

А. П. ФЕДОТИКОВ

КРАТКИЙ
СПРАВОЧНИК
ТЕХНОЛОГА-
МАШИНОСТРОИТЕЛЯ

(Издание 2-е переработанное)

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ОБОРОНГИЗ

Москва 1960

ПРЕДИСЛОВИЕ

Краткий справочник технолога-машиностроителя предназначен в основном для инженеров и техников серийных и опытных машиностроительных заводов и конструкторских бюро авиационной промышленности, а также может быть использован студентами высших технических учебных заведений и учащимися техникумов при разработке курсовых проектов и при дипломном проектировании.

Справочный материал подобран по основным разделам технологии, наиболее актуальным для современного процесса производства на серийных и опытных заводах и в ОКБ.

Универсальность приводимых в справочнике сведений определяется сложностью современного процесса производства в машиностроении и объясняется также разнообразием технических задач, возникающих перед технологами на производстве. Однако и для технологов специального профиля подобранный в данном справочнике материал будет представлять интерес. Ввиду ограниченности объема справочника автор приводит несколько сокращенные сведения, взятые из первоисточников в виде соответствующих ГОСТов, а также отраслевых нормативов (АН), производственных инструкций (ПИ), руководящих технических материалов (РТМ), разработанных Научно-исследовательским институтом технологии и организации производства.

Рецензент доцент Р. М. Тарасевич

Редактор инж. М. В. Чанцев

Зав. редакцией инж. С. Д. Красильников

Сведения по металлам и сплавам даются в меньшем объеме, чем в справочнике технолога-машиностроителя под редакцией канд. техн. наук А. И. Малова (т. II, Машгиз, 1959), но дополнены данными по жаропрочным и титановым сплавам, которые находят все большее применение в производстве.

По неметаллическим материалам сведения взяты из книги «Неметаллические материалы и их применение в авиации» под общей редакцией М. П. Лосева и Е. Б. Тростянской (Оборонгиз, 1958).

Все замечания и пожелания по настоящему справочнику просьба направлять по адресу: Москва, И-51, Петровка, 24, Оборонгиз.

Автор

1. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЙ, ФИЗИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1. Условные обозначения и размерности некоторых физических величин и коэффициентов

Наименование	Обозначение	Принятая размерность
Вес:		
— молекулярный	μ	г/моль
— удельный	γ	г/см ³
Время	t	сек.
Давление	P	кг/см ²
Длина волны	λ	м
Коэффициент:		
— вязкости жидкости	ν	кг/см · сек
— кинематической вязкости	ν	см ² /сек
— полезного действия	η	—
— Пуассона	ν	—
— линейного расширения	α	1/°C
— объемного расширения	β	—
— теплопередачи	K	ккал/м ² час°C
— трения	μ, f	—
Масса	m	кг · сек ² /м
Модуль продольной упругости	E	кг/мм ²
— сдвига	G	—
Момент инерции	J	см ⁴
— силы	M	кг · м
— сопротивления	W	см ³
Мощность	N	кгм/сек
Объем	V	м ³
Передаточное число	i	—
Период	T	сек.
Плотность	ρ	кг/м ³
Площадь	S, F	м ²
Поток световой	Φ	лм (люмен)
Работа	A	кгм
Сила	P, F, N, Q	кг
Скорость:		
— линейная	v	м/сек

Продолжение

Наименование	Обозначение	Размерность, принятая в справочнике
— света	с	м/сек
— угловая	с	рад/сек
Теплоемкость	с	ккал/кг С
Теплопроводность	λ	ккал·м·час°С
Ускорение:		
— свободного падения	g	м/сек²
— угловое	с	рад/сек²
Число оборотов	п	об/мин
Частота	f	гц
Энергия	E	кдж
кинетическая	T	"
потенциальная	П	"

Гаусс	гг	Час	час.
Эрстед	э	Градус	100 градус.
Фот	ф	ноч шкалы	°С
Фот-секунда	ф-с	Градус абсол. шкал.	"
Фот-час	ф-ч	ды	°К
Свеча	св	Калория	кал
Люмен	л.м	Мегакалория	мкал
Киловаттметр	к.в.м	Атмосфера	ат
Люмен-секунда	л.м-с	Бар	бар
Люмен-час	л.м-ч	Микробар	мкбар
Люкс	лк	Бел	б
Стдл-б	сб	Децибел	дб
Секунда	сек.	Пиэза	пз
Минута	мин.		

3. Значения приставок к единицам измерений метрической системы

Тера (Т)	10 ¹²	Деци	10 ⁻¹
Гига (Г)	10 ⁹	Сантн	10 ⁻²
Мега	10 ⁶	Милли	10 ⁻³
Кило	10 ³	Микро	10 ⁻⁶
Гекто	10 ²	Нано	10 ⁻⁹
Дека	10	Пико	10 ⁻¹²

4. Некоторые числовые величины

Величина	п	п²	$\sqrt{п}$	$\frac{1}{п}$	lg п
π	3,14159	9,8696	1,7725	0,31831	0,49715
e	2,7183	7,38906	1,64872	0,36788	0,43429
g	9,81	96,2361	3,13209	0,10193	0,99167

5. Некоторые физические константы

Скорость света в воздухе

$$c = 2,99776 \cdot 10^{10} \text{ см/сек} \approx 300\,000 \text{ км/сек.}$$

Скорость звука при 0° С (зависит от среды и температуры):

- в воздухе — 331 м/сек (при 16° — 340 м/сек)
- „ воде — 1450 „
- „ железе — 5100 „
- „ стекле — 5500 „

2. Сокращенные обозначения технических единиц измерений

Грамм	г	Вольт	в
Килограмм	кг	Килтвольт	кв
Тонна	T	Милливольт	мв
Миллиграмм	мг	Микровольт	мкв
Метр	м	Ватт	вт
Километр	км	Мегаватт	Мвт
Сантиметр	см	Киловатт	квт
Миллиметр	мм	Гектоватт	гвт
Микро	мк	Милливатт	мвт
Квадратный метр	м²	Микроватт	мквт
Квадратный километр	км²	Электрон	э
метр	м	Кулон	к
Гектар	га	Ампер-секунда	а-с
Квадратный сантиметр	см²	Ампер-час	а-ч
Квадратный миллиметр	мм²	Микрокулон	мкк
Кубический метр	м³	Ватт-секунда	вт-с
Кубический сантиметр	см³	Джоуль	дж
Кубический миллиметр	мм³	Ватт-час	вт-ч
Метр	м	Мегаватт-час	Мвт-ч
Литр	л	Киловатт-час	квт-ч
Килолитр	кл	Гектозатт-час	гвт-ч
Гектолитр	гкл	Фарад	ф
Декалитр	дкл	Микрофарад	мкф
Миллилитр	мл	Пикофарад	пф
Ом	ом	Генри	ен
Мегом	Мом	Миллигенри	мгн
Килом	к	Микрогенри	мкгн
Ампер	а	Генри	гн
Килоампер	ка	Килогенри	кгн
Миллиампер	ма	Мегагенри	Мгн
Микроампер	мка	Вебер	вб
		Микровебер	мквб
		Максвелл	мксв

Стандартная атмосфера
 $\rho_0 = 1,013246 \cdot 10^6 \text{ дин/см}^2$; $1 \text{ ат} \approx 1,0333 \text{ кг/см}^2$.

Точка таяния льда (абс. шкала)

$$T_0 = 273,16^\circ \text{ К.}$$

Средняя плотность земли

$$\rho = 5,517 \text{ г/см}^3.$$

Максимальная плотность воды

$$\rho_{\text{max}} = 0,999972 \text{ г/см}^3.$$

Ускорение силы тяжести (стандартное значение)

$$g_0 = 980,6655 \text{ см/сек}^2.$$

Объем грамм-молекулы идеального газа ($0^\circ \text{ С } A_0$)

$$V_0 = 22,4146 \text{ л.}$$

в. Степени, корни, натуральные логарифмы, длины окружностей
 к площади кругов

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$
1	1	1	1,0000	1,0000	0,00000	3,142	0,7854
2	4	8	1,4142	1,2599	0,69315	6,283	3,1416
3	9	27	1,7321	1,4422	1,09861	9,425	7,0686
4	16	64	2,0000	1,5874	1,38629	12,566	12,5664
5	25	125	2,2361	1,7100	1,60944	15,708	19,6350
6	36	216	2,4435	1,8171	1,79176	18,850	28,2743
7	49	343	2,6458	1,9129	1,94591	21,991	38,4815
8	64	512	2,8284	2,0000	2,07944	25,133	50,2655
9	81	729	3,0000	2,0831	2,19722	28,274	63,6173
10	100	1000	3,1623	2,1544	2,30259	31,416	78,5398
11	121	1331	3,3166	2,2240	2,39790	34,558	95,0332
12	144	1728	3,4641	2,2834	2,48491	37,699	113,097
13	169	2197	3,6055	2,3513	2,56495	40,841	132,732
14	196	2744	3,7417	2,4101	2,63903	43,982	153,938
15	225	3375	3,8730	2,4682	2,70805	47,124	176,715
16	256	4096	4,0000	2,5198	2,77259	50,265	201,002
17	289	4913	4,1231	2,5713	2,83321	53,407	226,380
18	324	5832	4,2126	2,6207	2,89037	56,549	254,469
19	361	6859	4,3389	2,6684	2,94444	59,690	285,229
20	400	8000	4,4721	2,7144	2,99573	62,832	318,159

Продолжение

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$
21	441	9261	4,5826	2,7589	3,04452	65,973	346,361
22	484	10648	4,6904	2,8020	3,09191	69,115	380,133
23	529	12167	4,7958	2,8439	3,13549	72,257	415,476
24	576	13824	4,8990	2,8845	3,17855	75,398	452,389
25	625	15625	5,0000	2,9240	3,21888	78,540	490,874
26	676	17576	5,0990	2,9625	3,25810	81,681	530,929
27	729	19683	5,1962	3,0000	3,29584	84,823	572,555
28	784	21952	5,2915	3,0366	3,33220	87,965	615,732
29	841	24389	5,3852	3,0723	3,36730	91,106	660,520
30	900	27000	5,4772	3,1072	3,40120	94,248	706,858
31	961	29791	5,5678	3,1414	3,43399	97,389	754,768
32	1024	32768	5,6569	3,1748	3,46574	100,531	804,248
33	1089	35957	5,7446	3,2075	3,49651	103,673	855,299
34	1156	39304	5,8311	3,2396	3,52636	106,814	907,920
35	1225	42875	5,9161	3,2711	3,55535	109,956	962,113
36	1296	46656	6,0000	3,3019	3,58352	113,097	1017,88
37	1369	50653	6,0828	3,3322	3,61092	116,239	1075,21
38	1444	54872	6,1644	3,3620	3,63759	119,381	1134,11
39	1521	59319	6,2450	3,3912	3,66356	122,522	1194,59
40	1600	64000	6,3246	3,4200	3,68888	125,66	1256,64
41	1681	68921	6,4031	3,4482	3,71357	128,81	1320,25
42	1764	74088	6,4807	3,4760	3,73767	131,95	1385,44
43	1849	79507	6,5574	3,5034	3,76120	135,09	1452,20
44	1936	85184	6,6332	3,5305	3,78419	138,23	1520,53
45	2025	91125	6,7082	3,5569	3,80666	141,37	1590,43
46	2116	97336	6,7823	3,5830	3,82864	144,51	1661,90
47	2209	103823	6,8557	3,6088	3,85015	147,65	1734,94
48	2304	110592	6,9282	3,6342	3,87120	150,80	1809,56
49	2401	117649	7,0000	3,6593	3,89182	153,94	1885,74
50	2500	125000	7,0711	3,6840	3,91202	157,08	1963,50
51	2601	132651	7,1414	3,7084	3,93183	160,22	2042,82
52	2704	140608	7,2111	3,7325	3,95124	163,36	2123,72
53	2809	148877	7,2801	3,7563	3,97029	166,50	2206,18
54	2916	157464	7,3485	3,7798	3,98898	169,65	2290,22
55	3025	166375	7,4162	3,8030	4,00733	172,79	2375,83
56	3136	175616	7,4833	3,8259	4,02535	175,93	2464,01
57	3249	185183	7,5498	3,8485	4,04305	179,07	2554,76
58	3364	195112	7,6158	3,8709	4,06044	182,21	2648,18
59	3481	205379	7,6811	3,8930	4,07754	185,35	2744,37
60	3600	216000	7,7460	3,9149	4,09434	188,50	2843,43

Продолжение

n	л	л ²	$\sqrt{\text{л}}$	$\frac{1}{\sqrt{\text{л}}}$	л л		$\frac{\pi \text{л}^2}{4}$
					л л	л л	
61							
62	3721	226981	7,8102	3,9365	4,11087	191,64	3922,47
63	3844	288328	7,8740	3,9379	4,12713	191,78	3919,07
64	3969	258047	7,9373	3,9791	4,14313	192,92	3817,25
65	4096	262144	8,0000	4,0000	4,15888	201,06	3216,99
66	4225	274625	8,0623	4,0207	4,17439	204,20	3318,31
67	4356	287496	8,1240	4,0412	4,18965	207,35	3421,19
68	4489	300763	8,1854	4,0615	4,20469	210,49	3525,65
69	4624	314432	8,2462	4,0817	4,21957	213,63	3631,68
70	4761	328509	8,3065	4,1016	4,23441	216,77	3739,28
71	4900	343000	8,3666	4,1213	4,24850	219,91	3848,45
72	5041	357911	8,4261	4,1408	4,26256	223,05	3959,19
73	5184	373248	8,4853	4,1602	4,27657	226,19	4071,50
74	5329	389107	8,5440	4,1793	4,29045	229,34	4185,39
75	5476	405224	8,6023	4,1983	4,30407	232,48	4300,84
76	5625	421685	8,6603	4,2172	4,31749	235,62	4417,86
77	5776	438496	8,7178	4,2358	4,33073	238,76	4536,46
78	5929	466332	8,7750	4,2543	4,34381	241,90	4656,63
79	6084	474553	8,8318	4,2727	4,35671	245,04	4778,30
80	6241	493000	8,8882	4,2908	4,36945	248,19	4901,67
81	6400	512000	8,9443	4,3089	4,38208	251,33	5026,55
82	6561	531441	9,0000	4,3267	4,39445	254,47	5153,00
83	6724	551368	9,0554	4,3445	4,40672	257,61	5281,02
84	6889	571787	9,1104	4,3621	4,41884	260,75	5410,61
85	7056	592704	9,1652	4,3795	4,43082	263,89	5541,77
86	7225	614125	9,2195	4,3958	4,44265	267,04	5674,50
87	7396	636056	9,2736	4,4140	4,45433	270,18	5808,80
88	7569	658503	9,3274	4,4310	4,46591	273,32	5944,68
89	7744	681457	9,3808	4,4480	4,47734	276,46	6082,12
90	7921	704960	9,4340	4,4647	4,48864	279,60	6221,14
91	8100	729000	9,4868	4,4814	4,49981	282,74	6361,73
92	8281	753571	9,5394	4,4979	4,51086	285,88	6503,88
93	8464	778688	9,5917	4,5144	4,52179	289,03	6647,61
94	8649	804357	9,6437	4,5307	4,53260	292,17	6792,91
95	8836	830584	9,6954	4,5468	4,54329	295,31	6939,78
96	9025	857375	9,7468	4,5629	4,55388	298,45	7088,22
97	9216	884736	9,7980	4,5789	4,56433	301,59	7238,23
98	9409	912673	9,8489	4,5947	4,57474	304,73	7389,81
99	9604	941192	9,8995	4,6104	4,58507	307,88	7542,96
100	9801	970299	9,9499	4,6261	4,59532	311,02	7697,69

7. Мантиссы десятичных логарифмов чисел

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0000	0043	0086	0128	0170	0212	0253	0294	0334	0374
11	0410	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755
12	0792	0838	0884	0929	0974	1019	1064	1108	1152	1196
13	1139	1173	1216	1259	1271	1303	1336	1367	1399	1430
14	1461	1492	1523	1553	1581	1614	1644	1673	1703	1732
15	1761	1790	1818	1847	1875	1903	1931	1959	1987	2014
16	2041	2068	2095	2122	2148	2175	2201	2227	2253	2279
17	2304	2330	2355	2380	2405	2430	2455	2480	2504	2529
18	2553	2577	2601	2625	2648	2672	2695	2718	2742	2765
19	2788	2810	2833	2856	2878	2900	2923	2945	2967	2989
20	3010	3032	3054	3075	3096	3118	3139	3160	3181	3201
21	3222	3243	3263	3284	3304	3324	3345	3365	3385	3404
22	3424	3444	3463	3483	3502	3522	3541	3560	3579	3598
23	3617	3636	3655	3674	3692	3711	3729	3747	3766	3784
24	3802	3820	3838	3856	3874	3892	3909	3927	3945	3962
25	3979	3997	4014	4031	4048	4065	4082	4099	4116	4133
26	4150	4166	4183	4200	4216	4232	4249	4265	4281	4298
27	4314	4330	4346	4362	4378	4393	4409	4425	4440	4456
28	4472	4487	4502	4518	4533	4548	4564	4579	4594	4609
29	4624	4639	4654	4669	4683	4698	4713	4728	4742	4757
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4886	4900
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	5038
32	5051	5065	5079	5092	5105	5118	5132	5145	5159	5172
33	5185	5198	5211	5224	5237	5250	5263	5276	5289	5302
34	5315	5328	5341	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428
35	5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551
36	5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5647	5658	5670
37	5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786
38	5798	5809	5821	5832	5843	5855	5865	5877	5888	5899
39	5911	5922	5933	5944	5955	5966	5977	5988	5999	6010
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117
41	6128	6138	6148	6158	6168	6179	6189	6199	6210	6220
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522
45	6532	6542	6551	6561	6571	6580	6590	6599	6609	6618
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803
48	6812	6820	6829	6838	6847	6855	6864	6873	6882	6891
49	6902	6911	6920	6928	6937	6945	6953	6962	6971	6980
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067
51	7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152
52	7160	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235

Продолжение

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
53	7243	7251	7250	7267	7275	7284	7292	7300	7308	7316
54	7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7466	7474
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551
57	7519	7566	7574	7582	7589	7597	7604	7612	7619	7627
58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701
59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7760	7767	7774
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122
65	8159	8166	8172	8179	8186	8192	8199	8206	8212	8219
66	8226	8232	8239	8245	8252	8258	8264	8271	8277	8284
67	8291	8297	8304	8310	8317	8323	8329	8336	8342	8349
68	8355	8361	8368	8374	8381	8387	8394	8400	8407	8414
69	8420	8426	8433	8439	8446	8452	8459	8465	8472	8479
70	8485	8491	8498	8504	8511	8517	8524	8530	8537	8544
71	8550	8556	8563	8569	8576	8582	8589	8595	8602	8609
72	8615	8621	8628	8634	8641	8647	8654	8660	8667	8674
73	8680	8686	8693	8699	8706	8712	8719	8725	8732	8739
74	8745	8751	8758	8764	8771	8777	8784	8790	8797	8804
75	8810	8816	8823	8829	8836	8842	8849	8855	8862	8869
76	8874	8880	8887	8893	8899	8906	8912	8919	8925	8932
77	8938	8944	8951	8957	8964	8970	8977	8983	8990	8996
78	8992	8999	9005	9012	9019	9025	9032	9039	9045	9052
79	9058	9064	9071	9078	9084	9091	9098	9104	9111	9118
80	9124	9131	9138	9144	9151	9158	9165	9171	9178	9185
81	9191	9198	9205	9212	9219	9225	9232	9239	9246	9253
82	9259	9266	9273	9279	9286	9293	9300	9307	9314	9321
83	9327	9334	9341	9348	9354	9361	9368	9375	9382	9389
84	9395	9402	9409	9416	9423	9429	9436	9443	9450	9457
85	9463	9470	9477	9484	9491	9497	9504	9511	9518	9525
86	9531	9538	9545	9552	9559	9565	9572	9579	9586	9593
87	9600	9607	9614	9621	9628	9634	9641	9648	9655	9662
88	9669	9676	9683	9690	9696	9703	9710	9717	9724	9731
89	9738	9745	9752	9759	9765	9772	9779	9786	9793	9800
90	9807	9814	9821	9828	9834	9841	9848	9855	9862	9869
91	9876	9883	9890	9896	9903	9910	9917	9924	9931	9938
92	9945	9952	9959	9966	9972	9979	9986	9993	10000	10007
93	10014	10021	10028	10035	10042	10049	10056	10063	10070	10077
94	10084	10091	10098	10105	10112	10119	10126	10133	10140	10147
95	10154	10161	10168	10175	10182	10189	10196	10203	10210	10217
96	10224	10231	10238	10245	10252	10259	10266	10273	10280	10287
97	10294	10301	10308	10315	10322	10329	10336	10343	10350	10357
98	10364	10371	10378	10385	10392	10399	10406	10413	10420	10427
99	10434	10441	10448	10455	10462	10469	10476	10483	10490	10497

Значения некоторых чисел, возводимых в дробные показатели степеней

Число	Показатели степени								
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85
	Числа, возведенные в степень								
0,02	0,309	0,299	0,142	0,096	0,079	0,065	0,053	0,044	0,036
0,03	0,348	0,246	0,173	0,122	0,092	0,086	0,079	0,067	0,051
0,04	0,381	0,276	0,2	0,145	0,123	0,105	0,089	0,076	0,065
0,05	0,407	0,302	0,225	0,166	0,143	0,124	0,105	0,092	0,078
0,06	0,430	0,323	0,245	0,185	0,160	0,140	0,121	0,105	0,092
0,07	0,450	0,345	0,265	0,203	0,177	0,155	0,136	0,119	0,105
0,08	0,469	0,364	0,284	0,220	0,194	0,171	0,150	0,133	0,117
0,09	0,485	0,382	0,300	0,236	0,209	0,185	0,164	0,146	0,128
0,1	0,501	0,4	0,316	0,25	0,224	0,2	0,178	0,159	0,141
0,15	0,566	0,47	0,387	0,32	0,291	0,27	0,241	0,219	0,200
0,2	0,617	0,53	0,447	0,38	0,35	0,33	0,289	0,275	0,255
0,25	0,660	0,57	0,5	0,44	0,406	0,38	0,354	0,330	0,309
0,3	0,697	0,62	0,548	0,49	0,458	0,43	0,405	0,383	0,360
0,4	0,760	0,69	0,633	0,58	0,551	0,53	0,503	0,480	0,460
0,5	0,812	0,76	0,707	0,66	0,637	0,62	0,595	0,575	0,555
0,6	0,858	0,82	0,775	0,74	0,718	0,7	0,682	0,665	0,649
0,7	0,899	0,87	0,837	0,81	0,793	0,78	0,765	0,752	0,739
0,8	0,935	0,91	0,894	0,87	0,865	0,86	0,846	0,837	0,827
0,9	0,969	0,96	0,949	0,94	0,934	0,93	0,924	0,919	0,914

Продолжение

Число	Показатели степени										
	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,65	0,75	0,86	1,2
	Числа, возведенные в степень										
1,25	1,02	1,04	1,05	1,058	1,07	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,31
1,5	1,04	1,07	1,09	1,107	1,13	1,18	1,23	1,3	1,36	1,42	1,63
1,75	1,05	1,09	1,12	1,15	1,18	1,25	1,32	1,43	1,52	1,62	1,96
2	1,07	1,11	1,16	1,19	1,23	1,32	1,41	1,57	1,68	1,82	2,37
2,5	1,1	1,15	1,2	1,26	1,31	1,44	1,58	1,82	1,99	2,2	3,01
3	1,12	1,18	1,25	1,32	1,39	1,55	1,73	2,05	2,28	2,57	3,82
4	1,15	1,23	1,32	1,41	1,52	1,74	2,246	2,55	3,29	5,28	
5	1,18	1,27	1,38	1,5	1,62	1,9	2,34	2,84	3,34	3,99	6,9
6	1,2	1,31	1,43	1,57	1,71	2,05	2,5	3,21	3,84	4,67	8,38
7	1,21	1,34	1,48	1,63	1,79	2,18	2,65	3,54	4,31	5,83	10,3
8	1,23	1,37	1,52	1,68	1,87	2,3	2,83	3,86	4,75	5,98	12,15
9	1,25	1,39	1,55	1,73	1,93	2,413	4,20	5,19	6,62	13,95	
10	1,26	1,41	1,59	1,78	2	2,513,16	4,47	5,62	7,24	15,9	
12	1,28	1,49	1,64	1,86	2,12	2,7	3,46	5,00	6,45	8,47	21,1
15	1,31	1,51	1,72	1,97	2,25	2,953,87	6,81	7,62	10,27	25,8	

$tg \alpha = \frac{D-d}{2L}$

Продолжение

Число	Показатели степени										
	0,10	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,65	0,75	0,85	1,2
Числа, возведенные в степень											
20	1,36	1,57	1,82	2,11	2,46	3,31	4,47	7,01	9,02	13,15	3,4
25	1,38	1,62	1,9	2,24	2,62	3,62	5	8,10	11,2	15,93	47,5
30	1,41	1,67	1,97	2,34	2,77	3,9	5,48	9,12	12,8	18,64	59,1
35	1,43	1,70	2,04	2,43	2,90	4,15	5,92	10,08	14,5	21,28	71,4
40	1,45	1,74	2,09	2,52	3,02	4,37	6,33	11,00	15,0	23,87	83,5
45	1,46	1,77	2,14	2,59	3,13	4,6	6,71	12,05	17,4	26,41	96,4
50	1,48	1,80	2,19	2,66	3,24	4,78	7,07	12,90	18,6	28,9	108

9. Таблица квадратных и кубических корней некоторых дробей

n	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	n	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	n	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$
$1/2$	0,5774	0,6934	$3/2$	0,6547	0,7539	$1/6$	0,3333	0,4808
$2/3$	0,8165	0,8736	$4/3$	0,7559	0,8298	$2/3$	0,4714	0,6057
$3/4$	0,5000	0,6360	$5/4$	0,8452	0,8939	$1/4$	0,6667	0,7631
$3/4$	0,8660	0,9088	$5/7$	0,9258	0,9499	$5/9$	0,7454	0,8221
$4/5$	0,4082	0,5303	$3/8$	0,3536	0,5000	$2/9$	0,8812	0,9196
$5/8$	0,9129	0,9404	$3/8$	0,6244	0,7211	$7/12$	0,2887	0,4368
$7/7$	0,3780	0,5228	$7/8$	0,7906	0,8550	$1/12$	0,6455	0,7469
$7/7$	0,5345	0,6586	$7/8$	0,9354	0,9565	$7/12$	0,7638	0,8355

Продолжение

Число	Показатели степени										
	0,1	0,125	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,86	1,1
Числа, возведенные в степень											
60	1,51	1,65	1,85	2,275	2,78	3,42	4,19	5,14	6,3	34,0	90,5
70	1,53	1,71	1,89	2,335	2,89	3,68	4,42	5,47	6,79	38,5	107
80	1,55	1,74	1,93	2,40	2,99	3,72	4,64	5,77	7,18	43,0	124
90	1,57	1,76	1,95	2,45	3,08	3,86	4,82	6,10	7,6	48,0	141
100	1,59	1,78	1,99	2,52	3,16	3,98	5,0	6,30	7,94	52,0	159
120	1,62	1,82	2,05	2,60	3,31	4,22	5,35	6,75	8,61	64,4	194
140	1,64	1,86	2,1	2,68	3,44	4,4	5,70	7,22	9,24	68,1	230
160	1,66	1,89	2,14	2,76	3,53	4,58	5,90	7,61	9,81	78,6	265
180	1,68	1,92	2,18	2,82	3,65	4,74	6,15	7,98	10,3	86,9	303
200	1,7	1,94	2,21	2,89	3,77	4,91	6,40	8,33	10,8	95,2	340
220	1,72	1,96	2,25	2,94	3,86	5,05	6,61	8,65	11,8	103	378
240	1,73	1,98	2,28	2,99	3,94	5,18	6,81	8,96	11,8	110	415
260	1,74	2,00	2,3	3,04	4,01	5,29	6,98	9,26	12,2	117	453
280	1,76	2,02	2,33	3,09	4,08	5,44	7,18	9,55	12,6	127	494
300	1,77	2,04	2,35	3,13	4,16	5,53	7,35	9,80	13,0	135	531
350	1,80	2,08	2,42	3,22	4,34	5,8	7,80	10,4	13,9	151	630
400	1,82	2,12	2,46	3,32	4,47	6,02	8,11	11,1	14,8	172	728
450	1,84	2,15	2,5	3,39	4,60	6,25	8,43	11,7	15,6	191	828
500	1,86	2,18	2,54	3,46	4,75	6,45	8,78	12,2	16,4	210	890

10. Значения тригонометрических функций

Угол	sin	tg	ctg	cos	Угол
0°	0,000	0,000	∞	1,000	90°
10	0,003	0,003	343,8	1,000	89 50
20	0,006	0,006	171,9	1,000	40
30	0,009	0,009	114,6	1,000	30
40	0,012	0,012	83,94	1,000	20
50	0,015	0,015	68,75	1,000	10
10°	0,017	0,017	57,29	1,000	89° 0'
10	0,020	0,020	49,10	1,000	88 50
20	0,023	0,023	43,96	1,000	40
30	0,026	0,026	38,9	1,000	30
40	0,029	0,029	34,37	1,000	20
50	0,032	0,032	31,24	0,999	10
20°	0,035	0,035	28,64	0,999	88° 0'
10	0,038	0,038	25,43	0,999	87 50
20	0,041	0,041	24,54	0,999	40
30	0,044	0,044	22,90	0,999	30
40	0,047	0,047	21,47	0,999	20
50	0,049	0,049	20,21	0,999	10
30°	0,052	0,052	19,08	0,999	87° 0'
10	0,055	0,055	18,07	0,998	86 50
20	0,058	0,058	17,17	0,998	40
30	0,061	0,061	16,30	0,998	30
40	0,064	0,064	15,50	0,998	20
50	0,067	0,067	14,92	0,998	10
Угол	cos	ctg	tg	sin	Угол

Продолжение

Угол	sin	tg	ctg	cos	Угол
4°0'	0,070	0,070	14,30	0,998	86°0'
10	0,073	0,073	13,73	0,997	85°50
20	0,076	0,076	13,20	0,997	40
30	0,078	0,079	12,71	0,997	30
40	0,081	0,082	12,25	0,997	20
50	0,084	0,085	11,83	0,996	10
5°0'	0,087	0,087	11,43	0,996	85°0'
10	0,090	0,090	11,06	0,995	84°50
20	0,093	0,093	10,71	0,995	40
30	0,096	0,096	10,39	0,995	30
40	0,099	0,099	10,08	0,995	20
50	0,102	0,102	9,788	0,995	10
6°0'	0,105	0,105	9,514	0,995	84°0'
10	0,107	0,108	9,255	0,994	83°50
20	0,110	0,111	9,010	0,994	40
30	0,113	0,114	8,777	0,994	30
40	0,116	0,117	8,556	0,993	20
50	0,119	0,120	8,345	0,993	10
7°0'	0,122	0,123	8,144	0,993	83°0'
10	0,125	0,126	7,953	0,992	82°50
20	0,128	0,129	7,770	0,992	40
30	0,131	0,132	7,596	0,991	30
40	0,133	0,135	7,429	0,991	20
50	0,136	0,138	7,269	0,991	10
8°0'	0,139	0,141	7,115	0,990	82°0'
10	0,142	0,144	6,968	0,990	81°50
20	0,145	0,146	6,827	0,989	40
30	0,148	0,149	6,691	0,989	30
40	0,151	0,152	6,561	0,989	20
50	0,154	0,155	6,435	0,988	10
9°0'	0,156	0,158	6,314	0,988	81°0'
10	0,159	0,161	6,197	0,987	80°50
20	0,162	0,164	6,084	0,987	40
30	0,165	0,167	5,976	0,986	30
40	0,168	0,170	5,871	0,986	20
50	0,171	0,173	5,769	0,985	10
10°0'	0,174	0,176	5,671	0,985	80°0'
10	0,177	0,179	5,576	0,984	79°50
20	0,179	0,182	5,485	0,984	40
30	0,182	0,185	5,396	0,983	30
40	0,185	0,188	5,309	0,983	20
50	0,188	0,191	5,226	0,982	10
Угол	cos	ctg	tg	sin	Угол

Продолжение

Угол	sin	tg	ctg	cos	Угол
11°0'	0,191	0,194	5,145	0,982	79°0'
10	0,194	0,197	5,066	0,981	78°50
20	0,197	0,200	4,989	0,981	40
30	0,199	0,203	4,915	0,980	30
40	0,202	0,206	4,843	0,979	20
50	0,205	0,210	4,773	0,979	10
12°0'	0,208	0,213	4,705	0,978	78°0'
10	0,211	0,216	4,638	0,978	77°50
20	0,214	0,219	4,574	0,977	40
30	0,216	0,222	4,511	0,976	30
40	0,219	0,225	4,449	0,976	20
50	0,222	0,228	4,390	0,975	10
13°0'	0,225	0,231	4,331	0,974	77°0'
10	0,228	0,234	4,275	0,974	76°50
20	0,231	0,237	4,219	0,973	40
30	0,233	0,240	4,165	0,972	30
40	0,236	0,243	4,113	0,972	20
50	0,239	0,246	4,061	0,971	10
14°0'	0,242	0,249	4,011	0,970	76°0'
10	0,245	0,252	3,962	0,970	75°50
20	0,248	0,256	3,914	0,969	40
30	0,250	0,259	3,867	0,968	30
40	0,253	0,262	3,821	0,967	20
50	0,256	0,265	3,776	0,967	10
15°0'	0,259	0,268	3,732	0,966	75°0'
10	0,262	0,271	3,689	0,965	74°50
20	0,264	0,274	3,647	0,964	40
30	0,267	0,277	3,606	0,964	30
40	0,270	0,280	3,566	0,963	20
50	0,273	0,284	3,526	0,962	10
16°0'	0,276	0,287	3,487	0,961	74°0'
10	0,278	0,290	3,450	0,960	73°50
20	0,281	0,293	3,412	0,960	40
30	0,284	0,296	3,376	0,959	30
40	0,287	0,299	3,340	0,958	20
50	0,290	0,303	3,305	0,957	10
17°0'	0,292	0,306	3,271	0,956	73°0'
10	0,295	0,309	3,237	0,955	72°50
20	0,298	0,312	3,204	0,955	40
30	0,301	0,315	3,172	0,954	30
40	0,303	0,319	3,140	0,953	20
50	0,306	0,322	3,108	0,952	10
Угол	cos	ctg	tg	sin	Угол

Продолжение

Угол	sin	tg	ctg	cos	Угол
18°	0,309	0,325	3,078	0,951	72°
19	0,323	0,328	3,047	0,950	71°50'
20	0,335	0,331	3,018	0,949	40
30	0,317	0,335	2,989	0,948	30
40	0,320	0,338	2,960	0,947	20
50	0,323	0,341	2,932	0,946	10
19°0'	0,326	0,344	2,904	0,945	71°0'
10	0,328	0,348	2,877	0,945	70°50'
20	0,331	0,351	2,850	0,944	40
30	0,334	0,354	2,824	0,943	30
40	0,337	0,357	2,798	0,942	20
50	0,339	0,361	2,773	0,941	10
20°0'	0,342	0,364	2,747	0,940	70°0'
10	0,345	0,367	2,723	0,939	69°50'
20	0,347	0,371	2,699	0,938	40
30	0,350	0,374	2,675	0,937	30
40	0,353	0,377	2,651	0,936	20
50	0,356	0,381	2,628	0,935	10
21°0'	0,358	0,384	2,605	0,934	69°0'
10	0,361	0,387	2,583	0,933	68°50'
20	0,364	0,391	2,560	0,931	40
30	0,367	0,394	2,539	0,930	30
40	0,369	0,397	2,517	0,929	20
50	0,372	0,401	2,496	0,928	10
22°0'	0,375	0,404	2,475	0,927	68°0'
10	0,377	0,407	2,455	0,926	67°50'
20	0,380	0,411	2,434	0,925	40
30	0,383	0,414	2,414	0,924	30
40	0,385	0,418	2,394	0,923	20
50	0,388	0,421	2,375	0,922	10
23°0'	0,391	0,424	2,356	0,921	67°0'
10	0,393	0,428	2,337	0,919	66°50'
20	0,396	0,431	2,318	0,918	40
30	0,399	0,435	2,300	0,917	30
40	0,401	0,438	2,282	0,916	20
50	0,404	0,442	2,264	0,915	10
24°0'	0,407	0,445	2,246	0,914	66°0'
10	0,409	0,449	2,229	0,912	65°50'
20	0,412	0,452	2,211	0,911	40
30	0,415	0,456	2,194	0,910	30
40	0,417	0,459	2,177	0,909	20
50	0,420	0,463	2,161	0,908	10
Угол	cos	ctg	tg	sin	Угол

Продолжение

Угол	sin	tg	ctg	cos	Угол
25°	0,423	0,466	2,145	0,906	65°0'
10	0,425	0,470	2,128	0,905	64°50'
20	0,428	0,473	2,112	0,904	40
30	0,431	0,477	2,097	0,903	30
40	0,433	0,481	2,081	0,901	20
50	0,436	0,484	2,066	0,900	10
26°	0,438	0,483	2,050	0,899	64°0'
10	0,441	0,491	2,035	0,898	63°50'
20	0,444	0,495	2,020	0,896	40
30	0,446	0,499	2,006	0,895	30
40	0,449	0,502	1,991	0,894	20
50	0,451	0,506	1,977	0,892	10
27°0'	0,454	0,500	1,963	0,891	63°0'
10	0,457	0,513	1,949	0,890	62°50'
20	0,459	0,517	1,935	0,888	40
30	0,462	0,521	1,921	0,887	30
40	0,464	0,524	1,907	0,886	20
50	0,467	0,528	1,894	0,884	10
28°0'	0,469	0,532	1,881	0,883	62°0'
10	0,472	0,536	1,868	0,882	61°50'
20	0,475	0,539	1,855	0,880	40
30	0,477	0,543	1,842	0,879	30
40	0,480	0,547	1,829	0,877	20
50	0,482	0,551	1,816	0,876	10
29°0'	0,485	0,554	1,804	0,875	61°0'
10	0,487	0,558	1,792	0,873	60°50'
20	0,490	0,562	1,780	0,872	40
30	0,492	0,566	1,767	0,870	30
40	0,495	0,570	1,756	0,869	20
50	0,497	0,573	1,744	0,867	10
30°0'	0,500	0,577	1,732	0,866	60°0'
10	0,503	0,581	1,720	0,865	59°50'
20	0,505	0,585	1,709	0,864	40
30	0,508	0,589	1,698	0,862	30
40	0,510	0,593	1,689	0,862	20
50	0,513	0,597	1,675	0,860	10
31°0'	0,515	0,601	1,664	0,857	59°0'
10	0,518	0,605	1,653	0,856	58°50'
20	0,520	0,609	1,643	0,854	40
30	0,522	0,613	1,632	0,853	30
40	0,525	0,617	1,621	0,851	20
50	0,527	0,621	1,611	0,850	10
Угол	cos	ctg	tg	sin	Угол

2*

19

Продолжение

Угол	sin	tg	ctg	cos	Угол
32°0'	0,530	0,625	1,600	0,818	38°0'
10	0,532	0,629	1,590	0,817	50
20	0,535	0,633	1,580	0,815	40
30	0,537	0,637	1,570	0,813	30
40	0,540	0,641	1,560	0,812	20
50	0,542	0,645	1,550	0,810	10
33°0'	0,545	0,649	1,540	0,809	37°0'
10	0,547	0,654	1,530	0,807	50
20	0,550	0,658	1,520	0,805	40
30	0,552	0,662	1,511	0,804	30
40	0,554	0,666	1,501	0,802	20
50	0,557	0,670	1,492	0,801	10
34°0'	0,559	0,675	1,483	0,819	56°0'
10	0,562	0,679	1,473	0,817	55°0'
20	0,564	0,683	1,464	0,826	40
30	0,566	0,687	1,455	0,824	30
40	0,569	0,692	1,446	0,822	20
50	0,571	0,696	1,437	0,821	10
35°0'	0,574	0,700	1,428	0,819	55°0'
10	0,576	0,705	1,419	0,817	54°0'
20	0,578	0,709	1,411	0,816	40
30	0,581	0,713	1,402	0,814	30
40	0,583	0,718	1,393	0,812	20
50	0,585	0,722	1,385	0,811	10
36°0'	0,588	0,727	1,376	0,809	54°0'
10	0,590	0,731	1,368	0,807	53°0'
20	0,592	0,735	1,360	0,806	40
30	0,595	0,740	1,351	0,804	30
40	0,597	0,744	1,343	0,802	20
50	0,599	0,749	1,335	0,800	10
37°0'	0,602	0,754	1,327	0,799	53°0'
10	0,604	0,758	1,319	0,797	52°0'
20	0,606	0,763	1,311	0,795	40
30	0,609	0,767	1,303	0,793	30
40	0,611	0,772	1,295	0,792	20
50	0,613	0,777	1,288	0,790	10
38°0'	0,616	0,781	1,280	0,788	52°0'
10	0,618	0,786	1,272	0,786	51°0'
20	0,620	0,791	1,265	0,784	40
30	0,623	0,795	1,257	0,783	30
40	0,625	0,800	1,250	0,781	20
50	0,627	0,805	1,242	0,779	10
Угол	cos	ctg	tg	sin	Угол

Продолжение

Угол	sin	tg	ctg	cos	Угол
39°0'	0,629	0,810	1,235	0,777	51°0'
10	0,632	0,815	1,228	0,775	50
20	0,634	0,819	1,220	0,773	40
30	0,636	0,824	1,213	0,772	30
40	0,638	0,829	1,206	0,770	20
50	0,641	0,834	1,199	0,768	10
40°0'	0,645	0,839	1,192	0,766	50°0'
10	0,645	0,844	1,185	0,764	49°0'
20	0,647	0,849	1,178	0,762	40
30	0,649	0,854	1,171	0,760	30
40	0,652	0,859	1,164	0,759	20
50	0,654	0,864	1,157	0,757	10
41°0'	0,656	0,869	1,150	0,755	49°0'
10	0,658	0,874	1,144	0,753	48°0'
20	0,660	0,880	1,137	0,751	40
30	0,663	0,885	1,130	0,749	30
40	0,665	0,890	1,124	0,747	20
50	0,667	0,895	1,117	0,745	10
42°0'	0,669	0,900	1,111	0,743	48°0'
10	0,671	0,906	1,104	0,741	47°0'
20	0,673	0,911	1,098	0,739	40
30	0,676	0,916	1,091	0,737	30
40	0,678	0,922	1,085	0,735	20
50	0,680	0,927	1,079	0,733	10
43°0'	0,682	0,933	1,072	0,731	47°0'
10	0,684	0,938	1,066	0,729	46°0'
20	0,686	0,943	1,060	0,727	40
30	0,688	0,949	1,054	0,725	30
40	0,690	0,955	1,048	0,723	20
50	0,693	0,960	1,042	0,721	10
44°0'	0,695	0,966	1,036	0,719	46°0'
10	0,697	0,971	1,030	0,717	45°0'
20	0,699	0,977	1,024	0,715	40
30	0,701	0,983	1,018	0,713	30
40	0,703	0,988	1,012	0,711	20
50	0,705	0,994	1,006	0,709	10
45°0'	0,707	1,000	1,000	0,707	45°0'
Угол	cos	ctg	tg	sin	Угол

11. Соотношения между англо-американскими и метрическими мерами

Меры длины

1 морская миля	1,853 км
1 английская миля	1,60935 км
1 ярд (3 фута)	0,9144 м
1 фут	0,3048 м
1 дюйм	2,540 см

Меры площади

1 кв. фут	0,092903 м ²
1 кв. дюйм	6,451610 см ²

Меры объема

1 куб. фут	0,02832 м ³ (28,32 л)
1 куб. дюйм	16,387 см ³
1 английский галлон	4,546 л
1 американский галлон	3,787 л

Меры веса

1 английский фунт	0,4536 кг
1 унция	28,35 г
1 английская тонна	1,01605 метрич. т
1 американская тонна	0,90718 т

Меры плотности

1 английский фунт / куб. дюйм	27,68 г/см ³
1 английский фунт / куб. фут	0,1602 г

Единицы удельного давления

1 тонна американская / кв. дюйм	140,613 кг/см ²
1 тонна английская / кв. дюйм	157,488 кг/см ²
1 английский фунт / кв. дюйм	0,0703 кг/см ²
1 английский фунт / кв. фут	0,00088 кг/см ²

Единицы работы и энергии

1 английский фунто-фут	0,1383 кдж
1 английский силочас	274,000 кдж = 1,014 метрич. силочаса
1 английская тепловая единица (ВТU)	0,252 большой калории

Единицы мощности

1 английский фунто-фут / сек.	1,356 ватт = 0,1083 кдж/сек = 0,001844 л. с.
1 английская л. с.	0,746 ватт = 1,014 метрич. л. с.

12. Формулы для пересчета температуры различных шкал

Шкала	л С	л Р	л R	л абс.
Цельсия (100°)	л	$\frac{5}{9}(л-32)$	$\frac{5}{4}л$	л-273,1
Фаренгейта	$\frac{9}{5}л+32$	л	$\frac{9}{4}л+32$	$\frac{9}{5}л+219,1$
Реомюра	$\frac{4}{5}л$	$\frac{4}{9}(л-32)$	л	$\frac{4}{5}л-273,1$
Абсолютная	л+273,1	$\frac{5}{9}л-255,2$	$\frac{5}{4}л-273,1$	л

Точка замерзания воды: 0° С = 32° F = 0° R = 273,1° абс.
Точка кипения воды: 100° С = 212° F = 80° R = 373,1° абс.

13. Механический эквивалент тепла

1 ккал = 4,186 · 10³ эрг = 426,9 кдж = 4181 Дж = 1,628 вт·ч = 4186 ат·г.

14. Тепловой эквивалент работы

1 кдж = 0,002342 ккал; 1 вт·ч = 860 ккал.
1 л. с. ч = 632 ккал.

15. Соотношения между единицами измерений силы

Назв. единицы	Дина	Ньютон	Степ	Килограмм (сила)
1 дин	1	10 ⁻⁵	10 ⁻⁸	1,02 · 10 ⁻⁶
1 н (ньютон)	10 ⁵	1	10 ⁻³	0,102
1 см (стен)	10 ⁸	10 ³	1	102
1 кг	9,81 · 10 ⁸	9,81	9,81 · 10 ⁻³	1

16. Соотношения между единицами измерений работы

Назв. единицы	эрг	дж	кдж	ккал	вт·ч	квт·ч
1 эрг	1	10 ⁻⁷	10 ⁻¹⁰	1,02 · 10 ⁻³	2,78 · 10 ⁻¹¹	2,39 · 10 ⁻⁸
1 дж	10 ⁷	1	10 ⁻³	0,102	2,78 · 10 ⁻⁴	0,239
1 кдж	10 ¹⁰	10 ³	1	102	0,278	2,39
1 ккал	9,81 · 10 ⁷	9,81	9,81 · 10 ⁻⁸	1	1,02 · 10 ⁻³	2,34
1 вт·ч	3,6 · 10 ⁹	3,6 · 10 ³	3,6	367	1	8,76
1 квт·ч	4,18 · 10 ¹⁰	4,18	4,18 · 10 ⁻³	4,17	1,02 · 10 ⁻³	1

17. Соотношения между единицами измерений давления

Назв. единицы	бар	млз (милли-пеза)	пз (пеза)	кг/м ²	атм	кг/см ²	мм, Н (тор)
1 бар	1	0,1	10 ⁻⁴	1,02 · 10 ⁻³	9,87 · 10 ⁻⁷	1,02 · 10 ⁻⁶	7,5 · 10 ⁻⁴
1 млз	10	1	10 ⁻³	0,102	9,87 · 10 ⁻⁶	1,02 · 10 ⁻⁵	7,5 · 10 ⁻³
1 пз	10 ⁴	10 ³	1	102	9,87 · 10 ⁻³	1,02 · 10 ⁻²	7,5
1 кг/м ²	98,1	9,81	9,81 · 10 ⁻³	1	9,68 · 10 ⁻⁵	10 ⁴	7,35 · 10 ⁻²
1 атм	1,013 · 10 ⁵	1,013 · 10 ⁴	1,033 · 10 ²	1,033 · 10 ⁴	1	1,033	760
1 кг/см ²	9,81 · 10 ³	9,81 · 10 ⁴	98,1	10 ⁴	0,968	1	736
1 мм, Н (тор)	1,33 · 10 ³	133	0,133	13,6	1,31 · 10 ⁻³	1,36 · 10 ⁻³	1

18. Эквивалентные величины мощности

Назв. единицы	Ватт	Кило-ватт	Англ. л. с.	Европ. л. с.	кг/м сек	фунто-фут сек.	ккал/сек	ВТУ/сек
1 ватт	1,0	0,001	0,00134	0,00136	0,102	0,737	0,000238	0,000947
1 киловатт	1000,0	1,0	1,34	1,36	102,0	737,0	0,238	0,947
1 англ. л. с.	746,0	0,746	1,0	1,014	76,0	550,0	0,178	0,707
1 европ. л. с.	735,0	0,735	0,985	1,0	75,0	541,0	0,175	0,696
1 кг/м/сек	9,81	0,00981	0,0131	0,0133	1,0	7,233	0,00234	0,00930
1 фунто-фут сек.	1,356	0,00136	0,00182	0,138	1,0	1,0	0,000324	0,00129
1 ккал/сек	4200,0	4,2	5,61	5,7	427,0	3090,0	1,0	3,968
1 ВТУ/сек	1055,0	1,055	0,415	0,422	107,6	777,6	0,252	1,0

19. Обозначения и условные веса химических элементов

Элемент	Символ	Условный атомный вес	Элемент	Символ	Условный атомный вес
Алюминий	Al	27	Нильсборг	Ni	63,9
Барий	Ba	137	Никель	Ni	58,7
Бериллий	Be	9	Орлов	Or	170
Бор	B	10,8	Платина	Pt	219,1
Бром	Br	79,9	Радий	Ra	226
Ванадий	V	50,9	Резерфорд	Rf	261
Висмут	Bi	208,9	Рутений	Ru	101,1
Вольфрам	W	183,8	Селен	Se	78,96
Германий	Ge	72,6	Серебро	Ag	107,87
Железо	Fe	55,85	Стронций	Sr	87,62
Золото	Au	196,97	Сурьма	Sb	121,75
Иод	I	126,9	Таллий	Tl	204,37
Иридий	Ir	223,04	Тантал	Ta	180,94
Калий	K	39,1	Телур	Te	127,6
Кальций	Ca	40,08	Торий	Th	232,04
Кобальт	Co	58,93	Уран	U	238,03
Кремний	Si	28,086	Фтор	F	18,998
Литий	Li	6,941	Хлор	Cl	35,453
Магний	Mg	24,305	Цинк	Zn	65,37
Марганец	Mn	54,938			
Медь	Cu	63,546			
Молибден	Mo	95,94			
Мышьяк	As	74,9216			
Натрий	Na	22,98977			

20. Удельные веса некоторых материалов

Алюминий (прокат)	2,70
Алюминиевая бронза	7,7
Бронза оловянистая	8,7—9,8
Дуралюмин	2,85
Латунь (прокат)	8,5
Магний	1,7
Никель	8,9
Олово белое	7,28
Олово серое	5,7
Твердые сплавы типа НК	14,4—14,9
То же типа ТК	9,5—12,4
Пластмассы:	
тегилакс	1,3—1,4
карболит литой	1,16—1,47
плексиглас (акрилат)	1,18
текстодит марок ПТК, ПТ, ПТЭ	1,3—1,4
целлулоид	1,3
Фибра	1,28
Резиновые изделия	1,0—2,0
Свинец литой	11,3
Сталь (прокат)	7,85
Стальное литье	7,8
Цинк литой	6,86
Цинк кованый	7,0—7,2
Чугун серый	6,6—7,8
Чугун ковкий	7,2—7,6
Эбонит марки П	1,25
Эбонит марки Б	1,45

II. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Условные обозначения механических свойств металлов и сплавов и единицы их измерения

- a_H — ударная вязкость в $кг \cdot м/см^2$;
 E — модуль нормальной упругости при растяжении в $кг/мм^2$;
 G — модуль сдвига в $кг/мм^2$;
 σ_B — предел прочности при растяжении в $кг/мм^2$;
 σ_{BII} — предел прочности при изгибе в $кг/мм^2$;
 $\sigma_{0,2}$ — предел текучести при растяжении в $кг/мм^2$;
 σ_{-1} — предел выносливости при изгибе и симметричном цикле нагружения в $кг/мм^2$;
 ψ — относительное сужение в %;
 δ — удлинение в %;
 HR — твердость по Роквеллу (шкалы А, В, С);
 HV — твердость по Бринеллю в $кг/см^2$;
 $\tau_{ср}$ — сопротивление срезу в $кг/мм^2$;
 f — стрела прогиба в мм.

21. Механические свойства отливок серого чугуна (по ГОСТ 1412—54)

Марка чугуна	δ	ψ_B	σ_{BII}	f мм при		HV кг/мм ²
				$l = 600$ и 300 мм		
СЧ50	Испытания не производится			—	—	—
СЧ10-18	12	28	6,2	143—229		
СЧ15-32	15	32	8,2,5	163—229		
СЧ18-35	18	35	—	173—229		
СЧ21-40	21	40	—	170—241		
СЧ24-44	24	44	—	170—241		
СЧ28-48	28	48	—	170—241		
СЧ32-52	32	52	9,3	187—255		
СЧ35-56	35	56	—	197—269		
СЧ38-60	38	60	—	207—269		

22. Механические свойства антифрикционного чугуна

ГОСТ нак переваль	Марка чугуна	НВ	σ_b	δ	$\sigma_{\text{ДП}}$
		кг/мм ²				%	кг/мм^{2}
ГОСТ 1585-57	СЧ111	170-229	—	—	—
ГОСТ 1585-57	СЧ112	170-229	—	—	—
АМТУ 294-50*	ЧМ1,6	220-260	23-29	0,5-0,8	40-60
АМТУ 294-50*	ЧМ1,3	220-265	50-60	2-3,5	80-105
АМТУ 294-50*	ЧМ1	140-160	22-28	2,5-4,5	60-55
МТУ 71-44*	ПЧ	220-260	20-25	0,3-0,5	35-45
АМТУ 311-52*	ХТВ	255-285	25-30	0,6-1,2	60-60

* Приведены типичные механические свойства.

23. Механические свойства высокопрочного чугуна

(по ГОСТ 7293-74)

Марка чугуна	σ_b	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_{\text{ДП}}$	δ	δ при $l=800 \text{ мм}$	$\sigma_{\text{Н}}$	НВ
	кг/мм ²						
ВЧ45-0	45	36	70	—	4	—	187-255
ВЧ45-1,5	50	38	90	1,5	5	1,5	187-255
ВЧ40-2	60	42	110	2,0	5	1,5	197-269
ВЧ45-5	45	33	70	5,5	5	2,0	170-207
ВЧ45-10	40	30	70	10	30	3,0	156-197

Примечание. В наименовании марок высокопрочного чугуна первая цифра соответствует пределу прочности при растяжении в кг/мм², а вторая — относительному удлинению в %. Например, ВЧ45-5 — высокопрочный чугун, $\sigma_b = 45 \text{ кг/мм}^2$, $\delta = 5\%$.

24. Механические свойства отливок ковкого чугуна
(по ГОСТ 1215-59)

Марка чугуна	$E \cdot 10^{-3}$	σ_b	δ	НВ	$\sigma_{\text{ДП}}$	δ	НВ	$\sigma_{\text{ДП}}$
	кг/мм ²							
Графитизированный ковкий чугун после отжига в нейтральной среде	КЧ37-12	17	0,17	37	12	12	149	1,6
	КЧ35-10	16,5	0,17	35	10	10	149	1,4
	КЧ33-8	16	0,23	33	8	8	149	1,3
	КЧ30-6	15,5	0,23	30	6	6	161	1,2
Обезуглероживый ковкий чугун после отжига в окислительной среде	КЧ40-3	16,3	0,28	40	3	3	201	0,7
	КЧ35-4	17,0	0,28	35	4	4	201	0,7
	КЧ30-3	16,0	0,28	30	3	3	201	0,6

Примечание. Удлинение определяется на образцах диаметром 5 мм. В вмятке появления марок ковкого чугуна К означает ковалый, П — чуток, буква цифра — предел прочности при растяжении в кг/мм², вторая цифра — относительное удлинение в %, например, КЧ35-8 — ковкий чугун, $\sigma_b = 35 \text{ кг/мм}^2$, $\delta = 8\%$.

25. Химический состав и механические свойства стали конструкционной углеродистой качественной сортовой горячекатаной (по ГОСТ 1050—57)

Марка стали	Химический состав в %		Механические свойства						
	С	Мп	σ_b	$\sigma_{0,2}$	δ	ψ	НВ в кг/мм ²		α_k кг · м/см ²
			кг/мм ²		%		отожжен- ной	горяче- катаной	
			не менее		%		не более		
<i>Группы с нормальным содержанием марганца</i>									
05кп	Не более 0,06	Не более 0	—	—	—	—	—	—	—
05	0,05	0	—	—	—	—	—	—	—
08кп	0,06—0,12	0,25—0,50	32	18	33	60	—	131	—
10	0,17—0,15	0,33—0,65	34	21	31	55	—	137	—
15	0,12—0,20	0,35—0,65	37	22	27	55	—	143	—
20	0,17—0,25	0,35—0,65	41	23	25	55	—	156	—
25	0,22—0,30	0,50—0,80	44	26	23	50	—	170	—
30	0,27—0,35	0,50—0,80	48	29	21	50	—	179	6
35	0,32—0,40	0,50—0,80	52	31	20	45	—	187	7
40	0,37—0,45	0,50—0,80	57	32	19	45	197	217	6
45	0,42—0,50	0,50—0,80	60	34	16	40	207	241	—

50	0,47—0,55	0,50—0,80	63	35	14	40	217	241	4
55	0,50—0,60	0,50—0,80	64	36	12	35	229	255	—
60	0,55—0,65	0,50—0,80	65	37	10	35	229	255	—
65	0,60—0,70	0,50—0,80	66	38	10	30	229	255	—
70	0,65—0,75	0,50—0,80	67	39	8	30	229	269	—

<i>Группы с повышенным содержанием марганца</i>									
15Г	0,12—0,20	0,70—1,00	40	23	24	55	—	163	—
20Г	0,17—0,25	0,70—1,00	43	25	22	50	—	197	—
30Г	0,25—0,35	0,70—1,00	55	29	15	45	187	217	—
40Г	0,35—0,45	0,70—1,00	60	33	14	45	207	229	—
50Г	0,45—0,55	0,70—1,00	65	37	11	40	229	255	—
60Г	0,55—0,65	0,70—1,00	70	38	9	35	229	269	4
65Г	0,60—0,70	0,90—1,20	75	40	7	35	229	269	—
70Г	0,65—0,75	0,90—1,20	80	42	7	30	229	269	—
10Г2	0,37—0,15	1,20—1,60	43	23	22	50	—	197	—
30Г2	0,35—0,35	1,40—1,80	60	35	15	45	207	241	—
35Г2	0,30—0,40	1,40—1,80	63	37	13	40	207	241	—
40Г2	0,35—0,45	1,40—1,80	67	39	12	40	217	255	—
45Г2	0,40—0,50	1,40—1,80	70	41	11	40	229	269	—
50Г2	0,45—0,55	1,40—1,80	75	43	10	35	229	269	—

Примечания. 1. Содержание Si для марок 05кп и 08кп не более 0,03%, для марок 05 не более 0,20%, для всех остальных 0,17—0,37%, содержание S для марки 05 не более 0,03%; для марок 05кп, 08кп 0,040%, для всех остальных 0,015%, содержание P для марки 05—0,025%, для всех остальных 0,040%, содержание Ni для марки 05 — следы, для всех остальных 0,30%, содержание Cu для марки 05 — следы, для марок 05кп, 08кп и 10 0,15% для остальных марок 0,30%.

2. Ударная вязкость определяется после термообработки.

26. Механические свойства стали низколегированной конструкционной
 (по ГОСТ 3058—57)

Марка стали	σ_b кг/мм ²	δ %	$\sigma_{0,2}$ кг/мм ² при толщине в мм		a_n кг · м · см ²
			до 5	более 6	
НЛ1	$\gamma > 42$	20	30	30	10
НЛ2	18—63	15	35	34	8

 27. Механические свойства стали конструкционной легированной
 (по ГОСТ 4543—57)

Марка стали	Термообработка		Механические свойства					
	Температура в °С		σ_b кг/мм ²	$\sigma_{0,2}$	δ %	НВ кг/мм ²	ψ %	a_n кг · м · см ²
	закалки	отпуска						
	не менее							
15Х	860/780 ¹	200 ¹	70	50	10	170	45	7
15ХА	860/780 ¹	200 ¹	70	60	11	179	50	8
20Х	860	200 ¹	80	60	10	179	40	6
30Х	890 ²	500 ²	90	70	11	187	45	6
35Х	850 ²	500 ²	95	75	10	197	45	6
38ХА	830 ¹	550 ²	95	80	12	207	50	9

40Х	850 ²	500 ²	100	80	9	217	45	6
45Х	840 ²	500 ²	105	85	8	229	40	5
50Х	830 ²	500 ²	110	90	8	229	40	4
15ХФ	860/780 ¹	200 ¹	75	55	12	187	50	8
20ХФ	880 ²	500 ²	80	60	12	197	50	8
40ХФА	880 ²	650 ²	90	75	10	241	50	9
50ХФА	860 ²	475 ²	130	110	10	255	45	—
20ХМ	880 ²	500 ²	80	60	12	197	50	9
30ХМ	880 ²	560 ²	95	75	11	229	45	8
30ХМА	880 ²	560 ²	95	75	12	229	50	9
35ХМ	850 ²	560 ²	95	80	11	241	45	7
35ХМА	850 ²	560 ²	95	80	12	241	50	8
35Х2МА	870 ²	620 ²	105	90	8	—	45	8
33ХС	920 ²	630 ²	85	65	13	241	50	6
37ХС (40СХ)	900 ²	630 ²	90	70	12	255	50	7
40ХС	900 ²	640 ²	125	105	12	255	40	5
20ХГ	890 ²	180 ²	80	60	12	187	50	—
35ХГ2	870 ²	600 ²	85	70	12	229	45	8
18ХГМ	860 ²	190 ²	110	90	10	217	50	9
40ХГМ	850 ²	605 ²	100	80	10	241	45	5
27СГ	920 ¹	420 ²	100	80	12	217	40	7
35СГ	900 ¹	530 ²	85	65	15	229	40	6
20ХГС	880 ²	500 ²	80	60	10	207	40	6
30ХГС	880 ²	520 ²	110	85	10	229	45	4,5
30ХГСА	880 ²	520 ²	110	85	10	241	45	5
30ХГСА ⁴	—	—	165	130	9	241	40	6
35ХГА	940 ²	650 ²	95	75	10	229	50	8
38ХМЮА	940 ²	650 ²	100	85	15	229	50	9
35ХМФА	900 ²	630 ²	110	95	10	229	50	9
15НМ	860/780 ²	200 ¹	85	65	11	197	50	8
20Х11	840 ²	500 ²	80	60	10	197	50	8
40Х11	820 ²	500 ²	100	80	10	207	45	7
45ХН	820 ²	530 ²	100	80	10	207	45	7
50ХН	820 ²	500 ²	110	85	8	207	45	5

Марка стали	Термообработка		Механические свойства				НВ			
	Температура в °С	спуска	в горячем		в холодном		в горячем		в холодном	
			σ_b	δ	σ_b	δ	НВ	σ_b	δ	НВ
12Х12	850-780	200	94	12	10	20	6	20	6	20
12Х3	850-780	150	72	10	10	20	8	20	8	20
12Х1М	850-780	200	94	12	10	20	6	20	6	20
20Х12	850	200	94	12	10	20	6	20	6	20
30Х12	850	200	94	12	10	20	6	20	6	20
37Х13А	850	200	94	12	10	20	6	20	6	20
12Х13М	850-780	200	94	12	10	20	6	20	6	20
12Х13А	850-780	200	94	12	10	20	6	20	6	20
20Х13М	850-780	200	94	12	10	20	6	20	6	20
20Х13А	850-780	200	94	12	10	20	6	20	6	20
30Х13М	850-780	200	94	12	10	20	6	20	6	20
30Х13А	850-780	200	94	12	10	20	6	20	6	20
40Х13М	850-780	200	94	12	10	20	6	20	6	20
40Х13А	850-780	200	94	12	10	20	6	20	6	20
20Х14А	850	200	94	12	10	20	6	20	6	20
18Х14А	850	200	94	12	10	20	6	20	6	20
26Х14А	850	200	94	12	10	20	6	20	6	20
12Х14А	850	200	94	12	10	20	6	20	6	20
18Х14А	850	200	94	12	10	20	6	20	6	20
30Х14А	850	200	94	12	10	20	6	20	6	20
40Х14А	850	200	94	12	10	20	6	20	6	20
40Х14А	850	200	94	12	10	20	6	20	6	20

Среды термообработки: 1—вода, 2—вода или масло, 3—масло, 4—изотермическая закалка с 850°С в смеси холодной и горячей воды при 280—310°С, 5—теплая вода или масло, 6—воздух.

В испытание — температура первой закалки, в знаменателе — второй.

28. Механические свойства стали качественной конструкционной холоднокатаной (калброванной) (по ГОСТ 1041-59)

Марка стали	НВ		Нагаргани- ня			Отожделенная			Лич. холодной высадки		
	кг/мм ² не более		кг/мм ²			кг/мм ²			кг/мм ²		
	σ_b	δ	σ_b	δ	ψ	σ_b	δ	ψ	σ_b	δ	ψ
10	187	143	42	8	50	30	26	55	25	26	60
15	197	149	45	8	45	35	23	45	42	23	65
20	207	163	50	7,5	40	40	21	50	—	—	—
25	217	170	55	40	42	19	59	—	—	—	—
30	229	179	57	7	35	45	17	45	—	—	—
35	229	187	63	6,5	35	49	15	45	55	18	50
40	241	197	62	6	30	52	14	40	—	—	—
45	241	207	65	6	30	55	13	40	—	—	—
50	255	217	67	6	30	57	12	40	—	—	—
60	—	229	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15Г	207	163	50	7,5	45	40	21	50	—	—	—
50Г	269	229	70	6,5	30	60	16	35	—	—	—
50Г2	285	229	75	6	25	65	9	—	—	—	—

29. Механические свойства стали конструкционной автоматной (по ГОСТ 1414-54)

Марка стали	Горячекатаная				Холоднокатаная				
	σ_b	δ	ψ	НВ	σ_b в кг/мм ²			НВ	
					Диаметр прутка в мм				
	кг/мм ²	%	%	кг/мм ² не более	до 20	20-30	от 30	кг/мм ²	
A12	42-57	22	36	160	60-80	55-75	72-70	7,0	167-217
A20	46-61	20	30	168	62-83	57-76	71-78	7,0	167-217
A30	52-67	15	25	185	64-84	60-80	65-77	6,0	174-223
A40*	60-75	14	20	207	60-80	60-80	60-80	17	173-229

Примечание. Механические свойства даны в состоянии поставки (без термообработки).

* После высокотемпературного отпуска.

30. Механические свойства стали качественной
рессорно-пружинной горячекатаной
(по ГОСТ 2052—53)

Марка стали	Режим термической обработки (рекомендуемый)		Механические свойства				
	Температура в °С		σ _{0,2} кг/мм ²	σ _b кг/мм ²	δ ₅ %	ψ ₅ %	НВ кг/мм ²
	закалка	отпуск					
65	840	480	80	100	9	35	255
70	830	480	85	105	8	30	269
75	820	480	90	110	7	30	285
85	820	480	100	115	6	30	302
55ГС	820	480	80	100	8	30	285
65Г	830	480	80	100	8	30	269
50С2	870	460	110	120	6	30	285
55С2	870	460	120	130	6	30	287
60С2	870	460	120	130	5	25	302
60С2А	870	460	140	160	5	20	302
63С2А	860	460	140	160	5	20	302
70С3А	860	460	160	180	5	25	302
50ХГ	840	490	110	130	5	35	302
50ХГА	840	490	120	130	6	35	302
50ХГФА	850	520	120	130	6	35	321
50ХФА	850	520	110	130	10	45	302
60С2ХА	870	420	160	180	5	20	321
60С2ХФА	850	410	170	190	5	20	302
65С2ВА	850	420	170	190	5	20	302
60С212А	850	420	160	175	5	20	302
55СГ	880	460	120	130	6	30	285
60СГ	860	460	120	150	5	25	285
60СГА	860	460	140	160	5	25	285

Примечания. 1. Твердость приводится для стали в неотожженном состоянии.

2. Заключенная среда — масло, для марок 50С2 и 55С2 — вода или масло.

31. Механические свойства стали в листах, полосах и лентах

Материал	Марка	№ ГОСТ	σ _b кг/мм ²		Т _{сп} °С	δ ₅ %	Примечание
			по ГОСТ	по ТУ			
Сталь углеродистая горячекатаная листовая и шпиролосовая	Ст. 0		32—47	26—38		18—22	При толщине 8—20 мм
	Ст. 1		32—40	26—32		28—33	
	Ст. 2		34—42	27—34		26—31	
	Ст. 3	380—57	38—47	30—38		21—27	
	Ст. 4		42—52	34—42		19—25	
	Ст. 5		50—62	40—50		15—21	
	Ст. 6		60—72	48—58		11—15	
Ст. 7		70—85	56—63		7—11		
Сталь тонколистовая углеродистая горячекатаная обыкновенного качества	Ст. 2		34—42	27—34		20—22	При толщине 2—3 мм
	Ст. 3		38—47	30—38		16—18	
	Ст. 4	501—58	42—52	34—42		14—16	
	Ст. 5		50—62	40—50		10—12	
	Ст. 6		50—62	40—50		10—12	
Сталь тонколистовая углеродистая конструкционная	65		> 57	—	—	26—30*	
	68Кл		28—36	22—30		26—30	
	68—10Кл		28—42	22—34		24—27	
	10Кл		32—45	25—36		23—26	

* Механические свойства для мягкой ленты.

Материал	Марка	№ ГОСТ	σ _b		σ _р	δ ₅	Примечание
			кг/мм ²	кг/мм ²			
Сталь, томасовская академическая, марганцево- силая конструкционная	20		35—50	28—40	28—40	21—24	При толщине 40—5 мм
	25		40—55	32—44	32—44	21—23	
	30		45—60	35—48	35—48	19—21	
	35	914—56	50—65	40—52	40—52	15—18	
	40		52—67	42—54	42—54	15—17	
	45		55—70	44—56	44—56	13—15	
50		55—75	44—60	44—60	11—13		
Сталь горячекатаная подшипниковая, марганцево- вещная углеродистая	08к		29—38	22—30	22—30	30	При толщине 4—14 мм
	08—10к		29—42	22—34	22—34	27	
	15—18к		32—45	25—36	25—36	26	
	20—20кп		35—50	28—40	28—40	24	
	25		40—55	32—44	32—44	23	
	30		45—60	35—48	35—48	21	
	35	404—48	50—65	40—52	40—52	18	
	40		52—67	42—54	42—54	17	
	45		55—70	44—56	44—56	15	
	50		55—75	44—60	44—60	13	

Легкая стальная низко- углеродистая конструкционная протяжки	Ст. 1 (ОМ)	30	503—41	28—40	22—32	30	При толщине 0,55—3,6 мм						
				53—45	33—36			26					
				39—50	30—40			10					
				42—55	33—44			4					
				50—80	40—64								
Легкая низкоуглеродистая конструкционная сталь	3,8	30	503—41	45—55	36—51	9	При толщине 0,5—3 мм вместо 0,5—3 мм в конструкциях						
				50—55	40—58			6					
				55—60	41—52			2					
				55—65	42—50			2					
				65—100	52—80			2					
				70—105	56—81			1,5					
				75—110	60—85			1,5					
				75—115	60—92			1					
										82—90	55—72	22	Можно использовать в конструкциях
				30						85—95	55—81	30	в конструкциях

Материал	Марка	№ ГОСТ	δ		δ _н %	Примечание
			мм	кг/м ²		
Лента холоднокатаная из конструктивной стали	25		35—60	28—43	18	При толщине δ _н —3 мм
	30		40—60	32—48	16	
	35		40—65	32—52	16	После выско-теплатурно-го отжига
	40, 45	2084—43	45—70	36—56	15	
	50		45—70	36—56	13	
	55, 60		45—75	36—60	12	
65, 70		45—75	36—60	10		
Лента стальнаяпружинная термобработанная	У8А, У8АУ10А, У11А		—	—	—	Группа прочностная
	У12А	3014—53	130—160	—	—	
	60С2А		161—190	—	—	
	70С2ХА		Св. 190	—	—	
	Х05		—	—	—	

32. Механические свойства стали нержавеющей кислотостойкой сортовой горячекатаной и ковальной (по ГОСТ 6949—81)

Марка стали	Термобработка (рекомендуемая)	Температура в °С	Механические свойства					
			отпуска		не менее		в	
			НВ	σ _в	σ _{п,2}	δ	ψ	α _к
1Х13(ЭЖ1)	1000—1050 ^а , б	7,00—7,90 ^а , б, в	121—187	60	42	29	60	
2Х13(ЭЖ2)	1000—1050 ^а , б	6,60—7,70 ^а , б, в	128—197	56	4,5	2,6	53	
3Х13(ЭЖ3)	1000—1050 ^а , б	2,00—3,00	131—207	—	—	—	—	
4Х13(ЭЖ4)	1050—1100 ^б	2,00—3,00	149—229	—	—	—	—	
Х17(ЭЖ17)	Отжиг	7,60—7,90 ^б	128—197	40	25	20	50	
Х18(ЭЖ29)	1000—1050 ^б	2,00—3,00 ^б , в	<22,5	—	—	—	—	
Х25(ЭЖ181)	—	—	—	4,5	30	20	4,5	
Х28(ЭЖ27, ЭЖ349)	—	—	—	4,5	50	20	4,5	
Х17Н2(ЭЖ1268)	950—975 ^б	2,75—3,00	120—197	110	—	10	—	
1Х18Н9(ЭЖ1)	1100—1150 ^а	—	—	55	20	4,5	60	
2Х18Н9(ЭЖ2)	1100—1150	—	—	58	22	4,0	55	

Марка стали	Термообработка (рекомендуемая)		Температура в °С		Механические свойства				
	закалка	отпуск	в °С		НВ	σ_b кг/мм ²	$\sigma_{0,2}$	δ	ψ
			не менее	%					
X23H13Э(Э139)	—	—	1100—1160 ^а , δ , σ	—	55	30	35	50	50
X23H18Э(Э117)	—	—	1160—1160 ^а , δ , σ	—	55	30	35	50	50
X38T(Э1439)	—	—	—	—	45	30	20	35	35
X70H14СЭ(Э1271)	—	—	—	—	60	30	35	50	50
X38H20СЭ(Э1453)	—	—	1100—1160 ^а	—	60	20	35	50	50
IX18H19T(Э1171)	—	—	1100—1160 ^а	—	55	20	40	35	35
X19H11ВЭ(Э1338, Э1442)	—	—	1100—1160 ^а	—	55	20	40	35	35
X13H4ТУЭ(Э1029)	—	—	1130—1160 ^а	—	65	25	35	35	35
X18H10СЭТ(Э1171, Э1448)	—	—	1150—1160 ^а	—	55	22	40	35	35
X18H12МЭТ(Э1183, Э1192 и Э1397)	—	—	1150—1160	—	55	22	40	35	35

Примечания: 1. Механические свойства даны после стандартной термообработки.
 2. При закалке и закалке с нормальным распределением на стали с диаметром профиля до 60 мм. При закалке профиля более 60 до 100 мм допускается понижение температуры на одну единицу и сужения — на пять единиц длины норм. Механические свойства профиля более 100 мм определяются при полном контроле.
 3. Для стали марок X25, X33T и X29 и профилей более 60 мм механические свойства определяются на заготовках сечением 50—60 мм².
 4. Среда термической обработки: а—вода, б—масло, в—воздух.

35. Механические свойства углеродистой стали в поковках

Класс	Марка стали	Массово-малая. В диаметр поковки мм	Механические свойства					НВ кг/мм ² по бол-лос
			σ_b	$\sigma_{0,2}$	δ	ψ	d _н кг. м. с/м ²	
I	15	100 100—305 300—500	35	25	27	55	6,5 6,0 5,5	143
			34	17	25	50		
			33	15	24	45		
II	20	100 100—300 300—500 500—750	40	22	23	53	5,5 5,0 4,5	150
			38	20	23	50		
			37	19	22	45		
III	25	100 100—300	43	24	22	50	5,0 4,0	170
			40	22	20	48		
			—	—	—	—		
IV	30	100 100—300 300—500 500—750	48	25	19	48	4,0 3,5 3,0	179
			47	24	19	45		
			45	23	18	40		
V	35	100 100—300 300—500 500—750	52	27	18	43	3,5 3,0 2,5	187
			50	25	18	40		
			48	24	17	37		
VI	40	100 100—300 300—500 500—750	56	28	17	40	3,0 3,0 2,5	207
			54	27	17	36		
			52	26	16	32		
VII	45	100 100—300 300—500 500—750	62	30	15	38	3,0 2,5 2,0	217
			58	29	15	35		
			55	28	14	32		
VIII	50	100 100—300 300—500	62	32	13	35	3,0 2,5 2,0	229
			60	30	12	33		
			58	29	12	30		
IX	55	100 100—300 300—500	66	33	12	30	3,0 2,5 2,0	229
			64	32	11	28		
			62	31	10	25		
X	60	100	65	35	10	28	—	229

Примечания: Механические свойства σ_b , $\sigma_{0,2}$, δ и ψ относятся к нормализованным продольным патикратным образцам.

34. Механические свойства деформированной стали в поковках

Класс поковки	Механические свойства					Дл. изогн. изогн. изогн.	ННВ
	σ_B	$\sigma_{0,2}$	δ_5	ψ	Кл. м.с.м.		
КТ-25	60	35	12	40	5	179-207	
КТ-40	65	40	12	40	5	182-212	
КТ-45	70	45	12	40	5	186-229	
КТ-50	75	50	12	40	5	192-232	
КТ-55	80	55	10	40	5	202-252	
КТ-60	85	60	10	40	4,5	210-268	
КТ-65	90	65	8	35	4,5	241-277	
КТ-70	95	70	8	35	4,5	246-286	
КТ-75	100	75	7,5	35	4,0	252-292	
КТ-80	105	80	8	35	4,0	269-311	

Примечания: 1. Механические свойства σ_B , $\sigma_{0,2}$, δ_5 и ψ относятся к нормальному продольному, поперечному и поперечному образцу. Для радиальных образцов σ_B , $\sigma_{0,2}$ ниже на 10%, ψ и δ_5 на 30% и δ_5 на 40%. Для тангенциальных образцов σ_B , $\sigma_{0,2}$ ниже на 5%, δ_5 на 25%, ψ на 20% и δ_5 на 25%.

2. Вузка К. Сталь качественная, бурая Т-сталь термически обработанная: профили после термо-водной обработки теплотехности в кг/мм². Например, КТ-60: поковка из стали качественной, термически обработанная, $\sigma_{0,2} = 60$ кг/мм².

35. Механические свойства стали в отливках в нормализованном состоянии (по ГОСТ 977-58)

Марка стали	Механические свойства, не менее				
	$\sigma_{0,2}$ кг/мм ²	σ_B	δ	ψ	δ_5 и δ_{10}
15Л7	30	40	24	35	5,0
20Л1	32	42	23	32	5,0
25Л1	34	45	19	30	4,0
30Л1	36	48	17	30	3,5
35Л1	38	50	15	25	3,5
40Л1	40	53	14	25	3,0
45Л1	42	55	12	20	3,0
50Л1	44	58	11	11	2,5
55Л1	46	60	10	18	2,5

Примечания: В обозначении марок цифрами характеризуются пределы содержания углерода в со- ставе стали: 0,15-0,22-0,27-0,32-0,38%.

36. Сталь горячекатаная круглая (по ГОСТ 2590-57), квадратная (по ГОСТ 2591-57) и шестигранная (по ГОСТ 2879-57) — сортмент

α или d	Теоретический вес 1 пог. м в кг			α или d	Теоретический вес 1 пог. м в кг			α или d	Теоретический вес 1 пог. м в кг		
	круглая	квадратная	шести-гранная		круглая	квадратная	шести-гранная		круглая	квадратная	шести-гранная
0,5	0,154	—	—	28	4,83	6,15	5,33	60	22,19	28,26	24,50
0,55	0,187	—	—	29	5,19	—	5,72	62	23,70	—	26,98
0,6	0,222	0,283	—	30	5,55	7,06	6,12	63	—	—	28,70
0,65	0,260	—	—	31	5,92	—	—	65	26,05	33,17	28,70
0,7	0,302	0,385	—	32	6,31	8,04	6,96	68	28,51	38,46	31,45
0,75	0,305	0,502	0,435	33	6,71	—	—	70	30,21	—	33,63
0,8	0,439	0,636	0,551	34	7,13	—	—	72	31,97	44,15	—
0,85	—	—	—	35	7,53	9,62	7,86	75	34,68	—	—
0,9	—	—	—	36	7,99	—	—	78	37,31	—	—
1,0	0,617	0,785	0,680	37	8,44	—	—	80	39,46	50,25	—
1,1	0,746	0,950	0,823	38	8,90	11,34	9,82	85	44,55	56,72	—
1,2	0,898	1,13	0,979	39	9,38	—	—	90	49,94	63,58	—
1,3	1,04	1,31	1,15	40	9,87	12,56	10,88	95	55,64	70,85	—
1,4	1,21	1,54	1,33	41	—	—	—	100	61,65	78,50	—
1,5	1,39	1,77	1,53	42	10,87	—	—	105	67,97	(86,55)	—
1,6	1,58	2,01	1,74	43	11,40	—	—	110	74,60	(95,03)	—
1,7	1,78	—	—	44	11,94	—	—	115	81,54	(103,80)	—
1,8	2,00	2,54	2,20	45	12,48	15,90	13,16	—	—	—	—
1,9	2,23	—	2,45	46	—	—	—	—	—	—	—
2,0	2,47	3,14	2,72	48	14,12	—	15,06	120	88,78	(113,10)	—

a или d	Теоретический вес 1 лог. м в кг			a или d	Теоретический вес 1 лог. м в кг			a или d	Теоретический вес 1 лог. м в кг		
	круг- лая	квад- ратная	шести- гранная		круг- лая	квад- ратная	шести- гранная		круг- лая	квад- ратная	шести- гранная
21	2,72	—	3,60	50	15,42	19,63	16,99	125	96,33	(122,70)	—
22	2,98	3,90	3,19	52	16,67	—	18,38	130	104,20	(132,73)	—
23	3,26	—	3,60	54	17,98	—	—	140	120,84	(153,94)	—
24	3,55	—	3,92	55	18,65	23,75	20,56	150	133,72	(176,72)	—
25	3,85	4,91	4,26	56	19,33	—	—	160	157,83	(201,96)	—
26	4,17	—	4,59	58	20,74	—	22,87	170	178,18	(226,98)	—
27	4,49	—	4,96					180	199,76	(254,50)	—
								190	222,57	(283,49)	—
								200	246,62	(314,12)	—

Примечания. 1. Квадратная сталь изготавливается с прямыми углами (размеры стороны до 100 мм включительно) и с закругленными (размеры сторон свыше 100 мм).
2. Шестигранная сталь размерами профиля более 70 мм, а также круглая и квадратная размерами более 200 мм изготавливается по соглашению между потребителем и изготовителем.
3. В квадратной стали размерами 105 мм и более повышенной точности прокатки допускаемые отклонения по стороне квадрата не регламентируются и теоретический вес не устанавливается.
4. Ovalность круглой стали, т. е. разность между наибольшим и наименьшим диаметрами в одном сечении, не должна превышать 0,5 допуска, установленного для стали соответствующей точности прокатки.
a — сторона квадратной стали, d — диаметр круглой стали или вписанного в шестиугольник круга для шестигранной стали.

37. Перечень стандартов на листы, полосы и ленты из сталей

Наименование материала	№ стандарта	
	Технические условия и классификация	Сортмент
<i>Углеродистая обыкновенного качества</i>		
Сталь толстолистовая и широкополосная (широколи- стная) углеродистая обыкновенного качества	ГОСТ 500—59 ГОСТ 380—57	ГОСТ 568—57 ГОСТ 5831—57 ГОСТ 82—57
Сталь тонколистовая углеродистая горячекатаная обыкновенного качества толщиной 0,68—3,75 мм	ГОСТ 50—58 ГОСТ 380—57	ГОСТ 3560—57
Сталь листовая декарбонизирующая	ГОСТ 380—57	ГОСТ 1286—57
Жесть белая	ГОСТ 5343—51 ГОСТ 380—57	ГОСТ 5343—51
Жесть белая рулонная горячего лужения	ГОСТ 7530—55	ГОСТ 7530—55
Жесть черная полированная	ГОСТ 1127—57 ГОСТ 380—57	ГОСТ 1127—57

Наименование материала	№ стандарта	
	Технические условия и классификация	Сортамент
Сталь тонколистовая оцинкованная	ГОСТ 7118-54 ГОСТ 301-53 ГОСТ 1393-47 ГОСТ 386-57	ГОСТ 7118-54
Сталь листовая рифленая	ГОСТ 530-54 ГОСТ 380-57	ОСТ 10026-39
Сталь прокатная полосовая	ГОСТ 1393-47	ГОСТ 103-57
Сталь кровельная	ГОСТ 380-57	ГОСТ 1393-47
Лента стальная горячекатаная	ГОСТ 380-57	ГОСТ 6009-57

Наименование материала	№ стандарта	
	Технические условия и классификация	Сортамент
<i>Качественная углеродистая и легированная конструкционная</i>		
Сталь тонколистовая качественная углеродистая конструкционная	ГОСТ 914-56 ГОСТ 1050-57	ГОСТ 3680-57
Сталь толстолистовая горячекатаная качественная углеродистая конструкционная для автостроения	ГОСТ 4041-48 ГОСТ 1050-57	ГОСТ 4041-48
Сталь листовая качественная толщиной свыше 4 мм	ГОСТ 1577-53 ГОСТ 1050-57	ГОСТ 5681-57
Сталь тонколистовая низкоуглеродистая электротехническая	ГОСТ 3838-47	ГОСТ 3680-57

Наименование материала	№ стандарта	
	Технические условия и классификация	Сортамент
Сталь тонколистовая качественная легированная конструкционная	ГОСТ 1542—54 ГОСТ 1050—57	ГОСТ 3692—57
Сталь листовая электротехническая	ГОСТ 802—58	ГОСТ 802—58
Сталь качественная полосовая горячекатаная для плакировки	ГОСТ 803—50	ГОСТ 803—50
Лента стальная низкоуглеродистая холодной прокатки	ГОСТ 386—57 ГОСТ 1052—57	ГОСТ 503—41
Лента холоднокатаная из конструкционной стали	ГОСТ 2284—43 ГОСТ 1050—57	ГОСТ 2284—43
Лента стальная пружинная термообработанная	ГОСТ 2614—55 ГОСТ 1435—54 ГОСТ 1050—57 ГОСТ 2062—53 ГОСТ 2283—57	ГОСТ 2614—55

Наименование материала	№ стандарта	
	Технические условия и классификация	Сортамент
Лента стальная для роликов велосипедных и мотоциклетных цепей	ГОСТ 3633—47 ГОСТ 1050—57	ГОСТ 3633—47 ГОСТ 503—41
Лента стальная нержавеющая	ГОСТ 4986—54	—
Сталь высоколегированная нержавеющая жаропрочная	ГОСТ 5632—51	—
Сталь тонколистовая нержавеющая	ГОСТ 5582—50	ГОСТ 3680—57
Сталь конструкционная оцинкованная, оцинкованная и луженая		ТУ 909

38. Физико-механические свойства цветных металлов

Наименование металла	Марка металла и процентное содержание основного компонента	Т г/см ³	t _{пл} °С	α · 10 ⁻⁶ 1/°С	E · 10 ⁻⁵	σ _b		δ	Φ	
						кг/мм ²			%	
Медь (ГОСТ 859—41)	$\frac{M0}{99,95} ; \frac{M1}{99,9} ; \frac{M2}{99,7}$	8,93	1083	16,42	11,2	22	50	70	35	
	$\frac{M3}{99,5} ; \frac{M4}{99}$									
Цинк (ГОСТ 3640—47)	$\frac{ЦВ}{99,99} ; \frac{Ц0}{99,96} ; \frac{Ц1}{99,94}$	7,4	419,4	32,6	13	15	20	70	30	
	$\frac{Ц2}{99,9} ; \frac{Ц3}{98,7} ; \frac{Ц4}{97,5}$									
Свинец (ГОСТ 3778—56)	$\frac{СВ}{99,992} ; \frac{С0}{99,992}$	11,34	327,3	29,5	1,8	1,8	45	90	4	
	$\frac{С1}{99,985} ; \frac{С2}{99,95}$									
	$\frac{С3}{99,9} ; \frac{С4}{99,6}$									
Олово (ГОСТ 860—41)	$\frac{01}{99,9} ; \frac{02}{99,56}$	7,3	239	22,4	4,9	2	40	90	5	
	$\frac{03}{98,35} ; \frac{04}{96,25}$									
Никель (ГОСТ 813—56)	$\frac{Н0}{99,99} ; \frac{Н1}{99,93}$	8,9	1452	13,7	21	45—56	35—50	50—70	60	
	$\frac{Н2}{99,9} ; \frac{Н3}{98,6} ; \frac{Н4}{97,6}$									
Алюминий (ГОСТ 3949—54)	$\frac{АВ0000}{99,996} ; \frac{АВ000}{96,99}$	2,7	658	24	7,2	6	40	—	20	
	$\frac{АВ00}{99,97} ; \frac{АВ0}{99,93}$									
	$\frac{А00}{99,7} ; \frac{А0}{99,6} ; \frac{А1}{99,5}$									
	$\frac{А2}{99,0} ; \frac{А3}{98,0}$									

39. Механические свойства меди, латуни и бронзы в листах, полосах и лентах

Материал	Марка	№ ГОСТ	σ _в		τ _{ср}	δ ₅₀ %	Примечание
			кг/мм ²	МПа			
Листы медные общего назначения	М1, М2, М3	1173-49	21 30	—	17 24	30 3	Мягкие Твердые
	М1	495-50	50	—	16	30	Холоднотянутые: мягкие твердые
	М2		30	—	24	3	
М3		50	—	16	30	Горячекатаные	
Листы и полосы латунные	Л68	931-52	30	—	24	40	Холоднотянутые Горячекатаные
	Л62		30	—	24	40	
	ЛС59-1		35	—	28	25	
	ЛМ168-С		39	—	—	30	
	Л62		30	—	24	30	
ЛС59-1	35	—	28	25			
Л062-1	39	—	—	—	20		

Л68	931-52	35	—	28	25	Холоднотянутые Холоднотянутые
		35	—	28	20	
		45	—	—	25	
Л68	931-52	40	—	32	15	Твердые Холоднотянутые
		42	—	34	10	
		45	—	36	5	
		45	—	32	5	
		60	—	—	3	
Л062-1		60	—	—	2,5	Холоднотянутые общего назначения
Л68	931-52	30	—	24	40	Мягкие
		30	—	24	35	
		35	—	28	25	
		39	—	—	30	
		35	—	—	25	
Л62		38	—	20	50	Горячекатаные
ЛМ168-2		45	—	—	25	

Материал	Марка	№ ГОСТ	σ_b	$\tau_{ср}$		$\delta_{ср}$ %	Примечание
				А23.0.1	А23.0.2		
Литые алюминиевые сплавы высокопрочные	Л168		40	32	15	Твердые	
	Л162 Л1С59-1 Л1М168-2	2208—40	42 45 60	24 36 —	10 5 3		
Литые алюминиевые сплавы средней прочности	Л168		50	40	4	Особо твердые	
	Л162		60	48	2,5		
Литые д. литые из алюминия с магнием и цинком	БрАМцД-2	1505—47	45	36	18	Особо прочные Горючие Твердые	
			45	36	15		
			60	48	5		
Литые д. литые из бериллиевой бронзы	БрБ2	1789—20	36—60	24—48	20	Мягкие Легкие	
	БрБ2		По заказу 66	25	2		

Литые д. литые из бериллиевой бронзы	БрБ2,5		40—60	32—48	17	Мягкие Твердые
	БрБ2,5		По заказу 70	53	1,5	
Литые д. литые из алюминия с магнием и цинком	БрОФ6,5— —0,15	1761—70	30	14	28	Мягкие Твердые Особо твердые
			70—85	40—44	3—5	
	БрОЦ4-3		60—65	48—52	1—2	
Литые из кремне- железистой бронзы			35	—	40	Мягкие Твердые Особо твердые
			60	—	3	
			70	—	1	
Литые из кремне- железистой бронзы	БрЖМЖ 3-1	4748—49	36	—	45	Мягкие Твердые Особо твердые
			65	—	5	
			75	—	2	

40. Механические свойства алюминиевых деформируемых сплавов

Марка по ГОСТ 4784—49	Вид изделия	σ_b	$\sigma_{0,2}$	δ %
		кг/мм ²		
<i>Сплавы, упрочняемые термической обработкой</i>				
Д16	Плиты ¹	40—41	28—27	7—5
	Профили прессованные ¹	40—49	29—33	12—10
	Прутки ¹	40—42	26—28	12—8
	Трубы ¹	42—43	26—29	14—10
	Трубы ²	<25	—	10
АК8	Прутки ¹	44—46	—	12—8
	Штамповки ¹	46	35	12—10
	Поковки ¹	44	—	14—10
Д6	Прутки ¹	40—42	26—28	12—8
	Профили прессованные ¹	40—49	29—33	12—10
	Трубы ¹	40—43	26—29	14—10
	Трубы ²	<25	—	10
Д1	Плиты ¹	38—36	22—21	11—8
	Профили прессованные ¹	36—41	22—25	12—10
	Прутки ¹	36—36	22—20	12—10
	Трубы ¹	38—40	30—23	14—10
	Трубы ²	<25	—	10
	Поковки ¹	36	—	10
	Штамповки ¹	36—38	20	13—12
АК6	Штамповки ¹	36	23	10
	Поковки ¹	36	—	6
	Прутки ¹	36	—	12

Продолжение

Марка по ГОСТ 4784—49	Вид изделия	σ_b	$\sigma_{0,2}$	δ %
		кг/мм ²		
АВ	Плиты ¹	30—28	—	7—5
	Штамповки ¹	30	22	12
	Поковки ¹	28	—	10
	Трубы ¹	31	—	8
	Прутки ¹	30	—	12
	Профили прессованные ¹	30	23	10
<i>Неупрочняемые сплавы</i>				
АМг	Плиты ¹	18	—	7
	Трубы ¹	<22	—	—
	Трубы ⁴	>21	—	—
	Прутки ¹	>23	—	—
АМц	Трубы ¹	<13	—	—
	Трубы ¹	>14	—	—
	Прутки ¹	<17	—	30
	Профили прессованные ¹	<17	—	16
АМц	Плиты ¹	11	—	14
АД1	Прутки ¹	11	—	25
	Трубы ¹	12	—	20
	Трубы ¹	10—11	—	5

Примечание. Состояние поставки: 1—закаленные и естественно состаренные, 2—горячекатаные, 3—отожженные, 4—полумартеновские, 5—нагартованные, 6—закаленные и искусственно состаренные. Механические свойства труб—по ГОСТ 4773—49, профилей—по АМТУ 236—48, прутков—по ГОСТ 4783—49.

41. Механические свойства высокопрочных

Марка сплава	Механические свойства при температуре 20 °С					Физические	
	E	$\sigma_{0,2}$	σ_b	δ_5	HB	T	$\alpha \times 10^6 / ^\circ C$
	кг/мм ²			%	кг/мм ²	г/см ³	
АМг6	6800	17,0	32,5	21,5	—	2,64	24,7
Д18Т Д18М	7100	17,0 0,0	30,0 16,0	21,0	70 38	2,76	21,8
В65	7100	—	40,0	20,0	—	2,8	21,8
В94	7100	44,0	82,0	15,0	150	2,85	21,94
Д6Т	7100	30,0	46,0	15,0	105	2,80	22,0
ВД17	7100	28,0	44,0	10,0	105	2,75	23,6
Д19 зака- ленная нагар- тозан- ный	6800	30,0 44,0	44,0 54,0	10,0	115	2,76	—
Д20	6900	30,0	40,0	10,0	100	2,84	22,6

алюминиевых и титановых сплавов

свойства	Темпера- тура закалки °С	Вид полуфабриката и технические условия или ГОСТ	
			λ
			ккал см.сек °С
0,28	—	Листы отожженные — СТУ Прутки — АМТУ 421—57 Профили — АМТУ 423—57 Проволока сварочная СТУ 4 5 54	
0,39	495—505	Проволока для заклепок — АМТУ 332—53, $\tau_{cp} = 19$ кг/мм ²	
0,55	515—520	Проволока для заклепок — АМТУ 332—53, $\tau_{cp} = 26$ кг/мм ²	
0,37	465 ± 5	Проволока для заклепок — АМТУ 387—56, $\tau_{cp} = 29$ кг/мм ²	
0,32	497—503	Прутки — ГОСТ 4783—49 Профили — АМТУ 258—55	
0,52	500 ± 5	Прессованные полосы — АМТУ 310—53 Прессованные прутки — АМТУ 357—56	
—	505 ⁺³ — ₂	Листы плакированные — АМТУ 422—57	
0,33	535 ± 5	Прессованные полуфабрикаты — АМТУ 378—57 Листы плакированные — АМТУ 395—57	

Марка сплава	Механические свойства при температуре 20 °С					Физические		
	E	$\sigma_{0,2}$	σ_b	δ_{10}	$\frac{H\bar{B}}{кг/мм^2}$	γ	$\alpha \times 10^3$	С
	кг/мм ²	кг/мм ²	кг/мм ²	%	кг/мм ²	г/см ³		
Д21	7050	35,0	43,0	9,0	—	2,84	19,0	
ВТ1	—	— 47,0	60—70 61	18—20	—	4,5	8,0	
ВТ5	10 500	83,0	90 80	8,5 —	3,4*	4,4	8,3	
ВТ5	11 300	90,0	100	—	320	4,43	8,41	
ВТ4	11 000— 12 000	70—80	80—90	15**	—	4,6	8,4	
ВТ3	11 000	100	110	—	285	4,46	8,4	
ВТ3-1	11 500	100	110	—	285	4,5	8,6	
ОТ4	11 000	55—65	70—90	—	—	4,55	8,0	
ВТ8	11 700	102	110	9	3,3*	4,48	8,4	

* Указан диаметр шарика в мм.
** При $\delta=5,65 \sqrt{F}$.

свойства	Температура закалки °С	Вид полуфабриката и технические условия или ГОСТ
0,31	825 ± 5	Поковки весом до 5 кг
0,039	—	Листы — АМТУ 434—58 Прутки — АМТУ 363—56
0,018	—	Штамповки, прутки — АМТУ 368—56 Листы — ЦМТУ 4775—56
0,020	—	Штамповки, поковки, кованные прутки, листы — АМТУ 368—56
0,020	—	Листы отожженные — СТУ
0,017	—	Штамповки, поковки, прутки — АМТУ 368—56
0,019	—	Прутки, штамповки, полосы — АМТУ 368—56
0,02	—	Листы отожженные — АМТУ 400—57
0,017	—	Прутки, поковки, штамповки — СТУ

42. Перечень стандартов на листы, полосы и ленты из цветных металлов и сплавов

Наименование материала	№ стандарта	
	Технические условия и классификация	Сортамент
Листы медные	ГОСТ 495-50 ГОСТ 859-41	ГОСТ 495-50
Листы и полосы из тяжелых цветных металлов	—	ГОСТ 4124-48
Листы и полосы латуинные	ГОСТ 931-52 ГОСТ 1019-47	ГОСТ 931-52
Полосы и ленты из оловянно-фосфористой или оловяно-цинковой бронзы	ГОСТ 1761-50 ГОСТ 5017-49	ГОСТ 1761-50
Полосы и ленты из бериллиевой бронзы	ГОСТ 1789-50	ГОСТ 1789-50
Ленты холоднокатаные из тяжелых цветных металлов и сплавов	—	ГОСТ 518-47
Ленты медные общего назначения	ГОСТ 1175-49 ГОСТ 859-41	ГОСТ 1175-49

Фольга медная рулонная для технических целей	ГОСТ 5638-51	ГОСТ 5638-51
Ленты латуинные общего назначения	ГОСТ 1019-47	ГОСТ 2208-49
Листы и ленты алюминиевые обычного и повышенного качества	ГОСТ 1870-56 ГОСТ 3549-55	ГОСТ 7870-55
Листы из алюминия и алюминиевых сплавов	ГОСТ 3549-55 ГОСТ 4784-49	ГОСТ 1946-50
Листы из сплавов типа дуралюмина плакированные	ГОСТ 4977-52 ГОСТ 3549-55 ГОСТ 4784-49	ГОСТ 1946-50
Ленты из кельхора, нейзильбера и монеля	ГОСТ 5187-49 ГОСТ 492-52	ГОСТ 5187-49
Ленты из алюминиевой бронзы для пружин	ГОСТ 1048-49 ГОСТ 493-54	ГОСТ 1048-49
Листы свинцовые	ОСТ ЦМ 414-39 ГОСТ 3778-56	ОСТ ЦМ 414-39
Полосы и ленты из алюминий-марганцевистой бронзы	ГОСТ 1595-47	ГОСТ 1595-47
Полосы и ленты из кремний-марганцевистой бронзы	ГОСТ 4748-49	ГОСТ 4748-49
Полосы латуинные	ГОСТ 5362-50 ГОСТ 6088-53	ГОСТ 5362-50
Фольга алюминиевая рулонная для технических целей	ГОСТ 618-50	ГОСТ 618-50

Марка сплава	σ_b	$\sigma_{0,2}$	δ	ψ	Продолжение			
					кг/мм ²		%	
	НВ		с-1		E		G	
	кг/мм ²							
МА1	41	12	8	—				
МА8	27	2	18	58				
ВМ65-1	34	28	10	15-30				
МА1	42	7,5	40/30	18/30				
МА8	60	8,5	47/30	18/30				
ВМ65-1	—	—	43/30	16/30				

44. Механические свойства изделий из магниевых сплавов

Марка сплава	Состояние поставки	Шифр, учитывающий марку сплава и состояние поставки	Толщина листов мм	Механические свойства не менее		
				σ_b	$\sigma_{0,2}$	δ в %
				кг/мм ²		$l=11,3\sqrt{F}$
МА1	Отожженные при 340—350° С в течение 30 мин.	МА1-М	0,8—3,0	19	11	5
			3,1—10,0	17	9	3
	МА8	Отожженные при 340—350° С в течение 30 мин.	МА8-М	0,8—3,0	23	14	14
3,1—10,0				22	13	12
МА8-Н	Отожженные при 240—350° С в течение 30 мин. (полунаклепанные)	МА8-Н	0,8—3,0	25	16	10
			3,1—10,0	24	14	8
нефиди	Горячепрессованные и Горячепрессованные, искусственно состаренные	— — —	— — —	23	— — —	4
				28		10
				32		7

45. Температурный коэффициент линейного расширения α некоторых сплавов
 (табличные значения умножать на 10^{-6})

Марка материала	Интервал температур в °С									
	20—100	100—200	200—300	300—400	400—500	500—600	600—700	700—800	800—900	900—1000
ЭИ437	12,67	13,62	15,88	16,78	17,66	18,17	19,92	21,2	24,55	—
ЭИ388	17,08	18,43	19,64	21,14	21,27	22,59	22,94	23,39	23,54	25,24
ЭИ415	9,14	9,85	12,53	13,25	14,61	14,63	—	—	—	—
ЭИ435	12,8	14,22	15,88	16,95	17,84	18,7	20,5	21	21,87	—
X23H18	15,45	16,37	17,42	18,42	19,21	21,23	22,02	22,39	23,33	—
1X18H9T	15,95	15,95	17,32	18,74	20,24	21,23	22,2	23,59	—	—
ЭИ434	15,6	15,8	16,5	16,9	17,1	17,4	17,7	18	18,3	—
ЭИ617	12	12,6	13,5	13,9	14,3	14,8	15,5	16,3	16,6	—
ЭИ598	12,4	13,4	14,8	15,7	16,5	18	18,8	21,8	22,2	22,7
ЭИ481	16,1	17,4	19,8	20,2	20,3	19,8	20,7	21,6	22,5	—
ЭИ618	11,3	12,2	13,1	13,7	14,4	15,1	17,4	18,5	22,1	23,4
ЭИ602	12,4	13,5	14,2	15,0	15,8	16,5	18,1	19,0	19,6	20,8
X17H12	10,4	11,2	11,6	12,2	12,8	13,0	13,5	—	—	—
BT2	8,8	9,5	10,1	10,7	11,2	11,8	11,9	12,3	—	—
BT5T	8,6	9,2	9,8	10,3	10,9	11,4	11,9	12,4	—	—
4X14H14B2M	—	—	17	—	18	—	18	—	19	—

 46. Физико-механические свойства металл- и минералокерамических сплавов
 (по ГОСТ 3882—53)

Группа сплавов	Марка	$\sigma_{0,2}$ кг/мм ²	σ кг/мм ²	HRA	Процентный состав без учета примесей		
					карбид вольфрама	карбид титана	карбид титана
Вольфрамовая	ВК2	160	15,0—15,4	90,0	98	2	—
	ВК3	160	14,9—15,3	89,0	97	3	—
	ВК4	140	15	90	96	4	—
	ВК6	120	14,6—15,0	83,0	94	6	—
	ВК8	106	14,4—14,8	87,5	92	8	—
	ВК9	105	14,2—14,6	87,0	90	10	—
	ВК11	150	14,0—14,4	86,0	89	11	—
	ВК15	160	13,9—14,1	86,0	85	15	—
	Титановольфрамовая	ТВК10	115	12,3—13,2	88,5	85	9	6
ТВК8		115	11,2—12,0	89,5	78	8	14
ТВК6		110	11,0—11,7	96,0	79	6	15
ТВК6Т		110	11,0—11,7	91,0	79	6	15
ТВК4		90	9,5—9,8	92,0	66	4	30
ТВК5		76	6,5—7,0	90,0	34	6	60
Термокорунд	Т-43	25—40	3,89—3,92	89—91	—	—	—

47. Шкалы твердости сталей

Твердость по Бринелю 10/3000		Тверд. по Виккерсу-Бринелю	Твердость по Роквеллу					Тверд. по Шору (алмазн. боек)	Предел прочности при растяжении кг/мм ²		
диам. отгеч. мм	НВ кг/мм ²		шкала						Сталь		
			С (алмазн. 150 кг)	В (шар. 100 кг)	А (алмазн. 60 кг)	30 (алмазн. 30 кг)	15 (алмазн. 15 кг)		углеродистая	хромистая	хромоникелевая
—	—	1021	67	—	85	—	—	100	—	—	—
—	—	979	66	—	—	—	—	99	—	—	—
—	—	940	65	—	84	82	92,5	98	—	—	—
—	—	902	64	—	—	81	92	96	—	—	—
—	—	867	63	—	83	80	—	93	—	—	—
2,44	652	832	62	—	—	79	91	90	227	220	214
2,46	621	800	61	—	82	78	—	89	223	217	210
2,48	611	773	60	—	—	—	90	87	220	213	207
2,50	601	756	—	—	—	—	—	86	216	210	204
2,51	597	741	59	—	81	77	—	85	214	208	202
2,52	592	728	—	—	—	—	—	84	212	206	200
2,53	587	715	—	—	—	—	—	—	210	204	199
2,54	582	704	58	—	80	76	89	83	208	203	197
2,56	573	693	—	—	—	—	—	82	—	201	—

2,57	569	682	57	—	—	75	—	81	205	200	194
2,58	564	672	—	—	—	—	—	—	203	198	192
2,59	560	662	—	—	—	—	83	80	—	—	—
2,60	555	653	56	—	79	74	—	79	200	195	189
2,61	551	644	—	—	—	—	—	—	198	193	187
2,62	547	635	—	—	—	—	—	78	196	191	185
2,64	538	626	55	—	—	—	—	77	194	189	184
2,65	534	618	—	—	—	73	—	76	192	187	182
2,66	530	610	54	—	78	—	87	—	190	185	180
2,67	526	602	—	—	—	72	—	75	—	—	—
2,68	522	594	53	—	—	—	—	74	187	182	177
2,70	514	586	—	—	—	—	—	—	185	180	175
2,71	510	578	—	—	77	71	—	73	183	178	173
2,72	507	570	52	—	—	—	86	72	—	—	—
2,74	499	563	—	—	—	—	—	—	180	175	170
2,75	495	556	51	—	76	70	—	71	178	173	168
2,76	492	549	—	—	—	—	—	70	—	—	—
2,78	485	542	—	—	—	—	—	69	175	170	165
2,79	481	535	50	—	—	69	85	—	173	168	163
2,81	474	528	—	—	—	—	—	68	171	—	—
2,82	470	521	49	—	76	68	—	67	169	165	160
2,84	464	514	—	—	—	—	—	66	167	163	158
2,85	461	509	48	—	75	67	84	—	165	—	156

Твердость по Бринелю 10/3000		Твердость по Роквеллу				Твердость по Шору (ампан)		Предел прочности при растяжении кг. м.к.	
диам. отпеч. мм.	HВ кг./мм.к.	шкалы				С	В	А	15
		150 кг	(шар, 100 кг) 60 кг	(вал, мм.к., 30 кг)	(шар, мм.к., 15 кг)				
2,87	454	500	—	—	—	—	—	—	160
2,88	451	495	—	—	—	—	—	162	158
2,90	444	484	47	—	—	—	—	160	153
2,91	441	478	—	74	—	—	—	158	154
2,93	435	469	46	—	—	—	—	—	—
2,95	429	451	—	—	—	—	—	155	150
2,96	426	447	45	—	—	—	—	153	—
2,98	420	419	—	71	—	—	—	—	—
3,00	415	441	44	—	—	—	—	151	147
3,02	409	434	—	—	—	—	—	149	145
3,04	404	427	43	—	—	—	—	147	143
3,06	398	419	—	72	—	—	—	145	141
3,08	392	413	42	—	—	—	—	143	139
3,10	386	405	—	—	—	—	—	141	137
3,12	381	401	41	—	—	—	—	139,5	136
3,14	378	395	—	71	—	—	—	138	134
3,16	373	389	—	—	—	—	—	136	132
								134	130,5
									127

3,18	368	383	40	—	—	—	—	132	128,5	125
3,20	363	377	—	71	—	—	—	130,5	127	122,5
3,22	359	372	39	—	70	—	—	129	125,5	122
3,24	354	365	—	—	—	—	—	127,5	124	120,5
3,26	350	361	38	—	69	—	—	126	122,5	119
3,28	345	355	—	—	—	—	—	124	121	117
3,30	340	351	37	—	69	—	—	122,5	119	116
3,32	337	347	—	—	—	—	—	121	118	114,5
3,34	333	342	—	—	—	—	—	120	117	113,5
3,36	329	337	36	—	68	—	—	118,5	115,5	112
3,38	325	332	—	—	—	—	—	117	114	110
3,40	321	328	35	—	68	—	—	115,5	112	109
3,42	317	323	—	—	—	—	—	114	111	108
3,44	313	319	34	—	67	—	—	112,5	109,5	106,5
3,46	309	315	—	—	—	—	—	111	108	105
3,48	305	311	33	—	67	—	—	110	107	104
3,50	302	307	—	—	—	—	—	108,5	105,5	102,5
3,52	298	302	—	—	—	—	—	107	104	101,5
3,54	295	299	32	—	—	—	—	105,5	102,5	99,5
3,56	292	295	—	—	—	—	—	105	102	98,5
3,58	288	292	31	—	66	—	—	103,5	101	98
3,60	285	288	—	—	—	—	—	102,5	100	97
3,62	282	285	—	—	—	—	—	101,5	98,5	95
3,64	278	281	—	—	66	—	—	100	97,5	94,5
3,66	275	276	29	—	—	—	—	99	96,5	93,5
3,68	272	274	—	—	—	—	—	98	95,5	92,5
3,70	269	271	—	65	—	—	—	97,5	94	91,5

Твердость по Бринелю 10/3000		Тверд.- по Викс-керфу-Бринелю	Твердость по Роквеллу					Тверд. по Шору (диамант, боек)	Предел прочности при растяжении кг/мм ²		
диам. отпеч. мм	НВ кгс/мм ²		шкала						Сталь		
			С (алмазн. 150 кгс)	В (шар. 100 кгс)	А (алмазн. 60 кгс)	30 (алмазн. 30 кгс)	15 (алмазн. 15 кгс)		углеродистая	хромистая	хромоникелевая
3,72	266	268	28	—	65	—	—	—	95,5	93	90,5
3,74	263	265	—	—	—	49	—	37	94,5	92	89,5
3,76	260	262	27	—	—	—	—	—	93,5	91	88,5
3,78	257	259	—	—	64	—	73	—	92,5	90	87,5
3,80	255	256	26	—	64	48	—	36	92	89	86,5
3,82	252	253	—	—	—	—	—	—	90,5	88	85,5
3,84	249	250	—	—	—	—	—	—	89,5	87	84,5
3,86	246	247	25	—	63	47	—	35	88,5	86	83,5
3,88	244	244	—	—	—	—	72	—	88	85,5	83
3,90	241	242	24	100	63	46	—	—	87	84,5	82
3,92	239	239	—	—	—	—	—	31	86	83,5	81,5
3,94	236	236	—	—	—	—	—	—	85	82,5	80,5
3,96	234	234	23	99	62	—	—	33	84	82	80
3,98	231	231	—	—	—	—	—	—	83	80,5	78,5
4,00	229	229	22	98	62	—	—	—	82,5	80	77,5
4,02	226	226	—	—	—	—	—	—	81,5	79	76,5
4,04	224	224	—	—	—	—	—	32	80,5	78	76

4,06	222	222	21	97	61	—	—	—	80	77,5	75,5
4,08	219	219	—	—	—	—	—	—	79	76,5	74,5
4,10	217	217	—	—	—	—	—	31	78	76	74
4,12	215	215	—	96	60	—	—	—	77,5	75	73
4,14	213	213	—	—	—	—	—	—	76,5	74,5	72,5
4,16	211	210	—	—	—	—	—	30	76	74	72
4,18	209	208	—	95	60	—	—	—	75,5	73	71
4,20	207	206	—	—	—	—	—	—	74,5	72,5	70,5
4,22	204	203	—	94	59	—	—	29	73,5	71,5	69,5
4,24	202	201	—	—	—	—	—	—	73	71	68,5
4,26	200	199	—	93	58	—	—	—	72	70	68
4,28	198	197	—	—	—	—	—	—	71,5	69,5	67,5
4,30	197	196	—	—	—	—	—	28	71	69	67
4,32	195	194	—	92	58	—	—	—	70,5	68,5	66,5
4,34	193	192	—	—	—	—	—	—	69,5	67,5	65,5
4,36	191	190	—	—	—	—	—	27	69	67	65
4,38	189	188	—	91	57	—	—	—	68	66	64,5
4,40	187	186	—	—	—	—	—	—	67,5	65	63,5
4,44	184	183	—	90	—	—	—	26	66	64	62,5
4,48	180	179	—	89	56	—	—	—	65	63	61,5
4,52	177	176	—	88	56	—	—	25	64,5	62	60
4,55	174	173	—	87	55	—	—	—	62,5	61	59
4,60	170	169	—	86	55	—	—	—	61	59,5	58
4,65	167	166	—	—	—	—	—	24	60	58,5	57
4,68	164	163	—	85	—	—	—	—	59	57,5	56
4,72	161	160	—	84	—	—	—	23	58	56,5	55

Продолжение

Твердость по Бринеллю 10/3000		Твердость по Роквеллу				Попер. по ШРП (мм/мм, бочк.)		Предел прочности при растяжении к.с.м.с.	
		шкала							
ВНМ, откл. в %	НВ 42, HRC	С (мм, мм/мм, 150 кг)	В (мм, мм/мм, 100 кг)	А (мм, мм/мм, 60 кг)	30 (мм, мм/мм, 30 кг)	15 (мм, мм/мм, 15 кг)	Удли- жение, %	Хроми- стая	Хромо- нике- левая
4,80	156	135	82	—	—	—	56	54,5	53
4,84	153	132	81	—	—	—	55	53,5	52
4,88	150	129	80	—	—	—	54	52,5	51
4,91	148	127	79	—	—	—	53	51,5	50,5
4,96	145	125	78	—	—	—	52	50,5	49,5
5,00	143	123	77	—	—	—	51	49,5	48,5
5,05	140	121	76	—	—	—	50	49	47,5
5,12	138	119	74	—	—	—	49	48,5	47
5,16	133	114	73	—	—	—	48	47,5	46
5,20	131	112	72	—	—	—	48	46,5	45,5
5,28	129	110	71	—	—	—	47	45,5	44,5
5,27	127	109	70	—	—	—	46	44,5	44
5,31	125	107	69	—	—	—	46	43,5	43
5,35	123	105	68	—	—	—	44	43	42
5,40	121	103	68	—	—	—	43,5	42,5	41

5,44	119	101	67	—	—	—	43	42	40,5
5,48	117	100	66	—	—	—	42	41	39,5
5,52	115	98	65	—	—	—	41,5	40,5	39
5,57	113	96	64	—	—	—	41	40	38,5
5,61	111	94	63	—	—	—	40	39	38
5,65	110	93	62	—	—	—	39,5	—	—
5,68	108	91	61	—	—	—	39	—	—
5,73	106	89	59	—	—	—	38	—	—
5,76	105	88	58	—	—	—	38	—	—
5,80	103	87	57	—	—	—	37	—	—
5,85	102	86	56	—	—	—	37	—	—
5,87	100	85	55	—	—	—	36	—	—
5,93	98	84	54	—	—	—	35	—	—
5,96	97	83	53	—	—	—	35	—	—
5,99	96	82	52	—	—	—	34,5	—	—
6,04	94	81	51	—	—	—	34	—	—
6,10	92	80	49	—	—	—	33	—	—
6,15	91	79	48	—	—	—	33	—	—
6,22	88	77	47	—	—	—	32,5	—	—
6,28	87	76	46	—	—	—	32	—	—
6,35	84	74	45	—	—	—	31	—	—
6,42	82	72	44	—	—	—	30	—	—
6,48	80	70	43	—	—	—	29,5	—	—
6,58	78	68	42	—	—	—	29	—	—
6,54	76	66	40	—	—	—	28	—	—
			38	—	—	—	27,5	—	—

III. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

48. Свойства термоластмасс в зависимости от выбора связующего и наполнителя

Показатели	Основные компоненты пластмассы				
	Фенольно-формальдегидная смола		Фенольно-формальдегидная и термостойкая смола	Мочевинно-формальдегидная смола	Меламево-формальдегидная смола
	древесная мука	минеральный наполнитель	минеральный наполнитель	целлюлоза	древесная мука и минеральный наполнитель
Удельный вес в г/см ³	1,3—1,4	1,5—1,75	1,3	1,4—1,5	1,7—1,8
Вязкопоглощение в %	До 0,05	До 0,05	До 0,05	—	До 0,03
Водопоглощение в %	0,1—0,3	0,04—0,1	—	0,15—0,07	0,1
Маслопоглощение в %	До 0,03	До 0,03	До 0,03	—	До 0,05
Теплостойкость по Мартенсу в °С	100—110	120—150	130—120	100—117	130—150
Коэффициент термического линейного расширения $\alpha \times 10^6/°C$	4,2—5,3	—	—	2,5—5,3	3

Усадка в %	0,6—1,0	0,6—1,0	0,4—0,65	0,8	0,8—1,0
Удельная ударная вязкость в кг·см/см ²	4,0—4,8	2,5—4,0	7—9	5—6	4,0
Предел прочности при статическом изгибе в кг/см ²	500—650	400—500	500—550	600—800	500
Предел прочности при сжатии в кг/см ²	1500—1600	1400	1400	1000—2900	1400
Предел прочности при растяжении в кг/см ²	375—530	—	240—270	370—500	—
Твердость по Бринеллю в кг/мм ²	25—40	30—50	—	35—55	20—50
Модуль упругости при растяжении в кг/см ²	70000—85000	—	—	75 000—100 000	—
Среднее пробное напряжение в кг/мм	10—13	11—13	10	14—16	12
Удельное поверхностное электросопротивление в ом	10 ¹⁰ —10 ¹²	10 ¹⁰ —10 ¹⁴	10 ¹⁰	10 ¹¹ —10 ¹²	10 ¹¹
Удельное объемное электросопротивление в ом/см	10 ¹⁰ —5 · 10 ¹¹	10 ¹⁰ —10 ¹⁴	10 ¹⁰	10 ¹¹ —10 ¹²	—
Тангенс угла диэлектрических потерь при 50 гц	0,52—0,78	0,06—0,09	0,2—0,3	0,02—0,1	—
Диэлектрическая проницаемость при 50 гц	9,9—50	7—9	7,5—9	5—9	5,6

49. Свойства порошковой

Показатели	Материал		
	полистерол	полифторэтилены	
		фторо- пласт-4	фторо- пласт-3
Текучесть в <i>мл/сек</i>	5	Отсутствует	
Содержание летучих в %	0,6—1,0	0	0
Усадка в %	0,2—0,25	3—9	—
Удельный вес в <i>г/см³</i>	1,1	2,1—2,3	2,09—2,16
Водопоглощение в %	До 0,03	0,0	0,0
Теплостойкость по Мартенсу в °С (при температуре)	75—80	70 (—195 до +230)	70 (—195 до +100)
Коэффициент термического линейного расширения $\alpha \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ (при температуре)	10	8—25 (—60 до +210)	8—25 (—60 до +210)
Среднее пробивное напряжение в <i>кВ/мм</i>	20—40	25—27	13
Тангенс угла диэлектрических потерь при 50 Гц	0,002	0,0002	0,015—0,04
Диэлектрическая проницаемость при 50 Гц	2,6—2,7	1,9—2,2	2,5—3
Удельное поверхностное электросопротивление в <i>Ом</i>	10^{15} — 10^{17}	10^{17}	10^{17}
Удельная ударная вязкость в <i>кг·см/см²</i>	12—18	Более 100	20—30
Предел прочности при статическом изгибе в <i>кг/см²</i>	830—900	110—140	600—800
Предел прочности при сжатии в <i>кг/см²</i>	1030	200	300—370
Предел прочности при растяжении в <i>кг/см²</i>	350—450	160—250	300—350
Твердость по Бринеллю в <i>кг/мм²</i>	18—21	3—4	10—13
Модуль упругости при растяжении в <i>кг/см²</i>	14 000—32 000	3850—4550	—

разных термодластмасс

Показатели	Материал						
	полиамид № 68	полиуретан ПУ-1	полиэтилен	Этрон			
				нитроцеллюлозный В	ацетилендиолонный В 2.11-55 или 43	этилцеллюлозный	
Текучесть в <i>мл/сек</i>	1,5—2	Вязкокая 1—2	0,0	135—145 <i>мл/м</i>	2,0	10—15	10—15
Усадка в %	1,2—1,4	1,2	—	—	—	1,7—3,0	1,0
Удельный вес в <i>г/см³</i>	1,13	1,21	0,01	1,8—2,0	1,4	1,2	0,3—0,5
Водопоглощение в %	до 1,80	0,1—0,25	0,0	0,0	2,0	0,7—0,8	0,8
Теплостойкость по Мартенсу в °С (при температуре)	60	60	Печкадо текучести при 50°	35—50	40	33	33
Коэффициент термического линейного расширения $\alpha \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ (при температуре)	16—13	13—13,5	10—18	6,7—16	10—12	12	12
Среднее пробивное напряжение в <i>кВ/мм</i>	23—30	25—20	45—60	7—10	10—13	14—15	14—15
Тангенс угла диэлектрических потерь при 50 Гц	0,025—0,03	0,015	$2-5 \cdot 10^{-4}$	0,06—0,15	—	0,005—0,02	0,005—0,02
Диэлектрическая проницаемость при 50 Гц	3,8—4,5	4,5—4,7	2,2—2,3	6,7—7,3	7	2,5—4	2,5—4
Удельное поверхностное электросопротивление в <i>Ом</i>	10^{15}	10^{14}	10^{15}	10^{15} — 10^{17}	10^{15} — 10^{17}	10^{15} — 10^{17}	10^{15} — 10^{17}
Удельная ударная вязкость в <i>кг·см/см²</i>	100	50	—	2,5—4,5	15—35	20	20
Предел прочности при статическом изгибе в <i>кг/см²</i>	700—900	700—800	120	350—400	450—500	400	400
Предел прочности при сжатии в <i>кг/см²</i>	700—900	800	—	1400—2100	500—570	400—600	400—600
Предел прочности при растяжении в <i>кг/см²</i>	450—500	500—600	120—140	250—300	250—400	500	500
Твердость по Бринеллю в <i>кг/мм²</i>	5—8	5—8	—	4	3,5—4	6	6
Модуль упругости при растяжении в <i>кг/см²</i>	—	—	900—1050	18 000—28 000	20 000—25 000	42 000—35 000	42 000—35 000

Показатели	Материал				
	Фенольно-формальдегидная смола		Меламино-формальдегидная смола	Полисульфонановая смола	Контактная смола
	хлопковые очесы	асбестовое волокно	хлопковые очесы	асбестовое волокно	стекловолокно
Текущность по Рашигу в мм	20—120	120—195	80—120	100—180	—
Усадка в %	0,8	0,4—0,6	0,4	0,9—1,6	0,1
Удельный вес в г/см ³	1,35—1,45	1,7—1,84	1,5	1,8—1,9	1,7—1,9
Водопоглощение в %	0,4	0,8—1,0	0,6	0,2—0,3	0,4
Теплоустойчивость по Мартенсу в °C	110—130	200	150	350	100—200
Удельная ударная вязкость в кг·см/см ²	9—14	20—21	9	19	До 30
Предел прочности при статическом изгибе в кг/см ²	500	600—900	750	—	1000
Предел прочности при сжатии в кг/см ²	1200	800—1000	—	1300	—
Предел прочности при растяжении в кг/см ²	300	270—300	350	600	—
Твердость по Бригелю в кг/мм ²	25	30	20—25	30	25—30
Удельное поверхностное электропроводителение в Ом	10 ⁷	2,3—3,8 · 10 ⁷	10 ¹¹	—	10 ¹⁴
Среднее пробивное напряжение в кВ/мм	2	0,5—0,9	1,3	2,2—4,0	1,3
Коэффициент термического линейного расширения $\alpha \times 10^6, ^\circ\text{C}$	3,0—3,5	2,5	—	—	—

51. Свойства слоистых феноластов с различными наполнителями

Показатели	Наименование пластмассы				
	Гетинакс (А, В)	Текстолит (ПТ, ПТК)	Асботекстолит	Стекло-текстолит (КАСТ)	Дельта-древесина плиточная
Удельный вес в г/см ³	1,3—1,4	1,3—1,4	1,5—1,7	1,75	1,3
Водопоглощение в %	1—2,5	0,8—1,5	3,0	2,5	5—18
Теплоустойчивость по Мартенсу в °C	130—150	120—125	200	135—150	140—200
Удельная ударная вязкость в кг·см/см ²	16—20	25—30	16—20	60—125	—
Предел прочности при изгибе в кг/см ²	1000—1300	1200—1450	1200—1700	2200—2800	2200—2800
Предел прочности при сжатии в кг/см ²	2400—3400*	2300—2500*	850	3000—3200*	1550—1850
Предел прочности при растяжении в кг/см ²	800—1000	850—1000	800	2500—3000	2200—3000
Твердость по Бригелю в кг/мм ²	25—30	34	30—45	24—35	19
Модуль упругости при растяжении в кг/см ²	100 000	40 000—60 000	150 000—250 000	160 000—200 000	—

* В направлении, перпендикулярном плоскости листа.

Показатели	Наименование пластмассы				
	Гетинакс (А, В)	Текстолит (ПТ, ПТК)	Асботек- столит	Стекло- текстолит (КАСТ)	Дельта- древесина глиночная
Сопротивление раск- ладанию в кг	300—300	300	300	225	120—100
Усадка в %	—	0,7—0,92	0,7—0,96	—	—
Диэлектрическая про- ницаемость при 50 гц	5	8	—	4,5—5,0	—
Удельное поверхност- ное электросопротив- ление в ом	10^{10} — 10^{11}	10^{10} — 10^{12}	$2-6 \cdot 10^7$	10^{10} — 10^{11}	10^{11} — 10^{12}
Среднее пробивное на- пряжение в кВ/мм	15—23	5	0,5—0,9	11—24	20
Тангенс угла диэлек- трических потерь при 50 гц	0,04—0,1	0,2—0,4	0,3—0,9	0,02—0,05	0,035—0,05
Коэффициент термиче- ского линейного рас- ширения $\alpha \times 10^6 / ^\circ\text{C}$	2,0	3,3—4,1	1,7—2,8	5—8	0,3—0,4

Примечание. Все показатели механических свойств относятся к направлениям в плоскости листа (по основе и вдоль волокон).

32. Свойства органического стекла, винилпласта, целлулоида и эбонита

Показатели	Органическое стекло	Винилпласт	Целлулоид техниче- ский	Эбонит
Удельный вес в г/см ³	1,18	1,35—1,4	1,52	1,13—2,0
Теплостойкость по Мартенсу в $^\circ\text{C}$	52—58	65	40	80—90
Водопоглощение в %	0,3	1,01	2,0	0,01—0,02
Масло- и бензилопоглощение в %	2,0	—	—	—
Коэффициент термического линейного рас- ширения $\alpha \times 10^6 / ^\circ\text{C}$	6—13	6—7	10—16	—
Предел прочности при изгибе в кВ/см ²	1000	900—1000	600	—
Ударная вязкость в кг·см/см ²	10—12	120	150	до 1000
Предел прочности при сжатии в кВ/см ²	900	до 1600	—	—
Предел прочности при растяжении в кВ/см ² при $^\circ\text{C}$:				
—60	1100	—	—	—
+20	700	400—600	470—500	20—500
+60	400	—	—	—
Модуль упругости при растяжении в кВ/см ²	28 000—30 000	30 000	16 000	—
Твердость по Бриллюэну в кг/мм ²	18	13	6	—
Среднее пробивное напряжение в кВ/мм	15—25	15	10	25—60
Тангенс угла диэлектрических потерь при 50 гц	0,05	0,015	—	0,01
Диэлектрическая проницаемость при частоте: 50 гц	3,6	3,5	5,9	3,5
100 гц	2,6	—	—	—
Светопрозрачность в %	91	—	—	—
Оптическое искажение в мкм.	3—6	—	—	—
Коэффициент преломления света	1,49	—	—	—
Удельное поверхностное электросопротивле- ние в ом	—	$1,9 \cdot 10^{11}$	10^{11}	10^{10} — 10^{11}

53. Свойства пенопластов

Показатели	Полистирол ПС			Полихлорвинил ПВХ		Сила фенолформальдегидной смолы с нитрильным каучуком
Удельный (или объемный) вес в $г/см^3$	0,06	0,1	0,2	0,9—0,13	0,17—0,22	0,25
Предел прочности при сжатии в $кг/см^2$	3—5	8,0	30	6—10	15—19	10
Модуль упругости при сжатии в $кг/см^2$	370—500	1000	1000	600—700	1500—1700	—
Предел прочности при растяжении в $кг/см^2$	10—11	20—21	32—52	5,0—8,0	45—50	17,5
Модуль упругости при растяжении в $кг/см^2$	370—550	600—700	16 000	620—720	1450—1670	830
Удлинение при разрыве в %	6—10	1—2	3—5	2—3	5—7	—
Удельная ударная вязкость в $кг \cdot см/см^2$	0,3—1,1	0,8—1,1	1,6—1,8	0,7—0,9	1,5—1,9	1,5
Тангенс угла диэлектрических потерь при 10^3 $гц$	—	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	—	$3,6 \cdot 10^{-3}$	—
Диэлектрическая проницаемость при 10 $гц$	1,046	1,2	1,28	1,8	2,4	1,3—1,4
Рабочая температура в $^{\circ}C$	70	60	60	60	60	125
Коэффициент теплопроводности в $ккал/м \cdot час \cdot ^{\circ}C$	0,035	0,033	0,044	0,03	0,047	0,05
Водопоглощение в %	—	0,3	—	—	0,2	0,5

54. Свойства технической бумаги

Вид бумаги	Толщина $мм$	Объемный вес $г/см^3$	Прочность при разрыве полоски шириной 15 $мм$ в $кг$		Удлинение %		Воздухопроницаемость $мл/мин$	Влажность %
			вдоль	поперек	вдоль	поперек		
Линейно-одеконовая	0,18—0,02	0,2—0,25	15	—	1,7	2,2	—	8,5
Кабельная	0,06—0,17	0,7—0,9	9—22	4,5—11	2	6	25	8
Телефонная	0,03—0,065	0,7—0,82	5,5	2,4	2	4	—	7
Конденсаторная	0,006—0,025	1,0—1,25	1,0—1,5	—	—	—	2—5	7
Пропиточная	0,12—0,14	0,5—0,6	8	3	—	—	—	7
Намоточная	0,05—0,07	0,75	3,2—4,5	2,0—2,7	—	—	—	7
Оклеивная	0,025—0,035	0,67—0,7	—	—	—	—	—	—
Асбестовая	0,2—5	0,5	2,2—3,5	0,7—1,8	—	—	—	3

55. Свойства картона

Наименование картона	Толщина $мм$	Объемный вес $г/см^3$	Прочность при разрыве $кг/см^2$		Электрическая прочность в воздушном состоянии $кВ/мм$
			вдоль	поперек	
ЭВ, ЭВТ	0,1—3	0,95—1,15	400—700	240—350	12—7,5
ЭМ, ЭМТ	0,1—3	0,90—1,10	400—700	200—350	47—19
Асбестовый	2—12	1,0—1,4	10—14	—	6—3
Прокладочный ВИАНП и ВИАКАД	0,1—6,6	1,0—1,5	—	240	—

36. Примерные режимы прессования деталей из пластмасс

Вид	Прессагрегат		Режимы обычного прессования	
	Связующее	Наполнитель	Удельное давление кг/см ²	Температура °С
Порошкообразный		Исч. наполнителя Органической (целлюлозная мука) Минеральной (кварц, слюда)	140—250 175—350 250—450	150—160 155—165 160—180
Волокнистый	Феноло-формальдегидные смолы (в том числе модифицированные)	Органический (хлопок, обрезки тканей) Минеральный (асбестовые и стеклянные волокна)	250—450	150—160
Слоистый		Ср.вязкая (хлопчатобумажные льняные, бумажные) Минеральный (асбестовые и стеклянные ткани)	70—200	150—160 155—185
Порошкообразный	Мочевинно- и меламино-формальдегидные смолы	Органический (сульфитная бумага, лаваситная мука), минеральный (кварцевая мука, молотый кварц, тальк)	200—350 200—350	150—160 150—160
Волокнистый		Органический (хлопок)	500—470	150—160
Порошкообразный	Кремнийорганические смолы	Минеральный (кварцевая мука и др.)	350—450	180—180
Волокнистый		Минеральный (асбест и стеклянное волокно)	200—350	140—150

37. Примерные режимы литья под давлением деталей из термопластичных материалов

Наименование прессостанка	Режим литья под давлением			Вязкость под давлением в прессе	Фигур
	Температура материала на выходе из сопла машины	Температура пресс-формы	Удельное давление выливаемого материала		
Экраны	150—200	25—60	800—1500	От 15 до 180 сек. в зависимости от температуры литья. Туры, отходы, бракованные и отбракованные изделия.	Фигур
Обойщики	175—215	35—60	900—1500		
Полноформовый	240—280	35—60	900—1500		
Полуформовый	290—370	35—60	700—2100		
Полуавтомат	175—200	140	70—500		
Полуавтомат	200—280	45—60	150—850		
Современный	150—180	30—100	200—2000		
Современный	160—230	30—80	200—2000		
Современный					
Современный					

Примечания. 1. При формовании деталей с металлической арматурой арматуру перед установкой в пресс-форму обычно нагревают до температуры, близкой к температуре литья.

2. Детские детали (из полистирола, этилола и др.) подвергают последующему отжигу для снятия внутренних напряжений.

3. Отжиг осуществляют путем постепенного нагревания до температуры на 10—20°С выше температуры формования с последующим медленным охлаждением детали.

58. Свойства некоторых

Марка резины	Предел прочности при растяжении в кг/см ²	Удлинение при разрыве в %	Твердость по методу Дюжона кг/см ²
98-1, В-14, 4110, 4326-1, 4327	60—100	160—200	7—19
3819, 3824, 3826, 3834, 9722, 3825, 4004, 4008, 3838, 3883	15—100	100—400	6—33
922, 1432, 2005, 1448, 3627	35—60	300—400	4,5—10,6
38, 54, 1ж, 4ж, 6ж	90—120	400—500	5,5—12
2651, 2671, 2667, 3909	35—50	200—900	4—12
56, 3919, 3703, 3701, 3311, ВНАМ-2	100—200	330—700	4—17
1847, 2959, 2462	100—160	330—600	4,5—21
4094, 3441, 2696	60—110	30—200	16—63
3687, 5168	35—150	200—500	6—10

резиновых материалов

Температура хрупкости в — С	Удельный вес г/см ³	Характеристики стойкости по изменению веса при воздействии среды за 24 часа в %		
		бензин	керосин	трансформаторное масло при 70° С
40—45	1,33—1,4	+ (30÷60)	+ (15÷25)	+ (6÷15)
50—60	1,16—1,3	+ (20÷35)	+ 15	+ (4÷20)
20—50	0,75—1,31	+ (5÷30)	+ (5÷10)	+ (3÷15)
40—45	1,09—1,2			
48—50	1,4—1,57			
45—55	1,10—1,23			
40—50	1,03—1,41		Нестойкое	
30—55	1,05—1,4			
25—45	1,37—1,73			
40—55	1,26			

59. Механические свойства древесины

Порода	Объемный вес кг/см ³	Предел прочности в кг/см ²					Сопротивление удару по оси и в радиальном направлении в кг · кг/см ²	Торцовая твердость	Модуль упругости при статическом нагрузе
		при скалывании		при растяжении		при статическом изгибе			
		по тангенциальной плоскости	по радиальной плоскости	по тангенциальной плоскости	по радиальной плоскости				
		при скалывании вдоль волокон	при скалывании поперек волокон	при растяжении вдоль волокон	при растяжении поперек волокон	при статическом изгибе		кг/см ²	
Сосна обыкновенная	0,54	439	73	69	1150	793	0,22	145 000	
Ель обыкновенная	0,46	385	67	67	1076	722	0,19	220	
Ель сибирская	0,39	353	54	57	722	603	0,13	87 000	
Лиственница сибирская (западная)	0,66	615	78	85	1205	978	0,28	380	
Лиственница восточная	0,64	563	85	93	1186	964	0,24	378	
Пихта каucasкая	0,44	391	82	77	1118	722	0,20	340	
Ясень европейский	0,71	510	133	138	1656	1100	0,48	737	
Ясень каucasкий	0,69	450	126	135	—	1120	0,36	—	
Ясень маньчжурский	0,66	450	114	122	1444	979	0,30	612	
Дуб обыкновенный	0,72	520	104	85	1288	935	0,37	622	
Бук каucasкий	0,65	461	131	99	1291	938	0,37	571	
Береза обыкновенная	0,64	447	110	85	—	997	0,47	392	
Береза западносибирская	0,65	460	99	86	—	917	0,44	4 · 8	
Персик черная	0,73	437	141	115	1935	1074	0,41	—	
Лина мелкозернистая	0,51	390	80	73	1158	680	0,27	—	

60. Механические свойства фанеры

Толщина мм	Количество слоев	Предел прочности при растяжении			Модуль упругости при растяжении			Модуль сдвига		Предел прочности при срезе			Объемный вес в кг/м ³
		кг/см ²			кг/см ²			кг/см ²		кг/см ²			
		вдоль волокон	под $\leq 45^\circ$	поперек волокон	вдоль волокон	под $\leq 45^\circ$	поперек волокон	вдоль волокон	под $\leq 45^\circ$	вдоль волокон	под $\leq 45^\circ$	поперек волокон	
1,0	5	750	300	450	130 000	28 000	63 000	8000	42 000	200	450	270	0,80
1,5—2,5	5	750	250	450	130 000	28 000	63 000	8000	42 000	150	400	260	0,80
2,5	5	750	300	600	120 000	30 000	80 000	9000	45 000	200	400	200	0,80
3	3	750	250	410	130 000	28 000	65 000	8000	42 000	150	350	200	0,80
3—4	5	750	300	600	120 000	30 000	80 000	9000	45 000	150	350	200	0,80
5	5	750	300	500	120 000	30 000	80 000	9000	45 000	150	350	200	0,77
6	5 и 7	700	300	350	—	—	—	—	—	—	—	—	0,77
8	5 и 7	610	300	450	—	—	—	—	—	—	—	—	0,77
10	7 и 9												
12	9 и 11												

61. Краткие характеристики наиболее широко применяемых герметиков
(из рекомендаций НИАТ 1959 г.)

Вид и марка	Назначение	Рабочая среда						Жизнеспособность		
		воздух		топливо		воздух			топливо	
		подслоя				теплостойкость при температуре				
						часы			°C		часы		°C
Самовулканизирующаяся паста У-30М	Герметизация кабин, приборных, топливных и прочих отсеков	Клей 88	Клей К-30 или герметик ВТУР	200 100	100 130	100 50	100 130	2—2½ часа		
Самовулканизирующаяся паста УТ-31	То же	Не требуется		500—600 200—300 50	70—100 100—130 150	150	130	2—24 часа		
Самовулканизирующийся жидкий раствор ВТУР	Герметизация топливных и приборных отсеков	То же		100	100	100 50	130 150	6—36 час.		

Замаска и пропитанная замаской тканевая лента ТГ-8	Герметизация кабин, приборных и прочих отсеков с воздушной средой	Не требуется	—	3—5* 200**	300—350* 200*	—	—	Не ограничена
Пленка клей БФ-4 (НИАТ-1)	То же	То же	—	—	70—100**	—	—	То же
Замаска и лента уплотнительные У-20А	Герметизация клепаных швов, работающих при температуре от —50° до —70° С	АЛГ-8	—	—	—	—	—	Один год
Лак пленкообразующий холодно-го отверждения РА-6	То же при температуре от —50 до —60° С	Водолазничная пленка	—	—	—	—	—	3 месяца

* После вулканизации по режиму 200° С в течение 12 час.

** После отверждения по режиму 150° С в течение 1 часа.

Примечания. Применение подслоя при поверхностном методе герметизации соединений насособразными и разжиженными уплотнительными материалами типа У-30М в 2—3 раза увеличивает трудоемкость герметизации.

82. Статическая прочность клеевых соединений
при разрыве под давлением

Марка клея	Температура в °С							Склеиваемые материалы
	60	20	60	100	150	200	260	
	Предел прочности при гибке соединений дюралюмина в кг/см ²							
БФ-2 и БФ-4	70	200	95	40	15	—	—	Алюминий и его сплавы, медь и ее сплавы, стали различных марок, пластмассы, органическое стекло, дерево, фибра, кожа, фарфор, керамика
	—	100	71	—	—	—	—	
ДУ-2	135	190	140	80	14	—	—	Дюралюмин с пенопластом типа ПС-1 и стеклотекстолитом типа КАСТ
ВС-10-Т	110	130	—	—	100	—	40	Алюминий и его сплавы, стали, стеклотекстолит, пенопласты
ВК-32-200	180	170	160	—	—	70	95	Алюминий и его сплавы, стали
ВК-32-ЭМ	171	165	171	20	—	—	—	То же
М.П.Ф-1	—	150	75	—	—	—	—	
ПК-5	—	135	65	—	—	—	—	
ВИАМ-БЗ	—	—	—	—	—	—	—	Дерево, пенопласт, текстолит

† При применении жидких клеев.

и технологические показатели клеев
НИИАТ 1959 г.)

Технологические показатели клеев					
температура клея °С	давление кг/см ²	выдержка час.	жизнеспособность клея	Подготовка поверхности перед склеиванием	
				открытая выдержка при $t=18-20^{\circ}\text{C}$	сушка
40—180	5—20	1	180 дней	1-й слой 1 час	при $t=60^{\circ}$ —15 мин.
				2-й слой 1 час	при $t=60^{\circ}$ —15 мин. $t=90^{\circ}$ —90
105±5	0,5—5	4	3 часа	20 мин.	—
180±5	0,6—2	2	180 дней	1-й слой 1 час	—
				2-й слой 1 час	—
180±5	8—30	2	24 часа	1-й слой 15—30 мин.	—
				2-й слой 15—30 мин.	при $t=65^{\circ}$ —90 мин.
150±5	0,5—3	3	24 часа	20—40 мин.	—
155±5	1—5	1	180 дней	1-й слой 30 мин.	при $t=60^{\circ}$ —15 мин.
				2-й слой 30 мин.	при $t=60^{\circ}$ —15 мин. $t=80-90^{\circ}$ —15 мин.
80	1—3	6	180 дней	—	—
20	—	—	4 часа	1—15 мин.	—

IV. АБРАЗИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (АН-1596)

63. Искусственные материалы

Наименование материала	Электрокорунд белый	Электрокорунд нормальный	Монокорунд	Карбид кремния		Карбид бора
				зеленый	черный	
Основной составляющий элемент	$Al_2O_3 > 96\%$	$Al_2O_3 > 91\%$	$Al_2O_3 > 96\%$	$SiO_2 > 96\%$	$SiO_2 > 93\%$	В, С
Условное обозначение	ЭБ	Э	М	КЗ	КЧ	КБ
Соответствующая иностранная марка	Алуид 37 корракс	Алуид	Алуид 32	Карборунд 39	Карборунд 37	—

64. Естественные материалы

Наименование материала	Естественный корунд	Наждак	Кварц	Кремнь	Алмаз
Основной составляющий элемент	$Al_2O_3 > 60\%$	$Al_2O_3 > 60\%$	$SiO_2 > 99\%$	$SiO_2 > 97\%$	—
Условное обозначение	Е	Н	Кв	Кр	А

65. Зернистость абразивных материалов (по ГОСТ 3647-59)

Группа — шлифшери	№ зернистости	5	6	7	8	10	12	14
	Характеристика зерна в мк		5000—4000	4000—3500	3300—2940	2800—2450	2300—2000	2000—1700	1700—1400
Группа — шлифпорошки	№ зернистости	16	18	20	24	30	36	40
	Характеристика зерна в мк	1400—1200	1200—1000	1000—850	850—700	700—600	600—500	500—420
Группа — микропорошки	№ зернистости	46	54	60	70	80	90	
	Характеристика зерна в мк	420—355	355—300	300—250	250—210	210—180	180—150	
Группа — микропорошки	№ зернистости	100	120	150	180	220	240	280 320
	Характеристика зерна в мк	150—125	125—105	105—85	85—75	75—64	64—53	53—42, 42—28
Группа — микропорошки	№ зернистости	M28	M20	M14	M10	M7	M5	
	Характеристика зерна в мк	28—20	20—14	14—10	10—7	7—5	5—3,5	

66. Связки абразивных инструментов

Наименование связки	Обозначение	Основные составляющие элементы	Применение	Характеристика
Керамическая	К	Глина, полевой шпат, тальк, кварц, стеколы, декстрины	Все виды шлифования, за исключением прорезки и разрезки узких пазов, при окружной скорости шлифовального круга до 35 м/сек и в специальных кругах до 63 м/сек	По долговечности, температурной и химической стойкости выше других связок. Шлифовальные круги хорошо сохраняют профиль и бочек кромки инструмента, но чувствительны к ударным и вибрационным нагрузкам
Силикатовая	С	Глина, мел, цинковые белила, растворимое стекло (силикат натрия)	Шлифование особо чувствительных к перегреву деталей; в случаях, когда круг имеет большую площадь контакта со шлифуемой деталью. Плоское сухое шлифование торцом круга	Микропроницаемые. Меньшая сцепляемость с зернами способствует самозатачиванию кругов. Круги размягчаются при работе с охлаждающей жидкостью

Магнетитовая	МГ	Квацетический магнетит, хлористый магний	Только для сухого шлифования на заточных работах, не требующих выдерживания точных размеров	Быстрая изнашиваемость круга. Меньше нагревается в процессе. Чувствительны к влажности и холоду
Бисмитовая	Б	Фенолол-формальдегидные смолы, фуруфурол	При плоском шлифовании узких пазов. Для обычных работ. При заточных, отделочных работах и резьбошлифовании при $v_{кр} < 30 \text{ м/сек}$ Для отрезных работ при $v_{кр} < 80 \text{ м/сек}$	Высокие прочность и упругость. Разрушается при отступе рабочей 1,5-мил. охлаждающей жидкости. Не выдерживает $t > 250^\circ \text{C}$. Сравнительно высокая нагревает шлифуемое изделие
Вулканитовая	В	Каучук и наполнители (окись магния, окись цинка, сежа и др.)	При прорезке узких пазов и их шлифовании; при шлифовании фасонных поверхностей; ведучие круги при бесцентровом шлифовании; при отрезке $v_{кр} < 80 \text{ м/сек}$ при соответствующем оборудовании	Отличается еще большей упругостью. Разрушается при $t > 150^\circ \text{C}$. Не пригодна для снятия больших припусков, так как имеет вязкую структуру

67. Класс чистоты шлифовой поверхности и рекомендуемая зернистость абразивного материала

Обработка поверхности	Класс чистоты	№ зернистости
Для обдирочной шлифовки	—	16—24
Для полировочной шлифовки	6	24—36
Для чистого шлифования	7—8	36—46
Для чистого шлифования то же	9	46—60

68. Шкала твердости абразивного инструмента
(по ГОСТ 3751—47)

Твердость инструмента	Диагностика	Материал	Твердость НВ кт.мм ²
M — мягкий	M1, M2, M3	Кварц	120
CM — средне-кни	CM1, CM2	Топаз	147
C — средни	С1, С2	Корунд	260
CT — средне-твердый	CT1, CT2, CT3	Карбид кремния	300
T — твердый	T1, T2	Карбид бора	370
BT — очень твердый	BT1, BT2	Алмаз	1000
ЧТ — прованский-но твердый	ЧТ1, ЧТ2	Карбид полифракта	140
		Карбид полифракта и титана	215
		Карбид титана	290

69. Шкурки для сухого шлифования
(в листах и рулонах)

Вид шкурки	Обозначение абразивного материала	На бумажной основе (ГОСТ 6456—53)			На тканевой основе (ГОСТ 5009—52)		
		Бумага			Базь	Саржа № 2	Панка арт. 1137
		БШ-100	БШ-140	БШ-200	БТ	СТ	Н
		Зернистость от 60					
Карбидкремниевая	КЧ	60—240	36—180	36—180	46—240	24—16	24—100
Электрокорундовая	Э	60—320	36—320	36—320	36—320	16—36	16—100
Кремниевая	Кр	60—180	36—180	36—180	60—240	24—36	36—80
Стеклошкурка	С	60—180	36—180	36—180	36—240	24—46	24—100

70. Шкурки водостойкие марки ЭС на влагостойкой бумажной основе
(Технические условия МА-Т1-04-55)

Абразивный материал шкурки	Обозначение абразивного материала	Вид материала	№ зернистости	Размер шкурки
Карбид кремния зеленый	КЗ	Шлифзерно Шлифпорошки Микропорошки	80 100, 120, 150, 180, 220, 240, 280, 320 M26, M20	В листах 330×317 мм

71. Характеристики кругов для наружного

Материал шлифуемых деталей	Шлифование поверхности без газетел					Шлифов	
	абразив	зернистость	твердость	связка	структура	Допуск на	
						абразив	зернистость
Стали легированные и углеродистые несплавленные	Э	46 60/24	C1	K	6 14	Э	60 90/46
Стали углеродистые закаленные HRC > 50	Э М	46 60 60/24	CM2 CM1 CM2	K	6 8 14	Э ЭБ М ЭБ М	60 90/46
Стали легированные закаленные с комплексным отпусканием HRC 36-40	Э М	46 46/24 90/46	CM2 CM2 CM1	K	8 10 14-16	Э ЭБ М ЭБ М	60 90/46
Стали хромоникелевые (хромансилы и подобные) цементированные, закаленные HRC > 50	Э М	46 60/24	M2-C1 C1-C2	K	6 14-16	Э ЭБ М ЭБ М	60 90/46
Стали азотируемые 38ХМЮА RN ₁₅ > 90	Э М	46 60 90/46	C1-C2 CM2-C1 C2	K	6 6 14	Э ЭБ М	60 90/46
Титановые сплавы	K3	80	CM1	K	5-6	K3	80
Жаропрочные сплавы на никелевой основе	М ЭБ	80	M3	B	6	М ЭБ	80
Чугун	K1	46 60	C1 CM2	K	8	-	-

Круглого шлифования в центрах

для цилиндрической поверхности с газетелами

радиус 0,5 мм			Допуск на радиус 1,0 мм			Допуск на радиус > 1,0 мм						
твердость	связка	структура	абразив	зернистость	твердость	связка	структура	абразив	зернистость	твердость	связка	структура
C1	K	8 14	Э М ЭБ М	46-60 90/46	CM2 C1	K	8 14	Э М	46 60/24	CM1 CM2	K	6
C2 C1	K	4 14	Э М	46 60 60/24	C2 C1 C1	K	8 8 14	Э М	46 60/24	C1	K	8 14-16
C2 C1	K	8 14	Э М	46 60 60/24	C2 C1 C2	K	6 8 14	Э М	46 60/24	C1 CM2- C1	K	14-16
CM2 C1	K	8 14	Э М	46 60 60/24	C2 C1	K	6 8 14	Э М	46 60/24	C1	K	6 14
CM2	K	5-6	K3	80	CM1	K	5-6	K3	80	CM1	K	5-6
CM2	B	6	ЭБ	80	CM1	B	6	М ЭБ	80	M3	B	6

72. Характеристики кругов для шлифования резьбы или зубьев.
(Материал — абразив Э или ЭВ, связка К, структура 5-7)

Обрабатываемый материал	Вид обработки	Класс чистоты обработанной поверхности	Шг резьбы α мм	Зернистость	Твердость	Модуль зубчатого колеса мм
Конструкционные легированные стали (в состоянии поставки)	Нарезание резьбы	5-6	До 1,0 Св. 1,0	150-180 120-150	C2-CT2 C1-C2	
		7	До 1,0 Св. 1,0	150-180 120-150	C1-C2 C1-C2	
Конструкционные легированные стали HRC 33-42	Шлифование резьбы	7-8	До 1,0 Св. 1,0	180-240 150-220	C1-C2 C1-C2	
		7-8	До 1,0 Св. 1,0	220-280 180-240	C1-C2 C1-C2	
Инструментальные углеродистые и быстрорежущие стали HRC > 56	Нарезание резьбы	6-7	До 1,0 Св. 1,0	220-240 180-220	CM2-C1	
		8-9	До 1,0 Св. 1,0	240-280 220-240		
	Шлифование резьбы	8-9	До 1,0 Св. 1,0	240-280 220-240	CM1-C1	
Инструментальные легированные стали X1 и XBG HRC > 58	Шлифование резьбы	7-9	До 1,0 Св. 1,0	240-280 220-240	CM1-CM2	
		9-10	До 1,0 Св. 1,0	240-280	CM1-CM2	
Сталь X12Ф1 для насосных роликов	Нарезание и шлифование резьбы	8-9	--	280-320	C2	
Конструкционные стали закаленные HRC 28-42 ¹				60	C1	До 2
				46 60	C1	Св. 2
Конструкционные стали цементированные и закаленные HRC > 56 ¹				60	CM2	До 2
				46-60 60-80	CM2	Св. 2
То же ¹				60	CM1-CM2	До 2
				46-60 60	CM1-CM2	Св. 2

¹ Шлифование методом обкатки.

² Шлифование методом профилирования.

73. Характеристики кругов

Материал шлифуемых деталей	Внутреннее шлифование						
	Характеристика круга						
	абразив	зерни- стость	твердость	связка	структура	максим. <i>D</i>	высота круга $0,85D$
Стали углеродистые и легированные закаленные	Э М	46 36 60	C2 C1 C1	К	6 6 8	< 16	25—32
Стали углеродистые закаленные	Э М	46 60/36 60	CM2 CM1 CM1	К	8 14 8	16— 32	32—40
Стали легированные закаленные <i>HRC</i> 30—40	Э ЭБ М	36 46 45/24 60 60/36	C1 CM2 C1 CM1 CM1	К	8 8 14 8 14	32— 63	40—63
Стали легированные закаленные <i>HRC</i> > 50	Э М	46 60	CM2 CM1	К	8 8	63— 150	63—75
	Э ЭБ М	60 60/36	CM1		8 8 14		
Стали азотированные <i>R_N15</i> > 90	Э, М Э ЭБМ	46 60 60/36	CM2 CM1 CM1	К	8 8 11	> 150	63—100
Сплавы на основе титана	КЗ	80	CM1 CM2	К	5—6		
Сплавы жаропрочные на никелевой основе	М ЭБ	80	C1 CM1	Б	6		
Чугун	КЗ	36 46 60	C1 CM2 CM1	К	6 8 8		

¹ C2-C11 — для деталей с *R* < 1 при шлифовании врезанием.

для шлифования металлов

Центровое шлифование периферией круга					Бесцентровое шлифование			
Характеристика круга					Характеристика круга			
абразив	зерни- стость	твердость	связка	структура	абразив	зерни- стость	твердость	связка
Э М	36 46 46/24	C1 CM2 C1	К	6 8 10	Э	46—80	CM2- C11	К
Э М	46 60/24	CM1- CM2	К	8 14	Э	46—80	CM1- C1 ¹	К
Э М	46 46/24 60/24	CM2-C1 C1 CM2	К	8 10 14—16	—	—	—	—
Э М	46 46/24 60/24	CM1 CM2 CM1	К	8 10 16	—	—	—	—
Э М	46 60 46/24 60/24	CM1 M3-CM2 C1 CM2	К	8 8 10 16	—	—	—	—
КЗ	80	CM1- CM2	К	5— 6	—	—	—	—
М ЭБ	80	M3- C1 CM1	К Б	6	—	—	—	—
КЗ	36 46 60	CM2-C1 CM2 CM1	К	6 8 8	К4	46—80	CM1-C2	К

V. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗМЕРЫ

74. Нормальные диаметры и длины в машиностроении
(по ГОСТ 6036-53)

В настоящей таблице приведены ряды чисел, предназначенные для выбора градаций и номинальных линейных размеров (диаметров и длин) в машиностроении в интервале 0,001—20 000 мм.

Предпочтительные ряды размеров (начиная с 0,012 мм) представляют геометрические прогрессии

со знаменателями $\sqrt[5]{10}$, $\sqrt[10]{10}$, $\sqrt[20]{10}$ и $\sqrt[40]{10}$ с необходимыми округлениями.

Номинальные линейные размеры должны выбираться в соответствии с таблицей.

Ряд 5а	Ряд 10а	Ряд 20а	Ряд 40а	Ряд 5а	Ряд 10а	Ряд 20а	Ряд 40а									
0,001	0,001	0,001	0,001	0,016	0,016	0,016	0,016									
			0,002				0,017									
			0,003				0,018									
			0,004				0,019									
	0,004	0,004	0,004				0,020	0,020	0,020	0,020						
										0,021						
										0,022						
										0,024						
										0,006	0,006	0,022	0,022	0,022	0,022	
																0,024
0,008	0,008	0,008	0,008	0,025	0,025	0,025	0,025									
			0,009				0,026									
			0,01				0,028									
			0,011				0,03									
	0,012	0,012	0,012				0,032	0,032	0,032	0,032	0,032					
											0,034					
											0,036					
											0,038					
											0,014	0,014	0,036	0,036	0,036	0,036
0,015	0,015	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038										
							0,038									

Продолжение

Ряд 5а	Ряд 10а	Ряд 20а	Ряд 40а	Ряд 5а	Ряд 10а	Ряд 20а	Ряд 40а											
0,01	0,04	0,040	0,040	0,16	0,16	0,160	0,160											
			0,042				0,170											
			0,045				0,180											
			0,048				0,190											
			0,05				0,05	0,05	0,05	0,200	0,200	0,200	0,200					
													0,210					
													0,220					
													0,240					
													0,055	0,055	0,220	0,220	0,220	0,220
0,06	0,06	0,060	0,06	0,25	0,250	0,250	0,250											
			0,065				0,260											
			0,070				0,280											
			0,075				0,300											
			0,08				0,080	0,080	0,080	0,320	0,320	0,320	0,320					
													0,340					
													0,360					
													0,380					
													0,090	0,090	0,360	0,360	0,360	0,360
0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,400	0,400	0,400											
			0,105				0,420											
			0,110				0,450											
			0,115				0,480											
			0,12				0,120	0,120	0,120	0,500	0,500	0,500	0,500					
													0,520					
													0,550					
													0,580					
													0,140	0,140	0,550	0,550	0,550	0,550
0,150	0,150	0,580	0,580	0,580	0,580	0,580												
							0,580											

Продолжение

Ряд 5а	Ряд 10а	Ряд 20а	Ряд 40а	Ряд 5а	Ряд 10а	Ряд 20а	Ряд 40а				
0,6	0,600	0,600	0,600	2,5	2,5	2,5	2,5				
			0,650				2,6				
		0,700	0,700				2,8				
			0,750				3,0				
	0,8	0,800	0,800				3,0	3,0	3,0	3,2	
			0,850							3,4	
		0,900	3,6								
		0,950				3,8					
1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0	4,0	4,0				
			1,05				4,2				
			1,1				4,5				
		1,15	4,8								
		1,2	5,0								
	1,2	1,2	1,2				5,0	5,0	5,0	5,0	
			1,3							5,2	
			1,4							5,5	
		1,5				5,8					
1,6	1,6	1,6	1,6	6	6	6	6				
			1,7				6,5				
			1,8				7				
		1,9	7,5								
		2,0	2,0				2,0	8	8	8	8
							2,1				8,5
	2,2	2,2	2,2				9	9	9	9	
			2,4							9,5	

Продолжение

Ряд 5а	Ряд 10а	Ряд 20а	Ряд 40а	Ряд 5а	Ряд 10а	Ряд 20а	Ряд 40а			
10	10	10	10	40	40	40	40			
			10,5				40			
			11				42			
		11,5	45							
		12	48							
	12	12	12				40	40	40	50
			13							50
			14							50
			15							52
			16							55
16	16	16	16	60	60	60	60			
			17				65			
		18	68							
		19	70							
	20	20	20				60	60	60	75
			21							80
			22							85
			24							90
25	25	25	25	80	80	80	85			
			26				90			
		28	95							
		30	95							
	32	32	32				80	80	80	95
			34							95
			36							95
			38							95

Продолжение

Ряд 5а	Ряд 10а	Ряд 20а	Ряд 40а	Ряд 5а	Ряд 10а	Ряд 20а	Ряд 40а
100	100	100	100	400	400	400	400
			105				420
			110				450
			115				480
			120				500
	120	120	120				500
			130				530
			140				560
			150				600
			160				630
160	160	160	160	630	630	630	630
			170				670
			180				710
			190				750
			200				800
	200	200	200				800
			210				850
			220				900
			240				950
			250				1000
250	250	250	250	1000	1000	1000	1000
			260				1060
			280				1120
			300				1180
			320				1250
	320	320	320				1250
			340				1320
			360				1400
			380				1500
			400				1600

Продолжение

Ряд 5а	Ряд 10а	Ряд 20а	Ряд 40а	Ряд 5а	Ряд 10а	Ряд 20а	Ряд 40а
1000	1000	1000	1000	6300	6300	6300	6300
			1700				6700
			1800				7100
			1900				7500
			2000				8000
	2000	2000	2000				8000
			2120				8500
			2240				9000
			2350				9500
			2500				10000
2500	2500	2500	2500	10000	10000	10000	10000
			2650				10600
			2800				11200
			3000				11800
			3150				12500
	3150	3150	3150				12500
			3350				13200
			3550				14000
			3750				15000
			4000				16000
4000	4000	4000	4000	16000	16000	16000	16000
			4250				17000
			4500				18000
			4750				19000
			5000				20000
	5000	5000	5000				20000
			5300				20000
			5600				20000
			6000				20000
			6000				20000

Правила применения

При выборе размера предпочтительнее должно отдаваться числом из ряда с более крупной градацией (5-й ряд предпочтительнее 19-мк, 10-й — 20-мк, 20-й — 40-мк). При выборе ряда с более крупной градацией допускается исключаться отклонениями указанными величинами смежных рядов.

Иные размеры, предусмотренные данной таблицей, не распространяются на технологические межоперационные размеры, размеры, зависящие от других принятых размеров, и размеры, которые регламентируются в стандартах на конкретные изделия.

Примечание. В случае потребности в промежуточных размерах применяются размеры и следующее правило:

в интервале 1,2—1,6 мк	— кратные 0,05
2,2—4	— кратные 0,1
6—12	— числа с цифрами 2 или 8 после запятой
12—25	— кратные 0,5
25—50	— целые числа
60—160	— кратные 5, затем оканчивающиеся на 2 и 8
160—500	— кратные 10, затем кратные 5
500—1500	— кратные 50 и оканчивающиеся на 25 и 50, затем кратные 10
1500—3000	— кратные 50, затем оканчивающиеся на 20 и 50
3000—4500	— кратные 100, затем кратные 50
4500—10000	— кратные 500 и оканчивающиеся на 200 и 500, затем кратные 100
10 000—20 000	— кратные 500, затем оканчивающиеся на 200 и 500

75. Калибровые диаметры (длины) общего назначения (по отраслевой нормали АН-1411)

мм

Диаметры отверстий, ширин пазов

1	(17)	(147)	110	(225)	440	710	1120
1.5	18	50	(115)	230	440	(720)	(1150)
2	(19)	(52)	120	240	480	750	1180
3	20	55	(125)	(250)	500	(780)	(1220)
4	22	60	130	260	(520)	800	1250
5	(24)	(62)	(135)	(270)	530	(820)	(1280)
6	25	65	140	280	(540)	850	1320
7	(26)	70	(145)	(290)	560	(870)	(1360)
8	28	(72)	150	300	(580)	900	1400
9	30	75	160	(310)	600	(920)	(1420)
10	32	80	170	320	(620)	950	(1460)
12	35	85	180	340	630	(980)	1500
(13)	(37)	90	190	360	(650)	1000	
14	40	95	200	380	670	(1030)	
(15)	(42)	100	215	400	(680)	1060	
16	45	105	220	420	(700)	(1090)	

Диаметры валов, ширина выступов										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	14	16	18	20	22	25	28	30	32	35
(13)	(15)	(17)	(19)	(21)	(23)	(25)	(28)	(30)	(32)	(35)
75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
(135)	140	(145)	150	160	(170)	180	(190)	200	220	250
240	(250)	260	280	300	320	340	360	380	400	420
(250)	260	280	300	320	340	360	380	400	420	450
410	440	480	500	560	(580)	600	620	670	710	750
410	440	480	500	560	(580)	600	620	670	710	750
110	130	150	170	190	210	230	250	280	300	320
130	150	170	190	210	230	250	280	300	320	350
80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
130	150	170	190	210	230	250	280	300	320	350
130	150	170	190	210	230	250	280	300	320	350

Размеры, поставленные в скобках, по возможности не применять.
 Размеры, поставленные в скобках, для диаметров отверстий, так и для диаметров валов, обозначенных в скобках, должны быть кратными 0,1 мм.
 Диаметры, поставленные в скобках, относятся к диаметрам валов, а диаметры, поставленные в скобках, относятся к диаметрам отверстий.
 Диаметры, поставленные в скобках, относятся к диаметрам валов, а диаметры, поставленные в скобках, относятся к диаметрам отверстий.
 Диаметры, поставленные в скобках, относятся к диаметрам валов, а диаметры, поставленные в скобках, относятся к диаметрам отверстий.

76. Диаметры цилиндров, поршней, плунжеров, штоков и золотников

(из отраслевой нормы АН-141 по ГОСТ 6540-53)

мм

5	12	25	35	55	105	(163)	(227)	(400)	710
6	16	28	40	65	(120)	180	250	420	850
8	20	(30)	45	75	125	(200)	300	500	1000
10	22	32	(50)	80	150	210	300	600	

Жирным шрифтом отмечены диаметры, при которых площади составляют ряд со знаменателем прогрессии, равным 2.

Диаметры, поставленные в скобках, применять только для существующих конструкций, выполненных по рискам выпущенным чертежам.

Для изготовления цилиндров могут быть применены стальные трубы по ГОСТ 8731-68.

77. Диаметры отверстий под заклепки

мм

Диаметр заклепки	1,6	2	2,6	3	4	5	6	8	10
Диаметр отверстия	1,65	2,05	2,7	3,1	4,1	5,1	6,1	8,1	10,1
Допуск	-0,1			+0,15			+0,2		

78. Диаметры отверстий под болты, шпильки и гвнты

мм

Диаметр болта	5	4	5	6	8	10	12	14	16	18
Диаметр отверстия	3,5	4,5	5,5	6,5	8,5	10,5	12,5	14,5	16,5	18,5

79. Данные для подбора длины заклепок в зависимости от толщины склепываемого пакета (из рекомендаций ИНАТ 1950 г.)

Л	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
4	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
6	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
7	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
8	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
9	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
10	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
11	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
12	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
13	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
14	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
15	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
16	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
17	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
18	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
19	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
20	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
21	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
22	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
23	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
24	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
25	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
26	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
27	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
28	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
29	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
30	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
31	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
32	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
33	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
34	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
35	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
36	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
37	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
38	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
39	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
40	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53

Примечание. Для выбора длины заклепок нужно приложить линейку к делениям шкала (справа и слева), соответствующим толщине пакета; цифры в прямоугольниках, пересекемых линейкой, показывают нужную длину заклепок соответствующего диаметра. Пунктиром показан пример выбора длины заклепки.

80. Данные для подбора длины заклепок с высоким сопротивлением срезу в зависимости от толщины склепываемого пакета (из рекомендаций ИНАТ 1950 г.)

L	Толщина склепываемого пакета S									
	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22
10	4,3-5,2									
11	5,3-6,2	4,4-5,3								
12	6,3-7,2	5,4-6,3								
13	7,3-8,2	6,4-7,3	4,9-5,8							
14	8,3-9,2	7,4-8,3	5,9-6,8							
15	9,3-10,2	8,4-9,3	6,9-7,8	5,2-6,1						
16	10,3-11,2	9,4-10,3	7,9-8,8	6,2-7,1						
17	11,3-12,2	10,4-11,3	8,9-9,8	7,2-8,1	3,7-4,6					
18	12,3-13,2	11,4-12,3	9,9-10,8	8,2-9,1	4,7-5,6					
19	13,3-14,2	12,4-13,3	10,9-11,8	9,2-10,1	5,7-6,6					
20	14,3-15,2	13,4-14,3	11,9-12,8	10,2-11,1	6,7-7,6					
21	15,3-16,2	14,4-15,3	12,9-13,8	11,2-12,1	7,7-8,6					
22	16,3-17,2	15,4-16,3	13,9-14,8	12,2-13,1	8,7-9,6					
23	17,3-18,2	16,4-17,3	14,9-15,8	13,2-14,1	9,7-10,6					
24	18,3-19,2	17,4-18,3	15,9-16,8	14,2-15,1	10,7-11,6					
25	19,3-20,2	18,4-19,3	16,9-17,8	15,2-16,1	11,7-12,6					
26	20,3-21,2	19,4-20,3	17,9-18,8	16,2-17,1	12,7-13,6					
27	21,3-22,2	20,4-21,3	18,9-19,8	17,2-18,1	13,7-14,6					
28	22,3-23,2	21,4-22,3	19,9-20,8	18,2-19,1	14,7-15,6					
29	23,3-24,2	22,4-23,3	20,9-21,8	19,2-20,1	15,7-16,6					
30	24,3-25,2	23,4-24,3	21,9-22,8	20,2-21,1	16,7-17,6					
31	25,3-26,2	24,4-25,3	22,9-23,8	21,2-22,1	17,7-18,6					
32	26,3-27,2	25,4-26,3	23,9-24,8	22,2-23,1	18,7-19,6					
33	27,3-28,2	26,4-27,3	24,9-25,8	23,2-24,1	19,7-20,6					
34	28,3-29,2	27,4-28,3	25,9-26,8	24,2-25,1	20,7-21,6					
35	29,3-30,2	28,4-29,3	26,9-27,8	25,2-26,1	21,7-22,6					
36	30,3-31,2	29,4-30,3	27,9-28,8	26,2-27,1	22,7-23,6					
37	31,3-32,2	30,4-31,3	28,9-29,8	27,2-28,1	23,7-24,6					
38	32,3-33,2	31,4-32,3	29,9-30,8	28,2-29,1	24,7-25,6					
39	33,3-34,2	32,4-33,3	30,9-31,8	29,2-30,1	25,7-26,6					
40	34,3-35,2	33,4-34,3	31,9-32,8	30,2-31,1	26,7-27,6					

L	Толщина складываемого пакета S										Продолжение
	4	5	6	8	10	12					
41	35,3-36,2	34,4-35,3	32,9-33,8	31,2-32,1	29,7-30,6						
42	36,3-37,2	35,4-36,3	33,9-34,8	32,2-33,1	30,7-31,6						
43	37,3-38,2	36,4-37,3	34,9-35,8	33,2-34,1	31,7-32,6						
44	38,3-39,2	37,4-38,3	35,9-36,8	34,2-35,1	32,7-33,6						
45	39,3-40,2	38,4-39,3	36,9-37,8	35,2-36,1	33,7-34,6						
46	40,3-41,2	39,4-40,3	37,9-38,8	36,2-37,1	34,7-35,6						
47	41,3-42,2	40,4-41,3	38,9-39,8	37,2-38,1	35,7-36,6						
48	42,3-43,2	41,4-42,3	39,9-40,8	38,2-39,1	36,7-37,6						
49	43,3-44,2	42,4-43,3	40,9-41,8	39,2-40,1	37,7-38,6						
50	44,3-45,2	43,4-44,3	41,9-42,8	40,2-41,1	38,7-39,6						
51	45,3-46,2	44,4-45,3	42,9-43,8	41,2-42,1	39,7-40,6						
52	46,3-47,2	45,4-46,3	43,9-44,8	42,2-43,1	40,7-41,6						
53	47,3-48,2	46,4-47,3	44,9-45,8	43,2-44,1	41,7-42,6						
54	48,3-49,2	47,4-48,3	45,9-46,8	44,2-45,1	42,7-43,6						
55	49,3-50,2	48,4-49,3	46,9-47,8	45,2-46,1	43,7-44,6						
56	50,3-51,2	49,4-50,3	47,9-48,8	46,2-47,1	44,7-45,6						
57	51,3-52,2	50,4-51,3	48,9-49,8	47,2-48,1	45,7-46,6						
58	52,3-53,2	51,4-52,3	49,9-50,8	48,2-49,1	46,7-47,6						
59		52,4-53,3	50,9-51,8	49,2-50,1	47,7-48,6						
60		53,4-54,3	51,9-52,8	50,2-51,1	48,7-49,6						
61		54,4-55,3	52,9-53,8	51,2-52,1	49,7-50,6						
62		55,4-56,3	53,9-54,8	52,2-53,1	50,7-51,6						
63			54,9-55,8	53,2-54,1	51,7-52,6						
64			55,9-56,8	54,2-55,1	52,7-53,6						
65			56,9-57,8	55,2-56,1	53,7-54,6						
66			57,9-58,8	56,2-57,1	54,7-55,6						
67				57,2-58,1	55,7-56,6						
68				58,2-59,1	56,7-57,6						
69				59,2-60,1	57,7-58,6						
70				60,2-61,1	58,7-59,6						
71					59,7-60,6						
72					60,7-61,6						
73					61,7-62,6						
74					62,7-63,6						

81. Данные для подбора длины шарнирных двухзамковых заклепок в зависимости от толщины складываемого пакета (по нормалам 2040A56 и 2011A56)

Диаметр заклепки d	Толщина S складываемых пакетов			
	3,5	4	5	6
5	1,5*			
6	2,5			
7	3,5	2,8*		3,8
8	4,5	3,8	5	4,8
9	5,5	4,8	6	5,8
10	6,5	5,8	7	6,8
11	7,5	6,8	8	7,8
12	8,5*	7,8	9	8,8
13		8,8	10	9,8
14		9,8	11	10,8
15		10,8	12	11,8
16		11,8	13	12,8
17		12,8	14	13,8
18		13,8	15	14,8
19		14,8		15,8
20		15,8		

* Только для заклепок с потайной головкой.

** Только для заклепок с плоской головкой.

82. Данные для подбора длины гайко-пистонов и винтов к ним в зависимости от толщины складываемого пакета (по нормалам 1653C52 и 1651C52)

Длина L гайко-пистона (L+0,5) мм	Толщина S пакета (S+0,5) мм	Обозначения винта к потайным гайко-пистонам	Обозначения винта к гайко-пистонам с плоской головкой
10*	1	—	941A51-4-9
11	2	1654C51-10	941A51-4-10
12	3	—	941A51-4-11
13	4	1654C51-12	—
14	5	—	941A51-4-12
15	6	1654C51-14	—
16	7	—	941A51-4-14
17	8	1654C51-16	—
18	9	—	941A51-4-16
19	10	1654C51-18	—
		—	941A51-4-18

* Для гайко-пистонов с плоской головкой.

53. Нормальные ряды рекомендуемых размеров радиусов закруглений и фасок (по отраслевой нормали АН-1441)

Ряд величин закруглений R и фасок f

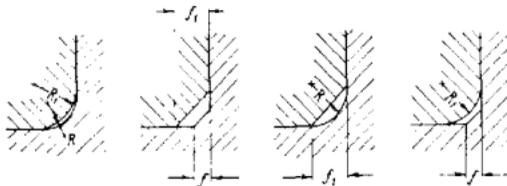
мм								
0,1 (3,5)	0,15 4	0,2 (4,5)	0,25 5	0,3 6	0,4 8	0,5 10	0,6 12	
Продолжение								
(0,7)	0,8	1	1,2	1,5	(1,8)	2	2,5	3
16	20	25	32	40	50	60	80	100

Нормально фаски снимаются под углом 45° .

Фаски под углом 60° к оси снимаются в резьбовых и центровых отверстиях, на торцах гаск, а под углом 30° к оси в деталях, подлежащих запрессовке.

Размеры, поставленные в скобки, применяются только в специальных случаях (резьбы, кольца подшипников качения).

Размеры закруглений и фаски у сопряженных по диаметру вала и втулки

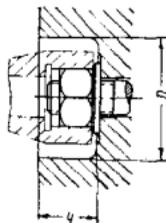
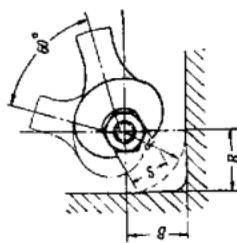
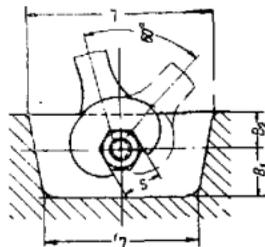


мм								
Диаметр вала и втулки	От 3 до 6	Св. 6 до 10	Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180
R или f наиб.	0,4	0,6	1	1,5	2	2,5	3	4
R_1 или f_1 мин.	0,6	1	1,5	2	2,5	3	4	5

Продолжение								
Диаметр вала и втулки	Св. 180 до 260	Св. 260 до 360	Св. 360 до 500	Св. 500 до 630	Св. 630 до 800	Св. 800 до 1000	Св. 1000 до 1250	Св. 1250 до 1600
Радиус f наиб.	5	6	8	10	12	16	20	25
R_1 или f_1 мин.	6	8	10	12	16	20	25	32

При сопряжении с подшипниками качения радиусы закруглений и фаски выбирать в соответствии с ГОСТ 4253-78 «Шарики и роликоподшипники».

54. Гнезда для ключей (по отраслевой нормали АН-1441)

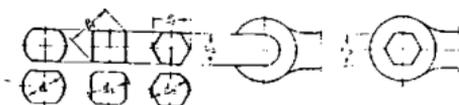


мм

S	6	8	9	10	11	12	14	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46	50	55	65	75
B	10	12	15	18	18	18	23	25	28	30	32	35	38	40	45	50	55	60	65	75	85
R_1	8	10	12	12	14	14	16	18	20	22	25	28	32	32	36	40	45	50	55	60	70
R_2 наиб.	5	6	8	10	10	12	14	16	18	20	22	25	25	25	28	32	36	40	45	50	55
D	16	20	22	22	26	26	30	36	38	41	46	50	55	60	65	75	80	85	95	105	120
L	35	40	45	45	55	55	60	70	80	90	100	110	120	120	140	165	170	190	210	250	
L_1	45	50	55	55	65	65	70	75	80	80	100	110	120	120	140	165	170	190	210	250	
H	5	6	7	8	8	8	10	13	17	17	20	24	24	24	30	30	35	40	45	50	60

Допускается изготовление гнезд с закруглением по радиусу $R=B$.

63. Отверстие (два) ключа и размер «под ключ»
(ограничительная номенклатура)
(по ГОСТ 6424-52)



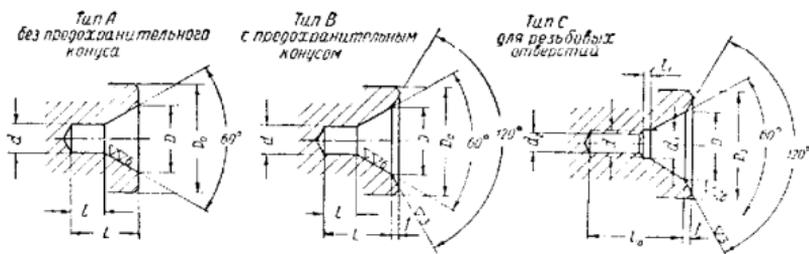
S номер	По ГОСТ 6424-52						Для справки						
	Диаметр (отверстие) ключа		Размер «под ключ»				d	e ₁		d ₂ стержня		d ₃ стержня	
			Наименьший при поверхностях					наим.	наиб.	наиб.	наим.	наиб.	наим.
	наиб.	наим.	наиб.	наим.	наиб.	наим.							
5	5,24	5,08	5	4,84	4,70	6	7,1	6,5	6	5,8	—	—	
6	6,24	6,08	6	5,84	5,70	7	8,5	8	7,2	6,9	—	—	
7	7,26	7,10	7	6,80	6,64	8	9,9	9	8,5	8,1	—	—	
8	8,30	8,10	8	7,80	7,64	9	11,3	10	9,5	9,2	—	—	
9	9,30	9,10	9	8,80	8,64	11	12,7	12	11	10,4	—	—	
10	10,50	10,10	10	9,80	9,64	12	14,1	13	12	11,5	—	—	
(11)	11,86	11,12	11	10,76	10,57	13	15,6	14	13	12,7	—	—	
12	12,86	12,12	12	11,76	11,57	15	17,0	16	15	13,8	—	—	

14	14,36	14,2	14	13,76	13,57	16,6	19,8	18	16,6	16,2	—	—
17	17,36	17,12	17	16,76	16,57	20	24,0	22	20	19,6	—	—
19	19,42	19,14	19	18,72	18,48	23	26,9	25	23	21,9	—	—
22	22,42	22,14	22	21,72	21,48	26	31,1	28	26	25,4	23,8	23,5
24	24,42	24,14	24	23,72	23,48	29	33,9	32	29	27,7	26,0	25,7
27	27,42	27,14	27	26,72	26,48	32	38,2	36	32	31,2	29,1	28,8
30	30,42	30,14	30	29,72	29,48	36	42,4	40	36	34,6	32,5	32,2
32	32,50	32,17	32	31,66	31,00	39	45,3	42	39	36,9	34,6	34,3
36	36,50	36,17	36	35,66	35,00	43	50,9	48	43	41,6	39,0	38,7
41	41,50	41,17	41	40,66	40,00	49	56,0	51	49	47,3	44,4	44,1
46	46,50	46,17	46	45,66	45,00	54,5	65,1	60	54,5	53,1	49,8	48,5
50	50,50	50,17	50	49,66	49,00	60	70,7	65	60	57,7	54,1	53,7
55	55,60	55,20	55	54,60	53,80	66	77,8	72	66	63,5	59,5	59,1
60	60,60	60,20	60	59,60	58,80	72	84,8	80	72	69,3	64,9	64,5
65	65,60	65,20	65	64,60	63,80	78	91,9	85	78	75,3	70,3	69,9
(70)	70,60	70,20	70	69,60	68,80	84	99,0	92	84	80,8	75,7	75,3
75	75,60	75,20	75	74,60	73,80	90	106	98	90	86,3	81,2	80,8
(80)	80,60	80,20	80	79,60	78,80	96	113	105	96	92,4	86,6	86,2

Размеры, установленные в скобках, по возможности не применять.

Указанные в таблице размеры не распространяются на размеры квадратов для инструментов по ОСТ НКМТ 112-39.

Указанные в таблице размеры допускается применять для разъемных соединений. В этом случае размер (диаметр, грань) отверстия во втулке должен быть больше соответствующего размера стержня не менее чем на 0,1 мм.



9

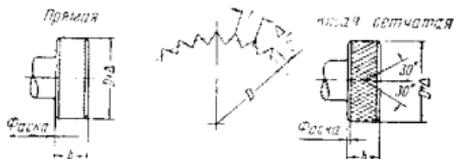
мм

260

Для отверстий типов А, В, С					Для отверстий типа С			Ориентировочные данные для выбора размера центрального отверстия	
d	D (не более)	L	l (не менее)	f	d_2 отверстия под резьбу	d_1	l_1 наим.	наим. диаметр концевой части заготовки D_0	наиб. диаметр заготовки типа вала
1	2,5	2,5	1,2	0,4				4	До 7
1,5	4	4	1,8	0,6				6,5	10
2	5	5	2,4	0,8				8	18
2,5	6	6	3	0,8				10	30
3	7,5	7,5	3,6	1	2,5	3,2	0,8	12	50
4	10	10	4,8	1,2	3,3	4,3	1	15	80
5	12,5	12,5	6	1,5	4,2	5,3	1,2	20	120
6	15	15	7,2	1,8	5,0	6,4	1,5	25	160
8	20	20	9,6	2	6,7	8,4	2	30	200
12	30	30	14	2,5	10,1	13	3	42	300

L определяется в зависимости от размера крепежного винта, но не должно быть менее L .
При обработке инструментов и деталей с небольшими припусками центровые отверстия выбирать по ОСТ НКМ 40Н.

87. Накатка прямая и косая сетчатая
(по ОСТ 26016, 26017)



Шаг прямой накатки t
мм

Диаметр заготовки D	Ширина заготовки b				
	Для всех материалов				
	до 2	св. 2 до 6	св. 6 до 14	св. 14 до 30	св. 30
До 8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Св. 8 до 16	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
• 16 • 32	0,5	0,6	0,8	0,8	0,8
• 32 • 64	0,6	0,6	0,8	1	1
• 64 • 100	0,8	0,8	0,8	1	1,2

Шаг косой сетчатой накатки t
мм

Диаметр заготовки D	Ширина заготовки b							
	Для латуни, алюминия, фибры и т. д.				Для стали			
	до 6	св. 6 до 14	св. 14 до 30	св. 30	до 6	св. 6 до 14	св. 14 до 30	св. 30
До 8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Св. 8 до 16	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8
• 16 • 32	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1	1	1
• 32 • 64	0,6	0,8	1	1	0,8	1	1,2	1,2
• 64 • 100	0,8	0,8	1	1,2	0,8	1	1,2	1,6

После накатывания диаметр изделия больше диаметра заготовки D на величину Δ - от 0,25 до 0,5.

В рабочем чертеже для диаметра накатанного изделия условно проставляется диаметр заготовки D .

88. Конусности нормальные и специальные

В нормаль АН-1441 устанавливаются ограничения и выборе нормальных и специальных конусностей по ГОСТ 8593-57, а также примеры их применения.

Конусность K есть отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними:

$$K = \frac{D-d}{l} = 2 \operatorname{tg} \alpha$$



Нормальные конусности общего назначения

Конусность K	Обозначение	Угол конуса 2α	Угол уклона α	Примеры применения
1:200	1:200	0°17'11"	0°8'36"	Болты конические. Оправки конические
1:100	1:100	0°34'23"	0°17'11"	Посадка зубчатых колес на валы. Оправки конические
1:50	1:50	1°8'45"	0°34'23"	Штифты конические. Развертки под конические штифты. Хвостовики трибок под насадку стрелок
1:30	1:30	1°54'35"	0°57'17"	Конусы насадных разверток, зенкеров и оправки для них. Конусные шейки шпинделей
1:20	1:20	2°51'51"	1°25'56"	Метрические конусы в шпинделях станков. Хвостовики инструментов. Оправки. Развертки под метрические конусы. Хвостовики трибок под насадку стрелок
~1:20	Конусы Морзе от № 1 до № 6			Конусы в шпинделях станков. Хвостовики инструментов. Оправки. Развертки под конусы Морзе

Продолжение

Конусность K	Обозначение	Угол конуса 2α	Угол уклона α	Примеры применения
1:15	1:15	3°49'6"	1°54'33"	Посадочные места под зубчатые колеса шпинделей. Конические соединения деталей по условиям вдоль осей. Хвостовики трибок под насадку стрелок
(1:12)	1:12	4°46'9"	2°23'9"	Втулки закрепительные шарикоподшипников
1:10	1:10	5°43'29"	2°51'45"	Соединения, работающие с осевыми, поперечными и крутящими усилиями. Регулируемые втулки подшипников шпинделей. Центры упорные по ГОСТ 7344-55
(1:8)	1:8	7°9'10"	3°34'35"	Конусы валков, сопрягаемых с кулаками
(1:7)	1:7	8°10'16"	4°5'8"	Пробки краевые для арматуры. Центры упорные по ГОСТ 7344-55
1:5	1:5	11°25'16"	5°42'38"	Лескозаборные соединения. Хвостовики цапф конические. Муфты фрикционные конические
(1:3)	1:3	18°55'30"	9°27'44"	Конусы муфт среднего назначения
1:1,866	30°	30°	15°	Зажимные цапфы

Продолжение

Конусность K	Обозначение	Угол конуса 2α	Угол уклона α	Примеры применения
1:1,207	45°	45°	22°30'	Уплотняющие конусы
1:0,866	60°	60°	30°	Потайные головки для винтов диаметром свыше 20 мм. Центровые отверстия. Центры у стоек
(1:0,632)	75°	75°	37°30'	Наружные центры у метчиков и разверток малых диаметров
1:0,500	90°	90°	45°	Центровые отверстия для тяжелых работ. Головки потайные для винтов до 20 мм. Ковные зажимные винты. Полупотайные головки винтов. Запорные конусы у клапанов
1:0,289	120°	120°	60°	Посохранительные фаски у центровых отверстий. Наружные и внутренние фаски гаек и головок винтов. Конусы под набивку сальников

Нормальные конусности специального назначения

Конусность K	Обозначение	Угол конуса 2α	Угол уклона α	Допускаемая область применения
(1:16)	1:16	3°34'48"	1°47'24"	Резьба коническая. Развертки под резьбу коническую (ГОСТ 6111—52)
(7:24)	7:24	16°35'34"	8°17'46"	Конусы шпинделей и оправок фрезерных станков (ГОСТ 836—47)

Примечание. Конусности, заключенные в скобки, по возможности не применять.

VI. ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

Классы точности и обозначения

Посадки подразделяются на три группы:

- 1) посадки с зазором,
- 2) посадки с натягом,
- 3) посадки переходные.

По стандартам на допуски и посадки установлены следующие классы точности посадок в порядке убывания точности: 1, 2, 2а, 3, 3а, 4 и 5.

Поля допусков основных отверстий (система отверстий) обозначаются буквой A с числовым индексом класса точности (для 2-го класса точности индекс опускается), например: A_1 , A , A_{2a} , A_3 и т. д.

Поля допусков основных валов (система вала) обозначаются аналогично, но буквой B , например: B_1 , B , B_{2a} , B_3 и т. д.

На чертежах допуски и посадки должны указываться в соответствии с ГОСТ 3457—46.

Установлены также допуски:

- а) для размеров менее 1 мм — классы 6 и 7 по ГОСТ 3047—54;
- б) для размеров от 1 до 500 мм — классы 7, 8 и 9 по ГОСТ 1010;
- в) для размеров от 500 до 10 000 мм — классы 7, 8, 9, 10 и 11 по ГОСТ 2689—54.

Приняты следующие обозначения посадок в системе отверстия при размерах соединений 1—500 мм.

Прессовая 3-я — $Pr3$ Напряженная — H Прессовая 2-я — $Pr2$ Плотная — H Прессовая 1-я — $Pr1$ Скользкая — C Горячая — Gr Движная — D Прессовая — Pr Ходовая — X Легкопрессовая — Pl Легкоходовая — L Глухая — G Широкоходовая — III Тугая — T Тепловая ходовая — TX

Класс точности посадки ставится у обозначения соответствующим индексом, например: G_1 , C_3 , Pr_2 и т. д.

90. Допуски и посадки — по отраслевой нормали
(ограничительной) АН-1441

В нормали АН-1441 устанавливаются ограничения в выборе системы допусков, а также классов точности и посадок.

Допуски и посадки следует применять в системе отверстия.

Применение системы вала разрешается только при условии технико-экономического обоснования.

Разрешается любое сочетание посадок, установленных приведенной ниже таблицей.

Характер посадок	Класс точности	Наименование посадки	Система отверстия		Система вала	
			Посадки			
			Отверстие	Вал	Вал	Отверстие
Прессовые	2	Прессовая	A	Pr	B	H
		Легкопрессовая		(H/A)		
		Глухая		G		
Переходные	2	Тугая	A	H	B	(T)
		Напряженная				H
		Плотная				H
Подвижные	2	Скользкая	A	H	B	C
		Движения				L
		Ходовая				X

Продолжение

Характер посадок	Класс точности	Наименование посадки	Система отверстия		Система вала	
			Посадки			
			Отверстие	Вал	Вал	Отверстие
Подвижные	2	Легкоходовая	A	L	B	L
		Широкоходовая				Ш
Прессовые	2a	Прессовая	A _{2a}	H _{2a}	B _{2a}	Pr _{2a}
		Прессовая				Pr _{2a} ¹
Переходные	2a	Глухая	A _{2a}	H _{2a}	B _{2a}	(G _{2a})
		Напряженная				H _{2a}
		Плотная				H _{2a}
Подвижные	2a	Скользкая	A _{2a}	H _{2a}	B _{2a}	C _{2a}
		Ходовая				X _{2a}
Подвижные	3	Прессовая	A ₃	H ₃	B ₃	(Pr _{3a})
		Скользкая				C ₃
		Ходовая				X ₃
Подвижные	3	Широкоходовая	A ₃	H ₃	B ₃	Ш ₃

Продолжение

Характер посадки	Класс точности	Наименование посадки	Система отверстий		Система вала	
			Посадки			
			Отверстие	Вал	Вал	Отверстие
Подвижные	3а	Скользящая	A_{3a}	(C_{3a})	(B_{3a})	(C_{3a})
		Скользящая		C_4		C_4
	4	Ходовая		X_4		X_4
		Легкоходовая	A_4	L_4	B_4	
		Широкоходовая		(III_4)		III_4
	5	Скользящая		C_5		C_5
		Ходовая	A_5	X_5	B_5	
7		A_7		B_7		

Примечания. 1. Класс точности 2а рекомендуется к широкому применению как близкий к системе Международной организации по стандартизации (ИСО).

2. Поле допуска вала Pr рекомендуется применять только для размеров 1—80 мм, а для размеров свыше 80 мм—поле $Pr12a$ в сочетании с отверстиями A или A_{2a} .

3. Посадки, заключенные в скобки, по возможности не применять.

91. Шарико- и роликоподшипники. Посадки
(по ГОСТ 3325—55)

Посадки	Обозначение
Для тонкостенных корпусов	R_1
Глухая подшипниковая	G_H, I_{1H}
Тугая подшипниковая	T_H, T_{1H}
Напряженная подшипниковая	N_H, N_{1H}
Плотная подшипниковая	P_H, P_{1H}
Скользящая подшипниковая	S_H, S_{1H}, C_{3H}
Движения подшипниковая	D_H, D_{1H}
Ходовая подшипниковая	X_H

Примечания. 1. Индекс «1» означает посадки, относящиеся к подшипникам качения.
2. Обозначения посадок для подшипников должны указываться только в сборочных чертежах.

92. Примеры посадок

Посадки	Наименование машин и узлов подшипников	Посадки	Наименование машин и узлов подшипников
D_H	Ролики ленточных конвейеров и подвесных корог для небольших грузов	H_{1H}, H_H, P_H, T_{1H}	Электродвигатели мощностью до 100 квт, станки, турбины, подшипники кривошипно-шатунных механизмов, коробки передач автомобилей и тракторов, шпиндели металлорежущих и шлифовальных станков, редукторы
D_H, X_H	Передние и задние колеса автомобилей и тракторов, колеса вагонеток и т. п.	T_H, I_{1H}, G_H	
C_H	Натяжные ролики (лесники), блоки, ролики рольгангов и т. п.	I_H, T_H	Колесчатые вальцы двигателей, электродвигатели мощностью свыше 100 квт, ходовые колеса мостовых кранов, ролики рольгангов тяжелых станков

Продолжение

Посадки	Наименование машин и узлов подшипников	Посадки	Наименование машин и узлов подшипников
H_{II}, H_{IPI} II_{II}, PI_{PI} T_{II}	Сельскохозяйственные машины, центрифуги, турбокомпрессоры, центробежные насосы, вентиляторы, электродвигатели, редукторы, коробки скоростей станков	B_2, B_4	Трансмиссионные валы и узлы, не требующие точного вращения, сельскохозяйственные машины
P	Колеса самолетов, передние и задние колеса автомобилей и тракторов	T_{II}, II_{II}, PI_{II}	Конические роликоподшипники коробок передач задних мостов автомобилей и тракторов
G, H_{II}	Ролики ленточных конвейеров, латяжные ролики (латексы), сельскохозяйственные машины	C_{II}	Большинство подшипников общего машиностроения, редукторы
G_{II}	Ролики рольгангов, подшипники коленчатых валов компрессоров, ходовые колеса мостовых кранов	H_{IPI}, PI_{IPI} II_{II}, PI_{II}	Подшипники шпинделей шлифовальных станков, коренные подшипники коленчатых валов

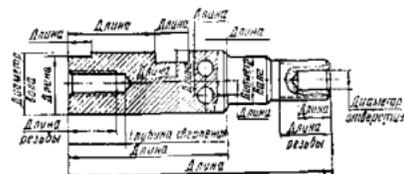
Продолжение

Посадки	Наименование машин и узлов подшипников	Посадки	Наименование машин и узлов подшипников
T_{IPI}, H_{IPI}	Подшипники шпинделей тяжелых станков (расточных и фрезерных)	H_{IPI}, PI_{IPI} H_{II}, PI_{II}	Подшипники шпинделей шлифовальных станков, коренные подшипники коленчатых валов
PI_{II}, PI_{II}	Центробежные насосы, вентиляторы, центрифуги, подшипники шпинделей станков (металлорежущих)		Трансмиссионные валы и узлы, не требующие точного вращения, сельскохозяйственные машины

Допуски на свободные размеры

В нормале 22АТ52 устанавливаются допуски на свободные размеры. Под свободными размерами понимаются такие допуски на которые не проставлены непосредственно у размеров.

93. Детали, обрабатываемые снятием стружки



Отклонения размеров диаметров, длин, глубин сверлений и длин резьб приведены в табл. 93а.

Номинальный размер	5-й класс точности				Отклоне- ние длины	Отклонение глубины сверления		Откло- нение длины резьбы
	Отклонение диаметров					верхн.	нижн.	
	отверстий A_3		валов $C_6 = B_3$					
	нижн.	верхн.	верхн.	нижн.				
От 0,1 до 0,3	0	+0,05	0	-0,05	+0,05	+0,1	-0,05	-1,00 -0,5
Св. 0,3 „ 0,6	0	+0,06	0	-0,05	+0,10	+0,2	-0,1	
„ 0,6 „ 1,0 (искл.)	0	+0,07	0	-0,07				
От 1,0 „ 3	0	+0,12	0	-0,12	±0,20	+0,50	-0,25	
Св. 3 „ 6	0	+0,16	0	-0,16				
„ 6 „ 10	0	+0,20	0	-0,20				
„ 10 „ 18	0	+0,24	0	-0,24	+0,40	+1,00	-0,5	
„ 18 „ 30	0	+0,28	0	-0,28				
„ 30 „ 50	0	+0,34	0	-0,34				
„ 50 „ 80	0	+0,40	0	-0,40				

10—2

„ 80 „ 120	0	+0,46	0	-0,46	±0,60	+1,00	-0,5	-1,00 -0,5
„ 120 „ 180	0	+0,53	0	-0,53				
„ 180 „ 260	0	+0,60	0	-0,60				
„ 260 „ 360	0	+0,68	0	-0,68	±0,80			
„ 360 „ 500	0	+0,76	0	-0,76				
„ 500 „ 630	0	+0,90	0	-0,90	±1,00			
„ 630 „ 800	0	+1,00	0	-1,00				
„ 800 „ 1000	0	+1,10	0	-1,10	±1,20			
„ 1000 „ 1250	0	+1,20	0	-1,20				
„ 1250 „ 1600	0	+1,30	0	-1,30	±1,80			
„ 1600 „ 2000	0	+1,50	0	-1,50				
„ 2000 „ 2500	0	+1,80	0	-1,80				

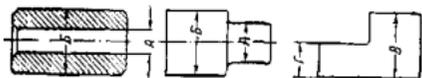
Примечания. 1. Допускается изготовление отверстий из-под сверла с минусовыми отклонениями, равными половине допуски по A_3 .

2. Допускается выполнять свободные размеры диаметров отверстий и валов, обрабатываемых ситием стружки, с отклонениями по 7-му классу точности согласно данным табл. 93а.

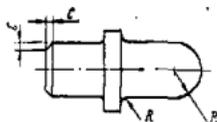
Отклонения от правильной геометрической формы (овальность, огранка, конусность, выпуклость, вогнутость), биение относительно оси, несимметричность, непараллельность и неперпендикулярность поверхностей со свободными размерами допускаются в пределах поля допуска на соответствующие размеры.

Такие же отклонения (в пределах поля допуска на соответствующие размеры) допускаются для поверхностей с размерами, оговоренными допусками, но без особого указания об отклонениях от правильной геометрической формы.

Отклонения от правильного взаимного расположения поверхностей со свободными размерами, а также с размерами, оговоренными допусками, но без особого указания в чертежах об отклонениях от правильного расположения поверхностей допускаются в пределах суммы полей допусков сопоставляемых размеров (биение *B* относительно *A* и непараллельность *B* относительно *L*).



Отклонения радиусов и фасок см. в табл. 93б.



мм Таблица 93б

Номинальный размер радиуса <i>R</i> и фаски <i>C</i>	мм					
	0,2	0,3	От 0,5 до 1 искл.	От 1 до 3	Св. 3 до 6	Св. 6 до 15
Отклонение	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	±1	±2
						±3
						±4
						±5

Наружные и внутренние открытые углы (кромки) выполняются фаской *C* или любой кривой радиусом, приблизительно равным 0,3 мм, и в чертежах не оговариваются.

Отклонения угловых размеров см. в табл. 93в.

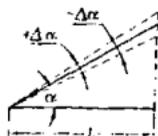
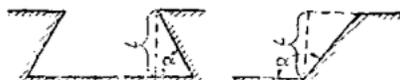


Таблица 93в

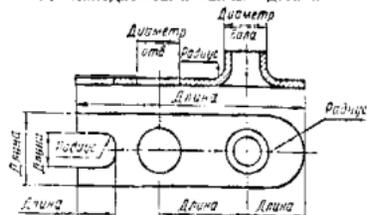
Длина большего катета треугольника <i>L</i>	мм				
	До 3	Св. 3 до 6	Св. 6 до 10	Св. 10 до 18	Св. 18 до 30
Отклонение угла α ($\Delta\alpha$)	±1'45"	±1'30"	±1'15"	±1'	±45"

Длина большего катета треугольника <i>L</i>	мм				
	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 260	Св. 260
Отклонение угла α ($\Delta\alpha$)	±40"	±30"	±20"	±15"	±10"

Примечание. При углах $\alpha > 45^\circ$ отклонения устанавливаются в зависимости от величины большего катета вспомогательного треугольника.



6). Холодноштампованные детали



Отклонения размеров диаметров и длин см. в табл. 94а.
мм Таблица 94а

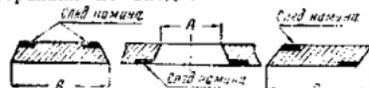
Номинальный размер	7-й класс точности				Отклонение размеров диаметров
	Отклонение диаметров				
	отверстий A_7		валов B_7		
	нижн.	верхн.	верхн.	нижн.	
От 0,1 до 0,3	0	+0,07	0	-0,07	$\pm 0,07$
Св. 0,3 до 0,6	0	+0,15	0	-0,15	$\pm 0,2$
0,6 до 1,0 искл.	0	+0,20	0	-0,20	
От 1,0 до 3	0	+0,25	0	-0,25	$\pm 0,3$
3 до 6	0	+0,30	0	-0,30	
6 до 10	0	+0,36	0	-0,36	$\pm 0,6$
10 до 18	0	+0,43	0	-0,43	
18 до 30	0	+0,52	0	-0,52	$\pm 1,0$
30 до 50	0	+0,62	0	-0,62	
50 до 80	0	+0,74	0	-0,74	$\pm 1,5$
80 до 120	0	+0,87	0	-0,87	
120 до 180	0	+1,00	0	-1,00	± 2
180 до 260	0	+1,15	0	-1,15	
260 до 360	0	+1,35	0	-1,35	$\pm 2,5$
360 до 500	0	+1,55	0	-1,55	
500 до 630	0	+1,80	0	-1,80	± 3
630 до 800	0	+2,00	0	-2,00	
800 до 1000	0	+2,20	0	-2,20	
1000 до 1250	0	+2,40	0	-2,40	
1250 до 1600	0	+2,60	0	-2,60	
1600 до 2000	0	+3,00	0	-3,00	
2000 до 2500	0	+3,50	0	-3,50	

Отклонения наружных и внутренних размеров радиусов, полученных вырубкой, устанавливаются в пределах, указанных в табл. 93б.

Заусенцы холодноштампованных деталей должны зачищаться без указания об этом в рабочих чертежах.

Разностенность штампованных шайб и колец по величине не должна превышать допусков на их наружный диаметр.

При изготовлении деталей вырубкой в случаях, когда в чертеже указан знак ~ чистоты поверхности контура, допускаются косые срезы и следы намятия вдоль срезанной кромки. При этом величина косого среза у наружных поверхностей входит в размер A по чертежу, а у внутренних не входит.



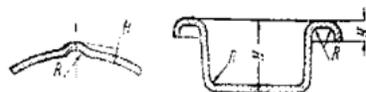
Отклонения в размерах h гиба или подсетки (см. эскиз) не должны превышать $\pm 0,5$ мм независимо от величины h_1 ; отклонения размеров длины принимать по



табл. 94а, радиусов — по табл. 93б. Непараллельность плоскостей A и B гиба или подсетки не должна превышать 1 мм на длине 100 мм.

Отклонения размеров высоты зига, отбортовки и вытяжки см. в табл. 94б.

Размер h	мм Таблица 94б			
	до 5	Св. 5 до 10	Св. 10 до 20	Св. 20
Отклонение	+1 -0,5	+1,5 -1	+2 -1	+3 -1



Отклонения радиусов — см. по табл. 936. Изменение толщины материала при глубокой вытяжке, а также гнбе с вытяжкой допускается в пределах $\pm 20\%$ от номинальной толщины материала, при развальцовке труб — 30% .

95. Сварные, паяные и гнутые трубы

Отклонения размеров труб в поперечном сечении при продольной сварке и пайке их из двух половин допускаются в пределах ± 1 мм для всех размеров труб.

Отклонения радиусов изгиба труб см. в табл. 95а.

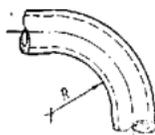


Таблица 95а

Радиус <i>R</i>	Наружный диаметр			
	До 10	Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30
Отклонение радиусов				
До 30	-1	-2	-	-
Св. 30 до 80	+2	-3	-4	-
80 - 150	+3	-4	-5	+6
150 - 250	-4	-5	+6	18
Св. 250	-5	+6	+8	-10

Отклонения диаметров в местах изгиба труб — овальность — см. в табл. 95б.

Таблица 95б

Наружный диаметр труб	Овальность	
	Наружный диаметр труб	Овальность
До 10	1	3
Св. 10 до 18	1,5	4
Св. 18 до 30		
Св. 30		

Примечание. Под овальностью понимается разность между наибольшим и наименьшим диаметрами в данном сечении.

96. Детали, изготавливаемые из пластмасс

Отклонения на свободные размеры деталей, изготавливаемых из пластмасс, устанавливаются на размеры, параллельные плоскости разреза пресс-формы, по 5-му кл. точности и на размеры, перпендикулярные плоскости разреза пресс-формы, по 7-му кл. точности согласно ОСТ 1010.

Допуски на расстояния между центрами отверстий под крепежные детали
(из АН-1441)

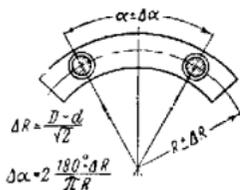
Соединения заклепочные приравняются к болтовым. Отклонения для винтовых соединений берутся вдвое меньшими, чем для болтовых. Допуски Δl на размеры между центрами отверстий назначаются в зависимости от:

- зазора S между диаметрами проходного отверстия D и крепежной детали d ; $S = D - d$;
- количества и расположения отверстий;
- типа соединения — винтового или болтового;
- возможности смещения деталей относительно друг друга.

97. Допускаемые отклонения Δl на расстояния l между центрами отверстий болтового соединения, расположенных в одной плоскости

Зазор <i>S</i>	Допускаемые отклонения Δl			
	Два отверстия с осевой базой	Двухрядное соединение с осевыми базами с числом отверстий $n=4$	Однорядное соединение с осевой или торцевой базой n — любое	Многорядное соединение с осевыми или торцевыми базами n — любое
0,2	0,2	0,14	0,10	0,07
0,3	0,3	0,21	0,15	0,11
0,4	0,4	0,28	0,20	0,14
0,5	0,5	0,35	0,25	0,18
0,6	0,6	0,42	0,30	0,21
0,8	0,8	0,57	0,40	0,28
1,0	1,0	0,71	0,50	0,35
2,0	2,0	1,42	1,00	0,71

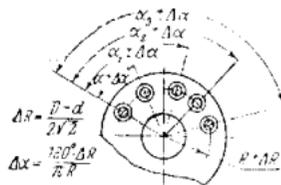
98. Расположение отверстий по окружности в одной плоскости для болтового соединения



Два отверстия с осевой базой

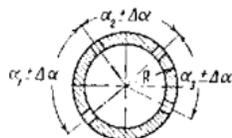
Радиус R мм	Зазор S в мм							
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	2
	Допускаемые отклонения радиуса ΔR в мм							
	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,56	0,71	1,42
Допускаемые отклонения Δα								
Св. 1 до 4	4'							
• 4 • 6	2'40'							
• 6 • 8	2'							
Св. 8 до 10	1'36'	2'24'	3'12'					
• 10 • 12	1'20'	2'	2'40'					
• 12 • 15	1'4'	1'36'	2'8'					
Св. 15 до 18	54'	1'20'	1'47'	2'13'				
• 18 • 22	44'	1'5'	1'27'	1'49'				
• 22 • 26	37'	56'	1'14'	1'32'				
Св. 26 до 30	32'	48'	1'4'	1'30'	1'36'	2'8'		
• 30 • 35	28'	41'	55'	1'8'	1'22'	1'50'		
• 35 • 40	24'	36'	48'	1'	1'12'	1'36'		
Св. 40 до 45	21'	32'	43'	53'	1'4'	1'25'	1'48'	3'36'
• 45 • 50	19'	29'	39'	48'	58'	1'17'	1'38'	3'14'
• 50 • 65	15'	22'	30'	37'	44'	59'	1'15'	2'30'
Св. 65 до 80	12'	18'	24'	30'	36'	48'	1'1'	2'2'
• 80 • 100	10'	14'	19'	24'	29'	39'	49'	1'37'
• 100 • 125	8'	12'	15'	19'	23'	31'	39'	1'18'
Св. 125 до 150	6'	10'	13'	16'	19'	26'	33'	1'5'
• 150 • 175	6'	8'	11'	14'	17'	22'	28'	56'
• 175 • 250	4'	6'	8'	10'	12'	15'	20'	39'
Св. 250 до 350	3'	4'	6'	7'	8'	11'	14'	29'
• 350 • 500	2'	3'	4'	5'	6'	7'	10'	20'

99. Однорядное болтовое соединение с осевой или торцевой базой с любым числом отверстий



Радиус R мм	Зазор S в мм							
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	2
	Допускаемые отклонения радиуса ΔR в мм							
	0,07	0,1	0,14	0,18	0,21	0,28	0,35	0,71
Допускаемые отклонения Δα в минутах								
Св. 1 до 4	—							
• 4 • 6	40							
• 6 • 8	30							
Св. 8 до 10	24	34	48					
• 10 • 12	20	29	40					
• 12 • 15	16	23	32					
Св. 15 до 18	13	19	27	34				
• 18 • 22	11	16	22	28				
• 22 • 26	9	13	19	24				
Св. 26 до 30	8	11	16	21	24	32		
• 30 • 35	7	10	14	18	21	28		
• 35 • 40	6	9	12	15	18	24		
Св. 40 до 45	5	8	11	14	16	21	27	54
• 45 • 50	5	7	10	12	14	19	24	49
• 50 • 65	4	5	7	10	11	15	19	38
Св. 65 до 80	3	4	6	8	9	12	15	31
• 80 • 100	2	3	5	6	7	10	12	24
• 100 • 125	2	3	4	5	6	8	10	20
Св. 125 до 150	1	2	3	4	5	6	8	16
• 150 • 175	1	2	3	4	4	6	7	14
• 175 • 250	1	1	2	2	3	4	5	10
Св. 250 до 350	1	1	1	2	2	3	3	7
• 350 • 500	—	1	1	1	1	2	2	3

100. Однорядное болтовое соединение с любым числом отверстий, расположенных по цилиндрической поверхности



Допускаемые отклонения в минутах $\Delta\alpha' = \frac{1720(D-d)}{R}$

Радиус R мм	Зазор S в мм							
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	2
Допускаемые отклонения $\Delta\alpha$ в минутах								
Св. 1 до 4 • 4 • 6 • 6 • 8	57							
Св. 8 до 10 • 10 • 12 • 12 • 15	34	52						
Св. 15 до 18 • 18 • 22 • 22 • 26	19	29	38	48				
Св. 26 до 30 • 30 • 35 • 35 • 40	11	17	23	29	34	46	57	
Св. 40 до 45 • 45 • 50 • 50 • 65	8	11	15	19	23	31	38	53
Св. 65 до 80 • 80 • 100 • 100 • 125	4	6	9	11	13	17	22	43
Св. 125 до 150 • 150 • 175 • 175 • 250	2	3	5	6	7	9	11	23
Св. 250 до 350 • 350 • 500	1	1	2	3	3	4	5	10

101. Двухрядное и многорядное болтовое соединения с любым числом отверстий, расположенных по цилиндрической поверхности

Допускаемые линейные отклонения Δl :

а) для двухрядного соединения

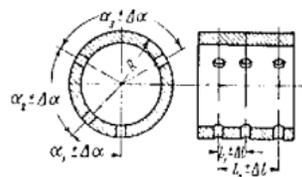
$$\Delta l_{\text{двухр}} = \frac{D-d}{1,2}$$

б) для многорядного соединения

$$\Delta l_{\text{многор}} = \frac{D-d}{2\sqrt{2}}$$

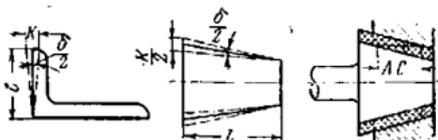
Допускаемые отклонения

$$\Delta\alpha' = \frac{1215(D-d)}{R}$$



Зазор S	мм							
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	2
Δl для двухрядного соединения	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,56	0,7	1,4
Δl для многорядного соединения	0,07	0,1	0,14	0,18	0,21	0,28	0,35	0,71
Радиус R								
Допускаемые отклонения $\Delta\alpha$ в минутах								
Св. 1 до 4 • 4 • 6 • 6 • 8								
Св. 8 до 10 • 10 • 12 • 12 • 15	24							
Св. 15 до 18 • 18 • 22 • 22 • 26	14	30						
Св. 26 до 30 • 30 • 35 • 35 • 40	8	12	16					
Св. 40 до 45 • 45 • 50 • 50 • 65	5	8	11	14	16	22	27	54
Св. 65 до 80 • 80 • 100 • 100 • 125	3	5	6	8	9	12	15	30
Св. 125 до 150 • 150 • 175 • 175 • 250	2	3	4	5	6	8	10	19
Св. 250 до 350 • 350 • 500	1	1	1	1	2	2	3	7

Допуски на угловые размеры



В соответствии с ГОСТ 8908—58 устанавливаются величины допусков на угловые размеры деталей, шаблонов и контршаблонов, на угловые размеры наружных и внутренних конусов гладких конических деталей (и на калибры для их контроля), если таковые не регламентированы специальными стандартами.

Допуски на углы определены в зависимости от среднего значения длины l меньшей из сторон, образующих угол.

Установлены следующие соотношения между величинами допусков на деталь K и на измерители ΔK .

Допуск на угол шаблона или калибра (исключая углы конических очертаний) $\Delta K \approx 0,1K$

Допуск на угол контршаблонов или контркалибров (исключая углы конических очертаний) $\Delta K = 0,05K$

Поля допусков на измерители располагаются: для конусов — симметрично к номинальному размеру угла конической детали, для прочих углов — симметрично к предельным размерам проверяемого угла.

Примечания. 1. Поля допусков на размеры углов, как правило, рекомендуется располагать симметрично по отношению к номинальному размеру угла, что увеличивает вероятность получения сопряженных деталей с разностью углов уклона, близкой к нулю.

2. Для конических сопряжений, к которым предъявляются требования минимального изменения базовой длины, допускается применять одностороннее (плюсовое) расположение полей допусков.

3. Для конических сопряжений, предназначенных для передачи крутящих моментов (конические хвостовики инструментов), допуски на диаметры и углы конуса рекомендуется назначать независимо друг от друга, что дает возможность применять более грубые допуски на диаметральные размеры при жестких угловых допусках, требующихся по условиям работы этих сопряжений.

102. Рекомендации по применению допусков на угловые размеры

Класс точности	Примеры применения	Методы получения точности
1—3	Калибры для инструментальных конусов повышенной и нормальной точности, меры угловые (плитки) 1 и 2-го классов, калибры конусные для штифтов и отверстий, угольники инструментальные 1-го класса, детали, изготовленные по соответствующим стандартам на нормы точности станков: винны, шлифованные на круглошлифовальных и бесцентрово-шлифовальных станках, отверстия, расточенные на алмазно-расточных станках, валики после чистовой обточки на токарно-прецизионных станках	Точное шлифование и разнорядное, точное (алмазное) точение
4—6	Штифты конусные (1:50) высокой и повышенной точности, фрикционные детали высокой точности (конусы, втулки, концы осей), конусы инструментальные Морзе и метрические, углы фланкирования червячных фрез, угольники инструментальные 2 и 3-го классов	Шлифование, разнорядное и точение высокой точности
7—8	Фрикционные детали с последующей подгонкой, колеса зубчатые конические, центрирующие концы осей, штифты конические (1:50) нормальной точности, передние углы чистовых долбяков, направляющие планки кадеток	Точение на токарных и револьверных станках обычной точности, фрезерование высокой точности с применением ленточных механизмов, шлифование с установкой на столе и приспособления
9—10	Звездочки фиксаторов, втулки стопорные к долбякам, передние углы обратных долбяков и модульных фрез, неположительные углы в плане у резцов, крайовые и фрикционные остановы, пресованные детали и т. п.	Получистовое точение, чистовое фрезерование по разметке, строгание в приспособлении, гибка в гибочных штампах высокой точности

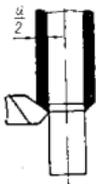
103. Допуски на угловые размеры по ГОСТ 8908-58

Интервалы для меньшей стороны угла мм	Отклонения	Степень точности									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Предельные отклонения углов ± (значения K/2 в микронах)									
До 3	h/2	40*	1'	1'30*	2'30*	4'	6'	10'	25'	1'	2'30'
	K/2	0,6	0,9	1,4	2,3	3,6	5,4	9	22,5	54	135
Св. 3 до 5	h/2	30*	50*	1'15*	2'	3'	5'	8'	20'	50'	2'
	K/2	0,4 0,8	0,7 1,3	1,1 1,9	1,8 3	2,7 4,5	4,5 7,5	7,2 12	18 30	45 75	108 180
. 5 . 8	h/2	25*	40*	1'	1'30*	2'30*	4'	6'	15'	40'	1'30'
	K/2	0,6 1	1 1,6	1,5 2,4	2,3 3,6	3,8 6	6 9,6	9 14,4	22,5 36	60 96	135 216
. 8 . 12	h/2	20*	30*	50*	1'15*	2'	3'	5'	12'	30'	1'15'
	K/2	0,8 1,2	1,2 1,8	2 3	3 4,5	4,8 7,2	7,2 10,8	12 18	28,8 48,2	72 108	180 270
. 12 . 20	h/2	15*	25*	40*	1'	1'30*	2'30*	4'	10'	25'	1'
	K/2	0,9 1,5	1,5 2,5	2,4 4	3,6 6	5,5 9	9 15	14,5 24	36 60	90 150	216 360

. 20 . 32	h/2	12*	20*	30*	50*	1'15*	2'	3'	8'	20'	50'
	K/2	1,2 1,9	2 3,2	3 4,8	5 8	7,5 12	12 19	18 29	48 77	120 192	300 480
. 32 . 50	h/2	10*	15*	25*	40*	1'	1'30*	2'30*	6'	15'	40'
	K/2	1,6 2,5	2,4 3,8	4 6	6,5 10	9,5 15	14,5 22,5	24 37,5	57,5 90	144 225	384 600
. 50 . 80	h/2	8*	12*	20*	30*	50*	1'15*	2'	5'	12'	30'
	K/2	2 3,2	3 4,8	5 8	7,5 12	12,5 20	19 30	30 48	75 120	180 288	450 720
. 80 . 120	h/2	6*	10*	15*	25*	40*	1'	1'30*	4'	10'	25'
	K/2	2,4 3,6	4 6	6 9	10 15	16 24	24 36	36 54	96 144	240 360	600 900
. 120 . 200	h/2	5*	8*	12*	20*	30*	50*	1'15*	3'	8'	20'
	K/2	3 5	4,8 8	7 12	12 20	18 30	30 50	45 75	108 180	288 480	720 1260
. 200 . 320	h/2	4*	6*	10*	15*	25*	40*	1'	2'30*	6'	15'
	K/2	4 6,3	6 9,5	10 16	15 24	25 40	40 64	60 96	150 240	360 576	900 1440
. 320 . 500	h/2	3*	5*	8*	12*	20*	30*	50*	2'	5'	12'
	K/2	4,8 7,5	8 12,5	13 20	19 30	32 60	48 75	80 125	192 300	480 750	1260 1800

VII. МЕЖОПЕРАЦИОННЫЕ ПРИПУСКИ И ДОПУСКИ

(по отраслевым нормам 0300-02)
101. Наружное обтачивание деталей



мм

Диаметр	Припуск а на диаметр				Всe длины
	Число оборотов обтачивающей термической обработки на талках и обрабатываемых	термически не обработанных	термически обработанных	термически обработанных	
От 3 до 6	1,5	0,7	—	0,8	—
Св. 6 - 10	1,5	0,8	1,0	1,0	0,30
10 - 13	1,7	1,0	1,3	1,3	-0,36
13 - 18	2,0	1,3	1,3	1,5	-0,43
18 - 30	2,0	1,3	1,3	1,5	-0,24
30 - 50	2,2	1,4	1,3	1,5	-0,32
50 - 80	2,3	1,5	1,5	1,9	-0,34
80 - 120	2,5	1,5	1,8	1,8	-0,74
120 - 180	2,5	1,8	2,0	2,0	-0,87
180 - 250	2,8	1,8	2,0	2,3	-1,00
250 - 350	2,8	2,0	2,3	2,3	-1,15
350 - 500	3,0	2,0	2,3	2,3	-0,68

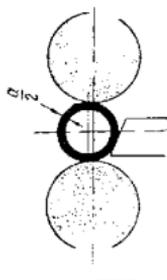
Примечание. При обработке деталей с углами притупления указывается в зависимости от общей длины детали и наибольшего диаметра.



105. Шлифование валов на бесцентровых станках

мм

	Припуск а на диаметр								Допуск на диаметр		
	1-й вариант		2-й вариант		3-й вариант		4-й вариант		Число шлифовальных операций	Число шлифовальных операций	
	термически не обработанных	термически обработанных	термически не обработанных	термически обработанных	После термообработки	шляфованное	шляфованное после термообработки	шляфованное после шлифования и термической обработки			
От 3 до 6	0,3	0,5	0,3	0,5	0,2	0,15	0,05	0,1	0,2	-0,08	-0,025
Св. 6 - 10	0,3	0,6	0,3	0,7	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	-0,10	-0,030
10 - 18	0,5	0,8	0,6	1,0	0,3	0,3	0,1	0,2	0,3	-0,12	-0,035
18 - 30	0,6	1,0	0,8	1,3	0,3	0,2	0,1	0,3	0,4	-0,14	-0,045
30 - 50	0,7	1	1,3	1	0,4	0,3	0,1	0,3	0,4	-0,17	-0,050
50 - 80	—	—	—	—	0,4	0,3	0,1	0,3	0,5	-0,20	-0,060

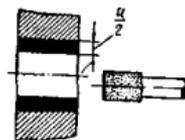


106. Наружное шлифование деталей после чистового обтачивания



М.И.

107. Шлифование отверстий после чистового растачивания

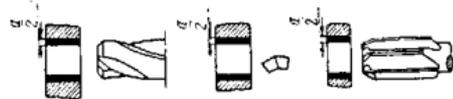


М.И.

Диаметр	Прпуск a на диаметр						Допуск на диаметр	
	1-й вариант		2-й вариант		3-й вариант		Чистовое шлифование под оконч. шлифование 1-го варианта и черновое шлифование 3-го варианта (4-й к.л. точн.)	Черновое шлифование 2-го варианта (3-й к.л. точн.)
	Окончательное термически не обработанных и обработанных	После термообработки	Черновое	чистовое	Черновое до термообработки	Чистовое после термообработки		
От 3 до 6	0,2	0,15	0,05	—	—	—	-0,18	-0,025
Св. 6 . 10	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	—	-0,10	-0,030
• 10 . 18	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	—	-0,12	-0,035
• 18 . 30	0,3	0,2	0,1	0,3	0,4	—	-0,14	-0,045
• 30 . 50	0,4	0,3	0,1	0,3	0,4	—	-0,17	-0,05
• 50 . 80	0,5	0,3	0,2	0,3	0,5	—	-0,20	-0,06
• 80 . 120	0,5	0,3	0,2	0,3	0,5	—	-0,23	-0,07
• 120 . 180	0,8	0,5	0,3	0,5	0,8	—	-0,26	-0,08
• 180 . 260	0,8	0,5	0,3	0,5	0,8	—	-0,30	-0,09
• 260 . 360	0,8	0,5	0,3	0,5	0,8	—	-0,34	-0,10

Диаметр	Прпуск a на диаметр						Допуск на диаметр	
	1-й вариант		2-й вариант		3-й вариант		Чистовое растачивание под оконч. шлифование 1-го варианта и черновое шлифование 3-го варианта (3-й к.л. точн.)	Черновое шлифование 2-го варианта (3-й к.л. точн.)
	Окончательное термически обработанных и не обработанных	После термообработки	Черновое	чистовое	Черновое до термообработки	Чистовое после термообработки		
От 6 до 10	0,2	—	—	—	—	—	—	—
Св. 10 . 18	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	—	+0,070	+0,035
• 18 . 30	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	—	+0,084	+0,045
• 30 . 50	0,3	0,2	0,1	0,3	0,4	—	+0,100	+0,05
• 50 . 80	0,4	0,3	0,1	0,3	0,4	—	+0,120	+0,06
• 80 . 120	0,5	0,3	0,2	0,3	0,5	—	+0,140	+0,07
• 120 . 180	0,5	0,3	0,2	0,5	0,5	—	+0,160	+0,08

108. Обработка отверстий

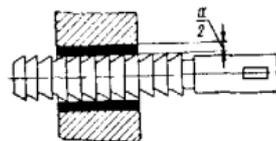
Припуск a на диаметр
мм

Диаметр	После сверления				После зенкерования или растачивания		
	зенкеро- ванье	расточ- ванье	чистовое расточ- ванье	разверт- ванье	растверт- ванье	черновое разверт- ванье	Чистовое раз- вертывание после чернового
От 3 до 6	—	—	—	0,15	—	0,15	0,05
Св. 6 „ 10	—	—	—	0,2	—	0,2	0,1
„ 10 „ 18	0,8	0,8	0,5	0,3	—	0,2	0,1
„ 18 „ 30	1,2	1,2	0,8	0,3	—	0,2	0,1
„ 30 „ 50	1,5	1,5	1,0	—	—	—	—
„ 50 „ 80	—	2,0	1,0	—	—	—	—
„ 80 „ 120	—	2,0	1,3	—	—	—	—
„ 120 „ 180	—	2,0	1,5	—	—	—	—

Допуски на диаметр
мм

Диаметр	Сверление (5-й класс)	Сверление по кодак- тору (4-й класс)	Зенкero- ванье (4-й класс)	Черновое расточ- ванье (4-й класс)	Чистовое расточ- ванье (3а класс)	Черновое разверт- ванье (3-й класс)
	От 3 до 6	+0,16	+0,08	—	—	—
Св. 6 „ 10	+0,20	+0,10	—	+0,10	—	+0,030
„ 10 „ 18	+0,24	+0,12	+0,12	+0,12	+0,070	+0,035
„ 18 „ 30	+0,28	+0,14	+0,14	+0,14	+0,064	+0,045
„ 30 „ 50	+0,34	+0,17	+0,17	+0,17	+0,10	+0,05
„ 50 „ 80	+0,40	—	—	+0,20	+0,12	—
„ 80 „ 120	—	—	—	+0,23	+0,14	—
„ 120 „ 180	—	—	—	+0,26	+0,16	—

109. Протягивание отверстий

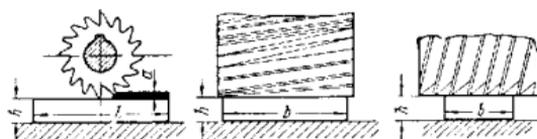
Для отверстий, подготовленных по 2—4-му классам точности
мм

Диаметр	Длина протягивания			Допуск предыду- щей операции (4-й кл. точн.)
	16—25	25—45	45—120	
Припуск a на диаметр				
От 10 до 18	0,5	0,5	—	+0,12
Св. 18 „ 30	0,5	0,5	0,5	+0,14
„ 30 „ 38	0,5	0,7	0,7	+0,17
„ 38 „ 50	0,7	0,7	1,0	+0,17
„ 50 „ 60	—	1,0	1,0	+0,20

Для отверстий, подготовленных по 5-му классу точности
мм

Диаметр	Длина протягивания			Допуск предыду- щей операции (5-й кл. точн.)
	16—25	25—45	45—120	
Припуск a на диаметр				
От 10 до 18	0,7	0,7	—	+0,24
Св. 18 „ 30	0,7	0,7	0,8	+0,28
„ 30 „ 38	0,8	1,0	1,0	+0,34
„ 38 „ 50	1,0	1,0	1,2	+0,34
„ 50 „ 60	—	1,2	1,2	+0,40

110. Фрезерование плоскостей

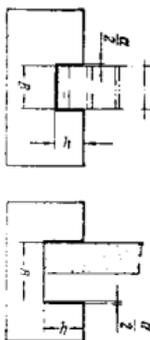


Припуски
мм

Толщина <i>h</i>		Черновое фрезерование после грубого						Чистовое фрезерование после чернового					
		ширина <i>b</i> до 200			ширина <i>b</i> св. 200 до 400			ширина <i>b</i> до 200			ширина <i>b</i> св. 200 до 400		
Припуск <i>a</i> на толщину <i>h</i> при длине <i>l</i>													
свыше	до	до 100	св. 100 до 250	св. 250 до 400	до 100	св. 100 до 250	св. 250 до 400	до 100	св. 100 до 250	св. 250 до 400	до 100	св. 100 до 250	св. 250 до 400
30	50	1,0	1,5	1,7	1,5	1,5	2,0	1,0	1,0	1,2	1,0	1,2	1,2
50	—	1,5	1,7	2,0	1,7	2,0	2,5	1,0	1,3	1,5	1,3	1,5	1,5

Примечание. Припуски под фрезерование материала толщиной менее 6 мм не охватываются.

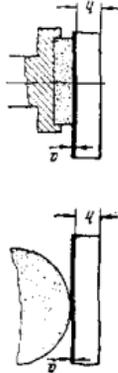
Размер паза		Припуск <i>a</i> на ширину <i>B</i>		Допуск на ширину <i>B</i>		
глубина <i>h</i>	ширина <i>B</i>	чистовое фрезерование после черновото	широкая-ните термически обработанных и не обработанных после чистового фрезерования	чистовое фрезерование (3-й кл. точн.)	чистовое фрезерование (4-й кл. точн.)	
						до 80	до 60
Св. 3 до 6	3	1,5	0,5	+0,30	+0,08	
	6	2,0	0,7	+0,20	+0,10	
	10	3,0	1,0	+0,24	+0,12	
	18	3,0	1,0	+0,28	+0,14	
	30	3,0	1,0	+0,34	+0,17	
	30	3,0	1,0	+0,40	+0,20	
	50	4,0	1,0	+0,46	+0,23	
	80	4,0	1,0	+0,46	+0,23	
	80	120	4,0	1,0	+0,46	+0,23



111. Обработка пазов

Толщина <i>h</i>	Трубое фрезерование (7-й кл. точн.)	Черновое фрезерование (9-й кл. точн.)	Чистовое фрезерование (4-й кл. точн.)	Черновое шлифованное (3-й кл. точн.)			
					От 3 до 6	Св. 6 до 10	Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180
3 до 6	-0,30	-0,16	-0,08	0,025			
6 до 10	-0,36	-0,20	-0,10	0,030			
10 до 18	-0,42	-0,24	-0,12	0,035			
18 до 30	-0,48	-0,28	-0,14	0,040			
30 до 50	-0,54	-0,34	-0,17	0,045			
50 до 80	-0,60	-0,40	-0,20	0,050			
80 до 120	-0,67	-0,46	-0,23	0,055			
120 до 180	-0,75	-0,53	-0,26	0,060			

Допуски на толщину *h*
мм

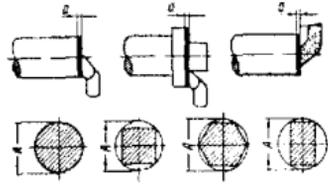
Припуск a на толщину b при длине шлифованной

мм

Толщина b	1-й вариант						2-й вариант					
	Окончательное термическое обработанных и не обработанных						После термообработки					
	ширина до 250		ширина св. 250 до 400		ширина до 400		черновое		чистовое		чистовое	
свыше до 100	до 100	до 250	св. 250 до 400	до 100	до 250	до 400	до 100	до 250	до 400	до 100	до 250	до 400
6	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2
30	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2
50	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2

Примечание. Припуски на шлифованье материала толщиной менее 6 мм не охватываются.

113. Обработка торцов



мм

Длина	Припуск a при величине размера L						Допуск на размер подрезки	
	чистовая подрезка после черновой			шлифованье после чистовой подрезки			черновой (5-й кл. точн.)	чистовой (4-й кл. точн.)
	до 30	св. 30 до 120	св. 120 до 260	до 30	св. 30 до 120	св. 120 до 260		
До 10	0,5	0,6	1,0	0,2	0,2	0,3	-0,20	-0,10
св. 10 до 18	0,5	0,7	1,0	0,2	0,3	0,3	-0,24	-0,12
18 . 30	0,6	1,0	1,2	0,2	0,3	0,3	-0,28	-0,14
30 . 50	0,6	1,0	1,2	0,2	0,3	0,3	-0,34	-0,17
50 . 80	0,7	1,0	1,3	0,3	0,3	0,4	-0,40	-0,20
80 . 120	1,0	1,0	1,3	0,3	0,3	0,5	-0,46	-0,23
120 . 180	1,0	1,3	1,5	0,3	0,4	0,5	-0,53	-0,26
180 . 260	1,0	1,3	1,5	0,3	0,5	0,5	-0,60	-0,30

Примечания. 1. Величина припуска установлена на одну сторону.

2. Припуски и допуски установлены единые как для термически обработанных, так и термически необработанных деталей.

114. Тонкое растачивание

мм

Окончателный диаметр обработки		Припуск на диаметр								Допуск предыдущей операции на диаметр	
		алюминий		баббит		бронза и чугун		сталь			
Свыше	до	предварительный	окончательный	предварительный	окончательный	предварительный	окончательный	предварительный	окончательный	дополнительное к тонкому растачиванию (3-й кл. точн.)	предварительное (3-й кл. точн.)
—	30	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1			+0,084	+0,045
30	50	0,3	0,1	0,4	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	+0,10	+0,05
50	80	0,4	0,1	0,5	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	+0,12	+0,06
80	120	0,4	0,1	0,5	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	+0,14	+0,07
120	180	0,5	0,1	0,6	0,2	0,4	0,1	0,3	0,1	+0,16	+0,08

115. Хонингование

мм

Окончательный диаметр обработки		Припуск на диаметр		Допуск предыдущей операции на диаметр
свыше	до	чугун	сталь	
—	80	0,05	0,02	+0,03
80	180	0,06	0,03	+0,04
180	—	0,07	0,04	+0,05

116. Притирка

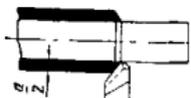
мм

Окончательный диаметр обработки		Припуск на диаметр	Допуск предыдущей операции на диаметр
свыше	до		
—	50	0,010	+0,005
50	80	0,015	+0,005
80	120	0,020	+0,005

Примечание. Припуски на тонкое растачивание, хонингование и притирку назначаются независимо от нормальных технологических размеров.

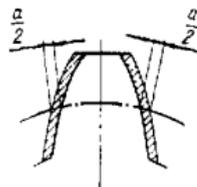
117. Снятие цементованного слоя обтачиванием

мм



Глубина цементованного слоя	Припуск <i>a</i> на диаметр
От 0,4 до 0,6	2
Св. 0,6 . 0,8	2,5
• 0,8 . 1,1	3,0
• 1,1 . 1,4	4,0
• 1,4 . 1,8	5,0

118. Обработка зубьев цилиндрических колес



мм

Модуль	Припуск <i>a</i> на толщину зуба							
	под чистовое нарезание после чернового		под шлифование		под чистовое долбление		под шлифование	
	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.
До 2	—	—	0,2	0,3	—	—	0,03	0,05
Св. 2 до 3	0,4	0,5	0,25	0,35	0,4	0,5	0,05	0,08
• 3 . 5	0,5	0,6	0,3	0,4	0,5	0,6	0,08	0,12
• 5 . 7	0,6	0,7	0,3	0,4	0,5	0,7	0,10	0,20
• 7 . 10	0,7	0,8	0,4	0,4	0,7	0,8	0,15	0,25

VIII. ДОПУСКИ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ШАБЛОНОВ И ОСНАСТКИ ПРИ ПЛАЗОВО-ШАБЛОННОМ МЕТОДЕ ПРОИЗВОДСТВА

119. Номенклатура шаблонов
(из отраслевой нормы АН-1067)

Наименование шаблона	Условное обозначение шаблона
Шаблон контрольно-контурный	ШКК
Отпечаток контрольный	ОК
Шаблон контура	ШК
Шаблон внутреннего контура	ШВК
Шаблон развертки детали	ШРД
Шаблон заготовки	ШЗ
Шаблон фрезерования	ШФ
Шаблон контура сечения	ШКС
Шаблон гибки	ШГ
Шаблон обрезки и кондуктор для сверления	ШОК
Шаблон приспособления	ШП
Шаблоны разные	ШР

Допуски на изготовление шаблонов разделены на две группы в зависимости от скорости полета самолета. К 1-й группе относятся допуски на изготовление шаблонов деталей самолетов, скорость полета которых превышает 900 км/час, ко 2-й группе — деталей самолетов, скорость полета которых меньше 900 км/час.

120. Допуски на опи́ливание шаблонов по контуру

мм

Отклонение контура шаблона	Наименование агрегата							
	1-я группа				2-я группа			
	Крыло и оперение		Фюзеляж и gondola двигателя		Крыло и оперение		Фюзеляж и gondola двигателя	
	детали наружного обвода	детали внутреннего обвода	детали наружного обвода	детали внутреннего обвода	детали наружного обвода	детали внутреннего обвода	детали наружного обвода	детали внутреннего обвода
ШКК от плаза или теоретического чертежа	0 -0,1	0 -0,2	0 -0,2	0 -0,2	0 -0,2	0 -0,3	0 -0,3	0 -0,3
ОК от конструктивного плаза	±0,10	±0,20	±0,20	±0,30	±0,20	±0,30	±0,30	±0,30
ШК от ШКК	0 -0,15	0 -0,20	0 -0,20	0 -0,20	0 -0,25	0 -0,30	0 -0,30	0 -0,30
ШК от ОК	0 -0,15	0 -0,20	0 -0,20	0 -0,20	0 -0,25	0 -0,30	0 -0,30	0 -0,30
ШВК от ШК (для открытой малки)	0 +0,15	0 +0,25	0 +0,20	0 +0,30	0 +0,20	0 +0,30	0 +0,25	0 +0,35

ШВК от ШК (для закрытой малки)	0 -0,15	0 -0,25	0 -0,20	0 -0,30	0 -0,20	0 -0,30	0 -0,25	0 -0,35
ШРД от ШК	+0,30	+0,40	+0,30	+0,40	+0,40	+0,30	+0,40	+0,50
ШЗ от ШРД или эталонной детали	+0,30	+0,30	+0,30	+0,30	+0,60	+0,60	+0,60	+0,60
ШФ от ШРД	-0,50	-0,50	-0,50	-0,50	-0,60	-0,60	-0,60	-0,60
ШКС от плаза, чертежа или ШКК	0 -0,20	0 -0,25	0 -0,20	0 -0,30	0 -0,20	0 -0,40	0 -0,35	0 -0,40
Контршаблон от шаблона ШКС	0 +0,20	0 +0,30	0 +0,30	0 +0,40	0 +0,20	0 +0,40	0 +0,45	0 +0,45
ШГ от ШК	0 +0,20	0 +0,30	0 +0,30	0 +0,40	0 +0,30	0 +0,40	0 +0,40	0 +0,45
ШОК от ШК	0 -0,20	0 +0,30	0 +0,30	0 +0,30	0 +0,30	0 +0,40	0 -0,40	0 +0,30
ШП от ШКК или теоретического чертежа	0 +0,30	0 +0,20	0 -0,15	0 +0,30	0 +0,50	0 +0,30	0 +0,25	0 +0,35
ШР от чертежа	0 -0,15	0 -0,20	0 -0,20	0 +0,25	0 ±0,20	0 ±0,25	0 ±0,25	0 ±0,30

Примечание. Контроль контура шаблона по плазу производить от наружной кромки плазовой линии до кромки шаблона.

Наименование оснастки	Элементы, подлежащие контролю	Допуски	Методы и средства измерений
Теоретические плазы	Расстояние между параллельными линиями сетки	$\pm 0,05 \pm 0,1$	Метр штанговой 1-го разряда
	Стыковка линий координатной сетки плазы	$\pm 0,05 \pm 0,1$	Микроскоп с окулярной шкалой 24-кратного увеличения
	Отклонение от параллельности линий сетки	$\pm 0,05 \pm 0,1$	Стальная струна, микроскоп с окулярной шкалой 24-кратного увеличения То же
	Отклонение от параллельности координатных и конструктивных осей	$\pm 0,1$	То же
	Нанесение координатных точек при построении контурных сочленя	$\pm 0,1$	Метр штанговой 1-го разряда, микроскоп с окулярной шкалой 24-кратного увеличения
	Расположение координатных и конструктивных осей	$\pm 0,1 \pm 0,15$	То же
Плазы	Смещение осей базовых отверстий от координатных осей	$\pm 0,05 \pm 0,15$	•
	Ширина линий координатной сетки	$0,05 \pm 0,1$	Микроскоп с окулярной шкалой 24-кратного увеличения
	Ширина линий плазовых разбоек	$0,1 \pm 0,2$	То же

Конструктивные плазы	Диаметры базовых и вспомогательных отверстий	ОСТ 10/2	Главные калибры-пробки 2-го класса точности
	Расположение отверстий	Свободная фиксация папел на плазме плазодукторе	Плазодуктор, плазодукторные линейки, цилиндрические фиксаторы 2-го класса точности
Конструктивные плазы	Параллельность осей отверстий кондукторных втулок к плоскости папелы	± 15	Цилиндрические фиксаторы 2-го класса точности, угломер
	Правильность переноса контурных и осевых линий на копию из втулки плазы	$\pm 0,1 \pm 0,15$	Визуально, путем совмещения линий плазы с соответствующими линиями копии из втулки Микроскоп с окулярной шкалой 24-кратного увеличения
	Расстояние между аксиальными линиями ШК и теоретическими контурами	$\pm 0,1$	Метр штанговой 1-го разряда
Конструктивные плазы	Правильность вычерчивания контурных линий деталей, не связанных с теоретическим объемом	$\pm 0,2$	То же
	Расположение монтажных отверстий относительно координатных и конструктивных осей	$\pm 0,1$	•
Конструктивные плазы	Расположение сборочных, шпindelных и инструментальных отверстий	$0,2$	Метр штанговой 1-го разряда, струна

Наименование оснастки	Элементы, подлежащие контролю	Допуски	Методы и средства измере- ний
Конструктив- ные плазы	Ширина линий теоретических об- водов	0,1—0,15	Микроскоп с окулярной шкалой 24-кратного увеличе- ния
	Ширина линий, не связанных с теоретическим обводом	0,2—0,3	То же
Шаблоны	Диаметры базовых и монтажных отверстий	ОСТ 1012	Гладкие калибры-пробки 2-го класса точности
	Расположение базовых и монтаж- ных отверстий	Свободная фиксация шаблона на плаз- кондукторе	Плаз-кондуктор, цилинд- рические фиксаторы 2-го класса точности
	Перпендикулярность осей отвер- стий кондукторных ступок к пло- скости шаблона	±15'	Цилиндрические фикса- торы 2-го класса точности, уг- ломер
	Диаметры отверстий	По ОСТ 1013	Гладкий калибр-пробка 2-го класса точности
	Расположение отверстий	Свободная фиксация шаблона на плаз- кондукторе	Плаз-кондуктор, цилинд- рические фиксаторы 2-го класса точности
Размеры ординат	— 0,1	Метр штриховый 1-го раз- ряда	

Ширина линий контура	0,1—0,15	Микроскоп с окулярной шкалой 24-кратного увеличе- ния
Разметка координатных осей	±0,1—±0,15	Метр штриховой 1-го раз- ряда
Разметка конструктивных осей	±0,2	То же
Правильность разметки конструк- ции	±0,15	Метр штриховой 1-го раз- ряда, универсальные средст- ва измерений
Отклонение контура шаблона ШКК от плаза	По 30650-12 (АН-1667)	Теоретический плаз Метр штриховой 1-го раз- ряда
Отклонение контура шаблона ОК от конструктивного плаза	— 0,15	Микроскоп с окулярной шкалой 24-кратного увеличе- ния
Отклонение контура шаблона ШК ШПК ШР ШКС ШОК плоский	По 30650-12 (АН-1667)	Методом накладывания конструктивного плаза на отпечаток микроскоп с оку- лярной шкалой 24-кратного увеличения, метр штриховой 1-го разряда
Отклонение контура шаблона ШМФ от ШКК	По 30650-12 (АН-1667)	Отсчетчик ОК или ШКК, специальный индикаторный прибор, метр штриховой 1-го разряда, цилиндриче- ские фиксаторы 2-го класса точности
		Шаблон ШКК, специа- льный индикаторный прибор, цилиндрические фиксаторы 2-го класса точности

Наименование области	Элементы, подлежащие контролю	Допуски	Методы и средства измере- ний
Шаблоны	Отклонение контура контрошابلон на КШКС от плаза Отклонение контура каркаса из шаблонов КРС от ШКК Прямолнейность базовой трубы КРС Плавность по сечениям ШКС	По 50650-12 (АН-1667) По 50650-12 (АН-1667) $\pm 0,1$ $\pm 0,05$ — $10,1$	Теоретический плаз или шаблон ШКК, шуп, микро- скоп с окулярной шкалой 24-кратного увеличения Шаблон ШКК, индикат- торный прибор Плита, шуп Металлическая линейка, рейка, микроскоп с окуляр- ной шкалой 24-кратного уве- личения Штангенциркуль На приделание ШОК по большому методом простуки- вания, шуп Визуально, путем сравне- ния эталонной детали или болванки с чертежом дета- ли или узла
Формблочки	Отклонение контура формблочки от ШВК	$\pm 0,1$ — $\pm 0,2$	ШВК, угломер

	Угломер	$\pm 30'$	
	Штангенциркуль	0,5	
	Радиусомер, шуп	Зазор 0,5	
Болванки	Отклонение контура сечения бол- ванки от контура шаблона	Зазор 0,2	Шаблоны ШКС, КРС, шуп, чертёж
	Плавность по длине	Зазор 0,2	Линейка, шуп, шаблон
	Правильность нанесения осей	0,1—0,2	Линейка, штангенрейсмас и другие универсальные средства измерений
	Разметка конструктивных разби- вок на поверхности болванки Ширина линий разбивок	0,2 0,2	Чертёж, универсальные средства измерений Микроскоп с окулярной шкалой 24-кратного увели- чения
Макеты поверхности	Отклонение контура сечения ма- кета от контура шаблона	Зазор 0,2	Шаблоны ШКС, КРС, шуп, чертёж
	Плавность по длине	Зазор 0,2	Линейка, шуп, шаблон
	Правильность нанесения осей	0,2	Универсальные средства измерений Чертёж, универсальные средства измерений Микроскоп с окулярной шкалой 24-кратного увели- чения

Наименование основы	Элементы, подлежащие контролю	Допуски	Методы и средства измерений
Контршаблеты поверхности (прорезные плашки)	<p>Плавность уставоченных шаблонов</p> <p>Отклонение поверхности контршаблета от шаблона</p> <p>Плавность поверхности контршаблета по длине</p> <p>Ширина линий разбивок на поверхности контршаблета</p>	<p>Зазор 0,2</p> <p>Зазор 0,2</p> <p>Зазор 0,2</p> <p>0,2</p>	<p>Продольные контршаблоны, щуп</p> <p>Контршаблоны ШКС, щуп</p> <p>Продольные контршаблоны, щуп</p> <p>Микроскоп с окулярной шкалой 24-кратного увеличения</p>
Монтажные эталоны	<p>Правильность обводов монтажных шаблонов</p> <p>Монтаж стыковых узлов: а) диаметры монтажных и базовых отверстий</p> <p>б) расположение монтажных и базовых отверстий</p> <p>Расположение конструктивных и координатных осей</p>	<p>-0,1—+0,15</p> <p>По ГОСТ 1012</p> <p>Свободная фиксация стыкового узла с контрэталонном или калибром развѐма</p> <p>+0,1—+0,15</p>	<p>Контрэталоны (методом слежка) или шаблоны</p> <p>Гладкие калибры-пробки 2-го класса точности</p> <p>Контрэталоны или калибры развѐма, цилиндрические фиксаторы 2-го класса точности</p> <p>Чертеж, шаблоны, универсальные средства измерений</p>
	<p>Разметка конструктивных разбивок</p> <p>Ширина рисок</p> <p>Сосредоточенность отверстий реперных разбавок монтажного эталона и контрэталоны</p>	<p>0,2</p> <p>0,2</p> <p>Свободная фиксация отверстий</p>	<p>То же</p> <p>Микроскоп с окулярной шкалой 24-кратного увеличения</p> <p>Контрэталоны, цилиндрические фиксаторы 2-го класса точности</p>
Контршаблеты	<p>Правильность изготовления кареток</p> <p>Правильность установки плит: а) плоскостность плит</p> <p>б) горизонтальность плит</p> <p>Расположение конструктивных и координатных осей</p> <p>Разметка конструктивных разбивок</p> <p>Ширина рисок</p> <p>Правильность установки реперов: а) прилежание плоскостей эталона к контрэталоны</p>	<p>—</p> <p>0,05 на длине 1000 мкм</p> <p>±0,1</p> <p>±0,1—±0,15</p> <p>0,1—0,15</p> <p>0,2</p> <p>0,05</p>	<p>Оптическая установка</p> <p>Контрольная линейка, щуп</p> <p>Нивелир прецизионный</p> <p>Шаблоны (плазовые), сетка, метод штриховой 1-го разряда, универсальные средства измерений</p> <p>То же</p> <p>Микроскоп с окулярной шкалой 24-кратного увеличения</p> <p>Эталон агрегата, щуп или по размерам чертежа универсальными средствами измерений</p>

Наименование осмаски	Элементы, подлежащие контролю	Допуски	Методы и средства измерения
Контрэталоны	<p>б) соосность отверстий реперных площадок контрэталоны и эталона</p> <p>Правильность установки шаблонов пляздовых:</p> <p>а) по осям червур базовых</p> <p>б) прилегание шаблонов ПП по контурам ободов эталона агрегата</p>	<p>Свободная фиксация отверстий</p> <p>$\pm 0,2$</p> <p>$\pm 0,14 \pm 0,15$</p>	<p>Эталон агрегата, цилиндрические фиксаторы 2-го класса точности или по размерам чертежа универсальными средствами</p> <p>Чертеж, плаз, эталон агрегата, угольник, шуп</p> <p>Чертеж, плаз, эталон агрегата, шуп</p>
Контрольные плязы	<p>Правильность установки бобышек по обводу детали</p> <p>Правильность установки бобышек по углу</p>	<p>Зазор $0,1 - 0,15$</p> <p>$\pm 30'$</p>	<p>Шаблон НК, шуп, линейка</p> <p>Угломер</p>
Свинцово-цинковые штампы	Отклонение поверхности свинцово-цинкового штампа от шаблона, болванки или эталона	Зазор $0,3 - 0,8$	Шаблон, болванка или эталон, шуп или на краску
Сборочные приспособления	<p>Правильность установки плит разъемов:</p> <p>а) прямолинейность рабочей поверхности плиты</p>	$0,05 - 0,1$	То же

б) расположение плиты по вертикали

 $\pm 0,1$

Теодолит, нивелир прецизионный или автоколлиматор

в) расположение плиты по горизонтали

 $\pm 0,1$

Нивелир прецизионный или автоколлиматор

г) соосность отверстий сопрягаемых стыковых узлов сборочных приспособлений с эталоном

Свободная фиксация отверстий

Эталон, цилиндрические фиксаторы 3-го класса точности

Правильность расположения фиксаторов обода:

а) отклонение контура фиксаторов обода от контура шаблона

Зазор $0,08 - 0,1$

Шаблоны, шуп

б) прямолинейность по дистанциям и ко процентная линиям фиксаторов обода

Зазор $0,2$

Нивелир прецизионный, теодолит

Эталон, шуп

Правильность установки реперных площадок:

а) плотность прилегания реперных площадок сборочного приспособления к реперным площадкам эталона

Зазор $0,1 - 0,3$

То же

б) соосность отверстий реперных площадок сборочного приспособления и эталона

Свободная фиксация отверстий

Эталон, цилиндрические фиксаторы 3-го класса точности

Наименование областки	Элементы, подлежащие контролю	Допуски	Методы и средства измерения
Угнетенные звезда	Диаметры монтажных отверстий	По ОСТ 1012	Гладкие калибры-шпильки 2-го класса точности
	Расположение монтажных и крепежных отверстий	Свободная фиксация отверстий	Плоский микрометр, выверочные шпильки 2-го класса точности
	Правильность торцевых поверхностей	0,2	Чертёж, шаблон, универсальное средство измерений
Мастер-шины	Расположение монтажных отверстий	По допускам чертежа	Чертёж, универсальное средство измерения
	Правильность контура	±0,1	Шаблон
	Расположение координатных осей	±0,1	✓
Диагностика	Диаметры базовых отверстий	По ОСТ 1012	Гладкие калибры-шпильки 2-го класса точности
	Параллельность осей отверстий плоскости базовых	По ТУ чертежа	Цилиндрические фланкаторы 2-го класса точности

IX. ЧИСТОТА ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Шероховатость поверхности

(ГОСТ 2789—59)

Шероховатость поверхности определяется как совокупность неровностей с относительно малыми шагами на участке обусловленной базовой длины.

Базой для определения числовых значений шероховатости служит средняя линия измеренного профиля, положение которой определяется из условия равенства суммы площадей выступов, образующихся над ней, сумме площадей впадин, образующихся под ней.

Критериями оценки микрогеометрии поверхности установлены два следующих параметра.

Среднее арифметическое отклонение профиля R_a :

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y| dx \approx \frac{\sum |y_i|}{n}$$

где l — базовая длина; y — координата точки измеренного профиля над средней линией; n — количество точек измеренного профиля.

Высота неровностей R_z — среднее расстояние между находящимися в пределах базовой длины пятью высшими точками выступов и пятью низшими точками впадин, измеренное от линии, параллельной средней линии:

$$R_z = \frac{(h_1 + h_3 + \dots + h_9) - (h_2 + h_4 + \dots + h_{10})}{5}$$

122. Классы чистоты поверхности

Устанавливается 14 классов чистоты поверхности, для которых максимальные числовые значения шероховатости R_a или R_z при базовых длинах l должны соответствовать следующим величинам

Класс чистоты поверхности	Среднее арифметическое отклонение профиля R_a мк	Высота неровностей R_z мк	Базовая длина l мм
1	80	320	8
2	40	160	
3	20	80	
4	10	40	2,5
5	5	20	
6	2,5	10	0,8
7	1,25	6,3	
8	0,63	3,2	
9	0,32	1,6	
10	0,16	0,8	0,25
11	0,08	0,4	
12	0,04	0,2	
13	0,02	0,1	
14	0,01	0,05	0,08

При необходимости измерения шероховатости поверхности на базовой длине, отличающейся от значений, приведенных в таблице, величину ее указывают в технических условиях.

Для классов 6—12 основной является шкала R_a , а для классов 1—5 и 13—14 — шкала R_z .

Для обозначения всех классов чистоты поверхности устанавливают один знак — равносторонний треугольник, рядом с ним указывают номер класса или номер класса и разряд, например

▽7, ▽76.

123. Распределение классов чистоты поверхности по разрядам

Класс чистоты поверхности	Среднее арифметическое отклонение профиля R_a мк			Высота неровностей R_z мк		
	Разряды					
	а	б	и	а	б	и
не более						
6	2,5	2,0	1,6	10	8	—
7	1,25	1,0	0,8	6,3	5,0	4,0
8	0,63	0,5	0,4	3,2	2,5	2,0
9	0,32	0,25	0,20	1,6	1,25	1,0
10	0,16	0,125	0,10	0,8	0,63	0,50
11	0,08	0,063	0,05	0,4	0,32	0,25
12	0,04	0,032	0,025	0,2	0,16	0,125
13	0,02	0,016	0,012	0,1	0,08	0,063
14	0,01	0,008	0,006	0,05	0,04	0,032

При необходимости ограничения максимальной и минимальной величин шероховатости пользуются обозначением

▽9—10 или ▽96—9в.

Шероховатость поверхностей грубее 1-го класса обозначается знаком \checkmark , над которым указывается высота неровностей R_z в микронах, например \checkmark_{500} .

Числовое значение R_z выбирается из ряда R_{10} по ГОСТ 8032—56: 400, 500, 630, 800... Начертания и размеры знака \checkmark — по ГОСТ 2940—52.

3	Поверхности, к которым не предъявляется особых требований в отношении чистоты, например кромки листового материала после обрезки на ножницах или просечки штампов, а также необрабатываемые (черные, но ровные) поверхности отливок, прокаток, штампованных заготовок проката, обозначаются знаком ~
▽ 3	Грубообрабатываемые наружные и внутренние поверхности детали перед последней другой обработкой
▽ 4	Свободные, нерабочие поверхности деталей; расточка отверстий облегчения; фланки, выточки, проточки, поверхности обреза профилей, прутков и труб по торцу; отверстия для неподвижных соединений, выполненные по 4-му классу точности, по свободным размерам Чистота поверхности после сверления в деталях толщиной 2 мм и менее в чертежах не указывается
4 5	Поверхности деталей подвижных соединений, выполняемые по 4-му классу точности и свободным размерам, плоские стыковые поверхности и поверхности таких деталей, как ушки, крестовины, угольники, вильчатые накопечники
▽ 6	Отверстия для неподвижных соединений; цилиндрические поверхности подвижных и неподвижных соединений, выполняемых по 3-му классу точности; канавки под уплотнители и детали с фасонной расточкой; цекованные и зенкованные рабочие поверхности, а также рабочие поверхности зубьев и зубчатых колес и шлицы, выполняемые фрезерованием; нарезанные прямоугольные и трапециевидные резьбы. Класс чистоты обработки поверхности метрических резьб в чертежах не указывается

7 7 Отверстия для подвижных соединений, выполняемых по 3 и 4-му классам точности, и неподвижных соединений, выполняемых по 2-му классу точности; отверстия по 3-му классу точности, поверхности, чисто обрабатываемые скоростными точением и фрезерованием, и рабочие поверхности зубьев и зубчатых колес, получаемые на зубо-отрабатывающих станках, шлифованные торцовые и торцевые поверхности деталей, а также отверстия в деталях под запрессовку шариков и роликоподшипников. Прочие обработки развертываемых отверстий в деталях толщиной 2 мм и менее в чертежах не указывается

7 8 Отверстия для подвижных соединений, выполняемых по 3-му классу точности, и рабочие поверхности резьбы специального назначения, гаек и болтов 4-го класса точности, а также шаровые шарниры. Аэрирование деталей из цветных металлов

7 9 Рабочие поверхности деталей гидравлической системы, чистота которых должна обеспечивать гидравлическую или пневматическую непроницаемость и практическую стабильность поверхностей скольжения в кинематических механизмах, клапанах и валах для подвижных соединений, выполняемых по 1 и 2-му классам точности. Тонкое взаимное обтачивание деталей из цветных металлов. Поверхности деталей, подверженные последующему декоративному хромированию и полированию

7 10 Рабочие поверхности деталей гидравлической системы, к которым предъявляются особые требования:
а) поверхности скольжения цилиндрических эластичных или для гидравлических и пневматических систем (при работе металла по металлу);
б) плоские поверхности скольжения распределительных устройств, дисковые золотники, распределительные дисковые краны и т. п. для систем гидравлики и пневматики (при давлении воздуха 6 кг/см² и выше);
в) поверхности скольжения, работающие с резиновыми уплотнителями, к которым предъявляются требования высокой износостойкости, как, например, шток гидроагрегатов с количеством рабочих циклов более 1000; шток и уплотнитель деталей, имеющих рабочую скорость выше 3 м/сек; детали с резиновыми уплотнениями, работающие при давлении, равном или большем 100 кг/см², а также детали деталей, подлежащие твердому хромированию

125. Минимальные значения классов чистоты поверхностей для различных классов точности и посадок (из РВМ 336-33)

Классы точности	Условные обозначения посадок	Диаметр в мм											
		до 3	св. 3 до 6	св. 6 до 10	св. 10 до 18	св. 18 до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 180	св. 180 до 260	св. 260 до 360	св. 360 до 500
		Классы чистоты по ГОСТ 2789-59											
2-й	A	▽8	▽8	▽8	▽7	▽7	▽7	▽7	▽6	▽6	▽6	▽6	▽6
	Pr	▽9	▽9	▽9	▽8	▽8	▽7	▽7					
	G												
	T												
	H	▽9	▽9	▽9	▽8	▽8	▽8	▽8	▽7	▽7	▽7	▽6	▽6
	P												
	C	▽9	▽9	▽8	▽8	▽8	▽8	▽8	▽7	▽7	▽7	▽6	▽6
	D												
	X	▽8	▽8	▽8	▽7	▽7	▽7	▽7	▽7	▽6	▽6	▽6	▽6

13 260

3-й	A ₃								▽6	▽6	▽6	▽5	▽5
	Pr ₃	▽7	▽7	▽7	▽7	▽6	▽6	▽6					
	C ₃								▽6	▽5	▽5	▽4	▽4
	X ₃								▽5				
4-й	A ₄			▽6	▽6	▽5	▽5	▽5	▽5	▽4			
	C ₄	▽6	▽6		▽5						▽4	▽4	▽4
	X ₄												
	J ₄			▽5	▽5	▽5	▽5	▽4	▽4	▽4	▽3	▽3	▽3
5-й	A ₅												
	C ₅	▽5	▽5	▽5	▽4	▽4	▽4	▽4	▽3	▽3	▽3	▽3	▽3
	X ₅												

193

X. РЕЗЬБЫ

Ряды применяемых резьб

(из отраслевой нормы МП 1441)

127. Метрические резьбы — основная и мелкие
мм

Диаметр резьбы	Шаги			
	основной резьбы ОСТ НКТП 32; 94; 193	1-й мелкой ОСТ НКТП 271	2-й мелкой ОСТ НКТП 272	3-й мелкой ОСТ НКТП 4120
1	0,25	—	—	—
1,2	0,25	—	—	—
1,4	0,3	—	—	—
1,7	0,35	—	—	—
2	0,4	—	—	—
2,3	0,4	—	—	—
2,6	0,45	—	—	—
3	0,5	—	—	—
(3,5)	0,6	—	—	—
4	0,7	—	—	—
5	0,8	—	—	—
6	1	0,75	—	—
(7)*	—	—	10,5)	—
8	1,25	1	—	—
(9)*	—	—	—	(9,05)
10	1,5	1	—	—
12	1,75	1,25	—	—
14	(2)	1,5	—	—
16	2	1,5	1	—
18	(2,5)	1,5	—	—
20	2,5	1,5	—	—
22	(2,5)	1,5	—	—
24	3	—	1,5	—
27	(3)	—	1,5	—
30	3,5	—	1,5	—
33	(3,5)	—	1,5	—
36	4	3	—	1,5
39	(4)	(3)	—	1,5
42	4,5	3	—	1,5
45	(4,5)	(3)	—	1,5

* Резьбы М7×0,5; М9×0,5 применять только для микрометрических винтов измерительных инструментов.

Продолжение

Диаметр резьбы	Шаги			
	основной резьбы ОСТ НКТП 32; 94; 193	1-й мелкой ОСТ НКТП 271	2-й мелкой ОСТ НКТП 272	3-й мелкой ОСТ НКТП 4120
48	5	3	—	1,5
52	(5)	(3)	—	1,5
56	(5,5)	4	—	2
60	(5,5)	(4)	—	2
64	(6)	4	—	2
68	(6)	(4)	—	2
72	(6)	4	—	2
76	(6)	(4)	—	2
80	(6)	4	—	2
85	—	(4)	—	2
90	(6)	4	—	2
95	—	(4)	—	2
100	—	4	—	2
105	(6)	(4)	—	2
110	—	4	—	2
(115)	—	(4)	—	(2)
120	(6)	4	—	2
(125)	—	(4)	—	(2)
130	—	4	—	2
(135)	(6)	(4)	—	(2)
140	—	4	—	2
(145)	—	(4)	—	(2)
150	(6)	4	—	2
160	6	—	3	—
(170)	(6)	—	(3)	—
180	6	—	3	—
(190)	(6)	—	(3)	—
200	6	—	3	—
(210)	(6)	—	(3)	—
220	6	—	3	—
(230)	(6)	—	(3)	—
240	6	—	3	—
(250)	(6)	—	(3)	—
260	6	—	3	—
(270)	(6)	—	(3)	—
280	6	—	3	—
(290)	(6)	—	(3)	—
300	6	—	3	—
320	6	4	—	—
340	6	4	—	—

Продолжение

Диаметр резьбы	Шаги			
	основной резьбы ОСТ НКТП 32; 94; 193	1-й мелкой ОСТ НКТП 271	2-й мелкой ОСТ НКТП 272	3-й мелкой ОСТ НКТП 4120
360	6	4	—	—
380	6	4	—	—
400	6	4	—	—
420	6	—	—	—
440	6	—	—	—
480	6	—	—	—
480	6	—	—	—
500	6	—	—	—
540	6	—	—	—
560	6	—	—	—
600	6	—	—	—

Основная метрическая резьба выполняется с допусками:

а) по 3-му классу точности — по ОСТ НКТП 1252 и со степенью точности *H* и *h* — по ОСТ НКТП 1253 в крепежных деталях и неотвественных соединениях;

б) по 2-му классу точности — по ОСТ НКТП 1251 и ОСТ НКТП 1254, а для резьб диаметром свыше М68 — по ОСТ НКТП 1253 со степенью точности *F* и *f* для ответственных и плотных резьбовых соединений.

Мелкая метрическая резьба выполняется с допусками:

а) по ОСТ НКТП 1256 со степенью точности *F* и *f* для обычных резьбовых соединений;

б) по ОСТ НКТП 1256 со степенью точности *E* и *e* для ответственных резьбовых соединений.

Размеры, поставленные в скобки, по возможности не применять.

Допускается применение резьб 25×1,5; 35×1,5; 40×1,5; 50×1,5; 55×2; 65×2; 75×2 в соответствии с ГОСТ 8725—58 (втулки крепежные для шарико-роликоподшипников).

128. Трапецедалные резьбы — нормальная и мелкая
мм

Диаметр резьбы	Шаги		Диаметр резьбы	Шаги	
	нормальн. ОСТ 2410	мелкая ОСТ 2411		нормальн. ОСТ 2410	мелкая ОСТ 2411
10	3	2	(75)	(10)	(4)
12	3	2	80	10	4
(14)	(3)	(2)	(85)	(12)	(5)
16	4	2	90	12	5
(18)	(4)	(2)	(95)	(12)	(5)
(19)*	—	(2)	100	12	5
20	4	2	110	12	5
(22)	(5)	(2)	120	16	6
24	5	(2)	(130)	(16)	(6)
26	5	2	140	16	6
(28)	(5)	(2)	(150)	(16)	(6)
30	6	(3)	160	16	8
32	6	3	(170)	(16)	(8)
(35)*	—	(3)	180	20	8
(36)	(6)	(3)	(190)	(20)	(8)
40	6	3	200	20	10
(44)	(8)	(3)	210	24	12
50	8	3	220	24	12
(55)	(8)	(3)	240	24	12
60	8	3	260	24	12
(65)	(10)	(4)	280	24	12
70	10	4	300	24	12

Размеры, поставленные в скобки, по возможности не применять.

Допуски по ОСТ ВКС 7714 с обозначением *a* и *A*.

Допуски для резьб ходовых винтов по ГОСТ 1643—56.

* Резьбы с диаметрами 19 или 35 мм применять только для оправок.

129. Прямоугольная резьба

мм

Диаметр резьбы	Шаг резьбы	мм			
		Диаметр резьбы	Шаг резьбы	Диаметр резьбы	Шаг резьбы
10	3	(44)	(8)	(130)	(16)
12	3	50	8	140	16
(14)	(3)	(55)	(8)	(150)	(16)
16	4	60	8	160	16
(18)	(4)	(65)	(10)	(170)	(16)
20	4	70	10	180	20
(22)	(5)	(75)	(10)	(190)	(20)
24	5	80	10	200	20
28	5	(85)	(12)	220	20
(28)	(5)	90	12	240	24
30	6	(95)	(12)	260	24
32	6	100	12	280	24
(36)	(6)	110	12	300	24
40	6	120	16		

130. Упорные резьбы — нормальная и мелкая

мм

Диаметр резьбы	Шаги		Диаметр резьбы	Шаги	
	нормальн. ОСТ ВКС 7740	мелкая ОСТ ВКС 7741		нормальн. ОСТ ВКС 7740	мелкая ОСТ ВКС 7741
10	—	2	24	5	2
12	—	2	26	5	2
14	—	2	(28)	5	2
16	—	2	30	5	3
18	—	2	32	6	3
20	—	2	(36)	6	3
(22)	5	2	40	6	3

Продолжение

Диаметр резьбы	Шаги		Диаметр резьбы	Шаги	
	нормальн. ОСТ ВКС 7740	мелкая ОСТ ВКС 7741		нормальн. ОСТ ВКС 7740	мелкая ОСТ ВКС 7741
(44)	8	3	(75)	10	4
50	8	3	80	10	4
(55)	8	3	(85)	12	5
60	8	3	90	12	5
(65)	10	4	(95)	12	5
70	10	4	100	12	5

Размеры, поставленные в скобки, по возможности не применять.

131. Трубная цилиндрическая резьба

ГОСТ 6357-52

Диаметр резьбы	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"
-------------------	------	------	------	------	------	----	--------

Продолжение

ГОСТ 6357-52

Диаметр резьбы	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
-------------------	--------	----	--------	----	----	----	----

Допуски на трубную цилиндрическую резьбу по 2-му классу точности ГОСТ 6357-52.

132. Коническая дюймовая резьба с углом профиля 60°

ГОСТ 6.1-52

Диаметр резьбы	1/16"	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
-------------------	-------	------	------	------	------	------	----	--------	--------	----

Допуски на коническую дюймовую резьбу по ГОСТ 6.1-52.

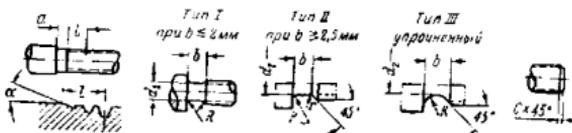
Выход резьбы, сбеги, проточки и фаски
(из отраслевой нормы АН-141 по ГОСТ 8234-56)

133. Резьба метрическая наружная

Сбег наружной
резьбы

Проточки наружной резьбы

Фаска наруж-
ной резьбы



и.и.

s	l		b			d _g	R		r	C		
	при α		Типы I и II		Тип III		Типы I и II			Тип III	при сопряжении с внутренней резьбой с проточкой типов I и II	при сопряжении с внутренней резьбой с проточкой типа III
	25°	45°	для про-точек нормаль-ных	для про-точек узких			Типы I и II	Тип III				
	не более											
0,2	0,5	0,2	—	—	—	—	—	—	0,2	—		
0,25												
0,3												
0,35												

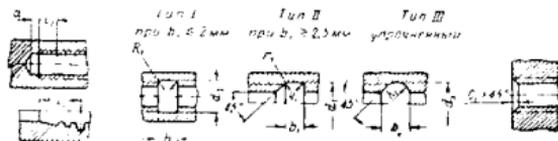
0,4	1	0,3	—	—	—	—	—	—	—	0,3
0,45										
0,5										
0,6										
0,7	1,5	0,4	0,8	—	—	—	—	—	—	0,5
0,75										
0,8	2	0,5	1,5	1	—	—	—	—	—	0,7
1										
1,25	2,5	0,6	2	1,5	2,1	d-1,5	—	1	—	1
1,5										
1,75	3	0,7	3	1,8	2,3	d-1,8	—	—	—	2
2										
2,5	4	1,2	3	2,5	3,7	d-2,2	—	—	—	1,5
3										
3,5	5	1,5	4	3,5	4,5	d-2,5	—	—	—	2,5
4										
4,5	6	2	5	4,5	6,8	d-3,6	—	—	—	4
5										
5,5	7	2,5	6	5,5	7,5	d-4,5	—	—	—	2
6										
6,5	8	3	7	6,5	9,6	d-5,2	—	—	—	5,5
7										
7,5	9	3,5	8	7,5	10,3	d-6	—	—	—	7
8										
8,5	10	4	9	8	12,3	d-6,8	—	—	—	3
9										
9	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10										
10,5	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11										
11,5	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12										
12,5	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13										
13,5	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14										
14,5	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15										
15,5	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16										
16,5	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17										
17,5	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18										
18,5	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19										
19,5	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20										

d — номинальный диаметр резьбы;

s — шаг резьбы;

a — недовод резьбы при нарезании в упор.

134. Резьба метрическая внутренняя

Своб. внутрен-
ней резьбыПроточки внутрен-
ней резьбыФаска внутрен-
ней резьбы

мм

s	d _н по болту	b ₁			d _а	R ₁		α	C ₁	
		Типы I и II		Тип III		Типы I и II	Тип III		при сопря- жении с наружной резьбой с проточкой типов I и II	при сопря- жении с наружной резьбой с проточкой типа III
		для про- точек нормаль- ных	для про- точек узких							
0,2										
0,25		—			—	—			0,2	
0,3										
0,35	1	1*	—		d+0,2	0,3				

0,4		—			—	—			0,3	—
0,45										
0,5		1*	0,5*		d+0,2	0,3				
0,6	1,2	—			—	—			0,5	
0,7	1,4									
0,75	1,5	1,5*	1*		d+0,2	0,5				
0,8	1,6	—			—	—			0,7	
1	2	2	1,5	2,1	d+0,2	0,5	1			1
1,25	2,5	3	1,8	2,3	d+0,2	—			1	1
1,5	3		2,5	3,7	d+0,5	1	2	0,5		2
1,75	3,5	4	2,5	4,5	d+0,5	—			1,5	2,5
2	4	5	3,5	4,8	d+0,4	—			2	4
2,5	5	6	4,5	6,8	d+0,4	1,5	4		2	4
3	6		4,5	7,8	d+0,6	—			2,5	5,5
3,5	7	8	5,5	9,6	d+0,8	—			3	7
4	8		6	10,3	d+0,8	—			3,5	7,5
4,5	9	10	6,5	12,9	d+1	—			4	7,5
5	10		7,5	13,9	d+1	—			4	7,5
5,5			8	15,5				1,5		8,5
6										

d — номинальный диаметр резьбы;

s — шаг резьбы;

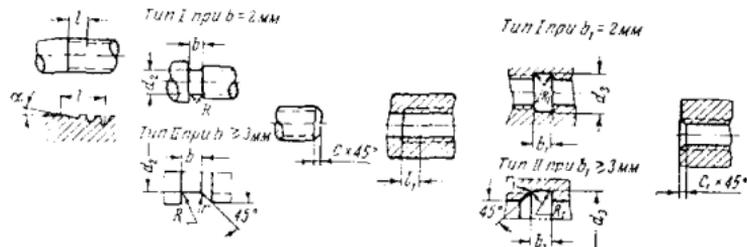
a — недонад резьбы.

* Ширина проточек дана для диаметров 6 мм и более.

135. Резьба трубная цилиндрическая

Для наружной резьбы

Для внутренней резьбы



мм

Для наружной резьбы								Для внутренней резьбы					
d	n	l при $\alpha = 25^\circ$, иначе более	b	d_2	R	r	C	l_1 иначе более	b_1	d_1	R_1	r_1	C_1
$1/8''$	28	1,5	2	8	0,5	—	0,6	2	2	10	0,5	—	0,6
$1/4''$	19	2	3	11	1	1	1	3	3	13,5	1	0,5	1
$3/8''$				14						17			
$1/2''$				18						21,5			
$3/4''$				20				4	4	23,5			

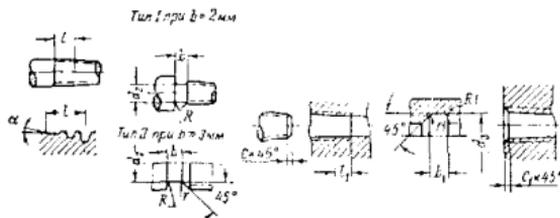
$5/8''$	14	2,5	4	23,5	1,5	0,5	1,5	5	6	27	1,5	1	1,5
$7/8''$				27						31			
$1''$				29,5						34			
$1 1/8''$				34						38			
$1 1/4''$				38						42,5			
$1 3/8''$				41						45			
$1 1/2''$				44						48,5			
$1 3/4''$				50						54			
$2''$				56						60			
$2 1/4''$				62						66			
$2 1/2''$	11	3,5	5	71	1,5	0,5	1,5	6	8	76	2	1	1,5
$2 3/4''$				78						82			
$3''$				84						88,5			
$3 1/4''$				90						95			
$3 1/2''$				96				8	10	101			
$3 3/4''$				102						107			
$4''$				109						114			

d — номинальный диаметр резьбы;
 n — число витков на 1".

136. Резьба коническая дюймовая с углом профиля 60°

Для наружной резьбы

Для внутренней резьбы



мм

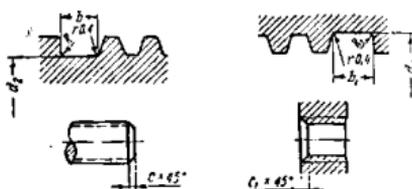
d	a	Для наружной резьбы					Для внутренней резьбы						
		l при α=25° не более	b	d ₁	R	r	C	l ₁ не более	b ₁	d ₁	R ₁	r ₁	C
1/16"	27	1,5	2	6	0,5	—	1	3	3	8,5	—	—	—
1/8"				8						10,5				0,5

1/4"	18	2,5	3	11	1	—	1,5	4	4	14	—	—	—
3/8"				14						17,5			
1/2"	14	3	4	18	—	—	—	—	—	22	—	—	1,5
3/4"				23						27				0,5
1"	—	—	—	29	—	—	—	—	—	34	1,5	1	—
1 1/4"				38						42,5			
1 1/2"	11 1/4	4	5	44	1,5	—	2	6,5	7	48,5	—	—	2
2"				56						60,5			

d — номинальный диаметр резьбы;

n — число ниток на 1".

137. Резьба трапецидальная одноходовая

Для наружной
резьбыДля внутрен-
ней резьбы

М.М.

s	$b=b_1$	d_1	d_2	$R=R_1$	$C=C_1$
2	2,5	$d-3$	$d+1$	1	1,5
3	4	$d-4$			2
4	5	$d-5,1$	$d+1,1$	1,5	2,5
5	6,5	$d-6,6$	$d+1,6$		3
6	7,5	$d-7,8$	$d+1,8$	2	3,5
8	10	$d-9,8$		2,5	4,5
10	12,5	$d-12$	$d+2$	3	5,5
12	15	$d-14$			6,5
16	20	$d-19,2$	$d+3,2$	4	9

20	24	$d-23,5$	$d+3,5$	5	11
24	30	$d-27,5$			13
32	40	$d-36$	$d+4$	5,5	17
40	50	$d-44$			21

 d — номинальный диаметр резьбы; s — шаг резьбы.Угол сбега α для наружной резьбы устанавливается равным 25 и 45°.

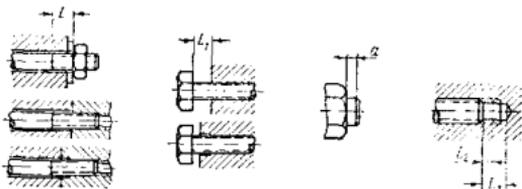
Основным является ряд величин сбегов, соответствующий углу 25°.

Угол сбега для внутренней резьбы не нормируется и определяется длиной сбега l по высоте профиля резьбы. Допускается в особых случаях для резьбы с шагом до 1 мм (если это требуется по условиям конструкции) увеличивать сбеги до пяти шагов. Для резьбы, изготавливаемой накатыванием и фрезерованием, угол сбега α не нормируется, а длина сбега l не должна превышать величины, указанной в таблице для $\alpha=25^\circ$.

Проточки нормальной ширины для метрической наружной и внутренней резьбы должны иметь предпочтительное применение. При наличии особых конструктивных требований допускается применять диаметры d_2 и d_3 на проточках типов I и II, отличающиеся от обусловленных в стандарте; фаски шириной C и C_1 (при сопряжении с проточками типов I и II) с углом 60° между образующей и осью конуса и глубиной по торцу, приближенно равной глубине резьбы, а также фаски на проточках типа II с углом 60°. Под шириной фаски понимается величина, получаемая до нарезки резьбы. Допуски на диаметр и ширину проточки назначаются в случае необходимости, исходя из конструктивных требований изготавливаемых деталей.

Допускается мелковод резьбы a величиной для наружной резьбы не более двух шагов и для внутренней — не более трех шагов при нарезании резьбы без проточки в упор, если это конструктивно приемлемо. Под мелководом резьбы понимается величина ненарезанной части детали между концом сбега и опорной поверхностью детали (основанием головки болта или упором в гайке).

139. Занос резьбы, глубина сверления и выход конца винта из гайки для метрической резьбы



мм

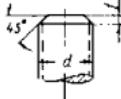
s	Занос резьбы наружной $L_1 = L_2$ не менее	Занос резьбы внутренней L_2 не менее	Занос глубины сверления L_2 не менее	Выход конца винта из гайки a
0,2	1		2	от 0,4 до 1
0,25				
0,3				
0,35	1,5	1	2,5	
0,4				
0,45	2		3	от 0,5 до 1,5
0,5				
0,6	2,5	1,5	4	
0,7				
0,75				
0,8	3,5	2	5	от 1 до 2
1				
1,25	4	2,5	6	от 1,5 до 2,5
1,5				
1,75	4,5	3	8	
2				
2	5,5	3,5	9	от 2 до 3
2,5				
2,5	6	4	10	от 2,5 до 4
3				
3,5	7	5	11	
4				
4,5	8	6	12	от 3 до 5
5				
5,5	9	7	13	
6				
6	10	8	14	от 4 до 7
6,5				
6,5	11	9	15	
7				
7	12	10	16	от 5 до 10
7,5				
7,5	13	11	17	
8				
8	14	12	18	
8,5				
8,5	15	13	19	
9				
9	16	14	20	
9,5				
9,5	17	15	21	
10				
10	18	16	22	
10,5				
10,5	19	17	23	
11				
11	20	18	24	
11,5				
11,5	21	19	25	
12				
12	22	20	26	
12,5				
12,5	23	21	27	
13				
13	24	22	28	
13,5				
13,5	25	23	29	
14				
14	26	24	30	
14,5				
14,5	27	25	31	
15				
15	28	26	32	
15,5				
15,5	29	27	33	
16				
16	30	28	34	
16,5				
16,5	31	29	35	
17				
17	32	30	36	
17,5				

14#

s — шаг резьбы;
 L_2 относится к полной резьбе (без сбега).

139. Концы болтов, винтов и шпилек (ограничительная номенклатура)
(из отраслевой нормы АИ-1441 по ГОСТ 1713)

м.к.

Диаметр резьбы d	Форма конца					
	Усеченный конус	Сфера		Цилиндр		
			R	m	d_1	l	$R_1$
1	0,2	0,8	0,2			
1,2	0,2	1	0,2			
1,4	0,3	1	0,3			
1,7	0,3	1,5	0,3			
2	0,4	1,5	0,4			
2,3	0,4	2	0,4			
2,6	0,5	2	0,5			
3	0,5	2,5	0,5			
3,5	0,6	3	0,6			
4	0,7	3	0,7			

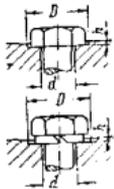
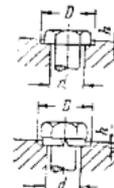
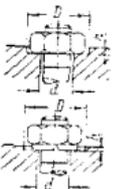
5	0,8	5	0,7			
6	1	6	0,8	4	1,5	0,4
8	1,2	8	1	5,5	1,5	0,4
10	1,5	10	1,3	7	2	0,5
12	1,8	12	1,6	9	2	0,6
14	2	16	1,6	10	3	0,8
16	2	16	2,1	12	3	0,8
18	2,5	20	2,2	13	3	0,8
20	2,5	20	2,6	15	4	1
22	2,5	22	2,9	17	4	1
24	3	25	3	18	4	1
27	3,5	28	3,5	21	5	1,25
30	4	32	3,8	23	5	1,25
33	4	35	4,2	26	6	1,5
36	4,5	40	4,3	28	6	1,5
39	4,5	40	5,1	31	7	2
42	5	45	5,2	33	7	2
45	5	45	6	35	8	2
48	6	50	6	38	8	2

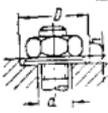
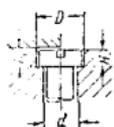
Зенкование

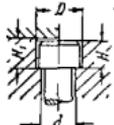
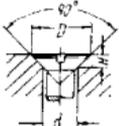
(из отраслевой нормы АН-1441)

140. Зенкование под детали крепления

мм

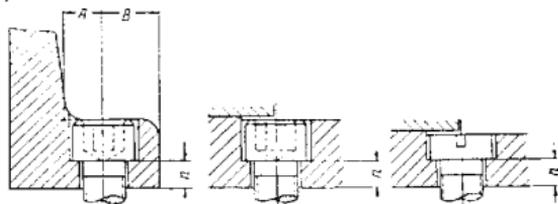
Номинальный диаметр метрической резьбы		3	4	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48	
Диаметр сверления на проход	d	3,6	4,8	6	7	9	11	13	17	22	26	32	39	46	52	
Под болты чистые с шестьюгранным уменьшенной головкой по ГОСТ 3227-51 и шайбы пружинные к ним по ГОСТ 6402-52			9	11	14	17	20	26	32	38	45	52	60	70	82	
Под болты чистые с шестьюгранным головкой по ГОСТ 3227-51 и шайбы пружинные к ним по ГОСТ 6402-52		D		11	14	17	20	26	32	38	45	52	60	70	82	95
Под болты чистые с шестигранной головкой по ГОСТ 3227-51 и шайбы пружинные к ним по ГОСТ 6402-52		D	9	11	11	14	20	26	32	38	45	60	70	82	95	

Номинальный диаметр метрической резьбы		3	4	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48		
Диаметр сверления на приход		d	3,6	4,8	6	7	9	11	13	17	22	26	32	39	46	52	
Под шайбы по ГОСТ 6969-54		D	9	11	14	17	20	26	32	38	45	52	60	70	82	96	
		D	-	-	-	11	14	17	20	26	32	38	45	52	60	70	
Под винты с цилиндрической головкой с шестигранным углублением «под ключ» по ГОСТ 6993-58		H	Ном.	-	-	-	6	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48
			Откл.	-	-	-	+0,4	+0,5	+0,6	+0,7	+0,8	+0,9					
		H_1	Ном.	-	-	-	7	9	11	13	17	21	25	31	37	43	49
			Откл.	-	-	-	+0,4	+0,5	+0,6	+0,7	+0,8	+0,9					

Под винты с цилиндрической головкой по ГОСТ 1491-58		D	6	7	9	11	14	17	20	-	-	-	-	-	-		
			H	Ном.	2	2,8	3,5	4	5	6	7	-	-	-	-	-	-
		H_1	Откл.	+0,3	+0,4	+0,4	+0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			Ном.	2,5	3,3	4	4,5	6	7	8	-	-	-	-	-	-	-
		H_1	Откл.	+0,3	+0,4	+0,4	+0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			D	7	9,2	11	13	17	20	25	-	-	-	-	-	-	-
Под винты с потайной головкой по ГОСТ 1490-58		H	Ном.	1,5	2,2	2,5	3	4	5	6	-	-	-	-	-		
			Откл.	+0,3	+0,4	+0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		H_1	Откл.	+0,3	+0,4	+0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Глубина зенкования H определяется обработкой поверхности до чистоты $\nabla 4$. Размер D выполняется с допуском по A_6 .

141. Зенкование под винты с цилиндрической головкой



мм

Номинальный диаметр метрической резьбы	3	4	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48
A номм.	6	6,5	7,2	8	10	11,5	13	16	19	22	26	30	35	40
B номм.	7	8	9	10	12	14	16	20	24	27	32	38	45	50

d номм.	Стальная поковка	1,2	1,5	1,8	2	2,5	3	4	5	6	7,5	9	11	13	15
	Стальное литье	1,2	1,5	2	2,5	3	3,5	4,5	5,5	7	8,5	11	13	15	17
	Ковкий чугун	1,5	1,8	2	2,5	3,5	4	5	6,5	8	10	12	14	17	20
	Бронза Латунь	1,5	1,8	2,5	3	4	4,5	5,5	7	9	11	14	16	19	22
	Чугун (литье)	2	2,5	3,2	4	5	6,5	8	10	13	16	20	21	28	32
	Алюминий (литье)	3	3,5	4,5	5,5	7	9	11	15	18	22	27	32	38	43
	Пластмасса	4	5	6	7	10	12	15	19	24	29	35	43	50	58

XI. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

(по нормативам НИАТ)

142. Режимы резания при продольном точении стали 30ХГСА

($\sigma_b = 75 \text{ кг/мм}^2$; $НВ 222 \text{ кг/мм}^2$; $d = 4,1 \text{ мм}$)

резцами с пластинками из твердого сплава Т15К8

Глубина резания мм	Типы реза											
	Продольной прямой									Поперечной		
	Главный угол в плане φ'											
	30			45			60			90		
	Вспомогательный угол в плане φ''											
15			15			30			10			
Подана $s_{\text{м/об}}$	v	P_z	N_9	v	P_z	N_9	v	P_z	N_9	v	P_z	N_9
0,20	238	130	5,0	210	120	4,1	194	118	3,7	170	130	3,6
0,25	227	153	5,7	201	142	4,7	185	139	4,2	163	153	4,1
0,30	219	175	6,3	194	162	5,1	178	159	4,6	157	175	4,5
0,40	197	218	7,0	174	202	5,8	161	198	5,2	141	218	5,1
0,50	183	258	7,7	162	239	6,3	149	234	5,7	131	258	5,6
0,70	163	329	8,8	144	305	7,2	133	299	6,5	117	329	6,3

Черновое точение

2,0	0,25	212	230	8,0	187	213	6,5	172	209	6,9	152	230	5,7
	0,30	204	263	8,8	181	244	7,2	166	239	6,5	146	263	6,3
	0,40	184	327	9,8	163	303	8,0	150	297	7,2	132	327	7,1
	0,50	171	387	10,8	151	358	8,8	139	351	8,0	122	387	7,8
	0,70	152	494	12,3	134	457	10,0	124	448	9,0	109	494	8,8
	1,00	134	649	14,2	119	602	11,7	109	589	10,5	96,1	649	10,3
	1,40	119	836	16,3	105	774	13,3	97	759	12,0	85,4	836	11,7
5,0	0,30	186	439	13,3	165	406	10,9	151	398	9,8	133	439	9,6
	0,40	168	545	14,9	148	504	12,2	137	494	11,0	120	545	10,3
	0,50	156	644	16,4	138	596	13,4	127	585	12,1	112	644	11,8
	0,70	138	823	18,6	122	762	15,3	113	747	13,7	99,2	823	13,4
	1,00	122	1083	21,6	108	1003	17,7	99,5	982	16,0	87,6	1083	15,6
	1,40	109	1393	24,7	95,1	1290	20,3	88,5	1264	18,2	77,9	1393	17,8
8,0	0,40	151	871	22,0	137	807	18,0	126	790	16,2	111	871	15,9
	0,50	143	1031	24,3	127	954	19,9	117	905	17,9	103	1031	17,5
	0,70	127	1317	27,4	113	1219	23,5	104	1195	20,2	91,4	1317	19,8
	1,00	113	1732	31,8	99,6	1604	26,1	91,6	1572	23,5	80,7	1712	23,0
	1,40	100	2230	36,5	88,5	2064	29,9	81,4	2023	26,9	71,7	2230	26,3

Глубина резания мм	Позиция S_0 мм/об	Типы реза											
		Проходной прямой									Подрезной		
		Главный угол в плане φ°											
		30			45			60			90		
		Вспомогательный угол в плане φ_1°											
15			15			30			10				
v	P_z	N_3	v	P_z	N_3	v	P_z	N_3	v	P_z	N_3		
<i>Полуцистовое точение</i>													
1,0	0,10	311	44	2,2	275	41	1,8	253	40	1,7	223	44	1,6
	0,15	287	60	2,8	254	55	2,3	234	54	2,1	206	60	2,0
	0,20	270	74	3,3	239	68	2,7	220	67	2,4	194	74	2,4
	0,30	248	100	4,1	220	93	3,3	202	91	3,0	178	100	2,9

1,5	0,10	289	66	3,1	256	61	2,6	235	60	2,3	207	66	2,2
	0,15	267	89	3,9	236	83	3,2	217	81	2,9	194	89	2,8
	0,20	251	111	4,6	222	103	3,7	204	101	3,4	180	111	3,3
	0,30	231	150	5,7	204	139	4,7	188	136	4,2	166	150	4,1
	0,40	208	187	6,3	181	173	5,2	169	169	4,7	149	187	4,6
2,0	0,15	253	119	4,9	224	110	4,0	206	108	3,6	181	119	3,6
	0,20	238	148	5,8	210	137	4,7	194	134	4,2	170	148	4,1
	0,30	219	200	7,2	191	185	5,9	173	182	5,3	157	200	5,2
	0,40	197	249	8,0	174	230	6,6	161	226	5,9	141	249	5,8
	0,50	183	294	8,8	162	273	7,2	149	267	6,5	131	294	6,3

Здесь v — скорость резания, P_z — тангенциальная составляющая усилия резания, N_3 — эффективная мощность.

143. Коэффициенты скорости резания при точении и сверлении металлов и сплавов

Наименование обрабатываемых сталей и сплавов	Для резцов		Для сверл спиральных	
	марка материала режущей части инструмента	коэффициент скорости K_v	марка материала режущей части инструмента	коэффициент скорости K_v
Хромоварганцзвобромнистая сталь 30ХГСА $\sigma_b = 75 \text{ кг/мм}^2$	15К6	1	P9	1
Среднеуглеродистая сталь для фасонного литья Л45 $\sigma_b = 55 \text{ кг/мм}^2$	.	1,7	.	1,7
Среднеуглеродистая сталь 45 $\sigma_b = 70 \text{ кг/мм}^2$	.	1,2	.	1,2
Марганцовистая сталь 12Г2А $\sigma_b = 70 - 90 \text{ кг/мм}^2$	.	1,2	.	1,2
Сталь для фасонных отливок Л27ХГСНА $\sigma_b = 150 \text{ кг/мм}^2$	.	0,32	—	—
Нержавеющая аустенитно-ферритовая сталь ЭИ654 $\sigma_b = 78 \text{ кг/мм}^2$	.	0,25	P9	0,3
Нержавеющая сталь 2Х13 $\sigma_b = 85 \text{ кг/мм}^2$	ВК8	0,23	.	0,3
Нержавеющая высокопрочная сталь Х17Н2 (ЭИ268) $\sigma_b = 100 \text{ кг/мм}^2$	P9К5	0,2	—	—
Высокопрочная сталь ЭИ643 $\sigma_b = 200 \text{ кг/мм}^2$	T15К6	0,2	—	—
Сталь 30ХГСНА $\sigma_b = 180 \text{ кг/мм}^2$	.	0,2	—	—
Сталь ЭИ659 $\sigma_b = 115 \text{ кг/мм}^2$	.	0,8	P9	0,7

Продолжение

Наименование обрабатываемых сталей	Для резцов		Для сверл спиральных	
	марка материала режущей части инструмента	коэффициент скорости K_v	марка материала режущей части инструмента	коэффициент скорости K_v
Сталь 30ХГСНА $\sigma_b = 75 \text{ кг/мм}^2$	T15К6	0,95	P9	0,95
Сталь для фасонных отливок Л35ХГСА $\sigma_b = 85 \text{ кг/мм}^2$	.	0,9	.	1
Хромоникелевая сталь 12ХН3А	.	0,8	.	0,9
Хромоникельвольфрамовая сталь улучшенная 25ХН3ВА $\sigma_b = 115 \text{ кг/мм}^2$	.	0,8	.	0,7
Нержавеющая сталь с титаном 1Х18Н9Т $\sigma_b = 95 \text{ кг/мм}^2$	.	0,7	.	0,74
Сталь 30ХГСА $\sigma_b = 115 \text{ кг/мм}^2$	.	0,6	.	0,7
Сталь 12Х2НВФА $\sigma_b = 100 \text{ кг/мм}^2$	.	0,6	—	—
Титановый сплав ВТ1Д	ВК4У	0,45	ВК4У	0,45
Титановый сплав ВТ5Л $\sigma_b = 90 \text{ кг/мм}^2$	.	0,30	.	0,30
Титановый сплав ВТ2 $\sigma_b = 100 \text{ кг/мм}^2$	.	0,2	.	0,2
Литейные алюминиевые сплавы АЛ2; АЛ5; АЛ8	ВН-8	7	P9	5

Наименование обрабатываемых сталей	Продолжение			
	Для резцов		Для сверл спиральных	
	марка материала режущей части инструмента	коэффициент скорости K_v	марка материала режущей части инструмента	коэффициент скорости K_v
Деформируемые алюминиевые сплавы Д1-Т, Д16-Т, АК6, В95, АМ13, АМ15	БК3	7	Г9	6
Матричные сплавы ММ5, МА5, МА8, ВА1-61	.	7,5	.	6

Примечание. Коэффициенты скорости резания K_v определены на основе нормативов режимов резания. По этим коэффициентам можно приблизительно определить допустимую скорость резания при обработке металла, зная скорость резания при обработке стали 30ХГСА с $v_b=75$ м/мм, принятой за основу (единицу).

Коэффициенты служат для относительной оценки трудоемкости обработки точением и сверлением деталей, а также с некоторым приближением и для оценки операций торцового скоростного фрезерования.

РЕЖИМЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЖАРОПРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

(из РТМ-867)

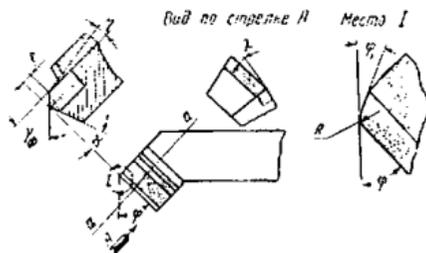
Точение

Геометрические параметры резцов: $\gamma = 10^\circ$; $\gamma_f = -5^\circ$, $\alpha = 12^\circ$; $\varphi = 45^\circ$; $\varphi_1 = 15^\circ$; $\lambda = 0^\circ$; $R = 0,5 \div 1,0$ мм; $f = (0,5 \div 0,8)$ мм; $\varphi = 30 \div 90^\circ$ — угол в плане, изменяется в зависимости от скорости резания и жесткости системы. Чем жестче система, тем меньше φ , тем выше может быть скорость резания; $\varphi_1 = 30 \div 45^\circ$ — вспомогательный

угол в плане при работе с врезанием; $\gamma_f = 5 \div 10^\circ$ — угол наклона режущей кромки при точении с переменной нагрузкой и при врезном точении; f — упрочняющая фаска, $f = \gamma_f \cdot \theta$ при работе быстрорежущими резцами.

Точение нержавеющей и жаропрочных сталей твердосплавными резцами производится без охлаждения.

Точение жаропрочных сплавов на никелевой основе производится с охлаждением 10%-ной эмульсией из осернированного эмульсола по ТУ 468—53. Расход жидкости ≈ 8 л/мин.



В качестве критерия затупления резцов принимается износ по задней поверхности $\delta_z = 0,6 \div 1,0$ мм. Исходный период стойкости резцов до затупления принимается равным $T = 60$ мин.

Изменение периода стойкости влечет изменение скорости резания v , тангенциальной составляющей усилия резания P_z и эффективной мощности N_z .

Глубина резания выбирается с таким расчетом, чтобы при данном припуске на обработку и соответствующей жесткости системы можно было обработать деталь за минимальное количество проходов.

При черновом точении рекомендуется подача $s = 0,3 \div 0,5$ мм/об; при полустовом и чистовом точении $s = 0,1 \div 0,3$ мм/об.

Скорость резания v определяется по эмпирической формуле

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot f^{x_v} \cdot s^{y_v}} \quad \text{м/мин,}$$

где T — стойкость реза до затупления в мин.;
 s — подача в мм/об;
 f — глубина резания в мм.

Характер обработки	Обрабатываемый материал	Материал режущей части резца	C_v	m	x_v	y_v
Продольное непрерывное точение: $s=0,2$ мм/об $s=0,2 \pm 0,4$ мм/об	Х17Н12	Т15К6	57	0,35	0,2	0,36
			190	0,33	0,2	0,88
Торцовое точение: $s \leq 0,2$ мм/об $s=0,2 \pm 0,4$ мм/об	Х17Н12	ВК8	450	0,35	0,2	0,26
			165	0,33	0,2	0,88
Продольное непрерывное точение: $t \leq 2$ мм $t > 2$ мм	ЭИ654	Т15К6	194	0,47	0,08	0,27
			225	0,37	0,3	0,27
Продольное непрерывное точение	Х23П18	Т15К6 ВК8	260	0,32	0,21	0,65
			50	0,21	0,25	0,8
То же	ЭИ481	Т15К6	190	0,28	0,2	0,25
Торцовое точение	ЭИ481	Т15К6	238	0,28	0,2	0,25
Продольное непрерывное точение:	ЭИ388 Х20Н80Т	Т15К6 ВК8	170	0,29	0,25	0,69
			102	0,15	0,11	0,24

Для $s \leq 0,1 \pm 0,4$ мм/об, $t \leq 1 \pm 5$ мм составляющие сил резания и мощность вычисляются по формулам:

$$P_x = C_{P_x} \cdot f^{x_{P_x}} \cdot s^{y_{P_x}} \quad \text{кГ;}$$

радиальная составляющая

$$P_y = C_{P_y} \cdot f^{x_{P_y}} \cdot s^{y_{P_y}} \quad \text{кГ;}$$

тангенциальная составляющая

$$P_z = \frac{C_{P_z} \cdot f^{x_{P_z}} \cdot s^{y_{P_z}}}{r^2} \quad \text{кГ;}$$

эффективная мощность

$$N_s = \frac{v P_z}{60 \cdot 102} \quad \text{квт.}$$

При изменении периода стойкости T резцов до затупления или угла заточки φ° для определения составляющих сил резания и мощности вводятся поправочные коэффициенты K_v , K_{P_z} и K_{N_s} .

114. Значения коэффициентов и показателей степени в приведенных формулах

Обрабатываемый материал	P_x			P_y			P_z (при $z=0,15$)		
	C_{P_x}	x_{P_x}	y_{P_x}	C_{P_y}	x_{P_y}	y_{P_y}	C	x_{P_z}	y_{P_z}
Х17Н12	45	1,0	0,3	90	0,7	0,5	4,0	1,0	0,8
ЭИ183	45	1,0	0,5	92	0,7	0,5	4,0	1,0	0,8
Х23П18	50	1,0	0,5	104	0,7	0,5	4,2	1,0	0,8

Обрабатываемый материал	Продолжение								
	P_x			P_y			P_z (при $z=0,15$)		
	C_{P_x}	$^x P_x$	$^y P_x$	C_{P_y}	$^x P_y$	$^y P_y$	C	$^x P_z$	$^y P_z$
ЭН481	48	1,0	0,5	111	0,3	0,5	447	1,0	0,8
ЭН654	—	—	—	—	—	—	570	1,0	0,75
X20H80T	62	1,35	0,5	152	1,0	0,6	338	1,15	0,70

¹ Обработка с охлаждением эмульсией.

145. Поправочные коэффициенты для скорости K_v и для составляющих силы резания K_{P_x} , K_{P_y} , K_{P_z}

Влияющие факторы	K_v	K_{P_x}	K_{P_y}	K_{P_z}
Изменение главного угла в плане:				
$\varphi = 30^\circ$	1,25	0,85	1,27	1,06
45	1,00	1,00	1,00	1,00
60°	0,87	1,12	0,81	0,96
75°	0,82	1,22	0,74	0,94
90°	0,80	1,32	0,66	0,91
Передний угол $\varphi = -5^\circ$	—	2,00	1,34	1,25
Для инструмента с $\lambda_1 = 0,1$ мм	—	0,60	0,70	0,77

146а. Значения коэффициентов скорости резания K_v для жаропрочных и нержавеющей сталей¹

Параметр	Марка материала							
	1X18H9T в состоянии поставки	4X18H14 ВЗМ	1X18H9T и составные закаленные поставки	X17H2 и составные поставки				
2X13	1X13	20X3MФ	1X18H9T	X20H80T				
v_{60}/K_v	290	1,65	263/1,55	218/1,28	215/1,27	170/1,0	165/0,97	138/0,81

Продолжение

Параметр	Марка материала						
	ЭН488 <th>X17H2 закаленная</th> <th>ЭН481 <th>ЭН654 </th></th>	X17H2 закаленная	ЭН481 <th>ЭН654 </th>	ЭН654			
ЭН437А	ЭН437Б	ЭН437В	ЭН437Г	ЭН437Д			
v_{60}/K_v	132/0,78	130/0,71	80/0,47	78/0,46	62/0,36	30/0,23	37/0,22

146б. Значения поправочного коэффициента K'_v при непрерывном продольном точении жаропрочных сталей при переходе с резцов из Ti6Al4V на резцы из ВК¹

Параметр	Марка материала					
	1X18H9T в состоянии поставки	1X18H9T закаленная	ЭН488 X20H15	ЭН481		
K'_v	0,47	0,6	0,67/0,53	0,81	0,9	0,87

Режим: $s=0,2$ мм/об; $f=2$ мм; $T=60$ мин; $v_3=0,8$ м/с.

¹ За основу приняты экспериментальные данные, полученные при обработке закаленной стали 1X18H9T при скорости резания v_{60} , соответствующей стойкости резцов 60 мин.

147. Режимы резания при точении

Материал и условия	α в град.	Глубина резания t в мм												Поправочные коэффициенты			
		1			2			3			4			при t мм.	K _v K _p K _{Nz}	при φ°	K _v K _p K _{Nz}
		v	P _z	N _z	v	P _z	N _z	v	P _z	N _z	v	P _z	N _z				
Продольное непрерывное точение стали марки Х7НД / П18 3.5 мм резцами Т.15К6 без охлаждения	0,10	243	28	1,1	2,0	58	2,0	195	88	2,8	184	118	3,6	20	1,44 0,95 1,36	30	1,25 1,06 1,32
	0,15	218	40	1,4	150	82	2,5	175	124	3,6	165	167	4,5	30	1,26 0,97 1,21	45	1,0 1,0 1,0
	0,20	204	51	1,7	178	104	3,0	164	158	4,3	155	213	5,4	40	1,14 0,99 1,13	60	0,87 0,96 0,90
	0,30	183	72	2,1	180	145	3,8	147	220	5,3	139	300	6,8	50	1,0 1,0 1,0	75	0,82 0,94 0,77
	0,40	170	91	2,5	148	185	4,6	137	283	6,4	128	380	8,0	90	0,87 1,02 0,89	90	0,90 0,91 0,75
	0,50	160	110	2,9	140	224	5,1	128	340	7,1	120	460	9,1	120	0,80 1,03 0,83		

Продольное непрерывное точение стали Х23Ц18 H в 3,9 мм резцами Т15К6 без охлаждения	0,10	240	30	1,2	207	61	2,1	190	93	2,9	160	125	3,7	20	1,42 0,95 1,35	50	1,25 1,06 1,32
	0,15	185	48	1,5	160	88	2,3	147	135	3,2	138	187	4,2	30	1,25 0,97 1,28	45	1,0 1,0 1,0
	0,20	164	64	1,1	133	115	2,5	122	174	3,5	115	237	4,5	40	1,14 0,99 1,12	60	0,87 0,96 0,84
	0,30	118	80	1,5	102	165	2,8	94	250	3,3	88,5	338	4,9	60	1,0 1,0 1,0	75	0,82 0,94 0,77
	0,40	98	104	1,7	85	214	3,0	78	324	4,1	73	435	5,2	90	0,88 1,02 0,90	90	0,88 0,91 0,75
	0,50	85	125	1,7	71	269	3,1	68	394	4,4	64	530	5,5	120	0,6 1,03 0,83		

Материал и условия	Глубина резания t в мм								Дополнительные коэффициенты				
	1		2		3		4		числ. T	знак. K_{P_2}	числ. K_P	знак. K_{P_2}	
s мм/об	v	P_2	N_2	v	P_2	N_2	v	P_2	N_2	мм. K_{P_2}	φ	K_{P_2}	K_{N_2}
0,0	83	50	0,7	73	106	1,3	66	183	1,8	61	2,9	2,2	1,25
0,13	71	72	0,8	67	148	1,6	58	204	2,1	54	3,63	2,7	0,96
0,20	66	91	1,0	62	183	1,9	55	281	2,5	50	379	3,1	1,0
0,30	59	125	1,2	56	232	2,3	49	387	3,1	45	530	3,8	0,87
0,40	55	158	1,4	52	317	2,7	46	483	3,6	42	635	4,5	0,80
0,50	52	187	1,6	49	379	3,0	43	577	4,1	39	783	5,0	0,83
										числ. T	знак. K_{P_2}	числ. K_P	знак. K_{P_2}
										1,5	1,29	30	1,25
										0,91	1,41	30	0,96
										1,29	1,24	45	1,0
										0,85	1,14	60	0,87
										1,16	1,0	75	0,82
										0,98	1,14	60	1,03
										1,0	1,0	75	0,80
										1,0	1,0	90	1,04
										0,88	0,80	90	0,83
										0,77	1,04	120	0,80

Продольное непрерывное точение стали марки ЭЙ651 $H\bar{B}\alpha$ 4,2 мм резцами Т15К6 без охлаждения

Продольное непрерывное точение сплава марки Х20Н80Т $H\bar{B}\alpha$ 4,4 мм резцами ВК8 с охлаждением

0,10	96	34	0,5	89	77	1,1	85	122	1,7	82	171	2,3	1,18
0,15	87	46	0,5	81	108	1,4	77	164	2,1	75	230	2,8	1,11
0,20	81	57	0,7	75	127	1,6	72	204	2,4	69	280	3,2	0,98
0,30	74	75	0,9	69	170	1,9	66	275	2,9	63	381	4,0	1,09
0,40	69	94	1,1	64	210	2,2	61	335	3,3	59	470	4,5	1,11
0,50	65	111	1,2	60	252	2,5	58	400	3,8	56	533	5,0	1,0
										числ. T	знак. K_{P_2}	числ. K_P	знак. K_{P_2}
										0,90	1,29	30	1,25
										1,02	1,40	30	0,96
										1,29	1,24	45	1,0
										0,85	1,14	60	0,87
										1,16	1,0	75	0,82
										0,98	1,14	60	1,03
										1,0	1,0	75	0,80
										1,0	1,0	90	1,04
										0,88	0,80	90	0,83
										0,90	1,04	120	0,80

Фрезерование

Конструкцию торцовых фрез — насадных и дисковых двусторонних со вставными ножами — рекомендуется подбирать по АН-783, а дисковых трехсторонних с мелким зубом и концевых с коническим хвостом — по АН-1150.

Режущие элементы фрез изготавливаются из быстрорежущей стали марки Р18, термически обрабатываемой до HRC 63–65 при карбидной неоднородности не выше 5-го балла по ГОСТ 5952–51. При применении режущих элементов фрез из стали марки Р9К5 стойкость фрез повышается в 1,5–2 раза.

Фрезерование производится с охлаждением 10%ной эмульсией из осерненного эмульсола.

Формулы для вычисления скорости и мощности резания:

$$v = \frac{C_v D^2}{T^m \cdot t^k \cdot s_2^l \cdot v_1 B^p \cdot z^q \cdot n^r}$$

$$N_9 = C_N \cdot 10^{-0.1} \cdot t^k \cdot N_9^k \cdot N_9^l \cdot B^p \cdot N_9^q \cdot z^q \cdot n^r$$

где v — скорость резания в м/мин;
 D — диаметр фрезы в мм;
 T — стойкость фрезы до затупления в мин;
 t — подача на зуб в мм/зуб;
 s_2 — ширина резания в мм;
 v_1 — ширина фрезерования в мм;
 B — число зубьев фрезы;
 z — число оборотов фрезы в об/мин;
 n — эффективная мощность в квт.

Для режимов резания при изменении ширины фрезерования B и стойкости фрезы T вводятся поправочные коэффициенты K_B и K_T , причем $K_B = K_{vB} = K_{NB} = K_{sMB}$, $K_T = K_{vT} = K_{NT} = K_{sMT} = K_{N9T}$, где индексы означают соответственно поправки на скорость резания, обороты фрезы, подачу и мощность.

Материал и условия	Глубина резания t в мм												Поправочные коэффициенты		
	1		2		3		4		при T мин.	при φ	K_v	K_{P_2}	K_{N_9}		
	n	P_2	N_9	v	P_2	N_9	v	P_2						N_9	
Торцовые резцы из стали марки Р18 при охлаждении	0,15	131	34	67	108	105	102	142	20	1,85	0,95	0,1*	1,0		
	0,15	122	38	106	98	147	141	199	30	1,21	0,97	0,25*	0,92		
	0,20	113	61	93	124	187	186	232	40	1,12	0,99	0,7*	0,83		
	0,30	132	85	89	174	263	263	335	60	1,0	1,02	0,7*	0,82		
	0,40	95	68	1,7	83	221	235	42	73	1,0	1,02	>0,8*	0,80		
0,50	90	150	1,9	78	267	397	4,7	68	545	0,83	1,03	0,86			

* Дано в Д.

148. Геометрические и стойкостные параметры фрезы

Тип фрезы	Пл- рель- вид угол γ°	Глав- ный зад- ний угол α°	Вспомо- гатель- ный задний угол α ₁ °	Угол наклона инстру- мента вплоск. угол ω°	Глав- ный угол φ°	Угол в плане перпен- дикуляр ходовой резу- щей кромки φ ₀	Вспомо- гатель- ный задний угол φ ₁	Длина станд. запас- ной части фрезы l _н , мм		Стой- кость T
								перпен- дикуляр ходовой резу- щей кромки φ ₀	вдоль ходовой резу- щей кромки φ ₁	
Торцевая насадная со вставными ножками	13-15	16	8	10	45	13	2	2	0,5-0,8	120
Дисковая двусторонняя со вставными ножками	12-15	12	6	10	90	45	2	0,5	0,5-0,7	90
Дисковая трехсторонняя с мелкими зубом	10	16	3	—	90	—	2	R=0,5	0,3-0,3	120
Концевая	10	16	3	20	50	—	2	R=0,5	0,3-0,4	60
Цилиндрическая	10	16	—	45	—	—	—	—	0,3-0,5	90

149. Рекомендуемые податки при фрезеровании

Тип фрезы	Жесткость системы П-повыш. С-средн. Н-повниж.	Податка на зуб s _z мм/зуб	Податка на оборот фрезы при чистовом фрезеровании s _в в мм/об		
			Класс чистоты поверхности по ГОСТ 2789-69	▽4	▽5	▽6
Торцевая насадная со вставными но- жками	П	0,12-0,2	0,8-1,4	0,4-0,8	≤0,4
	С	0,18-0,15			
Дисковая двусторонняя со вставными ножками	П	0,12-0,2	0,3-1,4	0,4-0,8	≤0,4
	С	0,1-0,15			
Дисковая трехсторонняя с мелкими зубом	П	0,08-0,1	0,2-1,4	0,1-0,5	≤0,4
	С	0,08-0,15			
Концевая	П	0,1-0,2	0,5-1,5	0,3-0,6	≤0,4
	С	0,05-0,08			
Цилиндрическая	П	0,2-0,25	>2,5	1,5-2,5	≤1,5
	С	0,12-0,2			
	Н	0,08-0,15			

150. Значения коэффициентов, приведенных в формулах

Тип фрезы	Обрабатываемый материал	C_z	m	x_v	y_v	z_v	P_v	q_v	C_N	x_N	y_N	P_N
Торцовая со вставными ножами	X17H12	23	0,13	0,16	0,25	0,25	0,12	0,1	2,4	1	0,8	1
	2X13 (закаленная): при $s_z < 0,1$ мм • $s_z > 0,1$ мм	300	0,22	0,22	0,07	0,1	0,18	0,1				
		182	0,22	0,22	0,29	0,1	0,18	0,1				
	1X18H9T: при $s_z < 0,05$ мм • $s_z = 0,05 + 0,1$ мм • $s_z > 0,1$ мм	139	0,17	0,22	0,07	0,1	0,18	0,1				
		88	0,17	0,22	0,22	0,1	0,18	0,1	2	1	0,56	1
		73	0,17	0,22	0,3	0,1	0,18	0,1				
	ЭИ481 ЭИ654 X20H80T ЭИ437А ЭИ602	17,5	0,2	0,05	0,1	0,25	0,08	0,1	2,2	0,9	0,5	1
		21	0,2	0,25	0,3	0,25	0,26	0,1	3	0,9	0,6	1
		27	0,14	0,25	0,28	0,25	0,24	0,1	4,5	1	1	1
		8,5	0,2	0,2	0,4	0,25	0,2	0,1	3,8	1,1	0,8	1
14		0,16	0,07	0,1	0,25	0,06	0,1	3,3	0,8	0,7	1	
ЭИ652: при $s_z < 0,1$ мм • $s_z > 0,1$ мм	36	0,25	0,14	0,2	0,25	0,23	0,13					
	26	0,25	0,11	0,47	0,25	0,23	0,13	2,5	0,9	0,6	1	

Дисковая двухсторонняя со вставными ножами	X17H12 (закаленная)	39	0,14	0,2	0,2	0,25	0,1	0,1				
Дисковая трехсторонняя с мелким зубом	ЭИ654: при $s_z < 0,08$ мм • $s_z > 0,08$ мм	29	0,3	0,4	0,24	0,25	0,12	0,1				
		10	0,3	0,4	0,66	0,25	0,12	0,1				
	X20H80T: при $s_z < 0,08$ мм • $s_z > 0,08$ мм	41	0,27	0,28	0,23	0,23	0,1	0,1				
		15	0,27	0,28	0,65	0,25	0,1	0,1				
Концевая	X17H12 (закаленная)	28	0,27	0,17	0,08	0,45	0,16	0,12				
	X23H18	36	0,45	0,3	0,25	0,45	0,16	0,2				
	ЭИ481	19	0,16	0,1	0,13	0,12	0,1	0,1				
	ЭИ654: при $s_z < 0,09$ мм • $s_z > 0,09$ мм	15	0,25	0,24	0,11	0,45	0,13	0,1				
		8,6	0,25	0,24	0,3	0,45	0,13	0,1				
	X20H80T: при $s_z < 0,09$ мм • $s_z > 0,09$ мм	36	0,2	0,2	0,1	0,4	0,1	0,1				
		26	0,2	0,2	0,25	0,4	0,1	0,1				
	ЭИ602	16	0,15	0,11	0,21	0,1	0,08	0,1				
	ЭИ652	25	0,25	0,4	0,3	0,45	0,16	0,12				

Тип фрезы	Обрабатываемый материал	C_v	t	v_D	y_D	z_D	P_D	q_D	C_N	x_N	y_N	P_N
Цилиндрическая	2Х13	178	0,22	0,24	0,11	0,16	0,1					
	1Х18Н9Т (закаленный)	41	0,24	0,3	0,34	0,29	0,1		4,2	0,9	0,6	1
	Х17Н2 (закаленный): при $s_2 < 0,1$ мм	16,5	0,13	0,8	0,2	0,45	0,1	0,1	6	0,75	0,55	0,9
	• $s_2 > 0,1$ мм	12,9	0,13	0,3	0,3	0,45	0,1	0,1				
	ЭИ481	13	0,24	0,29	0,2	0,43	0,08	0,1	5,3	0,9	0,6	1
	ЭИ654: при $s_2 < 0,06$ мм	38	0,28	0,5	0,3	0,21	0,12	0,1				
	• $s_2 > 0,06$ мм	16,7	0,28	0,5	0,6	0,21	0,12	0,1	7,2	0,9	0,6	0,9
	Х20180Т: при $s_2 < 0,08$ мм	83	0,23	0,42	0,17	0,16	0,1	0,1	4,3	1	0,6	1
	• $s_2 > 0,08$ мм	48	0,23	0,42	0,4	0,16	0,1	0,1				

ЭИ602	31	0,32	0,45	0,17	0,28	0,13	0,1	9,1	0,9	0,7	0,9
ЭИ652								7,3	0,85	0,55	0,9
ЭИ437А								6,3	0,9	0,5	0,9

151. Значения коэффициентов K_D скорости резания при торцовом фрезеровании¹

Параметр	Материал								
	2Х13	1Х18Н9Т	Х17Н2	ЭИ481	ЭИ654	Х20180Т	ЭИ437А	ЭИ602	ЭИ652
v_{120} м/мин	68	36	32	15	13	23	8,7	16	16
K_D	1,89	1	0,89	0,43	0,36	0,64	0,24	0,45	0,45

¹ Справедливы при диаметре фрезы $D=110$ мм, числе зубьев $z=12$, подаче $s_2=0,1$ мм/зуб, глубине резания $t=2$ мм, ширине фрезерования $B_D=40$ мм, стойкости $T=120$ мин., критерий затупления $\delta_D=0,6$ мм, фрезеровании против подачи с охлаждением 10%-ной эмульсией.

152. Режимы резания при фрезеровании

Материал и условия	D мм	z	B мм	s ₂ мм/зуб	Глубина резания t в мм									Поправочные коэффициенты			
					2			3			4			K _Ф В	K _В	T мин.	K _T
					v	л	s _М *	v	л	s _М	v	л	s _М				
Фрезерование стали марки 2Х13 НВ4 4,2 мм торцовыми фрезами со спиральной подачей из стали Р18 с охлаждением	75	10	20	0,02	84	359	72	77	329	66	72	508	62	0,5	1,14	60	1,17
				0,05	79	337	168	72	307	153	68	289	145	1,0	1,0	90	1,6
				0,08	77	326	261	70	300	240	60	280	224	1,5	0,93	120	1,0
				0,10	76	321	321	69	294	264	65	276	276	2,0	0,88	180	0,92
				0,15	67	286	428	62	264	306	58	248	372	2,5	0,85	240	0,86
	0,20	62	261	528	57	243	487	54	229	458	—	—	300	0,82			
	50	10	30	0,02	80	283	57	73	259	52	69	243	49	—	—	—	—
				0,05	75	265	136	69	243	122	65	228	114	—	—	—	—
				0,08	73	257	205	67	235	188	62	220	176	—	—	—	—
				0,10	72	253	253	66	231	231	62	217	217	—	—	—	—
				0,15	64	225	338	58	206	309	55	194	391	—	—	—	—
	0,20	59	207	415	54	190	389	50	178	356	—	—	—	—			
	110	12	40	0,02	76	220	53	70	202	49	65	180	47	—	—	—	—
				0,05	71	207	124	65	189	112	61	178	107	—	—	—	—
				0,08	69	200	192	63	183	176	60	172	165	—	—	—	—
0,10				68	197	236	62	181	217	59	170	204	—	—	—	—	
0,15				61	176	317	56	161	219	53	152	274	—	—	—	—	
0,20	56	162	390	51	148	356	48	139	334	—	—	—	—				

Фрезерование стали марки ХФ180Т НВ4 4,4 мм дисковыми фрезерующими фрезами (дольными) из стали Р18 с охлаждением	60	20	0,03	30	139	95	25	133	80	22	117	70	0,25	1,15	30	1,45
			0,05	27	143	143	22	117	117	20	105	105	0,5	1,07	60	1,2
			0,10	22	117	234	18	96	191	16	85	170	1,0	1,0	90	1,08
	8	0,03	29	151	91	23	124	74	21	112	67	1,5	0,96	100	1,0	
			0,05	25	135	135	21	112	112	19	99	99	2,0	0,93	180	0,90
			0,10	21	109	213	17	90	180	15	81	162	—	—	240	0,83
	75	22	0,03	30	127	84	25	106	70	22	84	62	—	—	—	—
			0,05	27	115	127	22	94	103	20	81	92	—	—	—	—
			0,10	21	91	206	18	77	169	16	68	149	—	—	—	—
	12	0,03	29	123	81	24	102	67	21	91	69	—	—	—	—	
			0,05	25	109	119	21	90	99	19	81	83	—	—	—	—
			0,10	21	89	196	17	74	163	16	66	145	—	—	—	—
	10	0,03	31	108	78	25	89	64	23	80	57	—	—	—	—	
			0,05	25	91	109	21	74	89	19	67	81	—	—	—	—
			0,10	22	78	187	18	65	156	16	58	139	—	—	—	—
16	0,03	29	103	74	24	85	61	21	76	55	—	—	—	—		
		0,05	26	94	113	21	74	81	19	67	81	—	—	—	—	
		0,10	21	74	178	17	62	148	16	55	132	—	—	—	—	

* s₂ — в мм/мин.

Таблица размеров l в мм

Материал и условия	D мм	B мм	1			2			3			I мм	K Т			
			l	h	r	l	h	r	l	h	r					
Фрезерованные концевыми фрезами из стали P 8 с охлаждением	16	6	0,02	47	940	133	41	820	99	78	735	91	0,5	1,07	20	1,246
			0,04	44	879	210	38	777	181	35	700	168	1,0	1,0	40	1,084
			0,08	41	820	394	36	716	314	33	638	315	1,5	0,96	60	1,00
Фрезерованные сплошными фрезами из стали P 8 с охлаждением	30	6	0,12	39	789	760	34	680	490	31	625	450	2,0	0,93	90	0,92
			0,16	37	725	695	32	632	605	29	584	360	2,5	0,925	120	0,867
			0,20	35	685	625	30	600	720	28	550	300	3,0	0,925	180	0,800
Фрезерованные сплошными фрезами из стали P 8 с охлаждением	30	8	0,02	53	850	67	16	490	583	42	430	34	0,5	1,07	20	1,246
			0,04	49	820	125	43	466	110	40	420	101	1,0	1,0	40	1,084
			0,08	46	490	235	40	425	204	37	392	183	1,5	0,96	60	1,00
Фрезерованные сплошными фрезами из стали P 8 с охлаждением	30	8	0,12	44	406	337	38	405	294	35	375	270	2,0	0,93	90	0,92
			0,16	41	435	416	36	380	364	33	350	336	2,5	0,925	120	0,867
			0,20	39	410	402	34	360	472	31	330	295	3,0	0,925	180	0,800
Фрезерованные сплошными фрезами из стали P 8 с охлаждением	60	8	0,02	60	280	41	32	333	53	48	305	49	0,5	1,07	20	1,246
			0,04	56	327	114	49	310	99	45	285	92	1,0	1,0	40	1,084
			0,08	52	333	213	46	290	185	42	268	171	1,5	0,96	60	1,00
Фрезерованные сплошными фрезами из стали P 8 с охлаждением	60	8	0,12	50	318	305	44	278	297	40	254	244	2,0	0,93	90	0,92
			0,16	46	294	376	40	256	327	37	237	303	2,5	0,925	120	0,867
			0,20	44	278	415	38	242	358	35	224	257	3,0	0,925	180	0,800
Фрезерованные сплошными фрезами из стали P 18 с охлаждением	75	8	0,05	56	570	204	82	433	173	74	393	158	0,5	1,18	30	1,09
			0,08	91	485	319	77	410	282	70	374	238	0,5	1,07	60	1,07
			0,10	80	470	378	75	398	319	69	363	290	0,8	1,02	90	1,0
Фрезерованные сплошными фрезами из стали P 18 с охлаждением	75	8	0,15	86	453	545	72	382	406	66	343	416	1,0	1,0	120	0,94
			0,20	82	440	710	70	370	590	64	338	512	1,25	0,97	180	0,86
			0,25	82	317	695	69	280	562	62	263	530	1,5	0,96	240	0,81
Фрезерованные сплошными фрезами из стали P 18 с охлаждением	90	10	0,05	97	412	165	82	350	140	75	317	126	0,5	1,18	30	1,09
			0,08	92	392	250	78	330	210	71	300	192	0,5	1,07	60	1,07
			0,10	90	380	305	76	322	268	69	294	205	0,8	1,02	90	1,0
Фрезерованные сплошными фрезами из стали P 18 с охлаждением	90	10	0,15	96	317	517	73	310	370	66	282	398	1,0	1,0	120	0,94
			0,20	85	334	670	70	300	480	64	272	435	1,25	0,97	180	0,86
			0,25	82	317	695	69	280	562	62	263	530	1,5	0,96	240	0,81

Материал и условия	Глубина резания t в мм										Поправочные коэффициенты			
	D мм	Z мм	B мм	2		3		5		$\frac{K_B}{B}$	$\frac{K_{N_3}}{N_3}$	$\frac{T}{\text{мин}}$		
				v	$\pi \cdot N_3$	S_M	v	$\pi \cdot N_3$	S_M				v	$\pi \cdot N_3$
Фрезерование станин марки X1819T или 4,6 мм с охлаждением	0,02	50	21;0,4	42	46	183;0,5	39	41	172;0,8	34	0,5	1,13	0,56	
														0,05
	0,10	20	40	177;0,7	142	38	162;1,0	130	34	144;1,4	115	1,0	1,0	1,05
	0,20	32	138;0,9	271	32	29	185;1,1	203	28	121;1,7	182	1,5	0,98	1,4
	0,02	47	166;0,5	33	43	152;0,6	30	38	136;1,9	27	1,0	1,0	1,80	1,8
	0,08	30	139;0,8	111	35	123;1,1	98	32	114;1,7	91	0,93	0,93	2,00	0,88
0,15	53	116;1,0	174	30	107;1,3	161	27	95;2,0	143	2,5	0,85	2,1	0,89	
														0,20
0,02	45	129;0,6	31	41	119;0,8	29	37	106;1,1	26	0,86	0,86	3,00	3,00	
														0,05
0,08	38	109;1,0	105	34	99;1,4	95	31	89;2,1	85	1,10	1,2	4,0	4,0	
														0,10
0,15	31	91;1,2	164	29	83;1,7	149	26	74;2,5	133	0,20	0,20	1,8	1,8	
														0,20

Материал и условия	Глубина резания t в мм										Поправочные коэффициенты					
	D мм	Z мм	B мм	1		2		3		$\frac{K_B}{B}$	$\frac{K_{N_3}}{N_3}$	$\frac{T}{\text{мин}}$				
				v	$\pi \cdot N_3$	S_M	v	$\pi \cdot N_3$	S_M				v	$\pi \cdot N_3$	S_M	
Фрезерование станин марки X1819T или 4,6 мм с охлаждением	60	3	50	82;434	104	1,2	66;3,0	85	1,7	59;312	76	2;20;2	1,18	0,23	36	1,3
	0,10	34;290	230	1,6	44;230	187	2,4	39;208	156	8,1	30,8	1,02	0,81	93	1,0	
																0,15
	0,20	43;228	365	1,9	35;185	296	2,8	31;164	162	3,7	0,25	0,25	0,97	1,21	183	0,85
0,05	73;310	124	1,5	59;250	101	2,2	53;223	90	2,8	0,96	1,44	2;40;0,79				
Фрезерование станин марки X1819T или 4,6 мм с охлаждением	75	8	65	62;264	168	1,6	50;214	137	2,5	45;190	121	3,2	1,5	0,96	1,44	2;40;0,79
	0,15	50;176	266	2,3	41;144	216	3,8	36;127	149	4,8						
											0,20	45;163	308	2,1	37;156	250	3,1	33;139	222	4,0
	0,25	42;179	360	2,2	34;145	290	3,3	30;130	258	4,2						
0,05	73;248	124	1,8	59;210	105	2,8	52;184	92	3,6							
0,08	62;219	176	2,1	50;178	142	3,3	45;158	126	4,1							
0,10	57;200	202	2,2	46;165	165	3,4	41;146	146	4,3							
0,15	50;176	266	2,3	41;144	216	3,8	36;127	149	4,8							
0,20	45;160	320	2,6	37;130	260	4,0	33;116	232	5,2							
0,25	42;148	370	2,8	34;120	300	4,2	30;106	266	5,4							

Сверление

Режущие элементы спиральных сверл изготавливаются из стали Р18 с твердостью после термообработки HRC 61-65 при карбидной неоднородности не выше 3-го балла по ГОСТ 5952-51. Толщина сердечника сверла должна быть $(0,3-0,4)d$, угол наклона спирали 31-35°, обратная конусность 0,1-0,15 мм на 100 мм длины; сверление производится с охлаждением 10%-ной эмульсией; критерием затупления (δ_3) принят износ по задней поверхности на периферии.

153. Критерий затупления при сверлении

Диаметр сверла d в мм	3-5	5-10	10-15	15-20
Критерий затупления δ_3 в мм	0,35	0,45	0,5	0,6
Период стойкости T в мин.	6	8	12	15
Поддача на оборот s в мм/об	0,05-0,10	0,10-0,15	0,15-0,20	

Скорость резания при сверлении определяется по формуле

$$v = \frac{C_v d^{2m}}{T^{0,3} s^{0,5}} \text{ м/мин.}$$

Обрабатываемый материал	C_v	m	γ_D	τ_D	Примечание
X17H2	2,8	0,27	0,7	0,34	Для случаев сверления сквозных отверстий длиной, равной двум диаметрам сверла
20Х3МВФ	3,2	0,33	0,48	0,37	
1Х18Н9Т	1,46	0,23	0,88	0,45	
ЭИ481	1,7	0,25	0,9	0,28	

Продолжение

Обрабатываемый материал	C_v	m	γ_D	τ_D	Примечание
ЭИ1651	0,98	0,36	0,91	0,38	Для случаев сверления сквозных отверстий длиной, равной двум диаметрам сверла
X20H80T	0,85	0,26	0,9	0,56	
ЭИ437А	0,64	0,17	0,71	0,49	
ЭИ437В	0,53	0,2	0,91	0,37	
ЭИ602	2,32	0,36	0,43	0,49	
ЭИ617	0,44	0,22	0,76	0,48	

154. Значения коэффициентов относительной обрабатываемости при сверлении

Параметр	Обрабатываемый материал				
	20Х3МВФ	1Х18Н9Т	X17H2	ЭИ481	ЭИ1651
v_c , м/мин	11,5	12	11	12,2	7,2
K_v	1,21	1	0,92	1,03	0,6

Продолжение

Параметр	Обрабатываемый материал				
	X20H80T	ЭИ437А	ЭИ437В	ЭИ602	ЭИ617
v_c , м/мин	10,1	5,5	5,1	7,8	3,5
K_v	0,85	0,46	0,42	0,65	0,29

Коэффициенты обрабатываемости установлены при диаметре сверла $d=8,5$ мм, подаче $s=0,11$ мм/об, стойкости $T=10$ мин., критерии затупления $\delta_3=0,5$ мм для работы с охлаждением 10%-ной эмульсией.

155. Режимы резания при сверлении спиральными

Обрабатываемый материал (марка)	Диаметр сверла мм		3		5			
	Период стойкости мин.		6					
	Режим		v	a	s_M	v	a	s_M
1X18719T HВd 4,5 мм	Подача мм/об 0,05 0,10 0,15 0,20	23	2140	107	29	1850	93	
		12	1290	129	15	960	96	
		—	—	—	—	—	—	
$T_{факт}/T_{норм}$		0,5			1,0			
$K_v - K_a - K_{s_M}$		1,173			1,0			
X17112 HВd 3,3 мм	Подача мм/об 0,05 0,10 0,15 0,20	20	2140	107	22	1420	71	
		12	1280	128	13	830	83	
		—	—	—	—	—	—	
$T_{факт}/T_{норм}$		0,5			1,0			
$K_v - K_a - K_{s_M}$		1,21			1,0			
ЭИ481 HВd 3,6 мм	Подача мм/об 0,05 0,10 0,15 0,20	21	2200	110	26	1680	81	
		11	1170	120	14	900	50	
		—	—	—	—	—	—	
$T_{факт}/T_{норм}$		0,5			1,0			
$K_v - K_a - K_{s_M}$		1,19			1,0			
ЭИ654 HВd 4,2 мм	Подача мм/об 0,05 0,10 0,15 0,20	12	1300	63	14	900	45	
		6,2	660	66	7,6	485	49	
		—	—	—	—	—	—	
$T_{факт}/T_{норм}$		0,5			1,0			
$K_v - K_a - K_{s_M}$		1,22			1,0			
20ХВМВФ HВd 3,6 мм	Подача мм/об 0,05 0,10 0,15 0,20	14	1490	75	19	1210	61	
		10	1650	11	14	900	90	
		—	—	—	—	—	—	
$T_{факт}/T_{норм}$		0,5			1,0			
$K_v - K_a - K_{s_M}$		1,26			1,0			

сверлами из стали P18 с охлаждением

		8		10			15			20			
		8						12			15		
v	a	s_M	v	a	s_M	v	a	s_M	v	a	s_M		
33	1280	63	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
17	675	67	19	190	60	14	300	30	23	260	36		
12	480	72	14	4,0	67	10	212	32	16	265	38		
—	—	—	11	350	70	8	170	34	13	205	41		
		1,5			2,0			3,0			5,0		
		0,92			0,852			0,74			0,691		
26	1040	62	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
16	640	61	18	570	57	18	280	38	23	370	37		
12	485	73	13	415	63	14	295	44	18	285	43		
—	—	—	11	350	70	11	235	46	15	240	48		
		1,5			2,0			3,0			5,0		
		0,90			0,85			0,74			0,65		
27	1070	54	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
14	560	56	15	480	48	16	340	34	16	255	26		
10	400	60	11	350	53	11	235	35	11	171	26		
—	—	—	8,3	265	53	8,4	178	36	8,8	140	28		
		1,5			2,0			3,0			5,0		
		0,91			0,81			0,76			0,62		
16	640	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
8,2	325	33	8,9	285	29	9,0	192	19	9,2	147	15		
5,8	230	35	6,2	198	30	6,3	134	20	6,5	103	16		
—	—	—	4,9	156	32	5,0	107	21	5,1	83	17		
		1,5			2,0			3,0			5,0		
		0,84			0,82			0,71			0,63		
23	920	46	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
16	640	64	18	380	58	20	425	43	21	335	34		
13	520	78	15	480	72	13	310	51	17	270	41		
—	—	—	13	415	83	14	295	59	15	240	48		
		1,5			2,0			3,0			5,0		
		0,88			0,76			0,67			0,59		

Обрабаты- ваемый материал (марка)	Диаметр сверла мм		3			5		
	Период стойкости мин.		6					
	Режим		v	a	S_M	v	a	S_M
Э0180Г НВд 4,4 мм	Подача мм/об	0,05	15	1600	80	19	1220	61
		0,10	7,8	850	83	10	6,0	61
		0,15	—	—	—	—	—	—
		0,20	—	—	—	—	—	—
	$T_{факт} T_{норм}$	0,5			1,0			
$K_v - K_n - K_{S_M}$	1,20			1,0				
ЭН437А НВд 3,5 мм	Подача мм/об	0,05	6,8	720	36	8,7	550	28
		0,10	4,1	457	44	5,3	340	34
		0,15	—	—	—	—	—	—
		0,20	—	—	—	—	—	—
	$T_{факт} T_{норм}$	0,5			1,0			
$K_v - K_n - K_{S_M}$	1,13			1,0				
ЭН437Б НВд 3,5 мм	Подача мм/об	0,05	8,5	900	45	10	600	32
		0,10	4,5	480	48	5,4	315	35
		0,15	—	—	—	—	—	—
		0,20	—	—	—	—	—	—
	$T_{факт} T_{норм}$	0,5			1,0			
$K_v - K_n - K_{S_M}$	1,15			1,0				
ЭН602 НВд 4,3 мм	Подача мм/об	0,05	7,6	800	40	9,6	610	31
		0,10	5,7	610	61	7,3	470	47
		0,15	—	—	—	—	—	—
		0,20	—	—	—	—	—	—
	$T_{факт} T_{норм}$	0,5			1,0			
$K_v - K_n - K_{S_M}$	1,28			1,0				
ЭН517 НВд 3,5 мм	Подача мм/об	0,05	5,0	530	27	6,5	415	21
		0,10	2,9	310	31	3,7	235	24
		0,15	—	—	—	—	—	—
		0,20	—	—	—	—	—	—
	$T_{факт} T_{норм}$	0,5			1,0			
$K_v - K_n - K_{S_M}$	1,17			1,0				

— 51 —

93 2

Продолжение

		8			10			15			20			
		8						12			15			
		v	a	S_M										
8,8	—	24	350	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		12	475	43	11	370	45	10	340	34	17	370	27	
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		1,5			2,0			3,0			5,0			
		0,90			0,81			0,76			0,66			
9,3	—	370	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		5,7	228	23	6,3	200	20	8,0	170	17	9,5	152	16	
		4,3	172	26	4,8	154	23	6,1	130	20	7,1	114	17	
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		1,5			2,0			3,0			5,0			
		0,93			0,89			0,85			0,74			
12	—	480	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		6	240	24	6,6	210	21	6,7	142	14	7,3	116	12	
		4,3	173	26	4,7	150	23	4,8	101	15	5,2	83	12	
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		1,5			2,0			3,0			5,0			
		0,92			0,86			0,80			0,74			
8,3	—	435	34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		7,0	290	42	7,9	250	38	8,2	174	26	8,8	140	21	
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		1,5			2,0			3,0			5,0			
		0,87			0,78			0,67			0,56			
7,7	—	510	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		4,4	178	18	4,4	140	14	5,1	115	12	5,9	94	9	
		5,2	128	19	3,6	115	17	4,0	84	15	4,3	69	10	
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		1,5			2,0			3,0			5,0			
		0,90			0,86			0,83			0,70			

Нарезание внутренней резьбы метчиками

Рабочая часть метчиков изготавливается из быстрорежущей стали P18 или P9Ф5 с карбидной неоднородностью не выше 2-го балла по ГОСТ 5952—51. После термообработки твердость рабочей части должна быть HRC 61÷63, а хвостовика HRC 45÷50.

156. Рекомендации по выбору расположения зубьев метчиков и диаметров отверстий под резьбу при нарезании в сквозные отверстия

Длина резьбы	Расположение зубьев метчика	$d \times s$ резьбы мм	\varnothing отверстий под резьбу мм
До 1,5 d	Обычное	6 × 1,0	5,0
		8 × 1,25	6,7
Свыше 1,5 d	Шахматное	10 × 1,5	8,4
		12 × 1,5	10,4
Независимо от длины	Шахматное	14 × 1,5	12,4

При нарезании резьбы в упор и для глухих отверстий шахматное расположение зубьев рекомендуется только на калибрующей части, когда длина резьбы более 1,5 d .

Рекомендации распространяются на резьбу диаметром от 5 до 30 мм 2-го класса точности; отверстия под резьбу готовят сверлением с чистой поверхностью не менее $\nabla 5$ по ГОСТ 2789—59, на верхнем пределе внутреннего диаметра резьбы с сокращением допуска до 0,1 мм. Износ сверл δ_s не должен превышать 0,6 мм, за исходное принимают $\delta_s = 0,3$ мм.

Применение смазочно-охлаждающей жидкости обязательно.

Скорость резания при нарезании резьбы метчиками может быть определена по формуле

$$v = \frac{C_v d^m v^p}{T^n s^y v^o},$$

где d — диаметр метчика в мм;
 s — шаг резьбы в мм;
 T — период стойкости в мин.

157. Значения коэффициентов, приведенных в формулах

Обработываемый материал	C_v	m	γ_p	γ_v	Поправочные коэффициенты		
					T мин.	K_v для	
						стали	сплав
Сталь X17H2	12,3	0,60					
— 20ХЗМВФ	12,2	0,60					
Сплав X20H80T	2,44	0,65	0,68	0,5	5	2,45	1,48
— ЭИ437А	2,44	0,65			10	1,58	1,0
— ЭИ437Б	2,44	0,65			15	1,21	0,77
					20	1,0	0,63
					25	0,86	0,54
Применение стали P9Ф5 повышает стойкость метчиков в 2 раза, а скорость резания при одинаковой стойкости — в 1,8 раза					30	0,76	0,48

158. Режимы резания при нарезании внутренней резьбы метчиками из стали P18 в сквозных отверстиях с применением охлаждения

Размеры резьбы мм		Обработываемый материал							
		X17H2		20ХЗМВФ		X20H80T		ЭИ435	
d	s	v	n	v	n	v	n	v	n
5	0,8	8	508	5,1	333	1,6	101		
6	1,0	9	177	6,0	3,8	1,9	100		
8	1,0	10,4	115	6,9	275	2,3	91		
	1,25	9,3	360	6,2	217	2,0	83		
10	1,0	12,2	358	8,1	238	2,6	82		
	1,5	10,0	293	6,7	196	2,1	67		
12	1,0	13,8	367	9,2	244	3,0	80		
	1,5	11,3	309	7,6	202	2,4	64		

Те же, что и для X20H80T

d	s	v	n	v	n	v	n	v	n	Обработка вращением	
										X17H2	20XHM19F	X0M190T	311405
14	1,0	15,2	345	10,2	282	3,3	75				
	1,5	12,5	284	8,4	191	2,7	61				
16	1,0	16,7	333	11,2	223	3,5	69				
	1,5	13,7	272	9,2	185	2,9	58				
18	1,0	18,2	322	12,4	219	3,9	69				
	1,5	14,9	263	10,0	176	3,2	57				
20	1,0	19,5	310	13,1	208	4,2	67				
	1,5	16,0	235	10,7	171	3,4	54				
22	1,0	20,8	305	14,0	204	4,5	65				То же, что и для X0M190T
	1,5	17,1	251	11,5	167	3,7	53				
24	1,0	22,1	294	14,8	197	4,8	64				
	1,5	18,1	240	12,2	170	3,9	52				
27	1,0	24,9	294	16,7	197	5,2	61				
	1,5	19,6	231	13,1	155	4,2	50				
30	1,0	26,1	277	17,5	165	5,5	58				
	1,5	21,4	227	14,3	152	4,5	48				

Шлифование сплавов

Типовые режимы

Марка сплава	Характеристика шлифовального круга	Режим шлифования				Охлаждающая жидкость	v _н /v _с в % Углуб- ления показат. в
		скорость, м/с v _н	глубина шлифовки, мм v _с	длина шлифовки, мм v _д	ширина шлифовки, мм v _ш		
ЭИ617	98380СМ2-С2К5-6 (монокорунд) или ЭБ80СМ2-С2К5-6	Наибольшая	10—12	0,02	(0,2 : 0,3)В*	0,25%-ный водный раствор нитрата натрия + (0,25 : 0,3)% ОИ-10 (по ГОСТ 3654—53)+0,5% триэтирий фосфата	50
ЖС6	9880СМ1-С1К5-6 или ЭБ80СМ1-С1К5-6	-	10—12	0,02	(0,2 : 0,3)В	10%-ный водный раствор нитрата натрия — (0,25—0,3)% смазочного материала ИБ (по ГОСТ 6867—54)	50
ВТ-2	К380СМ1-СМ2К5-6	-	10—12	0,02	(0,2 : 0,5)В		30

* В — ширина полосы для шлифования.

XII. СВАРКА

159. Классификация свариваемости материалов
(из рекомендаций ЦИАТ 1959 г.)

Условные обозначения: X — хорошая, У — удовлетворительная, НУ — неудовлетворительная, (—) — данные отсутствуют.

Марка материала	Вид полуфабриката	Вид сварки										
		ТАС (контактная точечная)	КРС (контактная рельефная)	РАС (контактная роликовая)	КСС (контактная стыковая)	ДЭС (ручная дуговая)	ПАДЭС (полуавтоматическая и автоматическая дуговая сварка под флюсом)	АДЭС (полуавтоматическая и автоматическая дуговая сварка)	АРАДЭС (аргонодуговая точечная)	АУДЭС (автоматическая и полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа)	АВС (автоматическая дуговая)	КАС (газопламенная)
Стали												
10кп	Лист	X	X	X	X	X	X	У	У	X	X	X
Сталь 20	Лист, профиль, поковка	X	X	X	X	X	X	У	У	X	X	X
10Г2А	Лист, профиль	X	X	X	X	X	X	У	У	X	X	У
12Г2А	То же	У	—	У	X	X	X	У	У	X	X	У
25ХГСА	Лист, профиль, поковка	У	—	У	X	X	X	У	У	X	X	У
30ХГСА	То же	—	—	—	У	У	У	У	У	—	—	У
30ХГСА	Лист, поковка	—	—	—	У	У	У	У	У	—	—	У
30ХГСА	Литье	X	X	X	X	X	X	У	У	X	X	У
1Х18Н9Т	Лист, профиль, поковка	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	—
ЭИ435		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	—
ЭИ654		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	—

ЭИ659	Лист	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ЭИ268	Лист, поковка	X	—	X	X	X	X	X	X	—	—	У
(X17H2)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ЭИ696	Лист, поковка	У	—	У	У	У	У	У	У	—	—	—
ЭИ696А	То же	У	—	У	У	У	У	У	У	—	—	—
ЭИ417	Лист	У	—	У	У	У	У	У	У	—	—	—
(X25H18)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ЭИ602		X	—	X	У	—	—	X	У	—	—	—
ЭИ652		X	—	X	У	—	—	X	У	—	—	—
ЭИ703		X	—	X	У	—	—	X	У	—	—	У
ЭИ712		X	—	X	У	—	—	X	У	—	—	—
СН2		X	—	X	У	—	—	X	У	—	—	—
12Х5МА	Лист, профиль	У	—	У	—	X	—	X	У	—	—	У
ВЖ98	Лист	X	—	У	—	—	—	X	У	—	—	—
Легкие сплавы												
АМцМА	Лист	X	—	X	X	У	У	X	У	У	У	X
АМцАП		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
АМгАМ		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
АМгАП		У	—	У	X	У	У	У	У	У	У	У
АМг3АМ		X	—	X	X	У	У	X	У	У	У	У
АМг6В		X	—	X	X	У	У	X	У	У	У	У
АМг6Т	Лист, профиль	X	—	X	X	У	У	X	У	У	У	У
В95АТ	То же	X	—	У	У	У	У	У	У	У	У	У
Д16АТ		X	—	У	У	У	У	У	У	У	У	У
Д30		X	—	У	У	У	У	У	У	У	У	У
Титановые сплавы												
ВТ1Д	Лист, профиль	X	—	X	X	У	У	X	—	У	У	У
ВТ5, ВТ6	Лист, поковка	X	—	X	X	У	У	X	—	У	У	У
ИМП-1	Лист	У	—	У	—	У	У	У	—	У	У	У

Хорошая свариваемость: прочность соединения составляет не менее 0,9 прочности основного металла. Сварные швы не имеют дефектов.

Удовлетворительная свариваемость: прочность соединения составляет не менее 0,75 прочности основного металла. В сварном шве возникают незначительные внутренние дефекты.

Контактная точечная сварка (ТЭС)

160. Машины для контактной точечной сварки

мм

Тип точечной сварочной машины	Максимальная толщина свариваемых деталей		Полезный вылет консолей	Краткая характеристика сварочной машины	
	из конструктивных и нержавеющих сталей, жаропрочных сплавов и титана	из легких сплавов			
		типа Д16			типа АМц
МТП-75Р	2,0+2,0			600	С развальным ходом верхнего электрода
МТП-75	2,0+2,0	0,6+0,6	0,6+0,6	500	С прямолинейным ходом верхнего электрода
МТП-100	3,0+3,0	0,8+0,8	1,0+1,0	500	
МТП-150	4,0+4,0	1,0+1,0	1,5+1,5	550	
МТП-200	5,0+5,0	1,2+1,2	2,0+2,0	550	
МТП-300	6,0+6,0	1,5+1,5	3,0+3,0	550	
МТП-150/1200	2,5+2,5	—	—	1200	
МТП-300/1200	3,5+3,5	—	—	1200	
МТИМ-200	—	1,5+1,5	1,5+1,5	1075	
МТИП-300-2	4+4	2,5+2,5	2,5+2,5	1200	
МТИП-450	5+5	3+3	3+3	1250	
МТИП-600 (МТПС-600)	6+6	4+4	4+4	1300	
МТИП-060	—	6+6	7+7	1500	
МТПР-500/3100	2,5+2,5			3100		Для сварки крупногабаритных изделий
МТПР-600/1200	3,0+3,0	1,2+1,2	1,5+1,5	1200	С развальным ходом верхнего электрода
МТПГ-75 (клевци) МТПГ-150 (клевци) МТПГ-250.8/0	2,0+2,0 4,0+4,0 2,5+2,5			40—125 140—250 800	Подвесные передвижные машины
МТПГ-2 /50,2500 (скоба)	2,0+2,0			2500	Подвесная передвижная машина для двухточечной сварки крупногабаритных изделий
МДТП-75	3,0+3,0			500	Для двухточечной сварки

Способ сварки	Область и условия применения
Двусторонняя односточечная сварка на стационарных машинах	<p>1. Для сварки сталей, жаропрочных сплавов, легких или медных сплавов при равной или неравной толщине свариваемых деталей</p> <p>2. Для сварки узлов, конструкция и габариты которых допускают подход обоих электродов к месту сварки. Длина детали L должна быть меньше или равна длине вылета $L_{выл}$</p>
Двусторонняя односточечная сварка на переносных машинах (сварочных клещах)	<p>1. Для сварки сталей или жаропрочных сплавов при равной или неравной толщине свариваемых деталей</p> <p>2. Для сварки узлов, конструкция которых допускает подход обоих электродов к месту сварки</p> <p>3. Для сварки узлов, габариты которых не допускают применений стационарных машин, но допускают применение переносных сварочных машин (клещей)</p>
Двусторонняя двухточечная сварка с применением медной оправки	<p>1. Для сварки сталей или жаропрочных сплавов при равной или неравной толщине свариваемых деталей; при неравной толщине условная сварка благоприятнее, когда более толстая деталь находится со стороны медной оправки</p> <p>2. Для сварки узлов, ширина которых допускает использование сварочных машин</p> <p>3. Для сварки узлов, конструкция которых допускает применение оправки с $h > 10\delta$ (здесь δ — толщина детали, прилегающей к оправке, h — высота)</p>
Односторонняя двухточечная сварка с применением встречных электродов	<p>Для сварки крупногабаритных узлов из сталей или жаропрочных сплавов при равной или неравной толщине деталей; со стороны более толстой детали следует применить электрод с большей контактной поверхностью</p>

Способ сварки	Область и условия применения
Односторонняя двухточечная сварка с применением гладкой медной подкладки на жесткой опоре	<p>1. Для сварки крупногабаритных узлов из сталей или жаропрочных сплавов при равной или неравной толщине деталей</p> <p>2. Условия сварки благоприятнее, если деталь, прилегающая к подкладке, толще другой соединяемой детали</p> <p>3. Для сварки узлов, когда на внешней стороне листа должна быть гладкая поверхность</p>
Двусторонняя односточечная сварка с применением медной подкладки (передачу тока и завязки к электроду можно производить через промежуточный ролик)	<p>Для сварки открытых крупногабаритных узлов из стали или жаропрочных сплавов при равной или неравной толщине деталей; при неравной толщине условия сварки благоприятнее, если более толстая деталь прилегает к медной подкладке</p>
Односторонняя односточечная сварка без применения медной подкладки	<p>1. Для сварки замкнутых пространственных узлов из стали или жаропрочных сплавов, если доступ к местам сварки с внутренней стороны затруднен или невозможен</p> <p>2. Для сварки деталей неравной толщины, когда деталь, прилегающая к электроду, толще другой соединяемой детали</p> <p>3. Для сварки конструкций, обладающих жесткостью, достаточной для передачи давления электродов, и на поверхности которых допустима повышенная глубина вмятины от электродов (до 30% от толщины детали)</p>
Двусторонняя двухточечная сварка с применением двух пар встречных электродов	<p>Для сварки крупногабаритных узлов из сталей или жаропрочных сплавов при равной или неравной толщине деталей</p>

Роликовая электросварка (РЭС)

164. Общие рекомендации по применению роликовой сварки

Краткая характеристика способа сварки	Область применения и основные рекомендации
Двусторонняя (обычная) роликовая сварка	<p>1. Для прочно-плотной или неплотной (прерывистой) сварки сталей, жаропрочных, легких и медных сплавов при равной или неравной толщине свариваемых деталей</p> <p>2. Для сварки узлов, габариты и конструкция которых допускают подпод электродов-роликков к месту сварки при продольном или поперечном расположении роликов</p>
Односторонняя роликовая сварка с применением медной подкладки	<p>1. Для прочно-плотной или неплотной (прерывистой) сварки сталей или жаропрочных сплавов при равной и неравной толщине свариваемых деталей. При значительной разнице в толщине деталей более тонкая деталь должна соприкасаться с электродом-роликом</p> <p>2. Для сварки узлов, габариты и конструкция которых не позволяют использовать обычные сварочные машины</p>

165. Машины для роликовой сварки

мм

Тип роликовой сварочной машины	Максимальная толщина деталей из сталей и титана	Полезная вылет коб-соли	Краткая характеристика сварочной машины
МШП-100 МШП-160	1,5+1,5 2,0+2,0	800 800	Машины выпускаются двух видов — для сварки продольных и поперечных швов
МШПР-300/1200	2,5+2,5	1200	Универсальная для сварки продольных и поперечных швов

Продолжение

Тип роликовой сварочной машины	Максимальная толщина деталей из сталей и титана	Полезная вылет коб-соли	Краткая характеристика сварочной машины
МШП-500/3000	2,5+2,5	3000	Для сварки поперечных швов крупногабаритных изделий. Машина имеет дополнительный подъем нижнего ролика для обхода жесткостей (шпангоута, червяка)
МШШПФ-160	2,0+2,0	670	Для приварки фланцев диаметром от 30 до 100 мм к листам или обечайкам диаметром не менее 220 мм
МШИР-800	2,0+2,0	1200	Только для сварки поперечных швов
МШШИ-400-2 МШШИ-1000	3,0+3,0 4,0+4,0	1250 1500	Универсальные для сварки продольных и поперечных швов

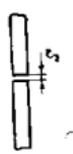
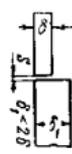
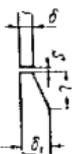
Сварка плавлением

Вид сварки	Область применения
Ручная дуговая металлургическим электродом (ДЭС)	Для сварки деталей толщиной от 1,2 мм и выше из сталей или жаропрочных сплавов, имеющих короткие швы, или при сложной форме узла, неудобной для автоматической сварки. Качество сварных швов зависит от типа применяемых электродов
Автоматическая дуговая под флюсом (АДФС)	Для сварки стыковых, тавровых, угловых и замковых соединений деталей толщиной 1,5 мм и выше из сталей и жаропрочных сплавов, имеющих призматические швы значительной протяженности (более 100 мм) или кольцевые швы при диаметре контура более 90 мм. Для сварки титана при толщине деталей более 3 мм

Вид сварки	Область применения
Автоматическая дуговая под флюсом (АДЭС)	Автоматическая сварка под флюсом— прогрессивный технологический процесс, позволяющий получать швы с планными переходами к основному металлу при высокой герметичности и прочности
Ручная аргоно-дуговая (АрДЭС)	Для сварки прочно-плотных швов деталей из титана и легких сплавов и тонкостенных конструкций из нержавеющей сталей и жаропрочных сплавов при сложной форме шва, неудобной для автоматической сварки
Автоматическая аргоно-дуговая электродами неплавящимся электродом (ААрДЭС)	Можно выполнять без присадки и с присадкой Сварка без присадки— для стыковых швов при изготовлении элементов изделий и заготовок толщиной 0,8—2,0 мм с прямолинейными и кольцевыми швами из легированных, нержавеющей и жаропрочных сталей и сплавов, а также из титана и его сплавов; при этом требуется весьма тщательная подготовка свариваемых кромок Сварка с присадкой— для стыковых, тавровых и угловых соединений деталей толщиной 1,5 мм и более из легких сплавов, деталей толщиной 1,0 мм и более из титана и его сплавов и деталей толщиной 0,8 мм и более из нержавеющей, жаропрочных, легированных сталей и сплавов
Автоматическая аргоно-дуговая плавящимся электродом в аргоне (ААрДЭС) и автоматическая дуговая в углекислом газе (АУДЭС)	Сварка в аргоне (ААрДЭС)— для соединения деталей толщиной более 0,8 мм из нержавеющей, жаропрочных и других высоколегированных сталей и сплавов и из алюминиевых сплавов при толщине деталей более 4 мм. Сварка в углекислом газе (АУДЭС)— для соединения деталей толщиной от 0,8 мм и выше из малоуглеродистых, низколегированных или нержавеющей сталей, не стабилизированных титаном
Полуавтоматическая аргоно-дуговая (ПАрДЭС) и полуавтоматическая дуговая в углекислом газе (ПУДЭС)	Сварка в аргоне или углекислом газе— вместо автоматических способов (см. выше) в случаях, когда свариваемые изделия имеют короткие или криволинейные швы или швы, расположенные в труднодоступных местах, где автоматическая сварка невозможна или неэкономична

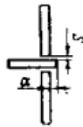
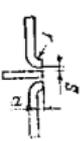
Вид сварки	Область применения
Атомно-водородная (АВС)	Можно применять для соединения деталей толщиной 1,0—6 мм из низколегированных и легированных сталей и изделий, имеющих короткие швы, расположенные в местах, доступных для подхода с атомно-водородной горелкой
Ацетилено-кислородная (КАС)	Для деталей из малоуглеродистых, низколегированных и легированных сталей и сплавов преимущественно при толщине деталей 0,5—1,5 мм, а также из легких и легки сплавов при толщине 0,5—3 мм К недостаткам КАС следует отнести сложность автоматизации, малую прочность соединений, большую зону разогрева металла, а также необходимость применения различных флюсов Для соединений внахлестку КАС не рекомендуется
Автоматическая электрошлаковая (АШЭС)	Для соединения деталей толщиной более 30 мм и для сварки деталей с площадью сечения сварного стыка более 900 см ² АШЭС следует применять в том случае, если мощность имеющихся контактных стыковых машин недостаточна для сварки деталей методом контактной стыковой сварки (КСС)
Аргоно-дуговая точечная (АрДТЭС)	Для прихватки и сварки соединений деталей внахлестку из малоуглеродистых, низколегированных и нержавеющей сталей при толщине одной детали 0,3—1,5 мм и более толстой другой детали. Более тонкую деталь в сварном изделии следует располагать со стороны, доступной для подхода с атомно-водородной горелкой Данный вид сварки применяется в случае невозможности применения контактной точечной сварки

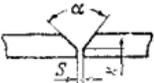
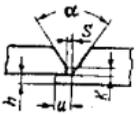
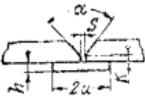
106. Форма и размеры

Вид соединения	Форма детали нормок под сварку	Толщина мм	Различия в	
			АлрДЭС без присадки	АлрДЭС с присадкой ЛУДЭС, АрДЭС
В стык	 Зем. 1	0,6-0,8	0-0,2	0-0,3
		1,0-2,0	0-0,3	0-0,5
		2,0-3,0	0-0,3	0-0,5
	 Зем. 2	0,8-2,0	0-0,3	-
	 Зем. 3	0,6-1,0 1,0-2,0 2,0-3,0 2,0-4,0	0-0,2 0-0,3 0-0,3 -	0-0,3 0-0,5 0-0,5 -
В стык с подкладкой	 Зем. 4	0,8-1,0 1,0-2,0 2,0-3,0 2,0-4,0	- - - -	0-0,5 0-0,8 0-0,8 -

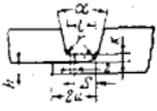
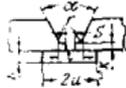
Детали кромок

АДЭС	ЛЭ:	а	н	к	д	f	r	группы	
								группы ручн.сварк	группы автоматич.сварк
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	0,5-1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
-	0,7-1,2	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5-1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	0,5-1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
-	0,7-1,2	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5-1,0	-	5-8	0,8-1,0	-	-	-	-	-	-
-	0,5-1,0	8-10	1,0-1,5	-	-	-	-	-	-
-	0,7-1,2	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5-1,0	-	8-10	1,5-3,0	-	-	-	-	-	-

Вид соединения	Форма разделки кромок под сварку	Толщина мм	Величина за		АДЭС	ЛЭС	a	n	h	k	l	r	a		
			ААрдЭС без присадки	ААрдЭС с присадкой, АДЭС, АрДЭС									Табл.	при ручной сварке	
В стык с отбортовкой	 Зак. 5	0,5—1,0	—	—	—	—	2	—	—	—	—	1	—	—	
		1,0—2,0	0—0,5	0—0,5*	—	—	—	3	—	—	—	—	1,5	—	—
		2,0—2,5	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	2,5	—	—
	 Зак. 6	0,5—1,0	—	—	—	—	—	2	—	—	—	1	—	—	
		1,0—2,0	0—0,5	0—0,5*	—	—	—	3	—	—	—	—	1,5	—	—
		2,0—2,5	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	2,5	—	—
Т-образное	 Зак. 7	0,8—1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		1,0—2,0	0—0,5	0—0,5*	—	—	—	3	—	—	—	1	—	—	—
	 Зак. 8	0,8—1,0	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	
		1,0—1,5	0—0,5	0—0,5*	—	—	3	—	—	—	—	1,5	—	—	

Вид соединения	Форма разделки кромок под сварку	Толщина мм	Величина за	
			ААрДЭС без присадки	ААрДЭС с присадкой, АУДЭС, АрДЭС
В стык	 Эск. 9	3-12	—	0,5-1,0
В стык с подкладкой	 Эск. 10	5-12	—	0,5-1,0
	 Эск. 11	5-12	—	0,5-1,0
Внахлестку	 Эск. 12	0,8-2,0 2,0-10,0	0-0,5	с 0,8

зона S в мм		a	u	h	h	l	r	α град.	
АДЭС	ДЭС	мм						при ручной сварке	при авто-матиче-ской сварке
1,0-2,0	1,0-2,0	—	—	—	1,5-2	—	—	65-80	50-60
1,0-2,0	1,0-2,0	—	5-8	2-4	1,5-2	—	—	60-90	30-60
1,0-2,0	2,0-3,0	—	8-12	2-5	1,5-2	—	—	65-80	50-60
0-1,0	—	—	—	10-12 12-20	—	—	—	—	—

Вид соединения	Форма разделки кромок под сварку	Толщина мм	Величина за	
			АДЭС без присадки	АДЭС с присадкой, АДЭС, АДЭС
В стык с замком	 Эск. 13	12-25	-	-
В стык с подкладкой	 Эск. 14	12-25	-	-
Угловые	 Эск. 15	0,8-1,5 1,5-3,0	0-0,5 0-0,8	

Зора S в мм		a	a	b	k	l	r	α	
АДЭС	ДЭС	мм						град.	
								при ручной сварке	при автоматической сварке
5-7	-	-	7-10	3-5	0,8-1,0	7-9	6-10	-	30-50
3-4	-	-	10-15	3-5	0,8-1,0	7-9	4-6	-	30-50

Вид соединения	Форма разделки кромок под сварку	Толщина мм	Величина за	
			АДЭС без присадки	АДЭС с присадкой, АУДЭС, АрДЭС
Угловые	 Эск. 16	3—12	—	0—0,8
Тавровые	 Эск. 17	0,8—1,5 1,5—3,0	—	0—0,5 0—0,8
	 Эск. 18	4—12	—	0—0,8

Примечания. 1. К эск. 4, 11 и 14: остающиеся подкладки изготавливают из основного металла, кроме узлов из стали 30ХГСНА, в которых применяются подкладки из стали 20.

2. Для конструкций из сплавов на основе титана рекомендуется применять типы соединений, показанные на эск. 1, 3, 4, 9, 10, 11 и 16; при этом конструкция деталей должна допускать возможность создания при сварке газовой защиты обратной стороны шва.

3. К эск. 4 и 11: для алюминиевых сплавов в подкладке следует делать канавку размером $0,8 \times 5$ мм.

зона δ в мм		a	a	h	b	l	r	α	
АДЭС	ДЭС	мм						град.	
								при ручной сварке	при автоматической сварке
0—1,0	0—1,0	—	—	—	—	—	—	—	—
—	0,5—1,0	—	—	—	—	—	—	—	—
—	0,5—1,0	—	—	—	1,5	2,0	—	50—60	40—50

4. Соединения, показанные на эск. 13 и 14, рекомендуются для АДЭС только кольцевых швов, на эск. 9, 10 и 11 — для АДЭС прямых и криволинейных швов.

5. Соединения, показанные на эск. 6 и 8, рекомендуются для деталей толщиной до 1,2 мм из алюминиевых сплавов.

6. Соединение, показанное на эск. 6 пунктиром, рекомендуется только в тех случаях, когда необходимо повысить жесткость деталей, собираемых под сварку.

Прочность сварных соединений

167. Коэффициент статической прочности соединений, выполненных контактной роликовой сваркой

Марка материала	Коэффициент прочности при статическом разрыве K^*	Марка материала	Коэффициент прочности при статическом разрыве K^*
10Г2А 12Г2А 1Х18Н9Т, ЭИ654, ЭИ435, тиган	0,83	АМцАП	0,7
АМцАМ АМгАМ АМгЗАМ АМг6Т АМг5В	0,9	Д16Т В95Т	0,5
		30ХГСА ($\sigma_B=90 \text{ кг/мм}^2$) 25ХГСА То же ЭИ659	0,6

* Коэффициент K равен отношению пределов прочности сварного соединения и основного металла.

168. Минимальные значения разрушающей нагрузки при статическом срезе на одну точку

(односрезное соединение)

Толщина наиболее тонкой детали в мм	Минимальная разрушающая нагрузка на точку при статическом срезе в кг									
	Малоуглеродистые стали	12Г2А, 25ХГСА, ЭИ659, 30ХГСА	1Х18Н9Т, 1Х18Н9ТН, ЭИ654, ЭИ435	ВТ1А	Д16 и В95Т	АМг	АМц	МА1	МА8	МА2
0,5	145	170	270	—	70	50	45	—	—	—
0,8	—	—	—	500	135	100	90	85	95	100
1,0	400	490	780	700	160	140	130	116	126	110
1,2	—	—	—	—	210	180	170	—	—	—
1,5	800	900	1000	1100	260	250	270	225	250	270
2,0	1100	1300	1350	1500	420	380	—	300	325	350
2,5	—	—	—	—	—	—	—	325	375	400
3,0	1900	2000	2000	1800	700	600	—	415	500	550
4,0	—	—	—	—	1200	850	—	710	800	850

169. Коэффициент статической прочности и ударная вязкость

Марка материала	Толщина листа мм	Состояние материала перед сваркой	Способ сварки
Сталь 10 Сталь 20	1—4	В состоянии поставки	КАС
			ДЭС
10Г2А 12Г2А	1—4	То же	АДЭС
			КАС
25ХГСА 30ХГСА	1—4		ДЭС
			АДЭС
			КАС
			ДЭС
			АДЭС
			ДЭС
			АДЭС

соединений в стык, выполненных сваркой плавлением

Присадочный металл (в числителе), электродное покрытие или флюс (в знаменателе)	Термообработка сварного соединения	Механические свойства		
		коэффициент прочности при статическом разрыве К	ударная вязкость a_n кгм/см ² не менее	
Св08А Св18ХМА	Нормализация	0,8	8	
Св08А ВИ-9-6		0,9	8	
Св08А АН-348А	Термообработка на $\sigma_b = 90$ кг/мм ²	0,9	—	
Св08А Св18ХМА		0,8	6	
Св08А ВИ-9-6		0,9	3	
Св18ХМА ВИ-9-6		0,9	6	
Св18ХМА АН-348А		0,9	6	
Св08А Св18ХМА		0,8	6	
Св08А Св18ХМА ВИ-9-6		0,9	5	
Св18ХМА АН-348А		0,9	—	
Св18ХМА ВИ-10-6		Термообработка на $\sigma_b = 120$ кг/мм ²	0,9	—
Св18ХМА АН-348А			0,9	—

Марка материала	Толщина листа, мм	Состояние материала перед сваркой	Способ сварки
		Термически обработанный на $\sigma_b = 120 \text{ кг/мм}^2$	ДЭС
			АДЭС
30ХГСА	6-30	В состоянии поставки	ДЭС
			АДЭС
30ХГСА 1Х18Н9Т	6-30 1-3	Термически обработанный на $\sigma_b = 170 \text{ кг/мм}^2$	ДЭС
1Х18Н9Т	4-10	Закаленный	ДЭС АрДЭС ААрДЭС АУДЭС АДЭС
1Х18Н9ТН	1-3 4-10	Нагартованный до $\sigma_b = 90 \text{ кг/мм}^2$	То же
ЭИ654	1-3	Закаленный	ДЭС АДЭС АрДЭС ААрДЭС АУДЭС
ЭИ654Н	1-3	Нагартованный до $\sigma_b = 80 \text{ кг/мм}^2$	То же
АМцАМ АМгАМ	1-4 1-4	Без нагартовки	КАС АрДЭС
АМгЗАМ АМгБВ АМгБТ	0,8-3 0,5-4,0 0,5-4,0	Отожженный	ААрДЭС
ВТ1 ВТ5	1-4 1-4		АрДЭС ААрДЭС

Присадочный металл (в числителе), электродное покрытие или флюс (в знаменателе)	Термообработка сварного соединения	Механические свойства	
		коэффициент прочности при статическом разрыве K	ударная вязкость σ_H кгс/см^2 не менее
ЭИ435 ВИ-12-6	Без термообработки	0,5	10
Св18ХМА АН-348А	То же	0,8	
Св18ХМА ВИ-10-6	Термообработка на $\sigma_b = 170 \text{ кг/мм}^2$	0,8	6
Св18ХМА АП-3	То же	0,5	4
ЭИ435 ВИ-12-6	Без термообработки	0,3	12
Св1Х18Н9Т	Без обработки	0,9	12
		0,6 0,5	
ЭИ654	То же	0,5	
		0,8	
АК		0,9	
АМг		0,9	
АМгЗ		0,9	
АМгБВ		0,9	
АМгБТ		-	
ВТ1	Отжиг	0,9	
ВТ5		0,9	

Дуговая сварка в среде защитных газов

(виды, режимы, материалы)

Дуговая сварка в среде защитных газов подразделяется на два основных метода:

1. Сварка плавящимся электродом.
 2. Сварка неплавящимся вольфрамовым электродом.
- Дуговая сварка плавящимся электродом может быть:
- а) полуавтоматической (шланговой) одnodуговой;
 - б) автоматической одnodуговой и двудуговой.

Дуговая сварка неплавящимся электродом может быть:

- а) ручной с присадкой;
- б) автоматической с присадкой и без присадки;
- в) точечной.

170. Выбор диаметра вольфрамового электрода (ТУВМ2-529-57 и прутки марки ВРН, ВА по НИО-021-012) при автоматической сварке неплавящимся электродом¹

Допускаемая величина сварочного тока <i>a</i>	Диаметр вольфрамового электрода в мм				
	1-2	3	4	5	6
Переменного тока:					
в среде аргона	20-100	100-160	140-220	200-280	250-360
• • гелия	10-60	60-100	100-160	160-200	200-250
Постоянного тока прямой полярности:					
в среде аргона	65-150	140-280	250-340	300-400	350-450
• • гелия	50-110	100-200	200-300	250-350	300-400
Постоянного тока обратной полярности:					
в среде аргона	10-30	20-40	30-50	40-80	60-100
• • гелия	10-20	15-30	20-40	30-70	40-80

¹ На постоянном токе прямой полярности применять электроды марок ВТ-5, ВТ-10 и ВТ-15 по НИО-021-012.

171. Режимы автоматической сварки неплавящимся электродом на переменном токе стыковых соединений

Таблица услов- ного металла К/М	В стык с присадкой			В стык без присадки		
	Аргон	Гелий	Гелий	Аргон	Гелий	Гелий
1	ток <i>a</i>	ток <i>a</i>	ток <i>a</i>	ток <i>a</i>	ток <i>a</i>	ток <i>a</i>
2	скорость сварки м/мин	скорость сварки м/мин	скорость сварки м/мин	скорость сварки м/мин	скорость сварки м/мин	скорость сварки м/мин
3	расход газа л/мин	расход газа л/мин	расход газа л/мин	расход газа л/мин	расход газа л/мин	расход газа л/мин
4	расход электродов кг/час	расход электродов кг/час	расход электродов кг/час	расход электродов кг/час	расход электродов кг/час	расход электродов кг/час

Из марганцевых сталей и сплавов марок 0Х18Н9, 0Х18Н11, 0Х18Н13, Х18ГТ, ЭИ86А, ЭИ802

Из конструктивных сталей 30ХГСА, 26ХГСА и ЭИ683

Примечания. 1. Напряжение на дуге при сварке в аргоне 11-15 в, при сварке в гелии — 16-22 в.
2. Дугу дуть поддерживать силой 2-3 мм.
3. Скорость подачи присадочной проволоки выбирать в соответствии с заданным сечением сварного шва.

172 Режимы автоматической аргоно-дуговой сварки вольфрамовым электродом неповоротных стыков труб из нержавеющей стали

Размер труб мм	Угол раз- дела град.	№ слоя	Диаметр вольфра- мового электрода мм	Вылет электрода мм	Ток а	Напряжение в	Скорость сварки м/час	Скорость послаби волоки м/час	Длина дуги мм	Расход аргона л/мин
15 × 3	40-45	1*	2	12	130	10-11	27	—	1,4-1,6	6-8
		2**	2	10	140	12-13	27	31,5	2,5	6-8
20 × 3	40-45	1*	2	12	145	10-11	26,5	—	1,4-1,6	6-8
		2**	2	10	170	12-13	26,5	36	2,5	6-8
26 × 4	40-45	1*	2	12	165	10-11	21	—	1,6-1,8	6-8
		2**	2	10	169	12-12,5	21	42	2,5-2,7	6-8
34 × 5	42-46	1*	2	13	170-180	10-11	14,5-15	—	1,8-2	8-10
		2**	2	11	168-178	12	14,5-15	23-25	2,5	8-10
		3**	2	10	165-175	13	14,5-15	23-25	3,0	8-10
45 × 5	42-46	1*	2	13	170-180	10-11	13,5-14	—	2,0	8-10
		2**	2	11	168-178	12	13,5-14	23-25	2,5	8-10
		3**	2	10	165-175	13	13,5-14	23-25	3,0	8-10
58 × 6	42-46	1*	2	13	170-180	10-11	13,5-14	—	2,6	8-10
		2**	2	11	168-178	12	13,5-14	23-25	2,5	8-10
		3**	2	10	165-175	13	13,5-14	23-25	3,0	8-10
76 × 5	42-46	1*	2	13	170-180	10-11	12,5-13,5	—	2,0	8-10
		2**	2	11	168-178	12	12,5-13,5	23-25	2,5	8-10
		3**	2	10	165-175	13	12,5-13,5	23-25	3,0	8-10
89 × 5	42-46	1*	2	13	170-180	10-11	12,5-13,5	—	2,0	8-10
		2**	2	11	168-178	12	12,5-13,5	24-27	2,5	8-10
		3**	2	10	165-175	13	12,5-13,5	24-27	3,0	8-10
108 × 6	45-50	1*	2	14	175-185	10-11	12,5-13,5	—	1,8-2	8-10
		2**	2	12	172-182	12-12,5	12,5-13,5	24-27	2,5-2,7	8-10
		3**	2	11	172-182	12-12,5	12,5-13,5	24-27	2,5-2,7	8-10
		4**	2	10	167-177	13-14	12,5-13,5	24-27	3-3,5	8-10
158 × 6	45-50	1*	2	14	175-185	10-11	12,5-13	—	1,8-2	8-10
		2**	2	12	172-182	12-12,5	12,5-13	24-27	2,5-2,7	8-10
		3**	2	11	172-182	12-12,5	12,5-13	24-27	2,5-2,7	8-10
		4**	2	10	167-177	13-14	12,5-13	24-27	3-3,5	8-10
159 × 6	45-50	1*	2	14	190-190	10-11	12,5-13	—	1,8-2	8-10
		2**	2	12	177-187	12-12,5	12,5-13	24-27	2,5-2,7	8-10
		3**	2	11	177-187	12-12,5	12,5-13	24-27	2,5-2,7	8-10
		4**	2	10	172-182	13-14	12,5-13	24-27	3-3,5	8-10

Примечания. 1. При сварке в среде гелия силу тока брать на 20-30% меньше, чем при сварке в среде аргона; расход гелия — на 30-50% больше, чем аргона.

2. При наличии зазора в стыке длину дуги при сварке первого слоя брать на 50-70 мм больше.

* Без присадки.

** Диаметр присадочной проволоки 1,6 мм.

Ручная сварка сталей и сплавов неплавящимся электродом

173. Выбор присадочного материала

Основной материал		Присадочный материал	
Марка	ГОСТ и ТУ на материал	Марка	ГОСТ и ТУ на проволоку ϕ 1,6—2 мм
<i>Для свариваемых материалов толщиной 1—3 мм</i>			
1X18H9T	ГОСТ 5032—51	Св1X18H9T Св0X18H9 Св1X18H9Б	ГОСТ 2246—54 . .
X1178T	ЧМТУ 3271—52	X1178T Св1X18H9Б	ЧМТУ 5216—55 ГОСТ 2246—54
ЭИ654	ЧМТУ 4260—53	ЭИ654	ЧМТУ 5216—55
ЭИ602	ЧМТУ 3589—53	ЭИ602 X1178T	ЧМТУ 3589—53 ЧМТУ 3271—52
ЭИ659	ЧМТУ 4364—53	Св18ХМА СвX1178T*	ГОСТ 2246—54 ЧМТУ 5216—55
30ХГСА	ГОСТ 4543—57	Св18ХГСА Св18ХМА СвX1178T	ГОСТ 2246—54 ГОСТ 2246—54 ЧМТУ 5216—55
<i>Для сварки разнородных металлов</i>			
X1178T+1X18H9T		Св1X18H9T Св0X18H9 СвX1178T Св1X18H9Б	ГОСТ 2246—54 ЧМТУ 5216—55 ГОСТ 2246—54
1X18H9T—30ХГСА 30ХГСА+X1178T		ЭИ334 X1178T	ЧМТУ 5216—55 .
1X18H9T+ЭИ659		X1178T	.

Примечания. 1. Присадочную проволоку перед запуском рекомендуется испытать на свариваемость методом сварки в среде защитных газов. Проволока, удовлетворяющая требованиям, должна плавиться спокойно, без заметного образования пористости, шлакообразования и разбрызгивания.

2. При сварке неотвеченных деталей из нержавеющей сталей типа 1X18H9T и стали ЭИ654 допускается применение технического аргона.

* Присадочную проволоку марки X1178T разрешается применять в случае сварки изделий из сталей ЭИ659 и 30ХГСА, не подлежащих после сварки термической обработке.

174. Выбор типа горелки для ручной сварки неплавящимся электродом

Максимальная величина тока a	Тип горелки	Область применения
До 180 . 220	НИАТ АР-ЗБ НИАТ АР-8 с водяным охлаждением	Тонколистовые конструкционные, нержавеющие, жаропрочные сплавы (до 1,5 мм) и легкие сплавы (до 3,5 мм)
. 400	НИАТ АР-7Б с водяным охлаждением	То же с толщиной для сталей свыше 1,5 мм и для легких сплавов свыше 3 мм
. 350	НИАТ АР-9	То же
. 300	ЭЗР-54 ВНИИ аптоген	Для сталей и легких сплавов толщиной до 5 мм включительно

176. Режимы ручной сварки неплавящимся электродом стыковых соединений из нержавеющей стали и сплавов марок АХ18Н9; АХ18Н9Т; ХН78Т; ЭИ654; ЭИ662

Род тока	В отбортовку				В стык с присадкой			
	Аргон		Гелий		Аргон		Гелий	
	ток А	расход газа л/мин	ток А	расход газа л/мин	ток А	расход газа л/мин	ток А	расход газа л/мин
Постоянный прямой полярности или переменный	1	35—60	3,5—4	30—35	40—70	3,5—4	30—50	5—5,5
	1,5	45—80	4—5	35—60	50—85	4—5	35—60	5—7
	2	75—120	5—6	50—80	80—130	5—6	60—75	7—8
	3	100—140	6—7	65—90	120—160	6—7	75—110	8—9

Примечание. Напряжения дуги при сварке в аргоне 11—15 в, при сварке в гелии — 16—22 в.

176. Режимы ручной сварки неплавящимся электродом стыковых соединений из сталей 30ХГСА, 25ХГСА, ЭИ659 и сплавов из различных марок конструкционных сталей

(Ток постоянный прямой полярности или переменный)

Марка свариваемых материалов	Толщина основного металла мм	В стык с присадкой			
		Аргон		Гелий	
		ток А	расход газа л/мин	ток А	расход газа л/мин
Стали 30ХГСА, 25ХГСА и др. по ГОСТ 4543—57, ЭИ659 по ЦМТУ 4364—53	1	30—60	3,5—4	30—45	5—5,5
	1,5	45—70	4—5	40—55	5—7
	3	70—120	5—6	50—80	7—8
Сплавы: 1Х18Н9Т+30ХГСА, 1Х18Н9Т+ХН78Т, 30ХГСА+ХН78Т	1	35—70	3,5—4	30—45	5—5,5
	1,5	45—90	4—5	40—60	5—7
	3	100—150	6—7	65—100	8—9
ОХ18Н9, 1Х18Н9Т, Х478Г, ЭИ654, ЭИ662	1	40—70	3,5—4	30—50	5—5,5
	1,5	50—85	4—5	35—60	5—7
	3	80—130	5—6	60—75	7—8

Точечная сварка сталей

177. Режимы аргоно-дуговой точечной сварки малоуглеродистых сталей 10 и 20 (без подкладки)

Толщина мм	Сварочный ток А	Время горения дуги сек.	Половое время сварки в сек.	Диаметр шва мм	Минимальное разрушающее усилие на срез кгс
0,5+0,5	50—70	0,5—1	2—3	3—4	120
0,5+1	70—90	1—2	3—4	4—5	150
1+1	90—130	1—2,5	4—5	5—7	250
1+1,2	90—130	1,2—2,6	4—5	6—8	300
1,5+1,5	90—110	4—7	6—9	7—9	500
1,5+2	90—110	6—16	9—20	7—10	600

178. Режимы аргоно-дуговой точечной сварки стали 1Х15Н9Т
(без подкладки)

Толщина мм	Сварочный ток а	Время горения дуги сек.	Полный цикл сварки в сек.	Диаметр ядра мм	Минимальное разрушающее усилие на срез кг
0,4+0,4	50—90	0,2—0,3	2	3—3,5	150
0,8+0,8	70—120	0,8—1,8	3	4—5	250
0,8+1	80—130	1,2—2,5	4	5—6	400
0,8+1,2	90—140	1,3—2,6	5	5—7	400
1+1	90—140	1,3—2,6	5	5—7	400
1+1,5	90—140	2,5—4	6—7	6,5—7,5	500
1,5+1,5	90—140	3—6	8—10	7—8	700
1,5+2	90—130	4—7	9—11	8—9,5	800
1,5+2,5	90—130	6—12	10—15	8—10	900
2+2,5	100—130	8—16	12—24	9—12	1200

179. Режимы аргоно-дуговой точечной сварки для сталей
30ХГСА и 25ХГСА
(без подкладки)

Толщина мм	Сварочный ток а	Время горения дуги сек.	Полный цикл сварки в сек.	Диаметр ядра мм	Минимальное разрушающее усилие кг
0,5+0,5	50—70	0,5—1,5	2—3	3—4	150
0,5+1	60—80	1—2,5	3—4	4—5	400
1+1	80—120	1,5—3	4—5	5—7	700
1+1,2	80—120	1,8—3	4—5	6—8	800
1,5+1,5	80—120	3,5—6	5—8	7—9	900
1,5+2	90—120	5—10	7—12	7—10	1200

180. Выбор диаметра электрода и длины дуги

Сварочный ток а	Диаметр вольфрамового электрода мм	Расход аргона л/мин	Длина дуги мм
До 50	2—3	5—6	2—3
50—100	3	6—8	3—4
100—200	4—5	8—12	4—5

Сварка алюминия и его сплавов
неплавящимся (вольфрамовым) электродом
181. Выбор присадочного материала

Марка основного материала	ГОСТ на основ- ной мате- риал	Толщина свариваемых листов мм	Присадочный материал	
			марка	диаметр проволоки мм
АЛ АЛ-1	4784—49	1,0—1,5 2,0—3,0	АЛ; АК АЛ-1	1,5—2 2—3
АМц	4784—49	1,0—1,5 2,0—3,0	АМц; АК	1,5—2 2—3
АМг	4784—49	1,0—1,5 2,0—3,0	АМг; АК	1,5—2 2—3
АМг6-Т	ВТУ-54 МГ-03 МАП	1,0—1,5 2,0—3,0	АМг6-Т	1,5—2 2—3
Литейные сплавы: АЛ4 АЛ5 АЛ9	2684—55	В зависимости от формы и размеров отливки	АЛ4; АК АЛ5; АК АЛ9; АК	1,5—3

182. Режимы ручной сварки алюминиевых сплавов неплавящимся электродом

Марка свариваемого материала	Толщина, мм	Режимы ручной сварки на подкладке из меди или нержавеющей стали											
		В стык с присадкой				В стык без присадки				В отбортовку			
		Аргон		Гелий		Аргон		Гелий		Аргон	Гелий		
		ток а	расход газа л/мин	ток а	расход газа л/мин	ток а	расход газа л/мин	ток а	расход газа л/мин	ток а	расход газа л/мин		
АД	0,8					45-55	4-6	30-45	5-7	40-45	4-6	30-40	5-7
АД-1	1,0	65-85	4-5	45-55	5-7	50-65	4-6	40-45	5-7	45-55	4-6	35-45	6-7
АМц	1,2	70-90	5-6	50-60	6-8	60-70	5-6	40-50	6-8	55-70	5-6	40-50	6-8
АМг	1,5	80-100	7-8	55-65	8-10	70-80	7-8	50-60	8-10	70-85	7-8	50-60	8-10
	2,0	90-110	7-8	60-70	8-10	80-110	7-8	60-70	8-10				
	3,0	100-120	8-9	70-80	10-12	110-120	8-9	70-80	10-12				
АМг6-Т	1,2	65-90	5-6	50-65	6-8								
	1,5	70-90	7-8	55-70	8-10								
	2,0	90-120	7-8	60-90	8-10								
	3,0	170-200	8-9	100-150	10-12								

Примечания. 1. Напряжение на дуге при сварке в среде аргона — 11-15 в, при сварке в среде гелия — 16-22,0 в.
2. Длину сварочной дуги поддерживать 1,5-3,0 мм в зависимости от толщины сваряемых деталей.

183. Режимы автоматической сварки алюминиевых сплавов неплавящимся электродом

Вид соединения	Толщина, мм	Ток, а		Скорость сварки, м/час		Расход газа, л/мин	
		аргон	гелий	аргон	гелий	аргон	гелий
В стык с присадкой	1,0	60-100	40-65	20-60	40-60	5-6	6,5-8
	1,5	90-130	60-90	20-50	30-50	6-7	8-9
	2,0	115-140	75-95	18-40	18-40	7-8	9-10,5
	3,0	160-210		13-35	13-35	8-9	10,5-12
В стык без присадки	1,0	40-70	50-50	25-50	30-60	5-6	6,5-8
	1,5	50-80	50-55	20-45	20-45	6-7	8-9
	2,0	80-120	55-80	20-40	20-40	7-8	9-10,5
	3,0	150-200	100-140	15-30	15-30	8-9	10,5-12
В отбортовку	0,8	30-60	35-40	15-60	40-60	4-5	5-6
	1,0	40-70	40-50	15-50	30-50	5-6	6-8
	1,2	50-80	40-50	20-50	20-50	5,5-6,5	7-9
	1,5	60-110	40-65	20-50	20-50	6-7	8-9

Примечание. Напряжение на дуге при сварке в среде аргона 15-20 в, в среде гелия — 22-30 в.

184. Режимы автоматической сварки стыковых соединений из алюминиевых сплавов плавящимся электродом в среде инертных газов

Подготовка кромок	Толщина основного материала мм	А р г о н					Г е л и й				
		ток а	скорость сварки м/час	диаметр электродной проволоки мм	число слоев	расход газа л/мин	ток а	скорость сварки м/час	диаметр электродной проволоки мм	число слоев	расход газа л/мин
Без разделки	4	140—206	20—36	1,6—2	1	8—9	100—150	20—36	1,6—2	1	10—12
	6	140—220	20—36	1,6—2	1	9—11	100—160	20—36	1,6—2	1	12—14
С V-образной разделкой	8	200—290	20—30	2—2,5	2	11—13	140—200	20—30	2—2,5	2	14—17
	10	200—320	20—25	2—2,5	2	13—15	160—220	20—25	2—2,5	2	17—20
	15	290—375	18—22	2—3	3—3	15—17	200—250	18—22	2—3	2—3	20—22
С V-образной или X-образной разделкой	20	290—390	17—21	2—3	3—4	15—17	200—270	15—21	2—3	3—4	20—22
	выше 20	300—420	9—18	2—3	4 и выше	15—17	220—300	9—18	2—3	4 и выше	26—25

Примечания. 1. При дуговой сварке силу тока удваивать.
2. Заготовки толщиной 8—10 мм при дуговой сварке сваривать за один проход.
3. Дуговую сварку изделий толщиной до 10 мм допускается производить без разделки кромок.

185. Режимы полуавтоматической сварки стыковых соединений из алюминиевых сплавов плавящимся электродом в среде инертных газов

Подготовка кромок	Толщина основного материала мм	А р г о н					Г е л и й				
		Ток а	Электродная проволока		Число слоев	Расход газа л/мин	Ток а	Электродная проволока		Число слоев	Расход газа л/мин
			скорость подачи м/час	диаметр мм				скорость подачи м/час	диаметр мм		
Без разделки	4	120—180	170—180	1,6—2	1	8—9	80—110	170—180	1,6—2	1	10—12
С V-образной разделкой	6	140—200	170—190	1,6—2	1—2	9—11	90—140	170—190	1,6—2	1—2	12—14
	8	160—220	180—200	1,6—2	2	11—13	120—160	180—200	1,6—2	2	14—17
С V-образной разделкой	10	180—240	200—220	1,6—2	2—3	13—15	140—180	200—220	1,6—2	2—3	17—20
	С V-образной или X-образной разделкой	15	200—260	220—260	1,6—2	3—4	15—17	160—200	220—260	1,6—2	3—4
20 и выше		240—300	240—270	1,6—2	4 и выше	15—17	180—250	240—250	1,6—2	4 и выше	20—25

Сварка магниевых сплавов неплавящимся
(вольфрамовым) электродом

186. Выбор размеров присадочного материала

Марка основного материала	Технические условия	Толщина свариваемых листов мм	Марка присадочного материала	Диаметр проволоки мм	Размеры присадочных пластинок мм
МА1 МА8	229 АМТУ-49	0,8-1,5	МА1 МА8	1,5	1,5×2
МА1 МА8		1,5-3	МА1 МА8	1,5-2	1,5×2*
МА1 МА8		5,0 и более	МА2-1	4-6	1,5×2*

* Прутки прессованные.

187. Режимы ручной сварки стыковых соединений из магниевых сплавов МА1 и МА8*

Марка материала	Толщина материала мм	В стык с присадкой		В стык без присадки	
		ток а	расход аргона л/мин	ток а	расход аргона л/мин
МА1	0,8	70-80	6-7	65-75	6-7
	1	80-90	7-8	70-85	7-8
	1,5	90-115	8-9	80-95	8-9
	2	100-120	9-10	90-110	9-10
	2,5	110-130	9-10	100-115	9-10
3	130-180	9-11	110-140	9-11	
МА8	0,8	60-70	6-7	55-65	6-7
	1	70-80	7-8	60-75	7-8
	1,5	80-90	8-9	70-80	8-9
	2	90-100	9-10	80-100	9-10
	2,5	100-120	9-10	90-110	9-10
3	120-160	9-11	110-150	9-11	

Примечания. 1. Режимы даны для сварки на подкладке в среде аргона при работе от источника переменного тока.

2. При сварке без подкладки табличные данные для величины силы тока уменьшать на 15-20%.

3. Напряжение на дуге при сварке в аргоне 12-15 в, при сварке в гелии - 18-23 в.

4. При сварке в среде гелия расход последнего увеличивается по сравнению с расходом аргона в 1,3 раза.

* По 229 АМТУ-49

188. Режимы автоматической сварки стыковых соединений из магниевых сплавов неплавящимся электродом

Марка материала	Толщина свариваемого материала мм	В стык с присадкой				В стык без присадки			
		ток а	скорость сварки л/час	расход аргона л/мин	расход аргона л/мин	ток а	скорость сварки л/час	расход аргона л/мин	расход аргона л/мин
МА1	0,8	80-95	50-60	6-7	6-7	70-80	70-85	6-7	6-7
	1	85-105	45-55	7-8	7-8	80-90	80-90	7-8	7-8
	1,5	100-150	30-45	8-9	8-9	90-100	90-100	8-9	8-9
	2	130-200	20-40	9-10	9-10	140-180	120-160	9-10	9-10
	2,5	200-300	15-30	9-10	9-10	170-210	150-200	9-10	9-10
3	300-350	15-25	9-11	9-11	200-240	180-230	9-11	9-11	
МА8	0,8	60-70	50-70	6-7	6-7	60-70	70-85	6-7	6-7
	1	70-100	40-60	7-8	7-8	70-85	70-80	7-8	7-8
	1,5	90-140	30-50	8-9	8-9	80-100	90-100	8-9	8-9
	2	130-200	25-40	9-10	9-10	120-160	120-160	9-10	9-10
	2,5	170-220	20-30	9-10	9-10	140-200	140-200	9-10	9-10
3	200-250	15-30	9-11	9-11	180-230	20-50	9-11	9-11	

Примечания. 1. Режимы даны для сварки на подкладке в среде аргона при работе от источника переменного тока.

2. При сварке без подкладки табличные данные подлежат корректировке с учетом уменьшения тока примерно на 15-25%. Напряжение на дуге при сварке в гелии - 22-35 в, при сварке в гелии - 22-35 в.

ХИМ. ПАЙКА

(из рекомендаций ЦИАТ 1959 г.)

Способы пайки

1. Газовая пайка.
2. Пайка погружением:
 - а) в металлической ванне;
 - б) в соляной ванне.
3. Электрическая пайка:
 - а) дуговая;
 - б) индукционная;
 - в) контактная.
4. Пайка в печах.

Газовую пайку можно выполнять обычными сварочными горелками с применением флюсов на основе метилбората или твердых флюсов (бура, смесь буры с борной кислотой) в виде растворов солей.

189. Состав соляных ванн для пайки

Химический состав ванн в % *				Температура в °С	
хлористый натрий	хлористый кальций	хлористый барий	хлористый калий	плав-ления	реком-ендуемая для ванны
22,5	—	77,5	—	635	665—1500
30,0	—	70,0	—	650	710—1300
22,0	48,0	30,0	—	426	485—900
30,0	—	55,0	15,0	510	570—900
33,0	67,0	—	—	510	570—900
22,0	—	48,0	30,0	550	605—900
—	50,0	50,0	—	596	655—900
45,0	—	—	55,0	655	720—900

* Для лучшего заполнения швов припоем в ванну вводят 1—5% буры и производят раскисление, добавляя 1% (от веса соли) ферросилиция или ферромарганца.

93—1

190. Химический состав и название твердых медноцинковых припоев

Припой	Марка припоя	Температура плавления в °С	Назначение	Химический состав в %				
				Медь	Цинк	Примеси		
						Свинец	Олово	Железо
Медноцинковый	ПМЦ-36	823	Для соединений, не требующих высокой прочности	36	—	—	—	0,1
	ПМЦ-42	819		40—45	—	0,1	0,5	0,5
•	ПМЦ-47	860	Для пайки латуни, луженой латуни, меди, толяка и луженой меди	45—49	—	0,1	0,5	0,5
	ПМЦ-48	870		48	—	—	—	—
•	ПМЦ-52	885	Для пайки бронзы, меди, латуни Л68, Л80, Л100, железа, нейзильбера	49—53	—	0,1	0,5	0,5

Применя	Марка тугоплав	Средняя температура при сварке, °С	Назначение	Примеси		
				Медь	Цинк	Сурьма
Медно-цинковый литейный	ПМЦ-4	888	Для пайки меди, томпака, латуны, цинка и сталей	34	Остальное	0,1
	Л752	905	Для пайки стальных изделий	60,5—63,5	—	—

191. Механические и физические свойства некоторых твердых медноцинковых припоев

Марка припоя	Предел прочности при растяжении в кг/см ²	Относительное удлинение в %	Твердость по Бринеллю, кг/мм ²	Удлинение в %	Температура плавления, °С	Температура закаливания, °С	Коэффициент линейного расширения в · 10 ⁻⁶ /°С
ПМЦ-42	3	2	—	8,1	819	873	22
ПМЦ-47	21	4	—	8,2	860	842	21
ПМЦ-52	26	30	—	8,3	885	876	21
Л752	36	—	—	8,5	905	900	—

Назначение	Состав
Пайка меди и стали медноцинковыми и медноцинковыми припоями	Бура 100%
Пайка нержавеющей и жаропрочных сталей медными, медноцинковыми и медноникелевыми припоями	50% плавящей буры и 5% борной кислоты, разведенные на насыщенном растворе хлористого цинка в соляной кислоте
Пайка твердосплавных пластинок (для режущего инструмента) медными и медноцинковыми припоями	Бура плавящая 50% Фтористый калий 40% Борная кислота 10%
Пайка нержавеющей стали и жаропрочных сплавов медноникелевыми и другими тугоплавкими припоями	Борная кислота 70% Бура 21% Фтористый кальций 9% (флюс № 200)
То же	Борная кислота 80% Бура 14% Фтористый кальций 5,5% Лигатура (Al—Cu—Mg) 0,5% (флюс № 201)
Пайка конструкционных и нержавеющей сталей, жаропрочных и медных сплавов серебряными припоями	Борный ангидрид 35% Фтористый калий (обезвоженный) 42% 23% (флюс № 209)
То же	Борный ангидрид 25% Фтористый калий (обезвоженный) 35% Тетрафторборат калия 40% (флюс № 284)
Пайка латунных, бронзовых, медных и стальных изделий серебряными припоями	Борная кислота 60% Фтористый калий 40% (флюс 18-B) 1
Пайка чугуна медным припоем и специальными бронзами	Тетрафторборат калия 30—50% Борная кислота 70—50%
	95% буры и 5% марганцовистокислого калия, разведенные на насыщенном растворе хлористого цинка и соляной кислоте

1 Флюс 18-B менее активен, чем флюс № 209, но и менее токсичен. После пайки осадки флюса необходимо удалять.

193. Припой серебряные

(по ГОСТ 8190-86)

Марка припоя	Температура кристаллизации в °С		Назначение	Хими		Химический состав в %							Удельный вес	Удельные электрораспространение $\frac{\text{Ах} \cdot \text{В} \cdot \text{С} \cdot \text{Д}}{\text{Ах} \cdot \text{В} \cdot \text{С} \cdot \text{Д}}$
	начальная	конечная		серебро	медь	цинк	фосфор	олово	марганец	никель	свинец			
ПСр-72	779	779	Для медных проводов и деталей электродвигателей, где место пая должно обладать высокой электропроводностью	71,5—72,5	27,3—28,5	—	—	—	—	—	—	—	9,6	2,2
ПСр-50	850	779		49,5—50,5	49,3—50,5	—	—	—	—	—	—	—	9,6	2,2
ПСр-70	755	730	Для медных проводов и деталей электродвигателей, где должна быть сохранена высокая электропроводность.	69,5—70,5	25,5—26,5	3—5	—	—	—	—	—	—	9,8	4,2
ПСр-65	—	—	Для деталей авиационных приборов из латуни, бронзы и сталей, когда необходимо получить паяные швы повышенной прочности	64,5—65,5	19,5—20,5	13,5—16	—	—	—	—	—	—	9,6	—
ПСр-45	725	660	Для деталей авиационных приборов из латуни и бронзы, когда требуется высокая чистота места пайки	44,5—45,5	29,5—30,5	23,5—26	—	—	—	—	—	—	9,1	9,7
ПСр-25	775	745	Для арматуры авиационных радиаторов, патрубков, коллекторов и трубопроводов	24,7—25,3	39—41	33—36,5	—	—	—	—	—	—	8,7	6,9
ПСр-12М	825	780	Для латунных деталей, содержащих не менее 53% меди	11,7—12,3	51—53	34—37,5	—	—	—	—	—	—	8,5	7,6
ПСр-10	850	815		9,7—10,3	52—54	35—38,5	—	—	—	—	—	—	8,45	6,5

Марка применяемого	Температура кристаллиза- ции в °С	Назначение	Хими		числый состав в %								Удельный вес	Удельное элект- росопротивление мкОм/см		
			серебро	медь	цинк	фосфор	кадмий	марганец	никель	олово	свинец					
ПСР-71 ПСР-55Ф	7,5 7,0	Для деталей из меди и сплавов на основе меди. Литью меди можно производить без флюса	70,5-71,5 24,5-25,5	27-28,7 69-71	-	0,9-1,2 4,3-5,3	-	-	-	-	-	-	-	9,8 8,5	4 13	
ПСР-12	810	Для деталей из меди и сплавов на основе меди. Литью меди можно производить без флюса	14,5-15,5	19,2-21,2	-	4,5-5,0	-	-	-	-	-	-	-	5,3	22	
ПСР-50К1 ПСР-44	650 630	Для изготовления стальных деталей без обжиге при температуре 600-680°	49,5-50,5 43-45	15-17 28-29	14-18 14-16	-	17-19 7-9	2,5-3,5 1,5-2,5	-	-	-	-	-	9,3 8,9	7,2 19	
ПСР-40 ПСР-37,5	625 810	Для деталей из кон- струкционных и не- ржавеющих сталей, меди и алюмин	39-41	16,4-17,4	16,5- 11,5	-	25-26,5	-	0,1-0,5	-	-	-	-	8,4	-	
ПСР-38К1 ПСР-32	335 250	Для изготовления деталей при литье меди в вакууме	37-38 2,5-3,5	47,8-49,8 27-29	5-6 0,5-1,5	-	95-97	7,9-8,5	-	8,5-11,5	-	-	-	8,9 8,7	31 7,8	
ПСР-3 ПСР-2,5 ПСР-2	305 305 285	Для деталей и сплавов литью при различных температурах	2,7-3,3 2,2-2,8 1,7-2,3	-	-	-	4,5-5,5	-	-	-	-	-	-	5,5 20-31	11,3 11,0 9,6	50 22 17
ПСР-1,5	270	265	0,1-2,3	-	-	-	-	-	-	14-16	-	-	-	82-85	10,4	20

Средние примон с температурой кристаллизации от 300°

и ниже относятся к легким сплавам

104. Нестандартные

Температура плавления в °С	Область применения и характеристика припоя	Химиче			
		серебро	медь	цинк	кадмий
780	Для пайки деталей из меди и медных сплавов, стали и никеля	20	45	30	5,0
780	Для пайки деталей из меди и латуни. Припой обладает высокой электропроводностью	70	28	2	—
1083	Для пайки деталей из стали, чугуна и твердосплавного инструмента	—	100	—	—
710	Для пайки меди, латуни, бронзы; при пайке меди флюс не требуется. Для пайки сталей припой непригоден	—	93	—	—
		1	92	—	—
810	Для пайки меди и сталей	37,5	48,8	5,5	—
950	Для пайки инструмента с пластинками из твердых сплавов	—	57—58	33—34	—
950—970	Для пайки сталей (кислотостойких)	—	Остальное	—	—
1000	Для пайки сталей	—	•	—	—
690—700	Для пайки меди и латуни; соединения не допускают динамических и вибрационных нагрузок	—	•	1—3	—
1100+10	Для пайки нержавеющей сталей и никелевых сплавов (припой ПЖД-300)	—	•	Алюминий 0,1	Бериллий 0,1
905	Для пайки меди, стали, никеля, серого чугуна (припой ЛОК 62-06-04)	—	60—63	Остальное	—
905	То же (припой ЛОК 59-1-03)	—	58—60	•	—

твердые припай

ский состав в %						
фосфор	олово	никель	марганец	свинец	кремний	железо
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
7	—	—	—	—	—	—
7	—	—	—	—	—	—
—	—	—	8,2	—	—	—
—	—	8—9	—	0,8—1,0	—	—
—	—	19—20	—	—	4,5—5,0	5—6
0,1—0,35	6—8	—	—	—	—	—
6—7	2,5—3,5	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	27—30	—	—	1,5—2,0	1,5
—	0,3—0,4	—	—	Не более 0,1	0,4—0,6	Не более 0,2
—	0,7—1,1	—	—	Не более 0,1	0,2—0,4	Не более 0,15

195. Физические и механические свойства мягких припоев

Марка припоя (ГОСТ 1469—54)	Верхняя критическая температура (начало кристаллизации) в °С	Линейный усадка %	Удельный вес г/см ³	Предел прочности при растяжении σ_B и кг/мм ²	Относительное удлинение δ в %	Предел текучести при $\sigma_{0.2}$ и кг/мм ²	Жесткость E в кг/мм ²	Удельная вязкость η_{10} в кг·см/см ²	Твердость по Виккерсу HV кг/мм ²	Коэффициент линейного расширения α в 10 ⁻⁶ /°С	Электропроводность в % от меди при 20°
Олово чистое	230	2,8	7,3	2,0	40	2,19	125	5,3	7,5	22,4	13,9
ПОС-90 ¹	222	0,5	7,6	4,3	25	2,7	135	1,85	12,8	26	—
ПОС-40 ²	235	0,52	9,3	3,2	63	3,67	91	4,75	11,8	25	10,2
ПОС-30 ³	256	0,55	9,7	3,3	58	2,9	63	4,67	10,3	26,5	9,5
ПОС-18 ⁴	277	0,56	10,2	2,8	67	2,52	60	3,86	9,6	26	—
ПОСС-4-6 ⁵	265	—	10,7	5,8	14	3,6	23	0,8	15	—	—
Свинец чистый	327	3,5	11,37	1,8	50	1,27	134	2,10	4,8	29,5	7,9

¹ Для пайки внутренних швов пищевой посуды.

² Для пайки радиаторов, электро- и радиоаппаратуры.

³ Для лужения деталей радиаторов и подшипников, заливаемых свинцовыми баббитами; для пайки деталей из стали, меди и латуни, а также для оцинкованной стали.

⁴ Для лужения деталей перед пайкой; для пайки деталей, если не требуется повышенная прочность паяного шва.

⁵ Для лужения стали и для пайки деталей, не подвергающихся ударным нагрузкам. Для пайки оцинкованного железа и цинка непригоден.

196. Твердые припой для пайки алюминия и его сплавов

Марка припоя	Температура плавления °С	Химический состав в %			Состав флюса
		кремний	медь	алюминий	
Силумин СЛМ2 (или АЛ2)	560	11—13	—	Остальное	Флюорит 10%; хлористый натрий 10—20%; хлористый цинк 30—35%; карнавалит — остальное Хлористый литий 29—35%; флюористый натрий 9—11%; хлористый цинк 6—10%; хлористый калий — остальное
Припой 35А	525—540	6,5—7,5	20—22	.	
Припой 34А	525	5,5—6,5	27—29	.	

Примечания. 1. Легче всего поддаются пайке алюминий, АМц, авиаль, труднее — сплавы АЛ2, АЛ4, дуралюмин и Е95, как имеющие более низкую температуру плавления.

2. Припой 34А допускает закалку алюминиевых изделий после пайки.

197. Мягкие припой для пайки алюминия и его сплавов

Марка припоя	Температура плавления °С	Предел прочности при растяжении σ_B кг/мм ²	Относительное удлинение δ %	Относительное сужение ψ %	Химический состав в %				
					олово	цинк	алюминий	калий	
Для алюминиевых сплавов									
Авиа 1	260	7,5	8	7	55	25	—	20	—
Авиа 2	250	9,0	—	—	40	25	15	20	—
Авто 1	305	5,0	8	13	63	33	—	—	—
Для магниевых и алюминиево-магниевых сплавов									
ПМЦ-40—60	240	10,0	5	—	—	60	—	—	40

XIV. ДЕТАЛИ ИЗ ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК

198. Краткие технологические сведения о литейных сплавах и областях их применения
(из рекомендаций НИИТ 1959 г.)

Марка сплава	Технологические сведения	Области применения	ГОСТ или ТУ
<i>Алюминиевые сплавы</i>			
АЛ2	Литейные свойства отличные: сплав имеет высокую жидкотекучесть, не склонен к образованию горячих трещин, обладает высокой герметичностью, особенно при литье в кокиль. Плохо обрабатывается резанием, но хорошо сваривается. Коррозионная стойкость удовлетворительная.	Для деталей сложной конфигурации, не подвергаемых значительным нагрузкам; деталей агрегатов, приборов и арматуры, отливаемых в песчаные формы, в кокиль и под давлением.	ГОСТ 2685—53 АМТУ 300—51
АЛ4	Литейные свойства отличные: сплав имеет высокую жидкотекучесть, не склонен к образованию горячих трещин. Герметичность хорошая. Хорошо обрабатывается резанием, хорошо сваривается. Коррозионная стойкость удовлетворительная. Теплопрочность пониженная: сплав чувствителен к изменению нагрузки при температуре 250—300°С.	Для деталей сложной конфигурации, несущих значительные нагрузки; корпусов, камер, панелей. Сплав пригоден для отливок в песчаные формы, в кокиль, методом выжимания.	ГОСТ 2585—53 АМТУ 500—51
АЛ8	Литейные свойства хорошие: сплав склонен к окислению и образованию микропористости в горячих трещинах. Герметичность	Для наиболее ответственных узлов и деталей сложной конфигурации, под-	ГОСТ 2685—53

АЛ9	Литейные свойства хорошие: жидкотекучесть удовлетворительная, сплав не склонен к образованию горячих трещин. Герметичность повышенная. Обрабатываемость резанием удовлетворительная, свариваемость хорошая. Коррозионная стойкость удовлетворительная. Пониженная. Хорошо обрабатывается резанием, хорошо полируется; сваривается удовлетворительно. Сплав имеет высокие коррозионные свойства. Особенно хорошо сопротивляется воздействию морской воды.	Для деталей сложной конфигурации, подвергаемых средним нагрузкам, деталей свариваемых, отливаемых в песчаные формы и кокиль.	АМТУ 300—51 ГОСТ 2685—53 АМТУ 300—51
ВИ-11-3	Литейные свойства хорошие. При литье под давлением ведет себя лучше всех алюминиевых сплавов. Высокая коррозионная стойкость, отличная обрабатываемость резанием. Меньшая склонность к окислению, чем у сплава АЛ8.	Для деталей средней сложности (деталей арматуры, приборов), подвергаемых средним нагрузкам. Сплав можно использовать для отливок в песчаные формы, в кокиль и под давлением.	АМТУ 287—49
АЛ19	Теплопрочный сплав, обладающий повышенной пластичностью и ударной вязкостью. Литейные свойства невысокие: пониженная жидкотекучесть, повышенная склонность к образованию горячих трещин. Коррозионная стойкость удовлетворительная; свариваемость хорошая; обрабатываемость резанием отличная.	Для деталей средней сложности, работающих при повышенной температуре (175—300°С). Рекомендуется для отливок в песчаные формы.	АМТУ 380—57

Марка сплава	Технологические сведения	Область применения	ГОСТ или ТУ
<i>Магниевые сплавы</i>			
МЛ6	Литейные свойства удовлетворительные: жидкотекучесть хорошая, но сплав склонен к образованию горячих трещин, микропористости и выхлост. Обрабатываемость резанием отличная, свариваемость удовлетворительная. Коррозионная стойкость удовлетворительная в оксидированном состоянии	Для тонкостенных деталей сложной конфигурации, подверженных сильным нагрузкам; кронштейнов, фем, штурвалов, авиаконсольных тормозных барабанов и др. Сплав можно использовать для литья в песчаные и оболочковые формы, в кокиль и под давлением	ГОСТ 2856—66 АМТУ 297—60
МЛ7-1	Литейные и технологические свойства аналогичны сплаву МЛ6, но сплав МЛ7-1 отличается большей склонностью к образованию горячих трещин. Сплав отличается повышенной теплопрочностью	Для деталей сложной конфигурации, нагреваемых и работе до 200° С, отливаемых в песчаные и оболочковые формы	АМТУ 337—63
МЛ11	Сплав повышенной теплопрочности. Литейные и технологические свойства аналогичны сплаву МЛ6, но сплав МЛ11 отличается повышенной горячеломкостью. Коррозионная стойкость удовлетворительная. Сваривается аргоно-дуговой сваркой	Для деталей сложной конфигурации, нагреваемых и работе до 200—300° С, отливаемых в песчаные и оболочковые формы	АМТУ 398—57

<i>Стали</i>			
Сталь 10	Сталь имеет магнитные свойства, хорошо сваривается. Литейные свойства низкие	Для корпусов электрических машин и других деталей, которые должны обладать магнитными свойствами или хорошей свариваемостью	АМТУ 345—54
Л40Г2	Литейные свойства хорошие. Сваривается и обрабатывается резанием хорошо	Для деталей средней и несложной конфигурации, отливаемых в песчаные, оболочковые формы и по выплавляемым моделям	АМТУ 392—65
Л35ХГСА	Литейные свойства удовлетворительные. Сваривается и обрабатывается резанием хорошо	Для высоконагруженных, особо ответственных деталей, отливаемых в песчаные, оболочковые формы и по выплавляемым моделям	АМТУ 322—55
Л27ХГСА	Литейные свойства удовлетворительные, но сталь имеет склонность к образованию горячих трещин	Для высоконагруженных, особо ответственных деталей, отливаемых в оболочковые и песчаные формы и по выплавляемым моделям	АМТУ 322—55
ЭИ268-1	Нержавеющая теплоустойчивая сталь. Литейные свойства аналогичны свойствам стали Л35ХГСА	Для деталей, работающих в условиях повышенных температур и агрессивных сред	АМТУ 373—66
<i>Чугун</i>			
МСЧ 28—48	Хорошие литейные свойства, высокая жидкотекучесть. Сплав имеет устойчивые механические свойства при модифицировании ферросилицием	Для деталей оборудования	

199. Механические свойства литейных алюминиевых сплавов, полученные на отдельно отлитых образцах

Марка сплава	Способ литья	Вид термообработки	Механические свойства		
			σ_b кг/мм ²	δ %	$HВ$ кг/мм ²
			не менее		
А70	ЗМ, КМ	—	15	4	50
	К, Д	—	16	2	50
А74	З, К К ЗМ ЗМ	—	15	2	50
		T1	20	1,5	70
		T6	23	3	70
		T6	24	3	70
А75	З, К К З, К	T1	16	—	65
		T5	20	—	70
		T7	18	1,0	65
А78	З	T4	28	9	60
			—	—	—
А79	З, К З, К З, К	—	16	2	50
		T4	18	4	50
		T4	19	4	50
		T5	20	2	60
ВИ-11-3	З, К Д З, К Д	—	18	1,0	90
		T1	22	1,0	100
		T5	23	1,5	90
		T5	25	3,0	100
А719	З З	T4	30	8	80
		T5	34	4	100

Примечания. 1. Условные обозначения способов литья: З—литье в землю, К—литье в кокиль, Д—литье под давлением, М—применяется модифицирование сплава.

2. Условные обозначения видов термообработки: T1—старение, T2—отжиг, T4—закалка, T5—закалка и частичное старение, T6—закалка и полное старение до наибольшей твердости, T7—закалка и смягчающий отпуск.

200. Механические свойства литых сталей

Марка стали	Режим окислительной термообработки контрольных образцов	Механические свойства					
		σ_b кг/мм ²	$\sigma_{0,2}$ кг/мм ²	δ %	ψ %	a_H кг·м/см ²	$HВ$ Мк
Л40Г АМУ 322—55	Закалка с 800±10°С в масле, отпуск при 600—650°С Закалка с 860±10°С в масле, отпуск при 550—600°С	75	40	12	20	4	4,15—3,85
		90	60	8	15	2	3,75—3,5
		80	60	12	20	4	4,05—3,75
Л35ХГСА АМУ 322—55	Закалка с 890±10°С в масле, отпуск при 650—670°С Закалка с 890±10°С в масле, отпуск при 670—690°С	100	85	8	20	2,5	3,6—3,35
		150	120	6	20	2,5	3,0—2,7
		130	100	7	25	2,5	3,2—2,85
Л27ХГСА АМУ 322—55	Закалка с 890±10°С в масле, отпуск при 200—240°С Закалка с 890—10°С в масле, отпуск при 280—320°С	55	28	16	—	—	—
		95	75	3	26	2,5	3,2—4,0
Л345 ГОСТ 977—58	—	—	—	—	—	—	—
З1208-1	Закалка с 1040—1060°С в масле, отпуск при 540—560°С, выдержка 3 часа, охлаждение на воздухе	—	—	—	—	—	—
АМУ 313—56	Высокий отпуск при температуре 670—690°С, выдержка 3 часа, охлаждение на воздухе	85	65	6	10	—	3,1—4,0
АБ-548-1	Закалка с 690—910°С в масле, отпуск при 170—180°С	150	—	5	—	2	—

201. Механические свойства литейных магниевых сплавов, полученные на отдельно отлитых образцах

Марка сплава	Механические свойства						
	Вид термо-образовки	σ_b кг/мм ²	δ %	НВ кг/мм ²	Напряжение допустимой ползучести (по остаточной деформации 0,2% за 100 час.) кг/мм ²		
					не более		
		Температура испытания в °С					
20				150	200	250	
МЛ5	T2	15	2	50			
	T4	22	5	50	1,5	—	—
	T6	23	2	65			
МЛ7-1	T2	18	4	55-60	4,0	2,0	—
МЛ11	T2	12	1,5	50-70	—	5,8	2,5

202. Механические свойства чугуна МСЧ28-48 (ГОСТ 1412-54)

Механические свойства				
σ_b кг/мм ²	$\sigma_{b II}$ кг/мм ²	Стрела прогиба в мм при расстоянии между опорами		НВ кг/мм ²
		300 мм	600 мм	
28	48	3	9	170-241

204. Зависимость минимальной толщины стенки от заливочной площади

Площадь сплитной поверхности см ²	Литье в песчаные формы		Литье в кокиль		Литье в оборотные формы		Литье под давлением		Литье по вылавочным формам	Сталь	
	МЛ8, АЛ19, Силумина	Чугун	МЛ8, АЛ19, Силумина	Чугун	МЛ8, АЛ19, Силумина	Чугун	Сплав	МЛ8, АЛ19, Силумина			Чугун
До 25 Св.	2	2	2,0	3,0	2	2	2	0,8	1,3	1,5	1,5
25 до 100 Св.	2,5	3,5	2,5	3,0	2	2	2	0,7	1,0	1,5	2,0
100 до 225 Св.	3	4	3	4,0	2,5	3,0	2,5	1,1	1,5	2,0	2,5
225 до 400 Св.	3,5	4,5	4	5,0	3,0	3,5	3	1,5	2,0	3,0	3,5
400 до 1000 Св.	4	5	4,5	6,0	4	4	4	—	4	4	—
1000 до 1600 Св.	5	6	—	—	4	4	—	—	—	—	—
1600 Св.	6	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечания: 1. Значения минимальной толщины стенки для литья в землю и кокиль, приведенные для условий горизонтального расположения стенки в форме. 2. Данные, отмеченные под знаком δ , не должны иметь толщину больше 5-7 мм.

203. Величина литяных уклонов 1

Способ литья	Минимальные литяные уклоны		Оптимальные литяные уклоны	
	внутренние поверхности	внешние поверхности	внутренние поверхности	внешние поверхности
Литье в песчаные формы	1°	0°30'	1°30'	1°
	0°20'	0°20'	0°30'	0°30'
	1°	0°30'	1°30'	1°
	0°30'	0°15'	1°	0°30'
Литье в кокиль	1°	—	0°30'	0°15'
	—	—	0°30'	0°15'
Литье по выплавочным моделям	—	—	—	—
	—	—	—	—

1. Применяемые значения уклонов применяются для поверхностей, не подвергавшихся механической обработке.

2. Минимальные уклоны применяются только в тех случаях, когда оптимальные уклоны не обеспечивают выполнения технических требований, предъявляемых к конструкции детали.

206. Виды и обозначения размеров

Виды размеров	Обозначения	Содержание вида размера
Длина необрабатываемых поверхностей	L	Все линейные размеры (длины, радиусы) литейных стержней, за исключением толщин стержней и размеров между стержнями (толщины стержней и расстояния между ними, обрабатываемые поверхности)
Толщина обработанных поверхностей	T	Все толщины стенок, ребер, фланцев и т.п. (включая толщину стержней) тогда, когда заливочный металл не подвергается дополнительной обработке
Размеры между обработанными поверхностями	M	Все линейные размеры между обработанными поверхностями (включая толщину стержней) тогда, когда заливочный металл не подвергается дополнительной обработке
Размеры сопряжений	P	Размеры незакомпонованных радиусов закруглений углов в местах переходов между частями детали

207. Допуски на размеры радиусов сопряжения

Размер радиуса	Класс точности						
	Lт1	Lт2	Lт3	Lт4	Lт5	Lт6	Lт7
	Предельные отклонения размеров						
До 4	+0,05	±0,1	±0,2	+0,4	+0,6	+0,8	+1,0
Св. 4 до 10	±0,10	±0,2	±0,4	±0,6	±0,8	+1,0	+1,2
• 10, 16	±0,15	±0,4	+0,6	+0,8	±1,0	+1,2	+1,5
• 16, 25	±0,20	±0,6	+0,8	+1,0	+1,3	±1,6	+2,0
• 25, 40	±0,30	±0,8	±1,2	±1,4	±1,8	±2,0	±2,4
• 40, 60	—	—	±1,6	±2,0	±2,4	±2,6	±3,0
• 60, 100	—	—	±2,2	±2,6	±3,0	±3,5	±4,0
• 100, 160	—	—	±3,0	±3,5	±4,0	±4,6	±5,2

208. Условия получения различной точности размеров деталей из черных сплавов

Способ литья	Габаритные размеры детали мм	Класс точности	ГОСТ
Литье в песчаные формы	До 250	1-2	1855-55
	Св. 250	2	2009-55
Литье в оболочковые формы	До 250	1	1855-55
	Св. 250	1	2009-55
Литье в кокиль	До 250	1	1855-55
	Св. 250	1	2009-55
Литье по выплавочным моделям	До 100	1	1855-55
	Св. 100	1	2009-55

209. Допуски на размеры литых
(из АЛ)
Допуски на отдельные виды
Размеры

Наибольший габаритный размер литой детали	До	Св. 16	Св. 25	Св. 40	Св. 60	Св. 100	
	16	до 25	до 40	до 60	до 100	до 160	
1-й класс	ДЛт1	±0,04	±0,05	±0,06	±0,08	±0,10	±0,12
	ТЛт1	±0,04	±0,04	±0,05	±0,06	±0,08	±0,10
	МЛт1	±0,10	±0,10	±0,10	±0,10	±0,20	±0,20
3-й класс	ДЛт2	±0,07	±0,08	±0,10	0,12	±0,15	±0,20
	ТЛт2	±0,05	±0,06	±0,08	±0,10	±0,12	±0,15
	МЛт2	±0,10	±0,15	±0,20	±0,20	±0,25	±0,30
5-й класс	ДЛт3		±0,2		±0,3	±0,4	
	ТЛт3		±0,2		±0,3	±0,3	
	МЛт3		±0,3		±0,4	±0,5	
4-й класс	ДЛт4		±0,4		±0,5	±0,5	
	ТЛт4		±0,4		±0,5	±0,5	
	МЛт4		±0,5		±0,5	±0,6	
6-й класс	ДЛт5		±0,6		±0,7	±0,8	
	ТЛт5		±0,6		±0,7	±0,8	
	МЛт5		±0,6		±0,7	±0,8	
6-й класс	ДЛт6		±0,8		±0,9	±1,0	
	ТЛт6		±1,0		±1,0	±1,2	
	МЛт6		±1,0		±1,0	±1,2	
7-й класс	ДЛт7		±1,0		±1,1	±1,2	
	ТЛт7		±1,2		±1,2	±1,5	
	МЛт7		±1,2		±1,2	±1,5	

1 Обозначение допуска на размер литой детали складывается из пример, ДЛт1— размер длины необрабатываемой поверхности 1-го

деталей из цветных сплавов
(из 1026—55)
для размеров (Д, Т, М)¹
раз в мм

Св. 160	Св. 250	Св. 400	Св. 630	Св. 1000	Св. 1250	Св. 1600	Св. 2000
до 250	до 400	до 630	до 1000	до 1250	до 1600	до 2000	до 2500
±0,15	±0,20	—	—	—	—	—	—
±0,12	±0,15	—	—	—	—	—	—
±0,25	±0,30	—	—	—	—	—	—
±0,30	±0,40	—	—	—	—	—	—
±0,20	±0,30	—	—	—	—	—	—
±0,40	±0,50	—	—	—	—	—	—
±0,5	±0,6	±0,8	—	—	—	—	—
±0,4	±0,4	±0,5	—	—	—	—	—
±0,6	±0,7	±1,0	—	—	—	—	—
±0,6	±0,8	±1,0	±1,2	±1,5	—	—	—
±0,6	±0,7	±0,8	±0,9	1,0	—	—	—
±0,7	±1,0	±1,5	±1,8	±2,0	—	—	—
±0,9	±1,0	±1,2	±1,5	±1,7	±2,0	±2,5	—
±1,0	±1,0	±1,0	±1,2	±1,2	±1,2	±1,4	—
±1,0	±1,2	±1,7	±2,0	±2,2	±2,5	±3,0	—
±1,1	±1,2	±1,4	±1,7	±2,0	±2,4	±2,8	—
±1,2	±1,2	±1,3	±1,5	±1,5	±1,5	±1,8	—
±1,2	±1,5	±2,0	±2,2	±2,5	±2,7	±3,1	—
±1,3	±1,4	±1,7	±2,0	±2,3	±2,7	±3,1	±3,5
±1,5	±1,5	±1,7	±1,7	±2,0	±2,0	±2,3	±2,6
±1,5	±1,7	±2,0	±2,5	±2,7	±3,0	±3,5	±4,0

обозначения вида размера и обозначения класса точности. На-
классе точности.

210. Условия получения различной точности размеров деталей из цветных сплавов

Способ литья	Конфигурация отливки	Габаритные размеры деталей в мм									
		До 100	Св. 100 до 160	Св. 160 до 250	Св. 250 до 400	Св. 400 до 630	Св. 630 до 1000	Св. 1000 до 1250	Св. 1250 до 1600	Св. 1600 до 2000	Св. 2000 до 2500
		Класс точности									
Литье под давлением	Простая	Лт1*	Лт1*	Лт1*	Лт1*						
	Сложная	Лт2	Лт2	Лт2	Лт2						
Литье по выплавляемым моделям	Простая	Лт2	Лт2	Лт3	Лт3	Лт3					
	Сложная	Лт2	Лт3	Лт3	Лт4	Лт4					
Литье в сухие песчаные формы с применением про- тяжных моделей	Простая	Лт3	Лт3	Лт3	Лт4						
	Сложная										

Литье в кокиль	Простая	Лт3*	Лт3*	Лт3*	Лт3*	Лт4	Лт4	Лт4		
	Сложная	Лт4	Лт4	Лт4	Лт4	Лт4	Лт4	Лт4		
Литье в кокиль с песчаным стержнем	Простая	Лт5	Лт5	Лт5	Лт5	Лт5	Лт5	Лт5	Лт5	Лт5
	Сложная	Лт5	Лт5	Лт5	Лт5	Лт5	Лт5	Лт5		
Литье в сухие и сырые песчаные формы, изготовлен- ные на формовочных машин- ных, а также вручную с при- менением подмодельных литей	Простая	Лт5	Лт5	Лт5	Лт5	Лт5	Лт6	Лт6	Лт6	
	Сложная	Лт6	Лт6	Лт6	Лт6	Лт6	Лт6	Лт6	Лт6	
Литье в сухие и сырые песчаные формы, изготовлен- ные вручную по индивидуаль- ным моделям	Простая	Лт6	Лт6	Лт6	Лт6	Лт6	Лт7	Лт7	Лт7	Лт7
	Сложная	Лт7	Лт7	Лт7	Лт7	Лт7	Лт7	Лт7	Лт7	Лт7

* Класс Лт1 для литья под давлением и класс Лт3 для литья в кокиль назначают в особых случаях и предусматривают специальную обработку технологического процесса изготовления отливок.

XV. ДЕТАЛИ ИЗ ГОРЯЧЕСТАМПОВАННЫХ ЗАГОТОВОК

(из рекомендаций ПИАТ 1959 г.)

211. Допуски на вертикальные размеры (перпендикулярные плоскости разреза)
между необрабатываемыми поверхностями, формирующимися в одной половине штампа

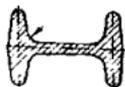


Площадь прожки детали на плоскость разреза штампа <i>см²</i>	Для деталей из легких сплавов				Для деталей из стали и титановых сплавов			
	Класс точности				Класс точности			
	4		5		4		5	
	Отклонения в мм							
	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.
До 80	+0,15	-0,25	+0,20	-0,4	-0,15	-0,3	+0,25	-0,5
Св. 80 до 160	+0,15	-0,3	+0,25	-0,5	+0,2	-0,4	+0,3	-0,6
160 320	+0,20	-0,4	+0,25	-0,6	+0,25	-0,5	+0,35	-0,75
320 480	+0,25	-0,5	+0,30	-0,8	-0,3	-0,6	+0,4	-0,9
480 800	+0,30	-0,6	+0,35	-0,9	+0,4	-0,75	+0,5	-1,1
800 1250	+0,35	-0,7	+0,4	-1,0	+0,45	-0,9	+0,6	-1,3
1250 1700	+0,40	-0,8	+0,5	-1,2	+0,5	-1,05	+0,7	-1,5
1700 2240	+0,45	-0,9	+0,6	-1,4	+0,6	-1,2	+0,8	-1,75
2240 3000	+0,50	-1,0	+0,7	-1,6	—	—	+0,9	-2,0
3000 4000	+0,60	-1,2	+0,8	-1,8	—	—	+1,05	-2,25
4000 5300	+0,65	-1,4	+0,9	-2,0	—	—	+1,2	-2,5

212. Допуски на вертикальные размеры (перпендикулярные плоскости разреза)
между необрабатываемыми поверхностями деталей



Площадь прожки детали на плоскость разреза штампа <i>см²</i>	Для деталей из стали и титановых сплавов						Для деталей из легких сплавов					
	Класс точности						Класс точности					
	4		5		6		4		5		6	
	Отклонения в мм											
	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.
До 80	+0,6	-0,3	+1,0	-0,5	+1,5	-0,8	+0,5	-0,3	+0,8	-0,4	+1,2	-0,5
Св. 80 до 160	+0,3	-0,4	+1,2	-0,6	+2,0	-0,8	+0,6	-0,3	+1,0	-0,5	+1,5	-0,6
160 320	+1,0	-0,5	+1,5	-0,7	+2,5	-1,0	+0,8	-0,4	+1,2	-0,5	+2,0	-0,6
320 480	+1,2	-0,6	+1,8	-0,8	+3,0	-1,2	+1,0	-0,5	+1,5	-0,5	+2,5	-0,8
480 800	+1,5	-0,8	+2,2	-1,0	+3,5	-1,5	+1,2	-0,6	+1,8	-0,7	+3,0	-1,0
800 1250	+1,8	-0,9	+2,6	-1,2	+4,0	-1,8	+1,4	-0,7	+2,1	-0,8	+3,5	-1,2
1250 1700	+2,1	-1,0	+3,0	-1,4	+4,5	-2,0	+1,6	-0,8	+2,4	-1,0	+4,0	-1,5
1700 2240	+2,4	-1,2	+3,5	-1,6	+5,0	-2,5	+1,8	-0,9	+2,8	-1,2	+4,5	-1,5
2240 3000	—	—	+4,0	-1,8	+5,0	-2,5	+1,8	-1,0	+3,2	-1,4	+5,0	-2,0
3000 4000	—	—	+4,5	-2,1	+6,0	-3,0	+2,4	-1,2	+3,6	-1,6	+5,5	-2,5
4000 5300	—	—	+5,0	-2,4	+7,0	-3,0	+2,7	-1,3	+4,0	-1,8	+6,0	-3,0



Сечение по А-А Сечение по В-В



213. Допуски на размеры незакоординированных технологических (обтекаемых) радиусов

Номинальный размер радиуса мм	Для деталей из легких сплавов						Для деталей из стали и титановых сплавов					
	Класс точности						Класс точности					
	4		5		6		4		5		6	
	Отклонения в мм						Отклонения в мм					
	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.
2,5	+1,0	-0,5	+1,5	-0,5	—	—	+1,5	-0,5	+2,0	-0,5	—	—
3,0	+1,5	-0,5	+2,0	-1,0	—	—	+2,0	-1,0	+2,5	-1,0	—	—
4,0	+2,0	-1,0	+2,5	-1,0	—	—	+2,5	-1,0	+3,0	-1,0	—	—
5,0	+2,0	-1,0	+2,5	-1,0	+3,0	-1,5	+2,5	-1,0	+3,0	-1,5	+3,5	-2,0
6,0	+2,5	-1,0	+3,0	-1,5	+3,5	-2,0	+3,0	-1,5	+3,5	-2,0	+4,5	-2,0
8,0	+3,0	-1,5	+3,5	-2,0	+4,0	-2,0	+3,5	-2,0	+4,5	-2,0	+5,0	-3,0
10	+3,0	-1,5	+4,0	-2,0	+5,0	-2,5	+4,0	-2,0	+5,0	-2,5	+6,0	-3,0
12,5	+3,5	-1,5	+4,5	-2,0	+5,5	-2,5	+4,5	-2,5	+5,5	-3,0	+7,0	-3,5
16	+3,5	-2,0	+5,0	-2,5	+6,0	-3,0	+5,0	-2,5	+6,0	-3,0	+7,5	-3,5
20	+4,0	-2,0	+5,0	-2,5	+7,0	-3,5	+5,5	-3,0	+6,5	-3,5	+8,0	-4,0
25	+4,5	-2,5	+5,5	-3,0	+7,5	-4,0	+5,5	-3,0	+7,0	-3,5	+8,5	-4,0
30	+5,0	-2,5	+6,0	-3,0	+7,5	-4,0	+6,0	-3,0	+7,5	-4,0	+8,5	-4,5
35	+5,0	-3,0	+6,5	-3,5	+8,0	-4,0	+6,5	-3,5	+7,5	-4,0	+9,0	-4,5
40	+5,5	-3,0	+7,0	-3,5	+8,5	-4,5	+6,5	-3,5	+8,0	-4,0	+9,5	-5,0
45	+5,5	-3,0	+7,0	-3,5	+8,5	-4,5	+6,5	-3,5	+8,0	-4,0	+9,5	-5,0
50	+6,0	-3,0	+7,5	-4,0	+9,0	-4,5	+7,0	-3,5	+8,5	-4,5	+10	-5,0

214. Допуски на горизонтальные размеры (параллельные плоскости разреза) между необработываемыми поверхностями деталей



Размеры детали мм	Для деталей из стали и титановых сплавов						Для деталей из легких сплавов					
	Класс точности						Класс точности					
	4		5		6		4		5		6	
	Отклонения в мм						Отклонения в мм					
	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.
до 60	+0,8	-0,4	+1,0	-0,5	+1,2	-0,8	+0,6	-0,3	+0,8	-0,4	+1,0	-0,6
Св. 60 до 160	+1,0	-0,6	+1,2	-0,8	+1,5	-1,0	+0,8	-0,4	+1,0	-0,6	+1,2	-0,8
160	+1,2	-0,8	+1,5	-1,0	+1,8	-1,2	+1,0	-0,6	+1,2	-0,8	+1,5	-1,0
160	+1,5	-1,0	+1,8	-1,2	+2,1	-1,5	+1,2	-0,8	+1,5	-1,0	+2,0	-1,2
230	+1,8	-1,2	+2,1	-1,5	+2,5	-1,8	+1,5	-1,0	+1,8	-1,2	+2,5	-1,5
360	+2,1	-1,5	+2,5	-1,8	+3,0	-2,2	+1,8	-1,2	+2,1	-1,5	+3,0	-2,0
500	+2,4	-1,8	+3,0	-2,0	+3,5	-2,5	+2,1	-1,4	+2,4	-1,8	+3,5	-2,2
630	+2,7	-2,1	+3,5	-2,5	+4,0	-3,0	+2,4	-1,6	+2,7	-2,0	+4,0	-2,5
800	+3,1	-2,4	+4,0	-3,0	+4,5	-3,5	+2,7	-1,8	+3,0	-2,4	+4,5	-3,0
1000	+3,5	-2,8	+4,5	-3,5	+5,0	-4,0	+3,0	-2,0	+3,5	-2,8	+5,0	-3,5
1250	—	—	+5,0	-4,0	+6,0	-5,0	+3,3	-2,3	+4,0	-3,2	+5,5	-4,0
1600	—	—	+5,5	-4,5	+7,0	-6,0	+3,6	-2,6	+4,5	-3,6	+6,0	-4,5
2000	—	—	+6,0	-5,0	+8,0	-7,0	+4,0	-3,0	+5,0	-4,0	+6,5	-5,0

215. Допуски на наружные и внутренние штампованные уклоны для деталей из стали, титановых и легких сплавов

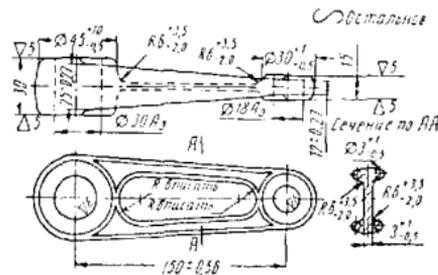


Номинальный размер штампованного уклона град.	Класс точности			
	Отклонения в град.			
	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.
3	-0,5	-0,5	+1,0	-0,5
5	+0,5	-0,5	+1,0	-1,0
7	+0,75	-0,75	+1,0	-1,0
10	+1,0	-1,0	+1,5	-1,0
12	+1,5	-1,0	+2,0	-1,5
15	+2,0	-1,5	3,0	-2,0
				-4,0
			вс. рзм.	нижн.
				-1,5
				-1,5
				+2,0
				-3,0
				-3,0

216. Расстояние a между ребрами штамповок мм

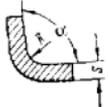
Высота ребра	Сталь конструкционная		Дюралюмин		Магнелиевые сплавы МАЗ, ВМ05-1 МАЗ, МАЗ		Титановые сплавы	
	a_{min}	a_{max}	a_{min}	a_{max}	a_{min}	a_{max}	a_{min}	a_{max}
До 5	10		10		10		10	
Св. 5 до 10	12	30S	10	35S	12	30S	12	30S
	10	16	20	15	20	20	20	20
16	25	30	25S	30S	30	25S	30	25S
35,5	50	60	20S	50	70	20S	60	20S
71	100	-	80	-	-	-	-	-

217. Рекомендуемый пример указания допусков на чертеже



XVI. ДЕТАЛИ ИЗ ЛИСТА И ПРОФИЛИ, ПОЛУЧАЕМЫЕ ШТАМПОВКОЙ

218. Наименьшие радиусыгиба листового материала (19СТ53)

Марка и состояние материала	Состояние кромок	Углыгиба α								
		150	135	120	105	90	75	60	45	30
										
Наименьшие радиусыгиба $R = iS^*$										
Л16АМ В95АМ	Зачищенные	1,2S	1,3S	1,4S	1,5S	1,6S	1,7S	1,8S	1,9S	2,0S
	Незачищенные	3S	3,2S	3,3S	3,5S	3,7S	3,8S	4S	4,1S	4,3S
Д16АТ	Зачищенные	1,8S	1,9S	2,1S	2,2S	2,3S	2,4S	2,5S	2,5S	2,5S
	Незачищенные	3,5S	3,8S	4,3S	4,6S	4,9S	5S	5S	5S	5S
В95АТ	Зачищенные	2,8S	3S	3,2S	3,3S	3,5S	3,7S	3,8S	3,9S	4S
	Незачищенные	3,5S	3,8S	4,3S	4,6S	4,9S	5S	5S	5S	5S
МА1**	Зачищенные	4S	—	5S	—	6S	—	7S	—	8S
	Незачищенные	—	—	—	—	—	—	—	—	—
МА8**	Зачищенные	4S	—	4S	—	4S	—	5S	—	6S
	Незачищенные	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ЛС59-1; Л62; Л68		0,8S								
М1; М2; М3		0,5S								
Сталь 20	Зачищенные	0,7S	0,7S	0,7S	0,7S	0,8S	0,8S	0,8S	0,8S	0,9S
	Незачищенные	0,7S	S	1,3S	1,6S	1,8S	2,1S	2,4S	2,7S	3S
30ХГСА	Зачищенные	0,7S	0,8S	0,8S	0,9S	0,9S	S	S	1,1S	1,2S
	Незачищенные	2,6S	2,9S	3,2S	3,5S	3,8S	4S	4,5S	4,6S	4,8S
Л18ВН9Т ЭИ435	Зачищенные	S								
	Незачищенные	1,1S	1,2S	1,3S	1,4S	1,4S	1,5S	1,5S	1,5S	1,5S

* i — коэффициент, зависящий от свойств материала.
 ** Для сплавов МА1 и МА8 радиусгиба промежуточных углов брать по ближайшему большему значению.
 Радиусыгиба для сплавов МА1 и МА8 даны для случаев холодной гибки.
 Радиусыгиба для сплава В95А даны для случаев гибки с подогревом.

219. Наименьшие радиусыгиба стальных и дуралюминовых труб

Паружный диаметр и толщина стенки трубы $D \times S$	Минимальные радиусыгиба R		
	АМгМ	Сталь 20	Л18ВН9Т
6×1	9	9	9
6×0,6	—	—	12
8×1	12	12	12
8×0,65	—	—	16
10×2	—	15	—
10×1	15	15	15
10×0,75	—	—	20
12×1	—	—	24
12×0,9	—	—	24
16×1	25	—	32
18×1	30	25	—
20×1,5	25	25	—
20×1	30	30	—
22×1	30	30	—
24×1	35	30	—
25×1,5	35	35	—
30×1	55	50	—
30×1,5	50	45	—
34×1	55	—	—
35×1,5	55	—	—
42×1	105	—	—
43×1,5	75	—	—
50×1,5	160	—	—
52×1	180	—	—
60×1,5	200	—	—

220. Размеры развальцовки труб
(нормаль 103АТ55)
мм

Диаметр трубопровода d_y (условный)	Диаметр трубы $D-d$	Диаметр D развальцованного конца трубы (C_k)	Радиус развальцовки $R \pm 0,2$
2	3-2	5,8	1
3	4-3	7,5	1
4	6-4	9,5	2
6	8-6	11,5	2
8	10-8	12,5	2
10	12-10	14,7	2
12	14-12	18,7	2
13	15-13	19	2
14	16-14	20,5	2
16	18-16	23,5	2
18	20-18	26,5	2
(22)	24-22	29	2
25	27-25	36	2
(28)	30-28	35	2,5
(30)	33-30	41	2,5
32	35-32	44	2,5
(35)	38-35	44	2,5
40	43-40	52	3
50	53-50	63	3
60	65-60	75	3
70	75-70	85	3
80	85-80	95	3

Штамповка резиной

(из РТМ-797)

Классификация листовых деталей, штампуемых резиной

I класс: Детали незамкнутого контура

группа 1—с плоской стенкой и прямолинейными бор-
тами;

группа 2—с плоской стенкой и криволинейными бор-
тами;

группа 3—с криволинейной стенкой и прямолинейны-
ми бортами;

группа 4—с криволинейной стенкой и криволинейны-
ми бортами.

II класс: Детали замкнутого контура с высотой бор-
та $< 6S_0$

группа 1—с плоской стенкой и прямолинейными бор-
тами;

группа 2—с плоской стенкой и криволинейными бор-
тами;

группа 3—с криволинейной стенкой и прямолинейны-
ми бортами;

группа 4—с криволинейной стенкой и криволинейны-
ми бортами.

III класс: Детали замкнутого контура с высотой бор-
та $> 6S_0$

группа 1—с прямолинейной образующей и прямоли-
нейными бортами;

группа 2—с прямолинейной образующей и криволи-
нейными бортами;

группа 3—с криволинейной образующей и прямоли-
нейными бортами;

группа 4—с криволинейной образующей и криволи-
нейными бортами.

IV класс: Детали типа жесткостей

группа 1—с плоской стенкой и прямолинейными рифтами;

группа 2—с плоской стенкой и криволинейными рифтами;

группа 3—с криволинейной стенкой и прямолинейными рифтами;

группа 4—с криволинейной стенкой и криволинейными рифтами.

V класс: Детали типа обтекателей

группа 1—замкнутые;

группа 2—незамкнутые;

группа 3—типа днищ.

Процесс свободной штамповки-гибки применять при изготовлении деталей, требующих операций гибки с относительно небольшими деформациями сжатия или растяжения (класс I, группы 1, 2, 3 и 4).

Процесс штамповки-вытяжки по жесткой матрице применять при формообразовании деталей классов: I, группы 2, 3 и 4; II, группы 1, 2, 3 и 4; III, группы 2 и 4; IV, группы 1, 2, 3 и 4; V, группы 1, 2, 3.

Процесс штамповки-вытяжки по жесткому пуансону с прижимом применять при формообразовании деталей классов: I, группы 2, 3 и 4; III, группы 1 и 3; V, группы 1 и 2.

221. Предельные значения высоты выпуклых и вогнутых бортов при формовке резиной с удельным давлением 400 кг/см²

мм

Материал		Радиус борта R в плане				
		выпуклого				
марка	толщина S	50	100	200	500	1000
		Высота борта H				
Д16М	0,5	5	7,5	11	20	35
	1,0	8,5	10	14	25	40
	1,5	9	14,5	18	30	42
	2,0	10	14,5	20	34	50
АМцМ	0,5	6	9,5	15	27	43
	1,0	9	12	19	34	52
	1,5	10	14	22	40	60
	2,0	11	16	24	45	66
В95М	0,5	4,5	7	10	20	36
	1,0	6	9	13	23	40
	1,5	7	11	15	27	43
	2,0	8	12	19	30	49
Сталь 20	0,5	2,5	3,5	5	10	19
	1,0	3,5	5	7	11,5	21
	1,5	4	6	9	13,5	23
	2,0	4,5	6,5	10	16,5	25
1Х18Н9Т	0,5	2,5	4	5	6	8
	1,0	4	5	6	9	12
	1,5	5	7	9	13	15
	2,0	6	8	11	15	20
12Г2А	0,5	3	4	5	11	20
	1,0	5	6	7	11	22
	1,5	6	7	9	15	27
	2,0	7	9	11	16	30

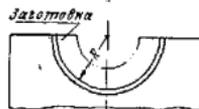
Продолжение

Материал		Радиус борта R в плане				
		вогнутого				
		50	100	200	500	1000
марка	толщина S	Высота борта H				
		Д16М	0,5	9	15	24	50	80
	1,0	11	18	30	57	80
	1,5	12	21	34	65	80
	2,0	15	23	39	75	80
АМцМ	0,5	11	18	21	55	80
	1,0	14	22	34	60	80
	1,5	17	27	40	70	80
	2,0	20	29	43	80	80
В95М	0,5	10	16	22	45	80
	1,0	13	20	30	50	80
	1,5	16	24	36	60	80
	2,0	18	28	40	70	80
Сталь 20	0,5	14	22	34	70	80
	1,0	18	29	43	80	80
	1,5	19	32	52	80	80
	2,0	21	36	59	80	80
1Х18Н9Г	0,5	17	31	52	80	80
	1,0	19	34	60	80	80
	1,5	20	38	65	80	80
	2,0	21	39	68	80	80
12Г2А	0,5	11	20	32	65	80
	1,0	14	23	38	72	80
	1,5	16	27	43	80	80
	2,0	19	29	46	80	80

Условные обозначения: \square — ручная доработка.

Примечание. Высота детали допускается не более 80 мм.

222. Значения наименьшей высоты бортов деталей из сплава ВТ1, штампуемых резинкой без ручной доводки



Режим работы	Наименьшая высота H борта мм	$\frac{H}{R}$
Штамповка без подогрева, давление 400 кг/см ²	(14—15) S	< 0,005
Штамповка с подогревом до 300° С, давление 80 кг/см ²	(8—10) S	0,01—0,15

223. Значения наибольшей высоты выпуклого борта деталей из сплава ВТ1, штампуемых резинкой при давлении 400 кг/см² с последующей доводкой

Радиус кривизны борта	Высота борта H					
	Толщина заготовки S					
	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0
50	12	12	—	—	—	—
100	13	14	15	—	—	—
200	17	18	20	22	24	26
500	30	34	38	42	48	52
1000	40	45	55	65	75	80

Здесь H — высота борта, R — наименьший радиус кривизны борта.

Толщину кромки борта после формовки рекомендуется определять по формуле

$$S_l = a_{\text{вып}}(a_{\text{вог}}) S,$$

где S_l — толщина кромки борта после формовки в мм;

$a_{\text{вып}}$ — коэффициент для выпуклого борта;

$a_{\text{вог}}$ — коэффициент для вогнутого борта;

S — исходная толщина заготовки в мм.

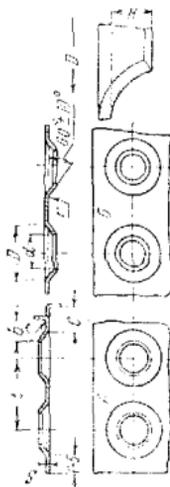
224. Значения $a_{\text{вып}}$ и $a_{\text{вог}}$ в зависимости от отношения H/R

Коэффициент для вогнутого борта $a_{\text{вог}}$	Коэффициент для выпуклого борта $a_{\text{вып}}$	$\frac{H}{R}$	Коэффициент для вогнутого борта $a_{\text{вог}}$		Коэффициент для выпуклого борта $a_{\text{вып}}$	
			$\frac{H}{R}$	$\frac{H}{R}$	$\frac{H}{R}$	$\frac{H}{R}$
0,978	1,009	0,02	0,859	1,091	0,22	
0,968	1,028	0,06	0,842	1,097	0,24	
0,956	1,037	0,08	0,824	1,108	0,26	
0,944	1,045	0,1	0,806	1,109	0,28	
0,931	1,058	0,12	0,786	1,116	0,3	
0,918	1,061	0,14	0,765	1,121	0,32	
0,904	1,069	0,16	0,742	1,127	0,34	
0,890	1,076	0,18	0,719	1,128	0,36	
0,875	1,083	0,20	0,667	1,148	0,40	

При соотношениях высот бортов H к радиусам R в плане, больших, чем это рекомендуется в таблице, применять фестоны прорезные (нормаль 158СТ54) или глухие (нормаль 159СТ54).

Количество фестонов n на участке борта в пределах угла α определяют по формуле $n=0,45\alpha$ с округлением до большего целого числа.

225. Размеры отбортовок с отверстиями круглой формы (нормаль 108СТ33)



D	d	S						t	r	H
		0,5		0,8		1,0				
		r	H	r	H	r	H			
25	10	2,5	3	4	5	40	7,5	7	7,5	
	20	2,5	3	4	5	45	8,0	7	8,0	
	30	2,5	3	4	5	50	8,5	7	8,5	
	40	2,5	3	4	5	55	9,0	7	9,0	
53	45	5,5	5,5	5,5	5,5	70	5,5	7	7,5	
	58	5,5	5,5	5,5	5,5	75	5,5	7	8,0	
	63	5,5	5,5	5,5	5,5	85	5,5	7	9,0	

227. Размеры отбортовок с отверстиями под штамповку резной
 (нормаль 160СТ53)
 мм

$d (A_6)$	D	D_1	t_{\min}	H	b_{\min}	c_{\min}	S										
							0,3	0,5	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2			
20	24	28	33	2±1	10	15											
25	31	37	43	3:1	10	15											
30	38	44	48	3:1	10	15											
35	45	53	58	4:1	10	15											
40	50	58	63	4:1	10	15											
45	55	65	74	5±1,5	10	15											
50	60	70	80	5±1,5	10	15											
55	65	75	85	5±1,5	13	25											
60	72	84	90	6±1,5	15	25											
65	77	89	103	6±1,5	15	25											
70	82	94	110	6±1,5	15	25											
80	94	108	128	7±1,5	15	25											
90	105	122	145	8±2	15	25											
100	116	132	155	8±2	20	35											
110	128	146	179	9±2	20	35											
120	140	160	183	10±2	20	35											
140	162	184	210	11±2	20	35											
160	184	208	234	12±2	20	35											
180	208	236	262	14±2	20	35											
200	230	260	290	15±2	21	35											
r							1	2	3	3	4	5	6	6			
r_1							2	5	5	6	7	9	11	12			

228. Размеры глухих отбортовок под штамповку резной

 (нормаль 160СТ53)
 мм

D	D_1	t_{\min}	H	b_{\min}	c_{\min}	S								
						0,3	0,5	0,8	1	1,2	1,5			
45	53	58	4±1	10	15									
50	58	63	4±1	10	15									
55	65	74	5±1,5	15	25									
60	70	80	5±1,5	15	25									
65	75	85	5±1,5	15	25									
72	84	96	6±1,5	15	25									
77	89	103	6±1,5	20	35									
82	94	110	6±1,5	20	35									
94	108	128	7±1,5	20	35									
106	122	145	8±2	20	35									
116	132	155	8±2	20	35									
128	146	169	9±2	20	35									
140	160	183	10±2	25	40									
162	184	210	11±2	25	40									
184	208	234	12±2	25	40									
208	236	262	14±2	25	40									
230	250	285	15±2	25	40									
r						1	2	3	3	4	5			
r_1						3	5	7	9	11	14			

229. Размеры подсечек на деталях из прессованных профилей
 (нормаль 151СТ53)

мм

Высота h (глубина) подсечки профилей	Допуск на высоту подсечки	Толщина S полки профиля							Допуск на минимальную длину зоны подсечки	
		До 1,0	Св. 1,0 до 1,5	Св. 1,5 до 2,0	Св. 2,0 до 3,0	Св. 3,0 до 4,0	Св. 4,0 до 6,0	Св. 6,0 до 8,0		Св. 8,0 до 10,0
		Радиус r инструмента (в профилях не проверять)								
		4,5-0,5 | 6±0,5 | 9 | 1 | 12±1 | 18±1 | 24±1 | 30±1								
Минимальная длина l зоны подсечки										
0,6; 0,8; 1; 1,2; 1,5	±0,1	I 6	6	8	10	13	16	-	-	±1
1,8; 2		6	8	10	13	16	19	22	25	
2,8; 3	±0,2	8	10	13	16	19	22	25	28	±2
3,5; 4		10	13	16	19	22	25	28	32	
4,5; 5; 6	±0,3	II 13	16	19	22	25	28	32	36	±2
7; 8		16	19	22	25	28	32	36	40	
9; 10	±0,3	19	22	25	II 23	32	36	40	45	±2
11; 12		22	25	28	32	36	40	45	52	

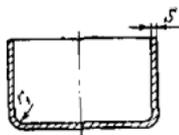
В пределах области I подсечки профилей из сплава В95Т можно производить без подогрева.
 В пределах областей I и II подсечки профилей из сплава Д16Т можно производить без термообработки.
 В пределах области II подсечки профилей из сплава В95Т производить только с подогревом зоны до $140 \pm 10^\circ$.
 В пределах области III подсечки профилей из сплавов Д16 и В95 производить только при отожженном или свежезакаленном состоянии сплавов.

 230. Размеры предельных углов малковки прессованных профилей при однократной малковке
 (нормаль 131СТ54)

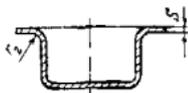
Марка и состояние материала	Толщина S полки профиля мм	Предельно допустимый угол однократной малковки полки		Наибольшая допустимая стрела прогиба x профилей для открытых малок мм
		открытой α_1	закрытой α_2	
Д16 и В95 в свежезакаленном состоянии (однократная термообработка)	2	8°	10°	1,0
	3	7°	9°	
	4	6°30'	8°30'	
	5	6°30'	8°	
Д16Т без термообработки В95Т с подогревом штампа до $140 \pm 10^\circ$ С	<2	6°	6°30'	0,8
	3	5°	6°	
	4	4°	5°30'	
	5	3°30'	5°	
В95 без подогрева профи- ля и штампа	<2	1°30'	1°30'	0,3
	3	1°	1°30'	
	4	1°	1°	
	5	1°	1°	

Детали, изготавливаемые вытяжкой в штампах
(из рекомендаций ИИАТ 1959 г.)

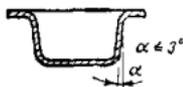
Радиус r_1 сопряжения дна полых деталей с боковыми стенками рекомендуется брать $r_1 \geq 3S$, где S — толщина материала исходной заготовки.



Радиус r_2 сопряжения стенок полых деталей с фланцем $r_2 \geq 5S$.

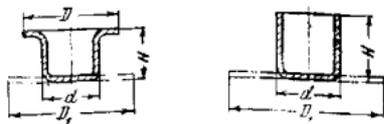


Уклон боковых стенок $\alpha \leq 3^\circ$.



Допускается местное изменение толщины стенок в пределах $\pm 20\%$ от исходной толщины заготовки.

Геометрические формы и размеры деталей должны обеспечивать формообразование их за один переход.



Для определения диаметра заготовок следует пользоваться формулой

$$D_1 = Kd,$$

где D_1 — диаметр заготовки в мм; K — коэффициент вытяжки; d — диаметр детали в мм.

Коэффициент вытяжки K рекомендуется определять по формулам:

$$K = \sqrt{1 + 4 \frac{H}{d}}$$

для цилиндрических деталей с фланцем

$$K = \sqrt{\left(\frac{D}{H}\right)^2 + 4 \frac{H}{d}}$$

где H — высота детали в мм.

231. Значения коэффициента вытяжки K для цилиндрических деталей без фланца

$\frac{H}{d}$	K	$\frac{H}{d}$	K	$\frac{H}{d}$	K	$\frac{H}{d}$	K
0,2	1,34	1,0	2,24	1,9	2,93	2,8	3,5
0,3	1,48	1,1	2,32	2,0	3,0	2,9	3,54
0,4	1,61	1,2	2,41	2,1	3,06	3,0	3,6
0,5	1,73	1,3	2,43	2,2	3,13	4,0	4,13
0,6	1,84	1,4	2,57	2,3	3,18	5,0	4,58
0,7	1,95	1,5	2,64	2,4	3,26	6,0	5,0
0,8	2,05	1,6	2,72	2,5	3,31	7,0	5,38
0,9	2,19	1,7	2,75	2,6	3,36	8,0	5,74
		1,8	2,86	2,7	3,48		

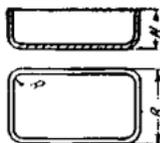
232. Значения наибольших относительных глубин вытяжки H/d для цилиндрических деталей без фланца из мягкой стали и алюминиевых сплавов

Количество переходов вытяжки	Относительная толщина заготовки $\frac{S}{d}$ 100 в %					
	2-1,5	1,5-1	1-0,6	0,6-0,3	0,3-0,15	0,15-0,08
	Относительная глубина вытяжки H/d в мм					
1	0,71	0,6	0,58	0,47	0,44	0,35
2	1,4	1,19	0,99	0,85	0,75	0,63
3	2,43	1,98	1,62	1,35	1,17	0,99

233. Значения наибольших относительных глубин вытяжки H/d для цилиндрических деталей с фланцем из мягкой стали и алюминиевых сплавов

Относительный диаметр фланца D/d	Относительная толщина заготовки $\frac{S}{d}$ 100 в %				
	3-1,5	1,5-1	1-0,6	0,6-0,3	0,3-0,15
	Относительная глубина вытяжки H/d в мм				
До 1,1	0,67	0,58	0,51	0,45	0,40
1,3	0,58	0,50	0,45	0,40	0,36
1,5	0,52	0,45	0,40	0,36	0,31
1,8	0,43	0,38	0,33	0,30	0,27
2,0	0,38	0,32	0,29	0,26	0,22
2,2	0,31	0,28	0,24	0,22	0,20
2,5	0,25	0,22	0,20	0,18	0,15
2,8	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12
3,0	0,16	0,14	0,12	0,11	0,09

234. Значения наибольших относительных глубин вытяжки H/R прямоугольных деталей из мягкой стали и алюминиевых сплавов, полученные за один переход



Отноше- ние $\frac{R}{S}$	Квадратные детали				Прямоугольные детали			
	Относительная толщина заготовки $\frac{S}{D_1} \cdot 100 \%$							
	1,1—0,3	0,3—1,0	1,0—2,0	0,1	0,3	0,3—1,0	1,0	2,0
Относительная глубина вытяжки $\frac{H}{R}$ в мм								
0,4	2,0	2,5	2,6	2,3	2,6	2,9		
0,3	2,6	3,0	3,5	3,0	3,5	3,6		
0,2	3,3	3,6	4,0	3,6	4,0	4,3		
0,1	4,2	4,75	5,2	4,2	4,75	5,2		
0,08	4,75	5,2	5,4	4,75	5,2	5,4		

* D_1 — для квадратных деталей — диаметр заготовки, для прямоугольных — ширина заготовки.

Детали, изготовляемые штамповкой-вытяжкой жестким пуансоном в резиновую матрицу с прижимом



Максимальные размеры заготовок для штамповки-вытяжки жестким пуансоном в резиновую матрицу с прижимом следующие:

для круглых — диаметр 150—915 мм;
для прямоугольных — до 890×890 мм.

Потребное давление со стороны матрицы при штамповке-вытяжке деталей:

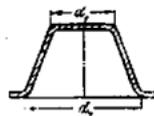
из алюминиевых сплавов (Д16; В95; АМцМ) — до 450 кг/см²;

из малоуглеродистых и нержавеющей сталей — 600—1200 кг/см².

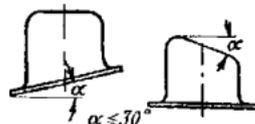
Радиус сопряжения дна полых деталей с боковыми стенками следует брать $r_1 \geq 4S$, где S — исходная толщина материала заготовки.

Радиус сопряжения стенок полых деталей с фланцем брать $r_2 \geq 6S$.

Отношение диаметров усеченного конуса: $d_2/d_1 < 1,5$ — для Д16; $d_2/d_1 < 1,6$ — для АМцМ.



Угол наклона дна или фланца относительно боковых стенок $\alpha < 30^\circ$



235. Коэффициент вытяжки $K_{\text{выт}}$

360

Переход	Марка материала			
	Д16 и В95	АМцМ	Сталь 20	1Х18Н9Т
1-й	2,15	2,25	2,2	2,27
2-й	1,7	1,8	1,7	1,8
Последующие	1,45	1,5	1,45	1,5

Температурные условия при штамповке-вытяжке из ВТ1	$K_{\text{выт}}$
В холодном состоянии	1,65—1,75
В нагретом состоянии до температуры 300—400° С	2,30—2,50

XVII. ТЕРМИЧЕСКАЯ И ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛЕЙ
(из АН-1443)

236. Условные обозначения видов термической обработки

Условное обозначение	Вид обработки	Примеры обозначения
О	Отжиг	40X—О (сталь 40X подвергается отжигу)
Н	Нормализация	20X—Н (сталь 20X подвергается нормализации)
У	Улучшение (закалка с высоким отпускком)	45—У (сталь 45 подвергается улучшению); 37XГС—У (сталь 35XГС подвергается улучшению)
M43	Закалка в масле и отпуск при средней твердости HRC 43	40X—M43 (сталь 40X закаливается в масле и подвергается отпуску на твердость HRC 40—45)
B35	Закалка в воде и отпуск при средней твердости HRC 35	35—B35 (сталь 35 закаливается в воде и отпускается на твердость HRC 30—40)
ЦM59	Цементация, закалка в воде и отпуск при средней твердости HRC 59	20X—ЦM59 (сталь 20X цементируется, закаливается в масле и отпускается на твердость HRC 56—62)
ЦB59	Цементация, закалка в воде и отпуск при средней твердости HRC 59	15—ЦB59 (сталь 15 цементируется, закаливается в воде и отпускается на твердость HRC 56—62)

361

Условное обозначение	Вид обработки	Примеры обозначения
ЦН	Цинирование с охлаждением в воде или масле и низкий отпуск	40Х—ЦН (сталь 40Х цинируется с охлаждением в масле и отпускается); 35—ЦН (сталь 35 цинируется с охлаждением в воде и отпускается)
ЦЖ	Жидкостная цементация с охлаждением в воде или масле и низкий отпуск	A12—ЦЖ (сталь A12 подвергается жидкостной цементации с охлаждением в воде и низкому отпуску)
НТ	Азотирование (нитрирование)	35ХМЮА—НТ (сталь 35ХМЮА подвергается азотированию)
ТВЧ-54	Закалка с нагревом током высокой частоты и низкий отпуск при средней твердости HRC 54	40Х—ТВЧ-54 (сталь 40Х закаливается с нагревом токами высокой частоты и отпускается на твердость HRC 52—56)

Примечания. 1. В обозначении термической обработки впереди стоящие цифры и буквы или буквы и цифры до знака тире (—) указывают марку стали; буквы и цифры, находящиеся за знаком тире (—), указывают вид термообработки и требуемую поверхность, а в отдельных случаях—охлаждающую среду.

2. Глубина цементации определяется конструктором и вводится в обозначение после буквы Ц. Пример: 20—Ц1, 2В59.

237. Примеры применения термической обработки

Характеристика основных марок сталей	Условное обозначение термической обработки	Применение
Углеродистая сталь может подвергаться большой высадке при штамповке; термической обработке не подвергается	Ст. 3	Для неотжестивших деталей, работающих с малой нагрузкой без трения: корыта станков, крышки, старые детали и пр.
Углеродистая сталь, цементуемая после термической обработки, обладает высокой поверхностной твердостью и вязкой сердцевинной, хорошо сваривается	20—ЦВ59	Для малонагруженных деталей, работающих на истирание: валики, пушки, упоры, пальцы, оси и др.
	20—ЦН	Для мелких малонагруженных деталей, где требуется высокая поверхностная твердость: шпильки, гайки, установочные болты, упоры, оси и пр.
Легкообрабатываемая сталь применяется для нормалей, изготовляемых на автоматах	A12—ЦН	Для средненагруженных деталей, где требуется чистая поверхность после термообработки: вянты, болты, гайки и пр.

Характеристика основных марок сталей	Условные обозначения термической обработки	Применение
Среднеуглеродистая сталь не цементуруется для деталей низко- и средненагруженных	35—В35	Для мелких деталей, от которых требуется довольно высокая прочность и сопротивление износу: винты, болты, упоры, кольца и пр.
	35—ЦН	Для деталей, от которых требуется сопротивление износу при большей прочности, чем сталь 15: установочные винты, гайки, оси, штифты и т. д.
	В термически необработанном состоянии	Для средненагруженных деталей, не подвергаемых износу в работе: ручки, тиги и т. д.
Углеродистая сталь не цементуется для средненагруженных деталей, не допускающих большого износа поверхностей	45—У	Для зубчатых колес, работающих при небольших скоростях порядка до 1 м/сек и средних давлениях, малонагруженных, не работающих на износ: шпунты шпинделя, работающие в подшипниках качения, шлицевые валки и другие изделия сечением до 100 мм
	45—ТВЧ-54	Для деталей, подвергасмых закалке с нагревом токами высокой частоты, от которых требуется высокая поверхностная твердость и минимальная деформация: валы, шайбы, оси, зубчатые колеса и др.
	45—В48	Для деталей, от которых требуется местная высокая твердость: шпиндели токарных, револьверных, сверлильных и других станков
	45—В42	Для небольших деталей несложной конфигурации, к которым предъявляются требования достаточной высокой прочности и твердости и которые работают без резких ударов и толчков: ролики, валки, цапфы и др.
	45—М35	Для мелких тонкостенных деталей сложной конфигурации: шайбы, небольшие кольца и др.
Среднеуглеродистая конструкционная марганцовистая сталь после нормализации обладает большей прочностью, чем сталь 45	50Г2 Н	Для очень крупных валов и зубчатых колес
	50Г2—М30	Для крупных средненагруженных зубчатых колес
Конструкционная марганцевая сталь с повышенным содержанием углерода	65Г—М60	Для деталей, к которым предъявляются требования высокой твердости и износоустойчивости при наличии высоких пружинящих свойств, например цапфы. Твердость 60 относится к горячей, хвостовая часть должна иметь твердость НRC 40—45
	65Г—М43	Для пружин плоского сечения и круглых \varnothing 6 мм и выше

Характеристика основных марок сталей	Условное обозначение термической обработки	Применение
Проволока пружинная спелотянутая, полученная холодной протяжкой с последующей термообработкой	65ГВ термообработке не подвергается; после навивки подвергается отпуску при 250—350° С	Проволока из стали 65Г и классов Н и В применяется для пружин стоек
	65ГВ—М43	Пружины, изготовленные из термически обработанной проволоки, после навивки подвергаются закалке и отпуску
Хромистая сталь с низким содержанием углерода применяется для деталей, требующих твердой и устойчивой против износа поверхности при большой прочности сердцевины. Чем сталь 15	20Х—ЦМ69	Для зубчатых колес, работающих при больших скоростях и средних давлениях, кулачковых муфт, втулок, стальных направляющих станин, шпинделей (в подшипниках скольжения), работающих при больших скоростях, червяков, плунжей, оправок и др.
Хромистая сталь со средним содержанием углерода применяется для ответственных деталей, подвергающихся термообработке	40Х—М48	Для зубчатых колес, работающих при средних окружных скоростях, высоких средних давлениях и невысоких ударных нагрузках, втулок, колес, шпинделей, подвергающихся местной закалке

	40Х—ТВЧ-54	Для деталей, подвергаемых закалке с нагревом токами высокой частоты: зубчатые колеса, валы, пальцы, оси и др.
	40Х—М39	Для нагруженных шпинделей, работающих и подшипниках качения, сухарей и кругих деталей сложной конфигурации
	40Х—У	Для малонагруженных шпинделей, работающих и подшипниках качения, зубчатых колес, работающих при повышенных изгибающих усилиях, средних давлениях и малых скоростях, и др.
	40Х—ЦН5:	Зубчатые колеса, работающие при больших скоростях и невысоких ударных нагрузках: роторы гидродвигателей и др.
Хромистая сталь с высоким содержанием углерода. После закалки в масле обладает высокой твердостью и износоустойчивостью	ШХ15—М61	Для статоров гидродвигателей, копиров, роликов, работающих на трении, собачек храпового механизма, пальцев, подвергающихся износу, и др.
Хромоникелевая сталь, термически обрабатываемая, закаливается в масле	30ХН8—М31	Для высоконагруженных деталей, требующих высоких упругих свойств, прочности и сопротивления истиранию: валы, штоки, кривошипы и др. диаметром или толщиной до 120 мм
Хромоникельмолибденовая улучшаемая сталь высокой прочности и вязкости	40ХНМА—М30	Для втулок золотников гидрокислоразных устройств

Характеристики основных марок сталей	Условное обозначение термической обработки	Применение
Жароупорная нержавеющая сталь, термически обрабатываемая	2X13	Для деталей, работающих в среде влажного воздуха
Хромоалюминиевая сталь для азотируемых деталей. После улучшения и азотирования обладает очень высокой поверхностной твердостью и износостойкостью при наличии высоких механических качеств сердцевины	35XЮА	Шпиндели шлифовальных станков, токарных автоматов, конусы при невысоких ударных нагрузках, центры шлифовальных станков, роликки и др.
Хромоникельвольфрамовая сталь, применяемая в цементуемом состоянии после термической обработки, обладает износостойкостью и твердой поверхностью, прочной и очень вязкой сердцевиной. Мало деформируется при термообработке. Плохо обрабатывается и сваривается	18XНВА— —ЦМГ1	Для сильно нагруженных деталей, работающих при больших скоростях и ударных нагрузках, зубчатых колес, шпинделей, валов, валков особо точных станков и других деталей, а также для элементов гидроаппаратуры

238. Общая характеристика основных видов химико-термической обработки стали

Вид обработки Температура, °С	Состав применяемых смесей (карбюризатор)	Длительность процесса и зависимость от глубины слоя	Назначение
Цементация			
Цементация твердым карбюризатором 880—980	1. Древесный уголь березовый в смеси с 20—25% BaCO_3 и 3,5—5% CaCO_3 (ГОСТ 2407—51)	От 5 до 24 час. (при 930° и загрузке в ящик 70—100 кг деталей для получения слоя 0,4—2,5 мм)	Придание поверхностному слою путем последующей термообработки высокой твердости; повышение износостойкости и предела усталости
	2. Каменноугольный полукокс в смеси с 10—15% BaCO_3 и 1% CaCO_3 (ГОСТ 5335—50). Зернистость 3,5—10 мм; влажность 5—6%		
Газовая цементация 930—950	1. Естественный газ CH_4 чистый или в смеси с газом-разбавителем	3—12 час. (в шахтных печах для получения слоя 0,5—1,8 мм)	То же. Газовая цементация позволяет широко механизировать весь процесс и упрощает последующую термообработку
	2. Газы керосина, бензола и т. п., полученные в спец. установках или непосредственно в муфельной печи	4—12 час. (в муфельных печах для получения слоя 0,45—1,5 мм)	

Вид обработки: Температура, °С	Состав прикладных смесей (калоризатор)	Длительность процесса в зависимости от глубины слоя	Примечание
Железа пем-титана 830—850	75—80% Na_2CO_3 + 15—20% NaCl + 10% SiC (кальбас кремния добавляется после расплавления сырья составляющих)	1—3 часа (для по- лучения слоя 0,2— 0,45 мм)	То же. Рекомендуется для мелких деталей
Азотирующие интерметаллиды 480—580	Аммиак NH_3 . Степень диссоциации аммиака при 480—520° 10—25% и при 550— 560° 30—40%	3—50 час. (для по- лучения слоя 0,1— 0,8 мм). Повышение температуры сокра- щает длительность про- цесса, но умень- шает твердость	Для придания высокой твердости, износоустойчи- вости и повышения предела усталости деталей из леги- рованной стали, прокатанной попутно механическую обра- ботку
Азотирующие антикорро- зионно: 600—700	Аммиак NH_3 , степень диссоциации 40—60%	0,5—10 час. (в за- висимости от габари- тов изделия)	Для придания коррозион- ной устойчивости деталям из калоризированных сталей. Повышение твердости незна- чительное
Цинкирующие высокоте- мпературное 550—560	Цинкирующий 1. Жидкое цинкирование (раствор $20—15\% \text{Na}_2\text{CO}_3$ + 10—20% NaCl + 30—50% NaCN)	Цинкирование 50—30 мин.	Для повышения режущих свойств инструмента из бы- стросплавной стали после окончательной термообработ- ки
Среднетемпе- ратурное цинкирование 820—840	1. Жидкое цинкирование (5—20% Na_2CO_3 + 30—40% NaCl + 25—30% NaCN) 2. Газовое цинкирование (75% цементующего из 30—25% аммиака)	10—90 мин. (для получения слоя 0,075— 0,3 мм)	
Высокотемпе- ратурное цинкирование 950—980	1. Жидкое цинкирование (80—84% Na_2CO_3 + 10% NaCl + 6—10% NaCN) 2. Газовое цинкирование (75% цементующего из 25% аммиака)	4—12 час. (для по- лучения слоя 0,1— 0,2 мм)	Для однокомпонентного насы- щения азотом и азотом повышенного слоя деталей из конструкционных сталей. Увеличение при необходимости удельной износостойкости
Аммирование 950—1000	1. Аммирование в твердых порошках (фториды амми- ака + 0,5—2% NH_4Cl (или 40—60% глинозема, или мол. кварцевого песка)	1—5 час. (для по- лучения слоя 0,6— 0,8 мм)	Применяется вместо це- ментации, магнезирования, фуркации, азотации, цинкиро- вания, бромирования, фосфориро- вания
Аммирование 750—800 (железо)	1. Аммирование в твердых порошках (фториды амми- ака + 0,5—2% NH_4Cl (или 40—60% глинозема, или мол. кварцевого песка)	3—12 час. (для по- лучения слоя 0,2— 0,5 мм)	Насыщение поверхности азотом, повышение износостойкости до 300— 500%

Вид обработки Температура °С	Состав применяемых смесей (карборизатор)	Длительность процес- са в зависимости от глубины слоя	Назначение
Хромирование 950—1150	<p>2. Жидкое алитирование (раствор алюминия с содержанием 6—8% железа)</p> <p>3. Газовое алитирование (пары $AlCl_3$ в смеси с другими газами)</p> <p>1. Твердые порошки (40—60% феррохрома с добавкой магнетита или каолина—2—3% NH_4Cl или HCl)</p> <p>2. Газовое хромирование (пары $CrCl_2$ и $CrCl_3$)</p> <p>3. Жидкое хромирование ($BaCl_2$, $CaCl_2$, $MgCl_2$ + 15—30% $CrCl_3$ или феррохром)</p>	<p>45—90 мин. (для получения слоя 0,2—0,35 мкм)</p> <p>2—3 часа (для получения слоя 0,4—0,45 мкм)</p> <p>6—12 час. (при 1100°С для получения слоя 0,05—0,15 мкм)</p> <p>3—6 час. (для получения слоя 0,05—0,10 мкм)</p> <p>10—15 мин. (для получения слоя 0,01—0,03 мкм)</p>	<p>Насыщение поверхности хромом для повышения коррозионной стойкости</p> <p>Хромирование высокоуглеродистых сталей для повышения твердости и износостойкости</p>
Силицирование 950—1150	<p>1. Твердые порошки (ферросилиций, карбид кремния 4—2—5% NH_4Cl)</p> <p>2. Газовое силицирование (в той же смеси с присутствием хлора для образования $SiCl_4$)</p>	<p>2—24 часа (для получения слоя 0,02—0,8 мкм при 1150°С)</p> <p>2—3 час. (для получения слоя 0,3—0,9 мкм при 950°С)</p>	<p>Для повышения коррозионной стойкости и износостойкости</p>
Борирование 900—1100	<p>1. Процесс электролиза расплавленной буре $Na_2B_4O_7$; деталь служит катодом; плотность тока 3,1—0,2 a/cm^2</p> <p>2. Жидкое борирование (60% буре—40% карбида бора)</p>	<p>1—6 час. (для получения слоя 0,15—0,25 мкм)</p> <p>1—3 часа (для получения слоя 0,15—0,25 мкм)</p>	<p>Для тех же целей, что и при силицировании</p>
Сульфидирование 560—580	<p>Расплавленные соли (80% $K_2Fe(CN)_6$—20% $NaOH$—10% $Na_2S_2O_3$)</p>	<p>0,5—3 часа (для получения слоя 0,05—0,3 мкм)</p>	<p>Насыщение поверхности стальными и титановыми ионами серой и азотом для повышения стойкости при работе на истирание без смазки</p>

Тип атмосферы	Метод приготовления атмосферы	Условное обозначение	Коэффициент избытка воздуха α	атмо	
				СО	
N_2, H_2O-N_2	Диссоциация аммиака	ДА	—	—	
	Частичное сжигание аммиака	ПСА-а	0,7-0,9	—	
$CO-CO_2-N_2$	Газогенераторный процесс с древесным углем с внешним обогревом или без обогрева	ГГ-ВО	—	32-34	—
		ГГ	—	25-33	
$CO-CO_2-H_2-H_2O-N_2$	Частичное сжигание промышленных газов с очисткой от CO_2 и осушкой	ПС-а	0,5-0,6	8-12	—
			0,8-0,9	1-4	
$CO-CO_2-H_2-H_2O-N_2$	Газогенераторный процесс с очисткой от H_2S и CO_2 и осушкой	ГГ	—	25-28	—
$CO-CO_2-H_2-CH_4-N_2$	Крекирование углеводородов в смеси с воздухом или водяным паром с очисткой от сажи, смол и т. п.	КГ-а	0,15-0,3	13-20	—
		КГ- H_2O	—	15-20	

1 А. А. Шмыков, Б. В. Малышев. Контролируемые

Типичный состав сухой сферы в объемных процентах				Влажность, точка росы °С	Примечание
CO_2	H_2	CH_4	N_2		
—	75	—	25	-(40+60)	—
—	7-15	—	93-85	-(20+40)	—
<0,5	Следы	—	66-68	-25+ +20	—
0,5-2	4-6	<1	60-70		
0,1-6,0	15-20	0,5-3,0	60-70	-40+ +20	Подвергается очистке от H_2S
0,1-10,0	1-4	0-0,5	85-90	-10+ +4	
0,1-6,0	5-15	1-2	60-65	-40+ +20	—
0,5-60	8-40	2-10	35-55	-20+ +20	С воздухом
0,5-1,5	60	10	10	+10	С водяным паром

атмосферы, Машгиз, 1953.

240. Применение контро

Вид термобработки	Обрабатываемый материал	Требования к поверхности металла		
			аммиак	
Отжиг	Малоуглеродистая сталь	Светлая	ДА, ПСА-08	
	Средне- и высокоуглеродистая сталь	Светлая, без обезуглероживания То же	—	
	Легированная сталь: Быстрорежущая сталь. Нержавеющая сталь. Высокремнистая сталь. Чугун ковкий: перлитный ферритный	Светлая Чистая	ДА ПСА-08	
		—	—	
Нормализация	Малоуглеродистая сталь	Светлая	ПСА-08	
	Средне- и высокоуглеродистая и легированная сталь	Светлая, без обезуглероживания	—	
Закалка	Средне- и высокоуглеродистая и легированная сталь	Светлая или чистая, без обезуглероживания	—	
	Быстрорежущая сталь	—	—	
Отпуск	Все стали	Светлая или чистая	—	
Пайка медью t 1150 °C	Малоуглеродистая сталь	Светлая	ПСА-08	
	Средне- и высокоуглеродистая и легированная сталь. Нержавеющая сталь.	Светлая	ДА	
Спекание металлов (с восстановлением окислов)	Малоуглеродистые стали	—	ДА	
	Высокоуглеродистые и легированные стали	—	—	
Цементация	Все цементуемые марки сталей	Чистая или светлая	—	
Цианирование	Углеродистые, легированные и быстрорежущие стали	То же	—	

лируемых атмосфер

Рекомендуемые атмосферы			
древесный уголь	промышленные газы		углеводороды (газ, керосин)
—	ПСС-06; ПСО-06; ПСО-09		ПС-06 с дозой осушкой
ГГ-ВО	ПСО-09; ПСО-09		—
То же	То же и ПС-Э; ПСС-Э ПСО-06; ПСО-09		—
	ПСО-09		—
ГГ-ВО ГГ; ГГ-С	ГГ-0; ПС-Э; ПСО-06; ПСО-09 ПС-01; ПС-06; ПСС-08; ГГ-С		КГ-ВО КГ-015
ГГ-С	ПСС-06; ГГ-С		ПС-06 с дозой осушкой КГ-ВО
ГГ-ВО	ПСО-06; ПСО-09; ГГ-0; ПСС-Э; ПС-06Э		
ГГ-ВО	ПСО-06; ПСО-09; ГГ-0; ПС-Э; ПСС-09; ПС-04Э; ПС-06Э		КГ-ВО
То же	ПСО-06; ПСО-09; ГГ-0; ПСС-Э		То же
	ПСС-03; ГГ-С		
ГГ-ВО То же	ПСС-03; ГГ-С ПСО-06; ПСО-09; ПС-Э; ПСС-Э; ПС-06Э; ПСС-06		
ГГ-С; ГГ	ПСС-06; ГГ-С; ПС-Э; ПСС-Э; ПС-01Э; ПС-06Э		КГ-ВО; КГ-Н ₂ O
ГГ-ВО	ПСО-06; ПСО-09; ГГ-0; ПС-Э; ПСС-Э; ПС-04Э; ПС-06Э		КГ-ВО
ГГ-ВО с добавкой углеродородов	ПСО-06; ПСО-09; ГГ-0; ПС-Э; ПСС-Э; ПС-01Э; ПС-06Э; ПСС-03		КГ-Н ₂ O; КГ-ПС с добавкой углеродородов от 1 до 4%
	То же, что и для цементации, но с добавкой 10—30% аммиака		

XVIII. ПОКРЫТИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ И ОКСИДНЫЕ (51Г-25-49)

Нормаль предусматривает наиболее употребительные защитно-декоративные гальванические и оксидные покрытия для деталей и приборов, работающих в обычной атмосфере закрытых помещений.

Примечание. Настоящая норма не предусматривает работы негерметичных изделий при погружении их в морскую или пресную воду, а также при воздействии иных агрессивных агентов.

241. Условные обозначения

Индексы для обозначения гальванических покрытий на чертежах состоят из трех букв и одной цифры. Первая буква означает материал детали, вторая — наименование покрытия, третья характеризует вид поверхности после покрытия. Цифра означает толщину покрытия в микронах. Индексы для обозначения оксидных покрытий состоят из трех букв без цифр, значения букв те же, что и в индексах для гальванических покрытий. В таблице дана расшифровка обозначений.

Материал детали	Индекс	Наименование покрытия	Индекс	Вид поверхности	Индекс
Алюминий и алюминидные сплавы	А	Анодирование	А	Блестящая	Б
		Никелирование	Н	Полуматовая	П
Медь и медные сплавы	М	Хромирование	Х	Матовая	М
Сталь	С	Цинкование	Ц	Черная	Ч
Магниево-цинковые сплавы (электрон)	Э	Кадмирование	К	Коричневая	К
		Лужение	Л		
		Серебрение	С		
		Оксидирование	О		
		Пассивирование	П		

Примеры обозначений

Покрытие МНБ-8 норм. 51Г-25-49

М — медь или медные сплавы.
Н — никелирование.
Б — блестящая поверхность.
8 — толщина покрытия в микронах.

Покрытие ААП норм. 51Г-25-49

А — алюминий или алюминидные сплавы.
А — анодируется и желто-зеленый цвет.
П — полуматовая поверхность.

Примечание. Если нет спецификации, то в виде примера в виду анодирования и желто-зеленой цветной окраски (в хромике). При анодировании в другом месте или при бесцветном анодировании указывается еще полное название цвета, например:

Покрытие ААВ — черное норм. 51Г-25-49

Исключением является хромирование на износостойкости; в этом случае последняя буква «И» указывает на износостойкость.

Покрытие СХН 10 норм. 51Г-25-49

Примечание. В тех случаях, когда для условий работы деталей или из-за их размеров необходимо указать толщину покрытия (например, при срабатывании электрических контактов, работающих при значительной тряске) или уменьшить ее, нужною толщину покрытия указывать в индексе покрытия, взамен толщину, предусмотренной нормами, например:

Покрытие МСН-15 норм. 51Г-25-49

Примечание. Не предусмотренные настоящей нормалью покрытия, применение которых обусловлено специальными требованиями, обозначаются на чертежах полным наименованием с указанием толщины покрытия, например:

Покрытие — платинирование толщиной 10

Материал	Наименование, толщина и индекс покрытия, специальная механическая обработка перед покрытием, внешний вид поверхности после покрытия	Применение	Примечание
Алюминий, дуралюмины и другие алюминиевые сплавы	<p>Анодное оксидирование с обработкой в хромпике, ААБ, полирование, блестящая зеленовато-желтого цвета</p>	<p>1. Для алюминиевых и дуралюминовых деталей, которые должны иметь блестящий (глянцевый) вид, без предъявления специальных требований к цвету.</p> <p>2. Для узлов только в тех случаях, когда между деталями нет зазора и при условии, что все детали узла изготовлены из одного металла</p>	<p>1. При необходимости иметь блестящую (цветную или бесцветную) поверхность с сохранением металлического вида для обозначения покрытия в чертеже нужно к основному индексу прибавить указание о цвете. Например, ААБ черное, ААБ—бесцветное, ААБ—красное и т. д.</p> <p>2. Цветные покрытия применять: 1) в случаях, когда деталям нужно придать тот или иной цвет, а нанесение лакокрасочных покрытий недопустимо по конструктивным соображениям; 2) для специальных целей.</p> <p>3. Возможны различные оттенки в зависимости от предварительной механической обработки, а также от состава материала.</p>
	<p>Анодное оксидирование с обработкой в хромпике, ААП, без специальной обработки или обработки песком, полуматовая зеленовато-желтого цвета</p>	<p>То же, без специального требования блестящей поверхности</p>	
Мель, латунь, бронза			<p>4. Литые детали, находящиеся снаружи корпуса прибора, должны иметь лакокрасочное покрытие (см. нормаль 5НГ-10-49)</p>
	<p>Никелирование, МПБ-10, полирование, блестящая серебристо-белая со слабым желтоватым оттенком</p>	<p>1. Для деталей, которым необходимо придать красивый блестящий вид и хромирование которых сложно из-за конфигурации или размеров.</p> <p>2. При контакте с алюминиями, электронными, и стальными деталями необходимо предусмотреть следующее:</p> <p>а) алюминиевые детали должны быть окрашены согласно нормам или анодированы и обработаны в масле;</p> <p>б) электронные детали должны быть окрашены согласно нормам или оксидированы и покрыты грунтом А.П-1 в местах контакта;</p>	<p>Для болтов и гаек диаметром менее 6 мм толщина покрытия $0,05 \pm 0,001$ мм</p>

Материал	Наименование, толщина и индекс покрытия, специальная механическая обработка перед покрытием, вид поверхности после покрытия	Применение	Примечание
Медь, латунь, бронза		в) стальные детали должны быть цинкованы, кадмированы, никелированы или хромированы с подслоем	
	Никелирование, МНП-16, без специальной механической обработки перед покрытием, полуматовая серебристо-белая со слабым желтоватым оттенком	То же, без требования блестящей и гладкой поверхности	
	Хромирование с подслоем, МХВ-11, полирование, блестящая стального цвета с голубоватым оттенком. Толщина покрытия в мкм: никель 0,010±0,002, хрома 0,0005—0,001	1. Для деталей поверхность которых должна быть красной, гладкой, блестящей и неутраченной 2. При контакте с алюминиевыми, электронными или стальными деталями необходимо предусмотреть следующее:	1. Покрытие выполняется с подслоем из никеля 2. Нужно иметь в виду, что углубление места деталей хлором не покрываются без специальных приспособлений и остаются лишь никелированными. Необходимость покрытия хромом указывается

Медь, латунь, бронза		а) алюминиевые детали должны быть окрашены согласно нормам или анодированы и обработаны в масле; б) электронные детали должны быть окрашены согласно нормам или оксидированы и покрыты грунтом АЛТ-1 в местах контактов; в) стальные детали должны быть цинкованы или кадмированы или иметь никелевое или хромовое покрытие с подслоем	дубленых участков следует в каждом конкретном случае согласовывать с главным технологом завода и отмечать на чертеже примечанием 5. Крепежные детали, а также мелкие детали сложной конфигурации можно хромировать без подслоя (толщина слоя хром 0,005 ± 0,001 мкм)
	Хромирование с подслоем, МХВ-11, без специальной механической обработки, полуматовая стального цвета с голубоватым оттенком. Толщина покрытия в мкм: никель 0,01 ± 0,002, хрома 0,0005 до 0,001	То же, без требования блестящей или матовой поверхности	
	Хромирование с подслоем, МХВ-11, блестящая красноматовая стального цвета с голубоватым оттенком. Толщина покрытия, как при МХВ-11	То же, когда нужно получить красивый неутраченный матовый вид	

Материал	Наименование, толщина и вид покрытия, специальная механическая обработка перед покрытием, внешний вид поверхности после покрытия	Применение	Примечание
Медь, латунь, бронза	Хромирование, МХИ-10, без специальной обработки, полуматовая стальная поверхность с голубоватым оттенком	То же, но для деталей механизмов, работающих с трением	1. В специальных случаях толщина слоя оговаривается на чертеже особо 2. Нужно иметь в виду, что усложненные места деталей хромом не покрываются без специальных приспособлений
	Цинкование, МЦП-10, без специальной механической обработки или очистки песком, полуматовая серебристо-серая	1. Для деталей находящихся в контакте с алюминиевыми, электронными и стальными деталями, отделека которых по особым конструктивным соображениям нецелесообразна 2. Для деталей, находящихся в контакте с резиновыми прокладками	
	Кадмирование, МКП-10, без специальной механической обработки или очистки песком, полуматовая серо-белая	1. Для деталей, находящихся в контакте с алюминиевыми, электронными и стальными деталями, отделека которых по особым кон-	

93-2

Медь, латунь, бронза		структивным соображениям недопустима, при одновременной необходимости иметь эластичное покрытие 2. Может быть применено в качестве уплотнительной смазки на резьбе при затягивании крепежных деталей	
	Лужение, МЛП-10, без специальной механической обработки или очистки песком, полуматовая серебристо-серая	1. Для деталей, которым необходимо особенно эластичное покрытие 2. Для деталей, требующих лужения по условиям пайки 3. То же, что и при МХИ-10	
	Серебрение, МСБ-10, полирование, блестящая	1. Для получения поверхности, обладающей наибольшим коэффициентом отражения (для рефлекторов) 2. То же, что и при МХИ-10	
	Серебрение, МСП-10, без специальной механической обработки или очистки песком, полуматовая	1. Для электрических контактов 2. То же, что и при МХИ-10	

Условия	Наименование, марка и вид покрытия, условия и способ обработки, вид поверхности после обработки	Применение	Примечание
Медь, латунь, бронза	Серебрирование. Золотение. Без специальной механической обработки, подматовая сербристо-белая обработка, матовая с синеватым оттенком	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для деталей, которым требуется черная, черная лакокрасочная, лакокрасочная лакокрасочная поверхность, поверхность с матовым эффектом 2. То же, что и при МХН-10 3. Сварные детали должны быть оцинкованы или лакированы 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Свариванию подлежат только стальные детали марки ЛМЗ-2, ЛМЗ-3 2. Швы и галтованные детали должны быть предварительно обработаны или зачищены 3. С течением времени возможно самопроизвольное изменение цвета в темном состоянии
Сталь	Пассивирование. МПП, без специальной механической обработки, или окисление песком, цвет металла сохраняется, но ему придается золотистый оттенок	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для деталей, для которых невозможно придать какой-либо покрытие или внешняя отделка безразлична 2. То же, что и при ЛОЧ 	1. Покрытие выгорает в водном виде. Допускается без подслоя или в виде

Условия	Наименование, марка и вид покрытия, условия и способ обработки, вид поверхности после обработки	Применение	Примечание
Сталь	Серебристо-белая с желтоватым оттенком	<p>Ниронирование, которое сложно из-за конфигурации или размеров</p> <p>2. При контакте с алюминиевыми, электронными или стальными деталями необходимо предусмотреть следующее:</p> <p>а) алюминиевые детали должны быть окрашены согласно нормам или анодированы и обработаны в массе;</p> <p>б) электронные детали должны быть окрашены согласно нормам или оксидированы и покрыты грунтом АЛГ-1 в местах контакта;</p> <p>в) стальные детали должны быть оцинкованы или кадмированы или иметь никелевое или хромовое покрытие с подслоем</p>	<p>трехслойного покрытия (никель-медь-никель)</p> <p>2. Суммарная толщина покрытия $0,025 \pm 0,005$ мм. Толщина поверхностного слоя никеля $0,010 \pm 0,002$ мм</p> <p>Нержавеющие стали покрытию не подлежат</p>
Сталь	Никелирование. СНП-25, без специальной механической обработки, подматовая сербристо-белая с желтоватым оттенком	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для деталей, для которых никелирование не может быть применено и которым нужно придать хороший вид без требований блестящей гладкой поверхности 2. То же, что и при СНП-25 	

Материал	Назначение, толщина и индекс покрытия, специальная механическая обработка перед покрытием, внешний вид поверхности после покрытия	Применение	Примечание
Сталь	Хромирование с подслоем, СХВ-25, полирование, блестящая стального цвета с голубоватым оттенком	1. Для деталей, которым необходимо придать красивую, гладкую, блестящую, искусственную поверхность. 2. Не применять для деталей, подвергающихся механическому износу. 3. То же, что и при СНВ-25.	1. Покрытие выполняется в три слоя (медь-никель-хром). Допускается покрытие четырёхслойное (никель-медь-никель-хром). 2. Суммарная толщина покрытия $0,025 \pm 0,005$ мм; толщина хромового покрытия $0,0003 - 0,001$ мм. 3. Нужно иметь в виду, что углубленные места деталей хромом не покрываются без специальных приспособлений.
	Хромирование с подслоем, СХП-25, без специальной механической обработки, полуматовая стального цвета с голубоватым оттенком	То же, без требования блестящей или матовой поверхности	
	Хромирование, СХИ-10, без специальной обработки, полуматовая молочного цвета с голубоватым оттенком	1. Для деталей механизмов, работающих при значительном трении. 2. То же, что и при СНВ-25.	В специальных случаях толщина слоя отговаривается на чертеже особо

Материал	Назначение, толщина и индекс покрытия, специальная механическая обработка перед покрытием, внешний вид поверхности после покрытия	Применение	Примечание
Сталь	Цинкование, СЦП-18, без специальной механической обработки или очистки песком, полуматовая серебристо-серая	1. Для всех стальных деталей, к внешнему виду и износостойкости которых не предъявляются специальных требований. 2. Для деталей, находящихся в контакте с алюминевыми деталями, не анодированными по особым конструктивным соображениям, с оксидированными электронными деталями, с оксидированными или пассивированными деталями из медных сплавов, с деталями из серебра или других благородных металлов.	1. Наилучшее антикоррозийное покрытие. 2. Не применять для деталей толщиной менее 0,5 мм, так как они становятся хрупкими. Для таких деталей можно применить покрытие СЦП-25.
	Кадмирование, СКП-16, без специальной механической обработки или очистки песком, полуматовая серебристо-белая	1. В тех же случаях, что и цинкование. 2. Может быть применено в качестве уплотнительной смазки на резьбах при затруднении сопряжения деталей.	
	Лужение, СЛП-25, без специальной механической обработки или очистки песком, полуматовая серебристо-серая. Толщина слоя для лужения $0,010 - 0,002$ мм	1. Для деталей, которые нужно лудить по условиям пайки. 2. Для пружинок толщиной менее 0,5 мм. 3. То же, что и при СНВ-25.	1. Покрытие выполняется с подслоем меди. Суммарная толщина покрытия $0,025 \pm 0,005$ мм по толщине слоя слова $0,010 \pm 0,001$ мм.

Материал	Наименование, толщина и индекс покрытия, специальная механическая обработка перед покрытием, внешний вид поверхности после покрытия	Наименование	Примечание
Сталь	Оксидирование, СОП, полирование, очистка песком, без специальной механической обработки, цвет черный	Применяется исключительно для придания черного цвета стали в случаях, когда по конструктивным соображениям невозможно придать черный цвет другим способом. Оксидированные детали должны храниться и работать в смазанном виде при периодическом возобновлении смазки	2. Для стальных деталей (сружин) толщиной менее 0,5 мм покрытие обозначать СЛП-10 1. Не является антикоррозийным покрытием 2. Оксидирование не могут подвергаться пержавлению и высоколгированные стали
	Оксидирование селенистой кислотой, ЭОК, без специальной механической обработки, цвет кобальтовый	Только для точно шлифованных поверхностей, на которые по конструктивным соображениям не может быть нанесено электрокрасочное покрытие. Детали или участки их, обработанные селенистой кислотой, должны быть смазаны нейтральной консистентной смазкой	Вполне надежной защиты от коррозии оксидирование селенистой кислотой не дает. Необходимо возобновлять смазку по мере надобности

Виды и толщины гальванических покрытий крепежных деталей

243. Виды гальванических покрытий

Материал крепежных деталей	Защитные покрытия по ГОСТ 3002-58		Виды специальных покрытий
	Для легких и средних условий работы	Для тяжелых условий и при сильном увлажнении	
Стали углеродистые и малоуглеродистые, $\sigma_b < 140 \text{ кг/мм}^2$	Цинкование с хроматным пассивированием	Кадмирование с хроматным пассивированием	Оксидирование, фосфатирование
Стали нержавеющие	Полирование поверхности (кроме резьбы) и пассивирование (допускается травление с последующим пассивированием)		Омеднение для увеличения спаяемости резьбовых пар
Латунь	Никелирование	Хромирование	Оксидирование декоративное
	Для крепежных деталей, контактирующих с деталями из алюминиевых и магниевых сплавов		Пассивирование коррозионностойкое Лужение и серебрение, повышающие электропроводность
Алюминиевые сплавы	Анодирование с выведением пленки хромпиком		

244. Толщины гальванических покрытий

Диаметр резьбы мм	Толщина покрытия в мкм		
	Цинкование, кадмирование, никелирование, лужение серебром	Анодирование	Оксидирование, пассивирование и фосфатирование
До 2	5-8	≈	Не регламентируется
От 2 до 3,5	6-10		
4 - 6	}		
8 - 12			
Свыше 12			

Технические требования

Калибровать резьбу и шлифовать цилиндрические части болтов после нанесения покрытий не разрешается.

Цилиндрические части болтов с посадками С и Х после покрытия разрешается доводить шлифованием, при этом шлифованные части болтов должны быть смазаны нейтральной смазкой любой марки.

Резьбу для цинкованных, кадмированных, никелированных, луженых и серебряных деталей изготавливать по отраслевой нормали 214 АТ.

Рекомендуется занижать диаметр цилиндрической части болтов под покрытие.

При хромировании никелированного латунного крепежа средняя расчетная толщина слоя хрома составляет 0,5 мк.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
I. Основные обозначения, единицы измерений, физические и математические величины	5
1. Основные обозначения и размерности некоторых физических величин и коэффициентов	5
2. Сокращенные обозначения технических единиц измерений	6
3. Значения приставок к единицам измерений метрической системы	7
4. Некоторые числовые величины	7
5. Некоторые физические константы	7
6. Степени, корни, натуральные логарифмы, длины окружностей и площади кругов	8
7. Мантиссы десятичных логарифмов чисел	11
8. Значения некоторых чисел, возводимых в дробные показатели степеней	13
9. Таблица квадратных и кубических корней некоторых дробей	15
10. Значения тригонометрических функций	15
11. Соотношения между англо-американскими и метрическими мерами	22
12. Формулы для пересчета температуры различных шкал	23
13. Механический эквивалент тепла	23
14. Тепловой эквивалент работы	23
15. Соотношения между единицами измерений силы	23
16. Соотношения между единицами измерений работы	23
17. Соотношения между единицами измерений давления	24
18. Эквивалентные величины мощности	24
19. Обозначения и удельные веса главных химических элементов	25
20. Удельные веса некоторых материалов	26
II. Основные характеристики металлов и сплавов	27
21. Механические свойства отливок серого чугуна	27
22. Механические свойства антифрикционного чугуна	28
23. Механические свойства высокопрочного чугуна	28
24. Механические свойства отливок ковкого чугуна	29
25. Химический состав и механические свойства стали конструкционной углеродистой качественной сортовой горячекатаной	30
26. Механические свойства стали низколегированной конструкционной	32

27. Механические свойства стали конструкционной легированной	32	55. Свойства картона	87
28. Механические свойства стали качественной конструкционной холоднокатаной (калиброванной)	35	56. Примерные режимы прессования деталей из пластмасс	88
29. Механические свойства стали конструкционной автоматной	36	57. Примерные режимы литья под давлением деталей из термoplastичных материалов	89
30. Механические свойства стали качественной рессорно-пружинной горячекатаной	36	58. Свойства некоторых резиновых материалов	90
31. Механические свойства стали в листах, полосах и лентах	37	59. Механические свойства древесины	92
32. Механические свойства стали нержавеющей кислотостойкой сортовой горячекатаной и ковальной	41	60. Механические свойства фанеры	93
33. Механические свойства углеродистой стали в поковках	43	61. Краткие характеристики наиболее широко применяемых герметиков	94
34. Механические свойства легированной стали в поковках	44	62. Статическая прочность клеевых соединений и технологические показатели клеен	96
35. Механические свойства стали в отливках в нормализованном или отожженном состоянии	44	IV. Абразивные материалы	98
36. Сталь горячекатаная круглая, квадратная и шестигранная — сортимент	45	63. Искусственные материалы	98
37. Перечень стандартов на листы, полосы и ленты из сталей	47	64. Естественные материалы	98
38. Физико-механические свойства цветных металлов	52	65. Зернистость абразивных материалов	99
39. Механические свойства меди, латуни и бронзы в листах, полосах и лентах	54	66. Связки абразивных инструментов	100
40. Механические свойства алюминиевых деформируемых сплавов	58	67. Класс чистоты шлифующей поверхности и рекомендуемая зернистость абразивного материала	102
41. Механические свойства высокопрочных алюминиевых и титановых сплавов	60	68. Шкала твердости абразивного инструмента	102
42. Перечень стандартов на листы, полосы и ленты из цветных металлов и сплавов	64	69. Шкурки для сухого шлифования	103
43. Механические свойства сплавов МА1, МА8 и ВМ65-1	66	70. Шкурки водостойкие марки ЭС на влагостойкой бумажной основе	103
44. Механические свойства изделий из магнитных сплавов	67	71. Характеристики кругов для наружного круглого шлифования в центрах	104
45. Температурный коэффициент линейного расширения α некоторых сплавов	68	72. Характеристики кругов для шлифования резьбы и/или зубьев	106
46. Физико-механические свойства металло- и минералокерамических сплавов	69	73. Характеристики кругов для шлифования металлов	108
47. Шкалы твердости сталей	70	V. Технологические размеры	110
III. Основные характеристики неметаллических материалов	78	74. Нормальные диаметры и длины в машиностроении	110
48. Свойства термопластмасс в зависимости от выбора связующего и наполнителя	78	75. Калибровочные диаметры (длины) общего назначения	117
49. Свойства порошкообразных термопластмасс	80	76. Диаметры цилиндров, поршней, плунжеров, шпенок и золотников	119
50. Свойства материала изделий из волоконитов в зависимости от выбора связующего и наполнителя	82	77. Диаметры отверстий под заклепки	119
51. Свойства слоистых фенольных смол с различными наполнителями	83	78. Диаметры отверстий под болты, шпильки и вилты	119
52. Свойства органического стекла, винилпласта, целлулоида и эбонита	85	79. Данные для подбора длины заклепок в зависимости от толщины склеиваемого пакета	120
53. Свойства пенопластов	86	80. Данные для подбора длины заклепок с высоким сплюснутым срезом в зависимости от толщины склеиваемого пакета	121
54. Свойства технической бумаги	87	81. Данные для подбора длины сварных душек мерных заклепок в зависимости от толщины склеиваемого пакета	123
		82. Данные для подбора длины гаек-шпенок и вилтов к ним в зависимости от толщины склеиваемого пакета	123
		83. Нормальные радиусы рекомендуемых размеров радиусов закруглений и фасок	124

	Стр.
54. Гнезда для ключей	125
85. Отверстие (зев) ключа и размер «челюсть ключа»	126
86. Отверстия центральные с углом 60°	128
87. Накатка прямая и косая сетчатая	130
88. Конусности нормальные и специальные	132
VI. Допуски и посадки	135
Классы точности в обозначении	135
89. Отклонения основных отверстий и валов для диаметров от 0,1 до 10 000 мм в мм	136
90. Допуски и посадки — по отраслевой нормали (ограничительной) АН-1441	138
91. Шарико- и роликоподшипники. Посадки	141
92. Примеры посадок	141
Допуски на свободные размеры	143
93. Детали, обрабатываемые снятием стружки	143
94. Холоднотампленные детали	148
95. Сварные, напиченные и гнутые трубы	150
96. Детали, изготавливаемые из пластмасс	151
Допуски на расстояния между центрами отверстий под крепежные детали	151
97. Допускаемые отклонения Δl на расстояния l между центрами отверстий болтового соединения, расположенных в одной плоскости	151
98. Расположение отверстий по окружности в одной плоскости для болтового соединения	152
99. Однорядное болтовое соединение с осевой или торцевой базой с любым числом отверстий	153
100. Однорядное болтовое соединение с любым числом отверстий, расположенных по цилиндрической поверхности	154
101. Двухрядное и многорядное болтовое соединение с любым числом отверстий, расположенных по цилиндрической поверхности	155
Допуски на угловые размеры	156
102. Рекомендации по применению допусков на угловые размеры	157
103. Допуски на угловые размеры по ГОСТ 8908-58	158
VII. Межоперационные припуски и допуски	160
104. Наружное обтачивание деталей	160
105. Шлифование валов на бесцентровых станках	161
106. Наружное шлифование деталей после чистового обтачивания	162
107. Шлифование отверстий после чистового растачивания	163
108. Обработка отверстий	164
109. Протравливание отверстий	165
110. Фрезерование плоскостей	166
111. Обработка пазов	167

	Стр.
112. Шлифование плоскостей после чистового фрезерования	168
113. Обработка торцов	169
114. Тонкое растачивание	170
115. Хонингование	171
116. Притирка	171
117. Снятие цементованного слоя обтачиванием	172
118. Обработка зубьев цилиндрических колес	172
VIII. Допуски на изготовление шаблонов и оснастки при плазово-шаблонном методе производства	173
119. Номенклатура шаблонов	173
120. Допуски на огнивание шаблонов по контуру	174
121. Допуски на изготовление оснастки	176
IX. Чистота поверхностей деталей	187
Шероховатость поверхности	187
122. Классы чистоты поверхности	187
123. Распределение классов чистоты поверхности по разрядам	189
124. Назначение классов чистоты поверхности	190
125. Минимальные значения классов чистоты поверхностей для различных классов точности и посадок	192
126. Экономичные и достижимые классы чистоты обрабатываемой поверхности	вкл.
X. Резьбы	194
Ряды применяемых резьб	194
127. Метрические резьбы—основная и мелкая	194
128. Трапециевидные резьбы — нормальная и мелкая	197
129. Прямоугольные резьбы	198
130. Упорные резьбы — нормальная и мелкая	198
131. Трубная цилиндрическая резьба	199
132. Коническая дюймовая резьба с углом профиля 60°	199
Выход резьбы, сбеги, проточки и фаски	200
133. Резьба метрическая наружная	200
134. Резьба метрическая внутренняя	202
135. Резьба трубная цилиндрическая	204
136. Резьба коническая дюймовая с углом профиля 60°	206
137. Резьба трапециевидная одноходовая	208
138. Запас резьбы, глубина сверления и выход конца винта из гайки для метрической резьбы	210
139. Концы болтов, винтов и шпильек (ограничительная номенклатура)	212
Зенкование	214
140. Зенкование под детали крепления	214
141. Зенкование под винты с цилиндрической головкой	218

	Стр.		Стр.
41. Механическая обработка	220	161. Минимальный диаметр шара точки	266
142. Режимы резания при продольном точении сталей 30ХГСА резаками с пластинами из твердого сплава Т15К6	220	162. Основные размеры для точечных соединений	266
143. Коэффициенты скорости резания при точении и сверлении металлов и сплавов	224	163. Общие рекомендации по применению точечной сварки (ТЭС)	268
Режимы механической обработки жаропрочных материалов и нержавеющей сталей	226	Роликовая электросварка (РЭС)	270
Точение	226	164. Общие рекомендации по применению роликовой сварки	270
141. Значения коэффициентов и показателей степени в приведенных формулах	229	165. Машины для роликовой сварки	270
145. Поправочные коэффициенты для скорости K_{ν} и для составляющих силы резания $K_{p_x}, K_{p_y}, K_{p_z}$	230	Сварка плавлением	271
146а. Значения коэффициентов скорости резания K_{ν} для жаропрочных и нержавеющей сталей	231	166. Форма и размеры разделки кромок	274
146б. Значения поправочного коэффициента K_{ν} при непрерывном продольном точении жаропрочных сплавов при переходе с резцов из Т15К6 на резцы из ВК8	231	Прочность сварных соединений	284
147. Режимы резания при точении	232	167. Коэффициент статической прочности соединений, выполненных контактной роликовой сваркой	284
Фрезерование	237	168. Минимальные значения разрушающей нагрузки при статическом сдвиге на одну точку (одноосное соединение)	285
148. Геометрические и стойкостные параметры фрез	238	169. Коэффициент статической прочности и ударная вязкость соединений в стык, выполненных сваркой плавлением	286
149. Рекомендуемые подачи при фрезеровании	239	Дуговая сварка в среде защитных газов (виды, режимы, материалы)	290
150. Значения коэффициентов, приведенных в формулах	240	170. Выбор диаметра вольфрамового электрода при автоматической сварке неплавящимся электродом	290
151. Значения коэффициентов K_{ν} скорости резания для торцового фрезерования	243	171. Режимы автоматической сварки неплавящимся электродом на переменном токе стыковых соединений	291
152. Режимы резания при фрезеровании	244	172. Режимы автоматической аргоно-дуговой сварки вольфрамовым электродом неповоротных стыков труб из нержавеющей сталей	292
Сверление	252	Ручная сварка сталей и сплавов неплавящимся электродом	294
153. Критерий затупления при сверлении	252	173. Выбор присадочного материала	294
154. Значения коэффициентов относительной обрабатываемости при сверлении	253	174. Выбор типа горелки для ручной сварки неплавящимся электродом	295
155. Режимы резания при сверлении спиральными сверлами из стали Р18 с охлаждением	254	175. Режимы ручной сварки неплавящимся электродом стыковых соединений из нержавеющей и жаропрочных сталей и сплавов марок 0Х18Н9Т, 1Х18Н9Т, ХН78Т, ЭИ664, ЭИ662	296
Нарезание внутренней резьбы метчиками	258	176. Режимы ручной сварки неплавящимся электродом стыковых соединений из сталей 30ХГСА, 25ХГСА, ЭИ659 и составных из различных марок конструкционных сталей	297
156. Рекомендации по выбору расположения лубки метчика и диаметров отверстий под резьбу при нарезании в сквозных отверстиях	258	Точечная сварка сталей	297
157. Значения коэффициентов, приведенных в формулах	259	177. Режимы аргоно-дуговой точечной сварки малоуглеродистых сталей 20 и 20	297
158. Режимы резания при нарезании внутренней резьбы метчиками из стали Р18 в сквозных отверстиях с применением охлаждения	259	178. Режимы аргоно-дуговой точечной сварки стали 1Х18Н9Т	298
Шлифование сплавов	261	179. Режимы аргоно-дуговой точечной сварки для сталей 30ХГСА и 25ХГСА	298
XII. Сварка	262	180. Выбор диаметра электрода и длины дуги	299
159. Классификация свариваемости материалов	262		
Контактная точечная сварка (ТЭС)	261		
160. Машины для контактной точечной сварки	264		

	Стр		Стр
Сварка алюминия и его сплавов неплавящимся (вольфрамовым) электродом	299	204. Зависимость максимальной толщины стенок от заливаемой площади	325
181. Выбор присадочного материала	299	205. Величина литейных уклонов	326
182. Режимы ручной сварки алюминиевых сплавов неплавящимся электродом	300	206. Виды и обозначения размеров	326
183. Режимы автоматической сварки алюминиевых сплавов неплавящимся электродом	301	207. Допуски на размеры радиусов сопряжения деталей из черных сплавов	327
184. Режимы автоматической сварки стыковых соединений из алюминиевых сплавов плавящимся электродом в среде инертных газов	302	208. Допуски на размеры литых деталей из цветных сплавов	328
185. Режимы полуавтоматической сварки стыковых соединений из алюминиевых сплавов плавящимся электродом в среде инертных газов	303	209. Условия получения различной точности размеров деталей из цветных сплавов	330
Сварка магниевых сплавов неплавящимся (вольфрамовым) электродом	304	XV. Детали из горячештампованных заготовок	332
186. Выбор размеров присадочного материала	304	211. Допуски на вертикальные размеры (перпендикулярные плоскости разреза) между необработываемыми поверхностями, формирующиеся в одной половине штампа	332
187. Режимы ручной сварки соединений из магниевых сплавов МА1 и МА8	304	212. Допуски на вертикальные размеры (перпендикулярные плоскости разреза) между необработываемыми поверхностями деталей	333
188. Режимы автоматической сварки стыковых соединений из магниевых сплавов неплавящимся электродом	305	213. Допуски на размеры левкоординированных с технологических (обтачиваемых) радиусов	334
XIII. Пайка	306	214. Допуски на горизонтальные размеры (параллельные плоскости разреза) между необработываемыми поверхностями деталей	335
Способы пайки	306	215. Допуски на наружные и внутренние штамповочные уклоны для деталей из стали, титановых и легких сплавов	336
189. Состав соляных ванн для пайки	306	216. Расстояние α между ребрами штамповок	337
190. Химический состав и назначение твердых медноцинковых припоев	307	217. Рекомендуемый пример указания допусков на чертеже	337
191. Механические и физические свойства некоторых твердых медноцинковых припоев	308	XVI. Детали из листа и профиля, получаемые штамповкой	338
192. Флюсы для пайки твердыми припоями	309	218. Наименьшие радиусыгиба листового материала	338
193. Припой серебряные (по ГОСТ 8190—56)	310	219. Наименьшие радиусыгиба стальных и дuraluminных труб	339
194. Нестандартные твердые припои	314	220. Размеры развальцовки труб	340
195. Физические и механические свойства мягких припоев	316	Штамповка резиной	341
196. Твердые припои для пайки алюминия и его сплавов	317	221. Предельные значения высоты выпуклых и вогнутых бортов при формовке резиной с удельным давлением 400 кг/см ²	343
197. Мягкие припои для пайки алюминия и его сплавов	317	222. Значения наименьшей высоты бортов деталей из сплава ВТ1, штампуемых резиной без ручной доводки	345
XIV. Детали из литых заготовок	318	223. Значения наибольшей высоты выпуклого бортов деталей из сплава ВТ1, штампуемых резиной при давлении 400 кг/см ² с последующей доводкой	345
198. Краткие технологические сведения о литейных сплавах и областях их применения	318	224. Значения α «вып и вогн» в зависимости от отношения H/R	346
199. Механические свойства литейных алюминиевых сплавов, полученные на отдельно отлитых образцах	322	225. Размеры отбортовок с отверстиями круглой формы	347
200. Механические свойства литых сталей	323		
201. Механические свойства литейных магниевых сплавов, полученные на отдельно отлитых образцах	324		
202. Механические свойства чугуна МСЧ28.48	324		
203. Сравнительная характеристика способов литья	324		

Стр.

126. Размеры отбортовок бФ с отверстиями под штамповку резиной	349
127. Размеры отбортовок с отверстиями под штамповку резиной	350
128. Размеры глухих отбортовок бФ под штамповку резиной	351
129. Размеры подседа на деталях из прессованных профилей	352
130. Размеры предельных углов малковки прессованных профилей при однократной малковке	353
Детали, изготавливаемые вытяжкой в штампах	
221. Значения коэффициента вытяжки K для цилиндрических деталей без фланца	354
232. Значения наибольших относительных глубин вытяжки H/d для цилиндрических деталей без фланца из мягкой стали и алюминиевых сплавов	355
233. Значения наибольших относительных глубин вытяжки H/d для цилиндрических деталей с фланцем из мягкой стали и алюминиевых сплавов	356
234. Значения наибольших относительных глубин вытяжки H/d прямоугольных деталей из мягкой стали и алюминиевых сплавов, полученные за один переход	357
Детали, изготавливаемые штамповкой-вытяжкой жестким пуансоном и резиновую матрицу с прижимом	
235. Коэффициент вытяжки $K_{\text{шт}}$	360

XVII. Термическая и химико-термическая обработка сталей	
361. Условные обозначения видов термической обработки	361
367. Примеры применения термической обработки	363
368. Общая характеристика основных видов химико-термической обработки сталей: цементация, азотирование, цианирование, диффузионная металлизация	369
369. Классификация контролируемых атмосфер	374
240. Применение контролируемых атмосфер	376

XVIII. Покрытия гальванические и оксидные	
241. Условные обозначения	378
242. Выбор покрытия	380
Виды и толщины гальванических покрытий крепежных деталей	
243. Виды гальванических покрытий	391
244. Толщины гальванических покрытий	391

Замеченные опечатки

Стр.	Слова	Напечатано	Должно быть
14	В части тиража 1 колонка сверху	3,4	35,4
98	2 колонка, 3 сверху	Алунд 37	Алунд 38
109	В части тиража 9 колонка, 4 сверху	22° 30'	Т 30°
223	В части тиража 5 колонка, 6 сверху	4,2	1,9
247	В части тиража 2 колонка сверху 3 снизу	14	141
262	В части тиража 2 колонка сверху	автоматно-водородная	этомно-водородная

Александр Петрович Федоскин

КРАТКИЙ СПРАВОЧНИК
ТЕХНОЛОГА-МАШИНОСТРОИТЕЛЯ

Изд. ред. М. Ф. Богомолова Техн. ред. Л. А. Пухлякова

Т-12615. Подписано в печать 29/IX 1960 г. Учетно-изд. л. 17,23
Формат бумаги 70×92/32=6,63 бум. л.—15,50 печ. л. в т. ч. 2 вкл.
Цена 10 р. 10 к., с 1 января 1961 г. цена 1 р. 01 к.
Тираж 100 000 экз. Заказ 260/1680

Типография Оборонгиз

Методы получения чистоты поверхностей и предельно достижимые классы чистоты обрабатываемой поверхности

Классы чистоты обрабатываемых поверхностей по зависимости от количественных показателей чистоты

Методы получения чистоты и предельно достижимые классы чистоты обрабатываемой поверхности

Средства повышения чистоты обрабатываемых поверхностей

Вид обработки	Классы чистоты R _z в мкм	Классы чистоты											Эквивалентные классы чистоты	Достижимые классы чистоты			
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14					
Сверление	До Ø15																
	Свыше Ø15																
Зенкерование	Чистовое																
	Черновое																
Цилиндрические	Чистовое																
	Тонкое																
Фрезерование	Черновое																
	Чистовое																
Токарные	Тонкое																
	Черновое																
Строгание	Чистовое																
	Тонкое																
Наружное точение	Получистовое																
	Чистовое																
Растачивание	Чистовое																
	Тонкое																
Подрезка торцов	Чистовое																
	Тонкое																
Шлифование	Чистовое																
	Тонкое																
Развертывание	Чистовое																
	Тонкое																
Протягивание	Чистовое																
	Отверстие																
Защитная наждачная бумага	Получистовое																
	Чистовое																
Круговое шлифование	Чистовое																
	Тонкое																
Плоское шлифование	Чистовое																
	Тонкое																
Наружные резьбы	Плоская																
	Резьбы, гребенной, фрезной																
Внутренние резьбы	Металлом																
	Плоской, гребенной, фрезной																

Вид обработки	Классы чистоты R _z в мкм	Классы чистоты											Эквивалентные классы чистоты	Достижимые классы чистоты			
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14					
Обработка зубчатых колес	Стандартные																
	Фрезерование																
Прошивание	Чистовое																
	Тонкое																
Калибрование шарниров	После сверления																
	После растачивания																
Вебкование	Чистовое																
	Тонкое																
Притирание	Чистовое																
	Тонкое																
Полерование	Обычное																
	Тонкое																
Доводка	Чистовое																
	Продвинутое																
Ручная	Средняя																
	Чистовое																
Хоничевание	Среднее																
	Тонкое																
Лепкование	Среднее																
	Тонкое																
Суперфиниш	Чистовое																
	Тонкое																
Чистота поверхности без механической обработки																	
Литье под давлением	Латуни																
	Сплав																
Прокат трубы	Латуни																
	Дурачине																
Прокат листов	Латуни																
	Сталь																
Штамповка	Латуни																
	Сталь																
Прессование	Латуни																
	Сталь																

■ Эквивалентные классы чистоты обработки
 ▨ Достижимые классы чистоты обработки

Способ литья	Тип производства	Литейные сплавы	Габаритные размеры детали мм (до)	Вес детали кг (до)	Наименьшая толщина стенки мм	Точность размеров	Чистота поверхности по ГОСТ 2789-59 мк	Применяемая оснастка	Стойкость оснастки	Коэффициент использования заготовки	Характеристика способа литья	
											достоинства	недостатки
Литье в песчаные формы	Индивидуальное, серийное, крупносерийное	Все	2500	Цветные—250, черные—200	3	Цветные сплавы ЛТ6, ЛТ7 по АН-1026—55, черные сплавы—2 и 3-й классы по ГОСТ 2009—55 и ГОСТ 1855—55	63—40 ▽3	Деревянные и металлические модели и стержневые ящики	Деревянные модели—3000 съемов, металлические модели—5000	0,6	Изготовление сложных крупногабаритных деталей; высокая маневренность технологии производства	Низкая точность размеров и низкая чистота поверхности
Литье в кокиль	Серийное, крупносерийное	Все	1000	Цветные—120, черные—50	3	Цветные сплавы ЛТ4, ЛТ5 по АН-1026—55, черные сплавы—2-й класс по ГОСТ 2009—55 и ГОСТ 1855—55	40—20 ▽4	Металлические формы	Отливки из алюминиевых сплавов—50 000 шт. из магниевых сплавов—75 000, из стали и чугуна—300	0,65	Получение отливок с плотной структурой металла и повышенными механическими свойствами. Возможность механизации процесса. Повышенная культура производства, экономия производственных площадей и формовочных материалов	Ограниченные габаритные размеры и сложность деталей
Литье в оболочковые формы	Серийное, крупносерийное	Все	Цветные—2000, черные—300	Цветные—20, черные—50	2	Цветные сплавы ЛТ3, ЛТ4 по АН-1026—55, черные сплавы—1 и 2-й классы по ГОСТ 2009—55 и ГОСТ 1855—55	40—20 ▽4	Металлические модели и стержневые ящики	5000 съемов	0,85	Возможность заливки в любом положении. Повышенные чистота поверхности и точность размеров. Экономия производственных площадей и формовочных материалов	Ограниченные габаритные размеры и сложность деталей. Дефицитные формовочные материалы и высокая стоимость их. Высокая стоимость модельной оснастки. Необходимость работы с горячими моделями
Литье по выплавляемым моделям	Индивидуальное, серийное, крупносерийное	Все	300	5	1,0	1-й класс по ГОСТ 1855—55; 2 и 3-й классы по АН-1026—55	20—10 ▽5	Гипсовые и металлические пресс-формы	Гипсовые пресс-формы—100 съемов, сырые хромированные пресс-формы—5000, хромированные—90 000	0,90	Применение безразъемных моделей и форм для сложных деталей. Получение высокой чистоты поверхности и точных размеров, при которых можно свести до минимума механическую обработку деталей. Способ особенно эффективен для сверхпрочных сплавов, трудно поддающихся механической обработке	Ограниченные габаритные размеры деталей. Большая продолжительность цикла, невозможность контроля на всех операциях, повышенный брак; дорогие материалы
Литье под давлением	Серийное, крупносерийное	Цветные	Максимальная площадь проекции на плоскость разбега: цинковые, медные сплавы 500 см ² , магниевые, алюминиевые 1000 см ²	Цинковые, медные сплавы—10, алюминиевые—6	Цинковые сплавы—0,6, алюминиевые—1,2	ЛТ1 и ЛТ2 по АН-1026—55	10,0—6,3 ▽6	Металлические пресс-формы	Отливки из алюминиевых сплавов—35 000 шт. из магниевых—45 000, из медных—12 000, из цинковых—50 000	0,95	Получение тонкостенных деталей сложной конфигурации, почти не требующих механической обработки. Возможность армирования деталей, получения готовой резьбы, рельефных надписей, чистоты поверхности до 7-го класса и точных размеров	Ограниченные габаритные размеры деталей. Низкие прочность и плотность материала отливок. Невозможность применения термообработки для улучшения механических свойств ввиду наличия в отливках газовых пузырей
Способ выжимания	Серийное, крупносерийное	Алюминиевые	2200×1000	20	2	ЛТ3 по АН-1026—55	40—20 ▽4	Металлические формы и стержневые ящики	—	0,85	Получение крупногабаритных тонкостенных деталей панельного типа	Способ применим преимущественно для плоскостных деталей
Литье под низким давлением	Серийное, крупносерийное	Алюминиевые	Высота 800, диаметр 300	10	2	ЛТ3, ЛТ4 по АН-1026—55	40—20 ▽4	Металлические формы и металлические стержневые ящики	—	0,85	Получение тонкостенных корпусных деталей с минимальной последующей механической обработкой	Способ применим преимущественно для деталей цилиндрической формы
Литье с применением направленно-последовательной кристаллизации	Серийное, крупносерийное	Алюминиевые и магниевые	Высота до 3000, диаметр 1500	—	3,5	ЛТ4, ЛТ5 по АН-1026—55	40—20 ▽4	Металлические формы, модели и стержневые ящики	—	0,85	Получение крупногабаритных тонкостенных корпусных и панельных деталей	—