

ДОПУСКИ и ПОСАДКИ.

Учебно-методическое пособие по выполнению практических работ

Тюмень 2019

И. Н. Аринович

ДОПУСКИ и ПОСАДКИ.

Гомель 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
<i>Практическая работа № 1. Основные понятия взаимозаменяемости.....</i>	5
1.1 Основные понятия.....	5
1.2 Задания на выполнение лабораторной работы.....	6
<i>Практическая работа № 2. Посадки, их группы и системы.....</i>	12
2.1 Основные понятия.....	12
2.2 Задания на выполнение лабораторной работы.....	16
<i>Практическая работа № 3. Единая система допусков и посадок гладких соединений.....</i>	20
3.1 Основные понятия.....	20
3.2 Задания на выполнение лабораторной работы.....	20
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	23
ПРИЛОЖЕНИЕ А Предельные отклонения валов с размерами от 1 до 500 мм (по ГОСТ 25347–82) по 1–9-му квалитетам с основным отклонением h	24
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Предельные отклонения отверстий с размерами от 1 до 500 мм (по ГОСТ 25347–82) по 1–9-му квалитетам с основным отклонением H	26

ВВЕДЕНИЕ

Переход Республики Беларусь к рыночным экономическим отношениям определил новые условия для деятельности предприятий и организаций на внутреннем и внешнем рынках. Резко возросли требования к качеству продукции, работ и услуг.

Инструментом обеспечения высокого качества продукции, работ и услуг являются стандартизация, метрология и сертификация.

Целью изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» является формирование у студентов знаний, умений и навыков в указанных областях деятельности для обеспечения эффективности коммерческой деятельности.

Предметом изучения дисциплины являются вопросы объективной оценки качества продукции, в том числе строительной, с использованием стандартных методов.

В курсе также рассматриваются вопросы метрологического обеспечения контроля производственного процесса и контроля качества продукции. Рассматриваются вопросы сертификации, под которой понимают процедуру подтверждения соответствия качества продукции заданным требованиям; причем подтверждение дается третьей стороной в письменной форме.

Дисциплина включает в себя три раздела:

- 1) основы стандартизации;
- 2) основы метрологии;
- 3) основы сертификации.

В пособии содержатся методические и справочные материалы по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация», а также задания на лабораторные работы и методика их выполнения.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ

1.1 Основные понятия

Размер – числовое значение линейной величины (диаметра, длины и т. п.) в выбранных единицах измерения.

Номинальный размер – размер, служащий началом отсчета отклонений, относительно которого определяются предельные размеры. При постановке в чертежах номинальные размеры округляются до стандартизованных нормальных размеров. При этом предпочтение отдается рядам с более крупной градацией.

Вал – термин, условно применяемый для обозначения наружных элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы.

Отверстие – термин, условно применяемый для обозначения внутренних элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы.

Действительный размер – размер, полученный при измерении с допустимой погрешностью.

Предельные размеры – два размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер.

Наибольший предельный размер – больший из двух предельных размеров:

$$d_{\text{наиб.пред}} = d_{\text{ном}} - es. \quad (1)$$

Наименьший предельный размер – меньший из двух предельных размеров:

$$d_{\text{наим.пред}} = d_{\text{ном}} - ei. \quad (2)$$

Предельное отклонение – алгебраическая разность между предельным и соответствующим номинальным размерами. Различают верхнее и нижнее предельные отклонения.

Верхнее отклонение ES (для отверстия), es (для вала) – алгебраическая разность между наибольшим предельным и соответствующим номинальным размерами:

$$es = d_{\text{наиб.пред}} + d_{\text{ном}}. \quad (3)$$

Нижнее отклонение EI (для отверстия), ei (для вала) – алгебраическая разность между наименьшим предельным и соответствующим номинальным размерами:

$$ei = d_{\text{наим.пред}} + d_{\text{ном}}. \quad (4)$$

Основное отклонение – одно из двух предельных отклонений (верхнее

или ниже), определяющих положение поля допуска относительно нулевой линии.

Нулевая линия – линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении полей допусков и посадок. Если нулевая линия расположена горизонтально, то положительные отклонения откладываются вверх от нее, а отрицательные – вниз.

Допуск T – разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами, или алгебраическая разность между верхним и нижним отклонениями:

$$D = d_{\text{наиб.пред}} - d_{\text{наим.пред}} \quad (5)$$

Стандартный допуск IT – любой из допусков, устанавливаемых данной системой допусков и посадок.

Поле допуска – поле, ограниченное наибольшим и наименьшим предельными размерами и определяемое величиной допуска и его положением относительно номинального размера. При графическом изображении поле допуска заключено между двумя линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям относительно нулевой линии (рисунок 1).

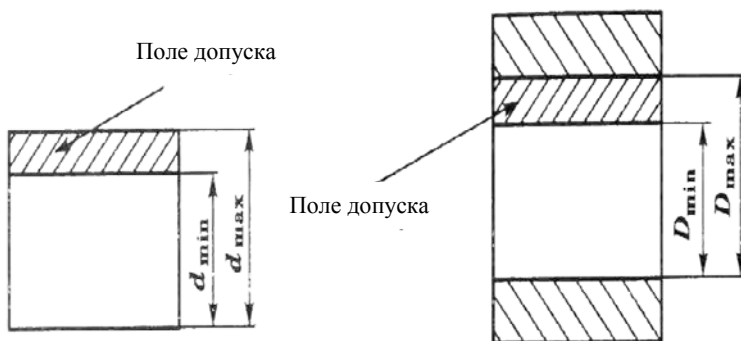


Рисунок 1 – Условное изображение поля допуска вала и отверстия

1.2 Задания на выполнение лабораторной работы

1.2.1 Определить допуск, наибольший и наименьший предельные размеры деталей по заданным номинальным размерам и предельным отклонениям. Данные взять из таблицы 1.

Таблица 1 – Номинальные размеры и предельные отклонения

Вариант	Номинальные размеры и предельные отклонения, мм		Вариант	Номинальные размеры и предельные отклонения, мм	
1	$3,5^{+0,03}$	$26_{-0,032}^{-0,007}$	16	$53 \pm 0,007$	$35^{+0,05}$
2	$8 \pm 0,004$	$20_{-0,2}$	17	$14_{-0,007}^{-0,004}$	$38_{+0,005}^{+0,040}$
3	$26_{+0,010}^{+0,016}$	$43_{-0,6}^{-0,4}$	18	$52_{-0,004}$	$28_{-0,034}^{-0,005}$
4	$52_{-0,07}$	$45_{+0,100}^{+0,146}$	19	$5 \pm 0,003$	$15_{-0,7}^{-0,5}$
5	$60_{+0,004}^{+0,030}$	$50_{-0,019}$	20	$36_{+0,010}^{+0,028}$	$14_{-0,002}^{-0,005}$
6	$53 \pm 0,007$	$35^{+0,05}$	21	$54_{+0,010}^{+0,014}$	$23_{-0,6}^{-0,4}$
7	$14_{-0,007}^{-0,004}$	$38_{+0,005}^{+0,040}$	22	$22 \pm 0,008$	$25_{+0,100}^{+0,148}$
8	$52_{-0,004}$	$28_{-0,034}^{-0,005}$	23	$5,5^{+0,02}$	$34_{-0,036}^{-0,005}$
9	$5 \pm 0,003$	$15_{-0,7}^{-0,5}$	24	$35_{-0,007}^{-0,004}$	$9_{-0,008}$
10	$36_{+0,010}^{+0,028}$	$14_{-0,002}^{-0,005}$	25	$32_{-0,08}$	$45_{+0,005}^{+0,048}$
11	$54_{+0,010}^{+0,014}$	$23_{-0,6}^{-0,4}$	26	$24_{+0,010}^{+0,016}$	$13_{-0,6}^{-0,4}$
12	$8 \pm 0,004$	$20_{-0,2}$	27	$22 \pm 0,006$	$15_{+0,100}^{+0,145}$
13	$26_{+0,010}^{+0,016}$	$43_{-0,6}^{-0,4}$	28	$5,5^{+0,02}$	$34_{-0,036}^{-0,005}$
14	$52_{-0,07}$	$45_{+0,100}^{+0,146}$	29	$25_{-0,008}^{-0,004}$	$9_{-0,004}$
15	$60_{+0,004}^{+0,030}$	$50_{-0,019}$	30	$12_{-0,08}$	$55_{+0,005}^{+0,045}$

Пример выполнения задания

Исходные данные: номинальный размер – 27 мм; предельные отклонения: верхнее $es = +0,036$, нижнее $ei = +0,010$; форма записи $27_{+0,010}^{+0,036}$.

Решение задания. По формулам (1) и (2) находим:
наибольший предельный размер

$$d_{\text{наиб.пред}} = 27 + 0,036 = 27,036 \text{ мм};$$

наименьший предельный размер

$$d_{\text{наим.пред}} = 27 + 0,010 = 27,010 \text{ мм}.$$

По формуле (5) находим допуск

$$D = 27,036 - 27,010 = 0,026 \text{ мм.}$$

Находим допуск вторым способом как разность между верхним и нижним отклонениями:

$$D = 0,036 - 0,010 = 0,026 \text{ мм.}$$

1.2.2 Определить верхнее и нижнее предельные отклонения вала по заданным номинальным и предельным размерам. Записать размер так, как он должен быть указан на чертеже. Данные взять из таблицы 2.

Таблица 2 – Номинальные, наибольший и наименьший предельные размеры

Вариант	Номинальный размер, мм	Наибольший предельный размер, мм	Наименьший предельный размер, мм	Вариант	Номинальный размер, мм	Наибольший предельный размер, мм	Наименьший предельный размер, мм
1	6	6,008	6,001	16	4	4,009	4,001
2	9	9	8,984	17	10	10	9,984
3	15	14,970	14,920	18	16	15,980	15,930
4	6	6,004	5,996	19	5	5,004	4,996
5	22	22,056	22,000	20	20	20,056	20,000
6	10	10,009	10,001	21	12	12,009	12,001
7	30	30	29,995	22	20	20	19,985
8	5	5,008	5,000	23	5	5,008	5,000
9	36	35,970	35,920	24	36	35,990	35,940
10	6	6,016	6,003	25	6	6,006	6,001
11	14	14,019	14	26	14	14,009	14
12	17	17	16,940	27	16	16	15,930
13	31	31,066	31,020	28	30	30,056	30,020
14	6	5,930	5,910	29	6	5,980	5,940
15	11	10,960	10,920	30	10	9,960	9,920

Пример выполнения задания

Исходные данные: номинальный размер вала $d_{\text{ном}} = 7$ мм, наибольший предельный размер вала $d_{\text{наиб.пред}} = 7,008$ мм, наименьший предельный размер вала $d_{\text{наим.пред}} = 7,002$ мм.

Решение задания. Исходя из определения верхнего и нижнего отклонений по формулам (3) и (4) находим:

верхнее отклонение

$$es = d_{\text{наиб.пред}} - d_{\text{ном}} = 7,008 - 7 = 0,008 \text{ мм;}$$

нижнее отклонение

$$ei = d_{\text{наим.пред}} - d_{\text{ном}} = 7,002 - 7 = 0,002 \text{ мм.}$$

На рабочем чертеже размер вала указывается с верхним и нижним предельными отклонениями, т. е. $7^{+0,008}_{+0,002}$.

1.2.3 Изобразить графически поле допуска вала по заданным в таблице 3 данным.

Таблица 3 – Верхнее и нижнее отклонения вала

Вариант	Номинальный размер, мм	Верхнее отклонение es , мкм	Нижнее отклонение ei , мкм	Вариант	Номинальный размер, мм	Верхнее отклонение es , мкм	Нижнее отклонение ei , мкм
1	128	+50	+23	16	125	+40	+13
2	165	0	-27	17	160	0	-27
3	150	+24	-15	18	140	+14	-14
4	100	+33	+14	19	220	+23	+14
5	300	-25	0	20	250	-15	-35
6	65	+60	+15	21	55	+50	+15
7	80	0	-25	22	180	0	-25
8	45	+34	-24	23	145	+24	-24
9	75	-26	-45	24	175	-16	-35
10	330	0	-33	25	230	0	-23
11	50	+40	+20	26	40	+30	+10
12	80	-20	-30	27	70	-10	-20
13	165	-28	-25	28	65	-18	-25
14	200	+35	+12	29	100	+25	+12
15	290	+28	-18	30	190	+18	-18

Пример выполнения задания представлен на рисунке 1.

1.2.4 Изобразить графически поле допуска отверстия по заданным в таблице 4 данным.

Таблица 4 – Верхнее и нижнее отклонения отверстия

Вариант	Номинальный размер, мм	Верхнее отклонение ES , мкм	Нижнее отклонение EI , мкм	Вариант	Номинальный размер, мм	Верхнее отклонение ES , мкм	Нижнее отклонение EI , мкм
1	20	+150	0	7	30	-36	-45
2	60	+200	+80	8	80	+70	0
3	22	-25	-48	9	130	+130	+100
4	90	+30	-10	10	210	+20	-10
5	110	+250	+150	11	60	-28	-55
6	50	+100	0	12	50	-39	-70

Окончание таблицы 4

Вариант	Номинальный размер, мм	Верхнее отклонение ES, мкм	Нижнее отклонение EI, мкм	Вариант	Номинальный размер, мм	Верхнее отклонение ES, мкм	Нижнее отклонение EI, мкм
13	44	+30	-15	22	20	-32	-45
14	26	+45	+10	23	60	+90	0
15	20	+100	0	24	120	+150	+100
16	10	+100	0	25	200	+30	-10
17	50	+250	+80	26	50	-25	-55
18	12	-22	-48	27	30	-35	-70
19	80	+20	-10	28	24	+35	-15
20	100	+450	+150	29	36	+40	+10
21	40	+200	0	30	90	+30	-10

Пример выполнения задания представлен на рисунке 1.

1.2.5 Определить годность валов по результатам измерений. Данные взять из таблицы 5.

Таблица 5 – Номинальные и действительные размеры

Вариант	Номинальные размеры и предельные отклонения, мм	Действительные размеры, мм	Вариант	Номинальные размеры и предельные отклонения, мм	Действительные размеры, мм
1	$65^{+0,045}_{+0,005}$	65,040	16	$55^{+0,045}_{+0,005}$	55,040
2	$10_{-0,004}$	9,991	17	$9_{-0,004}$	8,991
3	$26^{-0,005}_{-0,022}$	26,004	18	$16^{-0,005}_{-0,022}$	16,004
4	$34^{+0,016}_{+0,010}$	34,016	19	$24^{+0,016}_{+0,010}$	24,016
5	$44^{-0,005}_{-0,036}$	43,964	20	$24^{-0,005}_{-0,036}$	23,964
6	$6,5^{+0,02}$	6,48	21	$5,5^{+0,02}$	5,48
7	$16^{+0,145}_{+0,100}$	16,145	22	$15^{+0,145}_{+0,100}$	15,145
8	$3,5^{+0,02}$	3,52	23	$2,5^{+0,02}$	2,52
9	$23^{-0,4}_{-0,6}$	22,3	24	$63^{-0,4}_{-0,6}$	62,3
10	$60^{+0,030}_{+0,004}$	60,032	25	$160^{+0,030}_{+0,004}$	160,032
11	$8^{-0,5}_{-0,7}$	7,5	26	$7^{-0,5}_{-0,7}$	6,5
12	$32_{-0,004}$	31,992	27	$12_{-0,004}$	11,992
13	$54^{+0,045}_{+0,005}$	54,001	28	$44^{+0,045}_{+0,005}$	44,001
14	$7 \pm 0,003$	6,997	29	$5 \pm 0,003$	4,997
15	$26^{-0,007}_{-0,032}$	25,993	30	$16^{-0,007}_{-0,032}$	15,993

Пример выполнения задания

Исходные данные: номинальный размер и предельные отклонения вала по результатам проведенных измерений – $65_{+0,006}^{+0,055}$, действительный размер вала $d_d = 65,050$ мм.

Решение. Находим наибольший предельный размер по формуле (1)

$$d_{\text{наиб.пред}} = 65 + 0,055 = 65,055 \text{ мм.}$$

Находим наименьший предельный размер по формуле (2)

$$d_{\text{наим.пред}} = 65 + 0,006 = 65,006 \text{ мм.}$$

Сравнивая действительный размер с наибольшим и наименьшим предельными размерами, делаем вывод, что действительный размер лежит в пределах наибольшего и наименьшего предельных размеров, т. е.

$$65,006 < 65,050 < 65,055.$$

Следовательно, вал годен к дальнейшей эксплуатации.

1.2.6 Определить годность отверстий по результатам измерений, установить вид брака (неисправимый или исправимый). Данные взять из таблицы 6.

Таблица 6 – Размеры отверстий

Вариант	Номинальные размеры и предельные отклонения, мм	Действительные размеры, мм	Вариант	Номинальные размеры и предельные отклонения, мм	Действительные размеры, мм
1	$3_{+0,12}$	2,95	11	$26_{+0,06}^{+0,11}$	26,17
2	$120_{-0,060}^{+0,027}$	119,990	12	$65_{-0,46}$	65
3	$55_{+0,07}$	55	13	$15_{-1,00}^{-0,34}$	14,47
4	$205_{+0,04}^{+0,09}$	205,042	14	5	4,9
5	$260_{-0,014}^{+0,027}$	259,981	15	2,4	2,3
6	$8_{-0,004}$	7,991	16	$2_{+0,12}$	1,95
7	$36_{-0,022}^{-0,005}$	36,004	17	$220_{-0,060}^{+0,027}$	219,990
8	$54_{+0,010}^{+0,016}$	54,016	18	$85_{+0,07}$	85
9	$34_{-0,14}$	33,98	19	$105_{+0,04}^{+0,09}$	105,042
10	$85_{-0,030}^{-0,011}$	84,997	20	$160_{-0,014}^{+0,027}$	159,981

Окончание таблицы 6

Вариант	Номинальные размеры и предельные отклонения, мм	Действительные размеры, мм	Вариант	Номинальные размеры и предельные отклонения, мм	Действительные размеры, мм
21	$9_{-0,004}$	8,991	26	$36_{+0,06}^{+0,11}$	36,17
22	$16_{-0,022}^{-0,005}$	16,004	27	$95_{-0,46}$	95
23	$24_{+0,010}^{+0,016}$	24,016	28	$315_{-1,00}^{-0,34}$	314,47
24	$24_{-0,14}$	23,98	29	$63_{-0,6}^{-0,4}$	62,3
25	$75_{-0,030}^{-0,011}$	74,997	30	$160_{+0,004}^{+0,030}$	160,032

Пример выполнения задания аналогично заданию 1.2.5.

1.2.7 Нанести на эскизе (рисунок 2) размеры и предельные отклонения размеров. Размеры валов взять из задания 1.2.3, а отверстий – из задания 1.2.4.

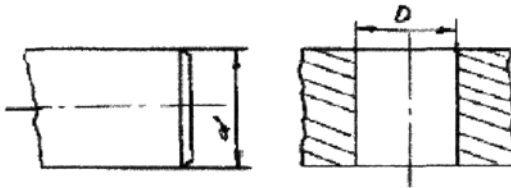


Рисунок 2 – Эскизы нанесения размеров

Практическая работа № 2

ПОСАДКИ, ИХ ГРУППЫ И СИСТЕМЫ

2.1 Основные понятия

Посадка – характер соединения двух деталей, определяемый разностью их размеров до сборки.

Номинальный размер посадки – номинальный размер, общий для отверстия и вала, составляющих соединение.

Различают три группы посадок: с зазором, или подвижная; с натягом, или неподвижная; переходная.

Посадка с зазором – посадка, при которой всегда образуется зазор в соединении.

Зазор – разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала.

Наибольший зазор – разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} . \quad (1)$$

Наименьший зазор – разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала:

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} . \quad (2)$$

Посадка с натягом – посадка, при которой всегда образуется натяг в соединении.

Натяг – разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия.

Наибольший натяг – разность между наибольшим предельным размером вала и наименьшим предельным размером отверстия:

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} . \quad (3)$$

Наименьший натяг – разность между наименьшим предельным размером вала и наибольшим предельным размером отверстия:

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} . \quad (4)$$

Переходная посадка – посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга в соединении в зависимости от действительных размеров отверстия и вала.

Применяемые системы посадок – система вала и система отверстия.

В системе отверстия зазоры и натяги получают соединением различных валов с основным отверстием. Основным отверстием является отверстие, основное отклонение которого равно нулю, т. е. наименьший предельный размер совпадает с номинальным, а поле допуска располагается в «тело».

В системе вала зазоры и натяги получают соединением различных отверстий с основным валом. Основным валом является вал, основное отклонение которого равно нулю, т. е. наибольший предельный размер совпадает с номинальным, а поле допуска располагается в «тело».

Допуск посадки – суммарный допуск входящих в соединение отверстия и вала.

Примечание – Допуск посадки численно равен разности наибольшего и наименьшего зазоров (натягов) в посадке.

Нормальная температура. Допуски и предельные отклонения, установленные по стандарту ГОСТ 25347–82, относятся к размерам деталей при температуре 20 °С.

На рисунках 1–4 представлены некоторые примеры посадок.

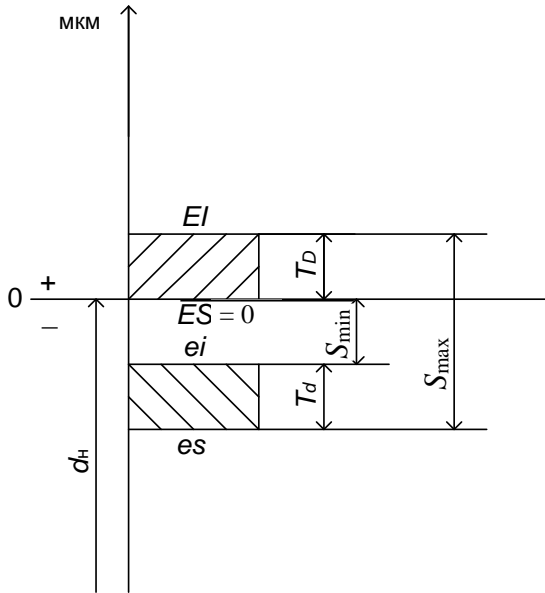


Рисунок 1 – Пример посадки с зазором в системе отверстия

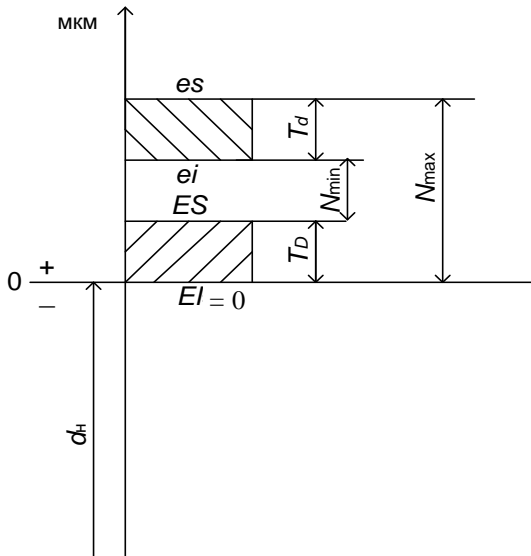


Рисунок 2 – Пример посадки с натягом в системе отверстия

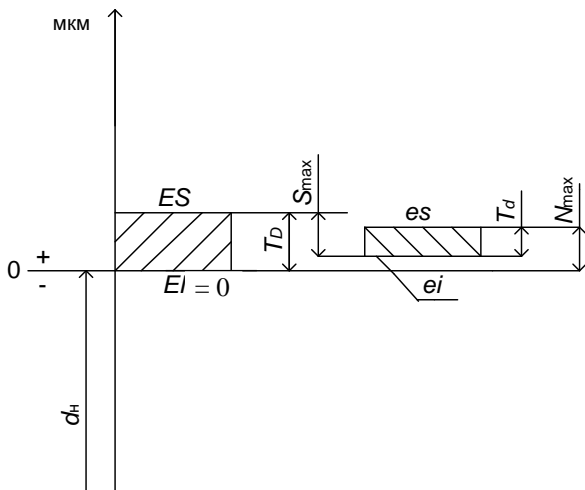


Рисунок 3 – Пример переходной посадки в системе отверстия

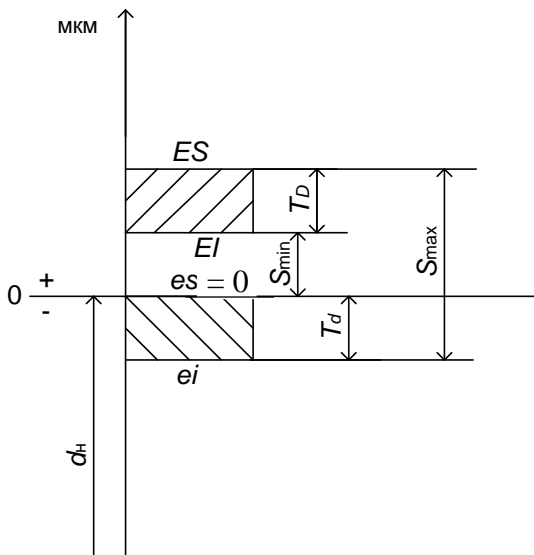


Рисунок 4 – Пример посадки с зазором в системе вала

На рисунках 5, 6 представлены графические изображения полей допуска основного отверстия и основного вала.

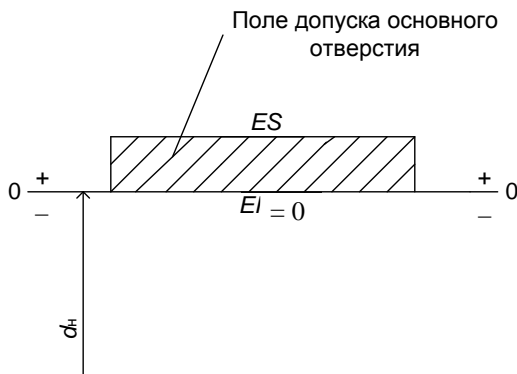


Рисунок 5 – Пример изображения поля допуска основного отверстия

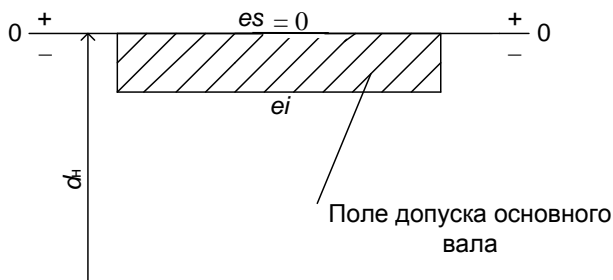


Рисунок 6 – Пример изображения поля допуска основного вала

2.2 Задания на выполнение лабораторной работы

2.2.1 Изобразить графически в масштабе схемы посадок. Определить возможные наибольший и наименьший зазоры и натяг в сопряжениях. Данные взять из таблицы 1.

Таблица 1 – Посадки деталей

Вариант	Посадка		Вариант	Посадка	
1	+0,190	+0,016	3	+0,070	+0,040
	60 $\frac{\quad}{-0,140}$ -0,186	60 $\frac{\quad}{+0,133}$ +0,087		70 $\frac{\quad}{-0,100}$ -0,220	70 $\frac{\quad}{+0,140}$ +0,090
2	+0,170	+0,025	4	+0,045	+0,060
	35 $\frac{\quad}{-0,120}$ -0,159	35 $\frac{\quad}{+0,144}$ +0,090		55 $\frac{\quad}{-0,060}$ -0,106	95 $\frac{\quad}{+0,180}$ +0,100

Окончание таблицы 1

Вариант	Посадка		Вариант	Посадка	
5	$\begin{array}{r} +0,100 \\ 65 \hline -0,150 \\ -0,196 \end{array}$	$\begin{array}{r} +0,016 \\ 24 \hline +0,143 \\ +0,087 \end{array}$	18	$\begin{array}{r} +0,035 \\ 44 \hline -0,070 \\ -0,140 \end{array}$	$\begin{array}{r} +0,050 \\ 32 \hline +0,190 \\ +0,100 \end{array}$
6	$\begin{array}{r} +0,090 \\ 80 \hline -0,036 \\ -0,090 \end{array}$	$\begin{array}{r} +0,018 \\ 33 \hline +0,133 \\ +0,097 \end{array}$	19	$\begin{array}{r} +0,090 \\ 78 \hline -0,140 \\ -0,176 \end{array}$	$\begin{array}{r} +0,016 \\ 15 \hline +0,143 \\ +0,087 \end{array}$
7	$\begin{array}{r} +0,040 \\ 90 \hline -0,120 \\ -0,220 \end{array}$	$\begin{array}{r} +0,020 \\ 46 \hline +0,150 \\ +0,100 \end{array}$	20	$\begin{array}{r} +0,080 \\ 90 \hline -0,046 \\ -0,090 \end{array}$	$\begin{array}{r} +0,019 \\ 53 \hline +0,135 \\ +0,087 \end{array}$
8	$\begin{array}{r} +0,076 \\ 60 \hline +0,030 \\ -0,030 \end{array}$	$\begin{array}{r} -0,009 \\ 60 \hline -0,039 \\ -0,019 \end{array}$	21	$\begin{array}{r} +0,040 \\ 80 \hline -0,130 \\ -0,230 \end{array}$	$\begin{array}{r} +0,030 \\ 56 \hline +0,140 \\ +0,100 \end{array}$
9	$\begin{array}{r} +0,090 \\ 85 \hline +0,030 \\ -0,040 \end{array}$	$\begin{array}{r} -0,010 \\ 75 \hline -0,040 \\ -0,020 \end{array}$	22	$\begin{array}{r} +0,086 \\ 75 \hline +0,030 \\ -0,040 \end{array}$	$\begin{array}{r} -0,009 \\ 69 \hline -0,039 \\ -0,018 \end{array}$
10	$\begin{array}{r} +0,100 \\ 100 \hline +0,040 \\ -0,040 \end{array}$	$\begin{array}{r} -0,015 \\ 45 \hline -0,050 \\ -0,030 \end{array}$	23	$\begin{array}{r} +0,080 \\ 68 \hline +0,040 \\ -0,050 \end{array}$	$\begin{array}{r} -0,010 \\ 74 \hline -0,050 \\ -0,030 \end{array}$
11	$\begin{array}{r} +0,090 \\ 44 \hline +0,040 \\ -0,020 \end{array}$	$\begin{array}{r} -0,010 \\ 47 \hline -0,040 \\ -0,019 \end{array}$	24	$\begin{array}{r} +0,110 \\ 110 \hline +0,050 \\ -0,050 \end{array}$	$\begin{array}{r} -0,018 \\ 115 \hline -0,040 \\ -0,025 \end{array}$
12	$\begin{array}{r} +0,075 \\ 50 \hline +0,040 \\ -0,030 \end{array}$	$\begin{array}{r} -0,020 \\ 88 \hline -0,045 \\ -0,030 \end{array}$	25	$\begin{array}{r} +0,090 \\ 47 \hline +0,040 \\ -0,020 \end{array}$	$\begin{array}{r} -0,020 \\ 58 \hline -0,050 \\ -0,035 \end{array}$
13	$\begin{array}{r} +0,085 \\ 80 \hline +0,055 \\ -0,040 \end{array}$	$\begin{array}{r} -0,009 \\ 100 \hline -0,040 \\ -0,020 \end{array}$	26	$\begin{array}{r} +0,085 \\ 80 \hline +0,050 \\ -0,040 \end{array}$	$\begin{array}{r} -0,020 \\ 96 \hline -0,055 \\ -0,040 \end{array}$
14	$\begin{array}{r} +0,095 \\ 120 \hline +0,065 \\ -0,050 \end{array}$	$\begin{array}{r} -0,010 \\ 80 \hline -0,030 \\ -0,019 \end{array}$	27	$\begin{array}{r} +0,085 \\ 10 \hline +0,055 \\ -0,050 \end{array}$	$\begin{array}{r} -0,009 \\ 15 \hline -0,050 \\ -0,020 \end{array}$
15	$\begin{array}{r} +0,180 \\ 75 \hline -0,136 \\ -0,176 \end{array}$	$\begin{array}{r} +0,017 \\ 75 \hline +0,123 \\ +0,077 \end{array}$	28	$\begin{array}{r} +0,085 \\ 131 \hline +0,075 \\ -0,060 \end{array}$	$\begin{array}{r} -0,020 \\ 87 \hline -0,040 \\ -0,030 \end{array}$
16	$\begin{array}{r} +0,190 \\ 45 \hline -0,110 \\ -0,169 \end{array}$	$\begin{array}{r} +0,035 \\ 48 \hline +0,134 \\ +0,090 \end{array}$	29	$\begin{array}{r} +0,080 \\ 110 \hline -0,045 \\ -0,090 \end{array}$	$\begin{array}{r} -0,015 \\ 78 \hline -0,040 \\ -0,030 \end{array}$
17	$\begin{array}{r} +0,067 \\ 77 \hline -0,100 \\ -0,150 \end{array}$	$\begin{array}{r} +0,030 \\ 68 \hline +0,130 \\ +0,100 \end{array}$	30	$\begin{array}{r} +0,086 \\ 89 \hline +0,056 \\ -0,040 \end{array}$	$\begin{array}{r} +0,040 \\ 94 \hline +0,140 \\ -0,090 \end{array}$

Пример выполнения задания

$$\text{Исходные данные: посадка } 45 \begin{array}{r} +0,180 \\ -0,120 \\ -0,169 \end{array} .$$

Решение задания. Изображаем графически схему посадки по исходным данным (рисунок 7).

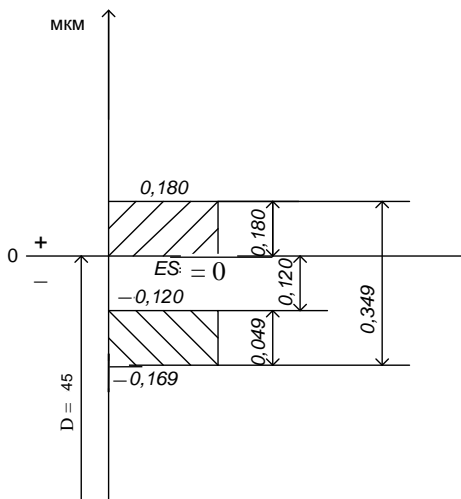


Рисунок 7 – Схема посадки

По формулам (1)–(4) находим возможные наибольшие и наименьшие зазоры и (или) натяги.

Наибольший зазор

$$S_{\max} = 45,180 - 44,831 = 0,349.$$

Наименьший зазор

$$S_{\min} = 45 - 44,88 = 0,120.$$

Наименьший натяг

$$N_{\min} = 44,831 - 45,180 = -0,349.$$

Наибольший натяг

$$N_{\max} = 44,88 - 45 = -0,120.$$

Проанализировав графическое изображение посадки, можно сделать вывод, что посадка с зазором.

Это подтверждают и отрицательные значения наибольшего и наименьшего натягов.

На графическом изображении посадки проставляем наибольший и наименьший зазоры.

2.2.2 Определить допуск посадки. Данные взять из задания 2.2.1

Пример выполнения задания

$$\text{Исходные данные: посадка } 45 \begin{array}{r} +0,180 \\ -0,120 \\ -0,169 \end{array} .$$

Исходя из определения допуска посадки находим

$$D_p = (0,180 - 0) + (0,169 - 0,120) = 0,229.$$

2.2.3 Изобразить графически в масштабе поле допуска основного отверстия по заданному диаметру и допуску. Данные взять из таблицы 2.

Таблица 2 – Номинальные диаметры и допуски

Вариант	Номинальный диаметр, мм	Допуск, мкм	Вариант	Номинальный диаметр, мм	Допуск, мкм
1	24	13	16	48	24
2	50	16	17	59	40
3	15	43	18	110	15
4	320	140	19	10	10
5	450	400	20	18	26
6	100	70	21	29	30
7	25	15	22	115	46
8	36	14	23	90	30
9	85	65	24	55	10
10	64	55	25	68	15
11	95	64	26	18	25
12	125	72	27	9	4
13	145	120	28	10	2
14	250	132	29	29	15
15	30	15	30	30	25

Пример выполнения задания приведен на рисунке 5.

2.2.4 Изобразить графически в масштабе поле допуска основного вала по заданному диаметру и допуску. Данные взять из таблицы 3.

Таблица 3 – Номинальные диаметры и допуски

Вариант	Номинальный диаметр, мм	Допуск, мкм	Вариант	Номинальный диаметр, мм	Допуск, мкм
1	24	13	16	51	23
2	50	16	17	34	5
3	15	43	18	60	6
4	320	140	19	95	11
5	450	400	20	34	25
6	100	70	21	48	9
7	25	15	22	59	10
8	36	14	23	70	11
9	85	65	24	100	15
10	64	55	25	50	8
11	95	64	26	82	10
12	125	72	27	34	7
13	145	120	28	48	5
14	250	132	29	70	4
15	39	12	30	80	10

Пример выполнения задания приведен на рисунке 6.

ЕДИНАЯ СИСТЕМА ДОПУСКОВ И ПОСАДОК ГЛАДКИХ СОЕДИНЕНИЙ

3.1 Основные понятия

В единой системе допусков и посадок (ЕСДП) гладких соединений все рекомендуемые посадки построены либо в системе основного отверстия, либо в системе основного вала.

Поле допуска в ЕСДП задается качеством и основным отклонением.

Квалитет (степень точности) – совокупность допусков, рассматриваемых как соответствующие одному уровню точности для всех номинальных размеров. Всего в ЕСДП 19 квалитетов (01, 0, 1, 2, ..., 17).

Квалитет устанавливает точность изготовления. Основное отклонение определяет положение поля допуска относительно номинального размера. Основное отклонение может быть как верхним, так и нижним, но должно быть ближайшим к номинальному размеру. Основные отклонения обозначают буквами латинского алфавита: для отверстий – прописными (*A, B, C* и т. д.), для валов – строчными (*a, b, c* и т. д.).

При условном обозначении поля допуска за значением номинального размера на первом месте проставляют основное отклонение, а на втором – квалитет, например: *25H8*.

В обозначении посадки указывают номинальный размер, за ним в числителе – поле допуска отверстия, а в знаменателе – поле допуска вала, например: *25H8/h7*.

На несопрягаемые («свободные») размеры, как правило, поле допуска назначают по 14-му квалитету. На размеры отверстий указывают допуск основного отверстия, на валы – основного вала, на остальные размеры – симметричные допуски $\pm IT14/2$.

3.2 Задания на выполнение лабораторной работы

3.2.1 Определить квалитет, по которому назначен допуск на изготовление вала. Данные взять из таблицы 1.

Таблица 1 – Номинальные размеры и допуски

Вариант	Номинальный диаметр, мм	Допуск, мкм	Вариант	Номинальный диаметр, мм	Допуск, мкм
1	24	52	7	25	1,5
2	50	7	8	36	39
3	15	3	9	85	22
4	320	9	10	64	8
5	450	155	11	95	10
6	100	22	12	125	100

Окончание таблицы 1

Вариант	Номинальный диаметр, мм	Допуск, мкм	Вариант	Номинальный диаметр, мм	Допуск, мкм
13	145	8	22	17	11
14	252	81	23	35	15
15	480	20	24	8	22
16	345	140	25	230	29
17	115	25	26	410	97
18	290	12	27	165	40
19	17	5	28	234	7
20	12	14	29	320	36
21	68	3	30	90	10

Пример выполнения задания

Исходные данные: номинальный диаметр – 66 мм, допуск – 8 мкм.

Решение задания. Квалитет определяется по таблицам предельных отклонений валов и отверстий исходя из номинального размера и допуска детали (приложение А).

Для исходных данных допуск назначен по четвертому квалитету.

3.2.2 Определить квалитет, по которому назначен допуск на изготовление отверстия. Данные взять из таблицы 2.

Таблица 2 – Номинальные размеры и допуски отверстий

Вариант	Номинальный диаметр, мм	Допуск, мкм	Вариант	Номинальный диаметр, мм	Допуск, мкм
1	24	13	16	320	360
2	52	190	17	235	10
3	15	8	18	166	25
4	320	57	19	415	97
5	450	20	20	226	72
6	100	15	21	11	3
7	25	130	22	36	25
8	36	4	23	19	4
9	85	140	24	69	46
10	64	19	25	14	75
11	95	22	26	27	52
12	125	250	27	290	81
13	145	63	28	345	18
14	252	81	29	480	27
15	90	10	30	115	6

Пример выполнения задания

Исходные данные: номинальный диаметр – 27 мм, допуск – 21 мкм.

Решение задания. Квалитет определяется по таблицам предельных отклонений валов и отверстий исходя из номинального размера и допуска детали (приложение Б).

Для исходных данных допуск назначен по седьмому квалитету.

3.2.3 Нанести на эскизах (рисунок 1) предельные отклонения валов или отверстий по данным таблицы 3.

Таблица 3 – Номинальный размер и поле допуска

Вариант	Номинальный размер и поле допуска, мм	Вариант	Номинальный размер и поле допуска, мм
1	32h7	16	28H7
2	24H8	17	12h3
3	11h2	18	410H10
4	420H11	19	250h4
5	353h4	20	116H5
6	100H3	21	29h8
7	28h9	22	48H9
8	49H8	23	95h6
9	94h5	24	67h8
10	64H4	25	110h9
11	105h9	26	115H10
12	125H10	27	125h7
13	145h6	28	340H7
14	342H8	29	33h7
15	34h6	30	44H8

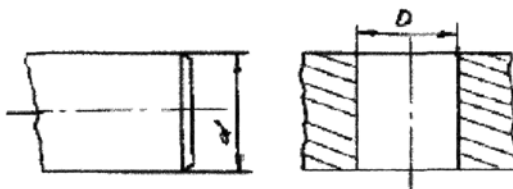


Рисунок 1 – Эскизы вала и отверстия

Пример выполнения задания

Исходные данные: 27h8.

Решение задания. Основное отклонение h применяется для обозначения на рабочих чертежах валов, поэтому по таблицам предельных отклонений валов и отверстий при диаметре 27 мм и восьмому квалитету находим: $es = 0$, $ei = -33$ мкм. На эскиз (см. рисунок 1) наносим размер с предельным отклонением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Крылова, Г. Д.** Основы стандартизации, сертификации, метрологии / Г. Д. Крылова. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 711 с.
- 2 **Лифиц, И. М.** Стандартизация, метрология и сертификация / И. М. Лифиц. – М. : Юрайт, 2004. – 330 с.
- 3 **Цитович, Б. В.** Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения / Б. В. Цитович, В. Л. Соломахо. – Минск : ДизайнПРО, 2000. – 239 с.
- 4 **Войтович, И. Ф.** Системы качества в организациях строительного комплекса по международным стандартам ИСО серии 9000 / И. Ф. Войтович. – Минск : Стринко, 1999. – 150 с.
- 5 **Сергеев, А. Г.** Сертификация / А. Г. Сергеев, М. В. Латышев. – М. : Логос, 1999. – 247 с.
- 6 **Сергеев, А. Г.** Метрология, стандартизация, сертификация : учеб. пособие для студентов вузов / А. Г. Сергеев, М. В. Латышев, В. В. Тегерея. – М. : Логос, 2005. – 560 с.
- 7 Метрология, стандартизация и сертификация на транспорте : учеб.-метод. пособие по вып. лаб. работ / С. В. Скирковский, В. А. Ташбаев ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2007. – 65 с.
- 8 Статистический контроль качества продукции транспортного предприятия : пособие по вып. контр. работы / С. В. Скирковский ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2005. – 26 с.
- 9 Основные нормативные акты законодательства в области стандартизации, метрологии и сертификации, постановления, приказы и директивные указания Госстандарта : справ. пособие. – Минск, 1998. – 199 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

**Предельные отклонения валов с размерами от 1 до 500 мм
(по ГОСТ 25347–82) по 1–9-му квалитетам с основным отклонением h**

Интервал размеров, мм	Поле допуска								
	$h1$	$h2$	$h3$	$h4$	$h5$	$h6$	$h7$	$h8$	$h9$
	Предельное отклонение, мкм								
1–3	0 –0,8	0 –1,2	0 –2,0	0 –3	0 –4	0 –6	0 –10	0 –14	0 –25
3–6	0 –1,0	0 –1,5	0 –2,5	0 –4	0 –5	0 –8	0 –12	0 –18	0 –30
6–10	0 –1,0	0 –1,5	0 –2,5	0 –4	0 –6	0 –9	0 –15	0 –22	0 –36
10–14	0 –1,2	0 –2,0	0 –3,0	0 –5	0 –8	0 –11	0 –18	0 –27	0 –43
14–18	0 –1,2	0 –2,0	0 –3,0	0 –5	0 –8	0 –11	0 –18	0 –27	0 –43
18–24	0 –1,5	0 –2,5	0 –4,0	0 –6	0 –9	0 –13	0 –21	0 –33	0 –52
24–30	0 –1,5	0 –2,5	0 –4,0	0 –6	0 –9	0 –13	0 –21	0 –33	0 –52
30–40	0 –1,5	0 –2,5	0 –4,0	0 –7	0 –11	0 –16	0 –25	0 –39	0 –62
40–50	0 –1,5	0 –2,5	0 –4,0	0 –7	0 –11	0 –16	0 –25	0 –39	0 –62
50–65	0 –2,0	0 –3,0	0 –5,0	0 –8	0 –13	0 –19	0 –30	0 –46	0 –74
65–80	0 –2,0	0 –3,0	0 –5,0	0 –8	0 –13	0 –19	0 –30	0 –46	0 –74
80–100	0 –2,5	0 –4,0	0 –6,0	0 –10	0 –15	0 –22	0 –35	0 –54	0 –87
100–120	0 –2,5	0 –4,0	0 –6,0	0 –10	0 –15	0 –22	0 –35	0 –54	0 –87

Окончание приложения А

Интервал размеров, мм	Поле допуска								
	<i>h</i> 1	<i>h</i> 2	<i>h</i> 3	<i>h</i> 4	<i>h</i> 5	<i>h</i> 6	<i>h</i> 7	<i>h</i> 8	<i>h</i> 9
	Предельное отклонение, мкм								
120–140	0 -3,5	0 -5,0	0 -8,0	0 -12	0 -18	0 -25	0 -40	0 -63	0 -100
140–160	0 -3,5	0 -5,0	0 -8,0	0 -12	0 -18	0 -25	0 -40	0 -63	0 -100
160–180	0 -3,5	0 -5,0	0 -8,0	0 -12	0 -18	0 -25	0 -40	0 -63	0 -100
180–200	0 -4,5	0 -7,0	0 -10,0	0 -14	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115
200–225	0 -4,5	0 -7,0	0 -10,0	0 -14	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115
225–250	0 -4,5	0 -7,0	0 -10,0	0 -14	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115
250–280	0 -0,0	0 -8,0	0 -12,0	0 -16	0 -23	0 -32	0 -52	0 -81	0 -130
280–315	0 -0,0	0 -8,0	0 -12,0	0 -16	0 -23	0 -32	0 -52	0 -81	0 -130
315–355	0 -7,0	0 -9,0	0 -13,0	0 -18	0 -25	0 -36	0 -57	0 -89	0 -140
355–400	0 -7,0	0 -9,0	0 -13,0	0 -18	0 -25	0 -36	0 -57	0 -89	0 -140
400–450	0 -8,0	0 -10,0	0 -15,0	0 -20	0 -27	0 -40	0 -63	0 -97	0 -155
450–500	0 -8,0	0 -10,0	0 -15,0	0 -20	0 -27	0 -40	0 -63	0 -97	0 -155

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

**Предельные отклонения отверстий с размерами от 1 до 500 мм
(по ГОСТ 25347–82) по 1–9-му квалитетам с основным отклонением H**

Интервал размеров, мм	Поле допуска								
	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11
	Предельное отклонение, мкм								
1–3	+2,0 0	+3 0	+4 0	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	+60 0
3–6	+2,5 0	+4 0	+5 0	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0	+48 0	+75 0
6–10	+2,5 0	+4 0	+6 0	+9 0	+15 0	+22 0	+36 0	+58 0	+90 0
10–14	+3,0 0	+5 0	+8 0	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0	+70 0	+110 0
14–18	+3,0 0	+5 0	+8 0	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0	+70 0	+110 0
18–24	+4,0 0	+6 0	+9 0	+13 0	+21 0	+33 0	+52 0	+84 0	+130 0
24–30	+4,0 0	+6 0	+9 0	+13 0	+21 0	+33 0	+52 0	+84 0	+130 0
30–40	+4,0 0	+7 0	+11 0	+16 0	+25 0	+39 0	+62 0	+100 0	+160 0
40–50	+4,0 0	+7 0	+11 0	+16 0	+25 0	+39 0	+62 0	+100 0	+160 0
50–65	+5,0 0	+8 0	+13 0	+19 0	+30 0	+46 0	+74 0	+120 0	+190 0
65–80	+5,0 0	+8 0	+13 0	+19 0	+30 0	+46 0	+74 0	+120 0	+190 0
80–100	+6,0 0	+10 0	+15 0	+22 0	+35 0	+54 0	+87 0	+140 0	+220 0
100–120	+6,0 0	+10 0	+15 0	+22 0	+35 0	+54 0	+87 0	+140 0	+220 0

Окончание приложения Б

Интервал размеров, мм	Поле допуска								
	<i>H3</i>	<i>H4</i>	<i>H5</i>	<i>H6</i>	<i>H7</i>	<i>H8</i>	<i>H9</i>	<i>H10</i>	<i>H11</i>
	Предельное отклонение, мкм								
120–140	+8,0 0	+12 0	+18 0	+25 0	+40 0	+63 0	+100 0	+160 0	+250 0
140–160	+8,0 0	+12 0	+18 0	+25 0	+40 0	+63 0	+100 0	+160 0	+250 0
160–180	+8,0 0	+12 0	+18 0	+25 0	+40 0	+63 0	+100 0	+160 0	+250 0
180–200	+10,0 0	+14 0	+20 0	+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	+185 0	+290 0
200–225	+10,0 0	+14 0	+20 0	+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	+185 0	+290 0
225–250	+10,0 0	+14 0	+20 0	+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	+185 0	+290 0
250–280	+12,0 0	+16 0	+23 0	+32 0	+52 0	+81 0	+130 0	+210 0	+320 0
280–315	+12,0 0	+16 0	+23 0	+32 0	+52 0	+81 0	+130 0	+210 0	+320 0
315–355	+13,0 0	+18 0	+25 0	+36 0	+57 0	+89 0	+140 0	+230 0	+360 0
355–400	+13,0 0	+18 0	+25 0	+36 0	+57 0	+89 0	+140 0	+230 0	+360 0
400–450	+15,0 0	+20 0	+27 0	+40 0	+63 0	+97 0	+155 0	+250 0	+400 0
450–500	+15,0 0	+20 0	+27 0	+40 0	+63 0	+97 0	+155 0	+250 0	+400 0