Механічний факультет
Кафедра «Механіка і проектування машин»

Методичні вказівки

до виконання розрахунково-графічних та контрольних робіт

з дисциплін

«Взаємозамінність, стандартизація і метрологія»

та «Метрологія і стандартизація»

Харків, 2015

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри механіки і проектування машин 29 січня 2015 р., протокол № 12.

Укладачі:
доценти А.В. Павшенко,
О.В. Надтока

Рецензент
доц. О.С. Шуліка

ЗМІСТ

Вступ……4
1 Завдання до виконання контрольної роботи…….5
2 Методичні вказівки до виконання роботи……...27
Список літератури……42
Додаток А. Допуски розмірів……...43
Додаток Б. Дані до розрахунку посадки з натягом……54
Додаток В. Допуски підшипників……...55
Додаток Г. Допуски шпонкового з'єднання……58

ВСТУП

Методичні вказівки призначено для студентів механічних та будівельних спеціальностей усіх форм навчання.

У відповідності до програм «Взаємозамінність, стандартизація та метрологія» та «Метрологія і стандартизація» розрахунково-графічна або контрольна робота складається із завдань, які об'єднані в основному загальним функціональним призначенням складальної одиниці:

1) аналіз посадки типового з'єднання циліндричних деталей;
2) розрахунок та вибір посадки з натягом (з'єднання без додаткового кріплення);
3) розрахунок та вибір посадки з зазором для опори ковзання;
4) вибір посадок підшипників кочення (незалежно від наявності їх у складальній одиниці);
5) вибір посадок шпонкового з'єднання;
6) виконання креслення вала редуктора.

У всіх контрольних роботах студент вибирає номер завдання згідно з передостанньою цифрою шифру залікової книжки, а номер варіанта – згідно з останньою цифрою; наприклад, якщо шифр закінчується числом 57, то завдання має бути за номером 5, а вихідні дані з таблиці в рядку з номером 7.

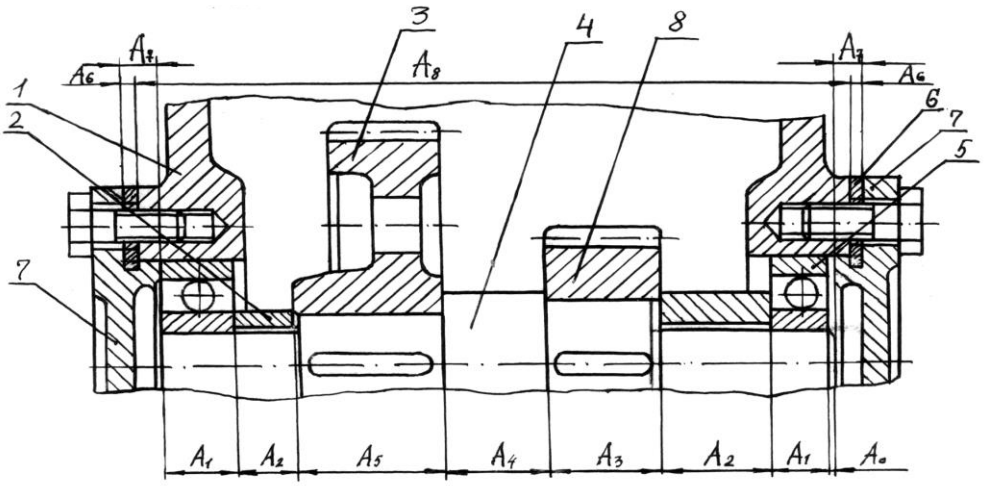
Оболонка пояснювальної записки наведена у розділі 2 «Методичні вказівки до виконання роботи». Розрахункова частина контрольної роботи виконується у відповідності до варіанта у вигляді розрахунково-пояснювальної записки на стандартних аркушах формату А4 і оформлюється у відповідності до вимог ЄСКД до текстових документів.

Графічна частина виконується на креслярському папері форматом А3. Креслення вала редуктора повинно бути виконано у відповідності до вимог, наведених у підрозділі 2.6.

1 ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

ЗАВДАННЯ 1. Виконати аналіз і вибір посадок деталей проміжного вала редуктора

Зубчасте колесо *3* з несиметричною маточиною й отвором для зменшення маси та шестірня *8* розташовані на валу *4* східчастої форми. Буртик між ними фіксує їх розташування на валу в осьовому напрямку. Для передачі ними крутного моменту використовуються шпонкові з'єднання. Вал опирається на радіальні шарикопідшипники *5*, розташовані в корпусі *1*. Для запобігання звисанню підшипників через неточності виготовлення корпуса вони заглиблені на 3...5 мм. Між підшипниками та зубчастими колесами встановлюються кільця *2*, які фіксують ці деталі в заданому положенні.



Ділянка вала, на якій розташовані підшипники та кільця, має діаметр менший, ніж у місці посадки зубчастого колеса. Це дає змогу вільно проходити маточині колеса цю ділянку при складанні і за рахунок цього полегшується посадка колеса на вал. Кільця розташовуються на валу з зазором. Довжина ділянки вала під зубчасті колеса менша, ніж довжина маточини, на 3...5 мм для полегшення упору кілець у колеса. Підшипники фіксуються на валу накладними кришками *7*, які кріпляться до корпуса редуктора гвинтами. Необхідний для нормальної роботи підшипника зазор досягається встановленням набору прокладок *6* між кришкою та корпусом. Ці прокладки запобігають протіканню мастила.

Параметр	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Номінальний розмір і граничні відхилення з’єднання деталей *1* і *7*	$47^{+0,025}_{-0,08}$ / $-0,142$	$52^{+0,019}_{-0,03}$ / $-0,049$	$72^{+0,029}_{+0,010}$ / $-0,076$	$85^{+0,035}_{-0,036}$ / $-0,123$	$80^{+0,04}_{+0,01}$ / $-0,019$	$90^{+0,034}_{+0,012}$ / $-0,054$	$130^{+0,143}_{+0,043}$ / $-0,185$	$110^{+0,047}_{+0,012}$ / $-0,035$	$120^{+0,087}_{-0,036}$ / $-0,09$	$130^{+0,025}_{-0,014}$ / $-0,039$
2 Номінальний розмір з’єднання деталей *3* і *4*, *мм*	20	25	40	50	42	40	75	53	65	70
Внутрішній діаметр вала d_1, *мм*	0	0	0	10	0	0	25	15	15	20
Діаметр маточини колеса d_2, *мм*	35	40	60	70	65	70	100	70	75	90
Матеріал: вала	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь
колеса	Сталь	Сталь	Сталь	Чавун	Чавун	Сталь	Чавун	Сталь	Чавун	Сталь
Шорсткість поверхонь, *мкм*:										
вала R_{zd},	6,3	6,3	3,2	3,2	6,3	10	6,3	3,2	6,3	10
колеса R_{zD}	10	6,3	3,2	6,3	6,3	10	10	6,3	10	10
Коефіцієнт тертя: при обертанні f_1	0,1	0,08	0,09	0,12	0,14	0,16	0,2	0,18	0,15	0,16
при зсуві f_2	0,08	0,09	0,1	0,1	0,12	0,12	0,14	0,16	0,15	0,14
Крутний момент *T*, *Н·м*	32	70	240	500	390	320	1200	500	580	720
Осьова сила F_a, *Н*	800	900	1200	1400	1000	1800	2200	1600	1500	2500
3 Радіальне навантаження на підшипник, *R*, *Н*	4000	4500	6000	15000	12000	15000	30000	20000	18000	25000
Підшипник	303	304	207	209	307	307	214	310	311	312
Клас точності підшипника	0	6	5	4	0	6	5	4	0	6
Характер навантаження	Помірні поштовхи	Помірні поштовхи	Удар	Удар	Помірні поштовхи	Помірні поштовхи	Удар	Удар	Удар	Помірні поштовхи

Зміст роботи

1 Визначити граничні розміри, зазори, поля допусків і квалітети. Побудувати схему полів допусків деталей *1* і *7*.

2 Розрахувати і вибрати посадку з натягом деталей *3* і *4*.

3 Вибрати посадки для підшипників кочення.

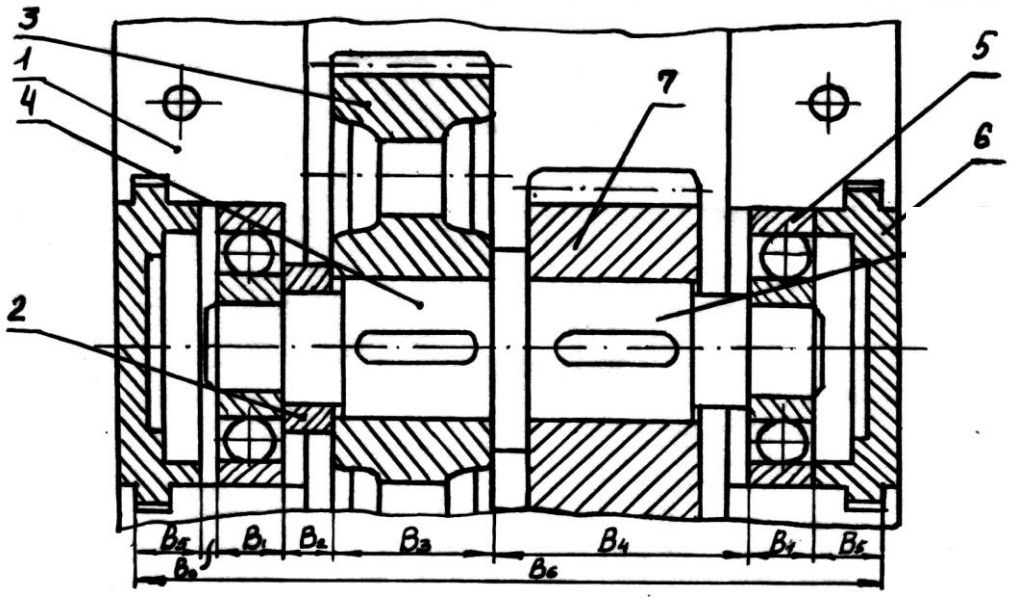
4 Вибрати і дати аналіз посадок шпонкового з'єднання.

5 Виконати на форматі *А3* складальне і робоче креслення вала.

ЗАВДАННЯ 2. Виконати аналіз і вибір посадок деталей вала циліндричного редуктора

Зубчасте колесо *3* та шестірня *7* розташовані на валу *4* східчастої форми. Буртик між ними фіксує їх розташування на валу в осьовому напрямку. Для передачі крутного моменту від колеса до вала та, навпаки, від вала до шестірні застосовується шпонкове з'єднання. Вал опирається на радіальні шарикопідшипники *5*, які розміщені в корпусі *1*.

Для запобігання звисанню підшипників через неточності виготовлення корпуса вони заглиблюються на 3...5 мм. Зміщенню зубчастого колеса *3* від діючої на нього осьової сили перешкоджає кільце *2*. Ділянки вала, на яких розміщені підшипники та кільця, мають діаметр менший, ніж у місці посадки зубчастого колеса. Це дає змогу вільно проходити зубчастому колесу та шестірні дві ділянки вала, кільцю одну ділянку при складанні, тобто полегшує посадку. Довжина ділянки вала під зубчасте колесо менша від довжини її маточини на 3..5 мм для забезпечення упору кільця в колесо. Підшипники фіксуються на валу врізними кришками *6*, які утримують мастило від витікання без установлення прокладок.



Зміст роботи

1 Визначити граничні розміри, зазори, поля допусків і квалітети. Побудувати схему полів допусків деталей *2* і *4*.

2 Розрахувати і вибрати посадку з натягом деталей *3* і *4*.

3 Вибрати посадки для підшипників кочення.

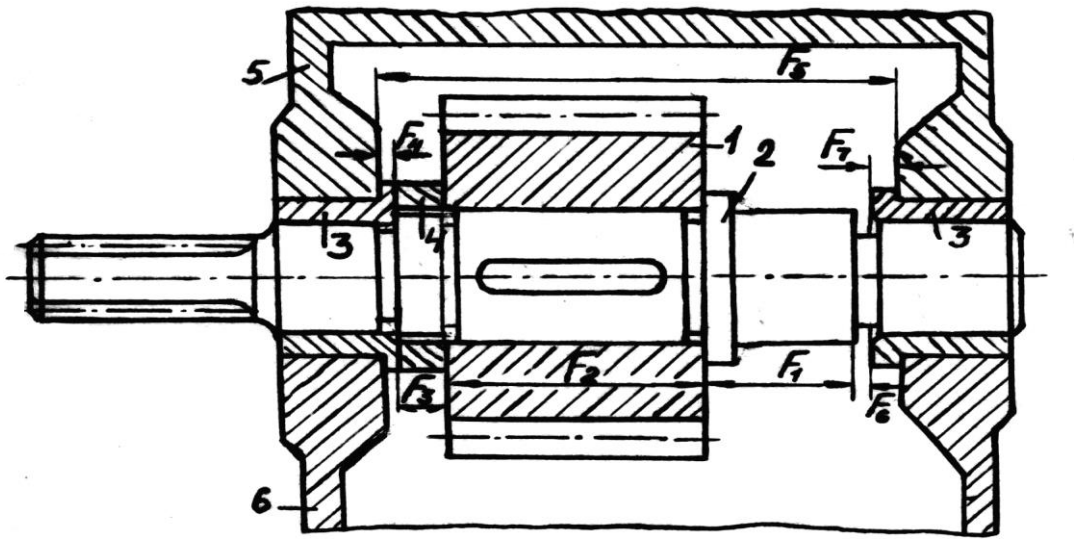
4 Вибрати і дати аналіз посадок шпонкового з’єднання.

5 Виконати на форматі *А3* складальне і робоче креслення вала.

Параметр	Варіанти									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Номінальний розмір і граничні відхилення з' єднання деталей *2* і *4*	+0,013 28— –0.02 –0,053	+0,021 28— –0.02 –0,041	+0,064 +0.025 40— –0.025 –0,05	+0,029 +0.01 80— –0.03 –0,049	+0,134 +0.06 60— –0,019	+0,029 +0.010 65— –0,019	+0,046 75— –0.060 –0,106	+0,140 85— –0.120 –0,260	+0,076 +0.030 80— –0,030	+0,087 110— –.0120 –0,207
2 Номінальний розмір з' єднання деталей *3* і *4*, *мм*	30	30	45	85	70	75	80	95	90	120
Внутрішній діаметр вала d_1, *мм*	0	0	10	20	20	15	25	35	30	40
Діаметр маточини колеса d_2, *мм*	40	40	60	120	100	100	120	140	140	180
Матеріал: вала колеса	Сталь Сталь	Сталь Сталь	Сталь Сталь	Сталь Чавун	Сталь Сталь	Сталь Сталь	Сталь Сталь	Сталь Чавун	Сталь Чавун	Сталь Чавун
Шорсткість поверхонь, *мкм*: вала R_{zd}, колеса R_{zD}	 1,6 3,2	 3,2 3,2	 1,6 1,6	 1,6 3,2	 3,2 6,3	 3,2 3,2	 6,3 10	 6,3 6,3	 10 10	 6,3 10
Коефіцієнт тертя: при обертанні, f_1 при зсуві, f_2	0,12 0,10	0,15 0,12	0,13 0,11	0,11 0,08	0,17 0,14	0,13 0,10	0,12 0,09	0,14 0,13	0,18 0,15	0,2 0,15
Крутний момент *T*, *Н·м*	120	100	250	1300	800	100	1500	2500	2600	5000
Осьова сила F_a, *Н*	750	600	1000	0	0	0	200	0	0	5000
3 Радіальне навантаження на підшипник, *R*, *Н*	4500	4000	10000	30000	20000	25000	30000	40000	25000	50000
Підшипник	36205	36305	36307	215	311	36312	314	316	315	320
Клас точності підшипника	6	0	5	6	0	6	0	5	0	0
Характер навантаження	Помір-ні по-штовхи	Помір-ні по-штовхи	Удар	Помір-ні по-штовхи	Помір-ні по-штовхи	Удар	Удар	Помір-ні по-штовхи	Удар	Удар

ЗАВДАННЯ 3. Виконати аналіз і вибір посадок вала редуктора

Зубчасте колесо *1* розташоване на валу *2* східчастої форми, буртик якого фіксує положення колеса в осьовому напрямку. Для передачі крутного моменту застосовується шпонкове та шліцьове (на кінці вала) з'єднання. Вал опирається на підшипники ковзання *3* з буртиками, розташованими в редукторі *5*, *6*. Буртик вала сприймає ліве навантаження. Зміщенню косозубого колеса *1* перешкоджає кільце *4*. Ділянки вала, на яких розміщені підшипники та кільце, мають менший діаметр, ніж у місці посадки зубчастого колеса. Це дає змогу вільно проходити зубчастому колесу, кільцю і підшипнику попередніх ділянок вала, тобто полегшує їх посадку. Довжина ділянки вала під зубчасте колесо менша від довжини її маточини на 3..5 мм для забезпечення упору кільця в колесо. У місці з'єднання зубчастого колеса з буртиком вала міститься канавка для виходу інструменту (наприклад шліфувального круга). Такі ж канавки є в місцях розташування підшипників ковзання 3.



Зміст роботи

1 Визначити граничні розміри, зазори, поля допусків і квалітети. Побудувати схему полів допусків деталей *1* і *2*.

2 Розрахувати і вибрати посадку із зазором деталей *2* і *3*.

3 Вибрати посадки для підшипників кочення.

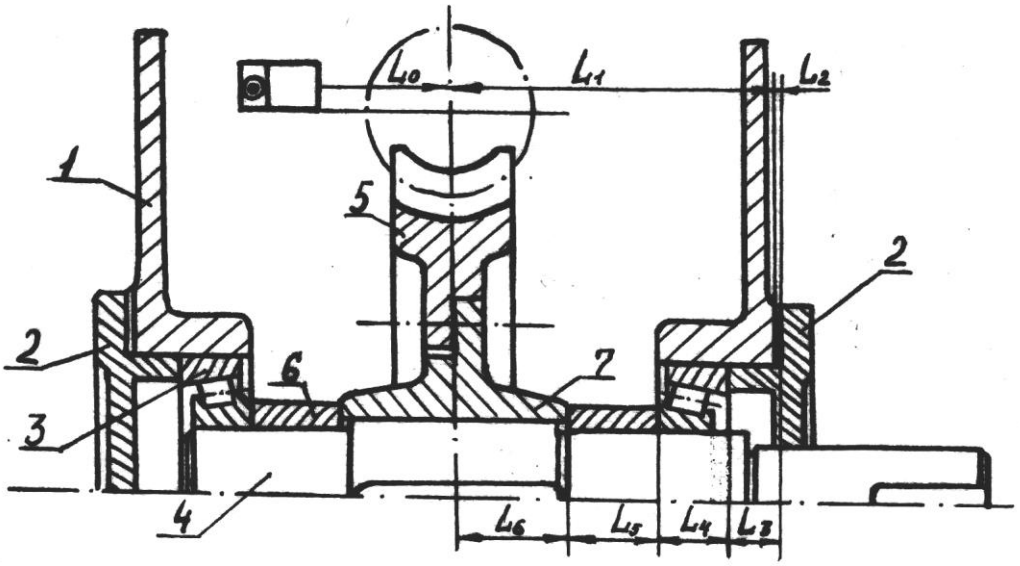
4 Вибрати і дати аналіз посадок шпонкового з'єднання.

5 Виконати на форматі *А3* складальне і робоче креслення вала.

Параметр	Варіанти									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Номінальний розмір і граничні відхилення з’єднання деталей *1* і *2*	$28^{+0.021}_{+0.010}$ / $^{-0.010}$	$34^{+0.012}_{-0.027}$ / $^{-0.039}$	$45^{+0.025}_{+0.027}$ / $^{+0.002}$	$58^{+0.005}_{-0.041}$ / $^{-0.023}$	$62^{+0.030}_{+0.021}$ / $^{+0.002}$	$75^{+0.037}_{-0.037}$ / $^{-0.046}$	$79^{+0.030}_{+0.041}$ / $^{+0.011}$	$82^{+0.010}_{-0.025}$ / $^{+0.003}$	$95^{+0.017}_{-0.017}$ / $^{+0.013}$	$70^{+0.005}_{-0.041}$ / $^{+0.020}$
2 Номінальний розмір з’єднання деталей *2* і *3*, *мм*	25	30	35	50	55	65	80	75	58	60
Довжина втулки *l*, *мм*	35	40	50	70	70	80	100	100	120	90
Матеріал: вала колеса	Сталь Бронза	Сталь Чавун	Сталь Бронза	Сталь Чавун	Сталь Сталь	Сталь Чавун	Сталь Бронза	Сталь Бронза	Сталь Чавун	Сталь Бронза
Шорсткість поверхонь: вала R_{zd}, *мкм*	0,8	3,2	0,8	1,6	3,2	0,8	1,6	1,6	3,2	1,6
колеса R_{zD}, *мкм*	0,8	1,6	1,6	3,2	6,3	1,6	1,6	3,2	3,2	1,6
Частота обертання валу, *n*, $хв^{-1}$	2970	1440	1440	970	730	970	1440	970	730	740
Радіальне навантаження на опорі *R*, к*H*	4	5	6	8	12	18	25	20	40	50
Марка масла	інд.12	турб.22	інд.20	інд.30	інд.40	інд.50	турб.30	турб.46	інд.12	інд.20
Температура підшипника, ^0C	50	60	40	35	40	50	60	35	45	50
3 Підшипник	7305	2206	307	201	211	313	216	315	317	7212
Клас точності підшипника	0	0	6	6	5	0	0	6	6	0
Характер навантаження	Удар	Спокійне	Помірні поштовхи	Помірні поштовхи	Спокійне	Спокійне	Удар	Удар	Помірні поштовхи	Помірні поштовхи

ЗАВДАННЯ 4. Виконати аналіз і вибір посадок деталей вала черв'ячного колеса

Черв'ячне колесо, яке складається із центра *7* та зубчастого вінця *5*, розташоване на валу *4* східчастої форми. Для передачі крутного моменту застосовується шпонкове з'єднання. Вал опирається на конічні роликопідшипники *3*. Зміщенню колеса в осьовому напрямку перешкоджають кільця *6*. Підшипники фіксуються на валу кришками *2*, які кріпляться до корпуса гвинтами. Для перешкоджання витоку мастила між корпусом *1* та фланцем кришки встановлені прокладки з картону. Кришка на лівій опорі глуха, на правій – з манжетним ущільненням. Ділянки вала, на яких розміщені підшипники та кільця *6*, мають діаметр менший, ніж у місці посадки зубчастого колеса. Це дає змогу вільно проходити колесу попередню ділянку вала. Довжина ділянки вала під зубчасте колесо менша від довжини її маточини на 3..5 мм для забезпечення упору кільця в колесо.



Зміст роботи

1 Визначити граничні розміри, зазори, поля допусків і квалітети. Побудувати схему полів допусків деталей *4* і *7*.

2 Розрахувати і вибрати посадку з натягом деталей *5* і *7*.

3 Вибрати посадки для підшипників кочення.

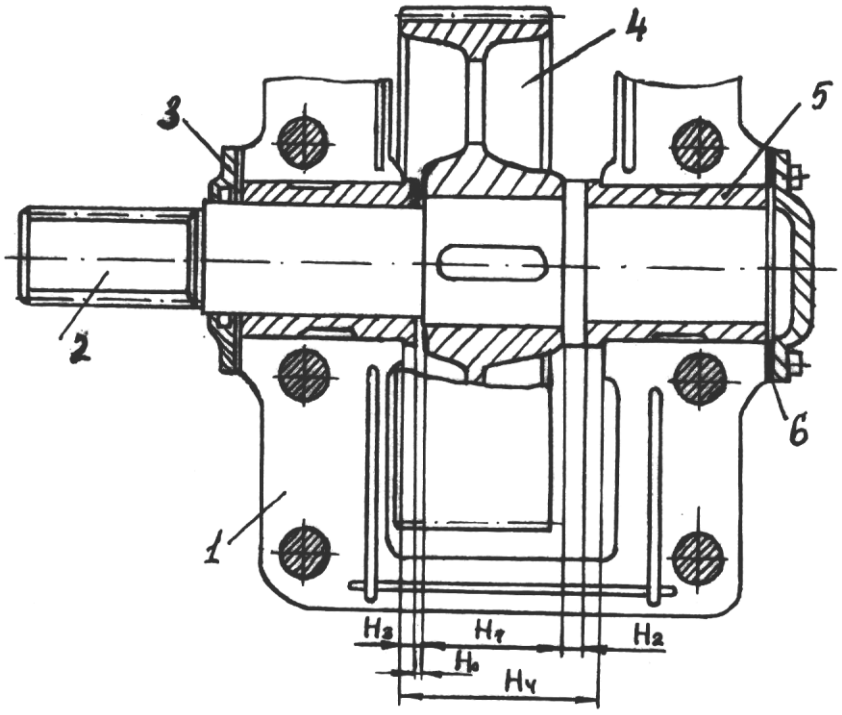
4 Вибрати і дати аналіз посадок шпонкового з'єднання.

5 Виконати на форматі *А3* складальне і робоче креслення вала.

Параметр	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Номінальний розмір і граничні відхилення з'єднання деталей *4* і *7*	$40^{+0.012}_{-0.027}$ / $40^{-0.039}_{-0.019}$	$50^{+0.039}_{+0.019}$ / $50^{-0.019}_{-0.030}$	$65^{+0.005}_{+0.041}$ / $65^{-0.030}_{-0.023}$	$60^{-0.004}_{-0.050}$ / $60^{+0.023}_{+0.011}$	$65^{+0.046}_{+0.041}$ / $65^{+0.011}_{-0.030}$	$70^{+0.023}_{-0.023}$ / $70^{-0.030}_{-0.046}$	$75^{+0.074}_{+0.046}$ / $75^{-0.046}_{+0.020}$	$80^{+0.046}_{+0.050}$ / $80^{+0.020}_{+0.013}$	$85^{-0.010}_{-0.045}$ / $85^{+0.035}_{+0.013}$	$90^{+0.054}_{+0.023}$ / $90^{+0.023}_{+0.013}$
2 Номінальний розмір з'єднання деталей *5* і *7*, *мм*	100	140	160	250	280	300	350	400	420	450
Діаметр западин колеса d_2, *мм*	Визначається за кресленням									
Діаметр маточини колеса d_1, *мм*	0	50	5	60	65	0	75	80	85	90
Матеріал: маточини вінця	Чавун Бронза	Чавун Бронза	Сталь Чавун	Сталь Бронза	Чавун Чавун	Чавун Бронза	Сталь Бронза	Сталь Бронза	Сталь Чавун	Сталь Бронза
Шорсткість поверхонь, *мкм*: маточини R_{zd}, вінця R_{zD},	 1,6 3,2	 3,2 3,2	 1,6 1,6	 3,2 3,2	 1,6 3,2	 3,2 6,3	 3,2 3,2	 3,2 6,3	 6,3 6,3	 6,3 6,3
Коефіцієнт тертя *f*	0,1	0,2	0,12	0,14	0,16	0,18	0,1	0,15	0,17	0,19
Крутний момент *T*, *Н·м*	200	300	350	400	500	600	700	1000	1500	2000
3 Радіальне навантаження на підшипник *R*, *Н*	1500	2000	2500	3000	3500	4000	5000	6000	7000	8000
Підшипник	7207	7209	7509	7510	7311	7612	7613	7314	7315	7616
Клас точності підшипника	0	6	6	0	0	5	0	0	6	0
Характер навантаження	Спокійне	Спокійне	Удар	Удар	Удар	Помірні поштовхи	Помірні поштовхи	Спокійне	Удар	Помірні поштовхи

ЗАВДАННЯ 5. Виконати аналіз і вибір посадок деталей вала редуктора

Зубчасте колесо *4* розташоване на валу *2* східчастої форми, буртик якого фіксує положення колеса в осьовому напрямку. Для передачі крутного моменту застосовується шпонкове та шліцьове (на кінці вала) з'єднання. Вал опирається на підшипники ковзання *5* з буртиками та канавками для мастила. Підшипники розташовані в корпусі *1*, на фланці якого показані канавки для збирання мастила і переріз болтів кріплення. Кришки *6* з прокладкою *3* перешкоджають витіканню мастила з корпуса та кріпляться гвинтами до корпуса редуктора. Для нормальної роботи вузла необхідний зазор між маточиною колеса та буртиком підшипника. Ділянки вала на торці та в місці підшипників ковзання мають діаметр менший, ніж у місці посадки зубчастого колеса. Це дає змогу вільно проходити зубчастому колесу дві ділянки вала, тобто полегшує його посадку.



Параметр	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Номінальний розмір і граничні відхилення з'єднання деталей *2* *3*	40 $^{+0,080}_{-0,062}$	60 $^{+0,074}_{-0,060}$ $^{}_{-0,134}$	80 $^{+0,076}_{+0,030}$ $^{}_{-0,046}$	70 $^{+0,134}_{+0,060}$ $^{}_{-0,104}$	90 $^{+0,140}_{-0,120}$ $^{}_{-0,260}$	55 $^{+0,120}_{-0,100}$ $^{}_{-0,174}$	45 $^{+0,062}_{-0,025}$ $^{}_{-0,087}$	65 $^{+0,046}_{-0,030}$ $^{}_{-0,076}$	75 $^{+0,220}_{+0,100}$ $^{}_{+0,037}$ $^{}_{-0,037}$	50 $^{+0,039}_{-0,025}$ $^{}_{-0,064}$
2 Номінальний розмір з'єднання деталей *2* і *5 мм*	40	60	80	70	90	55	45	65	75	85
Довжина втулки *l*, *мм*	40	70	90	70	100	70	60	80	90	60
Матеріал: вала колеса	Сталь Бронза	Сталь Бронза	Сталь Чавун	Сталь Чавун	Сталь Бронза	Сталь Сталь	Сталь Бронза	Сталь Сталь	Сталь Бронза	Сталь Бронза
Шорсткість поверхонь, *мкм*: вала $R_{zd,}$ колеса $R_{zD,}$	 1,6 3,2	 0,8 1,6	 0,8 0,8	 1,6 1,6	 3,2 3,2	 1,6 3,2	 1,6 1,6	 0,8 1,6	 3,2 3,2	 3,2 6,3
Частота обертання вала *n, хв*$^{-1}$	250	380	420	550	350	400	290	360	440	650
Радіальне навантаження на опорі *R*, *кН*	6,4	12,5	14,6	12,8	22	18,6	9,9	10,85	32,6	24,8
Марка мастила	Індустріальне 20					Індустріальне 30				
Температура підшипника, ^{0}C	45	50	55	35	60	65	58	38	42	42
3 Підшипник	36204	3037	36208	36209	36311	36214	316	218	220	221
Клас точності підшипника	0	6	6	0	0	6	6	6	0	0
Характер навантаження	Спокійне	Помірні поштовхи	Удар	Спокійне	Помірні поштовхи	Удар	Спокійне	Помірні поштовхи	Удар	Удар

Зміст роботи

1 Визначити граничні розміри, зазори, поля допусків і квалітети. Побудувати схему полів допусків деталей *2* і *3*.

2 Розрахувати і вибрати посадку із зазором деталей *2* і *5*.

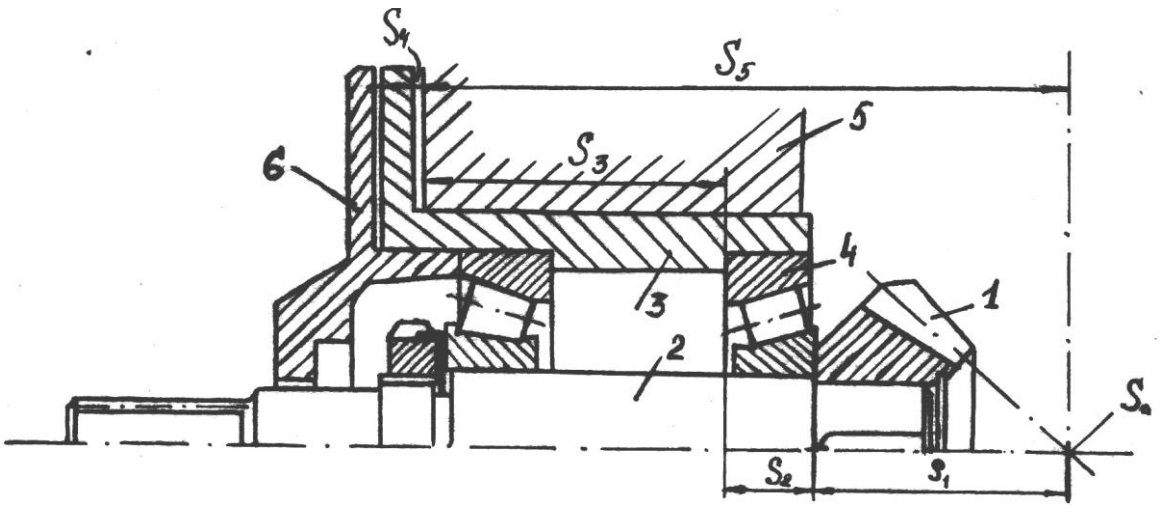
3 Вибрати посадки для підшипників кочення.

4 Вибрати і дати аналіз посадок шпонкового з'єднання.

5 Виконати на форматах *А3* складальне і робоче креслення вала.

ЗАВДАННЯ 6. Виконати аналіз і вибір посадок деталей валу конічного редуктора

Конічна шестірня *1* розташована на валу *2* східчастої форми. Для передачі крутного моменту застосовуються шпонкові та шліцьові (на кінці вала) з'єднання. Вал опирається на конічні роликопідшипники *4*, розташовані в стакані *3*. Регулювання конічного зачеплення здійснюється прокладками, які встановлені між стаканом та корпусом. Кришка *6* з манжетним ущільненням кріпиться до корпуса *5* гвинтами. Гайка фіксує підшипник на валу в осьовому напрямку. Її самовигвинчуванню перешкоджає стопорна шайба. Ділянки вала, на яких містяться підшипники, мають найбільший діаметр. Це дає змогу вільно проходити підшипникам усі попередні ділянки вала при складанні та полегшує посадку підшипників. Для виходу інструменту при нарізуванні різі є канавка.



Параметр	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Номінальний розмір і граничні відхилення з’єднання деталей *3* і *5*	96 +0,220 –0,126	82 +0,087 –0,159	115 +0,090 +0.036 –0,054	105 +0,126 +0.072 +0.027 –0,027	125 +0,160 –0.043 –0,143	170 +0,160 –0,100	148 +0,680 +0.280 –0,400	112 +0,070 –0.070 –0,260	102 +0,140 –0.120 –0,123	130 +0,063 –0.036 –0,143
2 Номінальний розмір з’єднання деталей *1* і *2*, *мм*	42	28	50	35	44	62	52	48	46	54
Внутрішній діаметр вала d_1, *мм*	0	0	20	0	0	25	25	0	10	10
Середній діаметр западин зубців d_2, *мм*	63	42	75	52	66	93	78	72	69	81
Матеріал: вала колеса	Сталь 20Х Сталь 40Х									
Шорсткість поверхонь, *мкм*: вала R_{zd}, колеса R_{zD},	1,25 2,5	1,25 1,25	2,5 2,5	10 10	6,3 6,3	6,3 10	3,2 6,3	3,2 3,2	6,3 6,3	6,3 10
Коефіцієнт тертя *f*	0,1	0,14	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19
Крутний момент *T*, *Н·м*	240	150	300	280	320	360	500	450	520	550
Осьова сила F_a, *Н*	800	900	1200	1400	1000	1800	2200	1600	1500	2500
3 Радіальне навантаження на підшипник *R*, *кН*	20	12	22	16	25	30	32	28	35	40
Підшипник	7509	7306	7211	7308	7610	7614	7312	7211	7510	7512
Клас точності підшипника	0	6	0	0	0	6	0	6	0	0
Характер навантаження	Помірні поштовхи	Помірні поштовхи	Спокійне	Спокійне	Помірні поштовхи	Удар	Удар	Спокійне	Спокійне	Удар

Зміст роботи

1 Визначити граничні розміри, зазори, поля допусків і квалітети. Побудувати схему полів допусків деталей *3* і *5*.

2 Розрахувати і вибрати посадку з натягом деталей *1* і *2*.

3 Вибрати посадки для підшипників кочення.

4 Вибрати і дати аналіз посадок шпонкового з'єднання.

5 Виконати на форматі *А3* складальне і робоче креслення вала.

ЗАВДАННЯ 7. Виконати аналіз і вибір посадок деталей вала конічно-циліндричного редуктора

Циліндрична шестірня *3* і конічне колесо *2* розташовані на валу *4* східчастої форми. Для передачі крутного моменту застосовується шпонкове з'єднання. Вал опирається на підшипники кочення *6*, які розміщені в корпусі *1*. Підшипники фіксуються кришками *7*. Витіканню мастила перешкоджають прокладки, які встановлені між кришкою та корпусом. Втулки *5* і буртик вала фіксують шестірню і колесо в осьовому напрямку. Довжини ділянок вала під шестірню і колесо менші, ніж довжини їх маточин. Цим забезпечується упор кілець у маточини коліс. Для запобігання звисанню підшипників через неточность виготовлення корпуса вони заглиблюються на 3...5 мм. Ділянки вала, на яких розміщені циліндрична шестірня і конічне колесо, мають діаметри більші, ніж попередні їх ділянки при складанні. Це дає змогу вільно проходити зубчастим колесам усі попередні ділянки при складанні і тим самим полегшити їх посадку. Для нормальної роботи вузла необхідна наявність зазора C_0.

Зміст роботи

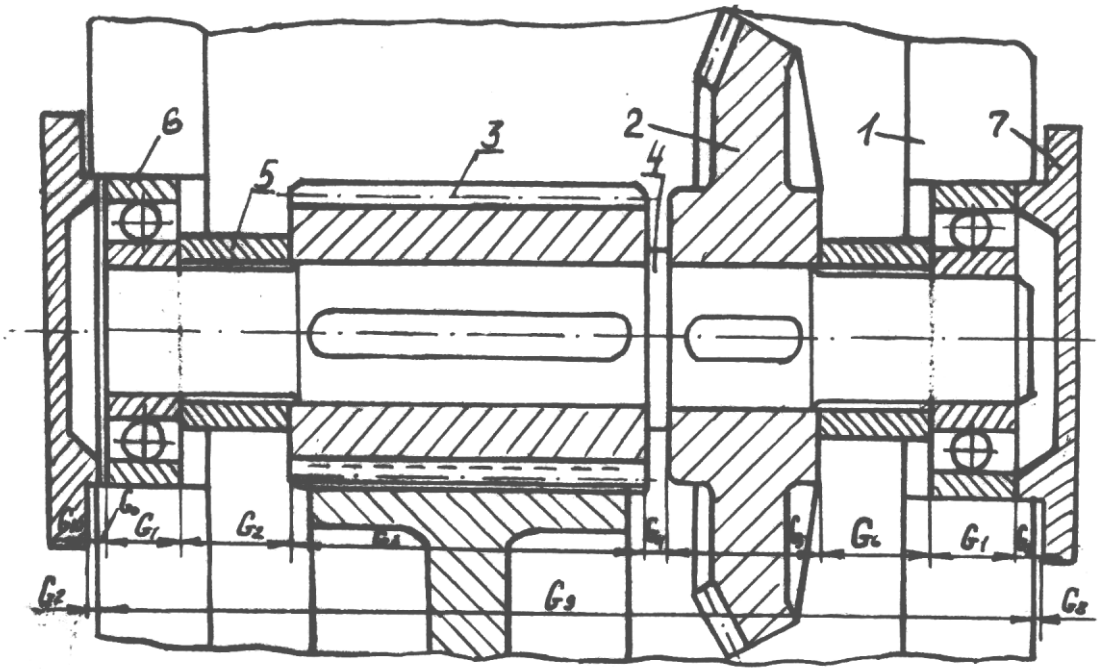
1 Визначити граничні розміри, зазори, поля допусків і квалітети. Побудувати схему полів допусків деталей *3* і *4*.

2 Розрахувати і вибрати посадку з натягом деталей *2* і *4*.

3 Вибрати посадки для підшипників кочення.

4 Вибрати і дати аналіз посадок шпонкового з'єднання.

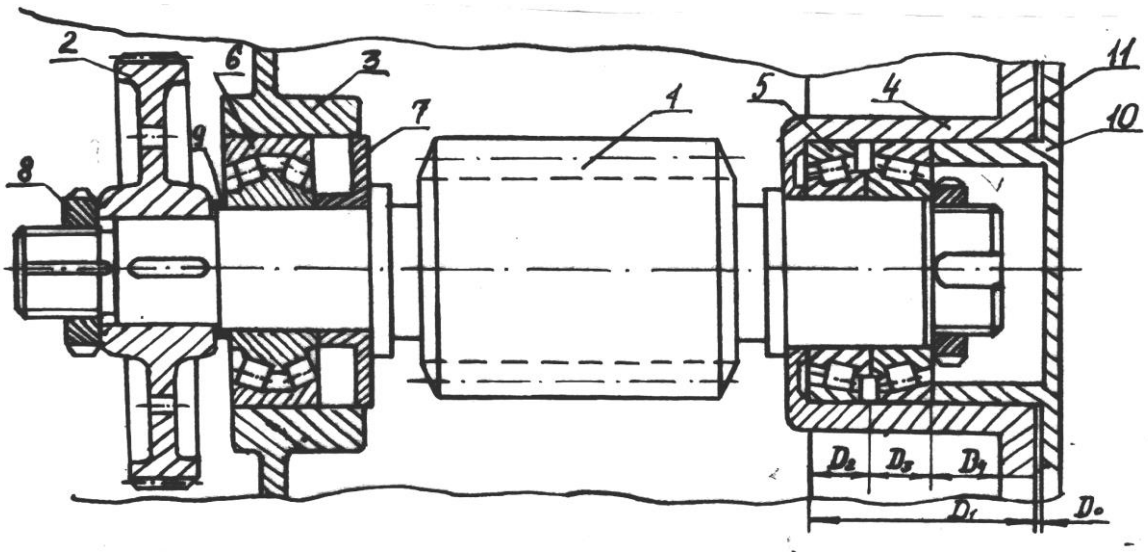
5 Виконати на форматі *А3* складальне і робоче креслення вала.


6
5
3
2
4
1
7
G1
G2
G9
G8

Параметр	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Номінальний розмір і граничні відхилення з’єднання деталей *3* і *4*	28 $^{+0,021}_{+0,008}$	36 $^{+0,039}_{-0,025}$	45 $^{+0,025}_{+0,002}$	56 $^{+0,023}_{-0,023}$ $^{+0,032}_{+0,002}$	63 $^{+0,014}_{-0,032}$ $^{-0,030}$	71 $^{+0,074}_{+0,023}$ $^{-0,023}$	80 $^{+0,046}_{+0,041}$ $^{+0,011}$	75 $^{+0,009}_{-0,021}$ $^{+0,050}_{+0,020}$	90 $^{+0,016}_{-0,038}$ $^{+0,017}_{-0,017}$	100 $^{+0,035}_{+0,058}$ $^{+0,023}$
2 Номінальний розмір з’єднання деталей *2* і *4, мм*	28	36	45	56	63	71	80	75	90	100
Внутрішній діаметр вала d_1, *мм*	0	0	0	0	20	20	30	30	30	30
Діаметр колеса d_2, *мм*	40	55	65	75	260	100	120	120	140	150
Матеріал: вала колеса	Сталь 45 Сталь 50									
Шорсткість поверхонь, *мкм*: вала R_{zd} колеса R_{zD}	 2,5 2,5	 6,3 10	 6,3 6,3	 10 10	 3,2 3,2	 3,2 6,3	 6,3 10	 10 10	 6,3 6,3	 3,2 3,2
Коефіцієнт тертя, *f*	0,1	0,12	0,14	0,16	0,11	0,13	0,15	0,17	0,09	0,08
Крутний момент *T*, *Н·м*	120	150	250	300	340	500	1200	1000	2000	3000
3 Радіальне навантаження на підшипник *R*, *кН*	5	12	22	30	35	24	60	30	75	68
Підшипник	205	306	36208	36310	311	213	315	313	315	220
Клас точності підшипника	6	0	6	0	0	0	6	5	0	0
Характер навантаження	Спокійне	Удар	Спокійне	Помірні поштовхи	Помірні поштовхи	Удар	Удар	Спокійне	Спокійне	Удар

ЗАВДАННЯ 8. Виконати аналіз і вибір посадок деталей вала редуктора

Циліндричне колесо *2* розташоване на валу черв'яка *1*. Для передачі крутного моменту застосовується шпонкове з'єднання. Вал опирається на радіальний дворядний сферичний самоустановлювальний роликопідшипник *6* (ліва опора) і конічні роликопідшипники *5* (права опора). Підшипники розташовані в корпусі *3* (ліва опора) і в стакані *4* (права опора) та відділені від загальної масляної ванни масловідбивальними кільцями *7*, які перешкоджають потраплянню великої кількості мастила. На кінцях вала розміщені гайки *8*, які закріплюють з одного боку зубчасте колесо *2* і з другого боку підшипники *5*. Дистанційне кільце *9* запобігає можливості упору маточини зубчастого колеса в сепаратор підшипника *6*. Кришка *10* з прокладною *11* перешкоджає витіканню мастила з корпуса. Для нормальної роботи вузла необхідний зазор у підшипниках D_0. Ділянки вала дають змогу вільно проходити підшипникам при складанні попередні ділянки вала, тобто полегшують посадку.



Зміст роботи

1 Визначити граничні розміри, зазори, поля допусків і квалітети. Побудувати схему полів допусків деталей *4* і *10*.

2 Розрахувати і вибрати посадку з натягом деталей *1* і *2*.

3 Вибрати посадки для підшипників кочення.

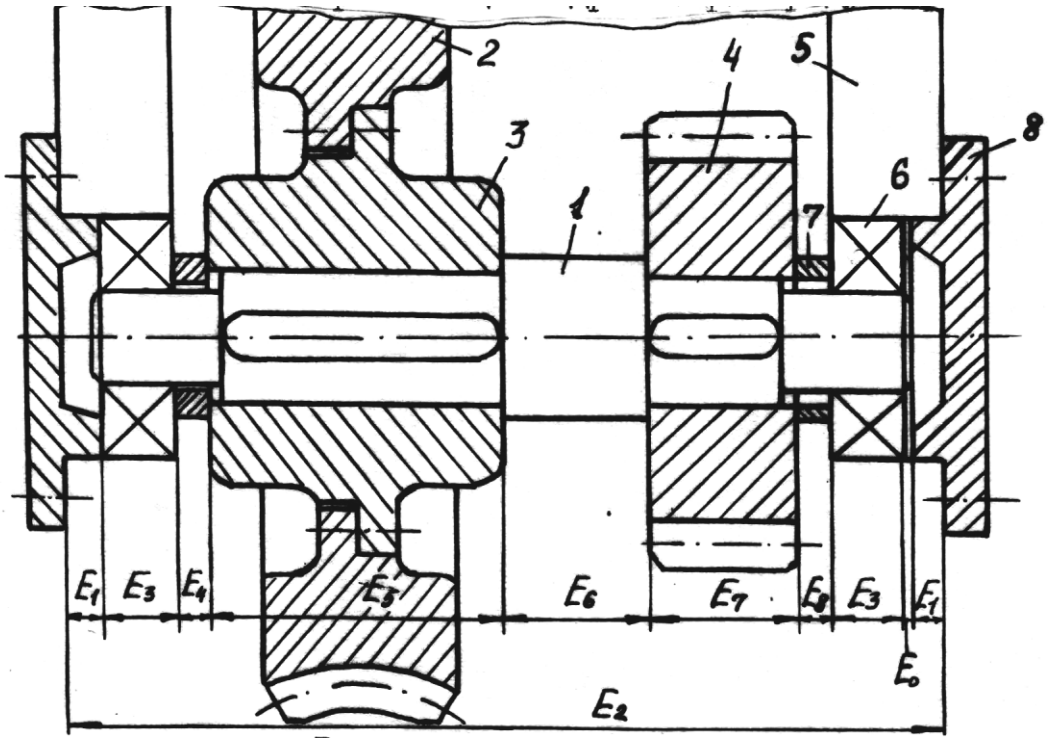
4 Вибрати і дати аналіз посадок шпонкового з'єднання.

5 Виконати на форматі *А3* складальне і робоче креслення вала.

Параметр	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Номінальний розмір і граничні відхилення з'єднання деталей *4* і *10*	80 +0,030 –0,060	80 +0,040 +0,010 –0,090	90 +0,090 +0,036 –0,126	110 +0,087 –0,054	100 +0,043 –0,043 –0,159	140 +0,063 –0,106	120 +0,054 –0,071	130 +0,160 –0,143	150 +0,054 +0,014 –0,083	140 0,100 –0,145 –0,208
2 Номінальний розмір з'єднання деталей *1* і *2*, *мм*	35	38	45	50	42	60	48	40	65	70
Внутрішній діаметр валу d_1, *мм*	0	0	0	20	0	20	20	0	30	30
Діаметр колеса d_2, *мм*	40	60	70	125	62	90	80	65	95	100
Матеріал: вала колеса	Сталь 50 Сталь 40Х									
Шорсткість поверхонь, *мкм*: вала R_{zd} колеса R_{zD}	3,2 3,2	1,6 3,2	1,6 1,6	3,2 6,3	6,3 6,3	3,2 3,2	6,3 6,3	1,6 3,2	1,6 1,6	3,2 3,2
Коефіцієнт тертя *f*	0,1	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,08
Крутний момент *T Н·м*	120	140	180	600	500	1200	1000	240	1800	1500
3 Радіальне навантаження на підшипник, *R кН*	18	26	38	50	42	62	73	58	85	90
Підшипник	7208	7508	7510	7512	7309	7313	7611	7312	7314	7516
Клас точності підшипника	0	6	6	0	0	6	6	0	0	6
Характер навантаження	Спокійне	Удар	Помірні поштовхи	Удар	Спокійне	Спокійне	Спокійне	Удар	Удар	Удар

ЗАВДАННЯ 9. Виконати аналіз і вибір посадок деталей вала черв'ячно-циліндричного редуктора

Черв'ячне колесо, яке складається з вінця *2* та маточини *3*, з шестірнею *4* розташоване на валу *1* східчастої форми. Для передачі крутного моменту застосовується шпонкове з'єднання. Вал опирається на конічні роликопідшипники *6*, які розміщені в корпусі *5*. Підшипники фіксуються кришками *8*. Дистанційні кільця *7* і буртик вала *1* фіксують черв'ячне колесо і шестірню в осьовому напрямку. Довжини ділянок вала під шестірню та черв'ячне колесо менші від довжини їх маточин. Цим забезпечується упор кілець у маточини коліс. Для запобігання звисанню підшипників через неточності виготовлення корпуса вони заглиблюються на 3...5 мм. Ділянки вала, на яких розміщені черв'ячне колесо та циліндрична шестірня, мають більші діаметри, ніж попередні їм ділянки. Це дає змогу вільно проходити колесу та шестірні всі попередні ділянки при складанні і тим самим полегшити їх посадку. Для нормальної роботи вузла необхідна наявність зазора E_0.



Параметр	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Номінальний розмір і граничні відхилення з'єднання деталей *1* і *4*	42 +0,039 +0,012	88 +0,022 +0,025 –0,012 +0,003	46 +0,039 +0,034 +0,009	55 +0,046 +0,050 +0,020	53 –0,009 –0,039 –0,030	70 +0,076 +0,030 +0,050 +0,020	35 +0,005 –0,034 –0,039	72 +0,014 –0,032 +0,041 +0,011	80 +0,046 +0,023 –0,023	66 +0,030 +0,015 –0,015
2 Номінальний розмір з'єднання деталей *2* і *3*, *мм*	210	260	300	210	250	280	120	350	400	275
Внутрішній діаметр центра d_1, *мм*	42	38	46	55	63	70	35	72	80	65
Діаметр колеса d_2, *мм*	Визначити по кресленню									
Матеріал: вала	Сталь 40									
колеса	БрАЖ 9 – 4									
Шорсткість поверхонь, *мкм*:										
вала R_{zd}	3,2	1,6	1,6	3,2	6,3	6,3	10	1,6	3,2	3,2
колеса R_{zD}	3,2	1,6	3,2	6,3	6,3	10	10	1,6	6,3	6,3
Коефіцієнт тертя *f*	0,1	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,18	0,15	0,12	0,11
Крутний момент *T*, *Н·м*	200	160	250	420	850	1200	120	1100	1600	1500
3 Радіальне навантаження на підшипник *R*, *кН*	12	16	40	80	56	35	8	45	60	115
Підшипник	7308	7316	7609	7610	7309	7513	7206	7213	7215	7511
Клас точності підшипника	0	6	5	0	0	0	6	0	0	5
Характер навантаження	Спокійне	Удар	Помірні поштовхи	Удар	Спокійне	Спокійне	Спокійне	Удар	Удар	Удар

Зміст роботи

1 Визначити граничні розміри, зазори, поля допусків і квалітети. Побудувати схему полів допусків деталей *1* і *4*.

2 Розрахувати і вибрати посадку з натягом деталей *2* і *3*.

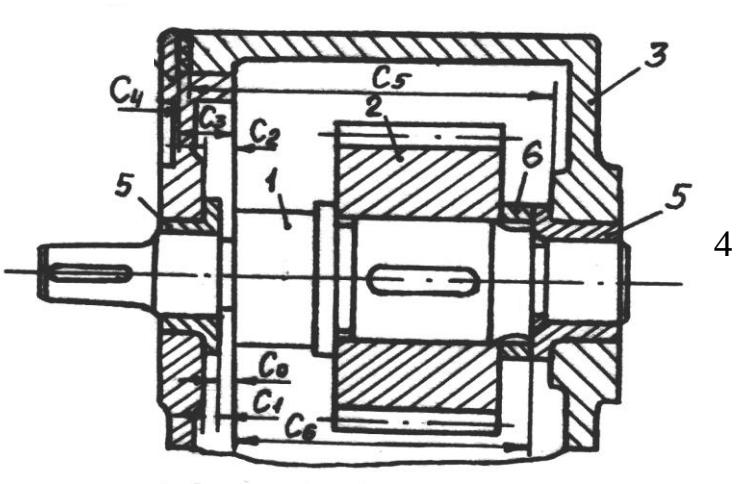
3 Вибрати посадки для підшипників кочення.

4 Вибрати і дати аналіз посадок шпонкового з'єднання.

5 Виконати на форматі *А3* складальне і робоче креслення вала.

ЗАВДАННЯ 10. Виконати аналіз і вибір посадок деталей ведучого вала редуктора

Зубчасте колесо *2* розташоване на валу *1* ступінчастої форми, буртик якого фіксує положення колеса з одного боку в осьовому напрямку. З другого боку фіксація здійснюється втулкою *6*, яка стикується з кромкою підшипника *5*. Для передачі крутного моменту застосовується шпонкове з'єднання *4*. Вал опирається на підшипники ковзання *5*, які розташовані в корпусі *3*. Ділянки вала, на яких розміщені підшипники і кільце, мають менший діаметр, ніж у місці посадки зубчастого колеса. Це дає змогу вільно проходити зубчастому колесу, кільцю і підшипнику попередні ділянки вала, тобто полегшує їх посадку. Довжина ділянки вала під зубчасте колесо менша від довжини її маточини на 3..5 мм для забезпечення упору кільця в колесо. У місці сполучення зубчастого колеса з буртиком вала міститься канавка для виходу інструменту (наприклад шліфувального круга). Такі ж канавки є в місцях розташування підшипників ковзання.



Параметр	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Номінальний розмір і граничні відхилення з' єднання деталей *3* і *5*	30 $^{+0,056}_{+0,035}$	40 $^{+0,059}_{+0,043}$	50 $^{+0,019}_{-0,019}$ $^{+0,042}_{+0,017}$	60 $^{+0,040}_{+0,010}$ $^{-0,030}$	70 $^{+0,076}_{+0,030}$ $^{-0,046}$	80 $^{+0,014}_{-0,032}$ $^{+0,023}_{-0,023}$	90 $^{+0,087}$ $^{+0,043}_{-0,043}$	100 $^{+0,090}_{+0,036}$ $^{-0,035}$	110 $^{+0,140}$ $^{+0,070}_{-0,070}$	120 $^{+0,087}$ $^{+0,048}_{+0,013}$
2 Номінальний розмір з' єднання деталей *1* і *5*, *мм*	20	35	40	45	60	70	80	90	100	105
Довжина втулки *l*, *мм*	30	42	55	62	72	86	95	105	130	140
Матеріал: вала колеса	Сталь Сталь	Сталь Чавун	Сталь Бронза	Сталь Бронза	Сталь Чавун	Сталь Сталь	Сталь Бронза	Сталь Бронза	Сталь Сталь	Сталь Сталь
Шорсткість поверхонь, *мкм*: вала R_{zd} колеса R_{zD}	 1,6 1,6	 1,6 3,2	 3,2 3,2	 1,6 1,6	 1,6 3,2	 3,2 6,3	 0,8 1,6	 1,6 1,6	 1,6 3,2	 3,2 3,2
Частота обертання вала, *n, хв*$^{-1}$	1440	2970	1440	970	730	970	725	715	300	400
Радіальне навантаження на опорі *R*, к*H*	6,5	8	7,5	12	15	20	22	45	65	85
Марка масла	Інд.20	Інд.30	Інд.20	Інд.30	Турб.30	Турб.46	Інд.20	Інд.30	Інд.20	Інд.20
Температура підшипника, ^0C	60	60	55	45	40	50	60	45	65	35
3 Підшипник	36204	36307	36208	36209	36311	36214	316	218	220	221
Клас точності підшипника	0	6	6	0	0	60	6	6	0	0
Характер навантаження	Спокійне	Удар	Помірні поштовхи	Удар	Спокійне	Помірні поштовхи	Удар	Спокійне	Спокійне	Удар

Зміст роботи

1 Визначити граничні розміри, зазори, поля допусків і квалітети. Побудувати схему полів допусків деталей *3* і *5*.

2 Розрахувати і вибрати посадку із зазором деталей *1* і *5*.

3 Вибрати посадки для підшипників кочення.

4 Вибрати і дати аналіз посадок шпонкового з'єднання.

5 Виконати на форматі *А3* складальне і робоче креслення вала.

2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Аналіз посадки типового з'єднання циліндричних деталей

Алгоритм аналізу посадки:

1) визначити граничні відхилення отвору *ES* , *EI*;

2) визначити граничні відхилення вала *es*, *ei*;

3) визначити граничні розміри отвору
$D_{max} = D + ES$, $D_{min} = D + EI$;

4) визначити граничні розміри вала $d_{max} = d + es$, $d_{min} = d + ei$;

5) визначити допуск отвору $T_D = ES - EI$;

6) визначити допуск вала $T_d = es - ei$;

7) визначити характеристику посадки (із зазором, натягом чи перехідну; у системі вала чи отвору);

8) визначити максимальний зазор (натяг)
$S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei$, ($N_{max} = d_{max} - D_{min} = es - EI$);

9) визначити мінімальний зазор (натяг)
$S_{min} = D_{min} - d_{max} = EI - es$, ($N_{min} = d_{min} - D_{max} = ei - ES$);

10) визначити допуск посадки $T == T_D + T_d$;

11) визначити одиницю допуску *i* (за таблицею 2.1).

12) визначити число одиниць допуску вала та отвору
$a_d = \frac{T_d}{i}$, $a_D = \frac{T_D}{i}$;

13) визначити квалітет точності (за таблицею 2.2);

14) визначити стандартну посадку (додаток А);
15) побудувати схему полів допусків (рисунок 2.1).

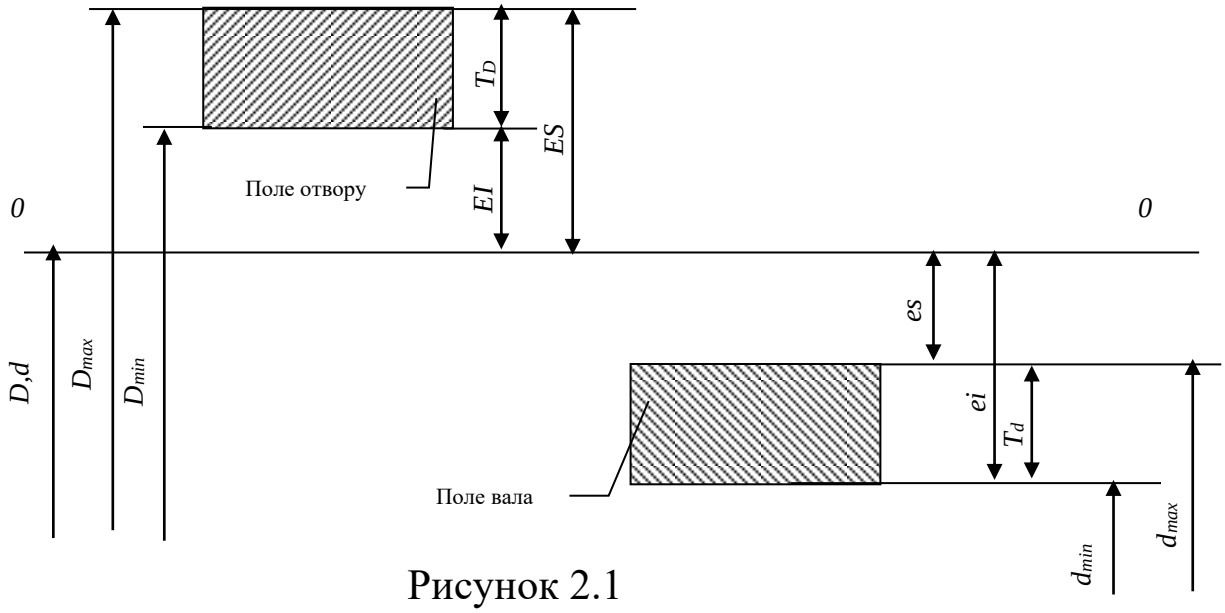


Рисунок 2.1

Таблиця 2.1

Інтервали розмірів, *мм*	До 3	Від 3 до 6	Від 6 до 10	Від 10 до 18	Від 18 до 30	Від 30 до 50	Від 50 до 80	Від 80 до 120	Від 120 до 180	Від 180 до 250	Від 250 до 315	Від 315 до 400	Від 400 до 500
Одиниця допуску *i*, *мкм*	0,55	0,73	0,90	1,08	1,31	1,56	1,88	2,17	2,52	2,90	3,23	3,54	3,89

Таблиця 2.2

Позначення допусків	*IT*5	*IT*6	*IT*7	*IT*8	*IT*9	*IT*10	*IT*11	*IT*12	*IT*13	*IT*14	*IT*15
Значення допуску	7*i*	10*i*	16*i*	25*i*	40*i*	64*i*	100*i*	160*i*	250*i*	400*i*	640*i*

2.2 Розрахунок та вибір посадки із зазором для підшипника ковзання

2.2.1 Посадку підшипника ковзання з постійними навантаженнями та швидкостями вибирають за оптимальним зазором, який забезпечує рідинне тертя.

2.2.1.1 Величина оптимального відносного зазору

$$\psi_{опт} = 0{,}293 \cdot k_{\varphi e} \sqrt{\frac{\mu \cdot n}{p}}, \qquad (2.1)$$

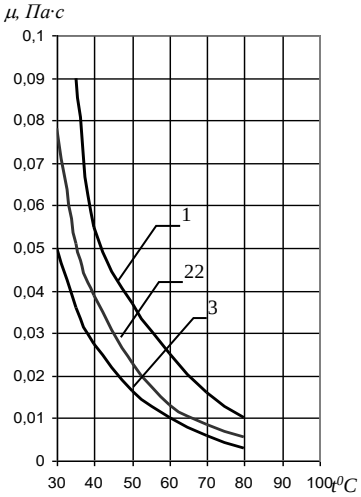


Рисунок 2.2

де μ – динамічна в'язкість мастила, яка визначається за рисунком 2.2 при заданій температурі підшипника в межах $t_n = 45\ldots75^0 C$, *Па·с;*

n – частота обертання вала, *хв*$^{-1}$;

p – середній тиск на опору, *Па*;

$$p = \frac{R}{ld}, \qquad (2.2)$$

де R – радіальне навантаження на підшипник, *Н*;

l – довжина підшипника, *м*;

d – діаметр вала, *м*;

$k_{\varphi e}$ – коефіцієнт, який ураховує кут обхвату та відношення $\frac{l}{d}$, визначається за таблицею 2.3 для підшипників з кутом обхвату $\varphi = 180^0$ та $\varphi = 360^0$.

Таблиця 2.3

Кут обхвату	Відношення $\frac{l}{d}$				
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
$\varphi = 180^0$	0,502	0,706	0,870	1,0	1,12
$\varphi = 360^0$	0,45	0,65	0,825	0,975	1,1

2.2.1.2 Величина оптимального зазора при максимальній надійності рідинного тертя:

$$S_{опт} = \psi_{опт} \cdot d, \qquad (2.3)$$

де d – номінальний діаметр вала, *мм*.

2.2.1.3 Вибір посадки проводять за розрахунковим зазором S_p за ГОСТ 253447-82 (додаток А).

Розрахунковий зазор

$$S_p = S_{onm} - S_t, \tag{2.4}$$

де S_t – зазор при заданій температурі *t*:

$$S_t = (\alpha_D - \alpha_d)\left(t - 20^0\right) \cdot d, \tag{2.5}$$

де α_D – коефіцієнт лінійного розширення матеріалу підшипника (додаток Б);

α_d – коефіцієнт лінійного розширення матеріалу вала (додаток Б).

2.2.2 Стандартну посадку обирають таку $\left(\frac{H7}{f7}, \frac{H9}{e8}, \frac{H7}{e8}, \frac{H9}{d9}\right)$, у якій середній зазор $S_{cp\,cm}$ найбільш близький до розрахункового S_p і коефіцієнт відносної точності η максимальний

$$\eta = \frac{S_{cp\,cm}}{TS} > 1. \tag{2.6}$$

2.2.2.1 Для обраної посадки визначають дійсний мінімальний зазор з урахуванням шорсткості поверхонь та температурних деформацій

$$S_{\partial\min} = S_{\min} + S_t + 2\left(R_{zd} + R_{zD}\right), \tag{2.7}$$

де S_{min} – мінімальний зазор обраної посадки;

R_{zd}, R_{zD} – величина заданих параметрів шорсткості поверхонь, яка в загальному випадку задається у відповідності до умов роботи деталей та методів обробки, а також у залежності від квалітету точності розмірів за ГОСТ 2789–73 (при цьому треба мати на увазі, що $R_z \approx 4R_a$).

2.2.2.2 Дійсна мінімальна товщина мастильного шару визначається за формулою

$$\eta_{\partial min} = \frac{S_{\partial min}}{2}(1-\chi), \qquad (2.8)$$

де χ – відносний ексцентриситет, який визначають за рисунком 2.3 в залежності від коефіцієнта навантажування підшипника C_R:

$$C_R = 9{,}4\frac{p \cdot \psi_{\partial min}^2}{\mu \cdot n}, \qquad (2.9)$$

де ψ – відносний зазор:

$$\psi_{\partial min} = \frac{S_{\partial min}}{d}. \qquad (2.10)$$

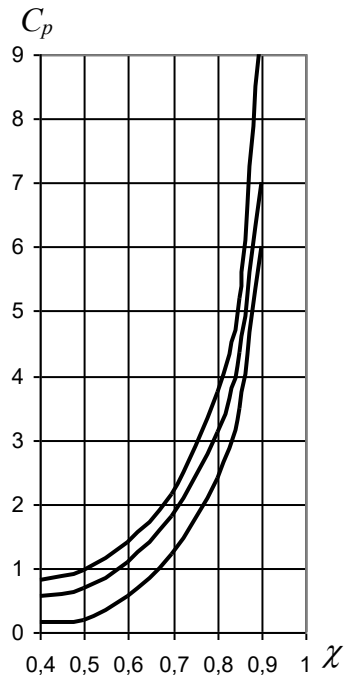


Рисунок 2.3

2.2.2.3 Товщина мастильного шару при найменшому зазорі $\eta_{\partial min}$ повинна бути більша за суму нерівностей жорсткостей поверхонь підшипника R_{zD} та вала R_{zd}

$$\eta_{\partial min} > R_{zd} + R_{zD}. \qquad (2.11)$$

Коефіцієнт запасу надійності підшипника по товщині мастильного шару:

$$S_h = \frac{h_{\partial min}}{R_{zd} + R_{zD}} \geq 2. \qquad (2.12)$$

2.3 Вибір і розрахунок посадки з натягом

Посадки з натягом призначені для утворення нерухомих з'єднань, навантажених зовнішнім крутним моментом T та осьовою силою F_a, сумісно чи одним з них.

Граничні значення натягів вибирають з умов:

– найменший натяг повинен забезпечувати нерухомість з'єднання (відсутність зсуву);

– найбільший – не повинен руйнувати спряжені деталі.

2.3.1 Величина найменшого натягу для виконання першої умови, якщо сполучені поверхні ідеально гладкі, визначається за формулою

$$N_{min} = pd\left(\frac{C_D}{E_D} + \frac{C_d}{E_d}\right), \qquad (2.13)$$

де E_d, E_D – модулі пружності матеріалів деталей, що охоплює та охоплюється (додаток Б), *МПа*;

d – номінальний розмір з'єднання, *мм*;

p – питомий експлуатаційний тиск по поверхні контакту, *МПа*:

$$p = \frac{k\sqrt{\left(\frac{2T}{d}\right)^2 + F_a^2}}{\pi \cdot d \cdot l \cdot f}, \qquad (2.14)$$

де k =1,5...2 – коефіцієнт запасу міцності з'єднання при можливих перевантаженнях та дії вібрацій;

f – коефіцієнт тертя;

d – діаметр з'єднання, *мм*;

l – довжина з'єднання, *мм*;

F_a – осьова сила, *Н*;

T – крутний момент, *Н·мм*;

C_D, C_d – коефіцієнти, які визначаються за формулами:

$$C_D = \frac{1+\left(\frac{d}{d_2}\right)^2}{1-\left(\frac{d}{d_2}\right)^2} + \mu_D; \qquad C_d = \frac{1+\left(\frac{d_1}{d}\right)^2}{1-\left(\frac{d_1}{d}\right)^2} - \mu_d, \qquad (2.15)$$

де d_1 – внутрішній діаметр порожнистого вала (для суцільного вала $d_1 = 0$),

d_2 – зовнішній діаметр втулки (для зубчастих коліс – зовнішній діаметр маточини);

μ_d, μ_D – коефіцієнти Пуассона для матеріалів деталей, які з'єднуються (додаток Б).

2.3.2 Мінімальний розрахунковий натяг, за яким вибирається посадка за ЄСДП (додаток А),

$$N_{\min\ p} = N_{\min} + 1{,}2\left(R_{zD} + R_{zd}\right), \qquad (2.16)$$

де R_{zd}, R_{zD} – величина заданих параметрів шорсткості поверхонь, яка в загальному випадку задається у відповідності до умов роботи деталей та методу обробки, а також у залежності від квалітету точності розмірів за ГОСТ 2789–73 (при цьому треба мати на увазі, що $R_z \approx 4R_a$).

2.3.3 Для вибору рекомендуються такі посадки: $\frac{H7}{p7}$, $\frac{H7}{r7}$, $\frac{H7}{s7}$, $\frac{H7}{t7}$, $\frac{H7}{u7}$. При цьому повинна виконуватись умова

$$N_{mincm} \geq N_{min\ p}\ .$$

2.3.4 Для виконання другої умови визначається найбільший допустимий натяг

$$N_{max\ p} = P_{don} \cdot d\left(\frac{C_D}{E_D} + \frac{C_d}{E_d}\right), \qquad (2.17)$$

де $P_{ДОП}$, P_{don} – допустимий питомий контактний тиск, *МПа*,

$$P_{ДОП} = 0{,}58 \cdot \sigma_D\left(1 - \frac{d^2}{d_2^2}\right) \qquad P_{don} = 0{,}58 \cdot \sigma_d\left(1 - \frac{d_1^2}{d^2}\right), \qquad (2.18)$$

де σ_d, σ_D – умовна межа плинності чи міцності деталей, *МПа*.

Розрахунок проводиться по найменшому з $P_{ДОП}$.

2.3.5 Міцність деталей, що з'єднуються, буде забезпечена, якщо максимальний натяг обраної стандартної посадки буде меншим, ніж найбільший допустимий натяг для вала та втулки, тобто буде виконуватись умова

$$N_{\max cm} \leq N_{\max\ p}.$$

2.4. Вибір посадки підшипників кочення

2.4.1 ГОСТ 520–71 передбачає п’ять класів точності підшипників кочення (у порядку підвищення точності): 0, 6, 5, 4, 2.

Квалітети точності для валів та отворів корпусів у залежності від класу точності підшипників надані в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Клас точності підшипника	Квалітет точності валу	Квалітет точності отвору корпуса
0, 6	6	7
5, 4	5	6

Вибір посадок у з’єднанні внутрішнього кільця підшипника з валом та зовнішнього кільця з отвором у корпусі виконується в залежності від виду навантаження кілець підшипника.

У переважній більшості пристроїв з підшипниками кочення нерухоме кільце (як правіло зовнішнє) навантажено місцево, а те, що обертається, – циркуляційно.

2.4.2 При місцевому навантаженні зовнішнього кільця підшипника відхилення отвору корпуса вибирається в залежності від характеру навантаження та конструктивних характеристик підшипникового вузла за таблицею 2.5.

Відхилення діаметра зовнішнього кільця підшипника визначається за ГОСТ 520-71 (додаток В) у залежності від класу точності підшипника.

Таблиця 2.5

Діаметр зовнішнього кільця підшипника, *мм*	Основні відхилення отворів			
	Навантаження спокійне з помірними поштовхами		Навантаження з ударами та вібрацією	
	корпус нерознімний	корпус рознімний	корпус нерознімний	корпус рознімний
До 80	*H*	*H*	J_s	J_s
Від 80 до 260	*G*	*H*	*H*	J_s
Від 260 до 500	*G*	*H*	*H*	J_s

2.4.3 При циркуляційному навантаженні внутрішнього кільця підшипника кочення основне відхилення вала, що з'єднується з кільцем підшипника, вибирається за таблицею 2.6 у залежності від інтенсивності навантаження, $\frac{H}{мм}$,

$$P_R = \frac{R}{B - 2r} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \qquad (2.19)$$

де R – радіальна реакція опори на підшипник, *Н*;

B – ширина підшипника, *мм*;

r – радіус закруглення чи ширина фаски кільця підшипника, *мм*;

K_1 – динамічний коефіцієнт посадки, який залежить від навантаження (K_1= 1 при помірних поштовхах, K_1= 1,8 при сильних поштовхах);

K_2 – коефіцієнт, який ураховує ступінь послаблення посадочного натягу при полом валі чи тонкостінному корпусі (K_2= 1 при суцільному валі);

K_3 – коефіцієнт нерівномірності розподілення радіального навантаження між рядами роликів у двохрядних роликопідшипниках при існуванні осьового навантаження на опору(K_3= 1 для однорядних підшипників).

Відхилення діаметра внутрішнього кільця підшипника визначається за ГОСТ 520-71 у залежності від класу точності підшипника.

Таблиця 2.6

Діаметр внутрішнього кільця підшипника, *мм*	Інтенсивність навантаження *R*, *Н/мм*			
	Основне відхилення вала			
	j_s	k	m	N
Від 18 до 80	До 300	300 –1500	1350 – 1600	1600 – 3000
Від 80 до 180	До 550	550 – 2000	2000 – 2500	2500 – 4000
Від 180 до 360	До 700	700 – 3000	3000 – 3500	3500 – 6000
Від 360 до 630	До 900	900 – 3400	3400 –4500	4500 – 8000

2.5 Вибір посадки шпонкового з’єднання

У машинобудуванні найбільш широко застосовуються з’єднання з призматичними шпонками (рисунок 2.4). При виконанні завдання необхідно визначити основні розміри шпонки, шпонкових пазів вала та втулки; вибрати посадки, визначити за таблицями ЄСДП відхилення всіх основних розмірів та накреслити схему розташування полів допусків по ширині шпонки b, виконати ескіз шпонкового з’єднання з позначенням основних розмірів та полів допусків у буквеному та цифровому виразах.

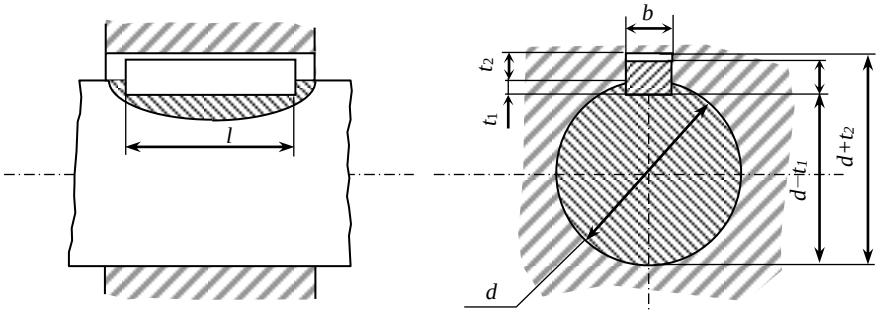


Рисунок 2.4

2.5.1 Розміри шпонок та шпонкових пазів, граничні відхилення нормуються за ГОСТ 23360 – 78 (додаток Г).

2.5.2 Граничні відхилення розміру по ширині шпонки приймають по $h9$ (додаток А).

2.5.3 Вибір посадки шпонки проводиться в залежності від характеру з’єднання та виду виробництва, для якого вона призначена. Граничні відхилення розмірів по ширині паза вала та втулки наведені в таблиці 2.7.

2.5.4 Граничне відхилення по висоті шпонки по $h11$ (додаток Г).

2.5.5 Довжину шпонки прийняти з урахуванням масштабу за кресленням завдання.

Граничні відхилення по довжині шпонки прийняти $h14$ та по довжині паза – по $H15$ (додаток А).

2.5.6 Граничні відхилення глибини паза на валу t_1 та у втулці t_2 прийняти за ГОСТ 23360 – 78 (додаток Г).

Таблиця 2.7

Тип з’єднання	Граничні відхилення розмірів по ширині	
	на валу	у втулці
Вільне (для напрямних шпонок)	*H9*	*D10*
Нормальне (для крупносерійного та масового виробництва)	*N9*	J_s9
Щільне (для одиничного та серійного виробництва)	*P9*	*P9*

2.6 Виконання креслення вала редуктора

Конструктор при проектуванні деталі повинен виходити з того, що похибки параметрів не тільки неминучі, але й допустимі у визначених межах, при яких деталь ще задовольняє вимоги правильного складання та функціонування машини.

Названі допустимі похибки у вигляді допусків виготовлення повинні бути вказані на кресленні.

На кресленнях валів задають сполучені, ланцюгові та вільні (несполучені) розміри.

На сполучені розміри задають поля допусків у відповідності до заданих чи обраних при виконанні завдання посадок та вказаних на складальному кресленні.

Граничні відхилення розмірів відносно низької точності (від 12-го квалітету та грубіше), які багаторазово повторюються, на креслення не наносять, а вказують у технічних вимогах записом за ГОСТ 25670 – 83, наприклад, «Не вказані граничні відхилення розмірів: отворів $+t$, валів $– t$, інших $\pm t/2$ клас точності «середній» («грубий», «точний») за ГОСТ 25670–83» чи «Не вказані граничні відхилення розмірів: отворів по $H14$, валів по $h14$, інших $\pm IT14/2$».

Для забезпечення необхідної точності параметрів деталі, її працездатності та довговічності на кресленнях необхідно вказувати не тільки граничні відхилення розмірів, але й у випадках необхідності, допуски форм та розташування. Правильне і більш повне нормування точності форми та розташування поверхонь, які сприяють підвищенню точності геометрії деталей при їх виготовленні та контролі.

Допуски форм та розташування поверхонь указують на кресленнях умовними знаками за ГОСТ 3.308–79 (таблиця 2.8).

Графічні знаки допусків форми та розташування поверхонь, їх числові значення та позначення баз розміщають у рамці, яка розділяється на дві чи три частини (рисунок 2.5). У першій частині розміщають знак форми чи розташування, у другій – числове значення допуску, у третій – позначення бази.

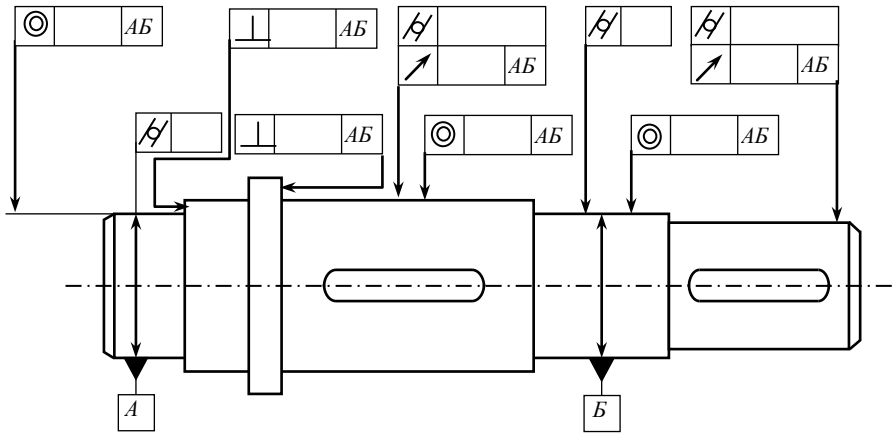


Рисунок 2.5

Базові осі та поверхні позначають на кресленнях деталей у відповідності до ГОСТ 2.308 –79 рівнобічним закресленим трикутником, який з’єднаний з рамкою, у якій записується позначення бази великою літерою.

Числові значення допусків форм та розташування поверхонь установлюють за ГОСТ 24643 – 81.

На рисунку 2.6 показаний приклад зазначення відхилень форми на розташування поверхонь елементів вала. Призначення кожного з допусків форми та розташування, а також рекомендації до вибору допусків наведені у таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

Допуск	Позначення		Для підшипників	Для зубчастих коліс	Для черв'ячних коліс
Циліндричності	⌭	Призначення	Обмеження відхилень геометричної форми посадочних поверхонь, тим самим обмеження відхилень геометричної форм доріжок кочення кілець підшипника	Обмеження концентрації тиску при перехідній посадці чи посадці з натягом	
		Рекомендації	T=0,3T, де Т – допуск розміру поверхні		
Співвісності	◎	Призначення	Обмеження перекосу коліс	Забезпечення норми кінематичної точності і норми контакту зубців	
		Рекомендації	Для кулькових, радіально-упорних: 18–30 мм Т=25 мкм 30–50 мм Т=30 мкм 50–120 мм Т=40 мкм для конічних роликових: 18–30 мм Т=10 мкм 30–50 мм Т=12 мкм 50–120 мм Т=16 мкм	Для 7–8-го ступеня точності 18–30 мм Т=16 мкм 30–50 мм Т=20 мкм 50-120 мм Т=25 мкм	Для 7–8-го ступеня точності 18–30 мм Т=25 мкм 30–50 мм Т=30 мкм 50-120 мм Т=40 мкм
Радіального	↗	Призначення	Для забезпечення нормальної роботи	Для забезпечення нормальної роботи	
		Рекомендації	При швидкості < 2 м/с T=2,0T 2–6 м/с T=1,4T 6-10 м/с T=1,0T >10 м/с T=0,7T		
Перпендикулярності	⊥	Призначення	Зменшення перекосу коліс і порушення геометричної форми доріжки внутрішнього кільця підшипника		
		Рекомендації	Для кулькових, радіально-упорних: 25–40 мм Т=20 мкм 40–63 мм Т=25 мкм 63–100 мм Т=30 мкм для конічних роликових: 18–30 мм Т=8 мкм 30–50 мм Т=10 мкм 50–120 мм Т=12 мкм	для 7–8-го ступеня точності 25–40 мм Т=8 мкм 40–63 мм Т=10 мкм 63–100 мм Т=12 мкм	для 7–8-го ступеня точності 25–40 мм Т=12 мкм 40–63 мм Т=16 мкм 63–100 мм Т=20 мкм

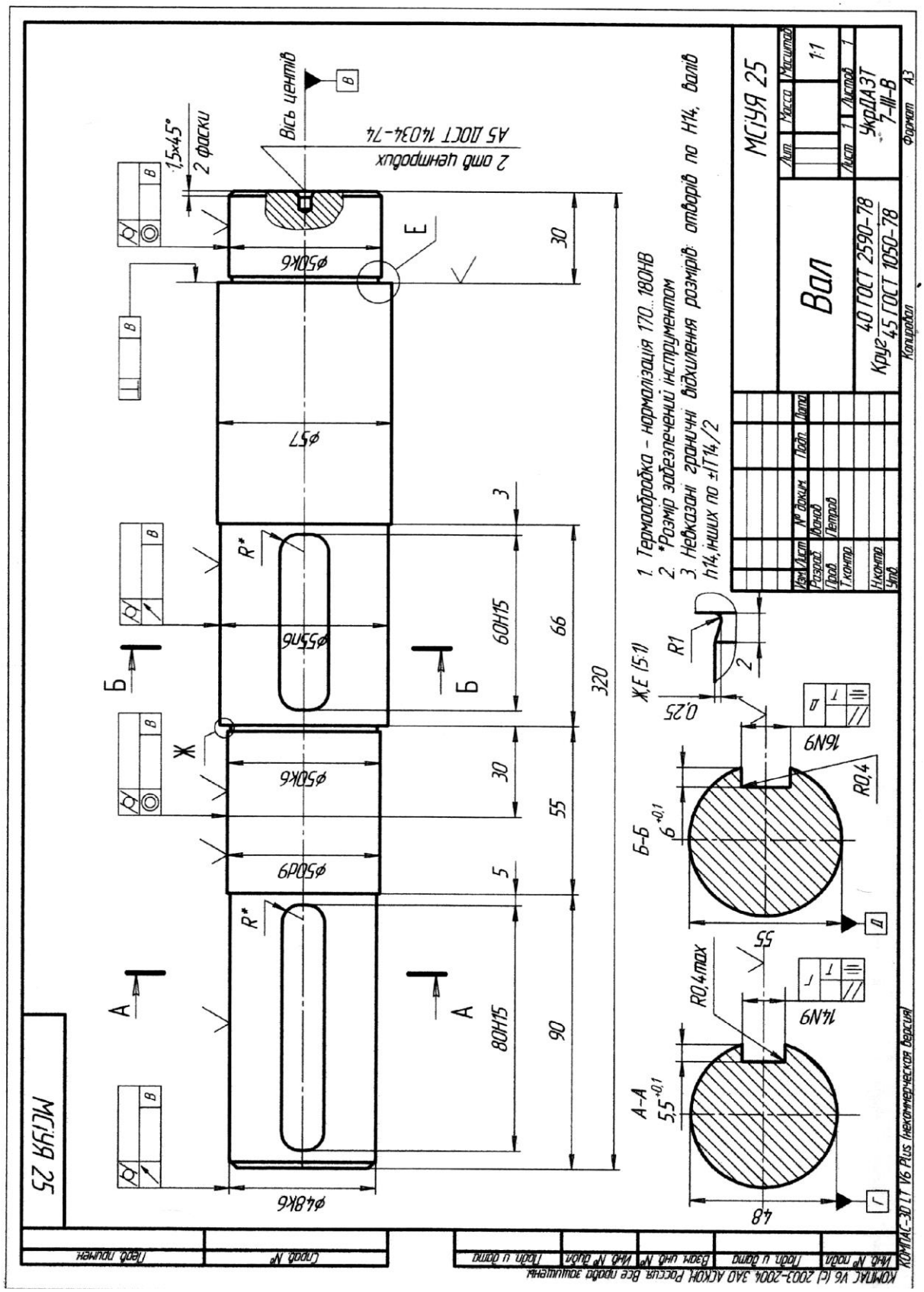

МСІУЯ 25
Вал
40 ГОСТ 2590-78
Круг 45 ГОСТ 1050-78
УкрДАЗТ
7-III-В
1. Термообробка - нормалізація 170...180НВ
2. *Розмір забезпечений інструментом
3. Невказані граничні відхилення розмірів: отворів по Н14, валів h14, інших по ±IT14/2
Вісь центів
2 отв центрових
А5 ДОСТ 14034-74
1,5×45°
2 фаски
ø50k6
ø57
ø55n6
ø50k6
ø50d9
ø48k6
60H15
80H15
320
Ж,Е (5:1)
Б-Б
А-А
16N9
14N9
R0,4
R0,4max
КОМПАС-3D LT V6 Plus (некоммерческая версия)

Рисунок 2.6

Положення шпонкового паза відносно твірної обмежують допуски: на паралельність – $0{,}5T_{ш.п.}$, на симетричність – $0{,}2T_{ш.п.}$, де $T_{ш.п.}$– допуск на ширину шпонкового паза.

Шорсткість поверхні відіграє важливу роль у рухомих та нерухомих з'єднаннях, значною мірою впливає на тертя та знос деталей, які труться, а зменшення її вносить визначеність у характер з'єднання.

Шорсткість поверхні впливає також на міцність деталей, особливо при змінних навантаженнях.

З числа параметрів шорсткості, установлених за ГОСТ 2789–73, найчастіше застосовуються в машинобудуванні такі: R_z – висота нерівностей профілю за десятьма точками, R_a – середньоарифметичне відхилення профілю, *мкм*.

Найбільш повну інформацію про поверхню деталі дає параметр R_a. У зв'язку з цим він є головним з висотних параметрів шорсткості і його задають на всі сполучені та чисто оброблені несполучені поверхні деталей.

Позначення шорсткості поверхонь на кресленні деталі розташовують по лініях контуру, на винесених лініях у безпосередній близькості від розмірної лінії чи на поличках ліній-виносок, при нестачі місця – на розмірній лінії чи на її подовженні.

Позначення переважної шорсткості вказують у правому верхньому куті поля креслення.

Числові значення R_a для посадочних поверхонь валів приймають у залежності від квалітету точності за таблицею 2.9.

Вибір числових параметрів шорсткості повинен проводитись у відповідності до умов роботи виробу та вимог експлуатації нормованої поверхні. Треба враховувати і можливість забезпечення заданих вимог до шорсткості раціональними методами обробки (таблиця 2.10).

Таблиця 2.9

Призначення		Діапазон розмірів	R_a, *мкм*
Посадочні поверхні валів	для 6-го та 7-го квалітетів	18 –50 *мм* 50 – 120 *мм*	0,8 1,6
	для 8-го квалітету	18 –50, *мм* 50 – 120, *мм*	0,8 3,2
Торці заплечиків валів для базування	підшипників кочення 0-го та 6-го класу точності		1,6
	Зубчастих, черв'ячних коліс	При відношенні $\frac{l}{d} \le 0{,}8$	1,6
		При відношенні $\frac{l}{d} > 0{,}8$	3,2
Канавки, фаски, радіуси галтелей на валах			6,3
Поверхня шпонкових пазів на валах	робоча		6,3
	неробоча		12,5

Таблиця 2.10

Вид обробки		R_z, *мкм*	R_a, *мкм*
Обточування	Чистове	6,3...12,5	1,6...3,2
	Тонке	1,25...3,2	0,32...0,8
Шліфування	Чистове	3,2...6,3	0,8...1,6
	Тонке	0,63...1,25	0,16...0,32

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

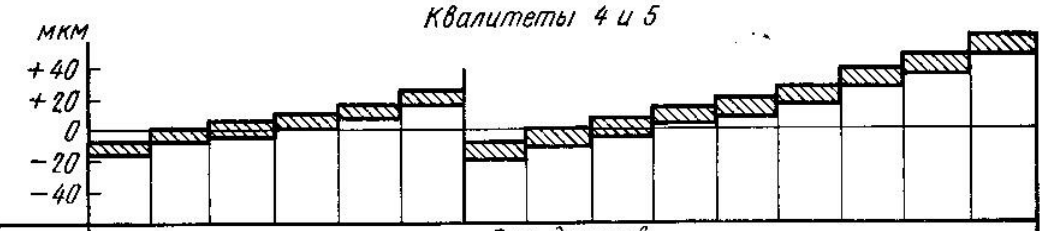
1 Мягков В.Д. Допуски и посадки: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1978.

2 Болдин Л.А. Основы взаимозаменяемости и стандартизации в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1984.

3 Мороз В.І, Єгоров В.Г., Смагін В.К., Теслік А.Г. Метрологія, стандартизація і сертифікація. – Харків: ХарДАЗТ, 2000.

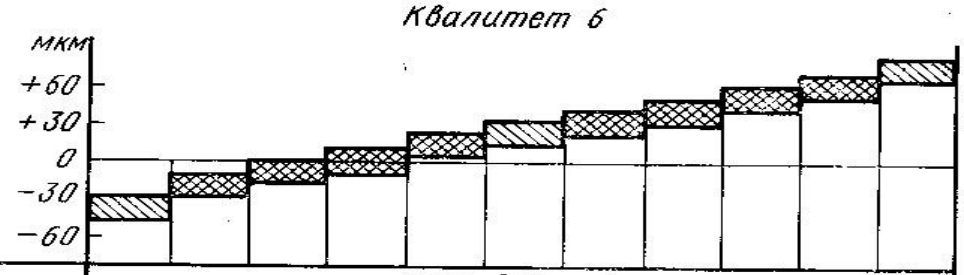
ДОДАТОК А

Допуски розмірів



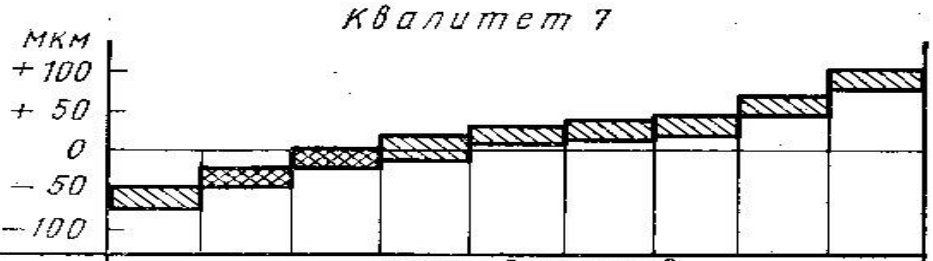
Интервал размеров, мм	Поля допусков														
	g4	h4	j_s4	k4	m4	n4	g5	h5	j_s5	k5	m5	n5	p5	r5	s5
	Предельные отклонения, мкм														
От 1 до 3	−2 −5	0 −3	+1,5 −1,5	+3 0	+5 +2	+7 +4	−2 −6	0 −4	+2,0 −2,0	+4 0	+6 +2	+8 +4	+10 +6	+14 +10	+18 +14
Свыше 3 до 6	−4 −8	0 −4	+2,0 −2,0	+5 +1	+8 +4	+12 +8	−4 −9	0 −5	+2,5 −2,5	+6 +1	+9 +4	+13 +8	+17 +12	+20 +15	+24 +19
Свыше 6 до 10	−5 −9	0 −4	+2,0 −2,0	+5 +1	+10 +6	+14 +10	−5 −11	0 −6	+3,0 −3,0	+7 +1	+12 +6	+16 +10	+21 +15	+25 +19	+29 +23
Свыше 10 до 14	−6	0	+2,5	+6	+12	+17	−6	0	+4,0	+9	+15	+20	+26	+31	+36
Свыше 14 до 18	−11	−5	−2,5	+1	+7	+12	−14	−8	−4,0	+1	+7	+12	+18	+23	+28
Свыше 18 до 24	−7	0	+3,0	+8	+14	+21	−7	0	+4,5	+11	+17	+24	+31	+37	+44
Свыше 24 до 30	−13	−6	−3,0	+2	+8	+15	−16	−9	−4,5	+2	+8	+15	+22	+28	+35
Свыше 30 до 40	−9	0	+3,5	+9	+16	+24	−9	0	+5,5	+13	+20	+28	+37	+45	+54
Свыше 40 до 50	−16	−7	−3,5	+2	+9	+17	−20	−11	−5,5	+2	+9	+17	+26	+34	+43
Свыше 50 до 65	−10	0	+4,0	+10	+19	+28	−10	0	+6,5	+15	+24	+33	+45	+54 +41	+66 +53
Свыше 65 до 80	−18	−8	−4,0	+2	+11	+20	−23	−13	−6,5	+2	+11	+20	+32	+56 +43	+72 +59
Свыше 80 до 100	−12	0	+5,0	+13	+23	+33	−12	0	+7,5	+18	+28	+38	+52	+66 +51	+86 +71
Свыше 100 до 120	−22	−10	−5,0	+3	+13	+23	−27	−15	−7,5	+3	+13	+23	+37	+69 +54	+94 +79
Свыше 120 до 140														+81 +63	+110 +92
Свыше 140 до 160	−14 −26	0 −12	+6,0 −6,0	+15 +3	+27 +15	+39 +27	−14 −32	0 −18	+9,0 −9,0	+21 +3	+33 +15	+45 +27	+61 +43	+83 +65	+118 +100
Свыше 160 до 180														+86 +68	+126 +108
Свыше 180 до 200														+97 +77	+142 +122
Свыше 200 до 225	−15 −29	0 −14	+7,0 −7,0	+18 +4	+31 +17	+45 +31	−15 −35	0 −20	+10,0 −10,0	+24 +4	+37 +17	+51 +31	+70 +50	+100 +80	+150 +130
Свыше 225 до 250														+104 +84	+160 +140
Свыше 250 до 280	−17	0	+8,0	+20	+36	+50	−17	0	+11,5	+27	+43	+57	+79	+117 +94	+181 +158
Свыше 280 до 315	−33	−16	−8,0	+4	+20	+34	−40	−23	−11,5	+4	+20	+34	+56	+121 +98	+193 +170
Свыше 315 до 355	−18	0	+9,0	+22	+39	+55	−18	0	+12,5	+29	+46	+62	+87	+133 +108	+215 +190
Свыше 355 до 400	−36	−18	−9,0	+4	+21	+37	−43	−25	−12,5	+4	+21	+37	+62	+139 +114	+233 +208
Свыше 400 до 450	−20	0	+10,0	+25	+43	+60	−20	0	+13,5	+32	+50	+67	+95	+153 +126	+259 +232
Свыше 450 до 500	−40	−20	−10,0	+5	+23	+40	−47	−27	−13,5	+5	+23	+40	+68	+159 +132	+279 +252

Продовження додатка А



Интервал размеров, мм	Поля допусков										
	f6	g6	h6	$js6$	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6
	Предельные отклонения, мкм										
От 1 до 3	−6 −12	−2 −8	0 −6	+3,0 −3,0	+6 0	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	—
Свыше 3 до 6	−10 −18	−4 −12	0 −8	+4,0 −4,0	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	—
Свыше 6 до 10	−13 −22	−5 −14	0 −9	+4,5 −4,5	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	—
Свыше 10 до 14	−16	−6	0	+5,5	+12	+18	+23	+29	+34	+39	—
Свыше 14 до 18	−27	−17	−11	−5,5	+1	+7	+12	+18	+23	+28	
Свыше 18 до 24	−20	−7	0	+6,5	+15	+21	+28	+35	+41	+48	—
Свыше 24 до 30	−33	−20	−13	−6,5	+2	+8	+15	+22	+28	+35	+54 +41
Свыше 30 до 40	−25	−9	0	+8,0	+18	+25	+33	+42	+50	+59	+64 +48
Свыше 40 до 50	−41	−25	−16	−8,0	+2	+9	+17	+26	+34	+43	+70 +54
Свыше 50 до 65	−30	−10	0	+9,5	+21	+30	+39	+51	+60 +41	+72 +53	+85 +66
Свыше 65 до 80	−49	−29	−19	−9,5	+2	+11	+20	+32	+62 +43	+78 +59	+94 +75
Свыше 80 до 100	−36	−12	0	+11,0	+25	+35	+45	+59	+73 +51	+93 +71	+113 +91
Свыше 100 до 120	−58	−34	−22	−11,0	+3	+13	+23	+37	+76 +54	+101 +79	+126 +104
Свыше 120 до 140									+88 +63	+117 +92	+147 +122
Свыше 140 до 160	−43 −68	−14 −39	0 −25	+12,5 −12,5	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+90 +65	+125 +100	+159 +134
Свыше 160 до 180									+93 +68	+133 +108	+171 +146
Свыше 180 до 200									+106 +77	+151 +122	+195 +166
Свыше 200 до 225	−50 −79	−15 −44	0 −29	+14,5 −14,5	+33 +4	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+109 +80	+159 +130	+209 +180
Свыше 225 до 250									+113 +84	+169 +140	+225 +196
Свыше 250 до 280	−56	−17	0	+16,0	+36	+52	+66	+88	+126 +94	+190 +158	+250 +218
Свыше 280 до 315	−88	−49	−32	−16,0	+4	+20	+34	+56	+130 +98	+202 +170	+272 +240
Свыше 315 до 355	−62	−18	0	+18,0	+40	+57	+73	+98	+144 +108	+226 +190	+304 +268
Свыше 355 до 400	−98	−54	−36	−18,0	+4	+21	+37	+62	+150 +114	+244 +208	+330 +294
Свыше 400 до 450	−68	−20	0	+20,0	+45	+63	+80	+108	+166 +126	+272 +232	+370 +330
Свыше 450 до 500	−108	−60	−40	−20,0	+5	+23	+40	+68	+172 +132	+292 +252	+400 +360

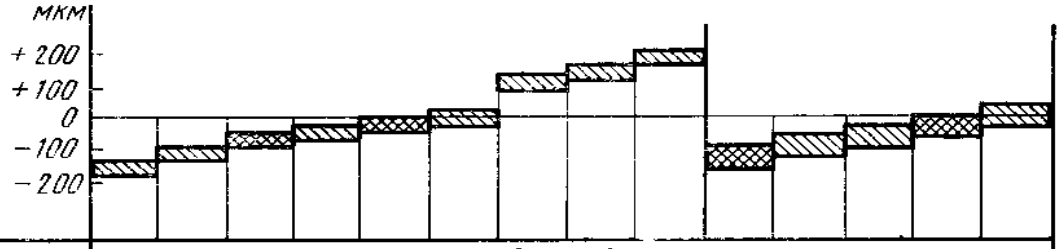
Продовження додатка А



Интервал размеров, мм	Поля допусков								
	e7	f7	h7	$js7$	k7	m7	n7	s7	u7
	Предельные отклонения, мкм								
от 1 до 3	−14 −24	−6 −16	0 −10	+5 −5	+10 0	—	+14 +4	+24 +14	+28 +18
Свыше 3 до 6	−20 −32	−10 −22	0 −12	+6 −6	+13 +1	+16 +4	+20 +8	+31 +19	+35 +23
Свыше 6 до 10	−25 −40	−13 −28	0 −15	+7 −7	+16 +1	+21 +6	+25 +10	+38 +23	+43 +28
Свыше 10 до 14	−32	−16	0	+9	+19	+25	+30	+46	+51
Свыше 14 до 18	−50	−34	−18	−9	+1	+7	+12	+28	+33
Свыше 18 до 24	−40	−20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62 +41
Свыше 24 до 30	−61	−41	−21	−10	+2	+8	+15	+35	+69 +48
Свыше 30 до 40	−50	−25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85 +60
Свыше 40 до 50	−75	−50	−25	−12	+2	+9	+17	+43	+95 +70
Свыше 50 до 65	−60	−30	0	+15	+32	+41	+50	+83 +53	+117 +87
Свыше 65 до 80	−90	−60	−30	−15	+2	+11	+20	+89 +59	+132 +102
Свыше 80 до 100	−72	−36	0	+17	+38	+48	+58	+106 +71	+159 +124
Свыше 100 до 120	−107	−71	−35	−17	+3	+13	+23	+114 +79	+179 +144
Свыше 120 до 140								+132 +92	+210 +170
Свыше 140 до 160	−85 −125	−43 −83	0 −40	+20 −20	+43 +3	+55 +15	+67 +27	+140 +100	+230 +190
Свыше 160 до 180								+148 +108	+250 +210
Свыше 180 до 200								+168 +122	+282 +236
Свыше 200 до 225	−100 −146	−50 −96	0 −46	+23 −23	+50 +4	+63 +17	+77 +31	+176 +130	+304 +258
Свыше 225 до 250								+186 +140	+330 +284
Свыше 250 до 280	−110	−56	0	+26	+56	+72	+86	+210 +158	+367 +315
Свыше 280 до 315	−162	−108	−52	−26	+4	+20	+34	+222 +170	+402 +350
Свыше 315 до 355	−125	−62	0	+28	+61	+78	+94	+247 +190	+447 +390
Свыше 355 до 400	−182	−119	−57	−28	+4	+21	+37	+265 +208	+492 +435
Свыше 400 до 450	−135	−68	0	+31	+68	+86	+103	+235 +232	+553 +490
Свыше 450 до 500	−198	−131	−63	−31	+5	+23	+40	+315 +252	+603 +540

Продовження додатка А

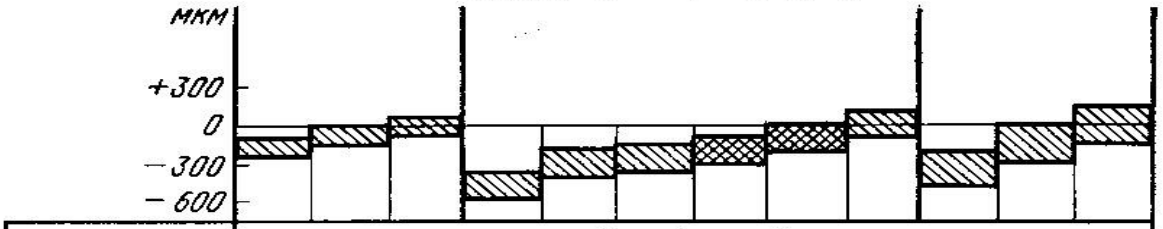
Квалитеты 8 и 9



Интервал размеров, мм	Поля допусков													
	c8	d8	e8	f8	h8	j_s8^X	u8	x8	z8	d9	e9	f9	h9	j_s9^X
	Предельные отклонения, мкм													
От 1 до 3	−60 −74	−20 −34	−14 −28	−6 −20	0 −14	+7 −7	+32 +18	+34 +20	+40 +26	−20 −45	−14 −39	−6 −31	0 −25	+12 −12
Свыше 3 до 6	−70 −88	−30 −48	−20 −38	−10 −28	0 −18	+9 −9	+41 +23	+46 +28	+53 +35	−30 −60	−20 −50	−10 −40	0 −30	+15 −15
Свыше 6 до 10	−80 −102	−40 −62	−25 −47	−13 −35	0 −22	+11 −11	+50 +28	+56 +34	+64 +42	−40 −76	−25 −61	−13 −49	0 −36	+18 −18
Свыше 10 до 14	−95	−60	−32	−16	0	+13	+60	+67 +40	+77 +50	−50	−32	−16	0	+21
Свыше 14 до 18	−122	−77	−59	−43	−27	−13	+33	+72 +45	+87 +60	−93	−75	−59	−43	−21
Свыше 18 до 24	−110	−65	−40	−20	0	+16	+74 +41	+87 +54	+106 +73	−65	−40	−20	0	+26
Свыше 24 до 30	−143	−98	−73	−53	−33	−16	+81 +48	+97 +64	+121 +88	−117	−92	−72	−52	−26
Свыше 30 до 40	−120 −159	−80	−50	−25	0	+19	+99 +60	+119 +80	+151 +112	−80	−50	−25	0	+31
Свыше 40 до 50	−130 −169	−119	−89	−64	−39	−19	+109 +70	+136 +97	+175 +136	−142	−112	−87	−62	−31
Свыше 50 до 65	−140 −186	−100	−60	−30	0	+23	+133 +87	+168 +122	+218 +172	−100	−60	−30	0	+37
Свыше 65 до 80	−150 −196	−146	−106	−76	−46	−23	+148 +102	+192 +146	+256 +210	−174	−134	−104	−74	−37
Свыше 80 до 100	−170 −224	−120	−72	−36	0	+27	+178 +124	+232 +178	+312 +258	−120	−72	−36	0	+43
Свыше 100 до 120	−180 −234	−174	−126	−90	−54	−27	+198 +144	+264 +210	+364 +310	−207	−159	−123	−87	−43
Свыше 120 до 140	−200 −263						+233 +170	+311 +248	+428 +365					
Свыше 140 до 160	−210 −273	−145 −208	−85 −148	−43 −106	0 −63	+31 −31	+253 +190	+343 +280	+478 +415	−145 −245	−85 −185	−43 −143	0 −100	+50 −50
Свыше 160 до 180	−230 −293						+273 +210	+373 +310	+528 +465					
Свыше 180 до 200	−240 −312						+308 +236	+422 +350	+592 +520					
Свыше 200 до 225	−260 −332	−170 −242	−100 −172	−50 −122	0 −72	+36 −36	+330 +258	+457 +385	+647 +575	−170 −285	−100 −215	−50 −165	0 −115	+57 −57
Свыше 225 до 250	−280 −352						+356 +284	+497 +425	+712 +640					
Свыше 250 до 280	−300 −381	−190	−110	−56	0	+40	+396 +315	+556 +475	+791 +710	−190	−110	−56	0	+65
Свыше 280 до 315	−330 −411	−271	−191	−137	−81	−40	+431 +350	+606 +525	+871 +790	−320	−240	−186	−130	−65
Свыше 315 до 355	−360 −449	−210	−125	−62	0	+44	+479 +390	+679 +590	+989 +900	−210	−125	−62	0	+70
Свыше 355 до 400	−400 −489	−299	−214	−151	−89	−44	+524 +435	+749 +660	+1089 +1000	−350	−265	−202	−140	−70
Свыше 400 до 450	−440 −537	−230	−135	−68	0	+48	+587 +490	+837 +740	+1197 +1100	−230	−135	−68	0	+77
Свыше 450 до 500	−480 −577	−327	−232	−165	−97	−48	+637 +540	+917 +820	+1347 +1250	−385	−290	−223	−155	−77

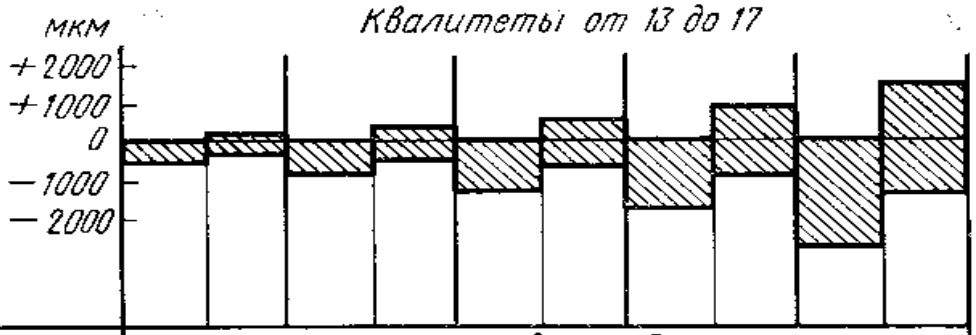
Продовження додатка А

Квалитеты от 10 до 12



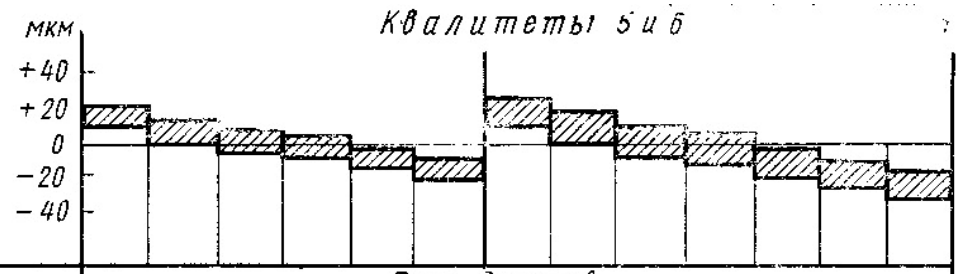
Интервал размеров, мм	Поля допусков											
	d10	h10	j_s10^x	a11	b11	c11	d11	h11	j_s11^x	b12	h12	j_s12^x
	Предельные отклонения, мкм											
От 1 до 3	−20 −60	0 −40	+20 −20	−270 −330	−140 −200	−60 −120	−20 −80	0 −60	+30 −30	−140 −240	0 −100	+50 −50
Свыше 3 до 6	−30 −78	0 −48	+24 −24	−270 −345	−140 −215	−70 −145	−30 −105	0 −75	+37 −37	−140 −260	0 −120	+60 −60
Свыше 6 до 10	−40 −98	0 −58	+29 −29	−280 −370	−150 −240	−80 −170	−40 −130	0 −90	+45 −45	−150 −300	0 −150	+75 −75
Свыше 10 до 14	−50	0	+35	−290	−150	−95	−50	0	+55	−150	0	+90
Свыше 14 до 18	−120	−70	−35	−400	−260	−205	−160	−110	−55	−330	−180	−90
Свыше 18 до 24	−65	0	+42	−300	−160	−110	−65	0	+65	−160	0	+105
Свыше 24 до 30	−149	−84	−42	−430	−290	−240	−195	−130	−65	−370	−210	−105
Свыше 30 до 40	−80	0	+50	−310 −470	−170 −330	−120 −280	−80	0	+80	−170 −420	0	+125
Свыше 40 до 50	−180	−100	−50	−320 −480	−180 −340	−130 −290	−240	−160	−80	−180 −430	−250	−125
Свыше 50 до 65	−100	0	+60	−340 −530	−190 −380	−140 −330	−100	0	+95	−190 −490	0	+150
Свыше 65 до 80	−220	−120	−60	−360 −550	−200 −390	−150 −340	−290	−190	−95	−200 −500	−300	−150
Свыше 80 до 100	−120	0	+70	−380 −600	−220 −440	−170 −390	−120	0	+110	−220 −570	0	+175
Свыше 100 до 120	−260	−140	−70	−410 −630	−240 −460	−180 −400	−340	−220	−110	−240 −590	−360	−175
Свыше 120 до 140				−460 −710	−260 −510	−200 −450				−260 −660		
Свыше 140 до 160	−145 −305	0 −160	+80 −80	−520 −770	−280 −530	−210 −460	−145 −395	0 −250	+125 −125	−280 −680	0 −400	+200 −200
Свыше 160 до 180				−580 −830	−310 −560	−230 −480				−310 −710		
Свыше 180 до 200				−660 −950	−340 −630	−240 −530				−340 −800		
Свыше 200 до 225	−170 −355	0 −185	+92 −92	−740 −1030	−380 −670	−260 −550	−170 −460	0 −290	+145 −145	−380 −840	0 −460	+230 −230
Свыше 225 до 250				−820 −1110	−420 −710	−280 −570				−420 −880		
Свыше 250 до 280	−190	0	+105	−920 −1240	−480 −800	−300 −620	−190	0	+160	−480 −1000	0	+260
Свыше 280 до 315	−400	−210	−105	−1050 −1370	−540 −860	−330 −650	−510	−320	−160	−540 −1060	−520	−260
Свыше 315 до 355	−210	0	+115	−1200 −1560	−600 −960	−360 −720	−210	0	+180	−600 −1170	0	+285
Свыше 355 до 400	−440	−230	−115	−1350 −1710	−680 −1040	−400 −760	−570	−360	−180	−680 −1250	−570	−285
Свыше 400 до 450	−230	0	+125	−1500 −1900	−760 −1160	−440 −840	−230	0	+200	−760 −1390	0	+315
Свыше 450 до 500	−480	−250	−125	−1650 −2050	−840 −1240	−480 −880	−630	−400	−200	−840 −1470	−630	−315

Продовження додатка А



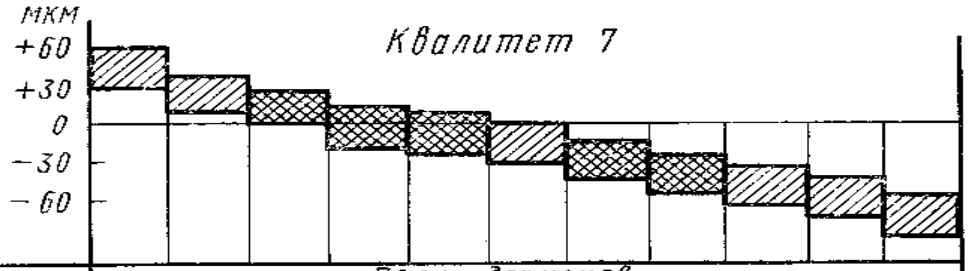
Интервал размеров, мм	Поля допусков									
	$h13^{x}$	$js13^{x}$	$h14^{x}$	$js14^{x}$	$h15^{x}$	$js15^{x}$	$h16^{x}$	$js16^{x}$	$h17^{x}$	$js17^{x}$
	Предельные отклонения, мкм									
От 1 до 3	0 −140	+70 −70	0 −250	+125 −125	0 −400	+200 −200	0 −600	+300 −300	0 −1000	+500 −500
Свыше 3 до 6	0 −180	+90 −90	0 −300	+150 −150	0 −480	+240 −240	0 −750	+375 −375	0 −1200	+600 −600
Свыше 6 до 10	0 −220	+110 −110	0 −360	+180 −180	0 −580	+290 −290	0 −900	+450 −450	0 −1500	+750 −750
Свыше 10 до 14 Свыше 14 до 18	0 −270	+135 −135	0 −430	+215 −215	0 −700	+350 −350	0 −1100	+550 −550	0 −1800	+900 −900
Свыше 18 до 24 Свыше 24 до 30	0 −330	+165 −165	0 −520	+260 −260	0 −840	+420 −420	0 −1300	+650 −650	0 −2100	+1050 −1050
Свыше 30 до 40 Свыше 40 до 50	0 −390	+195 −195	0 −620	+310 −310	0 −1000	+500 −500	0 −1600	+800 −800	0 −2500	+1250 −1250
Свыше 50 до 65 Свыше 65 до 80	0 −460	+230 −230	0 −740	+370 −370	0 −1200	+600 −600	0 −1900	+950 −950	0 −3000	+1500 −1500
Свыше 80 до 100 Свыше 100 до 120	0 −540	+270 −270	0 −870	+435 −435	0 −1400	+700 −700	0 −2200	+1100 −1100	0 −3500	+1750 −1750
Свыше 120 до 140 Свыше 140 до 160 Свыше 160 до 180	0 −630	+315 −315	0 −1000	+500 −500	0 −1600	+800 −800	0 −2500	+1250 −1250	0 −4000	+2000 −2000
Свыше 180 до 200 Свыше 200 до 225 Свыше 225 до 250	0 −720	+360 −360	0 −1150	+575 −575	0 −1850	+925 −925	0 −2900	+1450 −1450	0 −4600	+2300 −2300
Свыше 250 до 280 Свыше 280 до 315	0 −810	+405 −405	0 −1300	+650 −650	0 −2100	+1050 −1050	0 −3200	+1600 −1600	0 −5200	+2600 −2600
Свыше 315 до 355 Свыше 355 до 400	0 −890	+445 −445	0 −1400	+700 −700	0 −2300	+1150 −1150	0 −3600	+1800 −1800	0 −5700	+2850 −2850
Свыше 400 до 450 Свыше 450 до 500	0 −970	+485 −485	0 −1550	+775 −775	0 −2500	+1250 −1250	0 −4000	+2000 −2000	0 −6300	+3150 −3150

Продовження додатка А



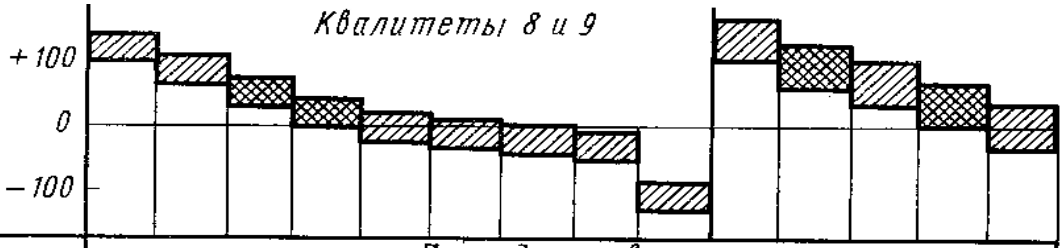
Интервал размеров, мм	Поля допусков												
	G5	H5	J_s5	K5	M5	N5	G6	H6	J_s6	K6	M6	N6	P6
	Предельные отклонения, мкм												
От 1 до 3	+6 +2	+4 0	+2,0 −2,0	0 −4	−2 −6	−4 −8	+8 +2	+6 0	+3,0 −3,0	0 −6	−2 −8	−4 −10	−6 −12
Свыше 3 до 6	+9 +4	+5 0	+2,5 −2,5	−0 −5	−3 −8	−7 −12	+12 +4	+8 0	+4,0 −4,0	+2 −6	−1 −9	−5 −13	−9 −17
Свыше 6 до 10	+11 +5	+6 0	+3,0 −3,0	+1 −5	−4 −10	−8 −14	+14 +5	+9 0	+4,5 −4,5	+2 −7	−3 −12	−7 −16	−12 −21
Свыше 10 до 14	+14	+8	+4,0	+2	−4	−9	+17	+11	+5,5	+2	−4	−9	−15
Свыше 14 до 18	+6	0	−4,0	−6	−12	−17	+6	0	−5,5	−9	−15	−20	−26
Свыше 18 до 24	+16	+9	+4,5	+1	−5	−12	+20	+13	+6,5	+2	−4	−11	−18
Свыше 24 до 30	+7	0	−4,5	−8	−14	−21	+7	0	−6,5	−11	−17	−24	−31
Свыше 30 до 40	+20	+11	+5,5	+2	−5	−13	+25	+16	+8,0	+3	−4	−12	−21
Свыше 40 до 50	+9	0	−5,5	−9	−16	−24	+9	0	−8,0	−13	−20	−28	−37
Свыше 50 до 65	+23	+13	+6,5	+3	−6	−15	+29	+19	+9,5	+4	−5	−14	−26
Свыше 65 до 80	+10	0	−6,5	−10	−19	−28	+10	0	−9,5	−15	−24	−33	−45
Свыше 80 до 100	+27	+15	+7,5	+2	−8	−18	+34	+22	+11,0	+4	−6	−16	−30
Свыше 100 до 120	+12	0	−7,5	−13	−23	−33	+12	0	−11,0	−18	−28	−38	−52
Свыше 120 до 140													
Свыше 140 до 160	+32 +14	+18 0	+9,0 −9,0	+3 −15	−9 −27	−21 −39	+39 +14	+25 0	+12,5 −12,5	+4 −21	−8 −33	−20 −45	−36 −61
Свыше 160 до 180													
Свыше 180 до 200													
Свыше 200 до 225	+35 +15	+20 0	+10,0 −10,0	+2 −18	−11 −31	−25 −45	+44 +15	+29 0	+14,5 −14,5	+5 −24	−8 −37	−22 −51	−41 −70
Свыше 225 до 250													
Свыше 250 до 280	+40	+23	+11,5	+3	−13	−27	+49	+32	+16,0	+5	−9	−25	−47
Свыше 280 до 315	+17	0	−11,5	−20	−36	−50	+17	0	−16,0	−27	−41	−57	−79
Свыше 315 до 355	+43	+25	+12,5	+3	−14	−30	+54	+36	+18,0	+7	−10	−26	−51
Свыше 355 до 400	+18	0	−12,5	−22	−39	−55	+18	0	−18,0	−29	−46	−62	−87
Свыше 400 до 450	+47	+27	+13,5	+2	−16	−33	+60	+40	+20,0	+8	−10	−27	−55
Свыше 450 до 500	+20	0	−13,5	−25	−43	−60	+20	0	−20,0	−32	−50	−67	−95

Продовження додатка А



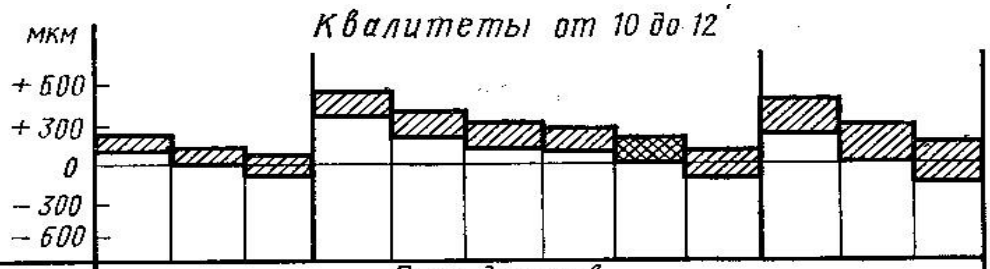
Интервал размеров, мм	Поля допусков										
	F7	G7	H7	J_S 7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7
	Предельные отклонения, мкм										
От 1 до 3	+16 + 6	+ 12 + 2	+ 10 0	+ 5 − 5	0 −10	− 2 −12	− 4 −14	− 6 −16	− 10 − 20	− 14 − 24	—
Свыше 3 до 6	+22 +10	+16 + 4	+12 0	+ 6 − 6	+ 3 − 9	0 −12	− 4 −16	− 8 −20	− 11 − 23	− 15 − 27	—
Свыше 6 до 10	+28 +13	+20 + 5	+15 0	+ 7 − 7	+ 5 −10	0 −15	− 4 −19	− 9 −24	− 13 − 28	− 17 − 32	—
Свыше 10 до 14	+34 +16	+24 + 6	+18 0	+ 9 − 9	+ 6 −12	0 −18	− 5 −23	−11 −29	− 16 − 34	− 21 −39	—
Свыше 14 до 18											
Свыше 18 до 24	+41 +20	+28 + 7	+21 0	+10 −10	+ 6 −15	0 −21	− 7 −28	−14 −35	− 20 − 41	− 27 −48	—
Свыше 24 до 30											− 33 − 54
Свыше 30 до 40	+50 +25	+34 + 9	+25 0	+12 −12	+ 7 −18	0 −25	−8 −33	−17 −42	− 25 − 50	−34 −59	− 39 − 64
Свыше 40 до 50											− 45 − 70
Свыше 50 до 65	+60 +30	+40 +10	+30 0	+15 −15	+ 9 −21	0 −30	− 9 −39	−21 −51	− 30 − 60	− 42 − 72	− 55 − 85
Свыше 65 до 80									− 32 − 62	− 48 − 78	− 64 − 94
Свыше 80 до 100	+71 +36	+47 +12	+35 0	+17 −17	+10 −25	0 −35	−10 −45	−24 −59	− 38 − 73	− 58 − 93	− 78 −113
Свыше 100 до 120									− 41 − 76	− 66 −101	− 91 −126
Свыше 120 до 140	+83 +43	+54 +14	+40 0	+20 −20	+12 −28	0 −40	−12 −52	−28 −68	− 48 − 88	− 77 −117	−107 −147
Свыше 140 до 160									− 50 − 90	− 85 −125	−119 −159
Свыше 160 до 180									− 53 − 93	− 93 −133	−131 −171
Свыше 180 до 200	+96 +50	+61 +15	+46 0	+23 −23	+13 −33	0 −46	−14 −60	−33 −79	− 60 −106	−105 −151	−149 −195
Свыше 200 до 225									− 63 −109	−113 −159	−163 −209
Свыше 225 до 250									− 67 −113	−123 −169	−179 −225
Свыше 250 до 280	+108 + 56	+ 69 + 17	+52 0	+26 −26	+16 −36	0 −52	−14 −66	−36 −88	− 74 −126	−138 −190	−198 −250
Свыше 280 до 315									− 78 −130	−150 −202	−220 −272
Свыше 315 до 355	+119 + 62	+ 75 + 18	+57 0	+28 −28	+17 −40	0 −57	−16 −73	−41 −98	− 87 −144	−169 −226	−247 −304
Свыше 355 до 400									− 93 −150	−187 −244	−273 −330
Свыше 400 до 450	+131 + 68	+ 83 + 20	+63 0	+31 −31	+18 −45	0 −63	−17 −80	−45 −108	−103 −166	−209 −272	−307 −370
Свыше 450 до 500									− 109 − 172	−229 −292	−337 −400

Продовження додатка А



Интервал размеров, мм	Поля допусков													
	D8	E8	F8	H8	J_S8	K8	M8	N8	U8	D9	E9	F9	H9	J_S9^x
	Предельные отклонения, мкм													
От 1 до 3	+34 +20	+28 +14	+20 +6	+14 0	+7 −7	0 −14	—	−4 −18	−18 −32	+45 +20	+39 +14	+31 +6	+25 0	+12 −12
Свыше 3 до 6	+48 +30	+38 +20	+28 +10	+18 0	+9 −9	+5 −13	+2 −16	−2 −20	−23 −41	+60 +30	+50 +20	+40 +10	+30 0	+15 −15
Свыше 6 до 10	+62 +40	+47 +25	+35 +13	+22 0	+11 −11	+6 −16	+1 −21	−3 −25	−28 −50	+76 +40	+61 +25	+49 +13	+36 0	+18 −18
Свыше 10 до 14	+77	+59	+43	+27	+13	+8	+2	−3	−33	+93	+75	+59	+43	+21
Свыше 14 до 18	+50	+32	+16	0	−13	−19	−25	−30	−60	+50	+32	+16	0	−21
Свыше 18 до 24	+98	+73	+53	+33	+16	+10	+4	−3	−41 −74	+117	+92	+72	+52	+26
Свыше 24 до 30	+65	+40	+20	0	−16	−23	−29	−36	−48 −81	+65	+40	+20	0	−26
Свыше 30 до 40	+119	+89	+64	+39	+19	+12	+5	−3	−60 −99	+142	+112	+87	+62	+31
Свыше 40 до 50	+80	+50	+25	0	−19	−27	−34	−42	−70 −109	+80	+50	+25	0	−31
Свыше 50 до 65	+146	+106	+76	+46	+23	+14	+5	−4	−87 −133	+174	+134	+104	+74	+37
Свыше 65 до 80	+100	+60	+30	0	−23	−32	−41	−50	−102 −148	+100	+60	+30	0	−37
Свыше 80 до 100	+174	+126	+90	+54	+27	+16	+6	−4	−124 −178	+207	+159	+123	+87	+43
Свыше 100 до 120	+120	+72	+36	0	−27	−38	−48	−58	−144 −198	+120	+72	+36	0	−43
Свыше 120 до 140									−170 −233					
Свыше 140 до 160	+208	+148	+106	+63	+31	+20	+8	−4	−190	+245	+185	+143	+100	+50
Свыше 160 до 180	+145	+85	+43	0	−31	−43	−55	−67	−253 −210 −273	+145	+85	+43	0	−50
Свыше 180 до 200									−236 −308					
Свыше 200 до 225	+242	+172	+122	+72	+36	+22	+9	−5	−258	+285	+215	+165	+115	+57
Свыше 225 до 250	+170	+100	+50	0	−36	−50	−63	−77	−330 −284 −356	+170	+100	+50	0	−57
Свыше 250 до 280	+271	+191	+137	+81	+40	+25	+9	−5	−315 −396	+320	+240	+186	+130	+65
Свыше 280 до 315	+190	+110	+56	0	−40	−56	−72	−86	−350 −431	+190	+110	+56	0	−65
Свыше 315 до 355	+299	+214	+151	+89	+44	+28	+11	−5	−390 −479	+350	+265	+202	+140	+70
Свыше 355 до 400	+210	+125	+62	0	−44	−61	−78	−94	−435 −524	+210	+125	+62	0	−70
Свыше 400 до 450	+327	+232	+165	+97	+48	+29	+11	−6	−490 −587	+385	+290	+223	+155	+77
Свыше 450 до 500	+230	+135	+68	0	−48	−68	−86	−103	−540 −637	+230	+135	+68	0	−77

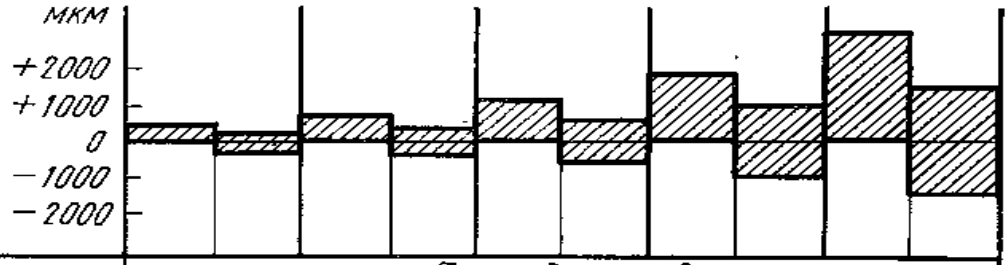
Продовження додатка А



Интервал размеров, мм	Поля допусков											
	D10	H10	J_s10^x	A11	B11	C11	D11	H11	J_s11^x	B12	H12	J_s12^x
	Предельные отклонения, мкм											
От 1 до 3	+ 60 + 20	+ 40 0	+ 20 – 20	+330 +270	+ 200 + 140	+ 120 + 60	+ 80 + 20	+ 60 0	+ 30 – 30	+ 240 + 140	+100 0	+ 50 – 50
Свыше 3 до 6	+ 78 + 30	+ 48 0	+ 24 – 24	+345 +270	+215 +140	+ 145 + 70	+105 + 30	+ 75 0	+ 37 – 37	+ 260 + 140	+120 0	+ 60 – 60
Свыше 6 до 10	+ 98 + 40	+ 58 0	+ 29 – 29	+370 +280	+240 +150	+ 170 + 80	+130 + 40	+ 90 0	+ 45 – 45	+ 300 + 150	+150 0	+ 75 – 75
Свыше 10 до 14	+120 + 50	+ 70 0	+ 35 – 35	+400 +290	+ 260 +150	+ 205 + 95	+160 + 50	+110 0	+ 55 – 55	+ 330 + 150	+ 180 0	+ 90 – 90
Свыше 14 до 18												
Свыше 18 до 24	+149 + 65	+ 84 0	+ 42 – 42	+430 +300	+ 290 +160	+ 240 + 110	+195 + 65	+130 0	+ 65 – 65	+ 370 + 160	+210 0	+105 –105
Свыше 24 до 30												
Свыше 30 до 40	+180 + 80	+100 0	+ 50 – 50	+470 +310	+ 330 + 170	+ 280 +120	+ 240 + 80	+160 0	+ 80 – 80	+420 + 170	+250 0	+125 –125
Свыше 40 до 50				+480 +320	+340 +180	+290 +130				+430 +180		
Свыше 50 до 65	+220 +100	+120 0	+ 60 – 60	+ 530 +340	+380 +190	+330 +140	+290 +100	+190 0	+ 95 – 95	+490 + 190	+300 0	+150 –150
Свыше 65 до 80				+ 550 +360	+390 +200	+340 +150				+ 500 + 200		
Свыше 80 до 100	+260 +120	+140 0	+ 70 – 70	+ 600 +380	+440 +220	+390 +170	+340 +120	+ 220 0	+110 –110	+ 570 + 220	+350 0	+175 –175
Свыше 100 до 120				+ 630 +410	+460 +240	+400 +180				+ 590 + 240		
Свыше 120 до 140	+305 +145	+160 0	+80 –80	+ 710 +460	+ 510 +260	+450 +200	+395 +145	+250 0	+125 –125	+ 660 + 260	+400 0	+200 –200
Свыше 140 до 160				+ 770 +520	+ 530 +280	+460 +210				+ 680 + 280		
Свыше 160 до 180				+ 830 +580	+560 +310	+ 480 +230				+ 710 + 310		
Свыше 180 до 200	+355 +170	+185 0	+ 92 – 92	+ 950 + 660	+630 +340	+530 +240	+ 460 +170	+ 290 0	+145 –145	+ 800 + 340	+460 0	+230 –230
Свыше 200 до 225				+1030 + 740	+ 670 +380	+550 +260				+ 840 +380		
Свыше 225 до 250				+1110 + 820	+ 710 +420	+570 +280				+ 880 +420		
Свыше 250 до 280	+400 +190	+210 0	+105 –105	+1240 + 920	+ 800 +480	+620 +300	+510 +190	+320 0	+160 – 160	+1000 +480	+520 0	+260 –260
Свыше 280 до 315				+1370 +1050	+ 860 +540	+ 650 +330				+1060 + 540		
Свыше 315 до 355	+440 +210	+230 0	+115 –115	+1560 +1200	+960 + 600	+ 720 + 360	+570 +210	+360 0	+180 –180	+1170 +600	+570 0	+285 –285
Свыше 355 до 400				+1710 +1350	+1040 + 680	+ 760 + 400				+1250 + 680		
Свыше 400 до 450	+480 +230	+250 0	+125 –125	+1900 +1500	+1160 + 760	+ 840 + 440	+ 630 +230	+400 0	+200 –200	+1390 + 760	+630 0	+ 315 – 315
Свыше 450 до 500				+2050 +1650	+1240 + 840	+ 880 + 480				+1470 + 840		

Продовження додатка А

Квалитеты от 13 до 17



Интервал размеров, мм	Поля допусков									
	H13 x	Js13 x	H14 x	Js14 x	H15 x	Js15 x	H16 x	Js16 x	H17 x	Js17 x
	Предельные отклонения, мкм									
От 1 до 3	+140 0	+70 −70	+250 0	+125 −125	+400 0	+200 −200	+600 0	+300 −300	+1000 0	+500 −500
Свыше 3 до 6	+180 0	+90 −90	+300 0	+150 −150	+480 0	+240 −240	+750 0	+375 −375	+1200 0	+600 −600
Свыше 6 до 10	+220 0	+110 −110	+360 0	+180 −180	+580 0	+290 −290	+900 0	+450 −450	+1500 0	+750 −750
Свыше 10 до 14	+270	+135	+430	+215	+700	+350	+1100	+550	+1800	+900
Свыше 14 до 18	0	−135	0	−215	0	−350	0	−550	0	−900
Свыше 18 до 24	+330	+165	+520	+260	+840	+420	+1300	+650	+2100	+1050
Свыше 24 до 30	0	−165	0	−260	0	−420	0	−650	0	−1050
Свыше 30 до 40	+390	+195	+620	+310	+1000	+500	+1600	+800	+2500	+1250
Свыше 40 до 50	0	−195	0	−310	0	−500	0	−800	0	−1250
Свыше 50 до 65	+460	+230	+740	+370	+1200	+600	+1900	+950	+3000	+1500
Свыше 65 до 80	0	−230	0	−370	0	−600	0	−950	0	−1500
Свыше 80 до 100	+540	+270	+870	+435	+1400	+700	+2200	+1100	+3500	+1750
Свыше 100 до 120	0	−270	0	−435	0	−700	0	−1100	0	−1750
Свыше 120 до 140										
Свыше 140 до 160	+630	+315	+1000	+500	+1600	+800	+2500	+1250	+4000	+2000
Свыше 160 до 180	0	−315	0	−500	0	−800	0	−1250	0	−2000
Свыше 180 до 200										
Свыше 200 до 225	+720	+360	+1150	+575	+1850	+925	+2900	+1450	+4600	+2300
Свыше 225 до 250	0	−360	0	−575	0	−925	0	−1450	0	−2300
Свыше 250 до 280	+810	+405	+1300	+650	+2100	+1050	+3200	+1600	+5200	+2600
Свыше 280 до 315	0	−405	0	−650	0	−1050	0	−1600	0	−2600
Свыше 315 до 355	+890	+445	+1400	+700	+2300	+1150	+3600	+1800	+5700	+2850
Свыше 355 до 400	0	−445	0	−700	0	−1150	0	−1800	0	−2850
Свыше 400 до 450	+970	+485	+1550	+775	+2500	+1250	+4000	+2000	+6300	+3150
Свыше 450 до 500	0	−485	0	−775	0	−1250	0	−2000	0	−3150

ДОДАТОК Б

Дані до розрахунку посадки з натягом

Таблиця Б.1

Матеріал	Сталь	Бронза	Чавун
Коефіцієнт лінійного розширення α	$12\cdot10^{-6}$	$17{,}5\cdot10^{-6}$	$11\cdot10^{-6}$
Модуль пружності *E, МПа*	$2{,}1\cdot10^{5}$	$1{,}0\cdot10^{5}$	$1{,}2\cdot10^{5}$
Коефіцієнт Пуассона, μ	0,3	0,35	0,25

Таблиця Б.2

Матеріал	Механічні характеристики матеріалів	
	Межа плинності σ_T,*МПа*	Межа міцності σ_B, *МПа*
Сталь		
Сталь 45	360	610 − 750
Сталь 40	340	580 − 700
Сталь 50	380	640 − 800
Сталь 40Х	650 − 900	730 − 1050
Сталь 20Х	400 − 650	720 − 850
Чавун	$0{,}75 \div 0{,}85\sigma_T$	180 − 320
Бронза	200	550

Таблиця Б.3

Матеріали	Коефіцієнт тертя (зчеплення) при повздовжньому зміщенні деталей	
	при складанні за допомогою преса	при складанні при термічній обробці
Сталь −сталь	0,085	0,14
Сталь − чавун		
Сталь − бронза	0,07	0,07

ДОДАТОК В

Допуски підшипників

Підшипники шарикові і роликові радіальні і шарикові радіально-упорні

Таблиця В.1

Кільця внутрішні																
Граничні відхилення	Клас точності	Допуски	0,6...2,5	2,5...10	10...18	18...30	30...50	50...80	80...120	120...180	180...250	250...315	315...400	400...500	500...630	630...800	800...1000
	0	Верхнє	0														
		Нижнє	–8	–8	–8	–10	–12	–15	–20	–25	–30	–35	–40	–45	–50	–75	–100
	6	Верхнє	0														
		Нижнє	–7	–7	–7	–8	–10	–12	–15	–18	–22	–25	–30	–35	–40		
	5	Верхнє	0														
		Нижнє	–5	–5	–5	–6	–8	–9	–10	–13	–15	–18	–23				
	4	Верхнє	0														
		Нижнє	–4	–4	–4	–5	–6	–7	–8	–10	–12						

Продовження додатка В

Таблиця В.2

Кільця зовнішні																
Граничні відхилення	Клас точності	Допуски	2,5...6	6...18	18...30	30...50	50...80	80...120	120...150	150...180	180...250	250...315	315...400	400...500	500...630	630...800	800...1000
	0	Верхнє	0														
		Нижнє	–8	–8	–9	–11	–13	–15	–18	–25	–30	–35	–40	–45	–50	–75	–100
	6	Верхнє	0														
		Нижнє	–7	–7	–8	–9	–11	–13	–15	–18	–20	–25	–28	–33	–38	–45	–60
	5	Верхнє	0														
		Нижнє	–5	–5	–6	–7	–9	–10	–11	–13	–15	–18	–20	–23	–28	–35	
	4	Верхнє	0														
		Нижнє	–4	–4	–5	–6	–7	–8	–9	–10	–11	–13	–15				

Підшипники роликові конічні

Таблиця В.3

Кільця внутрішні											
Граничні відхилення	Клас точності	Допуски	10...18	18...30	30...50	50...80	80...120	120…180	180...250	250..315	315...400
	0	Верхнє	0								
		Нижнє	–8	–10	–12	–15	–20	–25	–30	–35	–40
	6	Верхнє	0								
		Нижнє	–7	–8	–10	–12	–15	–18	–22	–25	–30
	5	Верхнє	0								
		Нижнє	–7	–8	–10	–12	–15	–18	–22	–25	–30
	4	Верхнє	0								
		Нижнє	–7	–8	–10	–12	–15	–18	–22	–25	–30

Продовження додатка В

Таблиця В.4

Кільця зовнішні													
Граничні відхилення	Клас точності		18...30	30...50	50...80	80...120	120...150	150…180	180…250	250…315	315...400	400...500	500...630
	0	Верхнє	0										
		Нижнє	–9	–11	–13	–15	–18	–25	–30	–35	–40	–45	–50
	6	Верхнє	0										
		Нижнє	–7	–8	–10	–12	–15	–18	–22	–25	–30		
	5	Верхнє	0										
		Нижнє	–7	–8	–10	–12	–15	–18	–22	–25	–30		
	4	Верхнє	0										
		Нижнє	–8	–9	–11	–13	–15	–18	–20	–25	–28	–33	

ДОДАТОК Г

Допуски шпонкового з’єднання

Таблиця Г.1

мм

Диаметр вала d	Сечение шпонки $b \times h$	Шпоночный паз										
		Ширина b					Глубина				Радиус закругления r_1 или фаска $s_1 \times 45°$	
		Свободное соединение		Нормальное соединение		Плотное соединение	Вал t_1		Втулка t_2			
		Вал (H9)	Втулка (D10)	Вал (N9)	Втулка (J_s9)	Вал и втулка (P9)	Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.	Не более	Не менее
От 6 до 8	2×2	+0,025 0	+0,060 +0,020	−0,004 −0,029	+0,012 −0,012	−0,006 −0,031	1,2	+0,1 0	1,0	+0,1 0	0,16	0,08
Св. 8 до 10	3×3						1,8		1,4			
Св. 10 до 12	4×4	+0,030 0	+0,078 +0,030	0 −0,030	+0,015 −0,015	−0,012 −0,042	2,5		1,8			
» 12 » 17	5×5						3,0		2,3		0,25	0,16
» 17 » 22	6×6						3,5		2,8			
Св. 22 до 30	8×7	+0,036 0	+0,098 +0,040	0 −0,036	+0,018 −0,018	−0,015 −0,051	4,0	+0,2 0	3,3	+0,2 0	0,4	0,25
» 30 » 38	10×8						5,0		3,3			
Св. 38 до 44	12×8	+0,043 0	+0,120 +0,050	0 −0,043	+0,021 −0,021	−0,018 −0,061	5,0		3,3			
» 44 » 50	14×9						5,5		3,8			
» 50 » 58	16×10						6,0		4,3			
» 58 » 65	18×11						7,0		4,4			
Св. 65 до 75	20×12	+0,052 0	+0,149 +0,065	0 −0,052	+0,026 −0,026	−0,022 −0,074	7,5		4,9		0,6	0,4
» 75 » 85	22×14						9,0		5,4			
» 85 » 95	25×14						9,0		5,4			
» 95 » 110	28×16						10,0		6,4			
Св. 110 до 130	32×18	+0,062 0	+0,180 +0,080	0 −0,062	+0,031 −0,031	−0,026 −0,088	11,0	+0,2 0	7,4	+0,2 0	0,6	0,4
» 130 » 150	36×20						12,0		8,4		1,0	0,7
» 150 » 170	40×22						13,0		9,4			
» 170 » 200	45×25						15,0		10,4			
» 200 » 230	50×28						17,0		11,4			
Св. 230 до 260	56×32	+0,074 0	+0,220 +0,100	0 −0,074	+0,037 −0,037	−0,032 −0,106	20,0	+0,3 0	12,4	+0,3 0	1,6	1,2
» 260 » 290	63×32						20,0		12,4			
Св. 290 до 330	70×36	+0,074 0	+0,220 +0,100	0 −0,074	+0,037 −0,037	−0,032 −0,106	22,0		14,4		2,5	2,0
» 330 » 380	80×40						25,0		15,4			
Св. 380 до 440	90×45	+0,087 0	+0,260 +0,120	0 −0,087	+0,043 −0,043	−0,037 −0,124	28,0		17,4			
» 440 » 500	100×50						31,0		19,5			