F.

Центральный подшипник для средней нагрузки.

mm				Число оборотов в минуту						Вес в кг
				300	500	1000	1500	2000	3000	
d	D	B	r	Допустимая нагрузка в кг						
10	35	11	1	140	130	115	105	95	85	0,058
12	37	12	1	180	165	150	135	125	110	0,067
15	42	13	1	200	185	165	150	140	120	0,095
17	47	14	1	275	260	230	210	190	170	0,130
20	52	15	1	300	280	250	225	210	180	0,165
25	62	17	1	450	420	370	330	310	270	0,250
30	72	19	2	575	540	470	430	400	340	0,390
35	80	21	2	725	675	590	540	500	430	0,515
40	90	23	2	900	840	730	660	600	525	0,725
45	100	25	2	1170	1100	950	850	800	675	0,960
50	110	27	2	1275	1180	1025	925	850	725	1,220
55	120	29	2	1630	1500	1300	1175	1080	920	1,580
60	130	31	2	1925	1780	1530	1380	1270	1075	2,000
65	140	33	3	2100	1950	1700	1500	1380	1170	2,450
70	150	35	3	2525	2325	2000	1800	1625	1375	3,010
75	160	37	3	2750	2550	2150	1950	1750	1500	3,700
80	170	39	3	3000	2750	2350	2100	1900	1600	4,250
85	180	41	3	3450	3150	2700	2400	2200	1800	5,200
90	190	43	3	3950	3600	3050	2700	2450	—	5,900
95	200	45	3	4450	4050	3450	3050	2750	—	6,950
100	215	47	3	5000	4550	3850	3350	3050	—	8,350

с. Оси и валы

Ось и вал — понятия близкие друг к другу. Ось есть короткий вал, работающий главным образом на изгиб. Валы же имеют целью передачу крутящего момента.

Оси сплошные рассчитываются по формуле:

$$M_b \cong 0,1 d^3 R_b$$

Для полых осей имеем:

$$M_b \cong 0,1 \frac{d_2^4 - d_1^4}{d_2} \cdot R_b$$

где M_b — изгибающий момент.

R_b следует принимать:

Для железа	300 — 400	kg/cm ²
„ литой стали	400 — 600	„
„ чугуна	130 — 250	„
„ дуба	60	„

Валы при M_d — скручивающем моменте рассчитываются:

Сплошные валы:

$$M_d = \frac{\pi}{16} \cdot d^3 \cdot R_d \cong \frac{1}{5} d^3 R_d$$

Полые валы:

$$M_d \cong \frac{1}{5} \frac{d_2^4 - d_1^4}{d_2} \cdot R_d$$

Для передачи N л. с. при n оборотах в минуту требуется вал диаметром:

$$d \cong \sqrt[3]{\frac{360000}{R_d} \cdot \frac{N}{n}}$$

При одновременной работе вала на изгиб и скручивание имеем:

$$\frac{d^3}{10} R_b \cong 0,35 M_b + 0,65 \sqrt{M_b^2 + (a_0 M_d)^2}$$

Диаметр d нормальных приводных валов в мм.

N. лс	Число оборотов в минуту = n														
	40	60	80	100	120	140	160	180	200	225	250	275	300	350	400
1	50	45	45	40	40	35	35	35	35	35	35	30	30	30	30
2	60	55	50	50	45	45	40	40	40	40	40	35	35	35	35
3	65	60	55	50	50	50	45	45	45	45	40	40	40	40	40
4	70	65	60	55	55	50	50	50	50	45	45	45	45	40	40
5	75	65	60	60	55	55	55	50	50	50	50	45	45	45	45
6	75	70	65	60	60	55	55	55	50	50	50	50	50	45	45
7	80	75	70	65	60	60	55	55	55	55	50	50	50	50	45
8	85	75	70	65	65	60	60	55	55	55	55	50	50	50	50
9	85	75	70	70	65	65	60	60	60	55	55	55	50	50	50
10	85	80	75	70	65	65	60	60	60	55	55	55	55	50	50
11	90	80	75	70	70	65	65	60	60	60	55	55	55	55	50
12	90	85	75	75	70	65	65	65	60	60	60	55	55	55	50
13	95	85	80	75	70	70	65	65	65	60	60	60	55	55	55
14	95	85	80	75	75	70	70	65	65	60	60	60	60	55	55
15	95	85	80	75	75	70	70	65	65	65	60	60	60	55	55
16	100	90	85	80	75	70	70	70	65	65	65	60	60	60	55
17	100	90	85	80	75	75	70	70	65	65	65	60	60	60	55
18	100	90	85	80	75	75	70	70	70	65	65	65	60	60	60
19	100	90	85	80	80	75	75	70	70	65	65	65	65	60	60
20	105	95	85	85	80	75	75	70	70	70	65	65	65	60	60
25	110	100	90	85	85	80	80	75	75	70	70	70	65	65	60
30	115	105	95	90	85	85	80	80	75	75	70	70	70	65	65
35	120	105	100	95	90	85	85	80	80	80	75	75	75	70	70
40	120	110	105	100	95	90	85	85	85	80	80	75	75	70	70
45	125	115	105	100	95	95	90	85	85	85	80	80	75	75	70
50	130	115	110	105	100	95	90	90	85	85	85	80	80	75	75
60	135	120	115	110	105	100	95	95	90	90	85	85	85	80	75
70	140	125	120	110	105	105	100	95	95	90	90	90	85	85	80
80	145	130	120	115	110	105	105	100	100	95	95	90	90	85	85
90	150	135	125	120	115	110	105	105	100	100	95	95	90	90	85
100	155	140	130	120	115	115	110	105	105	100	100	95	95	90	85
110	155	140	130	125	120	115	110	110	105	105	100	100	95	90	90
120	160	145	135	130	120	120	115	110	110	105	100	100	100	95	90
130	—	150	140	130	125	120	115	115	110	105	105	100	100	95	95
140	—	150	140	135	125	120	120	115	110	110	105	105	100	100	95
150	—	155	145	135	130	125	120	115	115	110	110	105	105	100	95
160	—	155	145	135	130	125	120	120	115	110	110	105	105	100	100
170	—	160	145	140	135	130	125	120	120	115	110	110	105	105	100
180	—	160	150	140	135	130	125	120	120	115	115	110	110	105	100
190	—	160	150	145	135	130	130	125	120	120	115	110	110	105	100
200	—	—	155	145	140	135	130	125	120	120	115	115	110	105	105
300	—	—	170	160	150	145	140	140	135	130	130	125	120	120	115

Гибкие валы

имеют большое применение для передачи движения переносным станкам, подъемным механизмам и т. п.

Допускаемый радиус кривизны, при котором валы могут работать в нормальных условиях равен 6 до 7 d .

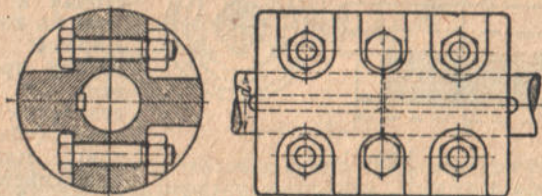
Валы предохраняются металлическим рукавом, а в сырых местах покрываются кожаным кожухом.

Наибольший диаметр $d = 100$ мм, наименьший $d = 5$ мм.

д. Соединения валов.

Для соединения двух валов прибегают к приспособлениям, носящим название муфт. Соединения могут быть глухими, подвижными, гибкими и расцепными.

Из глухих соединений простейшим является втулочная муфта, состоящая из двух половинок (черт. 139) скрепленных потайными болтами



Черт. 139.

(корытное соединение) или же простая цилиндрическая муфта.

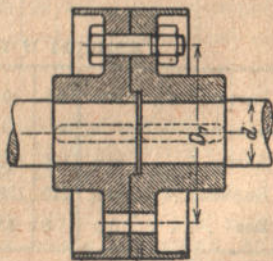
Дисковые муфты (черт. 140) имеют то неудобство, что все укрепляемые на валу части необходимо иметь разъемными.

При n — болтов, расположенных по окружности диаметра D и притянутых каждый силой P , благодаря трению передается вращающий момент:

$$M_d = \frac{D}{2} \cdot P \cdot n \cdot \mu$$

где обычно $\mu = 0,25$.

Длина втулки выбирается между 1,2 — 1,5 диаметра вала (d).

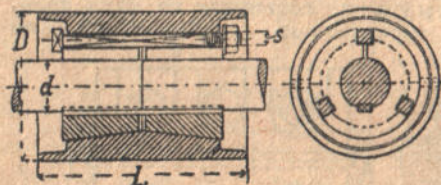


Черт. 140.

Размеры и вес дисковых муфт.

Расточка d . mm	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
Длина . . . mm	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550
Наиб. диаметр mm	360	385	420	435	455	470	500	520	555	570	590
Болты } $d_1 =$ mm	26	26	29	29	29	29	33	33	36	36	36
	$n =$ mm	6	6	6	6	8	8	8	8	8	10
Вес муфты . kg	92	112	138	158	180	215	250	290	335	375	420

Муфта Селлера (черт. 141) состоит из двух снаружи конических втулок вкладывающихся в большую втулку,



Черт. 141.

внутри сходящуюся с двух сторон к середине на конус. Первые две втулки прорезаны и при стягивании болтами (обычно три) плотно насаживаются

на концы валов. Наклон конических поверхностей принимается обычно $tg \alpha = 1 : 8$. При диаметре вала d , n — болтов и силе притяжения каждого P имеем:

$$M_d = \frac{P}{tg \alpha} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{d}{2} \cdot \mu \cdot n$$

Размеры и вес муфт Селлера.

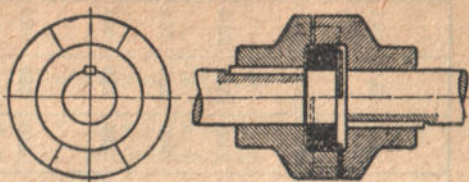
Расточка d . . mm	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Длина L . . . mm	160	200	220	250	290	310	330	370	390	410
Диаметр D . . mm	110	130	150	180	200	222	250	270	290	300
Вес kg	8	13	20	31	44	59	79	96	124	150

Подвижные и гибкие муфты.

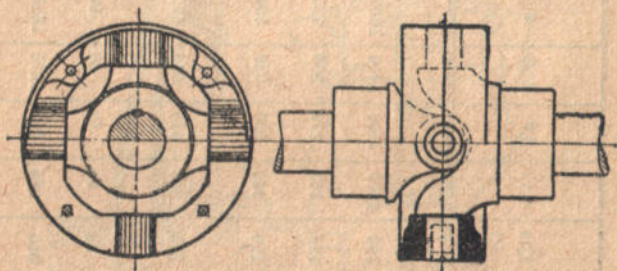
Удлиняющаяся муфта допускает перемещения концов валов обусловливаемые изменением температуры.

Зацепление происходит кулачками (черт. 142).

Шарнирная муфта (кардан) (черт. 143) применяется если угол



Черт. 142.



Черт. 143.

между валами достаточно велик. Недостатком является неравномерная передача вращения. При угле между валами α крайние соотношения угловых скоростей будут:

$$1 : \cos \alpha \text{ и } \cos \alpha.$$

Размеры и вес карданных соединений.

Диаметр вала d . . . mm	40	50	60	70	80	90	100	110	120	155	175
Наружн. диам. муфты											
D mm	180	210	240	280	315	350	390	430	—	—	—
Длина муфты L . . . mm	166	204	240	280	330	370	402	440	—	—	—
Длина втулок l . . . mm	60	75	90	105	120	135	150	165	—	—	—
Вес kg	10	16	25	40	58	86	120	165	—	—	—

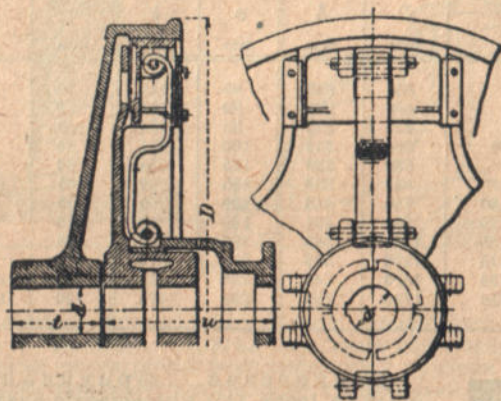
Гибкие или эластичные муфты применяются для соединения двух валов, могущих лишь незначительно отклоняться друг от друга. Примером может служить муфта Цодель-Фойта, где для передачи силы служит кожаный или хлопчатобумажный ремень переплетенный между особыми кулачками обеих половин муфты,

Размеры и вес муфт Цодель-Фойга.

N : n	0,003	0,007	0,01	0,03	0,075	0,15	0,46	1,12	2,13	3,8	5,25	8	11,5	15,6	18,7	23,4
Наружный диаметр . .	120	150	200	300	400	500	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2000	2000
Расточка . . .	20	25	30	40	50	60	90	120	140	170	200	230	250	300	325	350
Длина втулки	40	50	50	75	90	115	160	220	260	300	330	360	400	480	520	550
Наружный диам. втулки	45	50	60	80	100	120	170	220	260	310	360	420	450	540	580	625
Зазор между втулками . .	20	18	20	20	20	20	30	30	40	40	50	50	50	70	70	70
Вес втулки kg	3,2	8	13,5	29	57	85	180	360	680	955	1375	1835	2560	3600	3900	4900

Расцепные муфты.

Фрикционная соединительная муфта Домен-Лоблана изображена на черт. 144.



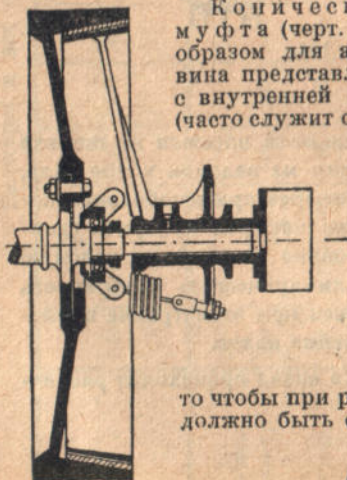
Черт. 144.

На левом ведущем конце вала насажен на шпонке шкив. Перемещением втулки на ведомом конце вала, достигается, при помощи четырех крючкообразных коленчатых рычагов, нажатие четырех ползунов (двигающихся в особой крестовине надетой на ведомую часть вала) на полу цилиндрическую поверхность самой муфты; проявляющееся при этом трение производит сцепление и расцепление валов.

При перемещении втулки назад происходит расцепление.

Размеры и вес муфт Домен-Леблана.

Диаметр вала	Наружный диаметр муфты	Длина муфты	Длина конца вала		Ход	Вес
			для ста- нины	для кресто- вины и рас- труба		
d	D	L	a	b	c	kg
mm	mm	mm	mm	mm	mm	
40	350	229	80	147	30	40
45	400	229	80	147	30	50
50	450	271	85	184	40	70
55—60	600	314	100	211	50	100
65	660	358	125	230	60	150
70	860	388	135	250	65	210
75—80	740	413	150	260	55	240
85—90	880	451	160	288	75	320
95—105	1040	525	180	340	95	490
110—115	1290	575	200	370	110	740
120—130	1490	646	230	411	125	1050
140—150	1720	780	300	475	140	1600



Черт. 145.

Коническая фрикционная муфта (черт. 145) применяется главным образом для автомобилей. Одна половина представляет обычно литое колесо с внутренней конической поверхностью (часто служит одновременно и маховиком двигателя). Другая половина часто представляет эластический конус из пресованной стали с наклепанной на конической поверхности кожей.

Если P — сила пружины
 r — средний радиус конуса
 a — половина угла конуса

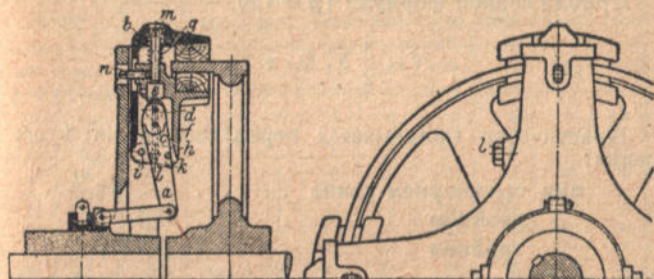
то чтобы при работе не было скольжения должно быть соблюдено:

$$P \geq \frac{M_d}{r} \cdot \frac{sn\alpha}{\nu}$$

Для сцепления после скольжения требуется сила:

$$P = \frac{M\alpha}{r} \left(1 + \frac{sn\alpha}{\mu} \right)$$

Муфта Гилля (черт. 146). Одна половина представляет собой колоколообразной формы колесо с двумя



Черт. 146.

поверхностями трения: внутренняя поверхность цилиндра и внешняя. Другая половина образована из нескольких симметрично расположенных рукавов с деревянными зажимами так сконструированными, что при зажимании между ними цилиндрической части первой половины муфты не появляется никакого изгибающего момента. Эта муфта может применяться при больших оборотах и в пыльных местах. Применяется в трансмиссиях.

3. Передача силы безконечным тянущим приспособлением.

Сюда относится передача ремнем и передача канатом.

а. Ремни пригодны для расстояний от 3 — 9 м и потому служат для передачи силы от моторов к трансмиссиям и от последних к рабочим станкам.

Сопротивление скольжению ремня зависит от μ , от поверхности соприкасания, от натяжения ремня.

Для ремня по чугунному или деревянному шкиву:

$$\begin{aligned} \mu &= 0,3 - 0,4 \text{ при сухих поверхн.} \\ \mu &= 0,15 - 0,2 \text{ при влажн.} \end{aligned}$$

Скорость не должна превышать 26 м/сек.

Работа передаваемая ординарным ремнем в Л. С. если D — диам. шкива в м и P — напряжение ремня:

$$N = \frac{P \cdot v}{75} = \frac{p \cdot b \cdot \pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 75}$$

Приближенная формула ($p = 7,5$)

$$N = \frac{1}{2} b \cdot D \cdot n.$$

Практически принимается передаваемые на 1 см ремня:

при ординарном ремне	9 kg.
„ двойном „	12,5 „
„ тройном „	17,75 „

Или на 1 дм.

при ординарном ремне	40 фит. (амер.)
„ двойном „	70 „
„ тройном „	100 „

Полезно рассчитывать ремень на 25% больше при малых передачах и на 5% больше для больших.

Допускаемое напряжение ремня P в kg на 1 см ширины ремня.

D в м	$v = 3$	$v = 10$	$v = 20$	$v = 30$
0,120	2	—	—	—
0,200	3,5	—	—	—
0,500	5	7	9	9
1,000	6	8,5	11	12
2,000	6,5	9,5	12	13

Ширина ординарных ремней редко превышает 50 см и бывает не более 60 см.

Л. С. передаваемые тяжелыми ordinaryными кожанными ремнями.

Ширина ремня		Скорость ^{*)}								
		400	600	1200	1800	2400	3000	3600	4200	4800
мм	см	2	3	6	9	12	15	18	21	24
1	2,5	2/3	1	2	3	4	5	6	7	8
2	5	1 1/3	2	4	6	8	10	12	14	16
3	7,6	2	3	6	9	12	15	18	21	24
4	10	2 2/3	4	8	12	16	20	24	28	32
5	12,7	3 1/3	5	10	15	20	25	30	35	40
6	15,2	4	6	12	18	24	30	36	42	48
7	17,8	4 2/3	7	14	21	28	35	42	49	56
8	20,3	5 1/3	8	16	24	32	40	48	56	64
10	25	6 2/3	10	20	30	40	50	60	70	80
12	30	8	12	24	36	48	60	72	84	96
14	35	9 1/3	14	28	42	56	70	84	98	112
16	40	10 2/3	16	32	48	64	80	96	112	128
18	45	12	18	36	54	72	90	108	126	144
20	50	13 1/3	20	40	60	80	100	120	140	160
22	55	14 2/3	22	44	66	88	110	132	154	176
24	60	16	24	48	72	96	120	144	168	192

*) Верхние цифры выражают скорость в футах в минуту, нижние — в метрах в секунду

При полускращенной передаче расстояние между валами (в *m*) по Фелькерсу:

$$e \geq 10 \sqrt{b \cdot D}, \text{ где } b \text{ и } D \text{ в } m.$$

Для угловой передачи необходимы направляющие ролики.

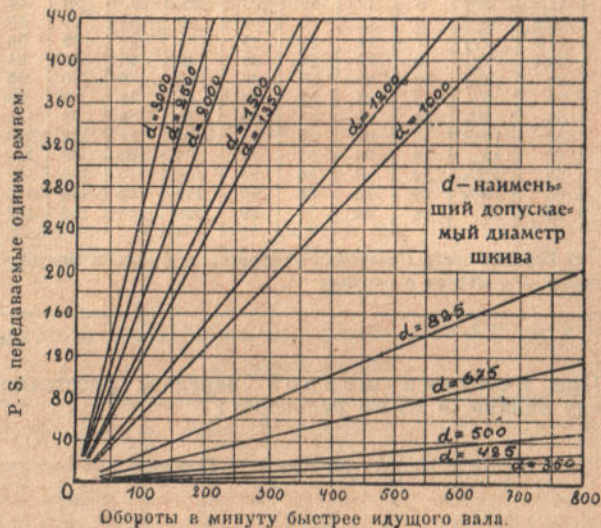
Для угловой передачи Геркенс применяет ремни, усиленные узкой полосой, наложенной на середину ремня.

Передача коническими барабанами для случая открытых ремней обуславливает определенную

скорость ремня, наименьшая величина которой зависит от наклона производящей конуса; этот последний должен быть возможно малый и во всяком случае не более 10% ($tg \alpha < 0,1$).

Ремни резиновые, балата и хлопчатобумажные могут быть нагружаемы по К. Баху силой $P = 8$ до $10 b \cdot z$, если b ширина и z толщина ремня в см.

Резиновые ремни состоят из нескольких слоев пряди, покрытой резиной. Они могут применяться в местах куда проникает пар или сырость. Резиновые ремни дешевле кожаных. Шкив не должен иметь меньше 60 см (12 дм.) в диаметре, иначе ремни быстро изнашиваются.



Черт. 147.

Трех или четырех слойные резиновые ремни могут считаться эквивалентными ординарному кожаному ремню, 5 и 6 - слойные — двойному, при чем в обоих случаях резиновые ремни могут передавать на 50% большую силу.

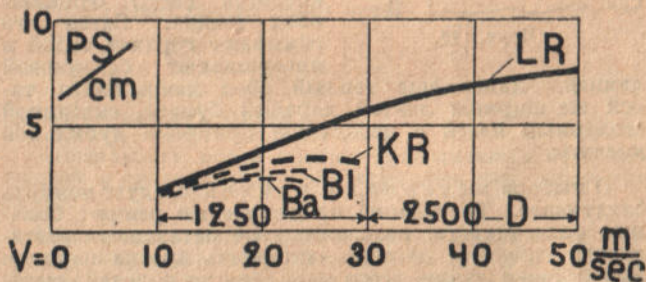
„Балата“ ремни — тип способный выдерживать очень большие нагрузки. Эти ремни не подвержены влиянию атмосферы и не пристаю́т к поверхности шкива.

Резиновые, балата и хлопчатобумажные ремни могут быть нагружаемы силой (по Баху). $P = 8 - 10 b \cdot s$, где b ширина и s — толщина ремня.

Стальные ремни бывают от 0,2 до 0,9 м/ш толщиной и от 22 до 200 м/ш шириной. Трудность получения хорошего стыка является крупнейшим недостатком этих ремней. Далее эти ремни стремятся полировать поверхность шкива, которую необходимо покрывать пробковой прослойкой.

Ремнем $0,3 \times 32$ м/ш при этих условиях проф. Каммереру удалось передать 26,3 Л. С. при скорости 15,7 м/сек. Оба шкива имели диаметр 1,25 м/ш и скольжение составляло 0,91 %.

Скорость допускается до 100 м/сек. Предпочтительнее большие скорости. Сила передаваемая стальным ремнем при напряжении в $7,5 \text{ kg/mm}^2$ видна из прилагаемой диаграммы (черт. 147).



Черт. 148.

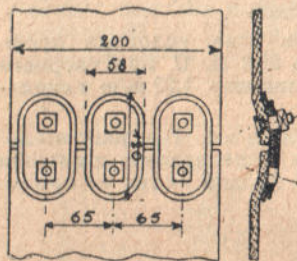
Другая диаграмма (черт. 148) показывает максимальные достижимые производительности для различных ремней на каждый сантиметр ширины. На чертеже обозначают

- LR — кожаный ремень
- KR — ремень из верблюжьего волоса
- BI — хлопчатобумажный ремень
- Ba — балата-ремень.

Кожанные ремни могут быть концами склеены.

Клей берется в равных частях костяной и рыбий, заливается водой и так отстаивается часов 12. Затем смесь варится при чем все время подмешивают танина пока смесь не станет клейкой и густой. Концы ремня очищаются рашпилем, смазывают горячим клеем и под пресом дают часов 6 застыть.

Можно применять и след. состав клея 100 частей костяного клея отстаивают подобным же образом в воде, затем при подогревании подмешивают 2 части глицерина и 3 части хромовокислого калия.



Черт. 149.

Ремни из пряжи не могут быть склеиваемы и скрепляются замком. Пример такого замка показан на черт. 149 (Замок Джексона).

Подобным же замком запираются и стальные ремни.

Против скольжения ремня можно применить следующее недорогое средство. Разбавленной азотной кислотой (20%) очищают обод шкива. Затем его обмывают горячей водой и просушивают бензиновой

лампой. Далее еще теплый обод покрывается такой же ширины лентой хорошей бумаги, смазанной столярным клеем с небольшой примесью дубильной кислоты.

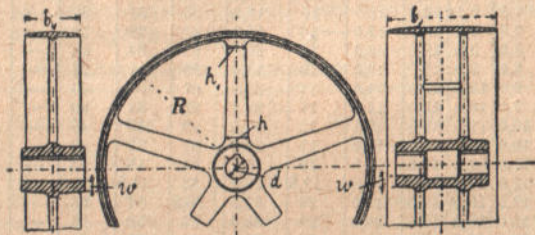
О выборе материала ремней следует помнить следующее. Требования предъявляемые ремню: большая эластичность, незначительное остающееся растяжение, гибкость, легкость, стойкость против сырости. Эти условия лучше всего выполняются воловой кожей. Резина пригодная для сырых помещений. Ремни, состоящие из продольных волокон из верблюжей шерсти и из поперечных хлопчатобумажных волокон, очень эластичны и пригодны для передачи больших сил. Хлопчатобумажные ремни менее эластичны и требуют большого расстояния между осями. Хорошие парусиновые ремни могут применяться там, где не бывает ни толчков ни перегрузки. Латанные ремни из кусков кожи полезны бывают для малых скоростей и малого диаметра шкивов.

При скоростях, лежащих ниже 10 м/сек, ремни работают непроизводительно в хозяйственном отношении.

Шкивы для ремней бывают металлические (чугунные) или деревянные.

Ширина обода чугунных шкивов (черт. 150) обычно бывает:

$$B = 1,1 b + 1 \text{ см.}$$



Черт. 150.

Число спиц (редко менее пяти):

$$z = \frac{1}{2} \sqrt{D}$$

где D — диаметр шкива.

Поверхность обода обычно растачивается чуть выпуклой к середине обода для хорошего центрирования ремня.

Шкивы могут быть цельными и разъемными. Последние на 20% для малых шкивов и на 10% для больших тяжелее цельных, но имеют то преимущество, что могут быть насажены на вал, без разборки последнего. Для ступенчатых шкифов условием является:

$$\text{длина ремня} = \text{const.}$$

Вес чугунных шкивов в кг.

По данным завода В.-А. М.-А.-С. Дессау.

Верхние цифры дают вес цельных, нижние разъемных шкивов. Отверстие ступицы

$$< 0,1 D - 20 \text{ мм.}$$

Диаметр в мм	Ширина шкива <i>B</i> в мм											
	<i>D</i>	75	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500
200	6,5	7,5	8,5	10,0	12	14,5	18	25	30	—	—	—
	7,5	8,5	10,0	11,5	14	16,5	21	28	33	—	—	—
220	6,5	7,5	9,0	11,0	13	15,5	19	27	32	—	—	—
	7,5	8,5	10,5	12,5	15	18,5	23	31	37	—	—	—
240	7,0	8,5	10,0	12,0	14	16,5	21	29	34	—	—	—
	8,0	9,5	11,5	13,5	16	20,5	25	34	41	—	—	—
260	8,0	9,5	11,0	13,0	15	18,0	23	31	37	—	—	—
	9,0	10,5	12,5	14,5	17	22,5	27	37	46	—	—	—
280	9,0	10,5	12,0	14,0	16	20,0	25	34	40	—	—	—
	10,0	11,5	13,5	15,5	18	24,5	29	40	49	—	—	—
300	10,0	11,5	13,0	15,0	17	22,0	27	37	43	—	—	—
	11,0	12,5	14,5	16,5	19	26,5	31	43	53	—	—	—
350	12,5	14,0	15,5	17,5	19,5	27,0	32	44,5	50,5	—	—	—
	13,5	15,5	17,0	19,0	23	31,5	36,5	51	63	—	—	—
400	15,0	16,5	18,0	20,0	23	32,0	37	52	58	—	—	—
	16,0	18,0	19,5	21,5	28	36,5	44	61	73	—	—	—
450	17,5	19,0	20,5	23	28	37	42	59,5	65,5	76	87	—
	19,0	21,0	22,5	26	33	41,5	51,5	71	83	84	94	—
500	20	21,5	23	28	33	42	49	67	74	86	98	—
	21,5	23,5	25	31	38	47	59	81	95	96	108	—
550	22	23,5	25	31	37	46	55	75	83	96	110	—
	24	26,5	28	35	43	53	65	90	106	108	122	—
600	24	25,5	27	35	42	50	61	83	92	106	122	—
	26	28,5	30	39	48	59	71	99	117	120	136	—
650	26	28	30	39	47	56	68	91	102	118	134	—
	28,5	31	34	43	53	65	78	110	129	134	150	—
700	28,5	31	34	43	52	62	75	100	112	130	146	—
	31	34	38	48	59	71	85	121	141	148	164	—
750	32	35	38	47	57	69	82	110	122	142	160	—
	35	39	43	53	65	78	93	133	153	163	178	—
800	—	39	42	51	62	76	89	120	132	154	174	—
	—	43	47	58	71	85	101	145	165	178	192	—
900	—	47	50	59	72	90	105	141	154	182	204	—
	—	52	56	68	84	99	119	171	191	210	224	—
1000	—	55	58	69	84	104	123	165	178	212	236	—
	—	61	65	79	98	115	137	199	217	244	260	—
1200	—	74	80	91	110	140	162	217	230	280	304	—
	—	82	89	103	129	149	177	261	279	318	338	—
1400	—	—	—	119	142	182	207	277	292	354	388	—
	—	—	—	133	164	191	222	331	349	400	428	—
1600	—	—	—	153	182	226	258	346	364	438	480	—
	—	—	—	171	203	241	276	409	427	490	530	—
1800	—	—	—	191	222	274	316	420	446	534	580	—
	—	—	—	213	249	299	338	495	515	594	642	—
2000	—	—	—	—	270	330	378	506	538	642	692	—
	—	—	—	—	303	365	408	589	619	714	766	—
2500	—	—	—	—	416	496	560	776	828	968	1084	—
	—	—	—	—	473	561	618	889	927	1078	1136	—
3000	—	—	—	—	608	706	784	1116	1188	1372	1456	—
	—	—	—	—	693	791	878	1259	1327	1510	1596	—
4000	—	—	—	—	1096	1234	1346	1932	2250	2334	2486	—
	—	—	—	—	1269	1383	1532	2169	2303	2590	2738	—

Деревянные шкивы не могут применяться в местах, куда проникает пар. Они легки по весу. Размером бывают эти шкивы от 3 дм. диам. и 3 дм. ширины до 120 дм диам и 24 дм. ширины. Цена их несколько ниже сплошных чугунных шкивов. Иногда поверхность шкива покрывается пробкой, кожей или прядью, чтобы уменьшить скольжение.

При небольшом напряжении ремня, (обыкновенного, бычьего) скольжение его по деревянному шкиву меньше, чем по чугунному.

Вес деревянных шкивов в kg.

Диам. в мм	Ширина шкива в мм					Диам. в мм	Ширина шкива в мм				
	100	150	200	250	300		100	150	200	250	300
200	1,60	2,50	3,10	3,80	4,30	700	9,00	13,35	17,80	22,25	26,85
300	2,96	4,75	6,20	8,00	9,65	750	3,90	14,75	19,70	24,50	29,50
350	3,70	5,95	7,80	9,85	11,90	800	11,10	16,50	22,75	27,60	33,00
400	4,25	6,90	9,10	11,40	14,35	850	12,05	17,75	23,70	29,70	35,65
450	5,00	7,65	10,25	12,85	15,35	900	13,10	19,50	25,85	32,30	38,71
500	5,60	8,65	11,50	14,20	16,90	1000	23,75	31,25	38,50	45,50	52,80
550	6,35	9,75	13,10	16,50	19,80	1200	26,70	35,10	43,60	51,90	60,85
600	7,10	11,05	14,50	18,50	22,70	1400	30,25	40,60	50,85	62,50	72,60
650	8,05	12,35	16,00	21,15	25,25	1500	32,70	44,10	56,20	67,80	80,65

Является сохранение одной и той же постоянной длины ремня.

в. Канатная передача. Вследствие дороговизны ремней прибегают к канатной передаче. Недостатком последней является меньшая эластичность (Для пеньковых канатов $E_n = 5000$ против $E_R \cong 2000$ для кожи) и меньшее трение ($\mu = 0,125$ для пеньки против $\mu = 0,25$ для кожи). Эти недостатки уравниваются выбором больших расстояний между осями и явлением зацемянения каната в желобкообразном ободе шкива (черт. 151).



Черт. 151.

В настоящее время на смену крученым канатам появляются прядильные канаты, которые значительно эластичнее первых и могут пригтовляться трапецевидной формы, лучше облегающей желоб шкива.

Преимуществами канатной передачи являются низкая стоимость установки и безшумность хода. Недостатки: кроме упомянутых выше больших расстояний между осями еще меньшая производительность и вследствие невозможности применения малых шкивов невозможность достижения больших передач

Продолжительность службы каната около шести лет. Канатно-проволочная передача применяется в тех случаях, когда ведущая и ведомая оси расположены в одной горизонтальной плоскости и оба шкива расположены точно в одной и той же вертикальной плоскости. Желоб шкива проволочной передачи обыкновенно выкладывается деревом или кожей. Наименьшее расстояние между осями 15 до 20 м, наибольшее 80 до 125 м.

Окружная сила этих канатов:

$$P = \frac{N 75}{v} \text{ kg,}$$

где следует выбирать:

Для . . . $P = 50$	60	70	85	100	120	140	160	180
Канат. диам. = 9	10	11	12	13	14	15	16	18
$P = 210$	240	270	300	330	365	400	445	500 kg
20	22	24	26	28	30	32	34	37 mm

Приводные проволочные канаты Фельтен, Гильом.

I Нормальные диаметры шкивов: $D = 150 d$ до $175 d$				II Малые диаметры шкивов: $D = 120 d$ до $150 d$			
Диаметр каната	Число проволок в канате	Толщина	приблизительный вес каната	Диаметр каната	Число проволок в канате	Толщина	приблизительный вес каната
9	36	1,0	0,26	11	48	1,0	0,36
10	42	1,0	0,31	12	54	1,0	0,40
11	36	1,2	0,38	13	60	1,0	0,45
12	42	1,2	0,45	14	64	1,0	0,48
13	36	1,4	0,51	15	72	1,0	0,55
14	42	1,4	0,61	16	84	1,2	0,69
15	48	1,4	0,70	18	72	1,2	0,79
16	42	1,6	0,79	20	80	1,2	0,88
18	48	1,6	0,91	22	80	1,4	1,20
20	48	1,8	1,15	24	88	1,4	1,33
22	54	1,8	1,30	26	86	1,6	1,56
24	60	1,8	1,46	28	88	1,6	1,73
26	60	2,0	1,80	30	80	1,8	1,98
29	66	2,0	2,00	32	88	1,8	2,19
30	72	2,0	2,20	34	96	1,8	2,41
				37	96	2,0	2,97

Круглые движущиеся канаты из пеньки или хлопчатой бумаги.

Завода Фельтен, Гильом. Вес каната q kg/m.

Диаметр каната d в мм	25	30	35	40	45	50	55	
Лучшая пенька	0,51	0,71	1,00	1,30	1,60	1,90	2,24	—
Светлая пенька маниля . . .	0,45	0,65	0,83	1,10	1,35	1,75	2,04	—
Американская хлопчатая бумага	0,47	0,67	0,93	1,20	1,50	1,85	2,10	—

Пределы скорости между 15 и 30 m/sec.

Напряжение — до 9 kg/cm².

При расчете пеньковых канатов следует помнить, что канат надевается на шкивы с натяжением. Для пеньковых канатов выбирают диаметр шкива: $D = 30 d$ до $50 d$.

Скорость канатов $v = 15$ до 20 m/sk, выше $v = 20$ идти не следует. Сила: P (в kg) передаваемая одним пеньковым канатом, если d диаметр каната в см:

$$P = 3 d^2 \text{ до } 4 d^2, \text{ если } D \geq 30 d \text{ и } \alpha \geq 2,5$$

$$P = 5 d^2 \text{ до } 6 d^2, \text{ если } D \geq 50 d \text{ и } \alpha \geq 3,0,$$

где α угол обхвата, выраженный длиной дуги.

Хлопчатобумажные передаточные канаты следует рассчитывать так же, как и пеньковые.

Проволочные канаты применяются от 20 мм. Расстояние между осями шкивов не должно превышать 150 m. Диам. шкива не меньше $150 d$, где d — диам. каната, обычно — $175 d$. Канавка шкива выкладывается кожей.

Скорость каната $20 \div 30$ m/sec.

Провес каната на 100 m. в ведущей части 1,5 m, в ведомой 3 m.

Производительность проволочных канатов.

Диам. каната d в мм . . .	8	9	10	11	12	13
Сечение в см^2	0,5	0,63	0,78	0,95	1,13	1,32
Полезная нагрузка в кг	50	63	78	95	113	132
Допускаемая нагр. в кг	100	100	100	100	100	100
Диам. каната d в мм . . .	14	15	16	17	18	19
Сечение в см^2	1,53	1,76	2,01	2,26	2,54	2,83
Полезная нагрузка в кг	152	176	201	226	254	283
Допускаемая нагр. в кг	100	100	100	100	100	100
Диам. каната d в мм . . .	20	21	22	23	24	25
Сечение в см^2	3,14	3,46	3,8	4,15	4,52	4,9
Полезная нагрузка в кг	314	346	380	415	452	490
Допускаемая нагр. в кг	100	100	100	100	100	100

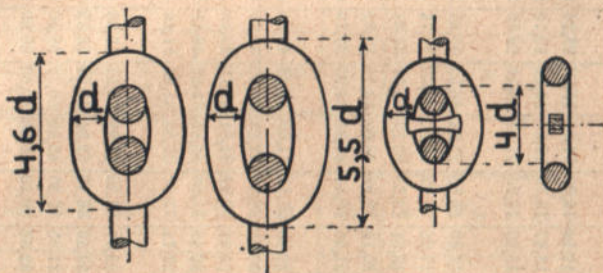
Число Л. С. передаваемых одним канатом.

10	6,60	8,32	10,30	12,54	14,92	17,42	20,06	22,24	26,54	29,84	33,52	37,96	41,44	45,68	50,16	54,78	59,66	64,68
11	7,30	9,20	11,39	13,87	16,70	19,27	22,19	25,70	29,35	33,00	37,08	41,32	45,84	50,52	55,48	60,59	65,99	71,54
12	8,00	10,08	12,48	15,20	18,08	21,12	24,32	28,16	32,16	36,16	40,64	45,28	50,24	55,36	60,80	66,40	72,32	78,40
13	8,65	10,90	13,49	16,43	19,55	22,84	26,30	30,45	34,77	39,10	43,94	48,96	54,32	59,86	65,74	72,79	78,20	84,77
14	9,30	11,72	14,50	17,66	21,02	24,56	28,28	32,74	37,38	42,04	47,24	52,64	58,40	64,36	70,68	79,18	84,08	91,14
15	10,00	12,48	15,45	18,81	22,38	26,13	30,09	34,86	39,81	44,76	50,28	56,04	62,16	68,52	75,24	82,17	89,19	97,02
16	10,60	13,36	16,52	20,12	23,96	28,00	32,24	37,32	42,60	47,92	53,84	60,00	66,56	73,36	80,56	88,00	95,84	103,88
17	11,30	14,24	17,62	21,46	25,54	29,84	34,36	39,73	45,42	51,08	57,40	63,96	70,86	78,20	85,88	93,80	102,16	110,74
18	12,00	15,12	18,72	22,80	27,12	31,68	36,48	42,24	48,24	54,24	60,96	67,92	75,36	83,04	91,20	99,60	108,48	117,60
19	12,65	15,98	19,66	23,94	28,48	33,26	38,30	44,36	50,66	56,96	64,00	71,32	79,12	87,20	95,76	104,58	113,90	123,48
20	13,30	16,64	20,60	25,08	29,84	34,84	40,12	46,48	53,08	59,68	67,04	74,72	82,88	91,36	100,32	109,56	119,32	129,36
21	14,00	17,52	21,69	26,49	31,53	36,84	42,42	49,11	56,07	63,06	70,86	78,96	87,60	96,54	106,02	115,77	126,12	136,71
22	14,60	18,40	22,78	27,74	33,40	38,54	44,38	51,40	58,70	66,00	74,16	82,64	91,68	101,04	110,96	121,18	131,98	143,08
23	15,00	19,28	23,87	29,07	34,78	40,39	46,51	53,86	61,51	69,16	77,72	86,60	96,08	105,88	116,28	127,00	138,31	149,94
24	16,00	20,16	24,96	30,40	36,16	42,24	48,64	56,32	64,32	72,32	81,28	90,56	100,48	110,72	121,60	132,80	144,64	156,80
25	16,50	20,80	25,75	31,95	37,30	43,55	50,15	58,10	66,35	74,60	83,80	93,40	103,60	114,20	125,40	136,95	149,15	161,70
26	17,30	21,80	26,98	32,86	39,10	45,68	52,60	60,90	69,54	78,20	87,88	97,92	108,64	119,72	131,48	145,58	156,40	169,54

с. Цепи. Различают открытые цепи круглого железа (стеговые цепи) и цепи Галля (роликовые, гибкие цепи). Первые употребляются главным образом в качестве грузоподъемных цепей, вторые — приводных. Материал обычно сварочное железо или сталь. Передача силы происходит или принудительно посредством особых вальцов и зубьев или (реже) посредством трения цепи в V-образном желобе. Пригодность цепи в качестве тянущего органа зависит от ее гибкости, крепости и удобного соединения концов. Слабому распространению их мешала трудность получения хорошего накладывания и отстаивания цепи во время работы от своего шкива. В новейших цепях этот недостаток устранен и они являются производительней канатной передачи. В новых безшумных цепях устранено даже влияние удлинения звеньев на полноту захвата цепью шкива. Цепи круглого железа ок. 20% крепче остальных и потому применяются для судов в качестве якорных цепей. Калиброванные цепи очень чувствительны к перегрузке (растягиваются).

Цепи круглого железа (черт. 152).

В качестве материала применяется мягкое, тягучее сварочное железо крепостью на разрыв до 3600 kg/cm^2



Черт. 152.

при удалении 12 до 20%. Сопротивление сложное: на разрыв и изгиб. Расчет цепей только на растяжение наиболее употребителен, однако при уменьшенном допускаемом напряжении:

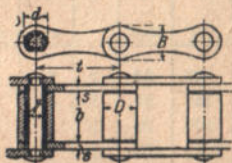
$$P = \frac{2 d^2 \pi}{4} \cdot R_z$$

Крепость на излом:

$$R_{изл.} = 2400 - 2700 \text{ kg/cm}^2.$$

Калиброванные цепи отличаются тем, что шаг цепи (т. е. длина звеньев) есть величина в точности одинаковая для всех звеньев.

Гибкие цепи (цепи Галля) могут служить для очень большой нагрузки. Чувствительны к пыли и не переносят скоростей свыше 0,5 m/sec. Материал: Сименс-Мартенс сталь. Допускает применение малых шкивов. Недостаток: тяжелый вес и высокая стоимость.



Черт. 153.

Шарнирные цепи Галля (черт. 153).

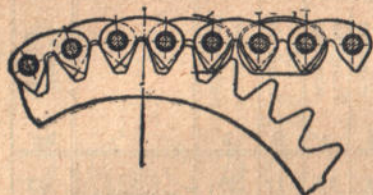
Нагрузка допуск. kg	Длина звеньев L	Длина		Диам. цапф d	Число пластин i	Толщина пластин s	Шир. пластин B	Наиб. ширина цепи b		Вес на 1 м/м kg
		Среднего пальца l	Толщина D							
100	15	12	5	4	2	1,5	12	23	Клепаны без прокладных шайб	0,7
250	20	15	7,5	6	2	2	15	28		1
500	25	18	10	8	2	3	18	38		2
750	30	20	11	9	4	2	20	45		2,7
1000	35	22	12	10	4	2	27	50		3,8
1500	40	25	14	12	4	2,5	30	60	5	
2000	45	30	17	14,5	4	3	35	67	7,1	
3000	50	35	22	17	6	3	38	90	11,1	
4000	55	40	24	21	6	4	40	110	Клепаны с прокладными шайбами	16,5
5000	60	45	26	23	6	4	46	118		19
6000	65	45	28	24	6	4	53	125		24
7500	70	50	32	26	8	4,5	53	150		31,5
10000	80	60	34	30	8	4,5	65	165		34
12500	85	65	35	31	8	5	70	180	44,8	
15000	90	70	38	34	8	5,5	75	195	51,1	
17500	100	75	40	36	8	6	80	208	Шлифованные	58,1
20000	110	80	43	37	8	6	85	215		74,4
25000	120	90	45	40	8	6,5	100	235		83,3
30000	130	100	50	45	8	7	106	255		100

Приводные цепи Цобеля.

P означает допускаемую нагрузку в kg . i — число накладок в одном звене, g — вес пог. m цепи в kg .

P kg	l mm	i	s mm	h mm	d mm	d_2 mm	b mm	B mm	g kg/m	Примечания
100	20	2	2	14	6	10	14	30	1,6	
150	20	2	3	16	7,5	12	16	38	2,2	
200	25	2	3	21	9	14	18	40	2,5	
1000	50	2	6	38	18	26	35	72	9,0	
2000	60	4	5	46	24	32	50	113	14,0	
3000	70	4	5	60	32	40	60	125	19,5	
5000	90	6	4,5	75	36	48	80	156	33,0	

Цепная безшумная передача Ренольда (черт. 154). Скорость цепи по возможности не более $6,5 \text{ m/sec}$. Число зубцов от 15 до 90, т. е. наибольшая передача 6:1.



Черт. 154.

Расстояние между осями не более $1,5 d$ (диаметра большого колеса). Цепь по возможности горизонтальна; она направляется канавкою посредине обода колеса.

Цепные шкивы. Материал: литое железо или стальное литье. Для малых шестеренок (7—8 зубьев) обычно принято шестерню вытачивать с осью из одного куска. Диаметр начальной окружности:

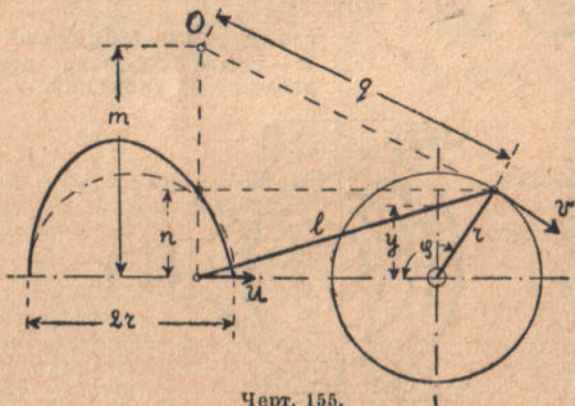
$$D = \frac{l}{\pi \frac{180^\circ}{z}} \text{ см, где}$$

l — длина звена, z — число зубьев.

Коэффициент полезного действия шкивов Галля включая потери на трение в подшипниках ок. 0,96.

4. Передача силы штангами.

а. Кривошипный механизм с длинными штангами ныне не применяется ввиду влияния больших масс.



Скорость поршня при небольшой (конечной) длине штанги (черт. 155):

$$U = v \left| \sin \varphi \pm \frac{r}{2l} \sin 2\varphi \right|.$$

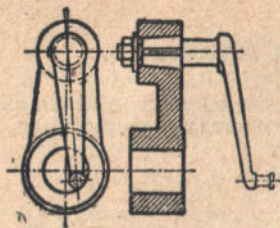
Ускорение:

$$k = \frac{v^2}{r} \left| \cos \varphi \pm \frac{r}{l} \cos 2\varphi \right|.$$

Мертвые точки:

$$k_0 = \frac{v^2}{r} \left| 1 \pm \frac{r}{l} \right|.$$

Мерилом крепости (сечения штанги) является высшее значение общего давления. Мерилом изнашиваемости (поверхность подшипников) является среднее значение общего давления.

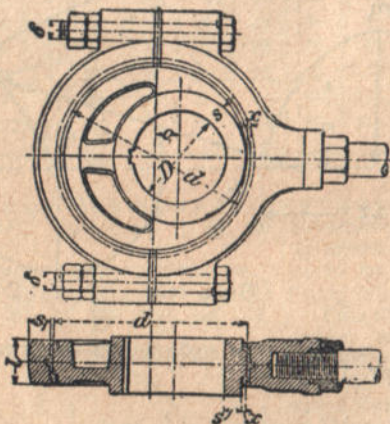


Черт. 156.

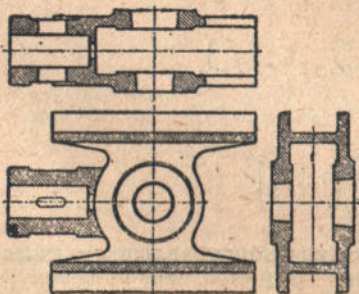
в. Кривошип (черт. 156) есть собственно вращающийся на валу рычаг. Длина l цапфы делается от d до $1,5 d$. Диаметр определяется из:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16}{\pi \cdot R_b} \cdot l \cdot P}$$

где $R_b = 400 - 500 \text{ kg/cm}^2$ и P — общее давление передаваемое на кривошип.



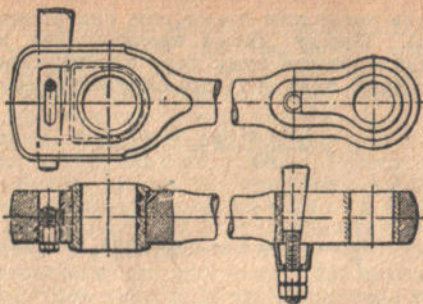
Черт. 157.



Черт. 158.

с. Эксцентрик (черт. 157) представляет собой тот же кривошип, в котором диаметр цапфы больше диаметра вала.

д. Крейцкопф служит для передачи силы с поршневого штока на колеблющийся шатун с одной стороны и на станину с другой. Дав-



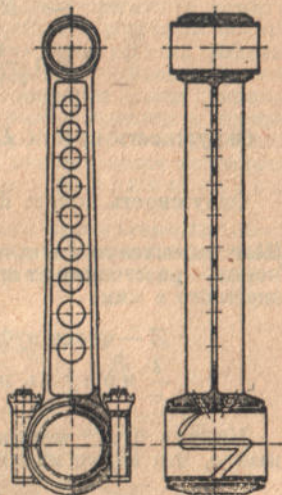
Черт. 159.

ление в скользящих поверхностях не должно превышать 3—5 kg/cm².

е. Шатун служит для передачи силы от кривокопфа (или поршневого пальца) к цапфе кривошипа и снабжен двумя подшипниками на своих концах (головках). Крепость продольному изгибу:

$$S \cdot R = \pi^2 \frac{E \cdot J}{l^2}.$$

В быстроходных машинах главную роль играет влияние собственного веса и инерции и рассчитывать приходится на поперечный изгиб. Самое выгодное сечение — трубчатое, самое дешевое — круглое.



Черт. 160.

5. Передача силы зубьями.

а. Общее. Для передачи силы между двух параллельных осей служат цилиндрические шестеренки. При пересекающихся осях передача может быть осуществлена или коническими колесами или шнековой

передачей (в последнее время еще гиперболическими шестернями). Между двумя касающимися колесами можно всегда провести одну пару касающихся окружностей, имеющих одну и ту же окружную скорость:

$$v = \frac{2\pi \cdot R n_2}{60} = \frac{2\pi r n_1}{60}$$

Откуда:

$$\frac{R}{r} = \frac{n_1}{n_2} = i \text{ — передача.}$$

При заданном расстоянии a между осями имеем:

$$R + r = a$$

$$R = a \frac{i}{i+1}; \quad r = \frac{1}{i+1} a$$

Окружность колеса $D \dots D\pi = Zt$; $D = Z \cdot \frac{t}{\pi}$

Окружность колеса $d \dots d\pi = zt$; $d = z \cdot \frac{t}{\pi}$

Шаг зацепления t = длина дуги по начальной окружности = расстояние от середины одного зуба до середины смежного с ним.

Z — число зубьев

$\frac{t}{\pi}$ модуль деления = m .

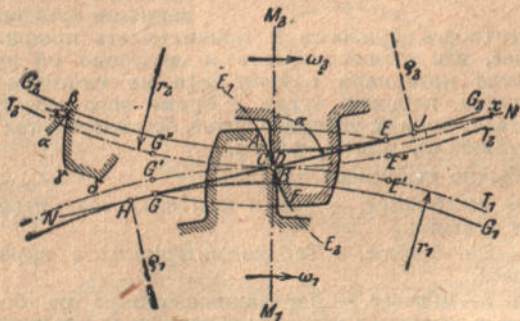
Модуль будет целым числом если t выбрать кратным π , что видно из нижеследующей таблицы.

$\frac{t}{\pi} =$	t	$\frac{t}{\pi}$	t	$\frac{t}{\pi}$	t
3	9,425	10	31,416	25	78,54
4	12,57	12	37,699	28	87,97
5	15,71	14	43,98	32	100,53
6	18,85	16	50,27	36	113,10
7	21,99	18	56,55	40	125,66
8	25,13	20	62,83	45	141,37
9	28,27	22	69,12		

Соприкасающиеся колеса должны иметь одинаковый модуль и одинаковую скорость своих друг по другу катящихся начальных кругов. Это постоянство скорости и спокойное зацепление обуславливается определенной формой боковых поверхностей зубьев. Последняя теоретически находится из пути касательной двух друг по другу вальцующихся зубьев. Практически их заменяют более простыми, приближенными кривыми. Наиболее ходким является эвольвентное зацепление (по разверткам) благодаря легкости построения зубьев этой формы и возможности некоторого изменения расстояния между центрами. Для передач колесами с числом зубьев меньше 20 это зацепление не пригодно.

На втором месте стоит циклоидальное зацепление особенно пригодное для больших скоростей, так как обеспечивает более полное прижатие поверхностей двух зацепляющихся зубьев (выпуклой по выгнутой). Последнее зацепление при прочих равных условиях требует большой толщины зубьев. Это зацепление при равном модуле образует более широкое основание зубьев, поэтому в видах прочности применяется при больших давлениях на зубья и при непостоянной (толчки) нагрузке. Геометрическое место всех точек соприкосновения двух зубьев дает линию зацепления.

Простейшими формами линии зацепления являются прямая и окружность. Первая ведет к эвольвентному зацеплению, вторая к циклоидальному.

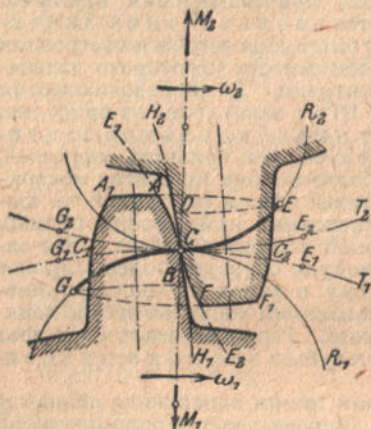


Черт. 161.

в. Конструкция профили зуба. При эвольвентном зацеплении имеем (черт. 161) две основных окружности r_2 и r_1 . Общая касательная у r_2 и r_1 . Линия центров в $M_1 M_2$. Точка пересечения D линии

центров с касательной. Через D проходят начальные окружности e_2 и e_1 . Катание касательной по основному кругу e_2 с одной стороны и по основному кругу e_1 с другой дает боковые поверхности обоих, совместно работающих, зубьев.

Циклоидальную площадь получают (черт. 162) катая окружность выбранную в качестве линии зацепления в одном и том же направлении по обоим начальным окружностям.



Черт. 162.

Цилиндрические зубчатые колеса до $D = 100$ м/м делаются сплошными, выше — со спицами. Для сильно нагруженных колес спицам придает + или T образная форма. Для низших целей зубья большей частью применяются литые пригнанные напильником. В качестве передаточного механизма могут применяться колеса только со строганными или фрезерованными зубьями, при

чем точность обработки и правильность профили тем важнее, чем выше скорость и давление на зуб. В качестве материала служит для не слишком обремененных передач чугун. Кроме того могут применяться: бронза, стальное литье, бессимферовская сталь, дельтаметалл, дерево, фибра.

Обычно выбирают для:

$v =$ до 2,5 м/сек. — Чугун или стальное литье с литыми зубьями.

$v = 2,5 - 5$ м/сек. — Те же материалы с нарезными зубьями.

$v = 5 - 10$ м/сек. — Деревянные спицы на большом колесе и чугунное меньшее колесо (водяные турбины); колеса стального литья работающие в масляной ванне; колеса из хромоникелевой стали, закаленные и шлифованные (очень легки: — автомобили и аэропланы) в масляной ванне.

$v = 10 - 30$ м/сек. — Угловые зубья из хромоникелевой стали в масляном потоке.

Деревянные зубья обеспечивают тихий и спокойный ход. Дерево применяется обычно сухое, буковое, проваренное предварительно часа два в льняном масле. При работе в соответствующей смазке (табак, графит) деревянные зубья выносливее металлических.

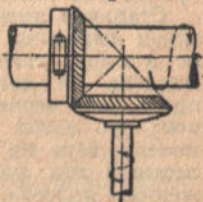
Спиральные зубья дают очень спокойный ход, делают возможным скрещивание валов под любым углом и ставят размеры начальной окружности вне зависимости от числа зубьев. Недостатком является большее трение зубьев и передача давления зубьев на ось в направлении по оси.

Угловые зубья имеют угол около 110° с вершиной в центре обода колеса. Они получили в последнее время очень большое распространение ввиду бесшумности и спокойности хода.

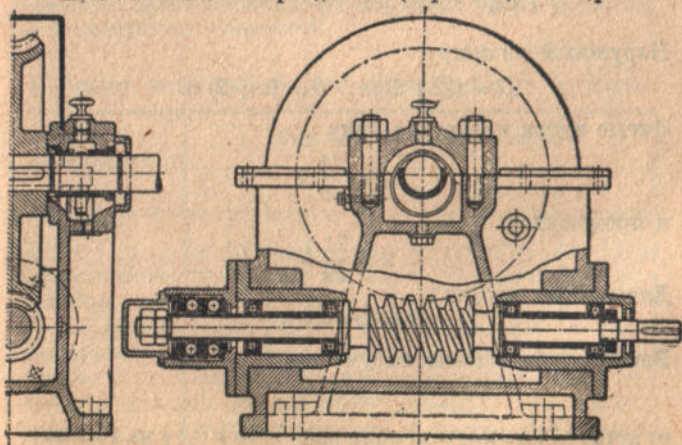
Конические колеса (черт. 163) обычно имеют прямые, радиальные зубья. Зубья спиральные дают спокойный ход, но стоят дороже. Материал: чугун, бронза, стальное литье; дерево — редко. Деления и начальная окружность берется всегда у наружного края. Скорость и крепость относятся обычно среднее ширине b зуба.

Ход более бесшумный, чем у цилиндрических колес и нужна в крепких подшипниках.

Шнековая передача (черт. 164). В простом



Черт. 163.



Черт. 164.

выполнении (чугун) шнековое колесо имеет обыкновенные прямые зубья поставленные косо соответственно ходу червяка. Могут применяться только в безответственных местах. В серьезных случаях шнековые колеса получают углубленные (вогнутые) зубья, полной поверхностью соприкасающиеся с червяком. Оси обычно образуют угол 90° (необязателен)! Число ходов червяка бывает от 1—4. Начальная окружность червяка выбирается возможно малой, чтобы получить малые скорости и большой ход.

Материал: Сталь для червяка и твердая фосфорная бронза для колеса.

Стальное литье и дельтаметалл непригодны. Шнековая передача должна работать постоянно в масле, не в жиру (тавоте). Цель — отвод теплоты, которая никогда не должна превзойти $50-60^\circ \text{C}$. Давление вдоль оси червяка принимается упорным подшипником; оно может быть уравновешено вторым червяком помещенным на том же валу и имеющим противоположный ход; работа передается двум рядом расположенным колесам.

Потери при хорошем выполнении — $10-15\%$ часто доходят до 30% . В новейших, роликовых передачах потери всего 5% .

с. Конструктивные данные. Мы уже имели:

$$R = a \frac{i}{i+1}; \quad r = \frac{1}{i+1}; \quad D = Z \cdot m; \quad d = z \cdot m.$$

Наружный диаметр:

$$D = (Z + 2) m; \quad d = (z + 2) m.$$

Литые зубья имеют толщину

$$s = \frac{19}{40} t$$

и промежутков

$$c = \frac{21}{40} t.$$

Для резных зубьев

$$s = c = 0,5 t.$$

Высота зуба обычно получается

$$h \cong 0,7 t$$

от которой $0,4 t$ идут на подножие зуба и $0,3 t$ на головку. Зазор получается ок. $0,1 t$. Ширина зуба b зависит

от нагрузки, скорости и продолжительности работы. Обычно для простых колес

$$b = 2 - 2,5 t,$$

для приводных —

$$b = 2,5 - 3,5 t$$

Для угловых и деревянных зубьев еще выше.

При вращающем моменте M_d сила по окружности определяется из:

$$M_d = P \cdot r \text{ или } P = \frac{75 \cdot N}{v}$$

Имеем:

$$P = k \cdot b \cdot t.$$

В отношении крепости для чугуна

$$k = 18 - 21.$$

Для других материалов необходимо еще следующий множитель прибавить:

для стального литья	2
„ литой стали	3,3
„ фосфорной бронзы	1,7
„ дельтаметалла	2,6
„ букового дерева	0,6
„ закаленной хромоникелевой стали	8—10

В смысле сноса рабочих частей годна также формула, но k зависит от скоростей.

Таблица значений k для обработанных зубьев.

Материал колес	Окружная скорость v в м/сек										
	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12
Чугун	27	25,2	22,8	21	19,2	18	16,8	15,6	14,4	12	10,2
Стальное литье .	56,4	54	49,8	46,2	42,6	39	36	33,6	31,2	27,6	24,6
Кованная сталь											
Сименс Мартенс	82,8	78	72	67,8	63,6	60	55,8	51,6	48	42	36
Фосфористая											
бронза	46,8	45	41,4	38,4	35,4	33	30,6	28,2	26,4	23,4	21
Бронза	36	33,6	29,4	26,4	24	21,6	19,8	18	16,2	13,8	12
Кожа	27	25,8	22,8	21	19,2	18	16,8	15,6	14,4	12	10,2
Дерево	13,8	13,2	12	10,8	9,6	9	7,8	7,2	6,6	5,4	4,2

Значения k для необработанных зубьев.

Материал колес	Окружная скорость v в м/сек								
	0,25	0,5	07,5	1	2	3	4	5	6
Чугун	24	23,4	22,8	22,2	19,2	17,4	15,6	13,8	12
Стальное литье	55,8	54,6	52,8	51,6	46,8	42	37,8	36,6	30
Фосфористая бронза	45	43,8	42,6	41,4	37,8	34,2	30,6	27	24
Бронза	32,4	31,2	30,6	29,4	26,4	24	21,6	19,2	17,4

Для спиральных зубьев и шнековой передачи значения k уменьшаются.

Для шнекового колеса из чугуна $k = 20-30$, для бронзы и стали $k = 32-50$.

На снос при хорошей смазке для различных скоростей червяка имеем:

$v =$	1	2,5	4	5,5	7
$k =$	30-40	25-30	20-24	15-18	10-12.

Скорости по окружности для цилиндрических и конических колес обыкновенно не превышают 4—5 м/сек. В случае хорошей обработки и хорошего качества материала допустимы более высокие скорости, согласно стр. 34. Шнековые передачи допускают максимальную скорость 3—4 м/сек.

Колесо. Толщина обода = ок. 0,5 t ,
Длина втулки = $1\frac{1}{5}$ диаметра вала и выше.

Передача для больших скоростей до	1 : 4
" средних	" - " 1 : 6
" малых	" " 1 : 10

d. Фрикционные колеса.

Пусть Q — давление (kg), с которым колеса прижимаются

P — сила по окружности (kg)

μ — коэффициент трения

имеем:

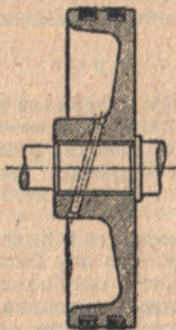
$$Q = P \cdot \mu.$$

Для чугуна по чугуну	$\mu = 0,10-0,15$
" " по бумаге	" = 0,15-0,20
" " по коже	" = 0,20-0,30
" " по дереву	" = 0,20-0,50.

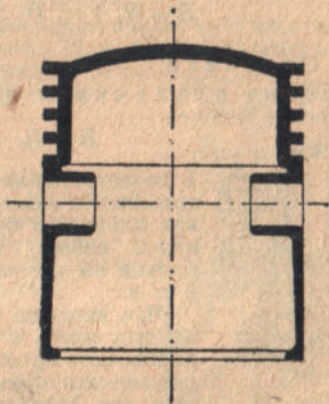
6. Поршни, сальники и клапаны.

а. Поршни. В поршнях уплотнение производится помощью манжет из кожи или резины. Первый способ применяется в насосах (нагнетательных), второй в гидравлических прессах.

Толщину колец в манжетах делают 4—6 мм, а уплотняющую высоту набивки $h = 12$ до 20 мм. При дисковых поршнях также применяют кожаную манжетную набивку, а именно в насосах двойного действия для чистой воды. В паровых машинах с холодильниками оказались вполне пригодными в насосе для горячей воды дисковые поршни с деревянной набивкой. Обычно в дисковых поршнях употребляется метал-



Черт. 165.



Черт. 166.

лическая набивка большей частью из тягучего, но не очень мягкого чугуна. В целях лучшего уплотнения, кольца должны прижиматься с известным давлением к стенке цилиндра и поэтому должны быть прорезаны.

Толщина этих колец делается:

$$s \leq \frac{1}{30} D \quad (\text{для колец одинаковой толщины})$$

$$s \leq \frac{1}{25} D \quad (\text{для колец неодинаковой толщины});$$

k Трение манжет. Обозначим для кожаных или резиновых манжет через:

b высоту трущейся поверхности набивки (манжет) в см;

p рабочее давление жидкости в ат;

μ коэффициент скользящего трения между поверхностью ныряла и кожей;

D диаметр поршня в см,

R сопротивление (в kg) от трения, противодействующее движению поршня при давлении p ,

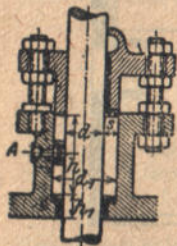
R_0 значение R при $p = 0$, т. е. сопротивление от непроработавших еще в начале твердых манжет, а также трение между нырялом и направляющими втулками сальника (при вертикальном стержне $R_0 = 0$); тогда, по Гольнеру,

$$R = R_0 + \pi \cdot D \cdot b \cdot p \cdot \mu$$

в. Сальники.

Трение в сальниках при набивке манжетами как трение манжет:

$$R = R_0 + \pi \cdot d \cdot b \cdot p \cdot \mu$$



Черт. 167.

В качестве набивочного материала употребляются самые различные вещества, как хлопчатая бумага, пенька, резина, кожа, азбест, металлические ткани, кольца из чугуна или белого металла и т. д.

Что касается размеров сальника, то следует иметь в виду, что чем больше набивочное пространство, тем больше и дороже вся конструкция сальника, но зато тем больше долговечность сальника.

Поэтому конструктор должен решать этот вопрос в каждом отдельном случае применительно к обстоятельствам. В среднем можно брать:

$$b = 0,65 \sqrt{d} \text{ до } 0,8 \sqrt{d},$$

так что:

$$D = d + 2b$$

при этом b , D и d измеряются в сант.

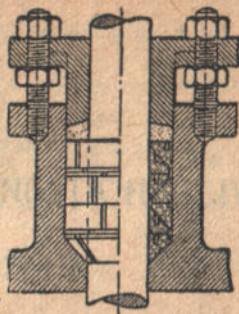
Высота набивки при уплотнении против пара и газа тоже должна быть больше, нежели при уплотнении против жидкостей.

Если i — обозначает число бол-
тов сальника,
 δ — их диаметр в сант.,
 p — рабочее давление па-
ра или жидкости в
кгр. на кв. сант. то
можно принять:

$$\frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) 3 p = 120 \cdot i \cdot \delta^2 \text{ до}$$

$$135 \cdot i \cdot \delta^2.$$

В последнее время все более и более начинают применяться сальники с металлической набивкой, преимущественно в паровых машинах, работающих с высоким давлением пара или перегретым паром, а также в больших газовых двигателях. Для удовлетворительной работы эти сальники требуют безпрерывной питательной смазки.



Черт. 168.

с. Клапаны.

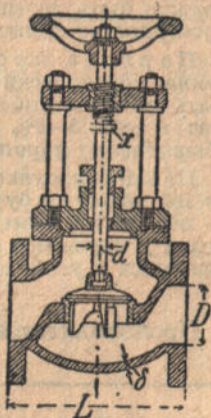
Различают под'емные клапаны, запорные клапаны (черт. 169), краны и задвижки. Во всех случаях следует добиваться легкой доступности всех частей. Строительная длина рассчитывается по формуле:

$$L = 2 D + 150 \text{ mm.}$$

Для пара обычно направление снизу вверх.

Водяные задвижки бывают диаметром D до 100 mm и длина их:

$$L = D + 200 \text{ mm.}$$



Черт. 169.

VI. ДВИГАТЕЛИ И РАБОЧИЕ МАШИНЫ.

1. Паровые котлы.

Водяное пространство — для непрерывно действующих котлов и при большом производстве пара должно выбираться возможно большим. У котлов с частыми и продолжительными перерывами в работе, также как и в тех случаях, когда нужное давление пара должно быть достигнуто в кратчайшее время, водяное пространство должно быть возможно меньшим.

Паровое пространство, имея целью осаждения механически увлеченной паром воды, должно быть по возможности большим. В среднем пар содержит в себе 3—6% воды, поэтому котлы снабжаются обыкновенно пароперегревателем.

На 1 м² колосниковой решетки в среднем потребляется от 100 до 240 kg бурого угля; при форсировании котла — до 120 kg. каменного угля или до 400 kg бурого угля; у паровозов до 400 kg каменного угля. Цифры относятся к углю среднего качества.

Производительность топлива и испарительная способность.

Горючий материал	Е. Т. (в среднем)	Испаряет воды	
		теоретич. kg	действит. kg
1 kg Антрацита	8100	12,60	8,20
1 " Дровяного угля	8000	12,60	8,20
1 " Каменного угля	7500	11,80	7,00
1 " Кокса	6500	10,20	7,00
1 " Древа	3800	5,70	2,80
1 " Бурого угля	2900	5,30	2,70
1 " Торф	3000	4,70	2,60

Требуемая колосниковая поверхность на 1 м² поверхности нагрева.

Горючий материал	Сухое дерево	Торф с 20% воды	Каменный уголь ср. качества	Кокс с 15% золы	Бурый уголь
Свободная поверхность	0,015—0,02	0,02	0,01	0,012	0,016—0,02
Полная поверхность	0,046—0,06	0,06—0,08	0,03—0,05	0,036—0,04	0,046—0,06

Таблица производительности горючих материалов.

Степень напряжения топки	Горючий материал	На 1 м ² поверхности нагрева в 1 час		Расход топлива в час на 1 м ² колосниковой поверхности в кг	Количество пара, выделенное 1 кг горючего в кг
		Потребление горючего в кг	Выделенный пар 1 кг		
Слабая	Каменный уголь . . .	1,2	10	60	8,3
	Бурый уголь	3,0		100	3,3
	Кокс	3,0		40	5,0
	Торф	2,5		70	4,0
	Дерево	2,5		70	4,0
	Опилки	2,4		60	4,5
Нормальная	Каменный уголь . . .	2,0	16	70—90	8,0
	Бурый уголь	5,5		120—180	3,0
	Кокс	4,0		50	4,5
	Торф	4,5		90	3,5
	Дерево	4,5		90	3,75
	Опилки	4,25		75	4,0
Сильная	Каменный уголь . . .	5,0	30	110	6,0
	Бурый уголь	12,0		260—350	2,3
	Кокс	7,5		75	3,6
	Торф	8,0		120	2,5
	Дерево	8,0		120	3,2
	Опилки	7,75		130	3,4

Дымовая труба.

Верхнее отверстие дымовой трубы должно быть минимум на 3 метра выше построек, лежащих на расстоянии 250 м вокруг трубы. Минимальная высота — 16 метров. Верхнее отверстие должно иметь диаметр

$$d_0 = 0,1 \cdot B^{0,4}, \text{ где}$$

B есть количество горючего материала в кг в 1 час.

Высота трубы, считая от колосниковой поверхности:

$$H = 0,00277 \left(\frac{B}{R} \right)^2 + 6 d_0,$$

где R есть полная колосниковая поверхность.

Паропроводные трубы.

На 1 м² поверхности нагрева выбирается сечение:

$$F = \frac{875}{p + 0,75} \text{ мм}^2$$

где p есть давление в котле, в ат.

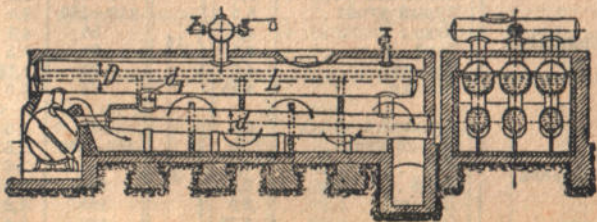
Виды котлов.

Различают по способу установки:

1. Стационарные котлы (неподвижные)
2. Подвижные котлы

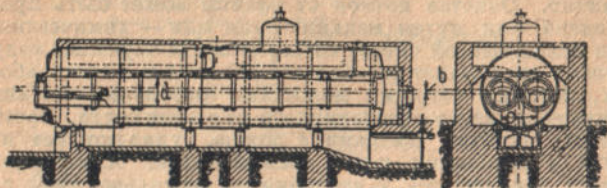
и по внутренней конструкции:

1. Цилиндрические котлы (черт. 170).



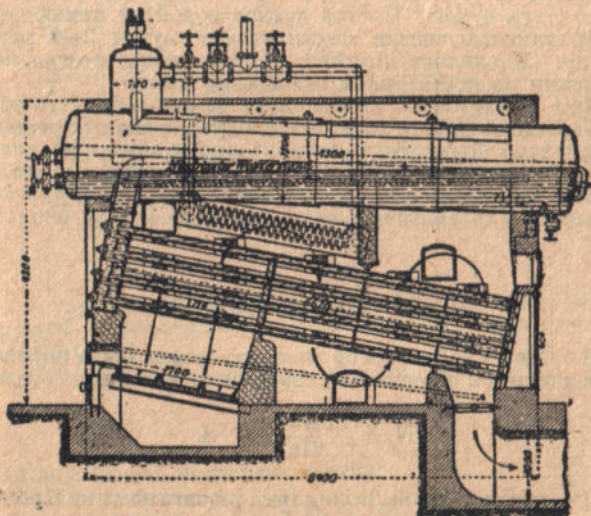
Черт. 170.

2. Котлы с дымогарными трубами (черт. 171).



Черт. 171.

3. Водотрубные котлы (черт. 172).



Черт. 172.

4. Комбинированные котлы.

Чистка котлов.

При питании котла жесткой водой из нее выделяются соли и осаждаются на стенках котла. Если не помешать своевременно образованию этой накипи в больших размерах, котел легко подвергается порче, которая может быть причиной взрыва. Накипь плохо про-

водит теплоту и потому котел начинает работать неэкономично. Очистка котлов от накипи может быть произведена или путем механическим или — химическим. При механической чистке котла, из котла спускают воду и когда он остынет (не больше 30°) вводят в него рабочих, которые острыми молотками разбивают накипь на кусочки, легко отделяющиеся от стенок котла. Затем стенки чистятся щетками с водою, удаляют все из котла и наполняют котел свежей водою. Химическая чистка заключается в введении за несколько дней до чистки кристаллизованной соды. Затем выпустив весь пар и открыв лаз обновляют воду, открыв на четверть оборота продувательный кран и поддерживая все время нормальный уровень воды. Эта операция занимает около двух суток. Чистка котлов содой не исключает необходимости чистки механическим путем 2—3 раза в году. Последняя должна производиться всегда немедленно по достаточном остывании котла.

При уходе за котлом следует не забывать, что при непрерывной работе котла его следует время от времени продувать. Дымоходы должны прочищаться не реже одного раза в неделю. Во время бездействия котла хорошо помещать в порожний котел сосуд с хлористым кальцием или смазать стенки котла древесной смолой.

2. Паровая машина.

Мощность паровой машины может быть определена нажимом Прони или тормазным шкивом. Тогда:

$$N_e = \frac{l \cdot G \cdot n}{716} P \cdot S.$$

где l — радиус шкива, (или длина рычага нажима Прони) G — вес гири, n — число оборотов в минуту.

Обычно мощность вычисляют помощью диаграммы. Имеющуюся диаграмму (черт. 173) делят на десять (или больше) равных частей по длине и проводят через каждое деление перпендикуляры к атмосферной линии ($a-a$) и измеряют их длину ($y_1 y_2 \dots y_{10}$). Масштаб применяют указанный индикатором в соответствии с примененной пружиной.

По правилу Симпсона получаем площадь диаграммы:

$$F = \frac{d}{3} (s_1 + 4 s_2 + 2 s_3)$$

где

$$s_1 = y + y_{10}$$

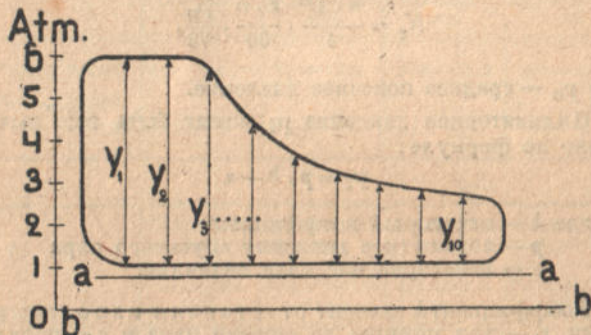
$$s_2 = y_1 + y_3 + y_5 + y_7 + y_9$$

$$s_3 = y_2 + y_4 + y_6 + y_8$$

d — расстояние между делениями.

Тогда среднее давление:

$$p_k = \frac{s_1 + 4 s_2 + 2 s_3}{30}$$



Черт. 173.

Затем измеряют длину перпендикуляров до нижней кривой и таким образом определяют среднее противодавление p_g .

Действительное среднее давление будет:

$$p_i = p_k - p_g$$

Индикаторная мощность машины:

$$N_i = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{s \cdot n}{30} \cdot \frac{p_i}{75}$$

Если N_e полезная мощность машины то:

$$\frac{N_e}{N_i} = \eta,$$

т. е. коэффициент полезного действия машины.

Можно приблизительно полагать:

для машин 2—	20 P. S.	$\eta = 0,85$
„ „	20— 50 „	„ 0,86
„ „	50— 100 „	„ 0,87
„ „	100— 200 „	„ 0,88
„ „	200— 500 „	„ 0,89
„ „	500—1000 „	„ 0,90

N_e может быть также определена с помощью формулы:

$$N_e = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \frac{s \cdot n}{30} \cdot \frac{p_n}{75},$$

где p_n — среднее полезное давление.

Индикаторное давление p_i может быть еще вычислено по формуле:

$$p_i = p \cdot k - a$$

где k — некоторый коэффициент

p — абсолютное давление впускного пара

a — некоторая числовая величина.

Коэффициент k зависит от степени наполнения. Если s_1 — ход поршня до отсечки пара и s — полный ход поршня, то отношение $\frac{s_1}{s}$ называется степенью наполнения.

Зависимость коэффициента k от степени наполнения:

$\frac{s_1}{s} = 0,1$	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
$k = 0,36$	0,45	0,53	0,60	0,66	0,76	0,84	0,90	0,98

a — зависит от типа машины и бывает равно:

для одноцилиндровых машин без конденсатора	1,5—1,7
для одноц. машин с конденсатором и паровой рубашкой	0,4—0,8
для машин Компаунд двойного расширения	0,6—0,9
тоже тройного расширения	0,8—1,2

Разность $N_i - N_e$ представляет собой работу, затрачиваемую машиной на преодоление своих собственных, внутренних сопротивлений (вредное сопротивление).

Расход теплоты и угля на одну индикаторную силу в час.

(Теплопроизводительность = 7500 Е. Т., коэффициент полезного действия котла = 75 %)

	Одноцил. машины без конденсатора		Одноцил. машины с конденсатором	
	Насыщен. пар.	Перегретый пар.	Насыщен. пар.	Перегретый пар.
Расход тепла	6400—10 000	5000—7300	5000—7000	4000—5500
Расход углей kg	1,2—2	1,0—1,45	1,0—1,4	0,80—1,1

	Двухцилиндр. машины с конденсатором		Трехцил. машины с конденсатором	
	Насыщен. пар.	Перегретый пар.	Насыщен. пар.	Перегретый пар.
Расход тепла	4000—4800	3200—4000	3500—4000	3100—3700
Расход углей kg	0,8—0,95	0,625—0,8	0,7—0,8	0,6—0,725

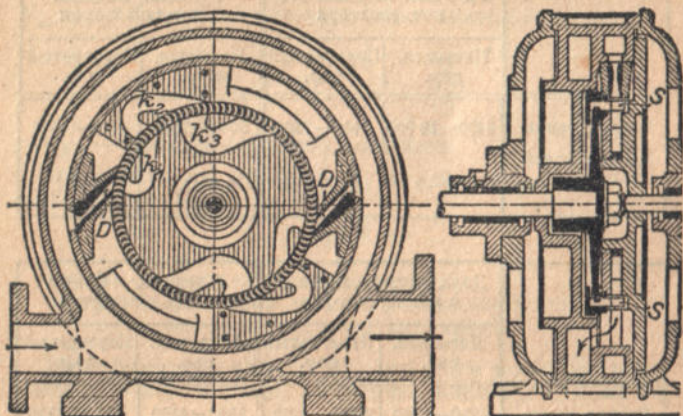
3. Паровая турбина.

Турбина (чер. 174) отличается от паровой машины тем, что в ней используется не статическое давление пара, а его динамическая энергия. Турбины особенно пригодны там, где нужны высокие обороты или для использования отработанного пара паровых машин без конденсатора. Турбинные конденсаторы могут работать с разрежением в 98% и требуют силу равную кругло 3% мощности турбины. Потребление воды велико.

Максимальная мощность в К. W. турбины может быть исчислена по формуле:

$$N = \frac{\pi \cdot k \cdot D \cdot l}{v \cdot G} \cdot a \cdot 3600,$$

где: k — коэффициент = 0,9—0,95
 D — средний диаметр дисков
 l — средняя длина дисков
 v — удельный объем пара при выпуске
 G — расход пара на $K.W.$ — час
 a — скорость пара в направлении оси.



Черт. 174.

Турбины имеют много преимуществ перед паровыми машинами. Они работают экономичней; спокойный ход и, как следствие, небольшой фундамент, простой уход, небольшие размеры — обуславливают их широкое применение в настоящее время.

Выбор рода машины.

Род машины	Применение
1. Машины с золотниковым распределением.	Для малых дешевых установок ниже 15—20 P.S. при умеренном давлении пара.
2. Машины с поршневым распределением.	Вообще как машины с золотниковым распределением; в особенности для перегретого пара и пара с высшим давлением.

Род машины	Применение
3. Машины с клапанным распределением.	Для установок свыше 30—40 P. S. большой экономичности, здесь допускается высокое давление и перегрев пара.
4. Машины без конденсатора.	Для малых сил — до 15 P. S. В противном случае тогда, когда отработанный пар применяется для отопления, когда нет воды для охлаждения, для простых дешевых установок, также для установок, работающих с частыми перерывами.
5. Машины с конденсатором.	Для экономных установок свыше 15—20 P. S., в случае наличия достаточного количества воды.
6. Компаунд-машина.	Для установок свыше 40—50 P. S. с высшей экономичностью; также в случаях необходимости равномерного хода. Требуют давление пара не ниже 6—7 At., также достаточного количества воды и большого помещения.
7. Паровые турбины.	Для установок наименьшего веса, требующих наименьшего помещения или наибольшей простоты, особенно для приведения в действие быстроходных машин. (Динамо-машины, вентиляторы, судовые винты и т. д.).

4. Двигатели внутреннего сгорания.

В зависимости от того, происходит ли сгорание мгновенно при неизменяющемся объеме или постепенно при неизменном давлении, различают машины постоянного

объема и постоянного давления. Диаграммы обоого рода двигателяей приведены на черт. 175, 176.



Постоянный объем.

Черт. 175.

Кроме того в зависимости от конструкции двигателя могут быть простого или двойного действия, также четырехтактные или двухтактные. У четырехтактных двигателей (черт. 177) рабочий цилиндр служит одновременно и насосом для засасывания и сжимания горячей

смеси. У двухтактного двигателя для этого нужен или особый насос или используют в качестве него обратную сторону поршня.



Постоянное давление.

Черт. 176.

Двигатели внутреннего сгорания могут быть подразделены на следующие группы:

I. Двигатели постоянного объема.

1. Газовые машины. Горючее: светильный газ, генераторный газ, доменный газ.

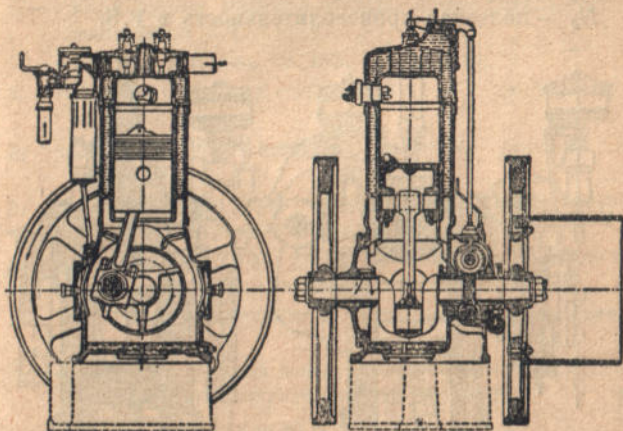
2. Двигатели с предварительным распылением жидкого горючего. Горючее: бензин, бензол, нафталин, спирт.

3. Двигатели с раскаленной головкой, горючее: керосин, мазут, нефть.

II. Двигатели постоянного давления

4. Двигатели Дизеля. Горючее: нефть.

Двигатели первых двух групп часто объединяют общим названием газовых двигателей, как работающих на газообразном (или предварительно испаренном жидком) горючем.



Черт. 177.

Группы 3 и 4 составляют группу масляных двигателей. Они работают на маслах, не могущих испаряться при нормальной температуре. Горючее обычно вводится через форсунку в камеру сгорания цилиндра.

Масляные двигатели могут быть подразделены на две категории.

- а) Масло вводится до высокого давления в цилиндре.
- б) Масло вводится после сжатия, во время высокого давления (Дизель).

У Дизеля горючее воспламеняется само, вследствие высокой температуры сжатия (черт. 178).

В остальных случаях воспламенение происходит от соприкосновения горючего с предварительно раскаленным придатком камеры сгорания.

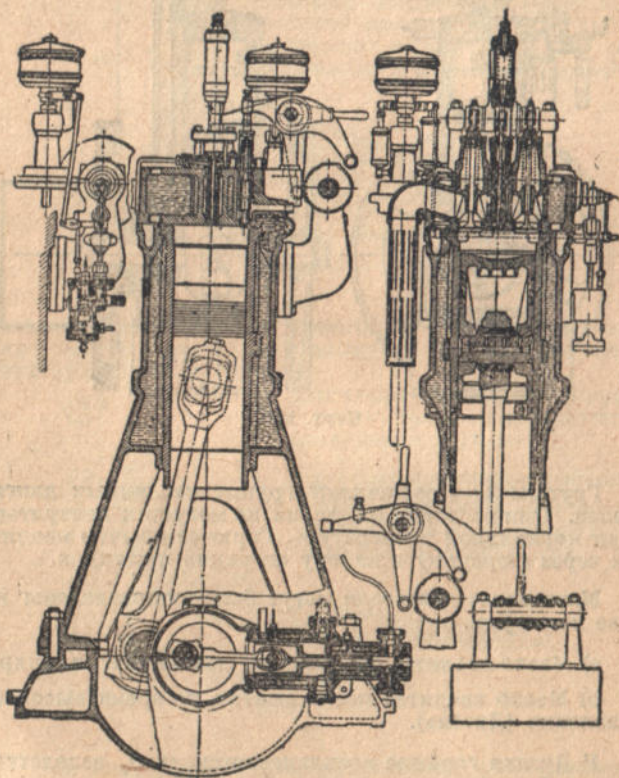
У газовых двигателей воспламенение, достигается электрической искрой в необходимый момент внутри цилиндра.

Расчет главных размеров D и s для номинальной производительности N_n .

Пусть:

N_i — индикаторная производительность в P. S.

N_e — полезная производительность в P. S.



Черт. 178.

N_n — номинальная производительность $\sim 0,9$ от наибольшей возможной производительности в P. S

D — диаметр поршня в м,

F — действующая площадь поршня в m^2 ,

s — ход поршня в м,

$c = \frac{s \cdot n}{30}$ средняя скорость поршня в м/сек,

n — число оборотов кривошипа в минуту,

H — верх. соотв. нижняя теплопроизводительность топлива в Е.Т.

C_s — расход топлива на Р.С. в час в кг.

L — практич. расход воздуха на 1 м^3 — соотв. 1 кг топлива

p_i — среднее индикаторное давление поршня в kg/cm^2 ,

p_e — среднее давление поршня, соответствующее полезной производительности N_e в kg/cm^2 .

$\eta_m = N_e : N_i$ механич. степень полезного действия.

η_w — экономическая степень полезного действия,

η — объемная степень полезного действия всасывающего хода.

L_h — практич. расход воздуха для одного хода при номин. производительности N_n в м^3 .

$$C_s = \frac{N_n \cdot 75 \cdot 3600}{H \cdot \eta_w \cdot 427} = \frac{632 N_n}{H \eta_w}$$

$$L_h = \frac{N_n \cdot 75 \cdot 60 \cdot 2}{H \cdot \eta_w \cdot n \cdot 427} = \frac{21 N_n}{H \eta_w n}$$

Для четырехтактных моторов и половина — для двухтактных.

Для газообразного топлива.

$$D = \sqrt{\frac{27 N_n (1 + L)}{H \cdot \eta_w \cdot n \cdot s \cdot \eta}}$$

$$s = \frac{27 N_n (1 + L)}{H \cdot \eta_w \cdot n \cdot D^2 \cdot \eta}$$

$$n = \frac{27 N_n (1 + L)}{H \cdot \eta_w \cdot s \cdot D^2 \cdot \eta}$$

Для жидкого топлива.

$$D = \sqrt{\frac{27 N_n \cdot L}{H \cdot \eta_w \cdot n \cdot s \cdot \eta}}$$

$$s = \frac{27 N_n \cdot L}{H \cdot \eta_w \cdot n \cdot D^2 \cdot \eta}$$

$$n = \frac{27 N_n \cdot L}{H \cdot \eta_w \cdot s \cdot D^2 \cdot \eta}$$

Значения для: H , L , η_w , p_i , p_m и C_s находятся на следующей таблице:

Топливо	Све- тиль- ный газ	Гене- ратор- ный газ	Домен- ный газ	Керосин	Бензин	Спирт 90 об'ем- ных проц.	Бензол (эргин и т. д.)	Нефть сырая
Теплопроизводительность <i>H</i> Е. Т.	5000	1150	950	10 500	11 000	5700	9500	10 000
Расход воздуха <i>L</i> m^3 соотв. <i>kg</i>	8,5	1,25	1,1	16—22	15—70	8—12	10—15	18—20
Расход топлива <i>C₇</i>	0,63	3,3	—	0,55	0,3	0,5	0,28	0,25
Для <i>P. S</i> /час в m^3 при газобор. топливе, соотв. в <i>kg</i> при жид- ком топливе	0,57 0,52 0,48	2,9 2,6 2,4	3,7 3,3 3,0	0,50 0,46 —	0,28 0,25 —	0,46 0,42 —	0,26 0,24 0,23	0,24 0,23 0,21
При различных величинах ма- шин	0,47	2,3	2,8	—	—	—	—	0,20
Экономическая степень полез- ного действия	0,3 0,22 0,24 0,26 0,27	0,17 0,19 0,21 0,23 0,24	— 0,18 0,2 0,22 0,24	0,11 0,12 0,13 — —	0,19 0,21 0,21 — —	0,22 0,24 0,26 — —	0,24 0,26 0,27 0,29 —	0,25 0,26 0,27 0,30 0,32
Индикаторное давление <i>p_i</i> . <i>kg</i>	5,5	4,23	4,0	3,85	5,25	3,85	—	—
Среднее полезное давление порш- ня <i>P_m</i>	4,4	3,4	3,2	3,1	4,2	3,1	—	—

Объемную степень полезного действия можно принимать для тихоходных моторов:

с управляемым	впускным клапаном	0,88—0,93
с неуправляемым	„ „	0,80—0,87

для быстроходных моторов:

с управляемым	впускным клапаном	0,78—0,85
с неуправляемым	„ „	0,65—0,75
автомобильные моторы с автоматическим		
	впускным клапаном	0,50—0,65

Регулировка двигателей внутреннего сгорания производится почти исключительно помощью изменения состава взрывчатой смеси.

Вес газовых двигателей большой мощности колеблется между 120—160 kg на P. S.

Малой мощности между 120—230 kg.

Вес некоторых газолиновых и керосиновых двигателей малой мощности.

P. S.	Обор/мин.	Потребная площ. пола	Вес в kg
1	800	36 × 18 дм.	68
1	600	42 × 22 „	135
2,5	500	54 × 29 „	250
4	450	51 × 36 „	735
6	425	56 × 38 „	950
10	375	68 × 42 „	1710
15	375	79 × 51 „	2305
20	350	75 × 72 „	3150
25	350	80 × 72 „	3705
50	350	120 × 96 „	5250

Расход смазочного масла на 1 P.S./час.
Горизонтальные газовые двигатели.

Мощность P. Se	1	2	3—4	6—8	10—12	14—16	20	25
Расход gr	16,5	11	7,7	6,6	5,5	4,4	3,8	2,6
Мощность P. Se	30	35—40	50—60	70—80	100—125	150	200—300	300—1000
Расход gr	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,5	1,3	1,1

Вертикальные двигатели Дизеля.

Мощность P. Se	15—20	25—40	50—80	80—125	свыше 125	—	—	—
Расход gr	5,5	5	4,5	4	3,5	—	—	—

Автомобильные двигатели.

Для четырехтактных моторов:

$$N = \frac{p_m F \cdot s \cdot n}{2 \cdot 60 \cdot 75} \cdot i$$

где:

- F — сечение цилиндра
 s — ход поршня
 n — число оборотов
 i — число цилиндров.

Среднее индикаторное давление:

$$p_m = \frac{1,15 \cdot N_e}{D^2 \cdot s \cdot n \cdot i}$$

где D диаметр цилиндра.

p_m для бензина и бензола в среднем — 5 kg/cm². В новейших моторах достигает 6 и 7 kg/cm², а для авиационных двигателей — 8,3 kg/cm².

При расчетах двигателя на крепость следует считаться только с давлением в моменты взрыва, т.-е. не менее 25 kg/cm².

Формула для определения максимума мощности двигателя (по Бюрльсу)

$$N_{max} = 0,5 D (D - 1,18) \cdot \sqrt{\frac{D^2 \cdot s}{m}}$$

где m масса поршня и шатуна, вместе.

Немецкая формула для определения налога на автомобиль:

$$N = 0,3 \cdot i \cdot D^2 \cdot s.$$

Степень полезного действия различных машин.

Паровые машины без конденсатора, малые	0,75—0,80
„ „ „ „ средние	0,80—0,85
„ „ „ „ большие	0,85—0,90
„ „ с конденсатором, одноцил., малые	0,71—0,81
паровые машины с конденсатором, одноцил., большие	0,81—0,88
паровые машины с конденсатором, двухцил., малые	0,68—0,79
паровые машины с конденсатором двухцил., большие	0,78—0,85
Газовые двигатели	0,75—0,80
Турбины водяные	0,75—0,83
„ паровые	0,85—0,90
Динамо постоянного тока, малые	0,70—0,85
„ „ „ средние	0,85—0,90
„ „ „ большие	0,90—0,94
Генераторы трехфазного тока	0,86—0,93
Электрические моторы до 1 P. S.	0,70—0,80
„ „ малые	0,80—0,86
„ „ средние	0,86—0,90
„ „ большие	0,90—0,92
Насосы поршневые, малые	0,70—0,80
„ „ большие	0,80—0,86
„ центробежные, малые	0,55—0,60
„ „ средние	0,60—0,75
„ „ большие	0,75—0,80

Принятые в промышленных предприятиях цвета для опознания различных трубопроводов.

Вода	зеленый цвет
Газ	желтый цвет
Воздух	синий цвет
Пар	белый цвет
Кислоты	розовый цвет
Щелочь	серый цвет
Масло	коричневый цвет
Деготь	черный цвет
Разряжение (вакуум)	серо-зеленый цвет (хакки)

5. Насосы.

Если Q обозначает количество воды в m^3/sec , F — площадь поршня (рабочая) в m^2 , z — ход поршня в m , n — число оборотов и u коэфф. производительности насоса то:

$$Q = m \cdot y \cdot F \frac{s \cdot n}{60}$$

где $m = 1$ для насосов простого действия и $m = 2$ для насосов двойного действия.

y изменяется в пределах между $0,85 \div 0,95$. Если через h_s обозначить высоту засасывания воды, h_d — высоту подачи воды и через h_w — „высоту потерь“, то потребная сила (P. S.):

$$N_e = \frac{1000 \cdot Q \cdot H}{75 \cdot y}, \text{ где}$$

$$H = h_s + h_d + h_w$$

h_w составляется из потерь в водопроводе.

Диаметр труб определяется по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot v}}$$

v — скорость воды в трубах; $v = 0,8 \div 1,0$ м/сек для засасывания и $v = 1,0 - 2,0$ м/сек для давления.

И н ж е к т о р ы .

Основаны на засасывающем действии струи пара. Выгодны для питания котлов, так как теплота пара передается питающей воде.

Пар применяется сухой. Диаметры трубы нигде не должны быть уже, чем у фланца инжектора. Двойной инжектор в состоянии питать котел при 10—12 ат. водой подогретой до 65°C . Высота засасывания воды при 60°C до 2 м., при холодной воде до 6 м.

6. Рабочие станки

Расход силы на рабочие станки
при высшей скорости резки и обратного хода.

Станок	Главные размеры станка в миллиметрах		Прибли- зительный расход силы P. S.	
Центровый свер- лильный станок	Высота центров	Расстояние между центрами	0,25 0,5 1,0 1,5 2,0	
	110—150	500—800		
	175—215	900—2000		
	215—315	2000—2500		
	350—420	2500—3500		
430—480	3500—4500			
Станок с планшайбой	Диам. планшайбы	Наибольший диаметр	2 3 5 10	
	900—1300	1200—1620		
	1500—1600	1620—2360		
	2000—2600	2700—3500		
4000	5400			
Станок с горизонтальной планшайбой	1270	1300	2	
	1720	2135	3	
	2080	2440	5	
	2100	3048	5	
	4000	7700	15	
Револьверный станок	Высота оси	Наиб. диаметр	Наиб. длина точки	1 3 2 5 5
	230	520	850	
	290	610	1100	
	300	650	850	
	330	710	1400	
	425	865	1600	

Станок	Главные размеры станка в миллиметрах		Прибли- зительный расход силы P. S.
Горизонтально- сверлильный станок	Высота центра	Длина сверления	1,5 2
	550—650 850—1400	1000—2000 2000—3500	
Быстроходный сверлильный станок Вертикальный сверлильный станок Радиальный сверлильный станок и т. п.	Наибольшее выдвижение	Расстояние между шпинделем и столом	0,5 1 2 1 1 1,5
	150—250	230—900	
	270—330	320—1200	
	1000—1800	1200—2000	
	160—170	800—900	
130—210	250—300		
260—400	400—480		
Универсальный фрезерный станок	Стол длина \times ши- рина	Расстояние между шпинделем и столом	1 1
	750 \times 130 1480 \times 280	300 350	
Планфрезерный станок	1760 \times 350 3000 \times 1320	550 1100	3 5
Фрезерный станок для парезки зубьев	Для колес диаметром 500—1200 мм,		2
	для колес диаметром до 1400 мм.		3
Шлифовальный станок	Для наждачных кругов до 250 мм diam., для наждачных кругов 250—350 мм diam., для наждачных кругов 360—550 мм diam.		

Станок	Главные размеры станка в миллиметрах			Прибли- зительный расход силы P. S.	
	Длина хода	Ширина хода	Глубина хода резца		
Строгальный станок	1000	650	650	1	
	1830	620	620	1,5	
	2130	660	660	3	
	3050	960	960	5	
	3050	1240	1240	7,5	
	4270	1520	1520	10	
	4880	1860	1860	10	
5250	2660	2660	10		
Шепинг	120	380	200	0,5	
	460	750	500	1	
	500	975	500	1	
	650	650	400	1	
Вертикально- долбежный станок	Длина хода	Шири- на хода	Глубина хода резца	Стол	
	130	370	300	300 X 300	0,5
	150	320	220	500 X 400	1
	200	520	620	700 Ø	1,5
	200	750	750	750 Ø	1,5

VII. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА.

Электрические единицы мер.

Величина	Обозначение	Название	Отношение к С. Г. С. единице	Размерность
Электродвижущая сила	<i>E</i>	Вольт	10^8	$L^{3/2} M^{1/2} T^{-2}$
Сила тока	<i>J</i>	Ампер	10^{-1}	$L^{1/2} M^{1/2} T$
Количество электричества	<i>Q</i>	Кулон	10^{-1}	$L^{1/2} M^{1/2}$
Сопротивление	<i>R</i>	Ом	10^9	$L T^{-1}$
Емкость	<i>C</i>	Фарад	10^{-9}	$L^{-1} T^2$
Самоиндукция	<i>L</i>	Генри	10^9	L
Производительность	<i>P</i>	Ватт	10^7	$L^2 M T^{-3}$
Энергия (работа)	<i>W</i>	Джауль	10^7	$L^2 M T^{-2}$

Вольт — напряжение, равное 0,9818 напряжения нормального элемента Вистона при 15° С.

Ампер — сила тока, отлагающая изъ раствора соли серебра 4,025 грамма металла в час.

Кулон — количество электричества даваемое 1 ампером в течении 1 секунды.

Ом — сопротивление при 0° С. столба ртути сечением в 1 см² и высотой 106,3 см массой в 14,4521 грамм.

Фарад — емкость, заряжаемая потенциалом в 1 вольт, силой тока в 1 ампер в 1 секунду.

Генри — самоиндукция проводника, в котором ток в 1 вольт индуктируется путем изменений силы тока в 1 ампер в 1 секунду.

Ватт — производительность даваемая током в 1 ампер при прохождении сопротивления в 1 ом.

Джауль — работа (или теплота), производимая током в 1 ампер и в 1 секунду при прохождении сопротивления в 1 ом.

Полезно помнить следующие соотношения:

1 лошадиная сила (англ. H. P.) = 746 ватт

1 " " (нем. P. S.) = 736 ватт

1 калория (малая) = 4,2 джоуля.

1 джоуль = 0,238 калорий.

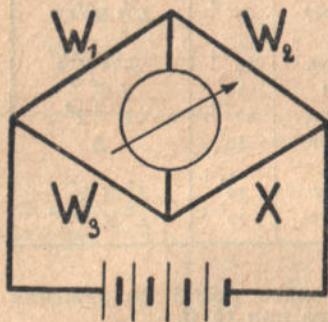
Законы электрического тока.

Закон Ома: электродвижущая сила = силе тока \times сопротивление, или

$$E = J R.$$

Первый закон Кирхгофа: в точке разветвления тока сумма токов притекающих и вытекающих из этой точки равна нулю.

Мостик Уитстона (черт. 179) при положении гальванометра на нуле, дает возможность определить неизвестное сопротивление:



Черт. 179.

$$X = \frac{W_2 \cdot W_3}{W_1}$$

Закон Ленца: ток, индуцированный в проводнике течет в таком направлении, что реакция сопротивляется тому изменению положения или состояния, благодаря которому вызывается индуцированный ток.

Закон Джоуля: тепловая энергия, рождаемая током в J ампер при прохождении в течении t секунд проводника сопротивлением в R ом = $J^2 \cdot R \cdot t$ джоулей = $0,239 J^2 \cdot R \cdot t$ малых калорий.

Закон Фарадея: ток силой в J ампер в t секунд отделяет в электролитической ванне количество G грамм.

$$G = k \cdot a J t$$

где a — химический эквивалент определяемый из атомного веса и эквивалентности.

k — некоторая постоянная имеющая значение

при t секундах	$k = 0,000010386$
„ t минутах	$k = 0,0006232$
„ t часах	$k = 0,03739$

Элементы	a	1 кулон	1 ампер	Элементы	a	1 кулон	1 ампер
		выделя- ет mg	выделяет в час г			выделя- ет mg	выделяет в час г
Алюминий	9,0	0,09347	0,3365	Ртуть	99,9	1,03756	3,7352
Свинец	103,2	1,07184	3,8585	Серебро	107,7	1,11857	4,0269
Медь	31,6	0,32820	1,1815	Водород	1	0,01039	0,0374
Никкель	29,3	0,30431	1,0955	Цинк	32,4	0,33651	1,2114
Платина	97,2	1,00952	3,6343				

Работоспособность тока в J ампер протекающего при разности потенциалов в E вольт через проводник сопротивлением в R ом:

$$A = J \cdot E = J^2 \cdot R = \frac{E^2}{R} \text{ ватт.}$$

Сопротивление чистых металлов и сплавов при 0°C .

Металл	Микроом на см ³	Микроом на дм ³	Отноше- ние к ме- ди	Темпера- турный коэффици- ент k в %
Алюминий	2,665	1,048	1,68	0,435
Антимоний	36,0	14,17	22,7	0,39
Мышьяк	33,3	13,1	21	—
Висмут	111,0	43,7	69,6	0,35
Медь	1,588	0,6252	1	0,426
Золото	2,20	0,866	1,38	0,377
Железо	9,07	3,57	5,71	0,625
Свинец	20,4	8,03	12,8	0,411
Ртуть	94,07	37,04	59,2	0,072
Никкель	12,3	4,84	7,75	0,62
Платина	10,92	4,299	6,88	0,367
Серебро	1,47	0,579	0,926	0,40
Олово	13,05	5,138	8,22	0,44
Цинк	5,75	2,26	3,62	0,406
Константан	51	20	32	\pm 0,001
Немец. серебро	30	11,8	19	0,0273
Манганин	46,7	18,4	29,4	0,0015
Нихром	95	37,5	60	0,043
Платиноид	38	15	24	0,022

Сопротивление металлов увеличивается с увеличением температуры.

Приближенно:

$$R_t = R_0 (1 + k t)$$

где k есть некоторый коэффициент, приведенный в предшествующей таблице (подставляя в формулу значения таблицы следует разделить на 100).

При $15,5^\circ \text{C}$ (60°F) сопротивление медного проводника точно выражается следующей формулой:

Сопротивление в микромах = $8 \bar{\times}$ длину в футах деленное на поперечное сечение в квадратных дюймах, в. е.

$$R = \frac{8 L}{q}$$

Если L измерять в метрах, q — в квадратных сантиметрах, то:

$$R = \frac{0,378 L}{q}$$

Второй закон Кирхгофа:

электродвижущая сила E разветвляющегося, замкнутого проводника с сопротивлениями ответвлений R_1, R_2, R_3 и т. д. и силой тока в них J_1, J_2, J_3 и т. д. равна:

$$E = J_1 R_1 + J_2 R_2 + J_3 R_3 + \dots = \Sigma J \cdot R.$$

Закон Кулона: магнитный полюс напряжения m_1 притягивает другой напряжением m_2 на расстоянии r с силой:

$$P = \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}.$$

От каждого магнитного полюса исходят во все стороны линии, образующие магнитное поле. Если другой полюс интенсивностью m находясь в этом поле притягивается силой P , то напряжение поля:

$$H = \frac{P}{m}.$$

Под влиянием магнитной индукции металлический предмет может достигнуть максимума насыщения:

$$B = \mu \cdot H$$

где μ — коэффициент пропускаемости. Для воздуха $\mu = 1$. Для железа μ — непостоянно и графически представляется в виде кривой намагничивания.

При намагничивании свободного от магнетизма тела от 0 до некоторого положительного значения получается определенная кривая. При постепенном (через 0) переходе к противоположному намагничиванию и затем к намагничиванию вторично до прежнего значения получаются две несовпадающие кривые — гистерезис. Площадь заключенная между ними представляет собою работу превращающуюся в теплоту.

Магнитное поле проводника изогнутого по радиусу r с силой тока J имеет напряжение:

$$H = \frac{2\pi \cdot J}{r}$$

Магнитная сила катушки, по которой течет ток, находится как произведение из числа витков, приходящихся на один сантиметр длины катушки, на силу тока в амперах. Это произведение называется а м п е р в и т к а м и.

Всякое изменение расстояния или напряжения тока в одном из двух проводников вызывает в другом индукционные токи (за исключением случая когда направления обоих проводников находятся под прямым углом друг к другу).

В замкнутом проводнике длиной l , движущемся в магнитном поле напряжением H со скоростью v и пересекающем силовые линии, возбуждается ток электродвижущей силы:

$$E = H \cdot l \cdot v \cdot 10^{-8} \text{ вольт.}$$

При больших массах, напр.: в якорях электромоторов, образуется большое число короткозамкнутых индукционных токов, непосредственно преобразующихся в теплоту. Во избежание связанных с этим потерь якоря динамомашии и электромоторов делаются из частей пересекающих направление возникающих токов. Обычно их делают из тонких листов металла, изолированных бумагой или лаком.

Если ток в проводнике изменяется, то силовой поток вокруг проводника также изменяется. При усилении тока из проводника выступают новые силовые линии, при ослаблении часть их входит обратно в проводник. В обоих случаях происходит пересечение проводником силовых линий, что вызывает появление в проводнике индукционных токов. Явление это носит название с а м о и н д у к ц и и.

Определение направлений.

Если известно направление тока в обмотке электромагнита, то северным (N) полюсом будет тот, вокруг которого ток течет в направлении противоположном ходу стрелок часов. В противном случае — полюс южный (S).

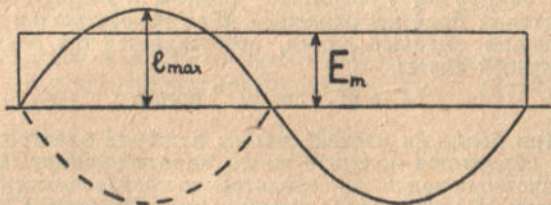
Для определения положительного направления силовых линий магнитного поля вводят в это поле магнитную стрелку. Северный конец ее укажет искомое направление.

Переменный ток.

Переменный ток исходит из нулевого значения, достигает некоторого положительного максимума, затем опять проходит через нуль и повторяет ту же фазу в отрицательном смысле. Одна переменная тока охватывает таким образом одно положительное максимальное значение, одно отрицательное и два нулевых значения. Обычно применяются 60—100 перемен в секунду. Сила тока и напряжение в описанном случае одновременно проходят через нуль.

Так как напряжение непрерывно изменяет свою величину, то говорят (независимо от направления) об эффективном напряжении. Последнее принимается равным напряжению постоянного тока, производящего тот же эффект.

Если e_{max} является максимальным абсолютным значением переменного тока имеющего вид обычной синусоидальной кривой (черт. 180), то эффективное напряжение:



Черт. 180.

еосидальной кривой (черт. 180), то эффективное напряжение:

$$E_m = \frac{E_{max}}{\sqrt{2}}$$

В случаях, когда имеется на лицо незначительная индукция, для переменного тока применимы законы Ома, Джауля и оба закона Кирхгофа.

В случае наличия индукции сила тока смещается в фазе относительно напряжения на угол θ , тангенс которого равен

$$\frac{2\pi \cdot m \cdot L}{R},$$

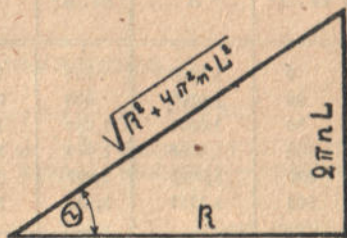
где m есть число перемен в секунду или так называемая частота тока, L — самоиндукция измеренная в генри, и R — омическое сопротивление.

Можно построить прямоугольный треугольник, так называемый индукционный треугольник, имеющий один катет равный сопротивлению R , другой — равный величине $2\pi \cdot m \cdot L$, называемой часто индукционным сопротивлением. Угол θ (черт. 181) между гипотенузой и катетом R есть угол смещения. Гипотенуза треугольника равна

$$\sqrt{R^2 + 4\pi^2 \cdot m^2 \cdot L^2};$$

эта величина называется препятствием или кажущимся сопротивлением. Влияние самоиндукции сводится к уменьшению силы тока ниже значения даваемого законом Ома,

$$J = \frac{E}{R},$$



Черт. 181.

и в данном случае сила тока:

$$J = \frac{E}{\sqrt{R^2 + 4\pi^2 \cdot m^2 \cdot L^2}}.$$

Отношение этих сил тока равно косинусу угла смещения.

Если сила тока смещается на угол θ , то ее можно рассматривать как эквивалентную двум силам тока находящимся под прямым углом одна к другой, т. е. одна на 90° по времени позади другой. Одна из этих компонент точно следует напряжению, другая — под прямым углом к нему.

Если J действительно протекающая сила тока, то величина первой компоненты будет $J \cos \theta$ и носит название эффективной компоненты, величина вто-

рой — $J \sin \theta$ и носит название безваттной компоненты силы тока.

Таким образом производительность или электрический эффект A переменного тока определится величиной:

$$A = E \cdot J \cos \theta.$$

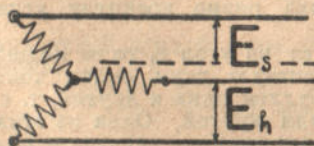
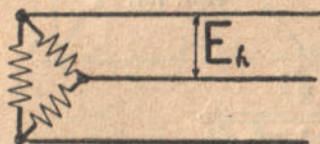
Поэтому $\cos \theta$ называется коэффициентом производительности.

Увеличение сопротивления медной проволоки с увеличением частоты тока.

m — частота, d — диам. проволоки в см.

K — увеличение сопротивления.

$m \cdot d^2$	K	$m \cdot d^2$	K	$m \cdot d^2$	K
0	1,0000	720	1,3180	2,880	2,3937
20	1,0000	980	1,4920	5,120	3,0956
80	1,0001	1,280	1,6778	8,000	3,7940
180	1,0258	1,620	1,8628	18,000	5,5732
320	1,0805	2,000	2,0430	22,000	7,3250
500	1,1747	2,420	2,2190		



Черт. 182, 183.

Многофазные токи состоят из несколько взаимно смещенных переменных токов. В трехфазном токе это смещение трех токов составляет 120° . Вместо 6-ти проводов достаточным являются уже 3 или 4. Четвертый провод при равномерной загрузке трех фаз не имеет тока вовсе. Соединение трех фаз происходит треугольником или звездобразно. Оба соединения изображены на чертежах 182, 183.

Разница напряжений между двумя проводами:

Машины компаунд, представляющие собой комбинацию первых двух.

Особенности последовательных машин. При постоянных оборотах с увеличением J падает E . Зависимость между этими величинами изображается графически кривыми, носящими название характеристик. При разомкнутой цепи машина остается без тока; она возбуждается лишь тогда, когда сопротивление достигнет определенной величины. Применение этих машин ограничено. Для освещения они непригодны. Как исключение они могут питать дуговые лампы, включенные последовательно. Для передачи силы они вследствие хорошей изолировки часто применимы; обычно в соединении с последовательным мотором. Напряжение отдельной машины до 3000 вольт.

В шунтовых машинах при постоянных оборотах несмотря на увеличение нагрузки напряжение остается постоянным, в определенных границах. Если сопротивление нагруженной цепи падает до некоторого, так называемого критического сопротивления, то машина остается без тока. Применение этого рода машин простирается на освещение и распределение силы на больших центральных станциях.

Эти машины применяются также для зарядки собирателей тока и для целей электролиза. Регулировка напряжения происходит изменением включенного параллельно сопротивления.

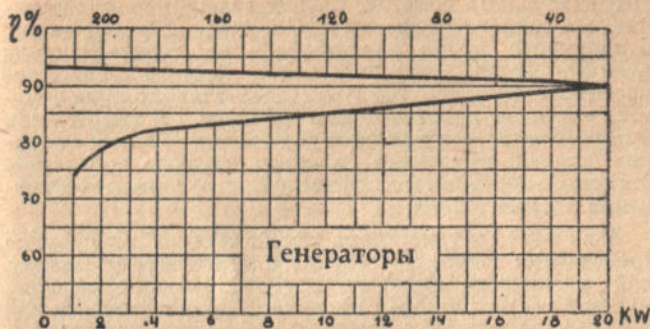
Компаунд машины дают постоянное напряжение при изменяющейся еще в больших пределах нагрузке. Если необходимо уравновесить падение напряжения длинной цепи, то соответственно измеряется последовательная обмотка. Уравнение напряжения возможно до 1—2%. К недостаткам относятся возможность перемены магнетизма поляризованным током, трудность изготовления и высокая цена.

Машины с отдельным возбуждением электромагнитов применяются очень редко. При равномерном возбуждении напряжение при холостом ходе пропорционально числу оборотов машины.

Коэффициент полезного действия машины (электрический)

$$\eta_e = \frac{\text{полезная работа}}{\text{полная работа}}$$

Значения η_e для шунтовых машин в % приведено в нижеследующей диаграмме. (черт. 186). Эти значения соответствуют полной нагрузке генератора. При



Черт. 186.

меньших нагрузках коэффициент производительности машины уменьшается на величину x приводимую ниже:

Часть нормальной нагрузки	x
$\frac{1}{1} - \frac{3}{4}$	0 — 0,5 %
$\frac{3}{4} - \frac{1}{2}$	0,5 — 1 %
$\frac{1}{2} - \frac{1}{3}$	2 — 3 %
$\frac{1}{3} - \frac{1}{4}$	3 — 5 %

Если имеется генератор A киловатт потребляющий B лошадиных сил, то:

$$\eta_e = \frac{A}{B \cdot 0,736}$$

Якорь генераторов готовится обычно из тонких листов лучшего мягкого железа, изолированных друг от друга. Якоря бывают кольцевые и барабанные. Каждый из них обладает своими преимуществами и недостатками.

Так, например, преимуществами кольцевого якоря являются: легкость изоляции обмотки, легкость починки обмотки, хорошее механическое закрепление якорной обмотки, хорошее охлаждение. К недостаткам относятся: более сильное влияние якоря, меньшая исполь-

зывается длина обмотки, потери вследствие образования магнитного поля внутри кольца. Преимущества барабанного якоря заключаются в: незначительном влиянии якоря, быстрое и более дешевое фабричное производство, благодаря применению шаблонных обмоток, хорошее использование обмотки. К недостаткам принадлежат: затрудненное укрепление обмотки у гладких якорей, трудность починки обмотки вследствие взаимного перекрытия соединений, затрудненное охлаждение якорного тела.

Магнитам генератора предъявляются следующие требования: тесное построение с кратчайшими путями для магнитного силового потока, большие сечения, материал — наибольшей магнитной пропускаемости для достижения меньших размеров, отсутствие острых кантов и углов, по возможности сплошное устройство.

Уход за генераторами постоянного тока.

Устойчивость. Весьма важно чтобы генератор был неподвижно установлен на солидном фундаменте. На верхних этажах машина будет идти хорошо, если основание укрепить на солидных деревянных или железных балках. В случае наличия вибрации машина будет искрить и щетки и коллектор непроизводительно изнашиваться.

Коллектор и щетки требуют всегда заботливого внимания. Если дать возможность щеткам слишком сильно изнашиваться и не чистить коллектор, генератор начнет вскоре давать очень вредные искры и изнашивание щеток и коллектора идет весьма быстрым темпом. Если эти части машины пользуются уходом, согласно нижеследующим наставлениям, то износ их весьма незначителен.

Установка щеток. Щетки должны быть по возможности точно установлены диаметрально противоположно. Металлические щетки по мере снашивания следует подвигать вперед. Не следует допускать значительное снашивание. Если же таковое допущено, то перед продвижением вперед, щетку следует вынуть и подпилить длинными взмахами напильника. Угольные щетки обычно помещены радиально к коллектору и потому не нуждаются в диагональном устройстве. Их постоянно приходится чистить и подпиливать, ибо они подгорают и для полного контакта необходимо получение новых контактных поверхностей. Угольные щетки нужно держать в абсолютной чистоте от пыли, а коллектор подирированным.

Износ коллектора обуславливается главным образом неправильной установкой щеток. Другой причиной является вибрация щеток, обуславливаемая обыкновенным вибрированием самой машины, благодаря плохому фундаменту.

Нажим щеток следует держать возможно более слабым, поскольку это не вызывает искр и вибрации щеток.

Смазка и чистка коллектора. В случае наличия металлических щеток следует применять немного хорошего минерального масла или вазелина. Наносится оно тряпкой, но ни в коем случае ни щеткой и ни концами. Раз в неделю полезно чистить коллектор наждачной бумагой № 00 и ежедневно прочищать небольшим количеством бензолина.

Привод. Следует применять эластичные ремни. Очень хороши кожаные ремни с наружной плоской, внутренней вогнутой поверхностью. Такой ремень не следует снимать при стоянии машины. Очень пригодны более дешевые ремни с двойными краями. Ремень должен иметь ровный ход; ремни стучащие, сдвигающиеся в стороны и т. д. не пригодны.

Смазка подшипников. Часто применяется капельная, дающая 3—10 капель в минуту. Количество зависит от качества масла и веса машины. После остановок всегда нужно прибавить несколько лишних капель перед пуском в ход. Лучшее масло — касторовое. Хорошо иметь все маслянные проводники медными.

Машины для переменного тока.

Для низких напряжений и средних сил генераторы переменного тока подобно машинам постоянного тока выполняются с неподвижными магнитами и вращающимся якорем. В настоящее время для высоких напряжений и больших мощностей применяются исключительно неподвижный якорь и вращающиеся внутри него магниты. В качестве возбудителя для электромагнита обычно применяется расположенная на общей оси машина постоянного тока. Если m — частота тока, n — число оборотов в минуту, то число полюсов магнитного колеса:

$$2P = \frac{60m}{n}$$

P — число пар полюсов.

Для трехфазного тока число полюсов равно $\frac{2}{3}$ числа катушек, для двухфазного — $\frac{1}{2}$ этого числа. Катушки

следует делать возможно более узкими, дабы во всех витках одной катушки фазы электродвижущей силы приблизительно были равны. Так как у многофазных машин пространство между катушками одной фазы заполнено катушками других фаз, чего не может быть у однофазных генераторов, то первые являются более производительными.

Напряжение у борнов машин переменного тока понижается влиянием омического сопротивления, экстратоками, самоиндукцией катушек якоря и вследствие вредного влияния якорных токов. Это свойство генераторов переменного тока препятствует поднятию силы тока до бесконечности в случае непредвиденного короткого замыкания. Для установок, где можно опасаться частых коротких замыканий (карбидные печи и т. д.), часто строят намеренно генераторы с большим падением напряжения.

Примерный вес современных генераторов.

К. В.	Быстроходные				Тихоходные			
	Обороты в мин.	Вес			Обороты в мин.	Вес		
		Ам. фунты	Пуды	Тонны		Ам. фунты	Пуды	Тонны
100	1000	6 000	166	2,72	625	10 000	277	4,54
200	850	11 000	305	4,99	450	17 500	485	7,94
300	700	15 000	416	6,80	400	24 000	665	10,89
500	625	25 000	693	11,34	350	33 000	915	14,97

Электромоторы.

Моторы постоянного тока.

Подобно генераторам тока, электромоторы в зависимости от характера включения обмотки магнитов бывают: последовательные, шунтовые и компаунд.

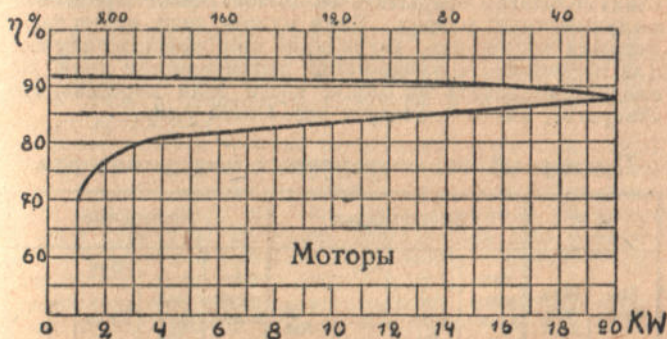
Моторы последовательные являются двигателями с числом оборотов регулируемым в больших пределах. Особенности являются большой началь

ный момент вращения и возможность хода на малых оборотах.

Шунтовые моторы являются наиболее распространенными двигателями, применяемыми там, где требуются постоянные обороты при постоянной или меняющейся нагрузке.

Компаундмоторы применяются в тех случаях когда двигателю приходится начинать при большой нагрузке и затем идти на постоянных оборотах. Получаются они путем сочетания последовательной обмотки с шунтовой.

Коэффициент производительности η моторов постоянного тока виден из прилагаемой диаграммы (черт. 187).



Черт. 187.

Уход за моторами сводится в общих чертах к уходу за генераторами тока.

Пуск в ход всякого мотора постоянного тока, за исключением самых малых, происходит путем включения сперва полного шунтового возбуждения и затем соединения обмотки, параллельно с растущим последовательным сопротивлением, с внешней цепью. Затем выводится сопротивление шаг за шагом, по мере увеличения числа оборотов мотора. Время потребное на это выключение сопротивления бывает от 15 секунд для малых моторов и до 1 минуты для больших. Остерегаться слишком быстрого выключения сопротивления!

При остановке ни при каких обстоятельствах не следует быстро полностью выключать мотора, ибо тогда цепь шунтового поля открыта и высокое индукционное состояние мотора может вызвать достаточно большое напряжение, чтобы пробить изоляцию.

Предосторожности.

Никогда не следует допускать полное уничтожение нагрузки последовательного мотора, ибо последний может „побежать“, т. е. достигнуть опасной скорости. Из этих соображений не следует мотор связывать ремнем, ибо последний может спасть.

Никогда не следует открывать цепь шунтового поля работающего мотора: мотор может побежать.

Когда цепь шунтового поля возбуждена никогда не следует быстро открывать ее, иначе может произойти индукционный разряд. Если нужно, цепь может быть открыта постепенно; тогда дуга при отвертии служит для постепенного уменьшения интенсивности поля. Не следует допускать ни одной части тела пересечь это отверстие, иначе последует серьезный удар.

Примерный вес современных электромоторов.

Н. Р.		Быстроходные				Тихоходные			
Послед.	Шунтов.	Обороты в мин.	Вес			Обороты в мин.	Вес		
			Ам. фунты	Пуды	Тонны		Ам. фунты	Пуды	Тонны
	0,5	2200	60	1,7	0,03	—	—	—	—
1		2000	100	2,8	0,05	1675	125	3,5	0,06
2		1650	220	6,1	0,10	1175	250	7,0	0,11
5		1100	550	15,5	0,25	920	600	17,0	0,28
10		850	950	26,3	0,43	700	1100	30,5	0,50
20		680	1650	45,7	0,75	550	1900	52,7	0,86
25		650	1950	54,0	0,88	500	2300	63,7	1,05
40		750	2300	63,7	1,0				
50		700	2650	73,4	1,2				
75		650	3300	91,5	1,5				
100		625	3700	102,5	1,7				
150		600	5000	139,0	2,3				

Главными качествами моторов постоянного тока являются: возможность значительной перегрузки, хороший коэффициент полезного действия даже при изме-

няющейся нагрузке, большой начальный момент вращения, хорошая регулировка числа оборотов в широких границах, число оборотов изменяется в зависимости от нагрузки

Электромоторы переменного тока.

Синхронные моторы представляют собою обращенный генератор одно- или многофазного тока. Система магнитов, возбуждаемая овым генератором постоянного тока, вращается под влиянием образующегося в обмотках якоря переменного (вращающегося) магнитного поля. Угловая скорость мотора равна скорости генератора. Такой мотор не может быть пущен в ход при наличии нагрузки, и вообще пускается в ход вспомогательными средствами. Под влиянием перегрузки мотор теряет обороты, выходит из состояния синхронности и останавливается.

Асинхронные (индукционные) моторы разделяются на многофазные и однофазные. Действие многофазного двигателя подобно двигателю постоянного тока, в котором и armатура и машинное поле могут вращаться.

Вращательное усилие вызываемое действием поля стремится вращать armатуру и, если поле вращается само с равномерной скоростью, то armатура будет ускорять вращение до тех пор, пока взаимное движение поля и armатуры не станет достаточным для возбуждения тока, точно уравнивающего нагрузку. Тогда достигается постоянная скорость вращения.

Скольжение, или разность между скоростями armатуры и поля дается обычно в % от скорости при нагрузке = 0. Эта скорость носит название скорости синхронизма. Вращение поля достигается обычно прохождением неподвижных катушек двумя или более переменными токами. Обычно применяется трехфазный ток. Одним из преимуществ подобных двигателей является отсутствие коллектора.

В однофазных двигателях поле рассматривается как два поля, вращающиеся в противоположные стороны. Благодаря этому при пуске в ход имеется наличие двух вращательных усилий в противоположные стороны, т. е. мотор самостоятельно не сдвинется с места. Поэтому эти моторы требуют особого приспособления для пуска в ход.

Многофазные двигатели сохраняют число оборотов независимо от нагрузки почти постоянными. При увеличении нагрузки может наступить момент, когда мотор не в состоянии ее покрыть и останавливается.

Нормальная нагрузка не должна превосходить 50—60% этой „критической нагрузки“.

Уменьшение мощности многофазных двигателей часто происходит по причине колебания вольтажа питающего тока или различия фаз. Отсюда происходит нагревание двигателя. Как изменяется мощность двигателя видно из прилагаемой таблицы:

°/о колебаний вольтажа . . .	0	5	10	15
°/о нормальной мощности . .	100	85	60	34

Уменьшение мощности следует приблизительно линейному закону.

Средняя производительность многофазных индукционных двигателей.

Мощность Н. Р.	1	5	10	20	50	100	150	200	300
Производительность в °/о	80	85	86	88	89	90	91	92	93

Каскадные двигатели представляют собой механическое соединение двух моторов с электрическими соединениями произведенными таким образом, чтобы сделать возможными две скорости.

В случае индукционных моторов обмотка вращающихся частей первого двигателя соединяется с неподвижной обмоткой второго. Если оба двигателя имеют равное число полюсов, получается эффект, равный удваиванию числа полюсов. Благодаря наличию двух магнитных полей, из которых, если одно достигает максимума, другое в то же время проходит через минимум напряжения, весьма ровный ход может быть достигнут на очень малых оборотах, в то же время максимум вращательного момента может быть достигнут даже при 2-х оборотах в минуту. Скольжение этих моторов значительно меньше обычной величины и изменения скорости между полной и нулем нагрузки всего около 1,2%. Весьма пригодны в качестве двигателей для электрических локомотивов и вагонов.

Выбор напряжения.

Напряжение	Преимущества	Недостатки	Применение
Низкое.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Возможность применения малых моторов. 2. Дешевые приборы. 3. Незначительная опасность. 4. Возможность непосредственного использования для освещения. 5. Дешевые моторы 	Дорогая проводка.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Малые установки. 2. Установки с малыми моторами. 3. Установки с малоопытным обслуживающим штатом. 4. Установки с сырыми, тесными, опасными в пожарном отношении помещениями.
Высокое	Дешевая проводка.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Затруднения включения малых моторов. 2. Дорогие приборы. 3. Большая опасность. 4. Затруднения непосредственного использования для освещения. 5. Дорогие моторы. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Большие установки. 2. Установки с большими моторами.

Выбор тока.

Ток	Преимущества	Недостатки	Применение
Постоянный ток.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Возможность конструирования моторов для любых оборотов. 2. Большой начальный вращательный момент моторов. 3. Возможность перегрузки моторов. 4. Рациональные пусковые методы. 5. Рациональное регулирование числа оборотов. 6. Слабая чувствительность к колебаниям напряжения. 7. Возможность применения аккумуляторов. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Уход за коллектором. 2. Низкое даже у больших машин напряжение. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Малые установки. 2. Установки с моторами с сильно изменяемым числом оборотов. 3. Установки с сильно колеблющейся нагрузкой.

Трех и двух- фазный ток.	1. Большой начальный вращающий момент.	1. Зависимость числа обо- ротов от частоты сети и величины мотора.	1. Большие установки.
2. Большая возможность перегрузки асинхрон- ных моторов.	3. Простота этих моторов, обусловливаемая отсут- ствием коллектора.	2. Ограниченная возмож- ность регулирования числа оборотов.	2. Установки со многими моторами с постоянны- ми оборотами.
4. Возможность примене- ния больших напряже- ний.	3. Большая чувствитель- ность к колебаниям на- пряжения.	4. Затруднения в приме- нении аккумуляторов.	3. Установки в мокрых, пыльных или гряз- ных помещениях.
5. Необходимость приме- нения постоянного тока для пуска в ход син- хронных моторов.	6. Незначительная воз- можность перегрузки синхронных моторов.		4. Установки с малообу- ченным штатом служа- щих

Продолжение.

Ток	Преимущества	Недостатки	Применение
Однофазный ток.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Простая конструкция асинхронных моторов без коллектора. 2. Большой начальный вращательный момент. 3. Большая возможность перегрузки. 4. Рациональные простые методы. 5. Рациональное регулирование оборотов. 6. Возможность применения высоких напряжений. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зависимость числа оборотов от частоты тока и величины моторов. 2. Стесненность в регулировании числа оборотов асинхронных моторов. 3. Большая чувствительность к колебаниям напряжения асинхронных индукционных моторов. 4. Затруднения в применении аккумуляторов. 5. Необходимость постоянного источника питания для пуска в ход синхронных моторов. 6. Малая возможность перегрузки синхронных моторов. 7. Невозможность при наличии нагрузки пуска в ход асинхронных индукционных моторов. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Большие установки, главным образом для освещения. 2. Установки питания электрических железных дорог. 3. Установки с моторами с сильной регулировкой оборотов (коммутаторные).

Свойства и применение различных электромоторов.

Моторы постоянного тока.

Мотор	Преимущества	Недостатки	Применение
Последовательный мотор.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Большой вращающий начальный момент. 2. Большая возможность перегрузки. 3. Слабая склонность к искрению. 4. Большая надежность в эксплуатации вследствие малых экстратов при выключении. 5. Связанный с п. 4 малый износ пускового приспособления. 6. Хорошая работоспособность даже при падающем напряжении. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. При полной разгрузке мотор может "пожегаться". 2. Затруднения в сильной рациональной регулировке числа оборотов. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Краны. 2. Подъемные машины. 3. Железные дороги. 4. Вентиляторы. 5. Центробежные насосы. 6. Прочие установки, требующие постоянного вращающего усилия, в которых нет опасности полной разгрузки двигателя.

Продолжение.

Мотор	Преимущества	Недостатки	Применение
Шунтовый мотор.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Большой начальный момент. 2. Большая возможность перегрузки. 3. Приблизительно постоянные обороты при различных нагрузках. 4. Мотор не может „лечь“ 5. Рациональная регулировка оборотов. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Склонность к искрению при сильно колеблющейся нагрузке и при сильно изменяющемся напряжении поля. 2. Сильные экстратоки при выключении, что требует особого устройства пускового приспособления. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Непрерывно действующие установки. 2. Машины с постоянными оборотами. 3. Машины с сильно регулируемой скоростью, но для которых для отдельного случая установленная скорость должна оставаться постоянной.

Компаунд мотор.	1. Большой начальный момент.	1. Склонность к искрению при сильно меняющейся нагрузке и значительном изменении числа оборотов вследствие изменения напряжения магнитного поля.	1. Машины требующие очень большого начального усилия.
	2. Допускаемость большой перегрузки.	2. Сильные экстратоки при включении.	2. Машины, снабженные большими вращающимися массами из которых потом берется их энергия.
	3. Исключается возможность „побежать“.	3. Связанное с этим особое устройство пускового приспособления.	3. Машины требующие абсолютно постоянной скорости (противоположное включение обмоток магнитов).
	4. Рациональное регулирование оборотов.		
	5. Точно остающиеся обороты при противоположном включении обмоток магнитов.		
	6. В определенных границах колеблющиеся обороты при однообразном включении магнитных обмоток.		

Моторы трехфазного тока (также двухфазного).

Мотор	Преимущества	Недостатки	Применение
<p>Асинхронные индукционные моторы.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Большой начальный момент. 2. Допускаемость большой перегрузки. 3. Приблизительно постоянные обороты при различных нагрузках. 4. Возможность "понести" исключается. 5. Простая конструкция моторов. 6. Требуют незначительного ухода. 7. Возможность применения высоких напряжений. 8. Возможность применения автоматических пусковых приспособлений. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ограничения выбора оборотов и регулирования их. 2. Очень малое воздушное пространство между движущейся массой и неподвижной частью машины. 3. Неэкономичность холо-стого хода. 4. Чувствительность к колебаниям напряжения. 	<p>Применяются в качестве двигателей всюду, где не требуется большая и рациональная регулировка числа оборотов.</p>

<p>Асинхронные коммутаторные моторы.</p>	<p>1. Большой начальный момент. 2. Допускаемость перегрузки. 3. Приблизительно постоянные обороты при различных нагрузках. 4. Возможность „понести“ исключена. 5. Возможность применения высоких напряжений. 6. Рациональное регулирование оборотов.</p>	<p>1. Ограничение в выборе числа оборотов. 2. Малый воздушный промежуток между вращающейся и неподвижной частью машины. 3. Неэкономичность холостого хода. 4. Чувствительность к колебаниям напряжения.</p>	<p>Применяются в качестве двигателей всюду, где требуется тонкая рациональная регулировка числа оборотов.</p>
<p>Синхронные моторы.</p>	<p>1. Точное сохранение оборотов постоянными при различных нагрузках. 2. Возможность „понести“ исключена. 3. Возможность применения больших напряжений. 4. Экономичность холостого хода. 5. Возможность применения в качестве регулятора фаз.</p>	<p>1. Ограничение в выборе числа оборотов и в регулировании их. 3. Необходимость искусственного пуска в ход нормальных моторов и необходимость применения для этого постоянного тока. 5. Допускаемость незначительной перегрузки.</p>	<p>1. Непрерывно действующие установки. 3. Машины постоянной скорости. 3. Там, где требуется приблизительно постоянное вращающее усилие. 4. Установки, где на лицо имеется и постоянный ток.</p>

Моторы однофазного тока.

Мотор	Преимущества	Недостатки	Применение
Асинхронный индукционный мотор.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Простая конструкция. 2. Возможность применения больших напряжений. 3. Приблизительно постоянные обороты при различных нагрузках. 4. Возможность "понести" исключена, 5. Незначительная потребность в уходе. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ограничение в выборе числа оборотов и 2. в регулировании их. 3. Невозможности пуска в ход нормальных моторов при наличии нагрузок. 4. Допускаемость незначительной перегрузки. 5. Чувствительность к колебаниям напряжения. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Непрерывно действующие установки. 2. Машины, позволяющие пуск в ход мотора в холостую. 3. Установки не допускающие появления значительной перегрузки.

<p>Коммутаторный мотор.</p>	<p>1. Большой начальный момент. 2. Допускаемость большой перегрузки. 3. Хороший пуск в ход даже при сильно падающем напряжении. 4. Хорошая возможность при посредстве трансформатора регулировать обороты.</p>	<p>1. Ограничение в применении высоких напряжений. 2. Сдвигание фаз при малых оборотах. 3. Склонность к искрению.</p>	<p>Применение подобно последовательным моторам постоянного тока.</p>
<p>Синхронные моторы.</p>	<p>1. Точное сохранение оборотов при меняющейся нагрузке. 2. Возможность "побегать" исключена. 3. Возможность применения больших напряжений. 4. Экономичность холостого хода. 5. Возможность применения в качестве регулятора фаз.</p>	<p>1. Ограничение в выборе числа оборотов и в регулировании их. 2. Необходимость искусственного пуска в ход и связанная с этим потребность в постоянном токе. 3. Допускаемость незначительной перегрузки.</p>	<p>1. Непрерывно действующие установки. 2. Машины с постоянными оборотами. 3. Приблизительно постоянным вращающим усилием. 4. Установки, где несутся наличие и постоянного тока.</p>

Пусковые и регулирующие приспособления.

Среди нормальных аппаратов различают следующие:

Обычное пусковое приспособление, служащее только для пуска в ход, не для регулирования числа оборотов. Бывают устроены для половины нагрузки и для полной нагрузки.

Пусковое приспособление с автоматическим выключением при прерывании тока (минимальный выключатель).

Пусковое приспособление с автоматическим выключением при 50% перегрузки мотора (максимальный выключатель).

Пусковое и регулирующее приспособление устроенное таким образом, что часть приспособления может постоянно оставаться включенной в главную цепь для регулирования оборотов двигателя.

Пусковое и регулирующее приспособление для шунтовых двигателей постоянного тока, служащее кроме пуска в ход еще двум целям: уменьшать число оборотов двигателя (до 50%) ниже нормального, тоже, путем включения сопротивления в побочную цепь. постепенно повышать число оборотов (до 15%).

Пусковое, регулирующее и реверсивное приспособление, исполняющие кроме функций только что перечисленных еще перемену направления вращения мотора.

Действие и применение различных пусковых приспособлений.

Пусковое приспособление	Преимущества	Недостатки	Применение
Жидкий.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дешев. 2. При пуске в ход весма постепенное увеличение тока. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Увеличивает опасность короткого замыкания во время работы. 2. Жидкость испаряется и требует пополнения. 3. При постоянном токе образуется гремучий газ при пуске в ход. 4. Возможно замерзание жидкости при морозе. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. В установках, где устранена опасность короткого замыкания. 2. В установках не боящихся появления гремучего газа. 3. В теплых помещениях. 4. Для временных установок.
Металлический с воздушным охладжением	<p>При умелом обращении — незначительный уход.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Слишком большие размеры при моторах большой силы. 2. Материал сопротивляется, поэтому не применим на химических заводах, литейных, шахтах и т. д. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. В сухих или очень мало влажных помещениях. 1. В свободных от кислотных испарений помещениях.

Продолжение.

Пусковое приспособление	Преимущества	Недостатки	Применение
Металлический с масляным охлаждением	<ol style="list-style-type: none"> 1. При умелом обращении — значительный уход. 2. Материал сопротивлений защищен от окислений маслом. 3. Небольшие размеры. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вследствие медленного охлаждения масла, частое включение не всегда выполнимо. 2. При частых включениях следует применять водяное охлаждение масла или всего реостата. 	Применим всюду при условиях защиты контактов герметическими прикрывками или погружения их также в масло.
Графитовые и магнетитовые.	<ol style="list-style-type: none"> 1. При умелом обращении очень малый уход. 2. Материал сопротивлений вполне защищен от действия кислот и паров. 3. Небольшие размеры. 4. Допускаемость большой перегрузки. 	Не остаются постоянными при продолжительном действии.	Всюду применимы при тех же условиях, как и предыдущий тип.

Некоторые правила приема электрических машин.

Мощность машины может быть дана постоянная, т. е. для неограниченного времени работы и коротковременная для 1 часа (и $1/2$ часа) непрерывной работы.

Машины, могущие принимать различные обороты, должны быть снабжены указанием на мощность для двух крайних скоростей.

Максимальная температура охлаждающего воздуха — 40°C . Температура вращающейся обмотки не должна превосходить 90°C . и для постоянного тока — 95°C .

Температура измеряется сопротивлением; и только если этот метод неприменим — термометром. Если t_0 начальная температура, R_1 — сопротивление в нагретом состоянии, R_0 — в холодном, то температура:

$$t_1 = \frac{t_0 + \left(\frac{R_1}{R_0} - 1\right)}{\lambda}$$

где λ — температурный коэффициент.

$$\lambda = \frac{1}{234,5 + t_0}$$

= 0,00401 при 15°C

Машина должна быть в состоянии выдержать 15 секунд ток на 100% больше номинальной силы. Индукционный мотор должен, не останавливаясь, выдерживать 75% перегрузки и временно даже 100%.

Проверка диэлектрических свойств машины производится путем зарядания большим напряжением в течение одной минуты обмотки с одной стороны и рамы и сердечников с другой. Напряжение берется вдвое больше номинального + 500 вольт для машины слабее в 746 ватт, вдвое больше номинального + 1000 вольт для более сильных, тройное напряжение для мощностей от 3000—5000 киловатт. В случае вращающихся магнитов напряжение берется десятикратное номинальному.

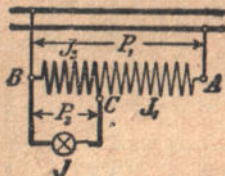
Преобразователи и Трансформаторы.

Преобразователи или умформеры состоят из мотора и генератора соединенных на одном валу.

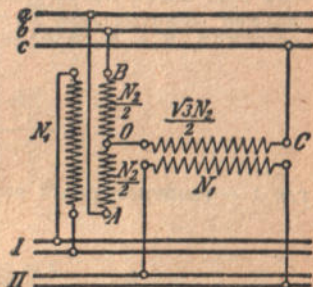
Трансформаторы переменного тока состоят из первичных и вторичных обмоток, в которых индуктируются токи в зависимости от соединения отдельных обмоток, последовательно или параллельно, возможно изменять характеристику индуктированного тока.

В трансформаторах трехфазного тока может применяться для первичной и вторичной обмотки независимо друг от друга соединение треугольником или звездой.

Простейший вид трансформатора показан на черт. 488. Трансформация получается в отношении числа витков делений одной катушки. P_1 — первичное напряжение, P_2 — вторичное.



Черт. 188.



Черт. 189.

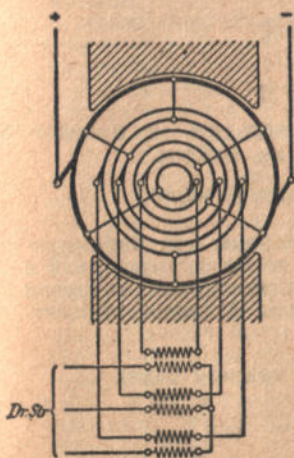
Каждая многофазная, система допускает трансформацию в другую. Примером трансформации трехфазного тока в двухфазный может служить схема на черт. 189.

Потери различают: потери напряжения и потери мощности. Потери в напряжении при свободной от индукции нагрузке не должны превышать 2%.

Потери мощности обуславливаются потерями на гистерезис, вихревые токи и потери меди. Большинство указываемых фирмами коэффициентов полезного действия относятся к полной нагрузке при $\cos \theta = 1$ и для частоты 50. С понижением частоты производительность трансформатора понижается.

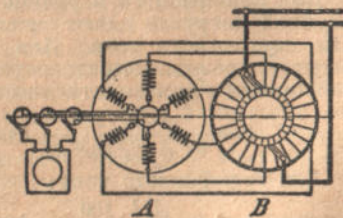
Потери трансформаторов.

Мощность в К.В.	Потери в ваттах		Понижение на- пряжения меж- ду холостым хо- дом и подной на- грузкой свобод- ной от индукции	Коэффициент (%) полезного действия при нагрузке в			
	Желе- зо	Медь		100%	75%	50%	25%
5,1	590	600	1,14 ‰	97,75	97,7	97,1	95,2
40	500	411	1,14 ‰	97,7	97,6	97,0	95,0
30	405	358	1,14 ‰	97,6	97,4	96,8	94,6
25	337	322	1,18 ‰	97,4	97,4	96,8	94,6
20	288	247	1,20 ‰	97,3	97,2	96,6	94,1
15	226	216	1,24 ‰	97,1	97,0	96,4	94,0
10	175	176	1,53 ‰	96,6	96,5	95,8	93,5
7½	122	152	1,77 ‰	96,5	96,5	95,8	93,4
6	96	163	2,10 ‰	95,9	96,0	95,6	93,3
5	92	141	2,26 ‰	95,5	95,6	95,2	92,4
4	85	134	2,63 ‰	94,9	95,0	94,5	91,5
3	60	58	2,69 ‰	95,0	95,0	94,5	91,5
1½	35	51	3,12 ‰	94,5	94,5	93,9	90,4
1	40	29	3,21 ‰	93,6	93,0	91,3	85,6
0,6	31	22	3,31 ‰	91,9	91,3	89,3	82,4



Черт. 190.

Конвертеры суть машины принимающие в одну и ту же обмотку якоря переменный ток и отдающие из нее постоянный. Очень компактные машины, но не допускают широкой регулировки постоянного тока; хороший коэффициент полезного действия (черт. 190).



Черт. 191.

Каскадный умформер (черт. 191) есть соединение асинхронного двигателя трехфазного тока. Ротор мо-

тора электрически соединен с якорем генератора. Компактность, высокая производительность, удобный пуск в ход и плавный ход являются преимуществами этой машины.

Провода.

Если обозначают:

E_1 первичное напряжение и E_2 вторичное напряжение в вольтах, измеренное между двумя проводами,

A_1 производительность (работа производимая в 1 сек.) измеренная у E_1 в ваттах,

A_2 тоже у E_2 в ваттах,

R сопротивление одного провода, измеренное на длине от E_1 до E_2 в омах,

J силу тока в амперах,

q сечение одиночного провода в мм^2 ,

l длину одиночного провода в м,

A потеря производительности во всех проводах вместе, в процентах вторичной производительности,

θ_1 угол сдвига фаз измеренный у E_1

θ_2 " " " " " " E_2 .

При расходовании тока только в конечной точке для различных систем расчет производится следующим образом: для постоянного тока потеря напряжения

$$E_1 - E_2 = 2JR$$

потеря производительности

$$A_1 - A_2 = 2J^2R$$

для сечения проводника, если исходить из процентной потери производительности A_2 , найдем

$$q = \frac{A_2 2l \cdot 100}{57 A E_2^2} \quad (\text{для красной меди}).$$

Для однофазного переменного тока, при безиндукционной нагрузке имеют место те же формулы, как и для постоянного тока. Для индукционной нагрузки сечение провода определяется как функция процентной потери производительности:

$$q = \frac{A_2 2l \cdot 100}{57 A E_2^2 \cos^2 \theta_2} \quad (\text{для красной меди}).$$

Для трехфазного тока:

$$q = \frac{A_2 l \cdot 100}{57 A E_2^2 \cos^2 \theta_2} \quad (\text{для красной меди}).$$

Отсюда следует, что расход меди для трехфазного тока составляет $\frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{4}$ расхода меди для однофазного переменного тока.

Изоляторы.

Изоляторы большей частью состоят из нескольких фарфоровых колпаков.

Различают два рода изоляторов: опорные и подвесные.

Электрические лампы.

Лампы накаливания обладают следующими преимуществами: удобство обращения, легкость включения и выключения, малое выделение теплоты. Распределение света зависит от формы. При конусообразной форме нити наибольшая сила света получается вертикально под лампой.

Под полезным временем горения понимают время, через которое сила света лампы уменьшается на 20%.

Лампы накаливания изготавливаются для определенных напряжений; большей частью 110 или 220 вольт. Они в равной мере пригодны как для постоянного так и для переменного тока. Превышение нормального напряжения уменьшает долговечность лампы.

Угольные лампы имеют угольную нить в безвоздушном пространстве, имеют большой расход тока; ок. 3,5 ватт на свечу Гейфнера. Не боятся сотрясений.

Металлические лампы имеют нить из различных металлов.

Танталовая лампа имеет расход тока ок. 1 ватт на свечу. Не боятся сотрясений. Приготавливается для напряжений 20—120 вольт в 5—50 свечей.

Осрам-лампы имеют нить из осмия и вольфрама. Расход тока 1 ватт на свечу. Долговечность — 1000 часов. Для напряжений до 130 вольт.

Вотан-лампы имеют очень тонкую нить из вольфрама и изготавливаются для напряжений 2—260 вольт силою в 0,5—2000 свечей. Вотан-лампы в 200—2000 свечей для тока в 100—200 вольт уже с успехом конкурируют с дуговыми лампами и под зелено-голубоватыми колпаками дают белый похожий на солнечный свет. расход тока 1,1—1,3 ватт на свечу.

Вотан-газовые лампы, так называемые, полуваттные лампы имеют нить, помещенную в нейтральном газе (аргон) при атмосферном давлении. Лампы эти очень яркие и потому снабжаются обычно матовым прикрытием. Они изготавливаются с расходом тока от 50 до 1000 ватт. Через 800 часов горения понижается сила света на 20%.

Лампы Нернста весьма чувствительны к колебаниям напряжения. Дают очень приятный, белый свет

Дуговые лампы состоят из двух углей, между которыми проскакивает искра. У ламп постоянного

тока образуется на положительном угле кратерообразное углубление, вследствие чего свет отбрасывается книзу на 40° отклоняясь от вертикали. Положительный уголь сгорает быстрее, потому делается толще. При переменном токе угли обгорают одинаково.

Эффект-лампы имеют угли, содержащие металлические соли, окрашивающие свет в различные цвета. Не пригодны из за вредных выделений для внутреннего освещения.

Кварцевые лампы имеют вместо углей кварцевые электроды. Очень пригодны для освещения фабрик.

Расход тока:

а) постоянный ток

для чисто угольных ламп . . .	1	—0,5	ватт на свечу
„ непрерывно горящих ламп	1,4	—0,8	„ „ „
„ экономных дуговых ламп . . .	0,9	„	„ „ „
„ эффект-лампы	0,2—0,3	„	„ „ „

б) переменный ток

для чисто угольных ламп . . .	1,5	—0,8	„ „ „
„ эффект-лампы	0,2—0,3	„	„ „ „

Последовательные лампы регулируются на неизменную силу тока. Не пригодны для последовательного включения.

Шунтовые лампы регулируются на неизменное напряжение и включаются обычно параллельно с достаточным сопротивлением в цепи. При 110 вольтах могут по две включаться последовательно.

Дифференциальные лампы регулируются на кажущее сопротивление и могут быть включаемы как параллельно так и последовательно.

Лампы с металлическими электродами отличаются весьма большой продолжительностью горения и рекомендуются лишь в тех случаях, когда рабочая сила по обслуживанию ламп высока (Америка).

Ртутные лампы изготавливаются в форме светящихся трубок, могут гореть лишь в цепи постоянного тока. При практических расчетах осветительных установок различное распространение света по всем направлениям в пространстве значения не имеет; при световых измерениях оно, однако, принимается в расчет.

Свет не дает возможности различать естественные цвета, но, напротив того, усиливает контрасты; применяется, поэтому часто для типографий, мелко-механических мастерских, заводов для калильных ламп (металлические нити).

Свет Мура. Вполне рассеянный свет солнечно-желтого и белого цвета получается в безвоздушных трубках длиной в 20 до 110 м. от действия переменного

и трехфазного тока в 6000 вольт и более; продолжительность горения теоретически не ограничена; не требуется никакого обслуживания. Мелькание значительно слабее, нежели у дуговых ламп переменного тока.

Таблица потребления энергии некоторыми источниками света.

(По проф. Веддигу)

Источник света	Сила света в норм. св.	Потребление в час	Потребление на норм. свечу в час
Газокалильная горелка	50	100 литр.	2 лит.
Спиртокалильн. лампа	30	0,057 "	0,0019 "
Керосиновая лампа (14")	30	0,1077 "	0,0036 "
Керосинокалильн. лампа	40	0,05 "	0,00125 "
Ацетиленовая горелка	60	36 "	0,6 "
Электрическая калильная лампа: 1) угольная	16	48 ватт.	3 ватта
2) металлическая	25	25 "	1 "
Дуговая лампа	600	258 "	0,48 "
Лампа Нернста	25	38 "	1,5 "

Таблица требуемой силы света для некоторых помещений.

Помещение	Сила света в норм. св. на м ² пола		Помещение	Сила света в норм. свеч. на м ² пола	
	от	до		от	до
Коридоры, спальни	1,5	2,5	Фабричные дворы	1	2
Жилые помещения	2	3,5	Переулки	0,5	1
Салоны	3	5	Улицы	1,5	4
Мастерские			Главлн. улицы	4	8
Слесар. мастерские			Ж.-д. пути	3	6
Ткацкие маст.	5	7	Платформы:		
Оптич. мастерск.	7	10	мелких станций	3	6
Магазины			средних станций	6	8
Школы			главных станций	8	12
Рестораны					
Наборные, типогр.	12	16			
Чертежные					
Магазины, выстав-ки					

Гальванические элементы.

Элементы	Растворяющийся электрод.	Растворяющаяся жидкость.	Отводящий электрод.	Деполаризующие тела	Электродвижущая сила в вольтах
Даниэля	Zn	H_2SO_4 ; 1:12	Cu	$CuSO_4$	0,95 до 1,14
"	Zn.	H_2SO_4 ; 1:4	Cu	$CuSO_4$	
"	Zn.	$ZnSO_4$	Cu	$CuSO_4$	
Гrove Бунаэна	Zn Zn.	H_2SO_4 ; 1:12 H_2SO_4 ; 1:12	Pt C	HNO_3 HNO_3	1,8 до 1,9 1,8
Крюгера	Zn.	$ZnSO_4$	Свинц. доска покрытая медью	$CuSO_4$	1,008
Мейдингера	Zn.	$MgSO_4$	Cu	$CuSO_4$	1,07 до 1,14
Вунзена	Zn.	= деполаризующему телу	C	16 EB. $K_2Cr_2O_7$ 37 " H_2SO_4 110,, H_2O	2,3
Леклайше	Zn.	NH_4Cl	$C+MnO_2$	NH_4Cl	1,3 до 1,49
Лалавда Шаперона	Zn.	KOH от 30 до 40%	Fe	—	1,0

В последнее время стали применять сухие элементы, напряжение которых равно 1,4 до 1,5 В и внутреннее сопротивление которых, смотря по величине, 0,1 до 0,5 Ω. Серная кислота, употребляемая в элементах, не должна быть крепче 1:20.

Аккумуляторы.

Свинцовый аккумулятор.

При зарядке соответственной силой тока, аккумулятор уже через несколько минут после начала зарядки получает нагретое напряжение 2,09 вольт. Это напряжение в продолжение зарядки поднимается неравномерно и доходит до 2,6 вольт. При нормальном разрядке напряжение падает до 1,95 вольт и остается почти постоянным и только в конце снова падает до 1,8 вольт.

В целях сохранения аккумуляторов их следует заряжать и разряжать указанной фирмами силой тока.

Емкость аккумулятора выражается ампер-часами. Емкость колеблется на 1 kg веса пластины в пределах от 4 до 8 ампер-часов для быстрой разрядки и от 12 до 15 — для медленной.

Коэффициент полезного действия аккумулятора в настоящее время поднят на столько, что современный аккумулятор отдает от 70 до 85% израсходованной на его зарядку энергии.

Железо-никкелевый аккумулятор. Изобретен Эдисоном; отрицательная пластина содержит окись железа, положительная — гидрат окиси никкеля. Наполняется аккумулятор раствором (21%) едкого кали.

Электродвижущая сила при разрядке равна 1,23 вольта, т. е. значительно меньше, чем у свинцового. Зато аккумулятор Эдисона может быть разряжаем более сильным током. В этих аккумуляторах не появляются вредные процессы при продолжительном хранении заряженными.

Емкость этих аккумуляторов не зависит от силы разряжающего тока. Аккумуляторы заряжаются в течении семи часов токами силой в 7,5; 15; 22,5; 30 ампер, а при разрядке дают ток той же силы в течении пяти часов. Емкость на 1 kg веса аккумуляторов Эдисона равна 20—25 ватт-часов.

Все аккумуляторы должны быть помещены в хорошо вентилируемом и освещенном помещении.

Для зарядки служит шунтовая динамомашинка.

Регулирование аккумуляторов. (свинцовых)

Общее число элементов. Необходимое, общее число n элементов определяется, если принять низшее напряжение каждого элемента в 1,83 вольта из:

$$n = \frac{E + e_{max}}{1,83}$$

где e_{max} представляет наибольшую потерю напряжения в сети, которая может иметь место при разрядке аккумуляторов.

Напряжение при зарядке и дополнительное напряжение.

Наибольшее напряжение при зарядке составляет 2,7 вольт на элемент, отсюда получается напряжение, необходимое для зарядки батареи:

$$E = 2,7 \cdot n \text{ вольт.}$$

VIII. ЖЕЛЕЗОБЕТОН.

Основной частью железобетона является цемент. (Портландский цемент — наилучший).

Примесями служат глина, гравий, песок. Хороший бетон получается при сочетании 1 части глины, 4-х частей гравия и 2-х частей песку. Песок предпочтительнее кристаллический, кварцовый.

Соединение цемента с песком и щебнем с прибавлением воды дает прочный бетон.

Вместо щебня выгодно брать шлак. Американцы указывают — на следующие преимущества применения шлака: бетон со шлаком имеет на 27% большее сопротивление сжатию, весит на 17,5% меньше, обладает на 20% большей крепостью на изгиб и на 40% большим сопротивлением раздавливанию.

Очень твердые бетоны трех родов получают по следующим рецептам.

	Рецепты.		
	1	2	3
Портландский цемент	12	6	9
Меловая паста	6	12	9
Мелкий песок	6	6	6
Земля с содержанием силиция	1	1	1

Водонепроницаемая смесь получается путем смешивания 1 части цемента с 2 ч. песку. К песку прибавляется на каждый кубический фут $\frac{3}{4}$ фунта чистых порошкообразных квасцов. По размешании и просушке смеси к ней прибавляют воду, в которой распущено $\frac{3}{4}$ фунта мыла на каждый галлон (т. е. 75 gr на 1 литр воды).

Железобетон имеет своими составными частями цемент, песок, агрегат и металл.

Цемент лучше всего употреблять портландский.

Песок должен состоять из твердых зерен, наибольшие крупинки должны проходить через $\frac{1}{4}$ " сеть, 75% всего песку должны просеиваться через $\frac{1}{8}$ " сеть. Песок должен быть чист от земли и всяческих органических веществ.

Агрегат, состоящий из гравия, камня или другого подходящего материала (золу и шлак здесь не рекомендуется применять), должен быть чист и разнообразных размеров (не больше $\frac{3}{4}$ ").

Металл должен обладать следующими качествами: предел упругости не меньше чем 2250 kg/cm^2 , временное сопротивление разрыву не ниже 4220 kg/cm^2 , удлинение от 22 до 27%. Металл должен быть чист и без ржавчины. Ни смазки ни покраски не следует делать. Сварка не допускается.

Сжатие. При смесях 1:4 до 1:2:4 наибольшая крепость бетона на изгиб и $200-240 \text{ kg/cm}^2$, чему отвечает при 6 — кратной безопасности допускаемое напряжение на изгиб — $30-40 \text{ kg/cm}^2$.

Для упорных балок допускаемое напряжение на сжатие при десятикратной безопасности $18-24 \text{ kg/cm}^2$.

Допускаемое напряжение на изгиб и растяжение $15-20 \text{ kg/cm}^2$.

Крепость бетона на растяжение значительно меньше, чем на сжатие, и составляет всего $\frac{1}{10}$ до $\frac{1}{15}$ последней.

Допускаемое напряжение на срез $4,5 \text{ kg/cm}^2$ соответствует 5—8 = кратной безопасности.

Модуль упругости бетона по прусскому положению считается в 15 раз меньше железа, т. е. для бетона

$$E_b = 143400 \text{ kg/cm}^2$$

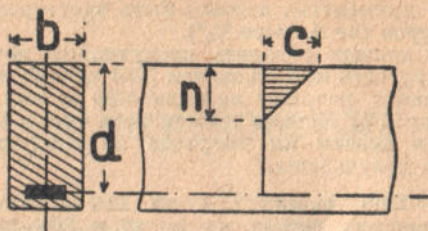
$$\frac{E_c}{E_b} = n = 15.$$

Железобетонные балки. Изгибающий момент и срывающее усилие рассчитываются обычными приемами сопротивления материалов. Внутренние напряжения подчиняются более сложному закону ввиду различного состава балки.

Бетон работает исключительно на сжатие; напряжение сжатия изображено на нижеследующих чертежах треугольником, с вершиной у нейтральной оси. Напряжение растяжения принимается всецело металлом (обычно сталь).

Расчет прямоугольных балок производится следующим образом:

Для сечения изображенного на черт. 192 вводим обозначения:



Черт. 192.

n — отношение расстояния нейтральной оси от верхней грани к d ,

r — отношение сечения стали к сечению бетона = $\Delta T/b.d$,

t — напряжение стали на растяжение,

c — напряжение бетона на сжатие,

$$m = \frac{E_e}{E_b} = 15,$$

R — момент сопротивления внутренних сил,

ΔT — сечение стали, работающей на растяжение,

B — изгибающий момент внешних сил,

$$n = \frac{1}{1 + \frac{t}{c \cdot m}}; \quad r = \frac{1}{\frac{2t}{c} \left(1 + \frac{t}{c \cdot m}\right)}; \quad t = c \cdot \frac{(1-n)m}{n}$$

$$c = t \cdot \frac{n}{(1-n) \cdot m}; \quad \Delta T = \frac{B}{t \cdot d \left(1 - \frac{n}{3}\right)}$$

$$n = \sqrt{(mr)^2 + 2mr} - mr$$

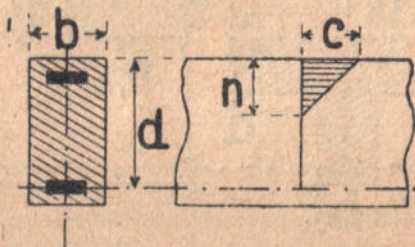
$$R = bd^2 \left[tr \left(1 - \frac{n}{3}\right) \right] = bd^2 \left[\frac{1}{2} cn \left(1 - \frac{n}{3}\right) \right]$$

Ход расчета: вычисляют r , затем определяют n и испытывают t и c . Если t и c превосходят допускаемую величину, определяют R из последних двух формул, подставляя вместо t и c их максимальные значения.

Обычно: $d = \frac{1}{12} \div \frac{1}{16}$ длины балки,

$$b = \frac{1}{2} \div \frac{2}{3} d$$

При наличии металла в обеих зонах, и растяжения и сжатия (черт. 193) имеем:



Черт. 193.

C_s — напряжение стали на сжатие,

d_c — отношение глубины центра металла, работающего на сжатии к d ,

A_c — сечение металла, работающего на сжатие,

$$r_t = A_T / bd$$

$$r_c = A_c / bd$$

$$C_s = \frac{n - d_c}{n} \cdot m \cdot c = \frac{n - d_c}{1 - n} \cdot t$$

$$A_c = \frac{B - \left[\frac{1}{2} cnbd^2 \left(1 - \frac{n}{3} \right) \right]}{C_s \cdot d (1 - d_c)}; \quad A_T = \frac{B - \left[A_c c_s d \left(\frac{n}{3} - d_c \right) \right]}{dt \left(1 - \frac{n}{3} \right)}$$

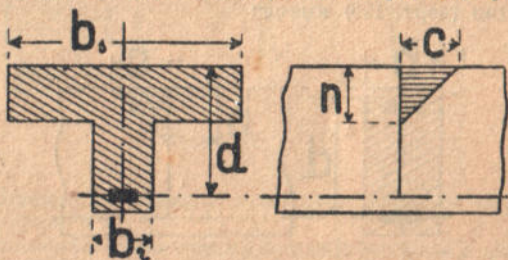
$$n = \sqrt{m^2 (r_t + r_c)^2 + 2m (r_t + r_c d_c)} - m (r_t + r_c)$$

$$\begin{aligned} R &= bd^2 \left[tr_t \left(1 - \frac{n}{3} \right) + c_s r_c \left(\frac{n}{3} - d_c \right) \right] = \\ &= bd^2 \left[\frac{1}{2} cn \left(1 - \frac{n}{3} \right) + c_s r_c (1 - d_c) \right]. \end{aligned}$$

Ход расчета:

Определяют n , затем c_s , далее получают необходимые сечения стали в верхней и нижней зонах и наконец, находят момент сопротивления R .

Расчет тавровых балок с металлом только в нижней зоне производится следующим образом (черт. 194).



Черт. 194.

Кроме вышепринятых обозначений вводим:

b_s — верхняя ширина сечения,

b_r — ширина сечения внизу,

имеем:

$$n = \frac{1}{1 + \frac{t}{c \cdot m}} \quad r = \frac{b_s}{\frac{2t}{c} \left(1 + \frac{t}{c \cdot m}\right) b_r}$$

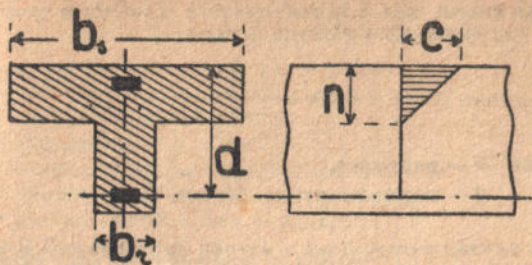
$$t = c \cdot \frac{(1-n) \cdot m}{n} \quad c = t \cdot \frac{n}{(1-n) \cdot m}$$

$$A_T = \frac{B}{t \cdot d \left(1 - \frac{n}{3}\right)}$$

$$n = \sqrt{\left(m \cdot r \cdot \frac{b_r}{b_s}\right)^2 + 2m \cdot r \cdot \frac{b_r}{b_s}} - m \cdot r \cdot \frac{b_r}{b_s}$$

$$R = b_r \cdot d^2 \cdot \left[t \cdot r \cdot \left(1 - \frac{n}{3}\right)\right] = b_s \cdot d^2 \cdot \left[\frac{1}{2} c \cdot n \cdot \left(1 - \frac{n}{3}\right)\right]$$

При наличии металла в обеих зонах (черт. 195) имеем:



Черт. 195.

r_t — отношение сечения стали, работающей на растяжение, к площади $b_r \cdot d$,

r_c — отношение сечения стали, работающей на сжатие, к площади $b_r \cdot d$,

n , t и c остаются те же, что и в предыдущем случае.

$$c_s = \frac{(n - d_c)}{n} \cdot m \cdot c = \frac{(n - d_c)}{(1 - n)} \cdot t$$

$$A_c = \frac{B - \left[\frac{1}{2} c \cdot n \cdot b_s \left(1 - \frac{n}{3} \right) \right]}{c_s d (1 - d_c)}$$

$$A_T = \frac{B - \left[A_c \cdot c_s \cdot d \left(\frac{n}{3} - d_c \right) \right]}{t \cdot d \left(1 - \frac{n}{3} \right)}$$

$$n = \sqrt{\left[\frac{m (r_t + r_c) b_r}{b_s} \right]^2 + \left[\frac{2 m (r_t + r_c d_c) b_r}{b_s} \right]^2} - \left[\frac{m \cdot (r_t + r_c) b_r}{b_s} \right]$$

$$\begin{aligned} R &= b_r d^2 \left[t \cdot r_t \cdot \left(1 - \frac{n}{3} \right) + c_s r_c \left(\frac{n}{3} - d_c \right) \right] = \\ &= d^2 \left[\frac{1}{2} \cdot c \cdot n \cdot b_s \left(1 - \frac{n}{3} \right) + c_s \cdot r_c \cdot b_r \left(1 - d_c \right) \right]. \end{aligned}$$

При расчете упор сохраняя прежние обозначения, имеем для случая чистого сжатия и центральной нагрузки напряжение бетона:

$$c = \frac{W}{A + m \cdot A_c}$$

где W — нагрузка,
 A — полное сечение бетона.

В случае продольного изгиба принимается коэффициент безопасности = 10, модуль упругости бетона = $E_b = 140000 \text{ kg/cm}^2$.

Имеем в тоннах:

$$W = \frac{0,014 (J_b + m J_e)}{l^2}$$

где:

J_b — момент инерции бетона,
 J_e — " " " железа,
 l — длина упоры в m .

Обычно даны W и l тогда:

$$A = \frac{W - m \cdot c \cdot A_c}{c};$$

$$A_T = \frac{W - c \cdot A}{m \cdot c}$$

Минимальная величина стороны сечения:

$$\frac{l}{18} \text{ см.}$$

При квадратном сечении и содержании железа в 1,75% и $c = 25 \text{ kg/cm}^2$ имеем приблизительно в cm^2 :

$$A \cong 31 \cdot W$$

$$A_c \cong 0,55 \cdot W.$$

Расчет труб, круглых резервуаров и вместилищ. Примем следующие обозначения:

A_h — сечение металлических обручей,

C — непосредственное сжимающее усилие, приходящееся на бетонное кольцо,

b_r — ширина колец,

t — напряжение растяжения железа,

p_1 — давление на единицу поверхности,

d — диаметр трубы или резервуара.

Имеем для внутреннего давления:

$$A_h = \frac{p_1 \cdot d \cdot b_r}{2t}$$

Для внешнего давления:

$$c = \frac{p_1 \cdot d}{2}$$

Практические замечания.

Продолжительность службы железобетона равняется таковой чистого бетона, если соблюдены следующие предосторожности. Материал (цемент, песок, щебень) должен быть хорошего качества. Материал должен быть хорошо смешан и соблюдена правильная пропорция для достижения водо- и воздухо- непроницаемости. Смесь должна быть хорошо смочена и старательно уложена, чтобы не получилось пустот.

Агрегат должен быть возможно менее пористым и ни в коем случае не должен быть в состоянии химически влиять на железо. Агрегат должен весь пройти через $\frac{3}{4}$ " сито. Бетонное покрытие ни в коем случае не должно быть меньше $\frac{1}{2}$ " и в случае круглого (или квадратного) сечения стержня не менее его диаметра. При наличии соприкосновения сооружения с водой или с паром, эти цифры должны быть увеличены на 50%. Железо должно быть так применяемо, чтобы каждая отдельная часть достаточно отстояла от соседней и могла быть самостоятельно хорошо окружена бетонной массой. Все металлические части во избежание смещения заключаются предварительно в раму.

Следует обращать особое внимание на то, чтобы ни в коем случае через железобетон не проходил электрический ток.

Вода для смеси должна браться всегда свежая, с отсутствием солей.

Наличие солей и влаги заставляют железо окисляться, результатом чего появляются трещины вдоль заложенного железа.

Наличие солей настолько вредно отзывается на прочности постройки, что даже песок и гравий следует перед смешиванием хорошо промывать свежей, пресной водой.

Лучшей считается смесь 1:2:4. В некоторых случаях особенно для массивных сооружений прибегают к составу 1:3:5. Для дамб и удерживающих тяжести стен доходят до пропорции 1:3:6.

Периодическая система элементов Д. И. Менделеева.

IX. МАТЕРИАЛЫ.

Ряды		Группы элементов.							
	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1		Водород H 1							
2	Гелий He 4	Литий Li 7	Бериллий Be 9	Бор B 11	Углерод C 12	Азот N 14	Кислород O 16	Фтор F 19	
3	Неон Ne 20	Натрий Na 23	Магний Mg 24	Алюминий Al 27	Кремний Si 28	Фосфор P 31	Сера S 32	Хлор Cl 35	
4	Аргон Ar 39	Калий K 39,1	Кальций Ca 41	Скандий Sc 44	Титан Ti 48	Ванадий V 51	Хром Cr 52	Марганец Mn 55	Железо Fe 55,8
5		Медь Cu 63	Цинк Zn 65	Галлий Ga 70	Германий Ge 73	Мышьяк As 75	Селен Se 79	Бром Br 80	Никель Ni 58,5

Продолжение.

Группы элементов.											
Ряд	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
6	Криpton <i>Kr</i> 83	Рубидий <i>Rb</i> 85	Стронций <i>Sr</i> 87	Итрий <i>Y</i> 89	Цирконий <i>Zr</i> 90	Нобий <i>Nb</i> 93	Молибден <i>Mo</i> 96	—	Руте- ний <i>Ru</i> 101	Родий <i>Rh</i> 102	Палла- дий <i>Pd</i> 106
7	—	Серебро <i>Ag</i> 107	Кадмий <i>Cd</i> 112	Индий <i>In</i> 114	Олово <i>Sn</i> 119	Сурьма <i>Sb</i> 120	Теллур <i>Te</i> 127	Иод <i>I</i> 127	—	—	—
8	Ксенон <i>Xe</i> 130	Цезий <i>Cs</i> 133	Барий <i>Ba</i> 137	Лантан <i>La</i> 139	Церий <i>Ce</i> 140	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	Неоит- тербий <i>Yb</i> 172	—	Талтал <i>Ta</i> 181	Вольфрам <i>W</i> 184	—	Осмий <i>Os</i> 190	Ири- дий <i>Ir</i> 193	Пла- тина <i>Pt</i> 195
11	—	Золото <i>Au</i> 197	Ртуть <i>Hg</i> 200	Таллий <i>Tl</i> 204	Свинец <i>Pb</i> 207	Висмут <i>Bi</i> 208	—	—	—	—	—
12	Нитрон <i>Nt</i> 222	—	Радий <i>Ra</i> 226	—	Торий <i>Th</i> 232	—	Уран <i>U</i> 238	—	—	—	—

Удельные веса.

Единицей веса тела или его удельным весом называется вес единицы объема этого тела.

Для газов удельный вес дается при 0° и давлении 760 мм ртут. ст. и обыкновенно относится к весу сухого воздуха или весу водорода.

Вес важнейших материалов.

Материал	Вес 1 куб. сажени в пудах	Вес 1 куб. фт. в англ. фунтах	Удельный вес
Металлы			
Алюминий обрабо- танный	1585	167	2,67
Алюминий литой	1520	160	2,56
Бабит	4220	443	7,1
Барий	279	29	0,47
Бронза орудийная 84 <i>Cu</i> 16 <i>Sn</i>	5080	534	8,56
Бронза орудийная 81 <i>Cu</i> 19 <i>Sn</i>	5030	528	8,46
Бронза для подшипни- ков 79 <i>Cu</i> 21 <i>Sn</i>	5180	544	8,73
Висмут	5860	617	9,90
Железо литое	4090—4450	430—467	6,9—7,5
Золото чистое литое	11440	1200	19,30
„ ковванное	11505	1210	19,40
Кальций	937	98	1,58
Кобальт	5100	536	8,60
Латунь литая	4803	505	8,10
„ листовая (75 <i>Cu</i> 25 <i>Zn</i>)	5025	527	8,45
Латунь желтая (66 <i>Cu</i> 34 <i>Zn</i>)	4920	518	8,30
Латунь 60 <i>Cu</i> 40 <i>Zn</i>	4860	511	8,20
Магний	1039	109	1,75
Медь литая	5210	547	8,79
„ листовая	5220	549	8,81
„ ковванная	5280	556	8,92
„ в проволоках	5275	555	8,91
Нейзильбер, мельхиор	5022—5175	523—542	8,4—8,7

Материал	Вес 1 куб. сажени в пудах	Вес 1 куб. фт. в англ. футах	Удельный вес
Натрий	580	61	0,978
Никкель литой	4910	516	8,28
„ кованный	5140	541	8,67
Олово кованое	4380	460	7,39
„ чистое	4315	454	7,29
Платина кованая	20080	1260	20,30
Ртуть 0° С	80650	847	13,60
Свинец	6760	710	11,40
Серебро чистое литое	6205	652	10,47
„ кованое	6210	654	10,50
Силиций	2670	280	4,50
Сталь	6565—6685	435—493	7,7—7,9
Цинк литой	4070	427	6,86
Чугун белый	4450	467	7,50
„ серый	4270	449	7,20
„ в проволоке	4505—4600	473—483	7,6—7,75
Камни, земля и проч.			
Агат	1535	161	2,59
Азбест	1822	191	3,07
Аллебастр, (гипс обожженный)	730	78,5	1,23
Асфальт	540—978	57—103	0,91—1,65
Базальт	1638—1696	171—178	2,76—2,86
Бетон затвердевший	1187	124	2
„ приготовленный для кладки	1420—1480	149—156	2,4—2,5
Булыжный камень	1100—1300	115—137	1,85—2,2
Бура	1013	106	1,71
Бутовая плита	1000	105	1,69
Глина в плотной массе	1000—1144	105—121	1,69—1,93
„ сложенная в штабель	800—915	84—96	1,35—1,54
Гипс	1285	135	2,17
Графит	1127—1363	118—143	1,9—2,3
Гравий гранитный	1100	115	1,85
„ смешанный	950	98	1,60
Гранит финляндский	1600	168	2,7
Грунт песчанно-глинистый	1500—1600	175—168	2,53—2,7

Материал	Вес 1 куб. сажени в пудах	Вес 1 куб. фт. в англ. фунтах	Удельный вес
Дерн	800	84	1,35
Железняк	2670—2908	280—306	4,5—4,9
Железный купорос	1069—1173	112—126	1,8—1,98
Земля плотная	1299	136	2,19
„ щебенистая	950—1130	98—119	1,60—1,91
„ не плотная	888	93	1,50
„ чернозем	480—500	50—52	0,81—0,84
„ с гравием	1199	126	2,02
Известняк плотный	1188—1580	125—163	2,0—2,66
Известь негашенная (едкая)	475—550	50—58	0,80—0,93
Известь гашеная в порошке	300—480	31—50	0,5—0,81
Известь пресованная гидравлически	1630	171	2,75
Известь гашеная тестообразная	785—845	83—89	1,32—1,42
Известковый раствор с 2—3 частями песку	970—1150	102—121	1,64—1,94
Камень для жерновов	1470	154	2,48
Кварц	1577	166	2,66
Кирпич половняк	750—800	79—84	1,26—1,35
„ цельный хорошо обожженный	960	101	1,62
Кирпич слабо обожженный	625—825	63—86	1,05—1,39
Кирпич клинкер	900—1200	95—126	1,52—2,02
„ огнеупорный	1308	137	2,20
Кладка на растворе из песчанника	1300—1350	136—142	2,19—2,28
Кладка известняка	1250—1365	132—143	2,11—2,30
„ кирпича	975—1100	102—115	1,64—1,85
„ кусков гранита	1425	150	2,4
Кремень черный	1530	161	2,58
„ белый	1483	156	2,50
Магнезия	1424	149	2,40
Мел	890—1648	95—173	1,52—2,78
Мох	86	9,0	0,145
Мрамор, Аделаиды, Африки, Италии, Франции, Египта	1609 1578	169 165	2,71 2,66

Материал	Вес 1 куб. сажени в пудах	Вес 1 куб. фт. в англ. фунтах	Удельный вес
Наждак	2372	249	4,00
Песок чистый сухой	810—960	88—103	1,40—1,65
„ влажный	850—1150	89—120	1,43—1,92
Песчанник	1354—1439	142—153	2,28—2,43
Плавиковый шпат	1595	168	2,69
Сера в кристаллах	1222	128	2,06
Селитра рыхлая	504	53	0,85
Смола	660	68	1,09
Сланец	1542	162	2,60
„ глинистый	1636	172	2,76
Соль	1263	133	2,13
Стекло бутылчатое	1620	170	2,73
„ кремневое	1738—1898	182—199	2,93—3,2
„ зеленое	1566	164	2,64
„ оптическое	2045	215	3,45
„ оконное	1566	164	2,64
Сурик свинцовый	5310	556	8,94
Тальк обычный	1483	156	2,50
Торф	356—790	37—83	0,6—1,33
Уголь химически чистый	2075	219	3,50
Уголь антрацит	855—975	90—102	1,44—1,64
„ кокс	593	62	1,0
Фарфор	1363	143	2,30
Фосфор	1050	110	1,77
Целянка из кирпича или черепицы	695—728	71,0—78,5	1,17—1,23
Черепица (1000 штук—20—22,5 пудов)	608—684	63—60	1,02—1,13
Шлак доменной печи	1483—1780	156—187	2,5—3
Щебень булыжный	1100	115	1,85
„ плитный	950	98	1,60
„ кирпичный	700	72	1,18
Различное.			
Атмосферный воздух	0,71	0,075	0,00121
Бумага писчая	415—683	43,5—72	0,7—1,15
„ хлопчатая, сухая	832—890	87—94	1,4—1,5
Воск	575	60	0,97

Материал	Вес 1 куб. сажени в пудах	Вес 1 куб. фт. в англ. футах	Удельный вес
Гутаперча	581	61	0,98
Каучук	534	56	0,90
Кожа смазанная	595	63	1,02
Камфора	587	62	0,99
Лед при 0° С.	546	57	0,92
Масло	558	59	0,94
Мыло кастильское	597	67	1,07
Слоновая кость	1085	114	1,83
Снег рыхлый	58	6	0,099
Шерсть овечья	785	83	1,32
Жидкости.			
Алкоголь 95%		51	0,82
Бензин		42,5—43,5	0,68—0,7
Бензол		56	0,9
Вода морская		77	1,24
„ дистиллированная 4° С		62	1,00
Глицерин		79,5	1,28
Керосин		55	0,88
Масло деревян., коноплян., льняное		59	0,94
Масло минеральное, смазочное 20° С.		56—58	0,9—0,93
Нефть		53	0,85
Ртуть при 0° С.		847	13,5956
Серная кислота дымящаяся		118	1,89
Соляная кислота		75	1,20
Соляровое масло легкое		55	0,88
Соляровое масло тяжелое		56	0,90
Спирт древесный при 0° С.		49,8	0,8
Эфир этиловый при 0° С.		47	0,74

Материал	Вес 1 куб. сажени в пудах	Вес 1 куб. фт. в англ. фунтах	Удельный вес
Дерево.			
Бамбук	238	25	0,40
Береза американская	356—457	37—48	0,60—0,77
„ европейская	279—457	29—48	0,47—0,77
Бук	392—504	41—52	0,66—0,85
Вязь	332—487	35—51	0,56—0,82
Древесный уголь, ель	261	27,5	0,44
„ „ дуб	920	98	1,57
„ „ мягких пород	166	17,5	0,28
Дуб, Африка и Америка	493—655	51—68	0,83—1,09
Дуб Данциг	451—534	47—56	0,76—0,90
„ Рейн	558—657	59—68	0,94—1,10
„ Штеттин	332	35	0,56
Ель, Сосна, Пихта	303—392	31—41	0,51—0,66
Каштан	356—427	37—45	0,60—0,72
Кедр	219—315	23—33	0,37—0,53
Кокосовое дерево	860—970	92—100	1,48—1,61
Клен твердый	315—475	33—50	0,53—0,80
Красное дерево, Мексика	362—468	39—49	0,61—0,79
Красное дерево Австралия	660	69	1,11
Липа	190—350	20—37	0,32—0,59
Лиственница европейская	261—475	27—50	0,44—0,80
Лиственница русская	350—415	36—43	0,59—0,70
Локуст	394—492	32—52	0,58—0,83
Докуст	249—380	26—40	0,42—0,64
Ольха	332—422	35—44	0,56—0,71
Орех лесной	255	27	0,43
Осина	145	15	0,24
Пробковое дерево	297—545	31—57	0,50—0,92
Сосна американская	255—291	27—30	0,43—0,49
Тополь	231—309	24—33	0,39—0,52
Черное дерево	582—700	61—71	0,98—1,14
Ясень американский	386—493	40—52	0,65—0,83
„ европейский	309—564	32—59	0,52—0,95

Вес различных руд.
Данные Мак-Дональда.

	Вес куб. фута		Куб. футов в тонне	
	На месте Фунты	В раз- дробл. со- стоянии Фунты	На месте	В раз- дробл. со- стоянии
Гранит и порфир	170	97	11,8	20,6
Гнейс	168	96	11,9	20,8
Земнокаменные по- роды и трапп .	187	107	10,7	18,7
Известняк	168	96	11,9	20,8
Сланец	175	95	11,4	21,1
Кварц	165	94	12,1	21,3
Песчанник	151	86	13,2	23,3
Растительная земля	111	—	18,0	—
Рыхлая раст. зем- ля	—	7½	—	27,0
Глина	118	—	17,0	—
Песок	80	—	25,0	—

Данные Кирби.

	Вес кубического фута		Кубических футов в тонне	
	Теорети- чески Фунты	Практи- чески Фунты	Теорети- чески	Практи- чески
Свинцовый блеск .	465	426	4,3	4,7
Серный колчедан .	313	286	6,4	7,0
Цинковая обложка	250	235	8,0	8,5
Бурый железняк .	238	213	8,4	9,4
Доломит	175	160	11,4	12,5
Известняк	168	154	11,9	13,0
Жильный кварц, гранит	168	148	11,9	13,5
Глина, кварц . . .	163	138	12,3	14,5

Теоретические веса вычислены на основании удель-
ного веса чистых образцов минералов

Удельные веса газов и паров:

отнесены к 0° и 760 мм рт. ст.. Уд. вес сухого атмосферного воздуха = 1.

Ацетилен	0,91	Плавиковая кислота	2,37
Аммиак	0,592	Светильный газ	0,34—0,45
Азот	0,9714	Сернистая кислота	2,25
Болотный газ	0,559	Сероводород	1,175
Водород	0,06927	Сероуглерод	2,644
Кислород	1,1056	Углекислота	1,529
Окись углерода	0,9673	Хлор	2,423
Пары воды	0,6233	Хлористый водород	1,2612
„ алкоголя	1,601	Этилен (C ₂ H ₄)	0,974
„ ртути	6,94		
Пары эфира	2,586		

Удельный вес сухого воздуха, по Реньо, при 0° и 760 мм рт. ст. относительно дистиллированной воды при 4° С равен $0,001\,293187 \cong \frac{1}{773}$. Вес 1 м³ продуктов горения (дымовых газов) среднего состава равен около 1,25—0,0027 t в kg, где t — температура газов в градусах Цельсия.

1 Вагон (ок. 10000 kg = 600 пудов) содержит кубических метров (в среднем):

Бурый железняк	3,0—3,5	Древесный уголь	50—70
Битый камень	5,0—6,0	Каменный уголь	12—14
Речной песок, влажн.	5,7	Брикеты	9—10
Формовочн. песок	8,3	Кокс	21,3—30,3
Дерево:		Свежая глина	6,0
Буковые бревна	25,0	Песок мокрый	5,65
Дубовые „	23,8	„ сухой	7,5
Сосновые „	31,3	Шлаки и коксовый пепел	16,7
Белой ели „	29,4	Железник шпат	3,0—3,8
Известняк	5,0	Каменноугольн. смола	8,3
Женный известняк	7,7—8,4	Торф, влажный	15,4—18,2
Уголь:		„ сухой	24,4—30,8
Бурый уголь в кусках	12,4—15,4	Обыкн. кирпич	6,7—7,3
		Клинкер	5,6—6,3

Сравнительное количество и вес различных товаров, могущих заполнить одинаковые объемы.
(850 куб. фут.)

Количество		Название товара	Вес в тоннах брутто
Число	Мера		
530	Боченков	Масла (боченок в 70 англ. фунт.)	16,5
17	"	Табаку	10,0
17	"	Вина или спирта	20,0
100	Бочек	Дегтю (Архангельск. или Стокгольм.)	16,0
156	"	Сала (по 2 центнера)	15,5
5,8	Тонн	Пакли	5,8
5,26	"	Шерсти пресованной	5,26
7,27	"	Кожии сухой	7,27
97	Квартеров	Пшеницы (1 бушель = 61,2 фунт.)	21,2
105	"	Ржи (1 бушель = 57 фунт.)	21,0
108	"	Семян (1 " = 52 ")	20,0
114	"	Ячменя (1 " = 52 ")	21,0
125	"	Овса (1 " = 37 ")	16,5
17	Loads	Сосны балтийской, обтесанной (1 Load = 50 куб. фут.)	18,5
17	"	Сосны северн.-америк., обтесанной	13,5
5,1515	Standart	Досок, длиною 12 фут., шир. 11 дм. и толциною 1 1/2 дм. (Standart = 120 штук)	17,0
4,857	"	Досок узких (battens) дл. 12 фут., шир. 7 дм. и толщ. 2 1/2 дм.	17,75
12	Тонн	Костей для удобрения и проч.	12,0
160	Мешков	Муки, считая в мешке 280 англ. фунт.	20,0
16,5	Тонн	Сахару	16,5
5,0	"	Хлопка (Александрия) не пресован.	5,0
9,7	"	Хлопка (Александрия) пресован.	9,7
8	Вагонов	Угля (считая в вагоне 53 центр.) в россыпи	21,2

Таблица веса квадратного и круглого железа.
Вес 1 пог. м. в kg.

Величина d mm	$\square d$		$\circ d$		Величина d mm	$\square d$		$\circ d$	
	Сечение cm ²	Вес kg/m	Сечение cm ²	Вес kg/m		Сечение cm ²	Вес kg/m	Сечение cm ²	Вес kg/m
5	0,25	0,20	0,20	0,15					
6	0,36	0,28	0,28	0,22	16	2,56	2,01	2,01	1,58
7	0,49	0,38	0,38	0,30	17	2,89	2,27	2,27	1,78
8	0,64	0,50	0,50	0,39	18	3,24	2,54	2,54	2,00
9	0,81	0,64	0,64	0,50	19	3,61	2,83	2,83	2,23
10	1,00	0,79	0,79	0,62	20	4,00	3,14	3,14	2,46
11	1,21	0,95	0,95	0,75	21	4,41	3,46	3,46	2,72
12	1,44	1,13	1,13	0,89	22	4,84	3,80	3,80	2,98
13	1,69	1,33	1,33	1,04	23	5,29	4,15	4,15	3,26
14	1,96	1,54	1,54	1,21	24	5,76	4,52	4,52	3,55
15	2,25	1,77	1,77	1,39	25	6,25	4,91	4,91	3,85
26	6,76	5,31	5,31	4,17	85	72,25	56,72	56,75	44,54
27	7,29	5,72	5,73	4,49	90	81,00	63,59	63,62	49,94
28	7,84	6,15	6,16	4,83					
29	8,41	6,60	6,61	5,18	95	90,25	70,85	70,88	55,64
30	9,00	7,07	7,07	5,55	100	100,00	78,50	78,54	61,65
31	9,61	7,54	7,55	5,93	105	110,25	86,55	86,59	67,97
32	10,24	8,04	8,04	6,31	110	121,00	94,99	95,03	74,60
33	10,89	8,55	8,55	6,71					
34	11,56	9,07	9,08	7,13	115	132,25	103,82	103,87	81,54
35	12,25	9,62	9,62	7,55	120	144,00	113,04	113,10	88,78
36	12,96	10,17	10,18	7,99	125	156,25	122,66	122,72	96,33
37	13,69	10,75	10,75	8,44	130	169,00	132,67	132,73	104,19
38	14,44	11,34	11,34	8,90					
39	15,21	11,94	11,95	9,38	135	182,25	143,07	143,14	112,36
40	16,00	12,56	12,57	9,86	140	196,00	153,86	153,94	120,84
41	16,81	13,20	13,20	10,36	145	210,25	165,05	165,13	129,63
42	17,64	13,85	13,85	10,88	150	225,00	176,63	176,72	138,72
43	18,49	14,51	14,52	11,40					
44	19,36	15,20	15,21	11,94	155	240,25	188,60	188,69	148,12
45	20,25	15,90	15,90	12,48	160	256,00	200,96	201,96	157,83
46	21,16	16,61	16,62	13,05	165	272,25	213,72	213,83	167,95
47	22,09	17,34	17,35	13,62	170	289,00	226,87	226,98	178,18
48	23,04	18,09	18,10	14,21					
49	24,01	18,85	18,86	14,81	175	306,25	240,41	240,53	188,81
50	25,00	19,63	19,64	15,41	180	324,00	254,34	254,47	199,76
55	30,25	23,75	23,76	18,65	185	342,25	268,66	268,80	211,01
60	36,00	28,26	28,27	22,20	190	361,00	283,39	283,53	222,57
65	42,25	33,17	33,18	26,05	195	380,25	298,50	298,65	234,44
70	49,00	38,47	38,48	30,21	200	400,00	314,00	314,16	246,61
75	56,25	44,16	44,18	34,68	205	420,25	329,90	330,06	259,10
80	64,00	50,24	50,27	39,46	210	441,10	346,19	346,36	271,80

Таблица веса листового железа:
1 м² весит в кг:

Толщина в мм	Сварочное железо	Литое жгд.	Литая сталь	Чугун	Кр. медь	Желтая медь	Цинк	Свинец
1	7,8	7,85	7,86	7,25	8,9	8,55	7,2	11,37
2	15,6	15,70	15,72	14,50	17,8	17,10	14,4	22,74
3	23,4	23,55	23,58	21,75	26,7	25,65	21,6	34,11
4	31,2	31,40	31,44	29,00	35,6	34,20	28,8	45,48
5	39,0	39,25	39,30	36,25	44,5	42,75	36,0	56,85
6	46,8	47,10	47,16	43,50	53,4	51,30	43,2	68,22
7	54,6	54,95	55,02	50,75	62,3	59,85	50,4	79,59
8	62,4	62,80	62,88	58,00	71,2	68,40	57,6	90,96
9	70,2	70,65	70,74	65,25	80,1	76,95	64,8	102,33
10	78,0	78,50	78,60	72,50	89,0	85,50	72,0	113,70
11	85,8	86,35	86,46	79,75	97,9	94,05	79,2	125,07
12	93,6	94,20	94,32	87,00	106,8	102,60	86,4	136,44
13	101,4	102,05	102,18	94,25	115,7	111,15	93,6	147,81
14	109,2	109,90	110,04	101,50	124,6	119,70	100,8	159,18
15	117,0	117,75	117,90	108,75	133,5	128,25	108,0	170,55
16	124,8	125,60	125,76	116,00	142,4	136,80	115,2	181,92
17	132,6	133,45	133,62	123,25	151,3	145,35	122,4	193,29
18	140,4	141,30	141,48	130,50	160,2	153,90	129,6	204,66
19	148,2	149,15	149,43	137,75	169,1	162,45	136,8	216,03
20	156,0	157,00	157,20	145,00	178,0	171,00	144,0	227,40
21	163,8	164,85	165,06	152,25	186,9	179,55	151,2	238,77
22	171,6	172,70	172,92	159,50	195,8	188,10	158,4	250,14
23	179,4	180,55	180,78	166,75	204,7	196,65	165,6	261,51
24	187,2	188,40	188,64	174,00	213,6	205,20	172,8	272,88
25	195,0	196,25	196,50	181,25	222,5	213,75	180,0	284,25
26	202,8	204,10	204,36	188,50	231,4	222,30	187,2	295,62
27	210,6	211,95	212,22	195,75	240,3	230,85	194,4	306,99
28	218,4	219,80	220,08	203,00	249,2	239,40	201,6	318,36
29	226,2	227,65	227,94	210,25	258,1	247,95	208,8	329,73
30	234,0	235,50	235,80	217,50	267,0	256,50	216,0	341,10

Германский калибр для гладких цинковых листов.

№	По калибру		№	По калибру		№	По калибру		№	По калибру	
	Толщина mm	Вес 1 м ² kg		Толщина mm	Вес 1 м ² kg		Толщина mm	Вес 1 м ² kg		Толщина mm	Вес 1 м ² kg
1	0,10	0,70	8	0,40	2,80	15	0,95	6,65	22	1,96	13,72
2	0,143	1,00	9	0,45	3,15	16	1,08	7,56	23	2,14	14,98
3	0,186	1,30	10	0,50	3,50	17	1,21	8,47	24	2,32	16,24
4	0,228	1,60	11	0,58	4,06	18	1,34	9,38	25	2,50	17,50
5	0,25	1,75	12	0,66	4,62	19	1,47	10,29	26	2,68	18,76
6	0,30	2,10	13	0,74	5,18	20	1,60	11,20			
7	0,35	2,45	14	0,82	5,74	21	1,78	12,46			

Величина листов: 0,65 м × 2 м = 1,3 м²; 0,80 м × 2 м = 1,6 м²;
1 м × 2 м = 2 м².

Нормальные профили фасонного железа.

Равнобокое угловое железо по германскому сортаменту.

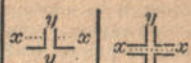
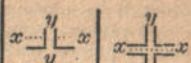
Закругление внутри: $R = 0,5 (d_{min} + d_{max})$.

Закругление полки: $r = 0,5 R$.

Нормальная длина: 4—12 м.

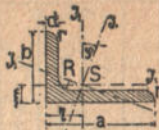


№ профили	b mm	d mm	Сечение F		Расстояние центра тяжести E cm	Моменты инерции							
			qcm	kg		J_b cm ⁴	J_E cm ⁴	J_x cm ⁴	J_y cm ⁴	J_x cm ⁴	W_x cm ³	J_x cm ⁴	W_x cm ³
1½	15	3	0,82	0,64	0,48	0,37	0,15	0,24	0,06	0,30	0,29	1,33	0,99
		4	1,05	0,82	0,51	0,46	0,19	0,29	0,08	0,37	0,37	1,84	1,23
2	20	3	1,12	0,87	0,60	0,78	0,39	0,62	0,15	0,77	0,55	3,14	1,57
		4	1,45	1,13	0,64	1,07	0,48	0,77	0,19	0,96	0,71	4,29	2,15
2½	25	3	1,42	1,11	0,73	1,53	0,79	1,27	0,31	1,58	0,89	6,14	2,45
		4	1,85	1,44	0,76	2,08	1,00	1,61	0,40	2,01	1,15	8,32	3,33
3	30	4	2,27	1,77	0,89	3,6	1,80	2,85	0,76	3,61	1,71	14,2	4,74
		6	3,27	2,55	0,96	5,5	2,49	3,91	1,06	4,96	2,43	21,9	7,31
3½	35	4	2,67	2,08	1,00	5,6	2,96	4,68	1,24	5,92	2,37	22,5	6,44
		6	3,87	3,02	1,08	8,6	4,14	6,50	1,77	8,26	3,41	34,6	9,88
4	40	4	3,08	2,40	1,12	8,3	4,48	7,09	1,86	8,94	3,11	33,3	8,33
		6	4,48	3,49	1,20	12,8	6,35	9,98	2,67	12,7	4,52	51,1	12,8
4½	45	8	5,80	4,52	1,28	17,4	7,89	12,4	3,38	15,8	5,80	69,5	17,4
		5	4,30	3,36	1,28	14,9	7,85	12,4	3,25	15,7	4,87	59,5	13,2
5	50	7	5,86	4,57	1,36	21,2	10,4	16,4	4,39	20,8	6,63	85,0	18,9
		9	7,34	5,73	1,44	27,8	12,6	19,8	5,40	25,2	8,25	111,2	24,7
5½	55	5	4,80	3,75	1,40	20,4	11,0	17,4	4,59	22,0	6,10	81,7	16,3
		7	6,56	5,12	1,49	29,0	14,5	23,1	6,02	29,1	8,30	116	23,3
6	60	9	8,24	6,43	1,56	38,0	17,9	28,1	7,67	35,8	10,39	162	30,4
		6	6,31	4,92	1,56	32,8	17,3	27,4	7,24	34,6	8,79	131	23,8
6	60	8	8,23	6,42	1,64	44,2	22,1	34,8	9,35	44,2	11,5	177	32,2
		10	10,07	7,85	1,72	56,0	26,3	41,4	11,27	52,7	13,9	224	40,8
6	60	6	6,91	5,39	1,69	42,5	22,7	36,1	9,43	45,5	10,6	170	28,3
		8	9,03	7,04	1,77	57,5	29,2	46,1	12,1	58,3	13,8	230	38,3
		10	11,07	8,63	1,85	72,8	34,8	55,1	14,6	69,7	16,8	291	48,4

№ профиля	b mm	d mm	Сечение F qcm	Вес пог. м kg	Расстояние центра тяжести E cm	Моменты инерции							
						J_b	J_x	J_y	J_x	W_x	J_x	W_x	
						cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm ⁴	cm ³
6½	65	7	8,7	6,8	1,85	63	33,4	53,0	13,8	66,8	14,4	252	38,4
		9	11,0	8,6	1,93	82	41,3	65,4	17,2	82,6	18,1	329	50,6
		11	13,2	10,3	2,00	101	48,7	76,8	20,7	97,5	21,7	406	62,5
7	70	7	9,4	7,3	1,97	79	42,3	67,1	17,6	84,6	16,8	315	45,0
		9	11,9	9,3	2,05	102	52,5	83,1	22,0	105	21,2	410	58,6
		11	14,3	11,1	2,13	126	62,0	97,6	26,0	124	25,4	506	72,3
7½	75	8	11,5	8,9	2,13	111	50,0	93,3	24,4	118	21,9	444	59,2
		10	14,1	11,0	2,21	140	71,0	113	29,8	142	26,9	561	74,8
		12	16,7	13,0	2,29	170	82,5	130	34,7	165	31,7	679	90,6
8	80	8	12,3	9,6	2,26	135	72,0	115	29,6	144	25,1	539	67,3
		10	15,1	11,8	2,34	170	87,5	139	35,9	175	30,9	680	85,0
		12	17,9	13,9	2,41	206	102	161	43,0	204	36,4	823	102,9
9	90	9	15,5	12,1	2,54	216	116	184	47,8	232	35,9	863	95,9
		11	18,7	14,6	2,62	266	138	218	57,1	275	43,1	1064	118
		13	21,8	17,0	2,70	317	158	250	65,9	316	50,1	1268	141
10	100	10	19,2	14,0	2,82	329	177	280	73,3	354	49,3	1317	132
		12	22,7	17,7	2,90	398	207	328	86,2	414	58,3	1593	159
		14	26,2	20,4	2,98	468	235	372	98,3	470	67,0	1871	187
11	110	10	21,2	16,5	3,07	438	239	379	98,6	478	60,2	1753	169
		12	25,1	19,6	3,15	529	280	444	116	560	71,4	2118	193
		14	29,0	22,6	3,21	621	319	505	133	638	81,9	2486	226
12	120	11	25,4	19,8	3,36	626	340	541	140	680	78,8	2505	209
		13	29,7	23,2	3,44	745	393	625	162	787	92,2	2979	248
		15	33,9	26,5	3,51	864	445	705	186	891	105	3456	288
13	130	12	30,0	23,4	3,64	869	472	750	194	944	101	3476	267
		14	34,7	27,0	3,72	1020	540	857	223	1080	116	4079	314
		16	39,3	30,6	3,80	1171	604	959	251	1209	131	4685	360
14	140	13	35,0	27,3	4,2	1175	638	1014	262	1276	127	4702	336
		15	40,0	31,2	4,3	1363	723	1148	298	1446	145	5414	390
		17	45,0	35,1	4,4	1554	805	1276	334	1610	162	6215	444
15	150	14	40,3	31,4	3,92	1559	845	1343	347	1640	157	6235	416
		16	45,7	35,7	4,00	1790	949	1507	391	1898	177	7160	477
		18	51,0	39,9	4,08	2023	1052	1665	438	2103	198	8091	539
16	160	15	46,1	35,9	4,5	2027	1099	1745	453	2198	191	8110	507
		17	51,8	40,4	4,6	2308	1225	1945	506	2451	214	9232	577
		19	57,5	44,9	4,7	2590	1348	2137	558	2695	237	10362	648

Неравное угловое железо (Герм. сорг.).

Закругление внутреннего угла: $R=0,5$
 ($d_{min} + d_{max}$)
 закругление полок: $r = 0,5 R$. i (в мм) представляет то расстояние в свету между двумя неравными угольниками $\angle L$, при котором оба главные момента инерции между собою равны ($= 2 J_g$).



Черт. 197.

№ профили	b	a	d	Сечение	Вес пог. м.		Расстояние центра тяжести.		tg a	J_b	J_g	J_x	J_y	i
					qcm	kg	ξ	η						
b : B = 2 : 3	2/3	20	30	3	1,42	1,11	0,49	0,99	0,4216	1,25	0,45	1,42	0,28	5,2
				4	1,85	1,44	0,54	1,03	0,4214	1,60	0,55	1,82	0,33	4,3
	3/4 1/2	30	45	4	2,87	2,24	0,74	1,48	0,4334	5,77	2,05	6,63	1,10	8,0
				5	3,53	2,75	0,78	1,52	0,4288	6,99	2,46	8,01	1,44	7,1
	4/6	40	60	5	4,79	3,74	0,97	1,95	0,4310	17,3	6,20	19,8	3,60	11,0
				7	6,55	5,11	1,05	2,04	0,4275	22,8	8,10	26,3	4,63	9,0
5/7 1/2	50	75	7	8,33	6,50	1,24	2,47	0,4304	46,3	16,4	53,1	9,58	13,1	
			9	10,5	8,20	1,32	2,56	0,4272	57,2	20,1	65,4	11,9	11,2	
6 1/2 / 10	65	100	9	14,2	11,0	1,59	3,31	0,4101	140	46,6	160	26,8	19,5	
			11	17,1	13,3	1,67	3,40	0,4074	167	55,3	189	32,9	17,7	
8/12	80	120	10	19,1	14,9	1,95	3,92	0,4348	276	97,9	317	56,8	22,1	
			12	22,7	17,7	2,02	4,00	0,4304	323	115	370	67,5	20,1	
10/15	100	150	12	28,7	22,4	2,42	4,89	0,4361	649	232	747	134	27,8	
			14	33,2	25,9	2,50	4,97	0,4339	744	263	854	153	26,1	
b : B = 1 : 2	2/4	20	40	3	1,72	1,34	0,44	1,43	0,2575	2,81	0,46	2,96	0,31	14,6
				4	2,25	1,70	0,48	1,47	0,2528	3,58	0,60	3,78	0,40	13,4
	3/6	30	60	5	4,29	3,33	0,68	2,15	0,2544	15,6	2,61	16,5	1,71	21,2
				7	5,85	4,50	0,76	2,24	0,2479	20,6	3,42	21,8	2,28	19,1
	4/8	40	80	6	6,89	5,37	0,88	2,85	0,2568	44,9	7,66	47,6	4,99	23,9
				8	9,01	7,03	0,96	2,94	0,2518	57,5	9,70	60,8	6,41	26,9
	5/10	50	100	8	11,5	8,93	1,12	3,59	0,2565	116	19,6	123	12,8	35,5
				10	14,1	11,0	1,20	3,67	0,2658	141	23,5	150	14,6	33,7
	6 1/2 / 13	65	130	10	18,0	14,5	1,45	4,65	0,2569	320	54,4	339	35,4	46,6
				12	22,1	17,2	1,53	4,75	0,2549	374	62,8	395	41,3	44,4
	8/16	80	160	12	27,5	21,5	1,77	5,72	0,2586	719	122	762	79,4	57,8
				14	31,8	24,8	1,85	5,81	0,2679	822	139	875	86,0	55,7
	10/20	100	200	14	40,3	31,4	2,18	7,12	0,2606	1654	282	1754	182	73,1
				16	45,7	35,6	2,26	7,20	0,2586	1863	315	1973	205	71,2

Двутавровое железо по германскому нормальному сортаменту.

Нормальная длина 4—12 м.

Уклон внутр. плоскостей полок 14° (1 : 7).

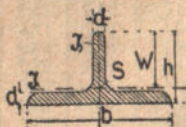
№ профиля	Высота mm	Ширина mm	Толщина		Сечение F cm	Вес G kg/m	Моменты относит. осн $X-X$		Моменты относит. осн $Y-Y$	
			Стенки mm	Полки mm			J_x cm ⁴	W_x cm ³	J_y cm ⁴	W_y cm ⁴
8	80	42	3,9	5,9	7,57	5,95	77,8	19,5	6,29	3,00
9	90	46	4,2	6,3	8,99	7,07	117	26,0	8,78	3,82
10	100	50	4,5	6,8	10,6	8,32	171	34,2	12,2	4,88
11	110	54	4,8	7,2	12,3	9,66	239	43,5	16,2	6,00
12	120	58	5,1	7,7	14,2	11,15	328	54,7	21,5	7,41
13	130	62	5,4	8,1	16,1	12,64	436	67,1	27,5	8,87
14	140	66	5,7	8,6	18,2	14,37	573	81,9	35,2	10,7
15	150	70	6,0	9,0	20,4	16,01	735	98,0	43,9	12,5
16	160	74	6,3	9,5	22,8	17,90	935	117	54,7	14,8
17	170	78	6,6	9,9	25,2	19,78	1166	137	66,6	17,1
18	180	82	6,9	10,4	27,9	21,90	1446	161	81,3	19,8
19	190	86	7,2	10,8	30,5	24,02	1763	186	97,4	22,7
20	200	90	7,5	11,3	33,4	26,30	2142	214	117	26,0
21	210	94	7,8	11,7	36,3	28,57	2563	244	138	29,4
22	220	98	8,1	12,2	39,5	31,09	3060	278	162	33,1
23	230	102	8,4	12,6	42,6	33,52	3607	314	189	37,1
24	240	106	8,7	13,1	46,1	36,19	4246	354	221	41,7
25	250	110	9,0	13,6	49,7	39,01	4966	397	256	46,5
26	260	113	9,4	14,1	53,3	41,92	5744	442	288	51,0
27	270	116	9,7	14,7	57,1	44,90	6626	491	326	56,2
28	280	119	10,1	15,2	61,0	47,96	7587	542	364	61,2
29	290	122	10,4	15,7	64,8	50,95	8636	596	406	66,6
30	300	125	10,8	16,2	69,0	54,24	9800	653	451	72,2
32	320	131	11,5	17,3	77,7	61,07	12510	782	555	84,7
34	340	137	12,2	18,3	86,7	68,14	15695	923	674	98,4
36	360	143	13,0	19,5	97,0	76,22	19605	1089	818	114
38	380	149	13,7	20,5	107,0	84,00	24012	1264	975	131
40	400	155	14,4	21,6	118,0	92,63	29213	1461	1158	149
42½	425	163	15,3	23,0	132,0	103,62	36973	1740	1437	176
45	450	170	16,2	24,3	147,0	115,40	45852	2037	1725	203
47½	475	178	17,1	25,6	163,0	127,96	56481	2378	2088	235
50	500	185	18,0	27,0	179,0	141,30	68738	2750	2478	268
55	550	200	19,8	30,0	215,78	167,21	99184	3607	3488	349

Корыгное железо по германскому нормальному сортаменту.

Нормальная длина 4—10 м.

Уклон внутр. плоскостей полок 8⁰/₀ (1 : 12).

№ профили	Высота mm	Ширина mm	Толщина		Сечение qcm	Вес kg	Моменты			
			Стенки mm	Полки mm			Инерции		Сопрот.	
							J min. cm ⁴	J max. cm ⁴	W min. cm ³	W max. cm ³
3	30	33	5	7	5,44	4,26	5,33	6,39	2,68	4,3
4	40	35	5	7	6,21	4,87	6,68	14,1	3,08	7,1
5	50	38	5	7	7,12	5,59	9,12	26,4	3,75	10,6
6½	65	42	5,5	7,5	9,03	7,09	14,1	57,5	5,06	17,7
8	80	45	6	8	11,0	8,64	19,4	106	6,37	26,1
10	100	50	6	8,5	13,5	10,8	29,3	206	8,50	41,1
12	120	55	7	9	17,0	13,35	43,2	364	11,1	60,7
14	140	60	7	10	20,4	16,01	62,7	605	14,8	86,4
16	160	65	7,5	10,5	24,0	18,4	85,3	925	18,8	116
18	180	70	8	11	28,0	21,98	114	1354	22,4	150
20	200	75	8,5	11,5	32,2	25,3	148	1911	27,0	191
22	220	80	9	12,5	37,4	29,4	197	2690	33,6	245
24	240	85	9,5	13	42,3	33,2	248	3598	39,6	300
26	260	90	10	14	48,3	37,9	317	4823	47,8	371
28	280	95	10	15	53,3	41,8	399	6276	57,2	450
30	300	100	10	16	58,8	46,2	495	8026	67,8	535



Черт. 198.

Тавровое железо по германскому нормальному сортаменту. (Черт. 198.)

Нормальная длина 4—12 м.

№ профили	Размеры					Сечение qcm	Вес пог. м kg	Центр. глж. (h-w) cm	Моменты инерции cm ⁴		
	b mm	d ₁ mm	h mm	R mm	r mm				J _b	J _x	J _y
6/3	60	5,5	30	5,5	3	4,64	3,62	6,7	4,66	2,58	8,62
7/3½	70	6	35	6	3	5,94	4,63	7,7	8,01	4,49	15,1
8/4	80	7	40	7	3,5	7,91	6,17	8,8	13,9	7,81	28,5
9/4½	90	8	45	8	4	10,2	7,93	10,0	22,9	12,7	46,1
10/5	100	8,5	50	8,5	4	12,0	9,38	10,9	33,9	18,7	67,7
12/6	120	10	60	10	5	17,0	13,2	13,0	66,7	38,0	137
14/7	140	11,5	70	11,5	6	22,8	17,8	15,1	121	68,9	258
16/8	160	13	80	13	6,5	29,5	23,0	17,2	204	117	422
18/9	180	14,5	90	14,5	7,5	37,0	28,8	19,3	323	185	670
20/10	200	16	100	16	8	45,4	35,4	21,4	485	277	1000

№ профиля	Размеры				Сечение q см	Вес пог. м kg	Центр. тяж. (h - w) см	Моменты инерции см ⁴		
	b u. h mm	d mm	R mm	r mm				J _b	J _x	J _y
2/2	20	3	3	1,5	1,12	0,87	5,8	0,76	0,38	0,20
2½/2½	25	3,5	3,5	2	1,64	1,28	7,3	1,74	0,87	0,43
3/3	30	4	4	2	2,26	1,76	8,5	3,35	1,72	0,87
3½/3½	35	4,5	4,5	2	2,97	2,32	9,9	6,01	3,10	1,57
4/4	40	5	5	2,5	3,77	2,94	11,2	10,0	5,28	2,58
4½/4½	45	5,5	5,5	3	4,67	3,64	12,6	15,5	8,13	4,01
5/5	50	6	6	3	5,66	4,42	13,9	23,0	12,1	6,06
6/6	60	7	7	3,5	7,94	6,19	16,6	45,7	23,8	12,2
7/7	70	8	8	4	10,6	8,27	19,4	84,4	44,5	22,1
8/8	80	9	9	4,5	13,6	10,6	22,2	141	73,7	37,0
9/9	90	10	10	5	17,1	13,3	24,8	224	119	58,5
10/10	100	11	11	5,5	20,9	16,3	27,4	336	179	88,3
12/12	120	13	13	6,5	29,6	23,1	32,8	684	366	178
14/14	140	15	15	7,5	39,9	31,1	38,0	1236	660	330

Железные водоиспарительные трубы для внутреннего давления.

Толщина стенок в мм	Давление пара в ат.													
	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	6	7	8	9	10
	Наибольший диам. в см.													
4	160	103	79	63	53	45	39	35	31	26	22	20	18	16
5	244	159	121	96	80	69	60	53	48	40	34	30	27	24
6	330	215	162	129	107	93	81	72	64	54	46	41	36	32
7	—	272	204	163	135	116	101	90	81	68	58	51	45	40
8	—	—	245	196	162	140	122	109	98	82	70	61	54	49
9	—	—	286	230	190	164	143	127	114	95	81	71	63	57
10	—	—	—	263	217	188	164	145	131	109	93	82	72	65
11	—	—	—	—	244	211	184	164	147	123	105	92	81	73
12	—	—	—	—	272	235	205	182	164	137	117	102	90	81
13	—	—	—	—	—	259	226	200	181	151	129	112	99	89
14	—	—	—	—	—	—	247	219	197	165	141	123	108	97
15	—	—	—	—	—	—	267	237	214	179	153	133	117	105

Нормальные размеры чугунных труб с раструбами и фланцами.

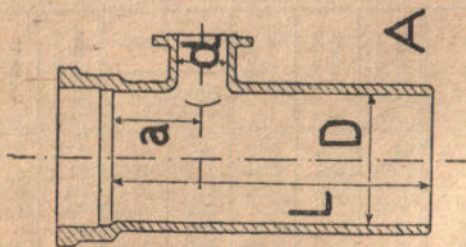
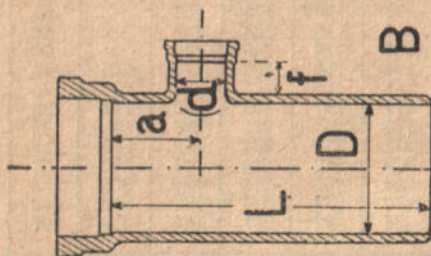
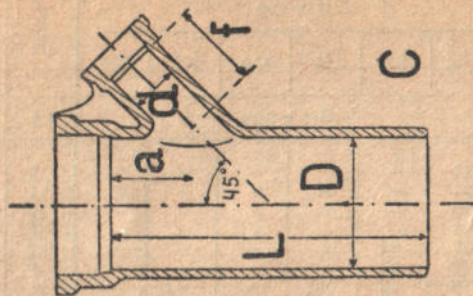
Внутренний диам. D	Трубы с фланцами										Трубы с раструбом											
	Нормальная толщина стенок S	Диаметр фланцев D ₁	Толщ. фланцев S ₁	Диам. крутя, по которому раскладывают отверстия для болтов	Число болтов	Толщина в англ. дюйм.	Диаметр осн. головок	Болты		Норм. длина трубы	Вес трубы (округл.)	Вес фланца	Диаметр коленки и прокивка	Наруж. диам. раструба	Внут. диам. раструба	Длина раструба	Вес раструба	Вес пог. метра	Норм. длина	Задвижки, краны, клапаны		
								Диаметр	длина											Диаметр от фланца до фланца	Диаметр от фланца до фланца	
40	8	140	18	115	4	1/2	70	15	21,4	2	8,75	140	120	69	74	2,00	8,75	2	240	Продукт. класс	пан и чуг. краны.	Длина от фланца на до фланца
50	8	160	18	125	4	5/8	75	17	22,5	2	10,58	150	132	81	77	2,60	10,85	2	250	пан и чуг. краны.	Длина от фланца	
60	8,5	175	19	135	4	5/8	75	17	32	2,7	13,26	160	143	91	80	3,15	13,26	3	260	пан и чуг. краны.	Длина от фланца	
70	8,5	185	19	145	4	5/8	80	17	51,4	2,9	15,20	170	153	101	82	3,70	15,195	3	270	пан и чуг. краны.	Длина от фланца	
80	9	200	20	160	4	5/8	80	17	61,7	3,5	18,25	180	164	112	83	4,32	18,25	3	280	пан и чуг. краны.	Длина от фланца	
90	9	215	20	170	4	5/8	80	17	68,8	4	20,30	190	175	122	86	5,00	20,30	3	290	пан и чуг. краны.	Длина от фланца	
100	9	230	20	180	4	3/4	90	21	76	4,4	22,32	200	186	133	88	5,80	22,32	3	300	пан и чуг. краны.	Длина от фланца	
125	10	260	21	210	4	3/4	90	21	98	5,6	28,94	225	213	158	91	7,34	28,94	3	325	пан и чуг. краны.	Длина от фланца	
150	10	290	22	240	6	3/4	90	21	122	6,9	36,45	250	242	185	94	8,90	36,45	3	350	пан и чуг. краны.	Длина от фланца	
175	10,5	320	22	270	6	3/4	90	21	149	8	44,38	275	270	211	97	10,61	44,38	3	375	пан и чуг. краны.	Длина от фланца	
200	11	350	23	300	6	3/4	90	21	178	9,6	52,91	300	299	238	99	12,33	52,91	3	400	пан и чуг. краны.	Длина от фланца	
225	11,5	370	23	320	6	3/4	90	21	206	9,9	61,96	325	315	264	100	14,32	61,96	3	425	пан и чуг. краны.	Длина от фланца	
250	12	400	24	350	8	3/4	95	21	238	11,6	71,61	350	351	291	102	16,32	71,61	3	450	пан и чуг. краны.	Длина от фланца	
275	12,5	425	25	375	8	3/4	95	21	273	12,9	82,30	375	378	317	102	19,12	82,30	3	475	пан и чуг. краны.	Длина от фланца	
300	13	450	25	400	8	3/4	95	21	306	13,7	93,00	400	406	343	104	21,93	93,00	3	500	пан и чуг. краны.	Длина от фланца	
325	13,5	490	26	435	10	7/8	105	25	343	17,2	102,87	425	433	368	105	24,91	102,87	3	525	пан и чуг. краны.	Длина от фланца	

Продолжение.

Трубы с фланцами										Трубы с раструбом												
Внутренний диам. D	Нормальная толщина стенки S	Диаметр фланцев D ₁	Толщ. фланцев S ₁	Диам. круга, по которому располож. отверстия для болтов	Число болтов	Толщина в англ. дюйм.	Диам. осн. головок	Болты		Норм. длина труб	Вес трубы (округл.)	Вес фланца	Вес 1 пог. метра трубы, исклоч. фланца	Длина колена и тройника	Наруж. диам. раструба	Внутр. диам. раструба	Длина раструба	Вес раструба	Вес пог. метра	Норм. длина	Длина задвижки от фланца до пропуск. крана	Задвижки, краны, клапаны на до фланца
								Длина	Дiam. отверстий													
350	14	520	26	465	10	7/8	105	25	3	376	18,9	112,75	450	460	394	106	27,90	27,90	3	550	900	
375	14	550	27	495	10	7/8	105	25	3	415	21,5	124,04	475	489	421	107	30,00	30,00	3	575	850	
400	14,5	575	27	520	10	7/8	105	25	3	456	22,6	136,85	500	518	448	109	34,09	34,09	3	600	900	
425	14,5	600	28	545	12	7/8	105	25	3	484	24,5	145,16	525	545	473	110	37,27	37,27	3	625	950	
450	15	630	28	570	12	7/8	105	25	3	539	26,5	162,00	550	573	499	111	40,45	40,45	3	650	1000	
475	15,5	655	29	600	12	7/8	105	25	3	582	28,6	178,84	575	600	525	112	44,09	44,09	3	675	1050	
500	16	680	30	625	12	7/8	105	25	3	624	30,7	187,68	600	628	551	114	47,74	47,74	3	700	1100	
550	16,5	740	30	675	14	1	120	28,5	3	723	39	214,97	628	682	603	116	55,33	55,33	3	750		
600	17	790	33	725	16	1	120	28,5	3	813	42	243,28	650	736	655	119	63,52	63,52	3	800		
650	18	840	33	775	18	1	120	28,5	3	916	43	276,00	675	791	707	122	73,47	73,47	3	850		
700	19	900	33	830	18	1	120	28,5	3	1034	50	311,27	700	846	759	125	84,63	84,63	3	900		
750	20	950	33	880	20	1	120	28,5	3	1148	53	347,96	725	897	812	127	94,40	94,40	3	950		
800	21	1020	36	940	20	1 1/8	130	32	3	1297	68	387,10	750	949	866	129	104,64	104,64	3	1000		
900	22,5	1120	36	1040	22	1 1/8	130	32	3	1567	74	472,81	775	1066	988	134	135,94	135,94	3	1100		
1000	24	1220	36	1140	24	1 1/8	130	32	3	1872	96	560,00	800	1177	1074	140	168,47	168,47	3	1200		

Вес чугунных фасонных частей. (Черт 199.)

D mm	Части А							Части В						
	d в мм =							d в мм =						
	d = = D	80	100	150	200	300	400	d = = D	80	100	150	200	300	400
	Вес в кг							Вес в кг						
40	14	—	—	—	—	—	—	14	—	—	—	—	—	—
50	19	—	—	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—
60	22	—	—	—	—	—	—	22	—	—	—	—	—	—
70	27	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	—	—
80	30	30	—	—	—	—	—	31	31	—	—	—	—	—
90	33	32	—	—	—	—	—	34	33	—	—	—	—	—
100	37	35	37	—	—	—	—	38	36	38	—	—	—	—
125	54	49	51	—	—	—	—	55	50	52	—	—	—	—
150	68	59	63	68	—	—	—	70	60	64	70	—	—	—
175	88	79	81	84	—	—	—	90	80	82	86	—	—	—
200	97	88	90	91	97	—	—	100	89	91	94	100	—	—
225	106	95	97	100	104	—	—	110	96	98	102	107	—	—
250	125	111	113	116	121	—	—	130	112	114	118	124	—	—
275	144	126	128	131	136	—	—	150	127	129	133	139	—	—
300	162	146	148	152	155	162	—	170	147	149	154	158	170	—
350	241	174	178	182	187	199	—	250	175	179	184	190	207	—
400	299	210	212	216	222	234	299	310	211	213	218	225	242	310
450	348	240	243	248	255	268	340	354	246	249	254	260	276	346
500	414	284	288	293	300	312	388	416	287	290	295	301	320	396
550	562	327	330	337	346	426	452	582	328	331	340	350	437	468
600	630	367	370	377	386	473	500	658	368	371	380	390	485	526



Черт. 199.

D mm	Части С						Части Е kg	Части F kg
	d в mm							
	d = = D	80	100	150	200	300		
	Вес в mm							
40	16	-	-	-	-	-	9	8
50	21	-	-	-	-	-	11	10
60	25	-	-	-	-	-	13	12
70	31	-	-	-	-	-	15	14
80	37	37	-	-	-	-	17	16
90	40	39	-	-	-	-	19	18
100	48	42	48	-	-	-	21	20
125	65	57	60	-	-	-	26	26
150	82	69	72	82	-	-	32	32
175	106	88	91	101	-	-	39	40
200	119	95	98	108	119	-	47	48
225	132	102	105	115	126	-	55	54
250	152	115	118	128	139	-	62	63
275	178	133	136	146	157	-	70	71
300	229	149	152	162	173	229	78	80
325	255	164	167	177	188	245	85	90
350	282	179	182	192	203	261	95	100
375	310	199	202	212	223	281	104	110
400	354	218	221	231	242	309	116	120
425	371	229	232	243	256	330	126	130
450	457	250	253	263	276	355	138	140
475	500	270	273	284	297	380	152	150
500	550	294	297	307	320	410	167	180

Таблицы железных газовых труб.
(1 пог. метр.)

Вн. diam.		Наружн. diam. mm	Толщ. стенок mm	Вес 1 метра kg	Вн. diam.		Наружн. diam. mm	Толщ. стенок mm	Вес 1 метра kg
Англ. дюйм.	в mm				Англ. дюйм.	в mm			
3/8	6 1/4	10	1 7/8	0,37	1 1/2	40 1/2	47 3/4	3 3/4	4,40
1/2	8 3/4	13 1/8	2 1/8	0,55	1 3/4	43 3/4	51 3/4	4	4,70
3/4	11 3/4	16 1/2	2 3/8	0,80	2	50	59	4 1/2	5,30
1/2	15 1/10	20 1/2	2 7/10	1,20	2 1/4	59 1/2	69	4 3/4	7,30
5/8	17 1/4	23	2 7/8	1,50	2 1/2	66	76	5	7,70
3/4	22 1/2	26 1/2	3	1,80	2 3/4	71 1/2	82	5 1/4	8,50
7/8	22 1/2	29	3 1/4	2,10	3	78	89	5 1/2	10,00
1	26 3/4	33	3 3/8	2,45	3 1/2	89	101	6	12,00
1 1/4	34 3/4	41 3/4	3 1/2	3,60	4	101 1/2	114	6 1/4	14,50

Вес медных труб (1 погон. метра).

Внутр. диаметр mm	Толщина стенок в мм								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0,40	0,68	1,02	1,42	1,87	2,38	2,94	3,57	4,24
10	0,68	1,11	1,59	2,12	2,72	3,37	4,07	4,84	5,66
15	0,96	1,53	2,15	2,83	3,57	4,36	5,21	6,11	7,07
20	1,25	1,95	2,72	3,54	4,41	5,35	6,34	7,38	8,48
25	1,53	2,38	3,28	4,24	5,26	6,34	7,47	8,65	9,90
30	1,81	2,80	3,85	4,95	6,11	7,33	8,60	9,93	11,31
40	2,38	3,65	4,98	6,36	7,81	9,31	10,86	12,47	14,14
50	2,94	4,50	5,11	7,78	9,50	11,28	13,12	15,02	16,96
60	3,50	5,35	6,24	9,19	11,19	13,26	15,38	17,56	19,79
70	4,07	6,19	7,37	10,60	12,89	15,24	17,65	20,11	22,62

Вес свинцовых труб (1 погон. метра).

Внутр. диаметр mm	Толщина стенок в мм								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	0,86	1,39	2,00	2,68	3,43	4,25	5,14	6,10	7,13
13	1,07	1,71	2,43	3,21	4,07	5,00	6,00	7,06	8,20
15	1,21	1,93	2,71	3,57	4,50	5,50	6,57	7,71	8,91
20	1,57	2,46	3,43	4,46	5,57	6,74	8,00	9,31	10,70
25	1,93	3,00	4,14	5,35	6,63	7,98	9,42	10,91	12,48
30	2,28	3,53	4,85	6,24	7,70	9,24	10,85	12,52	14,26
40	3,00	4,60	6,28	8,03	9,84	11,73	13,70	15,73	17,83
50	3,71	5,67	7,71	9,81	11,98	14,23	16,55	18,94	21,39
60	4,42	6,74	9,13	11,59	14,12	16,73	19,41	22,15	24,96
70	5,14	7,81	10,56	13,37	16,26	19,22	22,26	25,36	28,52

Вес труб желтой меди (1 погон. метра).

Внутр. диаметр mm	Толщина стенок в мм								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	0,64	1,03	1,48	1,98	2,54	3,14	3,80	4,52	5,28
13	0,79	1,27	1,80	2,38	3,01	3,70	4,44	5,23	6,07
15	0,90	1,43	2,01	2,64	3,33	4,07	4,86	5,70	6,60
20	1,06	1,82	2,54	3,30	4,12	5,00	5,91	6,89	7,92
25	1,43	2,22	3,06	3,96	4,92	5,91	6,97	8,08	9,24
30	1,69	2,62	3,59	4,62	5,71	6,84	8,02	9,27	10,56
40	2,22	3,41	4,65	5,94	7,29	8,59	10,14	11,64	13,20
50	2,75	4,20	5,70	7,26	8,87	10,53	12,25	14,02	15,84
60	3,28	4,99	6,76	8,58	10,46	12,38	14,36	16,39	18,48
70	3,80	5,78	7,81	9,90	12,04	14,23	16,47	18,77	21,11

Сопротивление R и вес g провода красной меди
длиною 100 м.

Се- чение q mm ²	R ом	G kg	Се- чение q mm ²	R ом	G kg	Се- чение q mm ²	R ом	G kg
0,75	23,33	6,7	25	0,700	225	240	0,0729	2160
1,0	17,50	9,0	35	0,500	315	310	0,0565	2790
1,5	11,67	13,5	50	0,350	450	400	0,0438	3600
2,5	7,00	22,5	70	0,250	630	500	0,0350	4500
4	4,38	36	95	0,184	855	625	0,0280	5625
6	2,92	54	120	0,146	1080	800	0,0219	7200
10	1,75	90	150	0,117	1350	900	0,0194	8100
16	1,09	144	185	0,095	1666	1000	0,0175	9000

Вес проволоки красной меди.

d — диам. проволоки в мм

g — вес в гт одного метра проволоки.

d	g	d	g	d	g	d	g	d	g
0,1	0,073	0,34	0,78	1,2	9,71	2,8	52,84	4,4	130,10
0,14	0,13	0,35	0,83	1,3	11,39	2,9	56,68	4,5	136,48
0,15	0,15	0,37	0,92	1,4	13,21	3,0	60,66	4,6	141,77
0,16	0,17	0,38	0,97	1,5	15,16	3,1	64,39	4,7	148,35
0,17	0,19	0,40	1,08	1,6	17,25	3,2	69,02	4,8	155,29
0,18	0,22	0,42	1,19	1,7	19,48	3,3	73,40	4,9	161,82
0,19	0,25	0,45	1,37	1,8	21,84	3,4	77,45	5,0	167,50
0,20	0,27	0,50	1,69	1,9	24,94	3,5	82,56	5,5	202,68
0,22	0,33	0,55	2,07	2,0	26,96	3,6	87,20	6,0	241,20
0,24	0,39	0,60	2,43	2,1	29,72	3,7	92,10	6,5	283,08
0,25	0,42	0,70	3,30	2,2	32,51	3,8	96,75	7,0	328,30
0,26	0,46	0,75	3,79	2,3	34,65	3,9	102,51	7,5	379,12
0,28	0,53	0,80	4,31	2,4	38,82	4,0	107,84	8,0	431,36
0,30	0,61	0,90	5,50	2,5	42,13	4,1	113,30	8,5	486,96
0,31	0,65	1,0	6,74	2,6	45,56	4,2	118,49	9,0	545,94
0,33	0,74	1,1	8,16	2,7	49,13	4,3	125,00	10,0	674,00

Вес латунной и бронзовой проволоки.

d — диам. в мм; q — сечение в мм^2 ; g — вес 1 м в г.

d	q	g	d	q	g	d	q	g
0,10	0,00785	0,070	0,41	0,13202	1,177	0,72	0,40715	3,629
0,11	0,00950	0,085	0,42	0,13854	1,235	0,73	0,41854	3,730
0,12	0,01131	0,101	0,43	0,14522	1,294	0,74	0,43008	3,833
0,13	0,01327	0,118	0,44	0,15205	1,355	0,75	0,44179	3,937
0,14	0,01530	0,137	0,45	0,15904	1,417	0,76	0,45365	4,043
0,15	0,01767	0,158	0,46	0,16619	1,481	0,77	0,46566	4,150
0,16	0,02011	0,179	0,47	0,17349	1,546	0,78	0,47784	4,259
0,17	0,02270	0,202	0,48	0,18096	1,613	0,79	0,49017	4,369
0,18	0,02545	0,227	0,49	0,18857	1,681	0,80	0,50265	4,480
0,19	0,02835	0,253	0,50	0,19635	1,750	0,81	0,51530	4,593
0,20	0,03142	0,280	0,51	0,20428	1,821	0,82	0,52810	4,707
0,21	0,03464	0,309	0,52	0,21237	1,893	0,83	0,54106	4,822
0,22	0,03801	0,339	0,53	0,22062	1,966	0,84	0,55418	4,939
0,23	0,04155	0,370	0,54	0,22902	2,041	0,85	0,56745	5,057
0,24	0,04524	0,403	0,55	0,23758	2,118	0,86	0,58088	5,177
0,25	0,04909	0,437	0,56	0,24630	2,195	0,87	0,59447	5,298
0,26	0,05310	0,473	0,57	0,25518	2,274	0,88	0,60821	5,421
0,27	0,05726	0,510	0,58	0,26421	2,355	0,89	0,62211	5,545
0,28	0,06158	0,549	0,59	0,27340	2,437	0,90	0,63617	5,670
0,29	0,06605	0,589	0,60	0,28274	2,520	0,91	0,65039	5,797
0,30	0,07069	0,630	0,61	0,29225	2,605	0,92	0,66476	5,925
0,31	0,07548	0,673	0,62	0,30191	2,691	0,93	0,67929	6,054
0,32	0,08043	0,717	0,63	0,31172	2,778	0,94	0,69398	6,185
0,33	0,08553	0,762	0,64	0,32170	2,867	0,95	0,70882	6,317
0,34	0,09080	0,809	0,65	0,33183	2,957	0,96	0,72382	6,451
0,35	0,09621	0,857	0,66	0,34212	3,049	0,97	0,73898	6,586
0,36	0,10179	0,907	0,67	0,35256	3,142	0,98	0,75430	6,723
0,37	0,10752	0,958	0,68	0,36317	3,237	0,99	0,76977	6,861
0,38	0,11341	1,011	0,69	0,37393	3,333	1,00	0,78540	7,000
0,39	0,11946	1,065	0,70	0,38484	3,430			
0,40	0,12566	1,120	0,71	0,39592	3,529			

Крепость на излом латунной проволоки — 40 $\text{kg}/\text{мм}^2$

„ „ „ бронзовой

45—70 $\text{kg}/\text{мм}^2$.

Вес круглой алюминиевой проволоки.

Диам. в мм	Вес 1 м в гр	Диам. в мм	Вес 1 м в гр	Диам. в мм	Вес 1 м в гр
1	2,10	12	302	32	2150
1,5	4,72	13	354	33	2286
2	8,4	14	411	34	2427
2,5	13,12	15	472	35	2572
3	18,9	16	537	36	2874
3,5	25,72	17	606	37	2921
4	33,6	18	680	38	3032
4,5	42,5	19	758	39	3194
5	52,5	20	840	40	3360
5,5	63,5	21	926	41	3530
6	75,6	22	1016	42	3704
6,5	88,7	23	1110	43	3882
7	102,9	24	1209	44	4065
7,5	118	25	1312	45	4252
8	134	26	1419	46	4443
8,5	151	27	1530	47	4638
9	170	28	1646	48	4838
9,5	189	29	1766	49	5042
10	210	30	1890	50	5250
11	254	31	2018		

Телеграфная проволока

		диам.	весыт
1) Железный провод, прока- ленный и промасленный	100 м	5 мм	15,3 kg
	100 м	4 мм	9,7 kg
2) Железный оцинкованный провод	100 м	5 мм	15,6 kg
	100 м	4 мм	10,5 kg
	100 м	3,5 мм	8,4 kg

Крепость на растяжение стальной круглой
проволоки.

Диам. мм	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,25	1,5
Растяг. груз kg	60	80	100	130	165	200	290	410
Диам. мм	2	3	4	5	6	7	8	9
Растяг. груз kg	700	1600	2300	3200	4700	6300	7800	10 000

Трос Будена.

№	Диаметр самого троса		Крепость kg
	qm	mm	
0	1/16	1,59	347
1	1/16	1,59	347
2	3/32	2,38	640
3	7/64	2,78	958
4	1/8	3,18	1273
5	11/64	4,36	1407
6	3/16	4,76	1643

Металл для подшипников. Американские сплавы.

	Сви- нец	Олово	Анти- моний	Медь	Цинк	Различное
Бабит 1	80,0	20,0	—	—	—	
Бабит 2	72,0	21,0	7,0	—	—	
Бабит 3	70,0	10,0	20,0	—	—	
Бабит 4	85	11,5	7,5	0,5	—	
Бабит 5	0,5	68,0	—	1,0	30,5	
Бабит 6	—	20,0	—	—	80,0	
Бабит 7	—	86,0	10,0	4,0	—	
Белый металл	82,0	—	12,0	6,0	—	
Белая бронза	—	64,0	—	2,0	34,0	
Металл-Магно- дия	80,0	4,75	15,0	Следы	—	Висмут=0,25 Железо=0,1
Дельта металл	5,1	2,4	—	92,4	—	

Различные сплавы для подшипников.

Для:	Олово	Сви- нец	Цинк	Анти- моний	Медь	Вис- мут
Динамо, быстроход.	88	—	—	8	3,5	0,5
Судовые машины . .	77	17	—	3	3	—
Эксцентры	5	77,75	—	15	2	0,25
Главные подшипн.	34	44	—	16	6	—
Подводные подш. . .	40	48	—	10	2	—
Скользющие пути . .	65	—	30	2,5	2,5	—
Жел. - дорожн. подш.	42	—	56	—	2	—
Осевые подш.	74,55	13,50	1,80	6,55	3,6	—
Универс. подш.	6	77,75	—	16	—	0,25

Дерево.

Коммерческая классификация дерева.

1. Мягкое дерево — ель, пихта, ольха, тополь, липа, береза.
 2. Твердое дерево — бук, дуб, ясень, орех, вяз.
- Некоторые сорта „твердого дерева“ бывают мягче так наз. „мягкого дерева“.

Структура и нарезание дерева. Поперечный разрез показывает сердцевину, древесину и заболонь. В нем видны радиальные лучи и кольца, показывающие возраст дерева (число колец соответствует числу лет). Продольный разрез по оси показывает сердцевину дерева.

Дерево бывает нарезано или поперек, перпендикулярно к оси, или вдоль оси по диаметру, или хорде поперечного сечения.

Коммерческие размеры леса в России.

Бревна: 10 верш. \times 9 арш.; 8 \times 12; 7 \times 12;
 $6\frac{1}{2} \times 12$; 6 \times 12; $5\frac{1}{2} \times 15$; $5\frac{1}{2} \times 12$;
 5 \times 21; 5 \times 16; 5 \times 12; 5 \times 10;
 $4\frac{1}{2} \times 9$; 4 \times 10; 4 \times 8; $3\frac{1}{2} \times 7$; 3 \times 6.

Брусья: 8 \times 6 верш. \times 21 арш.; 7 \times 6 \times 21;
 8 \times 6 „ \times 18 „ 7 \times 6 \times 18;
 8 \times 6 „ \times 15 „ 8 \times 6 \times 9.

Доски: 2 \times 7 верш. \times 12 арш.;
 2 \times 7 „ \times 9 „
 2 \times 7 „ \times 7 „
 $1\frac{1}{2} \times 7$ „ \times 7 „
 $1\frac{1}{2} \times 6$ „ \times 7 „
 $1\frac{1}{2} \times 5$ „ \times 7 „
 $1\frac{1}{2} \times 5$ „ \times 6 „
 $1\frac{1}{2} \times 6$ „ \times 6 „
 $1\frac{1}{4} \times 6$ „ \times 6 „
 1 \times 6 „ \times 6 „
 $\frac{5}{8} \times 4\frac{1}{2}$ „ \times 6 „
 $\frac{5}{8} \times 4$ „ \times 6 „
 $\frac{5}{8} \times 4$ „ \times 7 „
 $\frac{5}{8} \times 3$ „ \times 6 „
 $\frac{3}{8} \times 2\frac{1}{2}$ „ \times 6 „

$1\frac{1}{2}''$	$\times 3$	верш.	$\times 6$	арш.;
1''	$\times 3$	"	$\times 6$	"
1''	$\times 5$	"	$\times 6$	"
$2\frac{1}{2}''$	$\times 5$	"	$\times 6$	"

Ординарная фанера: толщина от $\frac{1}{2}$ до 1 мм.

Объем бревен в кубических футах.

Толщина верхнего отруба в вершках	Длина бревен в аршинах					
	5	6	7	8	9	10
2	1,01	1,23	1,46	1,70	1,95	2,21
3	2,31	2,83	3,37	3,92	4,48	5,06
4	4,02	4,90	5,84	6,80	7,80	8,84
5	6,18	7,55	9,00	10,5	12,0	13,5
6	8,70	10,6	12,6	14,7	16,9	19,1
7	11,7	14,3	17,0	19,8	22,7	25,7
8	15,0	18,3	21,8	25,4	29,1	32,9
10	22,6	27,4	32,7	38,1	43,7	49,5
12	31,8	38,4	45,6	53,0	61,0	69,9
15	47,3	57,3	68,2	79,3	90,7	102
Толщина верхнего отруба в вершках	Длина бревен в аршинах					
	12	15	16	18	20	30
2	2,75	3,62	3,93	4,56	5,21	9,00
3	6,27	8,23	8,91	10,3	11,9	20,4
4	11,0	14,4	15,6	18,1	20,7	35,7
5	16,8	22,1	24,0	28,0	32,0	55,2
6	23,8	31,3	33,9	39,5	45,3	78,4
7	32,0	42,2	45,8	53,2	60,9	105
8	40,5	53,3	58,0	68,0	78,5	136
10	61,8	81,7	89,0	104	119	—
12	86,3	113	123	144	163	—
15	129	—	—	—	—	—

Объем круглых и призматических бревен в кубических метрах.

d — средний диаметр бревна в см.

u — средняя окружность " "

s — сторона наибольшего квадратного сечения в см

b . h — высота и ширина наиб. прямоуго. " " "

G_1 — обем круглого бревна
 G_2 — „ квадратного „
 G_3 — „ прямоугольного бревна

d	u	s	bh	G_1	G_2	G_3	d	u	s	bh	G_1	G_2	G_3
10	31	7	6.8	0,079	0,0490	0,040	40	126	28	23.33	1,257	0,784	0,759
12	38	8	7.10	0,118	0,0640	0,070	42	132	30	24.34	1,385	0,900	0,816
14	44	10	8.11	0,154	0,1000	0,088	44	138	31	25.36	1,521	0,961	0,900
16	50	11	9.13	0,201	0,1210	0,117	46	144	33	27.38	1,662	1,089	1,026
18	56	13	10.15	0,264	0,1690	0,150	48	151	34	28.39	1,810	1,156	1,092
20	63	14	12.16	0,314	0,1960	0,192	50	157	35	29.41	1,963	1,225	1,189
22	69	16	13.18	0,380	0,2560	0,234	52	163	37	30.42	2,124	1,369	1,260
24	75	17	14.20	0,452	0,284	0,280	54	170	38	31.44	2,290	1,444	1,361
26	82	18	15.21	0,531	0,324	0,315	56	176	40	32.46	2,463	1,600	1,472
28	88	20	16.23	0,616	0,400	0,368	58	182	41	33.47	2,642	1,681	1,551
30	94	21	17.24	0,707	0,441	0,408	60	188	42	35.49	2,827	1,764	1,715
32	100	23	18.26	0,804	0,529	0,468	62	195	44	36.51	3,019	1,936	1,836
34	107	24	20.28	0,908	0,576	0,560	64	201	45	37.52	3,217	2,025	1,924
36	113	25	21.29	1,018	0,625	0,609	66	207	47	38.54	3,421	2,209	2,052
38	119	27	22.31	1,134	0,729	0,682	68	214	48	39.56	3,632	2,304	2,184

Таблица веса, в пудах, сосновых полусуших бревен, по их длине и толщине в отрубках.

Толщина в верхк.	Длина бревен в сажнях								
	1	1 $\frac{1}{2}$	2	3	4	5	6	7	8
4	2,29	3,61	5,04	8,3	12,09	16,43	21,46	27,12	33,49
4 $\frac{1}{2}$	2,83	4,45	6,16	10	14,48	19,48	25,35	31,93	39
5	3,51	5,45	7,59	10,28	17,55	23,56	30,22	37,65	46,17
5 $\frac{1}{2}$	4,2	6,48	8,94	14,26	20,43	27,24	35,36	43,67	53
6	4,76	7,72	10,56	17	23,09	31,88	40,8	49,83	60,49
6 $\frac{1}{2}$	5,87	8,95	11,99	19,11	26,99	35,34	44,98	55,38	66,4
7	6,59	10,16	13,97	21,91	30,86	40,58	51,31	64,79	77,26
7 $\frac{1}{2}$	7,65	11,84	16,04	25,62	35,45	46,69	59,22	72,45	88,03
8	8,82	13,32	18,3	28,7	40,27	52,83	66,39	80,92	96,72
8 $\frac{1}{2}$	9,81	14,95	20,36	31,85	44,45	58,37	72,64	88,69	105,13
9	10,84	16,07	22,71	35,65	40,19	64.1	80,48	97,68	115,91
10	13,83	21,14	28,72	44,68	62,14	80,46	99,75	121,03	143,64
11	16,03	24,7	33,32	51,38	71,62	92,34	114,9	138,51	163,17
12	19,2	29,24	39,89	61,76	84,26	109,05	135,9	162,39	190,92

Вес бревна, которого размеры не находятся в таблице, определяется по формуле:

$$P = 0,13 m \cdot d^3 [1 + 0,4 m (1 + 0,13 m)]$$

где P — вес бревна в пудах, d — толщина его в отрубе в вершках,

$$m = \frac{L}{d},$$

L — длина бревна в саженьях. Куб. фут. полусухой сосны принят в 1,12 пуд. Вес бревна всякой другой породы получается через умножение чисел таблицы на отношение удельного веса той породы к удельному весу полусухой сосны. Таким образом для определения веса березовых кряжей числа таблицы следует умножить на

$$\frac{1,23}{1,12} = 1,098,$$

а для лиственницы на

$$\frac{0,99}{1,12} = 0,884,$$

где 1,23 есть вес куб. фута березы, а 0,99 лиственницы.

Вес полусухих досок, жердей и кольев.

Вес 1 пог. сажени в пудах.

Ширина в дюймах	Толщина в дюймах							
	1/2	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4
7	0,19	0,38	0,57	0,76	0,95	1,14	1,33	1,52
8	0,22	0,43	0,65	0,86	1,1	1,29	1,50	1,72
9	0,25	0,49	0,74	0,98	1,23	1,47	1,72	1,96
10	0,27	0,54	0,81	1,1	1,35	1,62	1,90	2,16
11	0,30	0,60	0,90	1,2	1,5	1,80	2,10	2,40
12	0,33	0,66	0,99	1,33	1,65	1,98	2,31	2,64

Для телеграфных столбов применяется сосна, ель или лиственница. Диаметр в верхнем отрубе 15 см. Длина 7, 8,5 и 10 м

Естественная сушка дерева длится от 1 до 4-х лет.

Искусственная происходит при 40—50° и требует на каждые 10 см толщины дерева ок. 4-х недель времени.

Предохранение дерева от соприкосновения с кладкой стен происходит обмазыванием касающихся частей смолой или масляной краской.

Вообще предохранение дерева обычно состоит в пропитывании дерева креозотом или некоторыми солями металлов, как напр.: хлористым цинком, медным купоросом.

Пропитывание креозотом считается лучшим предохранением для балок и шпал. Оно заключается в пропитывании дерева маслом угольной смолы или самим креозотом, получаемым путем дистилляции древесного дегтя. Дерево помещают сперва в цилиндры и подвергают давлению пара. По истечении 5—7 часов, цилиндры опоражнивают насосом и наполняют маслом при температуре ок. 70° С. В масле дерево держится до тех пор пока оно не перестанет впитывать его, о чем судят по падающему уровню жидкости. Общая продолжительность работ приблизительно равна 24 часам. Расход масла бывает различен в зависимости от породы дерева и сезона; он колеблется между 5—12 и даже 18 англ. фунтами на 1 куб. фут.

Предохранение растворами солей состоит в пропитывании дерева $Zn Cl_2$ таким же образом, как и креозотом. Расход $Zn Cl_2$ бывает около 24 англ. фунта на 1 куб. фут.

Наравне с $Zn Cl_2$ можно применять также $Hg_2 Cl_2$ и $Cu SO_4$.

Огнеупорным становится дерево при пропитывании $Fe_2 SO_4$, $Ca SO_4$ или $N_{a_2} SO_4$.

Продолжительность службы натурального дерева колеблется между 3—9 годами. Исключение составляет дуб, продолжительность службы которого 15—20 лет. Предохраненное дерево служит в 2—3 раза дольше.

Топливо.

Твердое топливо.

Материал	В 1 куб. саж. пудов	В 1000 пудах. куб. сажень
Дрова хвойные, годовалые	225	4,444
" " сырые	275	3,636
" березов. и ольх. годовалые	300	3,333
Дрова березовые и ольховые сырые	375	2,667
Уголь изъ хвойного леса (45 четв.)	100	10
" дубовый	145	6,897
" березовый	134	7,463
" каменный	670	1,493
" антрацит	1066	0,938
Торф сухой	230	4,348
" влажный	470	2,128
Дрова однополесные дл. 12 верш. :		
Дрова сосновые и еловые, го- довалые	56	17,857
Дрова сосновые, еловые све- жие	70	14,286
Дрова березовые и ольховые годовалые	75	13,333
Дрова березовые и ольховые, свежие	94	10,638

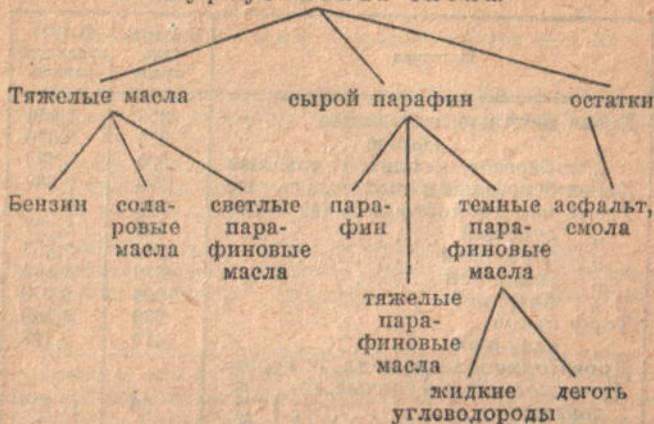
в квадр. сажени

Главнейшие жидкие горючие материалы.

Сырая нефть.



Буроугольная смола.



Каменноугольная смола.



Вес и теплопроизводительность газообразных и жидких горючих.

Заклученное в скобки относится к жидким горючим материалам	Удельн. вес в kg/m ³ (kg/tr.)	Плот- ность относит. воздуха = 1	Удельн. объем m ³ /kg (tr./kg)	Нижняя теплопроизво- дительность H ₂ 1 m ³ | 1 kg горючего		Теоретический расход воздуха на:		Теплопроизводительность 1 m ³ смеси горючего с воздухом при избытке воздуха в:							
				Е. Т.	Е. Т.	1 m ³	1 kg	без	25%	50%	75%	100%	125%	150%	
				Е. Т.	Е. Т.	m ³	kg	Е.Т.	Е.Т.	Е.Т.	Е.Т.	Е.Т.	Е.Т.	Е.Т.	Е.Т.
Светильный газ	0,52	0,40	1,92	5 000	9 700	5,25	13,2	800	860	565	490	435	390	355	
Жировой газ	0,90	0,60	1,11	9 000	10 000	9,50	14,0	860	700	690	510	450	400	360	
Газ из кокса	1,20	0,93	0,83	1 200	1 000	1,00	1,10	600	525	470	425	400	360	340	
Газ из антрацита	1,05	0,80	0,95	1 300	1 250	1,15	1,45	605	530	475	430	405	365	340	
Доменный газ	1,26	0,98	0,795	900	730	0,70	0,72	530	480	440	405	375	350	330	
Домен. коксовый газ	0,465	0,36	2,15	4 850	10 000	5,00	14,0	810	670	570	500	440	430	390	
Болотный газ	1,00	0,78	1,00	2 470	2 450	2,40	3,00	725	620	540	475	425	390	355	
Ацетилен	1,17	0,91	0,855	13 000	11 000	11,9	13,2	1 010	820	690	595	525	470	425	
Сырые масла и остат.	0,86	—	1,163	8 600	19 000	}		625	500	425	365	325	290	260	
Керосин, светильный	0,80	—	1,250	8 400	10 500	}		655	530	450	385	340	300	270	
Бензин	0,69	—	1,450	7 250	10 500	}		655	530	450	385	340	300	270	
Алкоголь (100%)	0,794	—	1,261	5 150	6 480	}		670	545	460	400	355	315	285	
90%	0,834	—	1,199	4 635	5 550	}		575	465	395	340	300	270	245	
Спирт { 85%	0,82	—	1,177	4 380	5 150	}		535	435	365	315	280	250	230	

Набивочный материал.

Набивка из металлических проволок есть шнур, сплетенный из тонких латунных проволок. Шнур вкладывается спиралью в сальник. Набивка годна для высоких давлений, не затвердевает, легко вынимается и не портит стержень.

Свинцовая набивка состоит из свинцовых патентованных проволок. В связи с графитом и салом применяется к паровым машинам.

Азбестовая набивка — из круглых квадратных веревок перед закладыванием хорошо пропитывается минеральным маслом.

Пеньковая набивка должна быть мягка и хорошо проварена в сале.

Набивка фланцевых соединений состоит из простого картона пропитанного олифой или из азбестового картона. Последний не пригоден для давлений выше 8 атмосфер. В последнем случае применяется волнообразные металлические кольца, заполненные смесью графита и азбеста. Кроме того применяются еще резина с кольцевыми прокладками и свинцовые пластины.

Для набивки труб с раструбами применяют пеньковую веревку, пропитанную нефтью или смолой, в соединении с цемянкой. Эта набивка пригодна только для газо- и водопроводных труб и обладает тем преимуществом, что допускает удлинение труб.

Изоляционный материал.

Для изоляции труб проводящих пар или горячую воду готовят следующую несгораемую обшивку. Трубы обматываются хорошо вымытыми мешками, разрезанными на полосы. Поверх наматывают второй слой предварительно пропитанный в растворе натрового стекла 30—35° *Be*. Эта обшивка не загорается даже при непосредственном соприкосновении с огнем.

Для цилиндров, котлов, а также и паропроводных труб применяется часто обшивка пробковой массой. Перемешивают измельченное пробковое дерево 90 ч., тяжелый шпат 170 ч. и кремнекислый натрий 140 ч. При засыхании масса теряет 25% своего веса.

Для той же цели служит пробково-азбестовая масса, состоящая из пробковой муки 40 ч., каолина 40 ч., коротких азбестовых волокон 15 ч. и картофельной муки 5 ч. Все перемалывается в течении 20 минут и смешивается с горячей водой. Густое тесто несколько раз под ряд наносится на горячий предмет.

Копировальная бумага.

2 части *Kolium-Burusicum-rubrum* (препарат красной кровяной соли) и 3 части *Ferrum-citricum-Ammoniatum* растворяются каждая в 12 частях воды и затем смешиваются. При помощи кисти покрывается этой жидкостью любая чертежная бумага и просушивается. Сушка продолжается несколько часов. Далее бумага накладывается покрытой стороной на обведенный тушью чертеж и кладется на солнце. Через несколько часов бумага становится синей и чертеж появляется на ней белыми линиями.

Более простым способом копировальная бумага готовится так. В половине стакана скипидара растворяют кусок светложелтого воска в 1 куб. дм. В этот раствор погружают папиросную бумагу. После двух-трех дней сушки бумага готова.

Алфавитный указатель

	А	Стр:
Абсолютная температура		116
Автомоб. двигатели		196
Авуардипуа		30, 31
Агат		256
Адиабата		125
Азбест		122, 256
Азот	121, 253,	262
Аккумуляторы		242
Алгебраические формулы		36
Алебастр		256
Алкоголь	117, 118, 119, 121, 122, 126, 259,	289
Аллюминий	117, 118, 119, 122, 205, 253,	255
Аллюминиевая проволока		280
Американские меры		31
" сплавы		281
Аммиак		262
Ампер		203
Английские меры		29
Антимоний		205, 281
Антрацит		180, 289
Аптекарекие веса		30
Аргон		253
Архимеда закон		74
Асинхронные моторы	219, 228, 229,	230
Асфальт		256
Атмосферный воздух		258
Атмосферное давление		87
Атомные веса		253
Ацетилен	126, 262,	289
Аэропланые стойки		90
" крылья		90

Б

	Стр.
Бабит	255, 281
Базальт	256
Балата	155
Барий	119
Балки	104, 105, 106, 107
„ железобетонные	245
Бамбук	260
Баррель	31
Барий	254, 255
Бензин	197, 259, 287, 289
Бензол	117, 119, 120, 121, 126, 130, 197, 259, 287
Береза	260, 282
Бериллий	253
Бетон	244, 256
Биномы	38
Бойля закон	124
Болотный газ	262, 289
Болты	133, 136, 141
Бор	253
Бочка	46, 263
Бревна	262, 282
Брикеты	262
Бром	253
Бронза	73, 117, 119, 175, 255
Бронзовая проволока	279
Брусья	97, 109, 282
Бук	260, 282
Бунзена элемент	242
Бумага	258
„ копиров.	291
Бульж. камень	256
Бурый железняк	262
„ уголь	180, 181, 262
Бутовая кладка	256
Бура	256
Бушель	31

В

Вайсбах (коэф. истечения)	77, 81
Вакуум	198
Вал	138, 142
Ванадий	253
Ватт	203
Ведро	28
Вентили	82
Веревочный многоугольник	62

	Стр.
Веретенообразные тела	90
Вес (меры)	27—34
„ генераторов	216
„ дерев. шкивов	159
„ двигат. внутр. сгорания	195
„ желез. заклел. головок	131
„ желез. и медных труб	277
„ свинцовых труб	277
„ квадр. и кругл. железа	264
„ листового железа	265
„ различных руд	261
„ чугунных фасонных частей	274
„ проволоки красной меди	278
„ латунной и бронзовой проволоки	279
„ алюминиевой проволоки	280
„ бревен	284
„ досок	285
„ топлива	287, 289
„ электромоторов	218
„ удельный	255
„ удельный газов и паров	262
Ветер (течение)	89
Винты	133
Висмут	117, 119, 205, 254, 255
Витворта нарезка	134, 135
Вкладыши	140
Вода	117, 121, 122, 126, 198, 259
„ движ. по заполненным трубопроводам	80
„ обмер	86
Водород	119, 121, 124, 126, 130, 205, 253, 262
Водослив	84
Водосток	79
Водотруб. котлы	183
Водяной дюйм	87
„ пар	124, 128, 129
Водяное пространство	180
Войлок	122
Вольт	203
Вольфрам	254
Воск	258
Вотан-лампы	239
Вращение, параболоид	45
Воздух, давление	87
„ сопротив.	88
Вращение около неподвижной оси	66
Втулки	145
Выпрямл. момент	75
Вязь	260

Г

	Стр.
Газы	124, 128, 130, 198, 262, 289
Газовые трубы	276
Газолин	287
Газолиновые двигатели	195, 197
Галилея закон	55
Галлий	252
Галля цепь	167
Гальв. элементы	242
Гей-Люссака закон	124
Гелий	119, 124, 126, 258
Генератор	213
Генри	203
Геометрия	40
Геркена ремни	153
Германий	252
Гибкий вал	145
Гидравлическое давление	84
Гидродинамика	76
Гидростатика	74
Гилля сцепн. муфта	151
Гиллол	288
Гипербола	48
Гиоциклоида	48
Гипс	256
Гистерезис	207
Глицерин	119, 120, 121, 122, 259
Глина	96, 122, 256, 261
Гониометрические формулы	49
Головки заклепочн.	131
Горелки	241
Горение	129, 180
Градусы	114
Гравий	250
Графит	118, 250
Графическая статика	62
Гранит	96, 256, 261
Гrove элемент	242
Гука закон	92
Гутаперча	259
Гульдена правило	47

Д

Давление атмосферы	87
„ гидравлическое	84
„ гидростатическое	74

	Стр.
Давление индикаторное	186
" измерение	87
" критическое	126
" при насыщении	127
Двигатели автомобильные	196, 197
" внутреннего сгорания	189—197
" газогенераторные	190
" двухтактные	190
" Дизеля	191, 192
" постоянного давления	190, 191
" " объема	190
" определения главных размеров	195
" топлива, различные	194
" степень полезного действия	197
Движение брошенного тела	59
" в трубопроводах	80, 81
" воды в реках и каналах	82, 83
" воздуха по трубам	87
" законы	58, 59, 60
" криволинейное	59
" круговое	60
" маятника	60
" равномерное	58
" сложное	60
" ускоренное	58
Двугавровое железо	269
Двух-тактные двигатели	190
" — фазный ток	211
" цилиндры паровые машины	186
Деготь каменноугольный	288
Дельта металл	281
Дерево в торговле	282
" вес	260, 284, 285
" допускаемое напряжение	96, 98
" объемное содержание бревен	283
" предохранение	286
" пропитывание	286
" размеры	282
" сорта удельного веса	260
" сушка	286
" теплопроизводительность	130
Деревянные зубья колес	172, 173
" бревна	282, 283
Десятина	28
Детали машин	131
" " винты	133, 136
" " заклепки	131, 133
" " канатные ременные передачи	151—164

	Стр.
Детали машин канаты пеньковые	161
„ „ „ проволочные	160
„ „ клинья	137
„ „ колеса зубчатые	169
„ „ колеса фрикционные	150
„ „ кривошипный механизм	167
„ „ муфты сцепные	145
„ „ оси и валы	142
„ „ подшипники	140
„ „ „ шариковые	141
„ „ поршни, сальники и клапаны	177
„ „ цепи	165
„ „ „ шарнирные Галя	165
„ „ „ Ренольда	166
„ „ цепные шкивы	166
„ „ шатуны	169
„ „ эксцентрики	168
Деформация	92
Джауля закон	204
Дизеля двигатель	191, 196
Динамика	65
„ газов	87
„ движение	58—65
„ момент инерции и момент центробежный	67
„ основные законы	65
„ удар	69
Динамика капельно-жидких тел	76
„ „ „ гидравлическое давле- ние и работа вытекающей струи	84
Динамика капельно-жидких тел движение воды по заполненным трубопроводам	80
Динамика капельно-жидких тел движение воды в реках и каналах	82
Динамика капельно-жидких тел истечение из отвер- стий в сосудах и пластинах	76
Динамика капельно-жидких тел отверстия с круг- лыми насадками	79
Динамика капельно-жидких тел слив совершен- ный и несовершенный	84
Динамомашинa	211
„ компаунд	212
„ последовательные	211
„ шунтовые	211
„ уход	214
„ якорь	213
Дифференциальное и интегральное исчисление	53
Диаграммы рабоч. двигателей внутр. сгорания	190

	Стр.
Диаграммы паровых машин	185
Длина дуги хорды и высот. дуги	21
Длины меры	27, 29, 31, 32, 35
Допускаемая нагрузка	95, 96
Допускаемое напряжение	95, 96
Допускаемый момент кручения	107
Древесный уголь	287
Дуб	96, 260
Дуга круговая длина	21
Дымовая труба	182
Дымогарные трубы	183
Дюймы английские	32, 35, 29
" водяные	87
" в сантиметры	32

Е

Единица массы	55
" корни из единиц	1—21
" мер	27—35
" мер и веса различ. стран	27—35
" работы	57
" теплоты	114
Ель вес	260

Ж

Железо допускаемое напряжение	94, 96, 98
" вес удельный	255
" двутавровое	269
" корытное	270
" круглое, квадратное; вес	264
" провод железный	280
" проволока стальная	280
Железная руда	261
Железо неравнобокое, угловое	268
Железные листы	265
" трубы	271
Железо равнобокое, угловое	266
" сортовое	264—271
" тавровое	270
Железобетон	244
" агрегат	244
" допускаемое напряжение	245
" расчет балок	245
" смесь	244
Живая сила	56
Жидкое топливо	130, 287, 288

	Стр.
Жидкость меры	28, 30, 31
Жидкость: расширение от теплоты	117
„ удельный вес	259

3

Заклепки	131
„ вес железных заклепок	131
Заклепочные соединения	132
Закон Бойля Мариотта	124
„ Гей-Люссака	124
„ Джауля	204
„ Кирхгофа I	204
„ „ II	206
„ Ньютона	55
„ Ома	209
„ Сохранения энергии	56
„ термодинамики	123
„ тяжести	55
„ Фарадея	204
Замерзания точка	119
Заряд аккумуляторов	242
Зацепление зубчатое	169
„ циклоидальное	171
„ эвольвентное	171
Земля вес	256
Золото	255
Зубчатые колеса	169
„ „ выбор между эвольвентой и цик- лоидой	171
Зубчатые колеса модуль деления	170

И

Известь	257
Изгибающий момент	100
Изгиб допускаемый напряжения	95, 96, 97, 98
Изгиб продольный	98
„ рессоры	110
Изоляция тепловая	122
Изменение состояния газов	125
„ „ паров	126
„ „ тел от теплоты	116
Изотерма	125
Индикаторная мощность	184
Индукция	206, 207
Инерции момент	67, 102, 68
Ижектор	199

	Стр.
Интегральное исчисление	53
Истечение воды из сосудов и пластин	76
" " " наконечника	79
" газов и паров	128

К

Калиброванные цепи	165
Калория	118
Камни вес	256
Каменный уголь	180, 181
Канаты	160, 161
Канатные передачи	159
Карданные соединения	147
Карно круговой процесс	125
Каскадные двигатели	220
Квадратные корни	1—21
Квадратные метры в квадр. футах и ярдах	32
" сантиметры в квадр. дюймах	32
Кварц	257, 261
Керосин	180, 194, 259
Килограмм	27
" в фунты	33
Килограммометр	57
Километры	27
Километры в морских милях	32
Киловатт	57
Кинетическая энергия	56
Кипение, температура	121
Кислород	253
Клапаны	179
Кожа вес	259
Кожанные ремни	151
Колеса зубчатые	169
" фрикционные	149
Коллектор	214
Кольцевая смазка	140
Компаунд динамомашин	213
" паровые машины	186
Коническая пружина	111
Корни алгебраические квадр. и куб	1—23
Корытное железо	270
Косинус	49, 3, 24
Котангенс	25, 26, 49
Котлы паровые	180
Коэффициент трения	71
" скользящего трения	73
Красная медь	255
" " провода	278

	Стр.
Крейцкопф	168
Кривошип	168
Критическая температура	126
давление	126
Круг, длина	1 — 21
Круговая дуга	21
Круговой процесс Карно	125
Круглое железо	264
Крутящий момент, допускаемый	107
Кручение	107
Кубические корни	1 — 21
" меры, перевод	32
Кулон	201

Л

Лампы электрические	239
" дуговые	239
" Вотан	239
" Нерст	239
" Осрам	239
" Тантал	239
" электрические расход тока	240
" " ртутные	240
" " свет Мура	240
" газокалильные	241
" керосиновые	241
" спирто-калильные	241
Латунь	255
Латунная и бронзовая проволока, вес	279
Листы железные	265
" цинковые	265
Литры	27
Логарифмы	1 — 21
Лошадиная сила	204, 57
Лучеиспускание теплоты	123

М

Магнадин	281
Магnezия	255
Магнитизм	206
Магнитная индукция	206
Магнитное поле	207
Мариотта закон	124
Масла горючие	287 — 288
Масса	55
Материалы	253
веса удельные	255
дерева	260, 282 — 286

	Стр.
Материалы камни и земли	256
" изоляцияционные тепловые	122
" металлы	255
" химические элементы	253, 254
Машины паровые	184
" рабочие	200, 202
Маятник	60
Металл для подшипников	281
" веса	255
" дельта	281
Металлическая набивка сальников	290
" сплавы	281
Метацентр	75
Метр	27
Механика газообразных тел	87
" капельно жидких тел, статика	74
" " " " динамика	76
" твердых тел	58
" " " движения	58
" " " динамика	65
" " " статика	60
Механический эквивалент тепла	123
Миллиметры	27
Миля морская	29
Многоугольник веревочный	62
Модуль упругости	93
Момент инерции	67, 102 — 68
" " сечений разных	68
" " употребительных сечений	102 — 106
" сопротивления изгибу	106
" " кручению	107
Момент пары сил	62
Моторы электрические	216
Мощность	184
Мура свет	210
Муфта сцепная для валов	145
" Домен де Блана	149
" Гилля	151
" дисковая	145
" Селлера	146
" Цадель Фойгта	147, 148
" шарнирная	147
Медь желтая, трубы	277
Меры	27 — 35

Н

Набивка	290
Чажим Прони	184

	Стр.
Напряжение допускаемое	95 — 96
„ электрическое	201
Нарезка винтовая	133
„ Витворта	134, 131
„ газовая	135
„ для механических приборов	136
„ Селлерса	134
„ интернациональная	134
Насосы	198
Нейтральный слой	100
Нефть	287
Нефтяные продукты	287
Ньютона бином	38
„ закон	55

О

Объемные веса материалов	255
Одноцилиндровые паровые машины	187
Окружность круга	1—21
Ом	201
Ома закон	204
Освещение	241
Осрамовы лампы	239
Охладительные смеси	120

П

Падение свободное	55
Пара сил	62
Параллелограм сил	61
Паровые котлы	180
„ „ водотрубные	183
„ „ с дымогарными трубами	183
„ „ цилиндрические	182
„ „ чистка	183
Паровые машины	184
„ „ давление индикаторное	185
„ „ двухцилиндровые	187
„ „ диаграмма	185
„ „ компаунд	186
„ „ наполнение	186
„ „ одноцилиндровые	187
„ „ расход тепла и угля	187
Паровая турбина	187
„ „ мощность	187
Пар	126
„ давление водяного насыщ. пара	127
„ насыщенный	127

	Стр.
Паскаля закон	74
Пеньковые канаты	161
Перевод мер	32—34
Перегретый пар	126
Передача зубчатая	170
" канатная	160
" силы штангами	167
Переменный ток	208
" " графическое изображение	208
Песок	258
Песчанник	258
Плавление тел	119
Поверхности единицы	28, 29, 31, 32
" центр тяжести	64
" шаровая	42
Подпятники	139
Подшипники	140
" вкладыш	140
" металл для	281
" Селлера	141
" шариковые	141, 142
Поле магнитное	207
Политропа	125
Полюса	215
Поршни	177
" евое кольцо	177
" " трение манжет	178
Последовательная динамомашинa	211
Постоянная для газов	124
Предохранение дерева	286
Проводники электрические	205, 278, 280
Проволока алюминиевая	280
" бронзовая	279
" красной меди	278
" стальная	280
" телеграфная	280
Проволочные канаты	162, 163
Продольный изгиб	97
Производительность двигат. внутр. сгорания	192
" индикаторная	184
Профильное железо	264—271
Процесс Карно	125
Пусковое приспособление для электромоторов	232

Р

Работа	57
" единица	57, 204

	Стр.
Работа тепла	57, 126,
" электрическая	201
Рабочие машины	200
" станки для обработки металлов	200
Равновесие сил	61
" судов	75
" тел	61
Равнодействующая сила	61
Радиальная турбина	188
Растяжение сопротивления	97
Расход топлива	187
Расширение газов	116
" жидких тел	117
" твердых " линейное	117
Револьверный токарный станок	200
Регулирование электр. моторов	232
Резервуары расчет	113
Ременная передача	151
Ременные шкивы	157
" " деревянные	159
Ремни Балата	155
" кожаные	153
" резиновые	154
" стальные	155
" хлопчато-бумаж.	154
Ренольда цепь	166
Ренты	39
Рессоры сопротивление их	110
Руды различные	261
Решение уравнений	36

С

Сажени	28
Сальники	178
" набивка	290
Самондукция	207
Сантиметр	27
" перевод в другие меры	32, 35
Сверлильные станки	201
Свинец	256
Свинцовые трубы	277
Свободное падение	55
Свойство различных систем тока и выбор машин	221
Светильный газ	194
Свет	241
Сдвиг	93
Селлерса винтовая нарезка	134

	Стр.
Сжатие в двигателях внутр. сгорания	189
„ сопротивление	97
Сила	55
„ живая	56, 66
„ лошадиная	57, 204
„ тока	58, 203
„ многоугольник	62, 63
„ пары	62
„ равнодействующая	61
„ разложения	61
„ равновесия	61
„ тяжести	55
„ центробежная	67
Синхронные моторы	231, 219, 229
Синус	23, 24, 49
Скольжения трение	73
Скорость	59
„ воды в реках и каналах	83
„ воздуха в трубах	87
„ свободно падающего тела	56
Скручивание	107
„ и изгиб	109
Смоляные масла	288
Совершенный газ	124
Сопротивление воздуха	88
„ металлов электрич.	205
„ материал для балок	92
„ — я момент	102
„ разрыву	94
„ электрическое	203
Сплавы для подшипников	281
Сравнительные таблицы мер	32—34
Срезывания сопротивления	101
Станки для обработки металлов	200—202
Статика газообразных тел	87
„ жидких тел	74
„ твердых „	60
Степени алгебраические	36
Степень полезного действия различных машин	197
Струя водяная	84

Т

Таблица перевода мер	32
Тавровое железо	270
Тангенс	49, 25, 26
Телеграфная проволока	280
Температура абсолютная	116

	Стр.
Температура измерения	114
" критическая	126
Теплота	114
" парообразования	127
" механический эквивалент	123
" удельная твердых и жидких тел	118
Теплопроизводительность топлива	130
Термодинамика	123
Токарные станки	200
Тонна	27
Топлива	130, 194, 287
Торф	287
Точка плавления	119
Трансформаторы	235
Треңие	71
" коэффициенты	73
" манжет	178
" скользящее	73
Трехфазный ток	210, 223
Трехфазные генераторы	223
Треугольник	40
" центр тяжести	63
Тригонометрические формулы	50, 51
Трубы железные, водопарительные	271, 276
" дымовые	182
" медные	277
" свинцовые	277
" чугунные	272
Трубопровод, движение воды в нем	80
" " воздуха	87
Турбины паровые	187
Тяжесть ускорение ее	56

У

Уголь	287
Угольные лампы	239, 241
Удар, прямой	69
" упругих тел	70
Удлинение	92
Удельные веса	255
Удельная теплота	118
Упругости предел	93
Усадка линейная при застывании	117
Ускорение	55, 58
" нормальное	59
" тангенциальное	59

	Стр.
Ф	
Фазы	210
Фарад	203
Фасонные части труб	274
Формулы алгебраические	36
" дифференциального и интегрального исчисления	53
" тригонометрические	49
Фрезерные станки	201
Фрикционные муфты	150
Фунты	28, 30
Футы	28, 29

Х

Химические элементы	253
Холодильные смеси	120
Хорды	21

Ц

Цапфы	139
Центробежная сила	67
Центробежные моменты	67
Центр тяжести, линий	63
" " площадей	64
Циклоида	48, 171
Цилиндрические котлы	182
Цодель Фойгта муфта	147, 148
Цепи круглого железа	164
" Галля	165
" Ренольда	166
" Цобеля	166

Ч

Частота тока	210
Четырехтактный двигатель	190
Чугун допускаемые напряжения	94, 95, 96
" трубы	272—275

Ш

Шар об'ем	42
Шатун	169
Шкивы	157
" деревянные	159

Щ

	Стр.
Щетки динамомашин	214

Э

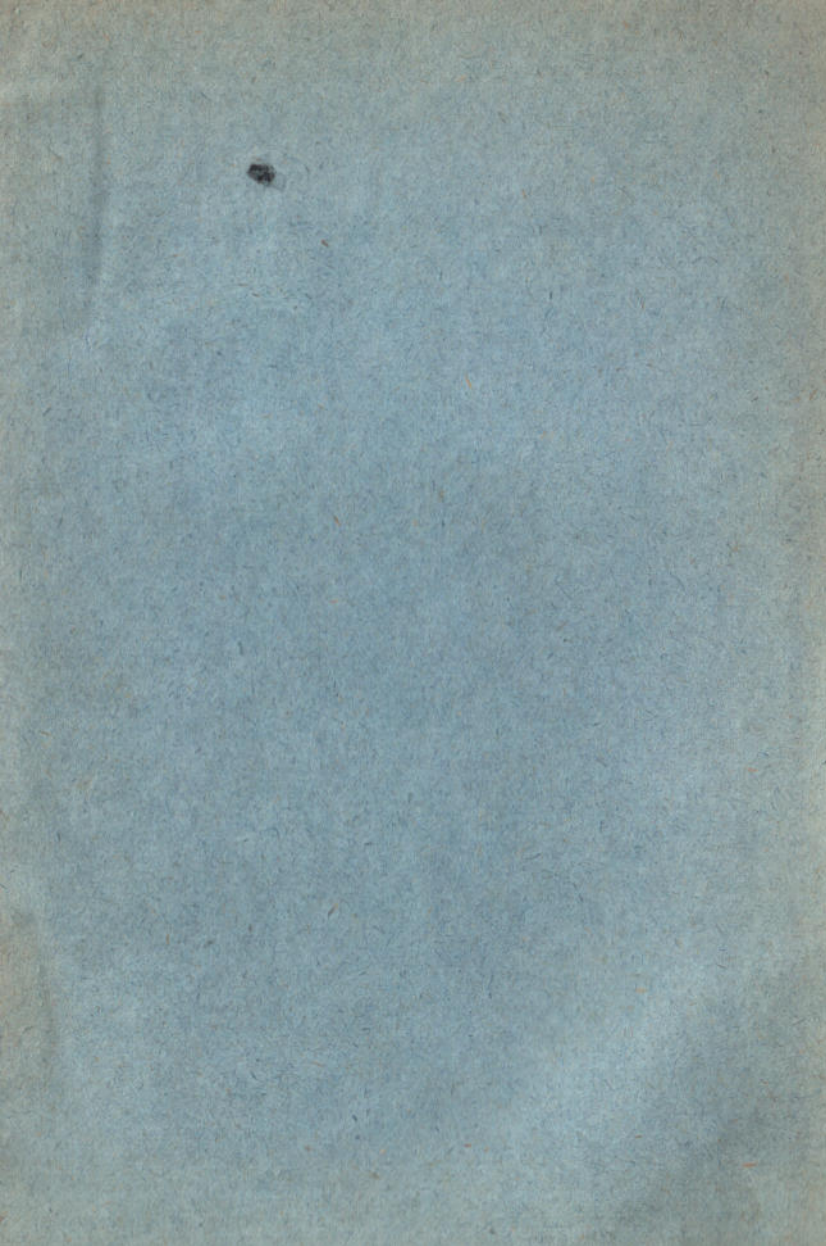
Эксцентрик	168
Электрическое сопротивление	203, 205
Электрический аккумулятор	242
Электрические лампы	239
" моторы	216
Элементы химические	253
Эллипс	47
Энергия	56
" кинетическая	56
" механическая	57
" электрическая	57, 203
Эпициклоида	47

Я

Якорь электрич. машин	211, 213
---------------------------------	----------

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК







Цена 1 р. 60 к.
в перепл. 1 р. 85 к.

СКЛАД ИЗДАНИЯ:
ИЗДАТЕЛЬСТВО „ОДЕСПОЛИГРАФ“
ОДЕССА, ул. Жуковского, № 21. Телефон 12-25.