

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

ДОДАТКИ

до методичних вказівок
для виконання практичних занять

з дисциплін «Основи технології
авіадвигунобудування», «Технологія
авіадвигунобудування», «Технології виробництва та складання
АД та ЕУ», «Виробництво деталей та складання ДВЗ»
для студентів спеціальностей 134 «Авіаційна та ракетно-
космічна техніка» (освітні програми «Авіаційні двигуни та
енергетичні установки» та «Технології виробництва авіаційних
двигунів та енергетичних установок»)
133 «Галузеве машинобудування» (освітня програма «Двигуни
внутрішнього згоряння») усіх форм навчання

Додатки до методичних вказівок для виконання практичних занять з дисциплін «Основи технології авіадвигунобудування», «Технологія авіадвигунобудування», «Технології виробництва та складання АД та ЕУ», «Виробництво деталей та складання ДВЗ» для студентів спеціальностей 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» (освітні програми «Авіаційні двигуни та енергетичні установки» та «Технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок») 133 «Галузеве машинобудування» (освітня програма «Двигуни внутрішнього згоряння») усіх форм навчання / Уклад.: Н.В. Сахнюк, О.О. Лазарева, О.М. Бабенко. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 64 с.

Укладачі: Сахнюк Н.В., кандидат технічних наук, доцент
Лазарева О.О., ст. викладач
Бабенко О.М., ст. викладач

Рецензент: Качан О.Я., доктор технічних наук, професор

Відповідальний за випуск: Бабенко О.М. ст.викладач

Затверджено
на засіданні кафедри ТАД
протокол № 8 від 26.04.2018

Рекомендовано
НМК МФ
протокол № 7 від 24.05.2018

ЗМІСТ

1 ОСНОВНІ РОЗРАХУНКОВІ ФОРМУЛИ ТЕОРІЇ РОЗМІРНИХ ЛАНЦЮГІВ.....	6
1.1 Метод максимуму-мінімуму.....	6
1.2 Імовірностний метод.....	8
2 ФОРМУЛИ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ РОЗМІРНИХ ЛАНЦЮГІВ.....	9
2.1 Розрахункові формули, коли замикаючою ланкою розмірного ланцюга є припуск.....	9
2.2 Розрахункові формули, коли замикаючою ланкою розмірного ланцюга є конструкторський розмір.....	12
3 ТАБЛИЦІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДОПУСКІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РОЗМІРІВ.....	14
3.1 Значення допусків Т (мкм) для геометричних розмірів..	15
3.2 Граничні відхилення розмірів горячекатаної круглої сталі	17
3.3 Граничні відхилення розмірів поковок і штамповок.....	18
3.4 Граничні відхилення (\pm) розмірів чавунних і сталевих відливок.....	20
3.5 Граничні відхилення(\pm) розмірів відливок із кольорових металів і сплавів.....	22
3.6 Точність обробки і шорсткість обробленої поверхні при обробці на металорізальних верстатах.....	24
3.7 Шорсткість та глибина дефектного шару поверхонь, отриманих різними методами.....	25
3.8 Точність взаємного розташування поверхонь у відливках.....	26
3.9 Точність взаємного розташування поверхонь у штампівках...	27
3.10 Середні статистичні похибки механічної обробки (без врахування похибки установки і просторових відхилень вимірювальних поверхонь).....	28
3.11 Середні допустимі похибки налаштування (мкм) для лезових інструментів.....	36
3.12 Похибка установки різця при настройці на розмір в поперечному напрямку.....	36
4 ТАБЛИЧНІ ЗНАЧЕННЯ ПРИПУСКІВ.....	38

4.1 Вибір діаметра заготовки із круглого проката по ГОСТ 2590-71	38
4.2 Загальні припуски на механічну обробку відливок по ГОСТ 26645-85	40
4.3 Припуски на механічну обробку валів (зовнішні поверхні обертання)	41
4.4 Припуски на чорнове обточування і розточування заготовок, отриманих гарячим штампуванням і із прокату..	46
4.5 Припуски на чорнове обточування і розточування циліндричних поверхонь у відливках	46
4.6 Припуски на чистове обточування після чорнового або каліброваного прокату	47
4.7 Припуски на кругле шліфування деталей в ценрах (на діаметр)	47
4.8 Припуски на безцентрове шліфування зовнішніх поверхонь (на діаметр)	48
4.9 Припуски на чорнову обробку торців	48
4.10 Припуски на чистову підрізку і шліфування торців....	49
4.11 Припуски на обробку отвору	50
4.12 Припуски на чистове розточування, зенкерування і розвертання отворів	51
4.13 Припуски на тонке (алмазне) розточування отворів....	52
4.14 Припуски на шліфування отворів (на діаметр)	52
4.15 Припуски на хонінгування отворів	53
4.16 Припуски на хонінгування отворів в залежності від вихідної похибки форми і шорсткості поверхні	54
4.17 Припуски на протягування отворів	54
4.18 Розміри інструментів і діаметри отворів після розточування при обробці отворів по квалітетам 7-9 в суцільному матеріалі	55
4.19 Розміри інструментів і діаметри отворів після розточування при обробці прошитих або відлитих отворів по квалітетам 7-9	56
4.20 Припуски на обробку отворів на агрегатних верстатах	57
4.21 Припуски на обробку площин і торців	58

4.22 Припуски на шліфування і тонке фрезерування торців і площин після чистового підрізання і фрезерування.....	59
4.23 Припуски на обробку поковок із кольорових металів і сплавів, виготовлених на пресах і молотах.....	59
4.24 Припуски на обробку пазів.....	60
4.25 Припуски на чистову обробку шліців.....	60
4.26 Припуски на чистову обробку зубців циліндричних зубчастих коліс.....	61
4.27 Припуски на чистову обробку зубців спіральних і конічних зубчастих коліс.....	61
5 ЧИСЛА ТВЕРДОСТІ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ ПРИ РІЗНИХ МЕТОДАХ ВИЗНАЧЕННЯ.....	62
6 ЗНАЧЕННЯ НОРМАЛЬНОЇ ФУНКЦІЇ РОЗПОДІЛУ (ФУНКЦІЯ ЛАПЛАСА)	63

1 ОСНОВНІ РОЗРАХУНКОВІ ФОРМУЛИ ТЕОРІЇ РОЗМІРНИХ ЛАНЦЮГІВ

1.1 Метод максимуму- мінімуму

Номінальне значення замикаючої ланки:

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^n A_i = \sum_{j=1}^{n_j} A_j - \sum_{\nu=1}^{n_{\nu}} A_{\nu}$$

де A_i - складова ланка розмірного ланцюга;

$i = 1, 2, 3, \dots, n$ – номер складової ланки;

A_j - збільшуюча ланка;

$j = 1, 2, 3, \dots, n_j$ – номер збільшуючої складової ланки;

A_{ν} - зменшуюча складова ланка;

$\nu = 1, 2, 3, \dots, n_{\nu}$ – номер зменшуючої складової ланки;

$n = n_j + n_{\nu}$ - кількість складових ланок розмірного ланцюга.

Граничні значення замикаючої ланки:

$$A_{\Delta \max} = \sum_{j=1}^{n_j} A_{j \max} - \sum_{\nu=1}^{n_{\nu}} A_{\nu \min}$$

$$A_{\Delta \min} = \sum_{j=1}^{n_j} A_{j \min} - \sum_{\nu=1}^{n_{\nu}} A_{\nu \max}$$

Допуск замикаючої ланки:

$$TA_{\Delta} = \sum_{i=1}^n TA_i = \sum_{j=1}^{n_j} TA_j + \sum_{\nu=1}^{n_{\nu}} TA_{\nu} = A_{\Delta \max} - A_{\Delta \min}$$

Допуск однієї із складових ланок розмірного ланцюга:

$$TA_{i^*} = TA_{\Delta} - \sum_{i=1}^{n-1} TA_i$$

де i^* - номер шукаємої складової ланки.
Граничні відхилення замикаючої ланки:

$$ESA_{\Delta} = \sum_{j=1}^{n_j} ESA_j - \sum_{v=1}^{n_v} EIA_v$$

$$EIA_{\Delta} = \sum_{j=1}^{n_j} EIA_j - \sum_{v=1}^{n_v} ESA_v$$

Координати середини поля допуску i -ої складової ланки:

$$\Delta_0 A_i = \frac{ESA_i + EIA_i}{2}$$

Координати середини поля допуску замикаючої ланки:

$$\Delta_0 A_{\Delta} = \sum_{i=1}^n \Delta_0 A_i = \sum_{j=1}^{n_j} \Delta_0 A_j - \sum_{v=1}^{n_v} \Delta_0 A_v$$

Граничні відхилення через координату середини поля допуску:

$$ESA_i = \Delta_0 A_i + \frac{TA_i}{2}$$

$$EIA_i = \Delta_0 A_i - \frac{TA_i}{2}$$

1.2 Імовірностний метод

При імовірнісному методі розрахунку допуск замикаючої ланки:

$$TA_{\Delta} = t \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n \lambda_i TA_i^2}$$

або

$$TA_{\Delta} = t \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n k_i^2 TA_i^2}$$

де t – коефіцієнт – нормований параметр розподілу;
 λ_i або k_i - коефіцієнт відносного розсіювання.

Значення коефіцієнта t залежить від прийнятого відсотка ризику і закону розподілу. При нормальному законі розподілу і збіганні центру групування із координатою середини поля допуску значення коефіцієнта t вибирається із наступного рядка:

Відсоток ризику P	32	10	4,5	1	0,27	0,1	0,001
Коефіцієнт t	1,0	1,65	2,0	2,57	3,0	3,29	3,89

Коефіцієнт відносного розсіювання λ_i для закону нормального розподілу дорівнює $\lambda_i = 1/9$. Для інших законів розподілу коефіцієнти λ_i і t слід вибирати із табл. 1.1 з урахуванням кількості складових ланок розмірного ланцюга.

Таблиця 1.1- Значення коефіцієнтів t і λ_i [4]

Закон розподілу похибок	Коефіцієнт		Значення коефіцієнта t при кількості складових ланок				
	λ_i	k_i	2	3	4	5	6
Симпсона (трикутника)	1/6	1,2	2,8	2,83	2,86	2,88	2,91
Рівної імовірності	1/3	1,73	2,45	2,55	2,61	2,65	2,68

Допуск однієї із складових ланок TA_{i*} при умові, що допуски останніх ланок відомі або призначені раніше, розраховується за формулою:

$$TA_i = \frac{1}{t_{i*}} \sqrt{\frac{TA_{\Delta}^2 - \sum_{i=1}^n t_i^2 \lambda_i TA_i^2}{\lambda_{i*}}}$$

В проектних умовах, коли закони розподілу похибок складових ланок невідомі, звичайно, приймають $t=3$ і коефіцієнт $\lambda=1/6$ або $k=1,2$ для всіх складових ланок.

2 ФОРМУЛИ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ РОЗМІРНИХ ЛАНЦЮГІВ

2.1 Розрахункові формули, коли замикаючою ланкою розмірного ланцюга є припуск

У технологічних розмірних ланцюгах часто зустрічається припуск як складова ланка. Таку ланку слід приймати замикаючою, тому що припуск безпосередньо не отримують при обробці, а також тому, що припуск акумулює похибки попередніх переходів.

Щоб виключити можливість отримання при розрахунках $z_i \leq 0$, слід користуватися при розрахунках $z_{i \min}$, а не номінальним значенням z_i .

Мінімальний розмір припуску визначають за таблицями довідкової літератури [4,5,6,7,8] або за формулою:

$$z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i \quad (2.1)$$

де i – номер технологічного переходу по МОП.

Визначивши тим чи іншим методом $Z_{i \min}$, складають рівняння розмірного ланцюга відносно $Z_{i \min}$:

$$Z_{i \min} = \sum_{j=1}^{n_j} S_{j \min} - \sum_{v=1}^{n_v} S_{v \max} \quad (2.2)$$

де $S_{j \min}$ - мінімальний розмір збільшуючої ланки розмірного ланцюга;

$S_{v \max}$ - максимальний розмір зменшуючої ланки;

n_j - кількість збільшуючих ланок;

n_v - кількість зменшуючих ланок розмірного ланцюга.

Оскільки в кожному розмірному ланцюзі має бути тільки одна невідома складова ланка, то задача розв'язання наведеного вище рівняння полягає в тому, щоб знайти невідому ланку, яка при цьому може бути або збільшуючою, або зменшуючою ланкою. Позначимо шуканий розмір через S_x .

Якщо шукаємий розмір є зменшуючою ланкою, то її величина дорівнює:

$$S_{xv \max} = \sum_{j=1}^{n_j} S_{j \min} - \sum_{v=1}^{n_v-1} S_{v \max} - Z_{i \min} \quad (2.3)$$

Якщо ж шукаємий розмір є збільшуючою ланкою, то:

$$S_{xj \min} = Z_{i \min} - \sum_{j=1}^{n_j-1} S_{j \min} + \sum_{v=1}^{n_v} S_{v \max} \quad (2.4)$$

Визначивши величину $S_{xv \max}$ і $S_{xj \min}$, встановлюють допуск TS_x в залежності від призначення технологічного переходу (див. МОП). Граничні відхилення EsS_x і EIS_x призначають, звичайно, по h , H або Js .

Визначають номінальний розмір шукаємої ланки:

$$S_{xj} = S_{xj \min} + EIS_x$$

$$S_{xv} = S_{xv \max} - EsS_x \quad (2.5)$$

Далі визначаємо номінальний розмір припуску і його найбільший граничний розмір $Z_{i\max}$. Для цієї мети складається вихідне рівняння розмірного ланцюга відносно Z_i з вказівкою для всіх складових ланок граничних відхилень. На підставі цього рівняння обчислюється сума номінальних розмірів і граничні відхилення окремо для збільшуючих і зменшуючих ланок.

$$Z_i = \left(\sum_{j=1}^{n_j} S_j \right)_{\sum_j EsS_j} - \left(\sum_{v=1}^{n_v} S_v \right)_{\sum_v EsS_v} \quad (2.6)$$

За різницею номінальних розмірів збільшуючих і зменшуючих ланок визначають номінальний розмір припуску:

$$z_i = \sum_j S_j - \sum_v S_v, \quad (2.7)$$

а за різницею підсумків граничних відхилень збільшуючих і зменшуючих ланок визначають граничні розміри припуску Z_i і отже, $Z_{i\max}$:

$$\begin{aligned} EsZ_i &= \sum_j EsS_j - \sum_v EsS_v, \\ EIZ_i &= \sum_j EIS_j - \sum_v EIS_v, \end{aligned} \quad (2.8)$$

тобто для визначення граничних відхилень Z_i за формулою (2.6) необхідно виконувати віднімання сум за схемою хрест –нахрест, формула (2.8). Наприклад:

$$Z = 100_{-0.4}^{+0} - 97_{-0.9}^{+0} = 3 \left(\begin{matrix} 0 & -0 \\ -0.4 & -0.9 \end{matrix} \right) = 3_{-0.4}^{+0.9},$$

тобто $Z_{\min} = 2,4$; $Z_{\max} = 3,9$.

Граничні значення припуску:

$$Z_{i\max} = Z_i + EsZ_i,$$

$$Z_{i \min} = Z_i - EIZ_i .$$

Це є контрольне правило, тому що $Z_{i \max}$ відома, прийнята величина.

2.2 Розрахункові формули, коли замикаючою ланкою розмірного ланцюга є конструкторський розмір

Якщо замикаючою ланкою розмірного ланцюга є конструкторський розмір A , то розрахунок такого технологічного ланцюга зводиться до визначення номінального розміру, допуску і граничних відхилень розшукуемого розміру складової ланки по відомим значенням номінальних розмірів, допусків і граничних відхилень замикаючої ланки і складових ланок ланцюга.

Номінальне значення шукаємої ланки:

для збільшуючих складових ланок

$$S_{xj} = A_{\Delta} - \sum_{j=1}^{n_{j-1}} S_j + \sum_{v=1}^{n_v} S_v ,$$

для зменшуючих складових ланок

$$S_{xv} = \sum_{j=1}^{n_j} S_j + \sum_{v=1}^{n_{v-1}} S_v - A_{\Delta} .$$

Допуск шуканої ланки:

$$TS_x = TA_{\Delta} - \sum_{i=1}^{n-1} TA_i$$

Граничне відхилення шукаємої ланки:

для збільшуючих складових ланок

$$EsS_{xj} = EsA_{\Delta} + \sum_{v=1}^{n_v} EIS_v - \sum_{j=1}^{n_{j-1}} EsS_j ,$$

$$EIS_{x_j} = EiA_{\Delta} + \sum_{v=1}^{n_v} EsS_v - \sum_{j=1}^{n_{j-1}} EIS_j,$$

для зменшуючих складових ланок

$$EsS_{x_v} = \sum_{j=1}^{n_j} EIS_j - \sum_{v=1}^{n_{v-1}} EsS_v - EIA_{\Delta},$$

$$EIS_{x_v} = \sum_{j=1}^{n_j} EsS_j - \sum_{v=1}^{n_{v-1}} EIS_v - EsA_{\Delta}.$$

**3 ТАБЛИЦІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДОПУСКІВ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ РОЗМІРІВ**

3.1 Значення допусків T /мкм/ для геометричних розмірів

Квалітет	Розміри, мм							
	До 6	6...10	10...18	18...30	30...50	50...80	80... 120	120...180
3	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8
4	4	4	5	6	7	8	10	12
5	5	6	8	9	11	13	15	18
6	8	9	11	13	16	19	22	25
7	12	15	18	21	25	30	35	40
8	18	22	27	33	39	46	54	63
9	30	36	43	52	62	74	87	100
10	48	58	70	84	100	120	140	160
11	75	90	110	130	160	190	220	250
12	120	150	180	210	250	300	350	400
13	180	220	270	330	390	460	540	630
14	300	360	430	520	620	740	870	1000
15	480	580	700	840	1000	1200	1400	1600
16	750	900	1100	1300	1600	1900	2200	2500
17	1200	1500	1800	2100	2500	3000	3500	4000
18	1800	2200	2700	3300	3900	4600	5400	6300
19	3000	3600	4300	5200	6200	7400	8700	10000
20	4800	5800	7000	8400	10000	12000	14000	16000

Квалітет	Розміри, мм							
	180...250	250...315	315...400	400...500	500...630	630...800	800...1000	1000...1250
3	10	12	13	15	16	18	21	24
4	14	16	18	20	22	25	29	34
5	20	23	25	27	30	35	40	46
6	29	32	36	40	44	50	56	66
7	46	52	57	63	70	80	90	105
8	72	81	89	97	110	125	140	165
9	115	130	140	155	175	200	230	260
10	185	210	230	250	280	320	360	420
11	290	320	360	400	440	500	560	660
12	460	520	570	630	700	800	900	1050
13	720	810	890	970	1100	1250	1400	1650
14	1150	1300	1400	1550	1750	2000	2300	2600
15	1850	2100	2300	2500	2800	3200	3600	4200
16	2900	3200	3600	4000	4400	5000	5600	6600
17	4600	5200	57000	6300	7000	8000	9000	10500
18	7200	8100	8900	9700	11000	12500	14000	16500
19	11500	13000	14000	15500	17500	20000	23000	26000
20	18500	21000	23000	25000	28000	32000	36000	42000

3.2 Граничні відхилення розмірів гарячокатаної круглої сталі

Діаметри, мм	Граничні відхилення при точності прокатки		
	високий	підвищений	звичайний
5...9	+0,1	+0,2	+0,3
	-0,2	-0,5	-0,5
10...19	+0,1	+0,1	+0,3
	-0,3	-0,5	-0,5
20...25	+0,2	+0,2	+0,4
	-0,3	-0,5	-0,5
26...48	+0,2	+0,2	+0,4
	-0,5	-0,7	-0,7
50...58	+0,2	+0,2	+0,4
	-0,8	-0,1	-1,0
60...78	+0,3	+0,3	+0,5
	-1,1	-1,1	-1,1
80...95	+0,3	+0,3	+0,5
	-1,1	-1,3	-1,3
100...115	-	+0,4	+0,6
	-	-1,7	-1,7
120...150	-	+0,6	+0,8
	-	,-2,0	-2,0
160...200	-	-	+0,9
	-	-	-2,5
210...250	-	-	+1,2
	-	-	-3,0

3.4 Граничні відхилення (\pm) розмірів чавунних і сталевих відливок

Найбільший габаритний розмір відливка, мм	Номінальний розмір				
	До 50	50-120	120-260	260-500	500-800
I клас точності					
До 120	0,2	0,3	-	-	-
120-260	0,3	0,4	0,6	-	-
260-500	0,4	0,6	0,8	1,0	-
500-1250	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
1250-3150	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
3150-5000	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0
II клас точності					
До 260	0,5	0,8	1,0	-	-
260-500	0,8	1,0	1,2	1,5	-
500-1250	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5
1250-3150	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
3150-6300	1,8	1,8	2,2	3,0	4,0
III клас точності					
До 500	1,0	1,5	2,0	2,5	-
500-1250	1,2	1,8	2,2	3,0	4,0
1250-3150	1,5	2,0	2,5	3,5	5,0
3150-6300	1,8	2,2	3,0	4,0	5,5
6300-10000	2,0	2,5	3,5	4,5	6,0

Найбільший габаритний розмір відливка, мм	Номінальний розмір, мм					
	800- 1250	1250- 2000	2000- 3150	3150- 5000	5000- 6300	6300- 10000
І клас точності						
До 120	-	-	-	-	-	-
120-260	-	-	-	-	-	-
260-500	-	-	-	-	-	-
500-1250	1,6	-	-	-	-	-
1250-3150	2,0	2,5	3,0	-	-	-
3150-5000	2,5	3,0	4,0	5,0	-	-
II клас точності						
До 260	-	-	-	-	-	-
260-500	-	-	-	-	-	-
500-1250	3,0	-	-	-	-	-
1250-3150	4,0	5,0	6,0	-	-	-
3150-6300	5,0	6,0	7,0	9,0	12,0	-
III клас точності						
До 500	-	-	-	-	-	-
500-1250	5,0	-	-	-	-	-
1250-3150	6,0	7,0	9,0	-	-	-
3150-6300	6,5	8,0	10,0	12,0	15,0	-
6300-10000	7,5	9,0	11,0	14,0	17,0	20,0

3.5 Граничні відхилення (\pm) розмірів відливок із кольорових металів і сплавів

Номинальний розмір відливка, мм	Лиття в пісчані форми		Лиття в оболонкові форми	
	Точність відливок			
	II	III	II	III
До 10	0,4/0,6	0,8/1,6	0,2/0,3	0,4/0,6
10-18	0,4/0,6	0,8/1,6	0,24/0,4	0,4/0,6
18-30	0,5/0,8	0,8/1,6	0,3/0,5	0,5/0,8
30-50	0,6/1,0	1,0/1,6	0,4/0,6	0,6/1,0
50-80	0,8/1,2	1,2/2,0	0,5/0,8	0,8/1,2
80-120	1,0/1,6	1,6/2,5	0,6/1,0	1,0/1,6
120-180	1,2/2,0	2,0/3,0	1,2/2,0	2,0/3,0
180-260	1,6/2,4	2,4/4,0	1,6/2,4	2,4/4,0
260-360	1,8/3,0	3,0/4,5	1,8/3,0	3,0/4,5
360-500	2,2/3,6	3,6/5,5	2,2/3,6	3,6/5,5
500-630	4,0/6,4	6,4/10,0	2,4/4,0	4,0/6,4
630-800	5,0/8,0	8,0/12,0	3,0/5,0	5,0/8,0
800-1000	5,6/9,0	9,0/14,0	3,6/5,6	5,5/9,0
1000-1250	6,4/10,0	10,0/16,0	4,0/6,4	6,4/10,0
1250-1600	8,0/12,0	12,0/20,0	5,0/8,0	8,0/12,0
1600-2000	9,0/14,0	14,0/22,0	---	9,0/14,0

Номінальний розмір відливка, мм	Лиття в по виплав. моделям		Відцентрове лиття		Лиття під тиском	
	Точність відливок					
	II	III	II	III	II	III
До 10	0,12/0,24	0,2/0,3	0,2/0,3	0,4/0,6	0,1/0,2	0,12/0,24
10-18	0,16/0,24	0,24/0,40	0,24/0,4	0,4/0,6	0,12/0,24	0,16/0,24
18-30	0,2/0,3	0,3/0,5	0,3/0,5	0,5/0,8	0,14/0,28	0,2/0,3
30-50	0,24/0,4	0,4/0,6	0,4/0,6	0,6/1,0	0,17/0,34	0,24/0,4
50-80	0,5/0,8	0,8/1,2	0,5/0,8	0,8/1,2	0,3/0,5	0,5/0,8
80-120	0,6/1,0	1,0/1,6	1,0/1,6	1,6/2,5	0,4/0,6	0,6/1,0
120-180	0,8/1,2	1,2/2,0	1,2/2,0	2,0/3,0	0,5/0,8	0,8/1,2
180-260	1,0/1,6	1,6/2,4	1,6/2,4	2,4/4,0	0,6/1,0	1,0/1,6
260-360	1,2/1,8	1,8/3,0	1,8/3,0	3,0/4,5	0,8/1,2	1,2/1,8
360-500	1,4/2,2	2,2/3,6	2,2/3,6	3,6/5,5	-	1,4/2,2
500-630	1,6/2,4	2,4/4,0	2,4/4,0	4,0/6,4	-	1,6/2,4
630-800	-	3,0/5,0	3,0/5,0	5,0/8,0	-	-
800-1000	-	3,6/5,6	3,6/5,6	5,6/9,0	-	-
1000-1250	-	4,0/6,4	4,0/6,4	6,4/10	-	-
1250-1600	-	5,0/8,0	5,0/8,0	8,0/12	-	-
1600-2000	-	-	-	9,0/14	-	-

3.6 Точність обробки і шорсткість обробленої поверхні при обробці на металорізальних верстатах

Метод обробки		Квалітет точності		Шорсткість поверхні
		діаметральних	лінійних	
Точіння і розточування	чорнове	14...13	15...14	320...40
	напівчистове	13...12	14...13	40...5
	чистове	12...7	12...10	1,25...0,16
	тонке	7...5	9...7	1,25...0,08
Стругання	чорнове			320...40
	напівчистове			40...5
	чистове			2,5...0,63
Свердління	без кондуктора	13...12	15	80...10
	по кондуктору	11...10	11...10	80...10
Зенкерування		11...9	12...10	40...10
Розвертання	напівчистове	9		40...10
	чистове	8...7		5...1,25
	тонке	7		1,25...0,32
Нарізання різі	плашкою	10...7		1,25...5
	різцем, гребінкою	7...6		2,5...0,32
	мітчиком	10...7		5...1,25
Циліндричне фрезерування	чорнове		14...12	320...20
	чистове		11...10	5...0,63
Торцьове фрезерування	чорнове		14...12	320...40
	напівчистове		10...9	5...1,25
	чистове		8...7	1,25...0,16
Протягування		8...7	8...7	1,25...0,08
Шліфування	обдирне	11...9	12...10	2,5...0,63
	чистове	8...7	8...7	1,25...0,08
	тонке, обробне	6...5	6	0,08...0,02
Притирання, хонінгування		5...4	6...4	0,08...0,006
Полірування		8...6	8...6	1,0...0,01
Суперфіні - шування		6...5	6	0,08...0,005
Алмазне виглажування		9...5	10...7	1,25...0,04

3.7 Шорсткість та глибина дефектного шару поверхонь, отриманих різними методами

Метод обробки	Шорсткість, мкм	Дефектний шар, мкм
Лиття в пісчані форми при ручній формовці	100-500	200-600
Лиття в пісчані форми при машинній формовці	80-300	150-400
Лиття в кокіль	100-200	100-300
Відцентрове лиття	40-100	100-200
Лиття в оболонкові форми	20-80	150-250
Лиття по виплавлюваним моделям	10-40	80-150
Лиття під тиском	10-40	80-150
Ковка	300-500	400-600
Штамповка звичайної точності	100-250	200-400
Штамповка підвищеної точності	80-200	150-300
Прокат горячекатаний звичайної точності	80-150	100-150
Прокат підвищеної точності	50-100	80-150
Точіння чорнове	80-150	50-100
Точіння напівчистове	30-50	40-60
Точіння чистове	15-25	20-30
Точіння тонке	6-10	10-20
Свердління	80-150	50-100
Свердління глибоке	15-30	25-50
Зенкерування чорнове	30-50	40-50
Зенкерування чистове	20-30	30-40
Розвертання попереднє	10-20	15-25
Розвертання чистове	6-10	5-10
Розточування чорнове	40-80	50-100
Розточування чистове	10-20	15-30
Розточування алмазне	3,2-6,3	4-10
Шліфування чорнове	20-40	30-50
Шліфування чистове	5-10	15-25
Шліфування тонке	1,5-3,5	5-10
Хонінгування	1-3	3-6
Суперфініш	0,2-0,8	3-5
Притика попередня	0,8-3,2	3-5
Притирка кінцева	0,05-0,4	3-5
Полірування	0,05-0,4	2-3
Фрезерування обдирне	80-150	80-100
Фрезерування чистове	20-50	40-60
Фрезерування тонке	3,2-6,3	10-30

3.8 Точність взаємного розташування поверхонь у відливках

Лиття	Точність відстаней до отвору або між отворами				Відхилення від перпендикул. до бази (мкм на 1 мм довжини отвору)			
					Діаметр отвору			
	до 50	50-120	120-260	260-500	до 10	10-30	30-50	понад 50
В пісчані форми	±1,0	±1,5	±2,0	±2,5	-	20-10	15-5,0	10-3,0
В кокіль	±0,3	±0,5	±0,75	±1,0	-	-	-	-
Під тиском в облонкові форми, по виплав. моделям	±0,15	±0,2	0,25	±0,35	4-2	3-1,5	2-1	1,5-0,7

Короблення відливок (мкм на 1 мм довжини поверхні)

Лиття	Діаметр або товщина відливки, мм		
	18-50	50-120	120-180
В пісчані форми	4,0	3,0	2,5
В кокіль	2,0	1,0	0,7

Відхилення від перпендикулярності торців відносно осі отвору відливок і бокових поверхонь відносно основи відливок (мкм на 1 мм довжини поверхні)

Лиття	Діаметр або товщина заготовки, мм				
	До 20	20-50	50-100	100-200	200-500
В пісчані форми	1,0-2,0	1,5-2,0	1,5-2,5	2,0-3,0	4,0-5,0
В кокіль	0,5-1,0	0,8-1,2	1,0-1,5	1,5-2,0	2,0-4,0

3.9 Точність взаємного розташування поверхонь у штамповках

Вид обробки	Точність відстаней до отвору або між отворами, мм			
	До 50	50-120	120-260	260-500
Ковка	±1,5	±2,0	±2,5	±3,0
Штампока: звичайної точності підвищеної точності	±0,5 ±0,3	±0,7 ±0,5	±1,0 ±0,75	±1,5 ±1,0

Короблення штампованих заготовок (мкм на 1 мм довжини поверхні)

Гаряча об'ємна штамповка	Діаметр або товщина заготовки, мм				
	18-30	30-50	50-80	80-120	120-180
Без правки	2,4	2,0	1,6	1,2	0,8
Після правки	0,4	0,3	0,2	0,2	0,15

Відхилення від перпендикулярності торців відносно вісі отворів і бокових поверхонь відносно основи поковок і штамповок (мкм на 1 мм довжини поверхні)

Вид обробки	Діаметр або товщина заготовки, мм				
	До 20	20-50	50-100	100-200	200-500
Ковка	2,0	2,0-3,0	3,0-6,0	5,0-7,0	7,0-10,0
Гаряча об'ємна штамповка	0,3-1,0	0,8-1,5	1,0-2,0	2,5-5,0	5,0-8,0

3.10 Середні статистичні похибки механічної обробки (без врахування похибки установки і просторових відхилень вимірювальних поверхонь)

Вид обробки	Устаткування і методи обробки	Спосіб забезпечення точності	Проходи	Шорсткість, мкм		Точність				
						Діаметральних розмірів, Т	Розмірів довжини, глибини, висоти, мм			
							до 80	80-260	260-500	понад 500
1	2	3	4	5		6	7	8	9	10
Токарна	Токарно-гвинторізні верстати	По попередньо настроєному лімбу з використанням поворотного різцетримача	I II	80 -	- 2,5	12-13 10	0,3 0,12	0,4 0,20	0,5 0,25	0,7 0,3
	Прецизійні токарні верстати	Те же	I II	40 -	- 1,25	8-9 6-7	0,08 0,04	0,10 0,54	0,12 0,084	0,15 0,10
	Токарні верстати з ЧПК	По програмі	I II	80 -	- 2,5	11 10	0,20 0,12	0,25 0,17	0,3 0,2	0,4 0,25
	Малі карусельні верстати	По попередньо настроєному лімбу По упорам	I II	80 -	- 2,5	12-13 8-9	0,25 0,07	0,30 0,10	0,35 0,12	0,45 0,18
	Операційні токарні верстати	По упорам	I II	80 -	- 2,5	11 8-9	0,15 0,06	0,20 0,08	0,25 0,10	0,30 0,12
	Токарно-револьверні верстати	По упорам від установочних баз	I II	80 -	- 2,5	12-13 10	0,25 0,15	0,30 0,17	0,35 0,20	0,40 0,25

1	2	3	4	5		6	7	8	9	10
		Від настройко- вої бази між позиціями	I	80	-	12-13	0,3	0,35	0,4	0,45
			II	-	2,5	11	0,2	0,25	0,3	0,35
		Між різцями в багато- різцевій державці	I	80	-	12-13	0,12	0,17	0,20	0,25
			II	-	2,5	10	0,08	0,10	0,12	0,15
	Багато- різцеві напів- автомати	По упорам від установчих баз	I	80	-	12-13	0,25	0,30	0,35	0,40
			II	-	2,5	10	0,12	0,17	0,20	0,25
		Між різцями в одному блоці	I	80	-	12-13	0,15	0,2	0,25	0,30
			II	-	2,5	10	0,08	0,10	0,12	0,15
		Між різцями з різних супортів	I	80	-	12-13	0,2	0,25	0,3	0,35
			II	-	2,5	11	0,12	0,17	0,2	0,25
	Гідро- копію- вальні токарні напів- автомати	По копіру від установчої бази	I	80	-	12-13	0,25	0,3	0,35	0,4
			II	-	2,5	10	0,15	0,17	0,2	0,25
		Між різцями в одному блоці	I	80	-	11	0,17	0,2	0,25	0,3
	II		-	2,5	8-9	0,12	0,17	0,20	0,25	
	Між різцями з різних супортів	I	80	-	12-13	0,2	0,25	0,3	0,35	
		II	-	2,5	10	0,17	0,20	0,25	0,3	
Верти- кальні багато- шпін- дельні токарні напів- автомати	По копірам і упорам від установчої бази	I	80	-	12-13	0,2	0,25	0,3	-	
		II	-	2,5	10	0,12	0,15	0,2	-	
	Між різцями в одному блоці	I	80	-	11	0,17	0,20	0,25	-	
II		-	2,5	8-9	0,08	0,1	0,12	-		
	Між різцями з різних су- портів і позицій	I	80	-	12-13	0,2	0,25	0,3	-	
		II	-	2,5	10	0,15	0,2	0,25	-	
Авто- мати фасонно- поздов- жнього точіння	По копірам від настройко- вої бази	I	40	-	10	0,12	0,17	-	-	
		II	-	2,5	7-8	0,08	0,10	-	-	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		Між різцями з різних супортів	I	40	-	10	0,1	0,12	-	-
			II	-	2,5	7-8	0,06	0,08	-	-
	Токарно-револьверні автомати	По копірам від настройкової бази/з револьверними головками/	I	40	-	11	0,12	0,17	-	-
			II	-	2,5	8-9	0,08	0,10	-	-
		Від упора або настройкової бази с поперечного супорта	I	40	-	11	0,12	0,17	-	-
			II	-	2,5	8-9	0,08	0,10	-	-
		Фасонним різцем	I	20	-	10	0,02	0,04	-	-
	Багато-різцевою державкою	I	20	-	10	0,06	0,08	-	-	
	Горизонтальні багатощпіндельні токарні автомати і напів-автомати	По копірам від настройкової бази з поздовжнього супорта	I	40	-	11	0,12	0,17	-	-
			II	-	2,5	8-9	0,08	0,10	-	-
Те ж з незалежних інструментальних супортів		I	40	-	11	0,15	0,2	-	-	
		II	-	2,5	8-9	0,10	0,12	-	-	
По упорам з поперечних супортів		I	40	-	11	0,12	0,17	-	-	
		II	-	2,5	8-9	0,08	0,10	-	-	
Між різцями в багато-різцевій державці	I	40	-	11	0,10	0,12	-	-		
	II	-	2,5	8-9	0,06	0,08	-	-		
Фасонним різцем	I	20	-	10	0,02	0,004	-	-		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Свердління	Обробка глухих отворів на вертикально-свердлувальних і агрегатних верстатах спіральними свердлами	По лімбу	-	80	-	12-13	0,15	0,2	0,3	-
		По упорам	-	80	-	12-13	0,10	0,15	0,2	-
	Те ж, свердла-ми для глибокого свердління	По лімбу	-	40	-	8-10	0,15	0,20	0,3	
		По упорам	-	40	-	8-10	0,10	0,15	0,2	
	Те ж, зенкерування чорних отворів	-	-	80	-	12-13	-	-	-	-
	Те ж, зенкерування після свердління	-	-	40	-	10-11	-	-	-	-
	Те ж, розвертання	-	-	-	2,5	6-7	-	-	-	-
	Те ж, зенкування	По упорам	-	40	-	12-13	0,15	0,20	0,30	-
	Те ж, цекування	По упорам	-	40	-	12-13	0,15	0,20	0,30	-
Те ж, обробка ступінчастих отворів комбінованим інструментом	-	-	80	-	13-11	0,15	0,20	0,30	-	

1	2	3	4	5		6	7	8	9	10
Розточування	Розточування ступінчастих отворів на	По лімбу	I	80	-	11	0,15	0,20	0,25	-
			II	-	2,5	8-9	0,10	0,15	0,20	-
	горизонтально-розточних верста-тах	Між різцями в одній борштанзі	I	80	-	11	0,10	0,12	0,15	-
			II	-	2,5	8-9	0,05	0,08	0,10	-
Фрезерування	горизонтально-розточних верста-тах	Між різцями в одній головці	I	20	-	8-9	0,05	0,06	0,08	-
			II	-	1,25	6-7	0,02	0,04	0,06	-
	Фрезерування циліндричними фрезами на горизонтальних і універсальних верста-тах	Між інструментами в різних головках	I	20	-	8-9	0,08	0,10	0,12	-
			II	-	1,25	6-7	0,04	0,05	0,06	-
Фрезерування	Фрезерування торцевими фрезами на вертикальних верста-тах	По установам і упорам	I	80	-	12-13	0,20	0,25	0,30	0,40
			II	-	2,5	11	0,12	0,17	0,20	0,25
			III	-	1,25	8-9	0,06	0,08	0,12	0,15
	Фрезерування на карусельних і барабанних верста-тах	Від бази по установам	I	80	-	12-13	0,20	0,25	0,30	0,40
			II	-	2,5	11	0,12	0,17	0,20	0,25
			Між фрезами	I	80	-	12-13	0,10	0,15	0,17
II	-	2,5		10	0,08	0,10	0,12	0,15		

1	2	3	4	5		6	7	8	9	10
Стругання	Попереочно-стругальні верстати	По лімбу і установам	I II	80 -	- 2,5	- -	0,40 0,12	0,45 0,17	0,50 0,20	0,60 0,25
	Повздовжньо-стругальні верстати	По лімбу і установам	I II	80 -	- 2,5	- -	0,20 0,12	0,25 0,17	0,30 0,20	0,40 0,25
	Довбальні верстати	По лімбу	I II	80 20	- -	- -	0,40 0,20	0,45 0,25	0,50 0,30	0,60 0,40
	Протягання внутрішнє	-	I	-	2,5	6-7	-	-	-	-
	Протягання зовнішнє	-	I	-	2,5	-	0,12	0,17	0,20	0,25
Шліфування	Круглошліфувальні верстати	По лімбу і пробними проходами	Попереднє, чистове, тонке	- - -	2,5 0,63 0,16	10 6-7 5-6	- - -	- - -	- - -	- - -
	Торце-круглошліфувальні верстати	По упорам	Попереднє, чистове	- -	2,5 0,63	10 6-7	0,15 0,08	0,17 0,10	0,20 0,12	0,25 0,15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		З позиціо- ван- ням	Попереднє, чистове	- -	2,5 0,63	10 6-7	0,10 0,06	0,12 0,08	0,15 0,10	0,17 0,12
	Внут- рішньо- шліфу- вальні верстати	По лімбу, упорам і пробними проходам	Попереднє, чистове, тонке	- - -	2,5 0,63 0,16	10 6-7 5-6	0,20 0,12 0,06	0,25 0,17 0,08	0,30 0,20 0,12	- - -
	Плоско- шліфу- вальні верстати	По упорам і пробним проходам	Попереднє, чистове, тонке	- - -	2,5 0,63 0,16	- - -	0,15 0,08 0,05	0,20 0,10 0,08	0,25 0,12 0,10	- - -
	Безцент- рово- шліфу- вальні верстати	По упорам	Попереднє, чистове	- -	2,5 1,25	8-9 6-7	- -	- -	- -	- -

Доводка	Хонінгування	-	Попереднє, чистове	- -	0,32 0,32	- 5-6	Точність обробки приблизно відповідає точності попередньо виконаних розмірів
	Суперфінішування	-	Попереднє, чистове	- -	0,32 0,08	- -	
	Доводка /притирка/	-	Попереднє, тонке	- -	0,32 0,08		
	Багато-прохідна розмірна притирка	-		-	0,08	Точніше 3	

3.11 Середні допустимі похибки налаштування (мкм) для лезових інструментів

Витримусмі розміри, мкм	Обробка			
	чорнова*	чистова	тонка	однократна
До 30	40 – 100	10	5	20
Пон. 30 до 80	60 – 150	20	6	25
" 80 " 180	80 – 200	30	7	30
" 180 " 360	100 – 250	40	8	40
" 360 " 500	120 – 300	50	10	50

* Менші значення приймають при обробці точних заготовок (12-14-го квалітету точності); більші значення – при обробці грубих заготовок (15-го квалітету і грубіше).

3.12 Похибка установки різця при настройці на розмір в поперечному напрямку

Метод регулювання положення різця	мкм
По лімбу з ціною поділок, мм:	
0,01	5 – 10
0,02	10 – 15
0,03	10 – 30
0,05	15 – 30
0,1 – 0,5	30 – 70
По індикаторному упору з ціною поділки, мм:	
0,01	10 – 15
0,002	3 – 5
0,001	1 – 2
По жорсткому упору	20 – 50
По еталону:	
- різець закріплюють гвинтами різцетримача після дотику його з еталонем	100 – 130
- різець, закріплений в різцетримачі підводять до еталону гвинтом попередньої подачі	20 – 30
- те ж, але з контролем положення різця за допомогою бумажного щупа	10 – 20
- те ж, але з контролем положення різця за допомогою металевго щупа	7 – 10

Метод регулювання положення різця	мкм
Установка взаємозамінного ріжучого інструменту зі зміною:	
- різця, встановленого на розмір поза верстатом за допомогою індикатора або мініметра	20 – 30
- блока з різцями, встановленими на розмір поза верстатом	10 – 50
- ріжучої пластинки /або шляхом повороту круглої пластинки/	25

4 ТАБЛИЧНІ ЗНАЧЕННЯ ПРИПУСКІВ

4.1 Вибір діаметра заготовки із круглого проката по ГОСТ 2590-71

Діаметр деталі, мм	Діаметр заготовки в залежності від довжини деталі							
	$L/D \leq 4$		$L/D \leq 8$		$L/D \leq 12$		$L/D \leq 20$	
	<i>L</i>	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>D</i>
5	20	7	40	7	60	7	100	8
6	24	8	48	8	72	8	120	8
7	28	9	56	9	84	9	140	9
8	32	10	64	10	96	10	160	11
9	36	11	72	11	108	11	180	12
10	40	12	80	12	120	13	200	13
11	44	13	88	13	132	13	220	13
12	48	14	96	14	144	15	240	15
13	52	15	104	15	156	16	260	16
14	56	16	112	16	168	17	280	17
15	60	17	120	17	180	18	300	18
16	64	18	128	18	192	18	320	19
17	68	19	132	19	204	20	340	20
18	72	20	144	20	216	21	360	21
19	72	21	152	21	228	22	380	22
20	80	22	160	22	240	23	400	24
22	84	24	168	24	252	24	420	25
23	92	26	184	26	276	26	460	27
24	96	27	192	27	288	27	480	28
25	100	28	200	28	300	28	500	30
26	104	30	208	30	312	30	520	30
27	108	30	216	30	324	32	540	32
28	112	32	224	32	336	32	560	32
30	120	33	240	33	360	34	600	34
32	128	35	256	35	384	36	640	36
34	132	38	264	38	396	38	680	38
35	140	38	280	38	420	39	700	39
36	144	39	288	40	432	40	720	40
38	152	42	304	42	456	42	760	43
40	160	43	320	45	480	45	800	48
42	168	45	336	45	504	48	840	48
44	176	48	352	48	528	50	880	50

Діаметр деталі	Діаметр заготовки в залежності від довжини деталі							
	$L/D \leq 4$		$L/D \leq 8$		$L/D \leq 12$		$L/D \leq 20$	
	L	D	L	D	L	D	L	D
45	180	48	360	48	540	50	900	50
46	184	50	368	50	552	52	920	52
48	192	52	384	52	576	54	960	54
50	200	54	400	54	600	55	1000	55
52	208	55	416	55	624	56	1040	56
54	216	58	432	60	648	60	1080	62
55	220	60	440	60	660	62	1100	65
58	232	62	461	62	696	65	1160	68
60	240	65	480	65	720	68	1200	70
62	248	68	496	68	744	70	1240	72
65	260	70	520	70	780	72	1300	75
68	272	72	544	72	816	72	1360	78
70	280	75	560	75	840	78	1400	80
72	288	78	576	78	864	80	1440	85
75	300	80	600	80	900	80	1500	90
78	312	85	624	85	936	90	1560	90
80	320	85	640	90	960	95	1600	95
82	328	90	656	95	984	95	1640	95
85	340	90	680	95	1020	95	1700	100
88	352	95	704	100	1056	100	1760	105
90	360	95	720	100	1080	105	1800	105
92	368	100	736	100	1104	105	1840	110
95	380	100	760	105	1140	110	1900	110
98	392	105	784	110	1176	110	1960	115
100	400	105	800	110	1200	115	2000	115
105	420	110	840	115	1260	120	2100	120
110	440	115	880	120	1320	125	2200	125
115	460	120	920	125	1380	130	2300	130
120	480	125	960	130	1440	130	2400	135
125	500	130	1000	130	1500	135	2500	140
130	520	135	1040	140	1560	140	2600	150
135	540	140	1080	140	1620	150	2700	150
140	560	150	1120	150	1680	160	2800	160

4.2 Загальні припуски на механічну обробку відливок по ГОСТ 26645-85

Допуск розмірів відливок, мм	Загальний припуск на сторону для рядів, мм, не більше					
до 0,12	0,2;0,4	-	-	-	-	-
пон. " 0,12 " 0,16	0,3;0,5	0,6;0,8	-	-	-	-
" 0,16 " 0,20	0,4;0,6	0,7;1,0	1,0;1,4	-	-	-
" 0,20 " 0,24	0,5;0,7	0,8;1,1	1,1;1,5	-	-	-
" 0,24 " 0,30	0,6;0,8	0,9;1,2	1,2;1,6	1,8;2,2	2,6;3,0	-
" 0,30 " 0,40	0,7;0,9	1,0;1,3	1,4;1,8	1,9;2,4	2,8;3,2	-
" 0,40 " 0,50	0,8;1,0	1,1;1,4	1,5;2,0	2,0;2,6	3,0;3,4	-
" 0,50 " 0,60	0,9;1,2	1,2;1,6	1,6;2,2	2,2;2,8	3,2;3,6	-
" 0,60 " 0,80	1,0;1,4	1,3;1,8	1,8;2,4	2,4;3,0	3,4;3,8	4,4;5,0
" 0,80 " 1,0	1,1;1,6	1,4;2,0	2,0;2,8	2,6;3,2	3,6;4,0	4,6;5,5
" 1,0 " 1,2	1,2;2,0	1,6;2,4	2,2;3,0	2,8;3,4	3,8;4,2	4,8;6,0
" 1,2 " 1,6	1,6;2,4	2,0;2,8	2,4;3,2	3,0;3,8	4,0;4,0	5,0;6,5
" 1,6 " 2,0	2,0;2,8	2,4;3,2	2,8;3,6	3,4;4,2	4,2;5,0	5,5;7,0
" 2,0 " 2,4	2,4;3,2	2,8;3,6	3,2;4,0	3,8;4,6	4,6;5,5	6,0;7,5
" 2,4 " 3,0	2,8;3,6	3,2;4,0	3,6;4,5	4,2;5,0	6,0;6,5	6,5;8,0
" 3,0 " 4,0	3,4;4,5	3,8;5,0	4,2;5,5	5,0;6,5	5,5;7,0	7,0;9,0
" 4,0 " 5,0	4,0;5,5	4,4;6,0	5,0;6,5	5,5;7,5	6,0;8,0	8,0;10,0
" 5,0 " 6,0	5,0;7,0	5,5;7,5	6,0;8,0	6,5;8,5	7,0;9,5	9,0;11,0
" 6,0 " 8,0	-	6,5;9,5	7,0;10,0	7,5;11,0	8,5;12,0	10,0;13,0
" 8,0 " 10,0	-	-	9,0;12,0	10,0;12,0	11,0;14,0	12,0;15,0
" 10,0 " 12,0	-	-	10,0;13,0	11,0;14,0	12,0;15,0	13,0;16,0
" 12,0 " 16,0	-	-	13,0;15,0	14,0;16,0	15,0;17,0	16,0;19,0
" 16,0 " 20,0	-	-	-	17,0;20,0	18,0;21,0	19,0;22,0
" 20,0 " 24,0	-	-	-	20,0;23,0	21,0;24,0	22,0;25,0
" 24,0 " 30,0	-	-	-	-	26,0;29,0	27,0;30,0
" 30,0 " 40,0	-	-	-	-	-	34,0;37,0
" 40,0 " 50,0	-	-	-	-	-	42,0
" 50,0 " 60,0	-	-	-	-	-	50,0

4.3 Припуски на механічну обробку валів (зовнішні поверхні обертання)

Номінальний діаметр, мм	Спосіб обробки поверхні	Припуск на діаметр при довжині вала, мм					
		до 120	120-260	260-500	500-800	800-1250	1250-2000
Точіння прокату підвищеної точності							
до 30	Чорнове та однократне	$\frac{1,2}{1,1}$	$\frac{1,7}{-}$	-	-	-	-
	Чистове	$\frac{0,25}{0,25}$	$\frac{0,3}{-}$	-	-	-	-
	Тонке	$\frac{0,12}{0,12}$	$\frac{0,15}{-}$	-	-	-	-
Пон. 30 до 50	Чорнове та однократне	$\frac{1,2}{1,1}$	$\frac{1,5}{1,4}$	$\frac{2,2}{-}$	-	-	-
	Чистове	$\frac{0,3}{0,25}$	$\frac{0,3}{0,25}$	$\frac{0,35}{-}$	-	-	-
	Тонке	$\frac{0,15}{0,12}$	$\frac{0,16}{0,13}$	$\frac{0,20}{-}$	-	-	-
Пон. 50 до 80	Чорнове та однократне	$\frac{1,5}{1,1}$	$\frac{1,7}{1,5}$	$\frac{2,3}{2,1}$	$\frac{3,1}{-}$	-	-
	Чистове	$\frac{0,25}{0,20}$	$\frac{0,3}{0,25}$	$\frac{0,3}{0,3}$	$\frac{0,4}{-}$	-	-
	Тонке	$\frac{0,14}{0,12}$	$\frac{0,15}{0,13}$	$\frac{0,17}{0,16}$	$\frac{0,23}{-}$	-	-
Пон. 80 до 120	Чорнове та однократне	$\frac{1,6}{1,2}$	$\frac{1,7}{1,3}$	$\frac{2,0}{1,7}$	$\frac{2,5}{2,3}$	$\frac{3,3}{-}$	-
	Чистове	$\frac{0,25}{0,25}$	$\frac{0,3}{0,25}$	$\frac{0,3}{0,3}$	$\frac{0,3}{0,3}$	$\frac{0,35}{-}$	-
	Тонке	$\frac{0,14}{0,13}$	$\frac{0,15}{0,13}$	$\frac{0,16}{0,15}$	$\frac{0,17}{0,17}$	$\frac{0,20}{-}$	-

Номі- нальний діаметр, мм	Спосіб обробки поверхні	Припуск на діаметр при довжині вала, мм					
		до 120	120- 260	260- 500	500- 800	800- 1250	1250- 2000
Точіння прокату звичайної точності							
до 30	Чорнове та однократне	$\frac{1,3}{1,1}$	$\frac{1,7}{-}$	-	-	-	-
	Напівчистове	$\frac{0,45}{0,45}$	$\frac{1,7}{-}$	-	-	-	-
	Чистове	$\frac{0,25}{0,20}$	$\frac{0,25}{-}$	-	-	-	-
	Тонке	$\frac{0,13}{0,12}$	$\frac{0,15}{-}$	-	-	-	-
Пон. 30 до 50	Чорнове та однократне	$\frac{1,3}{1,1}$	$\frac{1,6}{1,4}$	$\frac{2,2}{-}$	-	-	-
	Напівчистове	$\frac{0,45}{0,45}$	$\frac{0,45}{0,45}$	$\frac{0,50}{-}$	-	-	-
	Чистове	$\frac{0,25}{0,20}$	$\frac{0,25}{0,25}$	$\frac{0,30}{-}$	-	-	-
	Тонке	$\frac{0,13}{0,12}$	$\frac{0,14}{0,13}$	$\frac{0,16}{-}$	-	-	-
Пон. 50 до 80	Чорнове та однократне	$\frac{1,5}{1,1}$	$\frac{1,7}{1,5}$	$\frac{2,3}{2,1}$	$\frac{3,1}{-}$	-	-
	Напівчистове	$\frac{0,45}{0,45}$	$\frac{0,50}{0,45}$	$\frac{0,50}{0,50}$	$\frac{0,55}{-}$	-	-
	Чистове	$\frac{0,25}{0,20}$	$\frac{0,30}{0,25}$	$\frac{0,30}{0,30}$	$\frac{0,35}{-}$	-	-
	Тонке	$\frac{0,13}{0,12}$	$\frac{0,14}{0,13}$	$\frac{0,18}{0,16}$	$\frac{0,20}{-}$	-	-
Пон. 80 до 120	Чорнове та однократне	$\frac{1,8}{1,2}$	$\frac{1,9}{1,3}$	$\frac{2,1}{1,7}$	$\frac{2,6}{2,3}$	$\frac{3,4}{-}$	-
	Напівчистове	$\frac{0,50}{0,45}$	$\frac{0,50}{0,45}$	$\frac{0,50}{0,50}$	$\frac{0,50}{0,59}$	$\frac{0,55}{-}$	-
	Чистове	$\frac{0,25}{0,25}$	$\frac{0,25}{0,25}$	$\frac{0,30}{0,25}$	$\frac{0,30}{0,30}$	$\frac{0,35}{-}$	-
	Тонке	$\frac{0,15}{0,12}$	$\frac{0,15}{0,13}$	$\frac{0,16}{0,14}$	$\frac{0,18}{0,17}$	$\frac{0,20}{-}$	-

Номінальний діаметр, мм	Спосіб обробки поверхні	Припуск на діаметр при довжині вала, мм					
		до 120	120-260	260-500	500-800	800-1250	1250-2000
Пон. 120 до 180	Чорнове та однократне	<u>2,0</u> 1,3	<u>2,1</u> 1,4	<u>2,3</u> 1,8	<u>2,7</u> 2,3	<u>3,5</u> 3,3	<u>4,8</u> -
	Напівчистове	<u>0,50</u> 0,45	<u>0,50</u> 0,45	<u>0,50</u> 0,50	<u>0,50</u> 0,50	<u>0,60</u> 0,55	<u>0,65</u> -
	Чистове	<u>0,30</u> 0,25	<u>0,30</u> 0,25	<u>0,30</u> 0,25	<u>0,30</u> 0,30	<u>0,35</u> 0,30	<u>0,40</u> -
	Тонке	<u>0,16</u> 0,13	<u>0,16</u> 0,13	<u>0,17</u> 0,15	<u>0,18</u> 0,17	<u>0,21</u> 0,20	<u>0,27</u> -
Пон. 180 до 260	Чорнове та однократне	<u>2,3</u> 1,4	<u>2,4</u> 1,5	<u>2,6</u> 1,8	<u>2,9</u> 2,4	<u>3,6</u> 3,2	<u>5,0</u> 4,6
	Напівчистове	<u>0,50</u> 0,45	<u>0,50</u> 0,45	<u>0,50</u> 0,50	<u>0,55</u> 0,50	<u>0,60</u> 0,55	<u>0,65</u> 0,65
	Чистове	<u>0,30</u> 0,25	<u>0,30</u> 0,25	<u>0,30</u> 0,25	<u>0,30</u> 0,30	<u>0,35</u> 0,35	<u>0,40</u> 0,40
	Тонке	<u>0,17</u> 0,13	<u>0,17</u> 0,14	<u>0,18</u> 0,15	<u>0,19</u> 0,17	<u>0,22</u> 0,20	<u>0,27</u> 0,26
Точіння штампованих заготовок							
до 18	Чорнове та однократне	<u>1,5</u> 1,4	<u>1,9</u> -	-	-	-	-
	Чистове	<u>0,25</u> 0,25	<u>0,30</u> -	-	-	-	-
	Тонке	<u>0,14</u> 0,14	<u>0,15</u> -	-	-	-	-
Пон. 18 до 30	Чорнове та однократне	<u>1,6</u> 1,5	<u>2,0</u> 1,8	<u>2,3</u> -	-	-	-
	Чистове	<u>0,25</u> 0,25	<u>0,30</u> 0,25	<u>0,30</u> -	-	-	-
	Тонке	<u>0,14</u> 0,14	<u>0,15</u> 0,14	<u>0,16</u> -	-	-	-

Номинальний діаметр, мм	Спосіб обробки поверхні	Припуск на діаметр при довжині вала, мм					
		до 120	120-260	260-500	500-800	800-1250	1250-2000
Пон. 30 до 50	Чорнове та однократне	<u>1,8</u> 1,7	<u>2,3</u> 2,0	<u>3,0</u> 2,7	<u>3,5</u> -	-	-
	Чистове	<u>0,30</u> 0,25	<u>0,30</u> 0,30	<u>0,30</u> 0,30	<u>0,35</u> -	-	-
	Тонке	<u>0,15</u> 0,15	<u>0,16</u> 0,15	<u>0,19</u> 0,17	<u>0,21</u> -	-	-
Пон. 50 до 80	Чорнове та однократне	<u>2,2</u> 2,0	<u>2,9</u> 2,6	<u>3,4</u> 2,9	<u>4,2</u> 3,6	<u>5,0</u> -	-
	Чистове	<u>0,30</u> 0,30	<u>0,30</u> 0,30	<u>0,35</u> 0,30	<u>0,40</u> 0,35	<u>0,45</u> -	-
	Тонке	<u>0,16</u> 0,16	<u>0,18</u> 0,17	<u>0,20</u> 0,18	<u>0,22</u> 0,20	<u>0,26</u> -	-
Пон. 80 до 120	Чорнове та однократне	<u>2,6</u> 2,3	<u>3,3</u> 3,0	<u>4,3</u> 3,8	<u>5,2</u> 4,5	<u>6,3</u> 5,2	<u>8,2</u> -
	Чистове	<u>0,30</u> 0,30	<u>0,30</u> 0,30	<u>0,40</u> 0,35	<u>0,45</u> 0,40	<u>0,50</u> 0,45	<u>0,60</u> -
	Тонке	<u>0,17</u> 0,17	<u>0,19</u> 0,18	<u>0,23</u> 0,21	<u>0,26</u> 0,24	<u>0,30</u> 0,26	<u>0,38</u> -
Пон. 120 до 180	Чорнове та однократне	<u>3,2</u> 2,8	<u>4,6</u> 4,2	<u>5,0</u> 4,5	<u>6,2</u> 5,6	<u>7,5</u> 6,7	-
	Чистове	<u>0,35</u> 0,30	<u>0,40</u> 0,30	<u>0,45</u> 0,40	<u>0,50</u> 0,45	<u>0,60</u> 0,35	-
	Тонке	<u>0,20</u> 0,20	<u>0,24</u> 0,22	<u>0,25</u> 0,23	<u>0,30</u> 0,27	<u>0,35</u> 0,32	-
Шліфування заготовок							
до 30	Попереднє після термообробки	0,30	0,60	-	-	-	-
	Попереднє після чистового точіння	0,10	0,10	-	-	-	-
	Чистове після попереднього шліфування	0,06	0,06	-	-	-	-

Номінальний діаметр, мм	Спосіб обробки поверхні	Припуск на діаметр при довжині вала, мм					
		до 120	120-260	260-500	500-800	800-1250	1250-2000
Пон. 30 до 50	Попереднє після термообробки	0,25	0,50	0,85	-	-	-
	Попереднє після чистового точіння	0,10	0,10	0,10	-	-	-
	Чистове після попереднього шліфування	0,06	0,06	0,06	-	-	-
Пон. 50 до 80	Попереднє після термообробки	0,25	0,40	0,75	1,20	-	-
	Попереднє після чистового точіння	0,10	0,10	0,10	0,10	-	-
	Чистове після попереднього шліфування	0,06	0,06	0,06	0,06	-	-
Пон. 80 до 120	Попереднє після термообробки	0,20	0,35	0,65	1,00	1,55	-
	Попереднє після чистового точіння	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	-
	Чистове після попереднього шліфування	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	-
Пон. 120 до 180	Попереднє після термообробки	0,17	0,30	0,55	0,85	1,30	2,10
	Попереднє після чистового точіння	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	Чистове після попереднього шліфування	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06

Примітка. Припуски при точінні в чисельнику вказані при установці заготовки в центрах, а в знаменнику – в патроні.

4.4 Припуски на чорнове обточування і розточування заготовок, отриманих гарячим штампуванням і із прокату

Діаметр Заготовки, мм	Чорнове обточування і розточування штампованих заготовок із сталей і титанових сплавів					Чорнове обточування заготовок із чорного прокату звичайної точності				
	Припуск Z_{min} на діаметр при довжині, мм									
	до 120	120- 260	260- 500	500- 800	800- 1250	до 120	120- 260	260- 500	500- 800	800- 1250
До 50	1,7	2,0	2,4	2,8	3,2	1,3	1,5	2,0	2,5	3,1
Пон. 50 до 120	2,0	2,2	2,6	2,9	3,3	1,5	1,8	2,2	2,6	3,2
" 120 " 260	2,2	2,4	2,7	3,0	3,4	1,8	2,2	2,4	2,8	3,3
" 260 " 500	2,5	2,7	2,8	3,1	3,5	-	-	-	-	-

Примітки:

1. Для штамповок із алюмінієвих, магнієвих і мідних сплавів припуски множити на 0,8.

2. Припуски на всі поверхні штамповки приймаються в залежності від її найбільшого габаритного розміру /діаметра або довжини/.

3. Для чорного прокату підвищеної точності припуски множити на 0,8.

4.5 Припуски на чорнове обточування і розточування циліндричних поверхонь у відливках

Найбільший габаритний розмір відливки, мм	При литті заготовок в пісчані форми	При литті в кокіль і в оболонкові форми
	Припуск Z_{min} на діаметр, мм	
До 50	2,2	1,4
Пон. 50 до 120	2,6	1,6
" 120 " 260	3,3	1,8
" 260 " 500	4,1	2,0
" 500 " 800	5,0	2,3

Примітка. Припуски на всі поверхні відливки приймаються в залежності від її найбільшого габаритного розміру /діаметра або довжини/.

4.6 Припуски на чистове обточування після чорного або каліброваного прокату

Діаметр Заготовки, мм	Чистове обточування після чорного					Чистове обточування після чорного і термообробки. Чистове обточування каліброваного прокату				
	Припуск Z_{min} на діаметр при довжині, мм									
	до 120	120- 260	260- 500	500- 800	800- 1250	до 120	120- 260	260- 500	500- 800	800- 1250
До 50	0,5	0,6	0,8	1,0	-	0,8	1,0	1,2	1,4	-
Пон. 50 до 120	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	0,85	1,1	1,2	1,5	1,8
" 120 " 500	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9

4.7 Припуски на кругле шліфування деталей в центрах (на діаметр)

Діаметр деталі, мм	Довжина деталі, мм						Допуск +/- на попередню обробку по h11
	до 100	100- 300	300- 500	500- 700	700- 1350	1300- 2000	
До 10	<u>0,25</u> 0,3	<u>0,3</u> 0,35	<u>0,35</u> 0,4	-	-	-	0,09
Пон. 10 до 18	<u>0,3</u> 0,35	<u>0,35</u> 0,4	<u>0,4</u> 0,45	-	-	-	0,11
" 18 " 30	<u>0,35</u> 0,4	<u>0,4</u> 0,45	<u>0,45</u> 0,5	-	-	-	0,13
" 30 " 50	<u>0,4</u> 0,4	<u>0,45</u> 0,45	<u>0,5</u> 0,5	<u>0,55</u> 0,55	<u>0,6</u> 0,6	-	0,16
" 50 " 80	<u>0,45</u> 0,45	<u>0,5</u> 0,55	<u>0,55</u> 0,55	<u>0,6</u> 0,6	<u>0,65</u> 0,7	<u>0,7</u> 0,75	0,19
" 80 " 120	<u>0,5</u> 0,6	<u>0,55</u> 0,65	<u>0,6</u> 0,7	<u>0,65</u> 0,75	<u>0,7</u> 0,8	<u>0,75</u> 0,85	0,22
" 120 " 180	<u>0,6</u> 0,65	<u>0,6</u> 0,7	<u>0,65</u> 0,75	<u>0,7</u> 0,8	<u>0,75</u> 0,85	<u>0,8</u> 0,9	0,25
" 180 " 260	<u>0,7</u> 0,8	<u>0,7</u> 0,8	<u>0,7</u> 0,85	<u>0,75</u> 0,85	<u>0,8</u> 0,9	<u>0,85</u> 0,95	0,29
" 260 " 360	<u>0,8</u> 0,85	<u>0,8</u> 0,85	<u>0,8</u> 0,9	<u>0,85</u> 0,95	<u>0,9</u> 1,0	<u>0,95</u> 1,05	0,32

Примітка. В чисельнику приведені припуски на заготовки без термообробки, в знаменнику – після термообробки.

4.8 Припуски на безцентрове шліфування зовнішніх поверхонь (на діаметр)

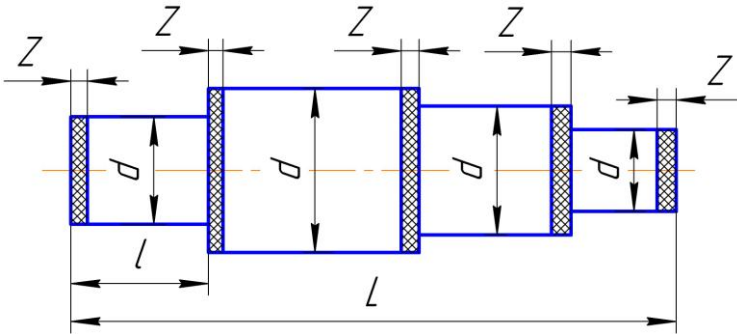
Діаметр деталі, мм	Довжина деталі, мм				Допуск /-/ на попередню обробку по h11, мм
	до 100	100-250	250-500	500-1000	
Пон. 6 до 10	0,2	0,3	-	-	0,09
	0,3	0,3	0,4	-	
" 10 " 18	0,3	0,3	0,3	-	0,11
	0,3	0,4	0,4	0,5	
" 18 " 30	0,3	0,4	0,4	0,4	0,13
	0,4	0,4	0,5	0,5	
" 30 " 50	0,3	0,4	0,5	0,5	0,16
	0,4	0,5	0,6	0,6	
" 50 " 80	0,4	0,4	0,5	0,5	0,19
	0,5	0,5	0,6	0,6	
" 80 " 120	0,5	0,5	0,6	0,6	0,22
	0,5	0,6	0,7	0,7	
" 120 " 180	0,5	0,5	0,6	0,7	0,25
	0,6	0,6	0,7	0,8	

Примітка. В чисельнику приведені припуски на заготовки без термообробки, в знаменнику – після термообробки.

4.9 Припуск на чорнову обробку торців

Діаметр оброблюваної деталі, мм	Припуск, мм	Діаметр оброблюваної деталі, мм	Припуск, мм
До 20	1,0	Пон. 75 до 125	2,0
Пон. 20 до 30	1,5	" 125 " 150	2,0
" 30 " 45	1,5	Пон. 150	2,5
" 45 " 75	1,5		

4.10 Припуски на чистову підрізку і шліфування торців



Діаметр оброблюваної деталі, мм	Загальна довжина оброблюваної деталі, мм					
	до 18	18-50	50-120	120-260	260-500	пон. 500
Припуск, Z , мм						
Чистова підрізка						
До 30	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2
Пон. 30 до 50	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2
" 50 " 120	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3
" 120 " 260	0,7	0,9	1,0	1,0	1,2	1,4
Пон. 260	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,5
Допуск на довжину	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	-0,6	-0,8
Шліфування						
До 30	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6
Пон. 30 до 50	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6
" 50 " 120	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6
" 120 " 260	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7
Пон. 260	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7
Допуск на довжину	-0,12	-0,17	-0,23	-0,3	-0,4	-0,5

Примітки:

1. При обробці валів з уступами припуск брати на кожний уступ (торець), виходячи із його діаметра d і загальної довжини вала.
2. Допуски назначити на вимірюваний розмір: $l+Z$ і $L+2Z$.

4.11 Припуски на обробку отвору

Припуски для заготовок, отриманих литтям або штамповкой

Вид обробки отвору	Припуск на діаметр для інтервалу діаметрів, мм				
	30-50	50-80	80-120	120-180	180-260
Чорнове розточування або зенкерування відливок із: сірого чавуну ковкого чавуну бронзи горячостампован. загот. заготовок після вільного кування	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
	2,7	3,0	3,5	4,0	4,5
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
	1,6	2,5	2,5	3,5	4,0
	3,0	3,0	3,0	3,5	5,5
Чистове розточування або зенкерування після: свердління чорнового розточування або зенкерування	1,5	1,7	-	-	-
	1,1	1,3	1,6	1,8	2,0
Розвертання після: зенкерування чистового розточування	0,45	0,55	0,65	-	-
	0,40	0,45	0,55	-	-
Шліфування незагартованих заготовок при довжині обробки, мм: від 100 до 200 пон. 200 до 300	0,35	0,35	0,4	0,45	0,50
	-	0,40	0,5	0,50	0,55
Шліфування загартованих заготовок при довжині обробки, мм: від 50 до 100 пон. 100 до 200 " 200 " 300	0,35	0,40	0,60	0,60	0,65
	0,35	0,40	0,65	0,65	0,70
	-	0,50	0,70	0,70	0,75

Примітка. Припуски на чорнову обробку дані без врахування дефектного шару.

Припуски для заготовок із проката

Вид обробки отвору	Припуск на діаметр для інтервалу діаметрів, мм						
	10- 18	18- 30	30- 50	50- 80	80- 120	120- 180	180- 260
Розвертання: чорнове	0,16	0,20	0,24	0,27	0,30	-	-
чистове	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10	-	-
Розточування під шліфування при довжині обробки, мм:							
До 50	0,30	0,30	0,40	0,40	0,50	0,60	0,60
пон. 50 до 100	0,30	0,40	0,40	0,40	0,50	0,60	0,60
" 100 " 300	-	0,40	0,40	0,40	0,50	0,60	0,70
" 300 " 500	-	-	-	-	0,60	0,60	0,70
Шліфування до термообробки	0,30	0,30	0,30	0,40	0,50	0,50	-
Шліфування після термообробки:							
чорнове	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30	0,30	-
чистове	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20	-
Притирка	0,01	0,01	0,01	0,015	0,02	0,02	-

4.12 Припуски на чистове розточування, зенкерування і розвертання отворів

Діаметр отвору, мм	Чистове розточування, зенкерування	Розвертання
	Припуск Z_{min} на діаметр, мм	
До 10	-	0,12
Пон. 10 до 30	0,5	0,16
" 30 " 50	0,6	0,20
" 50 " 120	0,9	-
" 120 " 500	1,2	-

Примітка. Якщо розвертання виконується на двох операціях або переходах, то на попереднє розвертання відводять 2/3 припуску, а на остаточне –1/3.

4.13 Припуски на тонке (алмазне) розточування отворів

Діаметр оброблюваного отвору, d , мм	Оброблюваний матеріал				Допуск +/- на попередню обробку по Н9
	легкі сплави	бабіт	бронза і чавун	сталь	
До 30	0,2/0,1	0,3/0,1	0,2/0,1	0,2/0,1	0,052
Пон. 30 до 50	0,3/0,1	0,4/0,1	0,3/0,1	0,2/0,1	0,062
" 50 " 80	0,4/0,1	0,5/0,1	0,3/0,1	0,2/0,1	0,074
" 80 " 120	0,4/0,1	0,5/0,1	0,3/0,1	0,3/0,1	0,087
" 120 " 180	0,5/0,1	0,6/0,2	0,4/0,1	0,3/0,1	0,1
" 180 " 250	0,5/0,1	0,6/0,2	0,4/0,1	0,3/0,1	0,115
" 250 " 360	0,5/0,1	0,6/0,2	0,4/0,1	0,3/0,1	0,13
" 360 " 400	0,5/0,1	0,6/0,2	0,5/0,2	0,4/0,1	0,14
" 400 " 500	0,5/0,1	0,6/0,2	0,5/0,2	0,4/0,1	0,155

Примітки:

1. В чисельнику наведені припуски на попередню обробку, в знаменнику – на остаточну.

2. В випадку використання однократного розточування припуск визначають як суму припусків на попереднє і остаточне розвертання.

4.14 Припуски на шліфування отворів (на діаметр)

Діаметр отвору, мм	Довжина отвору, мм					Допуск(+) на попередню обробку по Н11
	до 50	50- 100	100- 200	200- 300	300- 500	
До 10	0,2	-	-	-	-	0,09
Пон. 10 до 18	0,2/0,3	0,3/0,4	-	-	-	0,11
" 18 " 30	0,2/0,3	0,3/0,4	0,4/0,4	-	-	0,13
" 30 " 50	0,3/0,4	0,3/0,4	0,4/0,4	0,4/0,5	-	0,16
" 50 " 80	0,3/0,4	0,4/0,5	0,5/0,5	0,4/0,5	-	0,19
" 80 " 120	0,5/0,5	0,4/0,5	0,5/0,6	0,6/0,6	0,6/0,7	0,22
" 120 " 180	0,6/0,6	0,6/0,6	0,6/0,6	0,6/0,6	0,6/0,7	0,25
" 180 " 260	0,6/0,7	0,6/0,7	0,7/0,7	0,7/0,7	0,8/0,8	0,29
" 260 " 360	0,6/0,7	0,7/0,8	0,7/0,8	0,8/0,8	0,8/0,9	0,32
" 360 " 500	0,8/0,8	0,8/0,8	0,8/0,8	0,9/0,9	0,9/0,9	0,36

Діаметр отвору, мм	Довжина отвору, мм					Допуск (+) на попередню обробку по Н11
	до 50	50-100	100-200	200-300	300-500	
Фінішне шліфування отворів в загартованих деталях						
До 10	0,04	-	-	-	-	Допуск (+) по Н7
Пон. 10 до 18	0,05	0,06	-	-	-	
" 18 " 30	0,05	0,06	0,06	-	-	
" 30 " 50	0,06	0,06	0,06	0,08	-	
" 50 " 80	0,06	0,06	0,08	0,08	-	
" 80 " 120	0,08	0,08	0,10	0,10	0,12	
" 120 " 180	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12	
" 180 " 260	0,12	0,12	0,12	0,12	0,14	
" 260 " 360	0,12	0,14	0,14	0,14	0,16	
" 360 " 500	0,14	0,14	0,14	0,16	0,18	

Примітка. В чисельнику приведені припуски на заготовки без термообробки, в знаменнику – після термообробки.

4.15 Припуски на хонінгування отворів

Діаметр Отвору, мм	Довжина отвору, мм			Допуск (+) на попередню обробку по Н7
	Після тонкого розточування	Після чистого розвертання	Після внутрішнього шліфування	
До 50	0,09/0,06	0,09/0,07	0,08/0,05	0,025
Пон. 50 до 80	0,1/0,07	0,1/0,08	0,09/0,06	0,03
" 80 " 120	0,11/0,08	0,11/0,09	0,1/0,06	0,035
" 120 " 180	0,12/0,09	0,12/-	0,11/0,07	0,04
" 180 " 250	0,12/0,09	-	0,12/0,08	0,046

Примітка. В чисельнику наведені припуски для чавуну, в знаменнику – для сталі.

4.16. Припуски на хонінгування отворів в залежності від вихідної похибки форми і шорсткості поверхні

Відхилення форми, мкм		Вихідні параметри шорсткості поверхні, мкм	Перехід	Припуск на діаметр, мкм	Після хонінгування	
Вихідні	Допустиме				Відхилен. форми, мкм	Параметр шорсткості поверх. а
100-150	4-5	$R_z=40\div 20$	Перший Другий Третій	150-200 20-30 12-15	15-20 6-10 4-5	2,5-0,63 0,63-0,16 0,32-0,08
50-90	3-4	$R_z=40\div 20$	Перший Другий Третій	80-120 15-25 8-12	10-18 5-9 3-4	2,5-0,63 0,63-0,16 0,32-0,08
25-40	2-3	$R_z=20$ $R_a=2,5\div 1,25$	Перший Другий Третій	50-70 12-15 6-12	8-12 4-6 2-3	1,25-0,32 0,63-0,16 0,32-0,08
12-15	2-3	$R_a=2,5\div 0,63$	Перший	20-35	5-9	1,25-0,16
6-12	1-2	$R_a=2,5\div 0,63$	Перший Другий Третій	10-12 15-20 4-6	2-3 2-4 1-2	0,32-0,08 0,63-0,16 0,32-0,08

4.17 Припуски на протягування отворів

Розмір протягуємого отвору, мм		Припуск на діаметр	Розмір протягуємого отвору, мм		Припуск на діаметр
Довжина L	Діаметр D		Довжина L	Діаметр D	
6-50	від 10 до 18	0,2-0,5	4-3 D	пон.80 до 120	1,0
6-120	пон. 18 до 30	0,3-0,6	3-2,5 D	" 120 " 180	1,2
11-180	" 30 " 50	0,4-0,7	2,5-1,5 D	" 180 " 260	1,4
30-180	" 50 " 80	0,6-0,8	1,5-1 D	" 260 " 360	1,6

4.18 Розміри інструментів і діаметри отворів після розточування при обробці отворів по квалітетам 7-9 в суцільному матеріалі

Діаметр обробляемого отвору, мм	Д і а м е т р, мм						
	Свердла		Отвору після розточування	Зенкера	Розвертки для отвору квалітета Н9	Розвертки для отвору квалітета Н7	
	1-го	2-го				чорнової	чистової
3	2,9	-	-	-	3	-	-
4	3,9	-	-	-	4	-	4
5	4,8	-	-	-	5	-	5
6	5,8	-	-	-	6	-	6
8	7,8	-	-	-	8	7,96	8
10	9,8	-	-	-	10	9,96	10
12	11,0	-	-	11,85	12	11,95	12
13	12,0	-	-	12,85	13	12,95	13
14	13,0	-	-	13,85	14	13,95	14
15	14,0	-	-	14,85	15	14,95	15
16	15,0	-	-	15,85	16	15,95	16
18	17,0	-	-	17,85	18	17,94	18
20	18,0	-	19,8	19,8	20	19,94	20
22	20,0	-	21,8	21,8	22	21,94	22
24	22,0	-	23,8	23,8	24	23,94	24
25	23,0	-	24,8	24,8	25	24,94	25
26	24,0	-	25,8	25,8	26	25,94	26
28	26,0	-	27,8	27,8	28	27,94	28
30	18,0	28,0	28,8	29,8	30	29,93	30
32	20,0	30,0	31,7	31,75	32	31,93	32
35	20,0	33,0	34,7	34,75	35	34,93	35
38	25,0	36,0	37,7	37,75	38	37,93	38
40	25,0	38,0	39,7	39,75	40	39,93	40
42	25,0	40,0	41,7	41,75	42	41,93	42
45	25,0	43,0	44,7	41,75	45	44,93	45
48	25,0	46,0	47,7	47,75	48	47,93	48
50	25,0	48,0	49,7	49,75	50	49,93	50

4.19 Розміри інструментів і діаметри отворів після розточування при обробці прошитих або відлитих отворів по квалітетам 7-9

Номинальний діаметр обробляемого отвору, мм	Діаметр отвору після розточування, мм			Допуск Н11	Діаметр розвертки, мм	
	чорнового		чистового		чорнов ої	чистової (Н7 або Н9)
	1-го	2-го				
30	-	28,0	29,7	+ 0,14	29,93	30
32	-	30,0	31,7	+ 0,17	31,93	32
35	-	33,0	34,7	+ 0,17	34,93	35
38	-	36,6	37,7	+ 0,17	37,93	38
40	-	38,0	39,7	+ 0,17	39,93	40
45	-	43,0	44,7	+ 0,17	44,93	45
48	-	46,0	47,7	+ 0,17	47,93	48
50	45	48,0	49,7	+ 0,17	49,93	50
55	51	53,0	54,5	+ 0,20	54,92	55
60	56	58,0	59,5	+ 0,20	59,92	60
65	61	63,0	64,5	+ 0,20	64,92	65
70	66	68,0	69,5	+ 0,20	69,90	70
75	71	73,0	74,5	+ 0,20	74,90	75
80	75	78,0	79,5	+ 0,20	74,90	80
85	80	83,0	84,3	+ 0,23	84,85	85
90	85	88,0	89,3	+ 0,23	89,85	90
92	87	90,0	91,3	+ 0,23	91,85	92
95	90	93,0	94,3	+ 0,23	94,85	95
98	93	96,0	97,3	+ 0,23	97,85	98
100	95	98,0	99,3	+ 0,23	99,85	100
105	100	103,0	104,3	+ 0,23	104,8	105
110	105	108,0	109,3	+ 0,23	109,8	110
115	110	113	114,3	+ 0,23	114,8	115
120	115	118	119,3	+ 0,23	119,8	120
125	120	123	124,3	+ 0,26	124,8	125
130	125	128	129,3	+ 0,26	129,8	130
135	130	133	134,3	+ 0,26	134,5	135
140	135	138	139,3	+ 0,26	139,8	140
145	140	143	144,3	+ 0,26	144,8	145
150	145	148	149,3	+ 0,26	149,8	150

Номінальний діаметр обробляемого отвору, мм	Діаметр отвору після розточування, мм			Допуск Н11	Діаметр розвертки, мм	
	чорнового		чистового		чорної	чистої (Н7 або Н9)
	1-го	2-го				
155	150	153	154,3	+ 0,26	154,8	155
160	155	158	159,3	+ 0,26	159,68	160
165	160	163	164,3	+ 0,26	164,8	165
170	165	168	169,3	+ 0,26	169,8	170
175	170	173	174,3	+ 0,26	174,8	175
180	175	178	179,3	+ 0,26	179,8	180
185	180	183	184,3	+ 0,30	184,8	185
190	185	188	189,3	+ 0,30	189,8	190
195	190	193	194,3	+ 0,30	194,8	195
200	194	197,5	199,3	+ 0,30	199,8	200

4.20 Припуски на обробку отворів на агрегатних верстатах

Вид та умови обробки	Припуск на діаметр отвору, мм				
	до 18	18-30	30-50	50-120	понад 120
Зенкерування: -чорнове /по отвору, отриманому у відливці/ -напівчистове	-	<u>1,8-4,0</u>	<u>1,8-4,5</u>	<u>2,5-6,0</u>	<u>3-10</u>
	1,0-2,5	1,3-2,7	1,4-2,8	1,5-3,0	1,6-3,2
	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,7</u>	<u>1,0</u>	<u>1,2</u>
	0,4	0,4	0,5	0,8	1,0
Розвертання: -попереднє: -з переустановкою заготовки у другу позицію -без переустановки, з поворотом стола -остаточне: -з направлення інструменту по кондукторним втулкам -"плаваючій" розверткою	<u>0,2</u>	<u>0,2</u>	<u>0,25</u>	<u>0,3</u>	<u>0,3</u>
	0,15	0,15	0,17	0,2	0,2
	<u>0,15</u>	<u>0,2</u>	<u>0,2</u>	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>
	0,1	0,12	0,12	0,14	0,14
	<u>0,08</u>	<u>0,1</u>	<u>0,1</u>	<u>0,12</u>	<u>0,12</u>
	0,05	0,05	0,08	0,10	0,12
<u>0,08</u>	<u>0,1</u>	<u>0,1</u>	0,12	<u>0,12</u>	
0,05	0,05	0,08	0,1	0,12	

Вид та умови обробки	Припуск на діаметр отвору, мм				
	до 18	18-30	30-50	50-120	пон.120
Розточування: -чорнове	-	<u>1,5-4,0</u> 1,3-2,4	<u>1,5-4,0</u> 1,4-2,5	<u>2-6,0</u> 1,5-2,7	<u>2,5-10</u> 1,6-3,0
-напівчистове	-	<u>0,8</u> 0,45	<u>1,2</u> 0,6	<u>1,8</u> 0,8	<u>2</u> 1,0
-чистове:					
-з переустановкою заготовки в другу позицію	-	<u>0,3</u> 0,25	<u>0,4</u> 0,35	<u>0,4</u> 0,4	<u>0,5</u> 0,45
-з переустановкою заготовки в другу позицію з додатковим піджимом	-	<u>0,2</u> 0,15	<u>0,2</u> 0,17	<u>0,2</u> 0,2	<u>0,25</u> 0,2
-без переустановки заготовки	-	<u>0,1</u> 0,1	<u>0,1</u> 0,1	<u>0,12</u> 0,1	<u>0,125</u> 0,12

Примітка. В чисельнику наведені припуски для обробки заготовок із чорних металів і сплавів, а в знаменнику – із кольорових сплавів.

4.21 Припуски на обробку площин і торців

Найбільший габаритний розмір заготовки, мм	Чорнові підрізання торців, фрезерування і стругання площин заготовок				Чистове підрізання торців і чистове фрезерування площин
	із сталі, отриманих гарячою штамповк.	отриманих литтям в пісчані форми	із кольорових сплавів отриманих гарячою штамповкою	отриманих литтям в кокіль і оболонкові форми	
	Припуск на сторону, мм				
До 30	0,9		0,7		0,3
Пон. 30 до 120	1,0		0,8		0,4
" 120 " 260	1,2		0,9		0,55
" 260 " 500	1,5		1,1		0,7

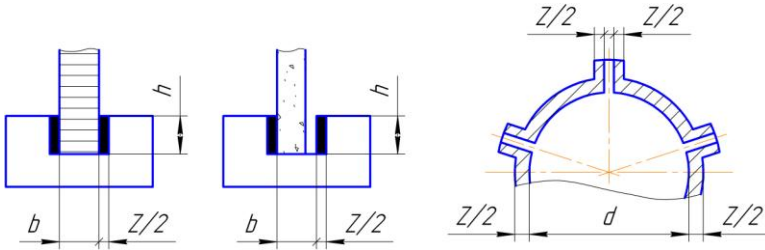
4.22 Припуски на шліфування і тонке фрезерування торців і площин після чистового підрізання і фрезерування

Найбільший габаритний розмір заготовки, мм	1-й варіант	2-й варіант	3-й варіант		4-й варіант	
	Одноконтантне шліфування і тонке фрезерування термічнооброблених заготовок	Одноконтантне шліфування термічнооброблених заготовок	Попереднє шліфування до термічної обробки	Остаточне шліфування після термічної обробки	Шліфування після термообробки	
					Попереднє	Остаточне
Припуск Z_{min} на сторону, мм						
До 30	0,1	0,15	0,10	0,07	0,07	0,05
Пон.30 до 120	0,15	0,20	0,15	0,15	0,15	0,07
" 120 " 260	0,20	0,30	0,20	0,25	0,20	0,10
" 260 " 500	0,30	0,45	0,30	0,35	0,30	0,15

4.23 Припуски на обробку поковок із кольорових металів і сплавів, виготовлених на пресах і молотах

Вид оброблюємої поверхні	Вид обробки	Найбільший розмір поковки, мм					
		до 100	100-160	160-250	250-360	360-500	500-630
Площини	Фрезерування, підрізка торців: чорнове напівчистове чистове	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5
		0,35	0,35	0,40	0,5	0,5	0,7
		0,1	0,1	0,15	0,15	0,25	0,3
	Шліфування: попереднє чистове	0,30	0,35	0,40	0,5	0,6	0,7
0,1		0,1	0,15	0,2	0,2	0,25	
Зовнішні поверхні обертання	Точіння: чорнове чистове	1,25	1,5	1,75	0,2	2,25	2,5
		0,35	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7

4.24 Припуски на обробку пазів



Розміри паза, мм		Припуск Z на ширину b		Допуск на ширину b	
Глибина h	Ширина b	Чистове фрезерув. після чистового	Шліфування термообробл. і необроблен. після чистов. фрезеруван.	Чорнове фрезерув. 12-й квалітет	Чистове фрезерув. 11-й квалітет
		До 60	від 3 до 6	1,5	0,5
пон.6 до 10	2,0		0,7	+ 0,20	+ 0,10
" 10 " 18	3,0		1,0	+ 0,24	+ 0,12
" 18 " 30	3,0		1,0	+ 0,28	+ 0,14
" 30 " 50	3,0		1,0	+ 0,34	+ 0,17
" 50 " 80	4,0		1,0	+ 0,46	+ 0,23
	" 80 " 120	4,0	1,0	+ 0,46	+ 0,23

4.25 Припуски на чистову обробку шліців

Номінальний діаметр вала, мм	Довжина шліцевого валика, мм			
	до 100	пон.100до200	пон.200до350	пон.350до500
	Припуск $2Z$ на товщину зуба /шліца/ і на \emptyset			
10-18	<u>0,4-0,6</u> 0,1-0,2	<u>0,5-0,7</u> 0,2-0,3	-	-
18-30	<u>0,5-0,7</u> 0,1-0,2	<u>0,6-0,8</u> 0,2-0,3	<u>0,7-0,9</u> 0,2-0,4	-
30-50	<u>0,6-0,8</u> 0,2-0,3	<u>0,7-0,9</u> 0,2-0,4	<u>0,8-1,0</u> 0,3-0,5	-
пон. 50	<u>0,7-0,9</u> 0,2-0,4	<u>0,7-1,0</u> 0,3-0,5	<u>0,9-1,2</u> 0,3-0,5	<u>1,2-1,5</u> 0,4-0,6

Примітка. В чисельнику приведені припуски на чистове фрезерування, в знаменнику – шліфування.

4.26 Припуски на чистову обробку зубців циліндричних зубчастих коліс

Модуль	Діаметр колеса, мм		
	≤ 100	100-200	200-500
На чистове зубофрезерування і зубодовбання			
3-5	0,6-0,9	0,8-1,0	1,0-1,2
5-10	0,8-1,0	1,0-1,2	1,1-1,6
Під шевінгування			
До 3	0,06-0,1	0,08-0,12	0,1-0,15
3-5	0,08-0,12	0,10-0,15	0,12-0,18
5-7	0,10-0,14	0,12-0,16	0,15-0,18
7-10	0,12-0,16	0,15-0,18	0,18-0,20
Під шліфування			
До 3	0,15-0,20	0,15-0,25	0,18-0,30
3-5	0,18-0,25	0,18-0,30	0,20-0,35
5-10	0,25-0,40	0,30-0,50	0,35-0,60

4.27 Припуски на чистову обробку зубців спіральних і конічних зубчастих коліс

Спіральнозубі і гіпоїдні зубчаті колеса		Конічні зубчаті колеса	
Модуль	Припуск $2Z$, мм	Модуль	Припуск $2Z$, мм
1,25-1,75	0,5	3	0,5
2,0-2,75	0,6	4	0,57
3,0-4,5	0,8	5	0,65
5-7	1,0	6	0,72
8-11	1,2	7	0,8
12-19	1,6	8	0,87
20-30	2,0	9	0,93
		10	1,0
		11	1,07
		12	1,5

5 ЧИСЛА ТВЕРДОСТІ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ ПРИ РІЗНИХ МЕТОДАХ ВИЗНАЧЕННЯ

За Брінел- лем HB	За Вік- керсом HV	За Роквел- лом HRC	За Супер Роквел- лом HRC	За Брінел- лем HB	За Вік- керсом HV	За Роквел- лом HRC	За Супер Роквеллом HRC
146	147	-	-	293	291	31	32,9
149	149	-	-	302	305	33	34,8
153	152	-	-	311	312	34	35,8
156	154	-	-	321	320	35	36,8
159	159	-	-	332	335	36	37,7
163	162	-	-	340	344	37	38,7
166	165	-	-	351	361	38	39,6
170	171	-	-	364	380	39	40,6
174	174	-	-	375	390	40	41,6
179	177	-	-	387	401	41	42,5
183	183	-	-	402	423	43	44,5
187	186	-	-	418	435	44	45,4
192	190	-	-	430	460	45	46,4
196	197	-	-	444	474	47	48,4
202	201	-	-	460	502	48	49,3
207	209	18	20,2	477	534	49	50,3
212	213	19	21,2	495	551	51	52,2
217	217	20	22,2	512	587	52	53,2
223	221	21	23,1	532	606	54	55,2
229	226	22	24,0	555	649	56	57,1
235	235	23	25,0	578	694	58	59,0
241	240	24	26,0	600	746	59	60,0
248	250	25	27,0	627	803	61	62,0
255	255	26	28,0	652	867	63	63,9
262	261	27	29,0	-	940	65	65,8
269	272	28	30,0	-	1021	67	67,8
277	278	29	31,0	-	1114	69	-
286	286	30	31,9	-	1220	72	-

6 ЗНАЧЕННЯ НОРМАЛЬНОЇ ФУНКЦІЇ РОЗПОДІЛУ (ФУНКЦІЯ ЛАПЛАСА)

t	$\Phi(t)$	t	$\Phi(t)$
- 0,00	0,5000	0,00	0,5000
- 0,10	0,4602	0,10	0,5398
- 0,20	0,4207	0,20	0,5793
- 0,30	0,3821	0,30	0,6179
- 0,40	0,3446	0,40	0,6554
- 0,50	0,3085	0,50	0,6915
- 0,60	0,2743	0,60	0,7257
- 0,70	0,2420	0,70	0,7580
- 0,80	0,2119	0,80	0,7881
- 0,90	0,1841	0,90	0,8159
- 1,00	0,1587	1,00	0,8413
- 1,10	0,1357	1,10	0,8643
- 1,20	0,1151	1,20	0,8849
- 1,30	0,0968	1,30	0,9032
- 1,40	0,0808	1,40	0,9192
- 1,50	0,0668	1,50	0,9332
- 1,60	0,0548	1,60	0,9452
- 1,70	0,0446	1,70	0,9554
- 1,80	0,0359	1,80	0,9641
- 1,90	0,0288	1,90	0,9713
-2,00	0,0228	2,00	0,9772
- 2,10	0,0179	2,10	0,9821
- 2,20	0,0139	2,20	0,9861
- 2,30	0,0107	2,30	0,9893
- 2,40	0,0082	2,40	0,9918
- 2,50	0,0062	2,50	0,9938
- 2,60	0,0047	2,60	0,9953
- 2,70	0,0035	2,70	0,9965
- 2,80	0,0026	2,80	0,9974
- 2,90	0,0019	2,90	0,9981
- 3,00	0,0014	3,00	0,9986
- 3,10	0,0010	3,10	0,9990
- 3,20	0,0007	3,20	0,9993
- 3,30	0,0005	3,30	0,9995
- 3,40	0,0003	3,40	0,9997

t	$\Phi(t)$	t	$\Phi(t)$
- 3,50	0,0002	3,50	0,9998
- 3,60	0,0002	3,60	0,9998
- 3,70	0,0001	3,70	0,9999
- 3,80	0,0001	3,80	0,9999
- 3,90	0,0000	3,90	1,0000