

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра механіки і проектування машин**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до виконання розрахунково-графічних  
та контрольних робіт**

**з дисциплін  
«МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ  
ТА ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ»  
та «МЕТРОЛОГІЯ І СТАНДАРТИЗАЦІЯ»**

**Частина 1**

**Харків – 2021**

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри механіки і проектування машин 22 лютого 2021 р., протокол № 7.

Укладачі:

доценти В. С. Тіщенко,  
С. В. Бобрицький

Рецензент

доц. О. А. Логвіненко

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Завдання до виконання контрольної роботи .....	4
2 Методичні вказівки до виконання роботи.....	27
2.1 Аналіз посадки типового з'єднання циліндричних деталей.....	27
2.2 Вибір і розрахунок посадки з натягом.....	29
2.3 Вибір посадки підшипників кочення.....	32
2.4 Вибір посадки шпонкового з'єднання.....	34
2.5 Виконання креслення вала редуктора.....	35
Список літератури.....	41
Додаток А. Поля допусків валів та отворів при номінальних розмірах від 1 до 500 мм. Граничні відхилення.....	42
Додаток Б. Характеристики матеріалів.....	53
Додаток В. Граничні відхилення кілець підшипників.....	54
Додаток Г. Розміри шпонок, елементів шпонкових пазів та їх граничні відхилення.....	56
Додаток Д. Приклад креслення вала.....	58

## ВСТУП

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

Відповідно до програми дисциплін «Метрологія, стандартизація та технічні вимірювання» та «Метрологія і стандартизація» розрахунково-графічна або контрольна робота складається із задач, які об'єднані переважно загальним функціональним призначенням складальної одиниці:

- 1) аналіз посадки типового з'єднання циліндричних деталей;
- 2) розрахунок та вибір посадки з натягом;
- 3) вибір посадок підшипників кочення;
- 4) вибір посадок шпонкового з'єднання;
- 5) виконання креслення вала редуктора.

У всіх контрольних роботах студент обирає 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». Розрахункову частину контрольної роботи студенти виконують відповідно до варіанта у вигляді розрахунково-пояснювальної записки на стандартних аркушах формату А4 і оформляють відповідно до вимог ЄСКД до текстових документів.

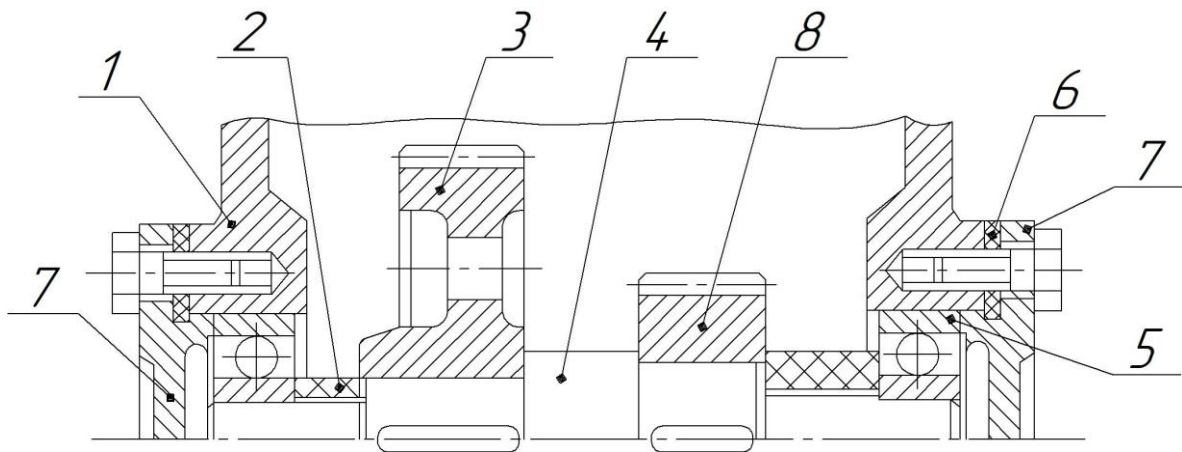
Графічну частину виконують на аркушах формату А3. Креслення вала редуктора повинно бути виконано відповідно до вимог, наведених у підрозділі 2.5.

### **1 ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ**

**Завдання 1. Виконати аналіз і вибір посадок деталей проміжного вала редуктора**

Зубчасте колесо 3 з несиметричною маточиною та отворами для зменшення маси та шестірня 8 розташовані на валу 4

ступінчастої 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 корпусу вони заглиблені на 3...5 мм. Між підшипниками та зубчастими колесами встановлюються кільця 2, які фіксують ці деталі в заданому положенні. Ступінь вала, на якому 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 завдяки цьому полегшується посадка колеса на вал. Кільця розташовуються на валу із зазором. Довжина ступеня вала під зубчасті колеса менша за довжину маточини на 3...5 мм для полегшення упору кілець у колеса. Підшипники фіксуються на валу накладними кришками 7, які кріпляться до корпусу редуктора гвинтами. Необхідний для нормальної роботи підшипника зазор досягається встановленням набору прокладок 6 між кришкою та корпусом. Ці прокладки запобігають витіканню мастила.



### Зміст роботи

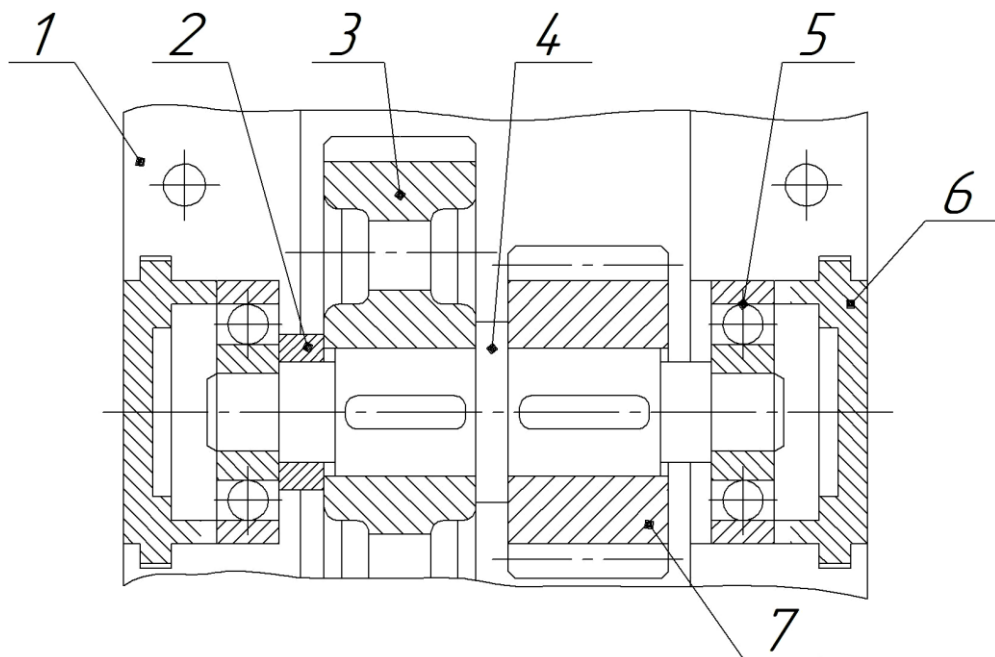
- 1 Визначити граничні розміри, поля допусків і квалітети. Побудувати схему полів допусків деталей 1 і 7.
- 2 Розрахувати і вибрати посадку з натягом деталей 3 і 4.
- 3 Вибрати посадки для підшипників кочення.
- 4 Вибрати і проаналізувати посадки шпонкового з'єднання.
- 5 Виконати на форматі А3 креслення вала.

Параметр	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Номінальний розмір і граничні відхилення з'єднання деталей I і 7	+0,025	+0,019	+0,029	+0,035	+0,04	+0,034	+0,143	+0,047	+0,087	+0,025
	47—	52—	72—	85—	80—	90—	130—	110—	120—	130—
	-0,08	-0,03	-0,03	-0,036	-0,019	-0,054	-0,085	-0,035	-0,036	-0,014
2 Номінальний розмір з'єднання деталей 3 і 4, мм Внутрішній діаметр вала $d_1$ , мм Діаметр маточини колеса $d_2$ , мм	20	25	40	50	42	40	75	53	65	70
	0	0	0	10	0	0	25	15	15	20
	35	40	60	70	65	70	100	70	75	90
Матеріал: вала колеса  Шорсткість поверхонь: вала $R_{zA}$ , мкм колеса $R_{zD}$ , мкм	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь
	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Чавун	Сталь	Чавун	Сталь	Чавун	Сталь
	6,3	6,3	3,2	3,2	6,3	10	6,3	3,2	6,3	10
Коефіцієнт тертя: при обертанні $f_1$ при зсуві $f_2$ Крутний момент $T$ , Н·м Осьова сила $F_a$ , Н	0,1	0,08	0,09	0,12	0,14	0,16	0,2	0,18	0,15	0,16
	0,08	0,09	0,1	0,1	0,12	0,12	0,14	0,16	0,15	0,14
	32	70	240	500	390	320	1200	500	580	720
3 Радіальне навантаження на підшипник $R$ , Н Підшипник Клас точності підшипника Характер навантаження	800	900	1200	1400	1000	1800	2200	1600	1500	2500
	4000	4500	6000	15000	12000	15000	30000	20000	18000	25000
	303	304	207	209	307	307	214	310	311	312
	0	6	4	0	6	5	4	4	0	6
	Помірні поштовхи	Помірні поштовхи	Удар	Удар	Помірні поштовхи	Помірні поштовхи	Удар	Удар	Удар	Помірні поштовхи

## Завдання 2. Виконати аналіз і вибір посадок деталей вала циліндричного редуктора

Зубчасте колесо 3 та шестірня 7 розташовані на валу 4 ступінчастої 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 корпусу вони заглиблюються на 3...5 мм. Зміщенню зубчастого колеса 3 від діючої на нього осьової сили перешкоджає кільце 2. Ступені вала, на яких розміщено 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 ступеня 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, які утримують мастило від витікання без встановлення прокладок.



Параметр	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Номінальний розмір і граничні відхилення з'єднання деталей 2 і 4	+0,013	+0,021	+0,064	+0,029	+0,134	+0,029	+0,046	+0,140	+0,076	+0,087
	28—	28—	+0,025	+0,01	+0,06	+0,010	—	—	+0,030	—
	-0,02	-0,02	40—	80—	60—	65—	75—	85—	80—	110—
2 Номінальний розмір з'єднання деталей 3 і 4, мм Внутрішній діаметр вала $d_1$ , мм Діаметр маточини колеса $d_2$ , мм	-0,053	-0,041	-0,05	-0,049	-0,019	-0,019	-0,106	-0,260	-0,030	-0,207
	30	30	45	85	70	75	80	95	90	120
	0	0	10	20	20	15	25	35	30	40
Матеріал: вала колеса	40	40	60	120	100	100	120	140	140	180
	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь
	Сталь	Сталь	Сталь	Чавун	Сталь	Сталь	Сталь	Чавун	Чавун	Чавун
Шорсткість поверхонь: вала $R_{zd}$ , мкм колеса $R_{zD}$ , мкм	1,6	3,2	1,6	1,6	3,2	1,6	3,2	6,3	10	6,3
	3,2	3,2	1,6	3,2	6,3	3,2	10	6,3	10	10
	0,12	0,15	0,13	0,11	0,17	0,13	0,12	0,14	0,18	0,2
Коефіцієнт тертя: при обертанні $f_1$ при зсуві, $f_2$	0,10	0,12	0,11	0,08	0,14	0,10	0,09	0,13	0,15	0,15
	120	100	250	1300	800	100	1500	2500	2600	5000
Крутний момент $T$ , Н·м Осьова сила $F_a$ , Н	750	600	1000	0	0	0	200	0	0	5000
	4500	4000	10000	30000	20000	25000	30000	40000	25000	50000
3 Радіальне навантаження на підшипник $R$ , Н Підшипник	36205	36305	36307	215	311	36312	314	316	315	320
	6	0	5	6	0	6	0	5	0	0
Клас точності підшипника Характер навантаження	Помірні ПОШТОВХИ	Помірні ПОШТОВХИ	Удар	Помірні ПОШТОВХИ	Помірні ПОШТОВХИ	Удар	Удар	Помірні ПОШТОВХИ	Удар	Удар
	Удар	Удар	Удар	Удар	Удар	Удар	Удар	Удар	Удар	Удар



## Зміст роботи

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

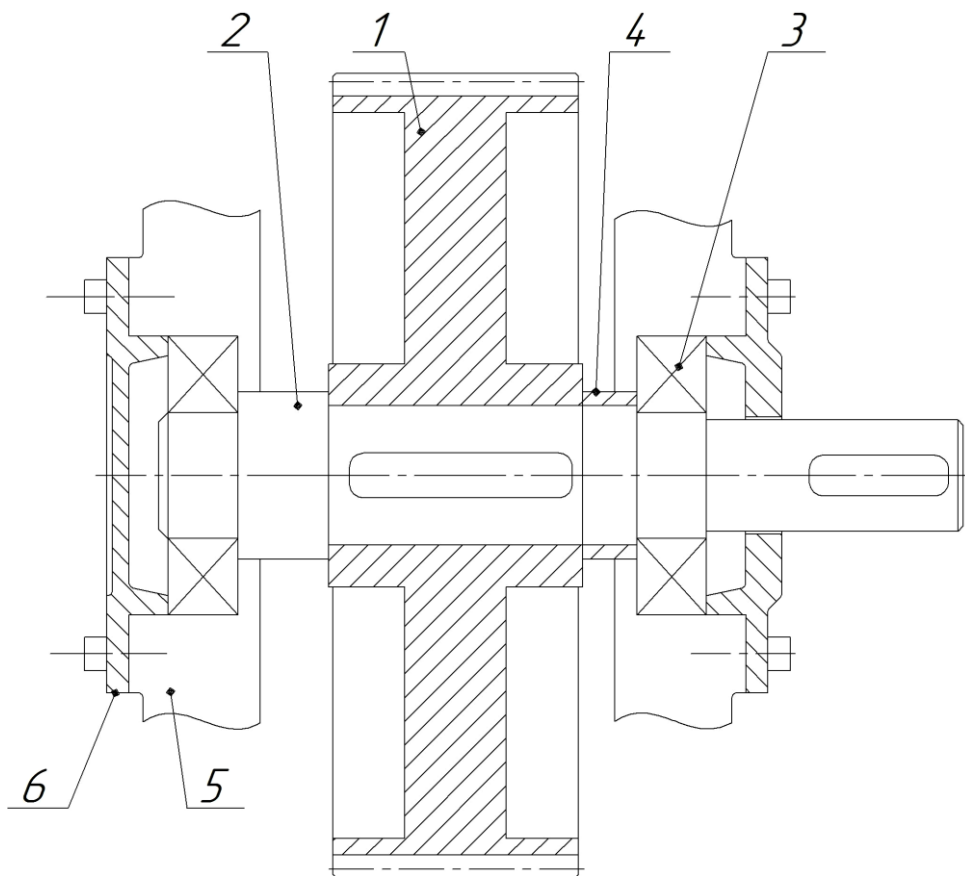
2 Розрахувати і вибрати посадку з натягом деталей 3 і 4.

3 Вибрати посадки для підшипників кочення.

4 Вибрати і проаналізувати посадки шпонкового з'єднання.  
Виконати на форматі А3 креслення вала.

### Завдання 3. Виконати аналіз і вибір посадок вала редуктора

Зубчасте колесо 1 розташоване на валу 2 ступінчастої форми, буртик якого фіксує положення колеса в осьовому напрямку. Для передачі крутного моменту застосовується шпонкове з'єднання. Вал опирається на підшипники 3, розташовані в корпусі редуктора 5. Зміщенню косозубого колеса 1 перешкоджає кільце 4.



Параметр	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Номінальний розмір і граничні відхилення з'єднання деталей 5 і 6	+0,016	+0,022	+0,022	+0,035	+0,035	+0,071	+0,106	+0,03	+0,126	+0,054
	50	93	114	105	84	103	122	65	82	83
	-0,025	-0,012		-0,12	-0,036			-0,06		-0,072
2 Номінальний розмір з'єднання деталей 1 і 2, мм Внутрішній діаметр вала $d_1$ , мм Діаметр маточини колеса $d_2$ , мм Матеріал: вала колеса Шорсткість поверхонь: вала $R_{z,d}$ , мкм колеса $R_{zD}$ , мкм Коефіцієнт тертя $f$ Крутний момент $T$ , Н·м	30	50	60	65	35	45	55	40	50	45
	0	0	0	0	15	0	10	0	10	15
	48	80	96	104	56	72	88	64	80	72
	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь
	Сталь	Сталь	Сталь	Чавун	Сталь	Сталь	Чавун	Сталь	Сталь	Сталь
	1,6	1,6	1,6	3,2	3,2	6,3	1,6	1,6	6,3	3,2
	3,2	1,6	3,2	3,2	6,3	10	1,6	3,2	10	6,3
	0,14	0,1	0,16	0,19	0,17	0,2	0,12	0,18	0,15	0,13
	120	150	250	300	340	180	500	600	320	380
3 Радіальне навантаження на підшипник $R$ , кН Підшипник Клас точності підшипника Характер навантаження	6	4	12	15	22	20	35	9	19	17
	204	308	310	211	405	407	409	36206	36208	46307
	0	6	6	0	0	6	6	6	0	0
	Спокійне	Удар	Помірні поштовхи	Удар	Спокійне	Помірні поштовхи	Удар	Спокійне	Спокійне	Удар

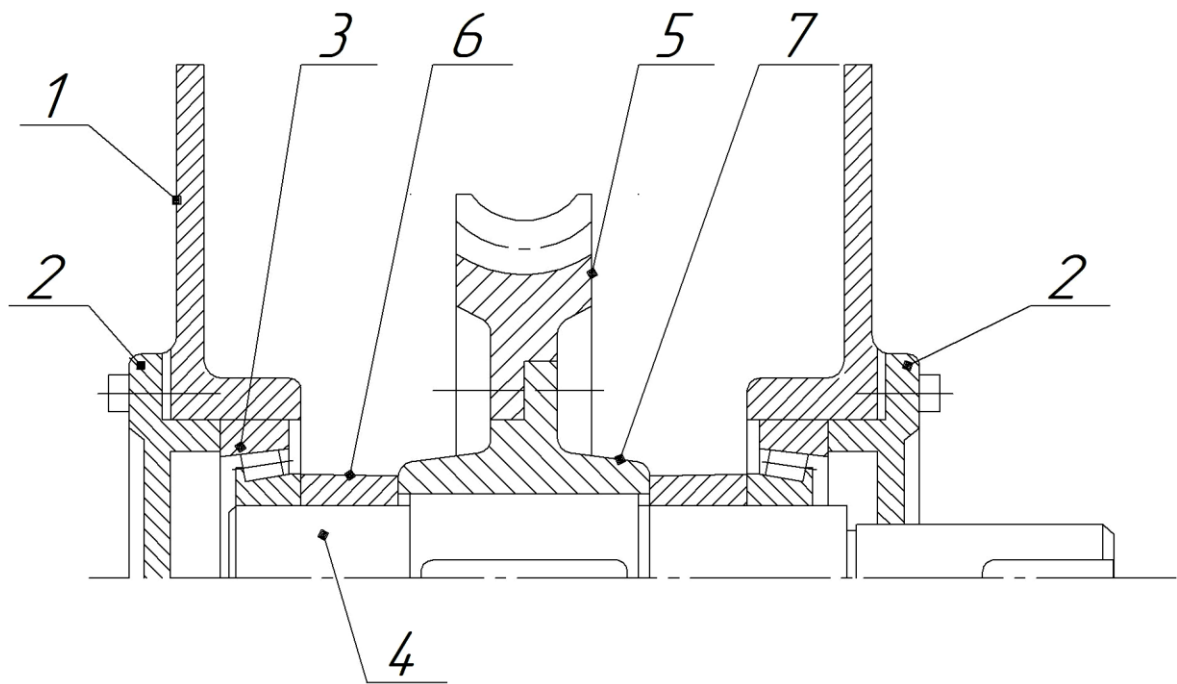
Ступені вала, на яких розміщені підшипники та кільце, мають менший діаметр, ніж у місці посадки зубчастого колеса. Це дає змогу вільно проходити зубчастому колесу і попередні ділянки вала, тобто полегшує їх посадку. Підшипники фіксуються на валу накладними кришками б, які кріпляться до корпусу редуктора гвинтами.

### **Зміст роботи**

- 1 Визначити граничні розміри, поля допусків і квалітети. Побудувати схему полів допусків деталей 5 і б.
- 2 Розрахувати і вибрати посадку з натягом деталей 1 і 2.
- 3 Вибрати посадки для підшипників кочення.
- 4 Вибрати і проаналізувати посадки шпонкового з'єднання.
- 5 Виконати на форматі А3 креслення вала.

### **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 ступінчастої форми. Для передачі крутного моменту застосовується шпонкове з'єднання. Вал опирається на конічні роликотпідшипники 3. Зміщенню колеса в осьовому напрямку перешкоджають кільця б. Підшипники фіксуються на валу кришками 2, які кріпляться до корпусу 1 гвинтами. Для перешкодження витоку мастила між корпусом та фланцем кришки встановлені прокладки з картону. Кришка на лівій опорі глуха, на правій – з манжетним ущільненням. Ступені вала, на яких розміщені підшипники та кільця б, мають діаметр менший, ніж у місці посадки зубчастого колеса. Це дає змогу вільно проходити колесу попередню посадці ділянку вала. Довжина ступеня вала під зубчасте колесо менша, ніж довжина її маточини на 3...5 мм для забезпечення упору кільця в колесо.



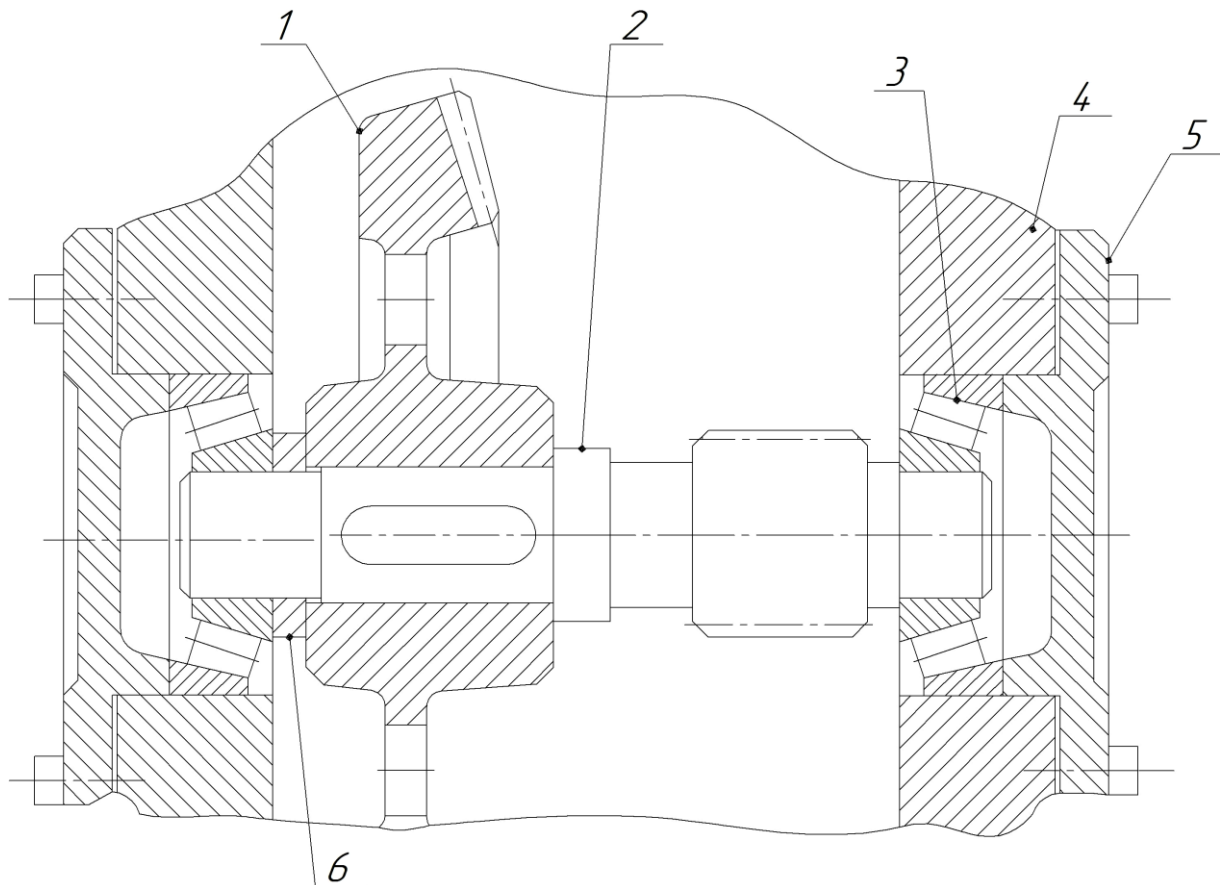
### Зміст роботи

- 1 Визначити граничні розміри, 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 проаналізувати посадки шпонкового з'єднання.
- 5 Виконати на форматі А3 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	+0,012 -0,027 40	+0,039 50 +0,019 -0,019	+0,041 +0,011 65 -0,030	-0,004 -0,050 60 +0,023 -0,023	+0,046 65 +0,041 +0,011	+0,023 -0,023 70 -0,030	+0,074 75 -0,046	+0,046 80 +0,050 +0,020	-0,010 -0,045 85 +0,035 +0,013	+0,054 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
Визначається за кресленням										
Діаметр западин колеса $d_2$ , мм	0	50	5	60	65	0	75	80	85	90
Діаметр маточини колеса $d_1$ , мм	Чавун Бронза	Чавун Бронза	Сталь Чавун	Сталь Бронза	Чавун Чавун	Чавун Бронза	Сталь Бронза	Сталь Бронза	Сталь Чавун	Сталь Бронза
Матеріал: маточини вінця	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
Шорсткість поверхонь: маточини $R_{zd, мкм}$ вінця $R_{zd, мкм}$	0,1	0,2	0,12	0,14	0,16	0,18	0,1	0,15	0,17	0,19
Коефіцієнт тертя $f$	200	300	350	400	500	600	700	1000	1500	2000
Крутний момент $T$ , Н·м	1500	2000	2500	3000	3500	4000	5000	6000	7000	8000
3 Радіальне навантаження на підшипник $R$ , Н	7207	7209	7509	7510	7311	7612	7613	7314	7315	7616
Підшипник	0	6	6	0	0	5	0	0	6	0
Клас точності підшипника	Спокійне	Спокійне	Удар	Удар	Удар	Помірні поштовхи	Помірні поштовхи	Спокійне	Удар	Помірні поштовхи
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

Конічне зубчасте колесо 1 розташоване на валу 2 ступінчастої форми, буртик якого фіксує положення колеса в осьовому напрямку. Також зміщенню колеса в осьовому напрямку перешкоджає кільце 6. Для передачі крутного моменту застосовується шпонкове з'єднання. Вал опирається на підшипники 3. Підшипники розташовані в корпусі 4. Кришки 5 з прокладкою перешкоджають витіканню мастила з корпусу та кріпляться гвинтами до корпусу редуктора. Ступені вала в місці мають діаметр менший, ніж у місці посадки зубчастого колеса. Це дає змогу вільно проходити зубчастому колесу ділянку 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 4 і 5	+0,016	+0,019	+0,019	+0,035	+0,04	+0,126	+0,03	+0,071	+0,054	+0,076
	45—	75—	56—	93—	124—	95—	65—	86—	92—	64—
	-0,025	-0,01	-0,01	-0,036	-0,145	-0,072	-0,06	-0,036	-0,072	+0,03
2 Номінальний розмір з'єднання деталей 1 і 2, мм Внутрішній діаметр вала $d_1$ , мм Діаметр маточини колеса $d_2$ , мм Матеріал: вала колеса	-0,041	-0,013	-0,023	-0,071	-0,208	-0,022	-0,09	-0,035	-0,126	-0,019
	45	80	55	95	125	95	65	85	95	70
	15	0	10	0	20	0	0	0	0	0
Шорсткість поверхонь: вала $R_{zD, мкм}$ колеса $R_{zD, мкм}$	72	128	88	152	200	152	104	136	152	112
	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь
	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь
Коефіцієнт тертя $f$ Крутний момент $T$ , Н·м Осьова сила, $F_a$ , Н	1,6	3,2	3,2	1,6	6,3	3,2	3,2	3,2	1,6	1,6
	3,2	3,2	6,3	3,2	10	6,3	3,2	6,3	3,2	3,2
	0,1	0,12	0,14	0,13	0,2	0,19	0,15	0,18	0,17	0,16
3 Радіальне навантаження на підшипник $R$ , Н Підшипник Клас точності підшипника Характер навантаження	320	180	230	510	300	450	520	280	640	970
	900	750	600	0	1000	0	1200	1800	0	0
	6000	12000	4500	17000	21000	15000	9000	11000	24000	6700
Клас точності підшипника	7203	7507	7304	7608	7611	7210	7305	7307	7510	7605
	0	6	0	0	5	6	4	0	5	6
	Помірні поштовхи	Помірні поштовхи	Спокійне	Удар	Спокійне	Помірні поштовхи	Удар	Спокійне	Удар	Удар

## Зміст роботи

1 Визначити граничні розміри, поля допусків і квалітети. Побудувати схему полів допусків деталей 4 і 5.

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

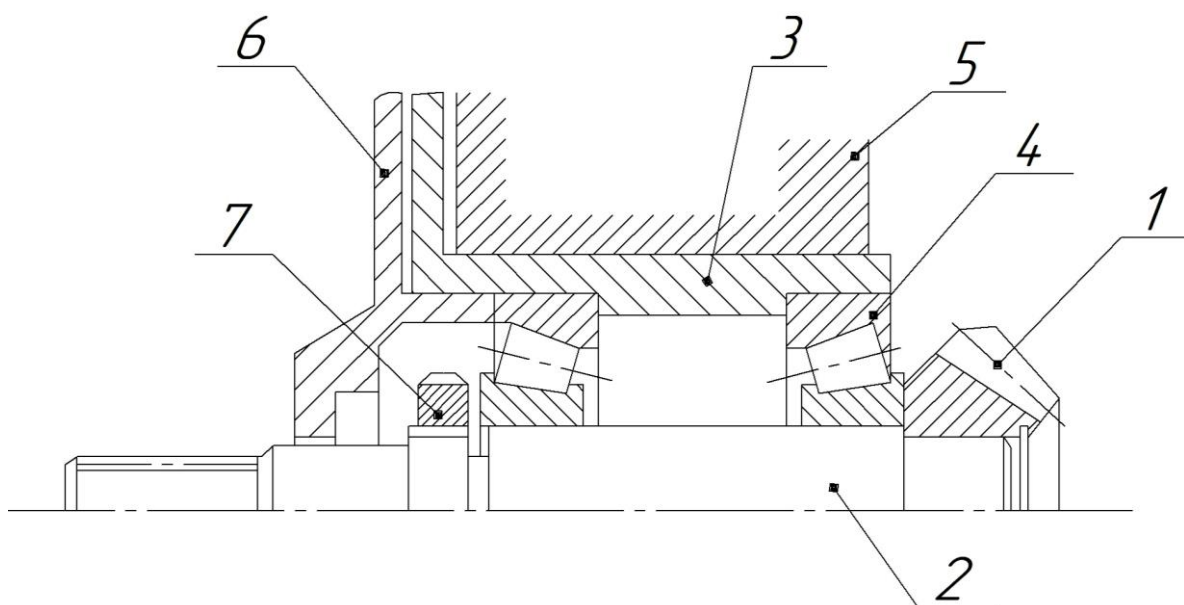
3 Вибрати посадки для підшипників кочення.

4 Вибрати і проаналізувати посадки шпонкового з'єднання.

5 Виконати на форматі А3 креслення вала.

## Завдання 6. Виконати аналіз і вибір посадок деталей вала кінцевого редуктора

Конічна шестірня 1 розташована на валу 2 ступінчастої 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 корпусу 5 гвинтами. Гайка 7 фіксує підшипник на валу в осьовому напрямку. Її самовигвинчуванню перешкоджає стопорна шайба. Ступені вала, на яких розміщені підшипники, мають найбільший діаметр. Це дає змогу вільно проходити підшипникам усі попередні ділянки вала при складанні та полегшує посадку підшипників.





Параметр	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Номінальний розмір і граничні відхилення з'єднання деталей 3 і 5	+0,220 96— -0,072 -0,126	+0,087 82— -0,072 -0,159	+0,090 +0,036 115— -0,054	+0,126 +0,072 105— +0,027 -0,027	+0,160 125— -0,043 -0,143	+0,160 170— -0,100	+0,680 +0,280 148— -0,400	+0,070 -0,070 112— -0,120 -0,260	+0,140 102— -0,036 -0,123	+0,063 130— -0,043 -0,143
2 Номінальний розмір з'єднання деталей 1 і 2, мм Внутрішній діаметр вала $d_1$ , мм Середній діаметр западін зубців $d_2$ , мм	42 0 63	28 0 42	50 20 75	35 0 52	44 0 66	62 25 93	52 25 78	48 0 72	46 10 69	54 10 81
Матеріал: вала коlesa	Сталь 20Х Сталь 40Х									
Шорсткість поверхонь: вала $R_{zd}$ , мкм коlesa $R_{zd}$ , мкм	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 Підшипник Клас точності підшипника Характер навантаження	20 7509 0	12 7306 6	22 7211 0	16 7308 0	25 7610 0	30 7614 6	32 7312 0	28 7211 6	35 7510 0	40 7512 0
	Помірні ПОШТОВХИ	Помірні ПОШТОВХИ	Спокійне	Спокійне	Помірні ПОШТОВХИ	Удар	Удар	Спокійне	Спокійне	Удар

## **Зміст роботи**

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

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

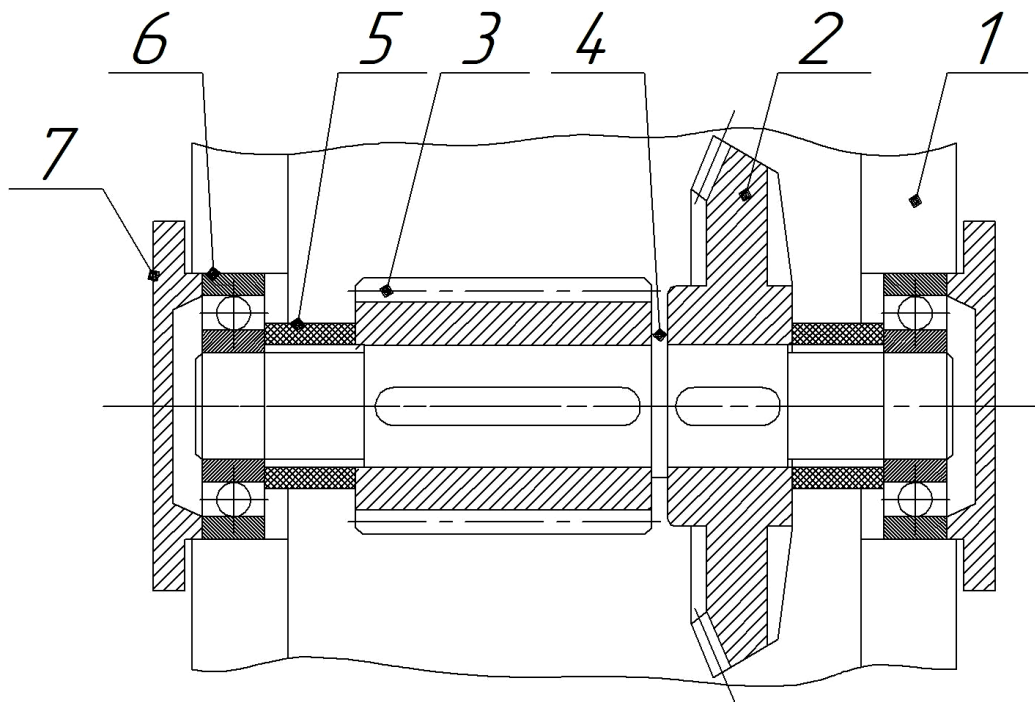
3 Вибрати посадки для підшипників кочення.

4 Вибрати і проаналізувати посадки шпонкового з'єднання.

5 Виконати на форматі А3 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 ступінчастої 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 ступенів вала під шестірню і колесо менші, ніж довжини їх маточин. Цим забезпечується упор кілець у маточини коліс. Для запобігання звисанню підшипників через неточності виготовлення корпусу вони заглиблюються на 3...5 мм. Ступені вала, на яких розміщена циліндрична шестірня і конічне колесо, мають діаметри більші, ніж інші ділянки. Це дає змогу вільно проходити зубчастим колесам усі попередні ділянки при складанні і тим самим полегшити їх посадку.



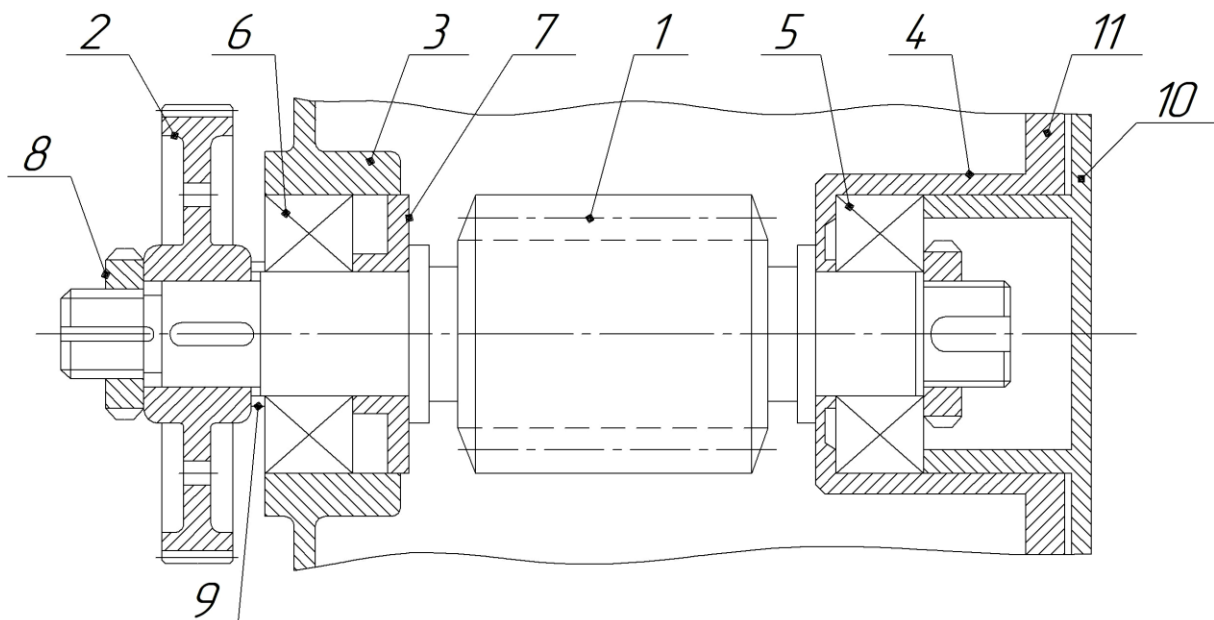
### Зміст роботи

- 1 Визначити граничні розміри, 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 проаналізувати посадки шпонкового з'єднання.
- 5 Виконати на форматі *A3* креслення вала.

Параметр	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Номінальний розмір і граничні відхилення з'єднання деталей 3 і 4	+0,021 28— +0,021 +0,008	+0,039 36— -0,025	+0,025 45— +0,027 +0,002	+0,023 -0,023 56— +0,032 +0,002	+0,014 -0,032 63— -0,030	+0,074 71— +0,023 -0,023	+0,046 80— +0,041 +0,011	+0,009 -0,021 75— +0,050 +0,020	+0,016 -0,038 90— +0,017 -0,017	+0,035 100— +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					
Шорсткість поверхонь: вала $R_{z,d}$ , мкм колеса $R_{zD}$ , мкм	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	36210	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 роликопідшипники 6 і 5. Підшипники розташовані в корпусі 3 (ліва опора) і в стакані 4 (права опора) та відділені від загальної масляної ванни масловідбивальними кільцями 7. На кінцях вала розміщені гайки 8, які закріплюють з одного боку зубчасте колесо 2 і з другого боку підшипники 5. Дистанційне кільце 9 унеможливує упор маточини зубчастого колеса в сепаратор підшипника 6. Кришка 10 з прокладкою 11 перешкоджає витіканню мастила з корпусу.



### Зміст роботи

1 Визначити граничні розміри, 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.

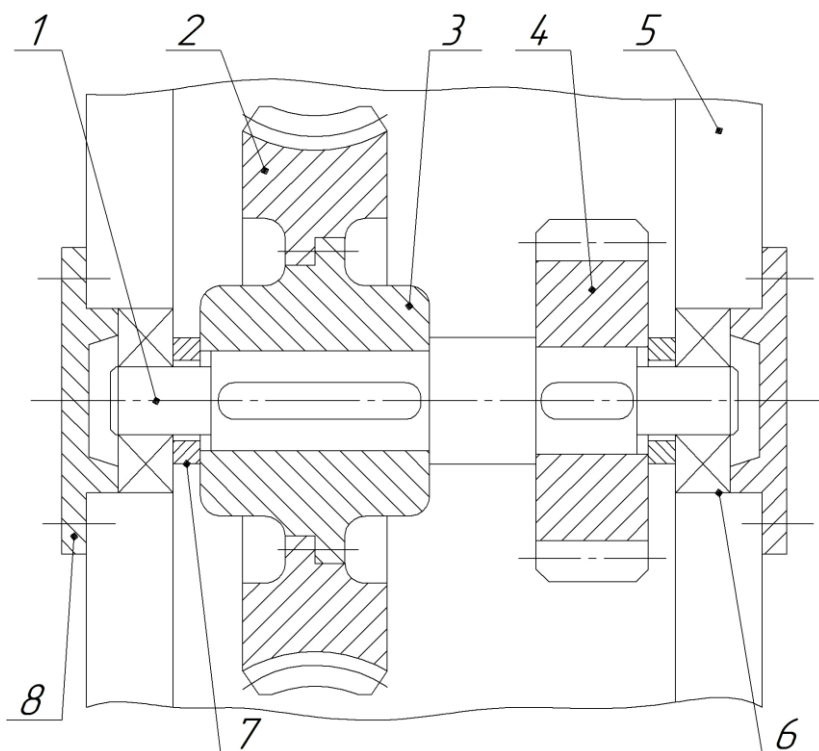
4 Вибрати і проаналізувати посадки шпонкового з'єднання.

5 Виконати на форматі А3 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	+0,030 80— -0,030 -0,060	+0,040 +0,010 80— -0,060 -0,090	+0,090 +0,036 90— -0,072 -0,126	+0,087 110— -0,054	+0,043 -0,043 100— -0,072 -0,159	+0,063 140— -0,043 -0,106	+0,054 120— -0,036 -0,071	+0,160 130— -0,043 -0,143	+0,054 +0,014 150— -0,043 -0,083	0,100 140— -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 вала $d_1$ , мм	0	0	0	20	0	20	20	0	30	30
Діаметр колеса $d_2$ , мм	60	60	70	125	62	90	80	65	95	100
Матеріал: вала колеса										Сталь 50 Сталь 40X
Шорсткість поверхонь: вала $R_{z,d}$ , мкм колеса $R_{z,D}$ , мкм	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 ступінчастої форми. Для передачі крутного моменту застосовується шпонкове з'єднання. Вал опирається на конічні роликотпідшипники 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 ступенів вала під шестірню та черв'ячне колесо менші від довжин їх маточин. Цим забезпечується упор кілець у маточини коліс. Для запобігання звисанню підшипників через неточності виготовлення корпусу вони заглиблюються на 3...5 мм. Ступені вала, на яких розміщено черв'ячне колесо та циліндричну шестірню, мають більші діаметри, ніж інші ділянки. Це дає змогу вільно проходити колесу та шестірні всі попередні ділянки при складанні і тим самим полегшити їх посадку.



Параметр	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Номінальний розмір і граничні відхилення з'єднання деталей I і 4	+0,039	+0,022	+0,039	+0,046	-0,009	+0,076	+0,005	+0,014	+0,046	+0,030
	42	88	46	55	53	70	35	72	80	66
	+0,012	+0,025	+0,034	+0,050	-0,030	+0,050	-0,039	+0,041	+0,023	+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 за кресленням									
Матеріал: вала колеса	Сталь 40 БрАЖ 9 – 4									
Шорсткість поверхонь: вала $R_{zd}, мкм$ колеса $R_{zd}, мкм$	3,2	1,6	1,6	3,2	3,2	6,3	6,3	6,3	3,2	3,2
	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 $R, кН$ Підшипник Клас точності підшипника Характер навантаження	12	16	40	80	56	35	8	45	60	115
	7308	7316	7609	7610	7309	7513	7206	7213	7215	7511
	0	6	5	0	0	0	6	0	0	5
	Спокійне	Удар	Помірні поштовхи	Удар	Спокійне	Спокійне	Спокійне	Удар	Удар	Удар



## Зміст роботи

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

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

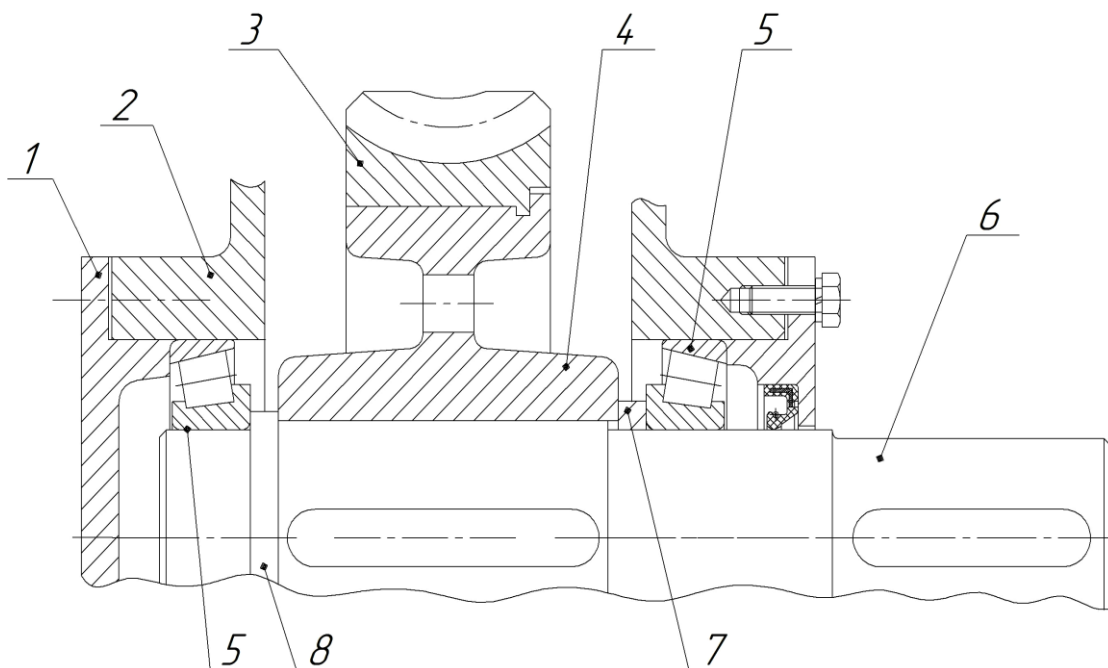
3 Вибрати посадки для підшипників кочення.

4 Вибрати і проаналізувати посадки шпонкового з'єднання.

5 Виконати на форматі А3 креслення вала.

## Завдання 10. Виконати аналіз і вибір посадок деталей ведучого вала редуктора

Черв'ячне колесо, яке складається із центра 4 та зубчастого вінця 3, розташоване на валу 6 ступінчастої форми. Для передачі крутного моменту застосовується шпонкове з'єднання. Вал опирається на конічні роликоті підшипники 5. Зміщенню колеса в осьовому напрямку перешкоджають кільця 7 та буртик 8. Підшипники фіксуються на валу кришками 1, які кріпляться до корпусу 2 гвинтами. Ступені вала, на яких розміщено підшипники та кільця 7, мають діаметр менший, ніж у місці посадки зубчастого колеса. Це дає змогу вільно проходити колесу попередню посадку ділянку вала. Довжина ступеня вала під зубчасте колесо менше від довжини її маточини на 3...5 мм для забезпечення упору кільця в колесо.



Параметр	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Номінальний розмір і граничні відхилення з'єднання деталей 3 і 4	+0,04	+0,046	-0,138	-0,087	+0,046	+0,072	-0,35	+0,063	+0,072	+0,081
	154	196	-0,19	-0,144	182	238	-0,431	168	224	266
	+0,09	+0,151	252	322	+0,282	+0,186	294	+0,273	+0,457	+0,791
2 Номінальний розмір з'єднання деталей 4 і 6, мм Внутрішній діаметр вала $d_1$ , мм Діаметр магочини колеса $d_2$ , мм Матеріал: вала колеса	+0,065	+0,122	-0,032	-0,036	+0,236	+0,14	-0,052	+0,21	+0,385	+0,71
	55	70	90	115	65	85	105	60	80	95
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Діаметр магочини колеса $d_2$ , мм Матеріал: вала колеса	88	112	144	184	104	136	168	96	128	152
	Сталь Чавун	Сталь Чавун	Сталь Сталь	Сталь Сталь	Сталь Чавун	Сталь Сталь	Сталь Чавун	Сталь Чавун	Сталь Сталь	Сталь Сталь
	1,6 3,2	3,2 3,2	3,2 3,2	3,2 6,3	3,2 6,3	3,2 3,2	1,6 3,2	1,6 3,2	6,3 6,3	6,3 6,3
Шорсткість поверхонь: вала $R_{zd}, \mu\text{км}$ колеса $R_{zd}, \mu\text{км}$ Коефіцієнт тертя $f$ Крутний момент $T, \text{Н}\cdot\text{м}$	0,1	0,2	0,13	0,19	0,15	0,1	0,18	0,15	0,17	0,16
	230	550	700	1000	880	420	370	180	910	1100
	7000	4000	11000	21000	17000	5500	8000	25000	32000	13000
3 Радіальне навантаження на підшипник $R, \text{Н}$ Підшипник Клас точності підшипника Характер навантаження	7204	7206	7209	7212	7305	7307	7303	7604	7606	7510
	0	0	6	6	4	4	5	5	0	6
	Спокійне	Спокійне	Удар	Удар	Помірні поштовхи	Удар	Помірні поштовхи	Помірні поштовхи	Помірні поштовхи	Спокійне

## Зміст роботи

- 1 Визначити граничні розміри, поля допусків і квалітети. Побудувати схему полів допусків деталей 3 і 4.
- 2 Розрахувати і вибрати посадку із зазором деталей 4 і 6.
- 3 Вибрати посадки для підшипників кочення.
- 4 Вибрати і проаналізувати посадки шпонкового з'єднання.
- 5 Виконати на форматі *A3* 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:

$$D_{max} = D + ES, \quad (2.1)$$

$$D_{min} = D + EI. \quad (2.2)$$

- 4 Визначити граничні розміри вала:

$$d_{max} = d + es, \quad (2.3)$$

$$d_{min} = d + ei. \quad (2.4)$$

- 5 Визначити допуск отвору:

$$T_D = ES - EI. \quad (2.5)$$

- 6 Визначити допуск вала:

$$T_d = es - ei. \quad (2.6)$$

7 Визначити характеристику посадки (із зазором, натягом чи перехідна; у системі вала чи отвору).

8 Визначити максимальний зазор:

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei \quad (2.7)$$

або натяг (залежно від посадки):

$$N_{max} = d_{max} - D_{min} = es - EI. \quad (2.8)$$

9 Визначити мінімальний зазор:

$$S_{min} = D_{min} - d_{max} = EI - es \quad (2.9)$$

або натяг (залежно від посадки):

$$N_{min} = d_{min} - D_{max} = ei - ES. \quad (2.10)$$

10 Визначити допуск посадки

$$T = T_D + T_d. \quad (2.11)$$

11 Визначити одиницю допуску  $i$  (за таблицею 2.1).

Таблиця 2.1 – Одиниці допуску

Інтервали розмірів, мм	До 3	Понад 3 до 6	Понад 6 до 10	Понад 10 до 18	Понад 18 до 30	Понад 30 до 50	Понад 50 до 80	Понад 80 до 120	Понад 120 до 80	Понад 180 до 250	Понад 250 до 315	Понад 315 до 400	Понад 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

12 Визначити число одиниць допуску вала

$$a_d = \frac{T_d}{i} \quad (2.12)$$

та отвору

$$a_D = \frac{T_D}{i}. \quad (2.13)$$

13 Визначити квалітет точності (за таблицею 2.2).

Таблиця 2.2 – Вибір квалітету точності

Позначення допусків	<i>IT5</i>	<i>IT6</i>	<i>IT7</i>	<i>IT8</i>	<i>IT9</i>	<i>IT10</i>	<i>IT11</i>	<i>IT12</i>	<i>IT13</i>	<i>IT14</i>	<i>IT15</i>
Значення допуску	<i>7i</i>	<i>10i</i>	<i>16i</i>	<i>25i</i>	<i>40i</i>	<i>64i</i>	<i>100i</i>	<i>160i</i>	<i>250i</i>	<i>400i</i>	<i>640i</i>

14 Визначити стандартну посадку (додаток А).

15 Побудувати схему полів допусків (рисунок 2.1).

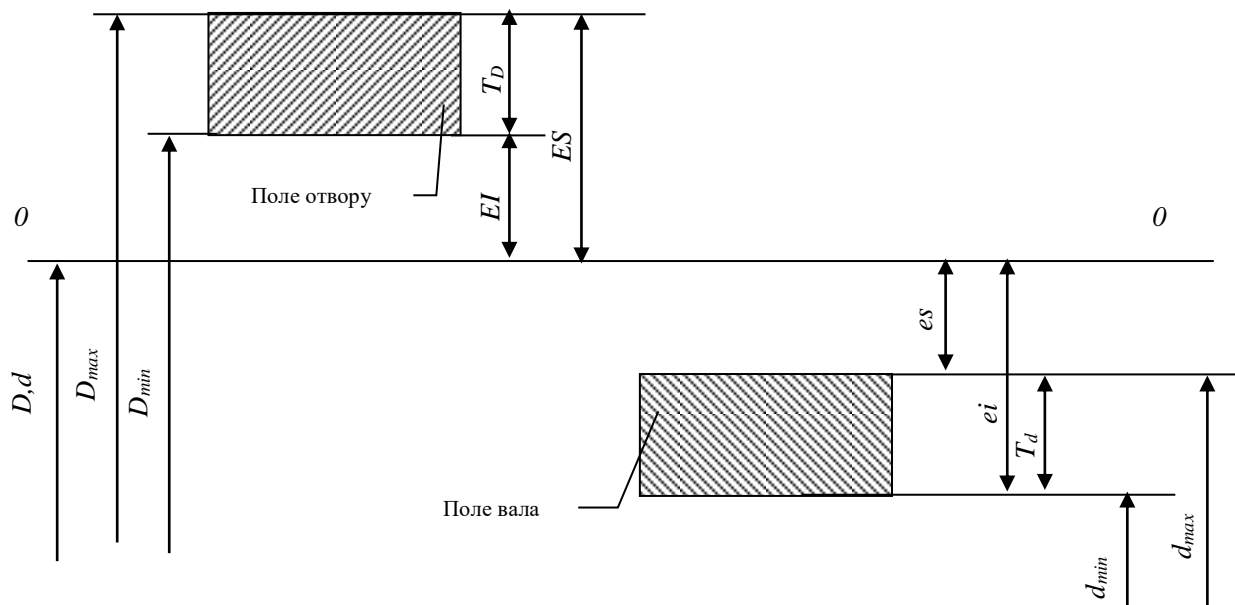


Рисунок 2.1

## 2.2 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 окремо.

Граничні значення натягів вибирають з таких умов:

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

– найбільший – не повинен руйнувати спряжені деталі [1].

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

$$N_{min} = pd \left( \frac{C_D}{E_D} + \frac{C_d}{E_d} \right), \quad (2.14)$$

де  $E_d, E_D$  – модулі пружності матеріалів деталей, що охоплює та охоплюється (додаток Б таблиця Б.1), МПа;

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

$p$  – питомий експлуатаційний тиск по поверхні контакту, МПа

$$p = \frac{k \cdot \sqrt{\left(\frac{2T}{d}\right)^2 + F_a^2}}{\pi \cdot d \cdot l \cdot f}, \quad (2.15)$$

де  $k = 1 \dots 2$  – коефіцієнт запасу міцності з'єднання при можливих перевантаженнях та дії вібрацій (За нормальних умов роботи рекомендовано приймати  $k = 1$ );

$f$  – коефіцієнт тертя;

$d$  – номінальний розмір 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:

$$C_D = \frac{1 + \left(\frac{d}{d_2}\right)^2}{1 - \left(\frac{d}{d_2}\right)^2} + \mu_D, \quad C_d = \frac{1 + \left(\frac{d_1}{d}\right)^2}{1 - \left(\frac{d_1}{d}\right)^2} - \mu_d, \quad (2.16)$$

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

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

$\mu_d, \mu_D$  – коефіцієнти Пуассона для матеріалів деталей, які з'єднуються (таблиця Б.1);

Мінімальний розрахунковий натяг, за яким обирається посадка за Єдиною системою допусків і посадок (ЄСДП) (додаток А):

$$N_{\min p} = N_{\min} + 1,2(R_{zD} + R_{zd}), \quad (2.17)$$

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

Для вибору рекомендуються такі стандартні посадки:  $\frac{H7}{p7}$ ,  $\frac{H7}{r7}$ ,  $\frac{H7}{s7}$ ,  $\frac{H7}{t7}$ ,  $\frac{H7}{v7}$ ,  $\frac{H7}{s7}$ ,  $\frac{H7}{x7}$ ,  $\frac{H7}{u7}$ . При цьому повинна виконуватись умова

$$N_{\min cm} \geq N_{\min p} . \quad (2.18)$$

Для виконання другої умови визначається найбільший допустимий натяг

$$N_{\max p} = P_{\text{доп}} \cdot d \left( \frac{C_D}{E_D} + \frac{C_d}{E_d} \right), \quad (2.19)$$

де  $P_{\text{доп}}, P_{\text{дон}}$  – допустимий питомий контактний тиск, МПа:

$$P_{\text{доп}} = 0,58 \cdot \sigma_D \left( 1 - \frac{d^2}{d_2^2} \right), \quad P_{\text{дон}} = 0,58 \cdot \sigma_d \left( 1 - \frac{d_1^2}{d^2} \right), \quad (2.20)$$

де  $\sigma_d, \sigma_D$  – умовна границя плинності чи міцності деталей, МПа (таблиця Б.2);

Розрахунок проводиться за найменшим з  $P_{\text{доп}}$ .

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

$$N_{\max cm} \leq N_{\max p} \cdot \quad (2.21)$$

### 2.3 Вибір посадки підшипників кочення

ДСТУ ГОСТ 520:2014 установлює такі класи точності (вказані у порядку підвищення точності):

- нормальний, 6, 5, 4, Т, 2 – для підшипників кулькових і роликів радіальних і кулькових радіально-упорних;

- 0, нормальний, 6Х, 6, 5, 4, 2 – для підшипників роликів конічних;

- нормальний, 6, 5, 4, 2 – для підшипників упорних і радіально-упорних [1].

Квалітети точності для валів та отворів корпусів залежно від класу точності підшипників наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Вибір квалітету посадкових поверхонь

Клас точності підшипника	Квалітет точності вала	Квалітет точності отвору корпусу
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 залежно від виду навантаження кілець підшипника.

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

При місцевому навантаженні зовнішнього кільця підшипника відхилення отвору корпусу вибирається залежно від характеру навантаження та конструктивних характеристик підшипникового вузла за таблицею 2.4.



Таблиця 2.4 – Вибір відхилення отвору корпусу

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	<i>H</i>	<i>H</i>	<i>J<sub>s</sub></i>	<i>J<sub>s</sub></i>
Від 80 до 260	<i>G</i>	<i>H</i>	<i>H</i>	<i>J<sub>s</sub></i>
Від 260 до 500	<i>G</i>	<i>H</i>	<i>H</i>	<i>J<sub>s</sub></i>

Відхилення діаметра зовнішнього кільця підшипника визначається залежно від класу точності підшипника (додаток В) [2].

При циркуляційному навантаженні внутрішнього кільця підшипника, кочення основне відхилення вала, що з'єднується з кільцем підшипника, обирається за таблицею 2.5 залежно від інтенсивності навантаження,  $\frac{H}{мм}$ :

$$P_R = \frac{R}{B - 2r} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.22)$$

де  $R$  – радіальна реакція опори на підшипник,  $H$ ;

$B$  – 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 порожнистому валі чи тонкостінному корпусі ( $K_2=1$  при суцільному валі);

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

Таблиця 2.5 – Вибір відхилення вала

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

Відхилення діаметра внутрішнього кільця підшипника визначається залежно від класу точності підшипника (додаток В) [1].

## 2.4 Вибір посадки шпонкового з'єднання

У машинобудуванні найбільш широко застосовуються з'єднання з призматичними шпонками (рисунок 2.2).

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 за шириною шпонки  $b$ , виконати ескіз шпонкового з'єднання з позначенням основних розмірів та полів допусків у буквенному та цифровому виразах.

Розміри шпонок та шпонкових пазів, граничні відхилення нормуються за ГОСТ 23360 – 78 (додаток Г) [3, 4].

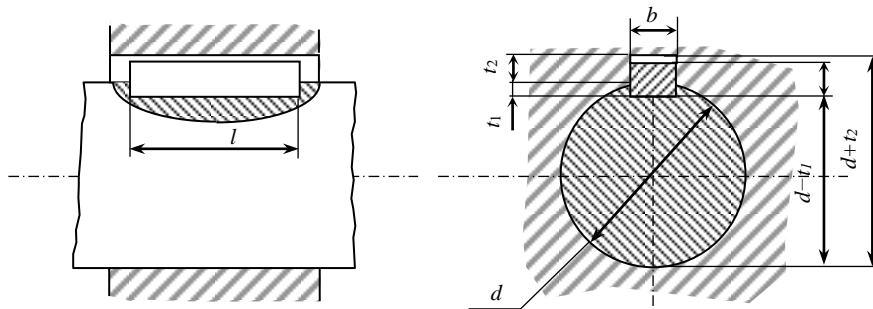


Рисунок 2.2

Граничні відхилення розміру за шириною шпонки приймають по  $h9$  (додаток А).

Вибір посадки шпонки проводиться залежно від характеру з'єднання та виду виробництва, для якого вона призначена. Граничні відхилення розмірів за шириною паза вала та втулки наведені в таблиці 2.6.

Граничне відхилення за висотою шпонки рекомендовано обирати по  $h11$  (додаток А).

Довжину шпонки приймають з урахуванням масштабу за кресленням завдання з приведенням до стандартного значення (додаток Г).

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

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

Таблиця 2.6

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)	$P9$	$P9$

## 2.5 Виконання креслення вала редуктора

Конструктор при проектуванні деталі повинен виходити з того, що похибки параметрів не тільки немінучі, 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 відповідно 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 ДСТУ 2498-94, наприклад, «Не вказані граничні відхилення розмірів: отворів  $+t$ , валів  $-t$ , інших  $\pm t/2$  клас точності «середній» («грубий», «точний») за ДСТУ 2498-94» 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 разі потреби, допуски форм та розташування. Правильне і більш повне нормування точності форми та розташування поверхонь сприяють підвищенню точності геометрії деталей при їх виготовленні та контролі.

Допуски форм та розташування поверхонь вказують на кресленнях умовними знаками за ДСТУ ГОСТ 2.308:2013 (таблиця 2.7).

Графічні знаки допусків форми та розташування поверхонь, їх числові значення та позначення баз розташовують у рамці, яка розділяється на дві чи три частини (рисунок 2.3). У першій частині розміщують знак форми чи розташування, у другій – числове значення допуску, у третій – позначення бази [1].

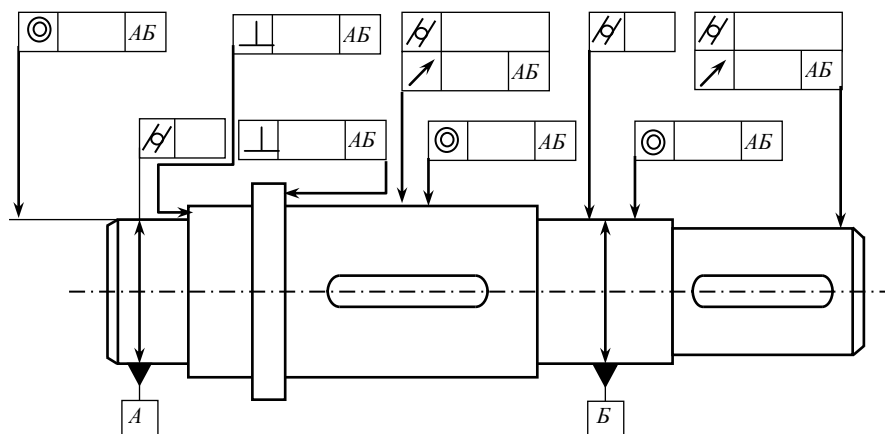




Рисунок 2.3

Таблиця 2.7

Допуск	Позначення	Призначення, рекомендації	Для підшипників	Для зубчастих коліс	Для черв'ячних коліс
Циліндричності	$\nabla$	Призначення	Обмеження відхилень геометричної форми посадочних поверхонь, тим самим обмеження відхилень геометричної форми доріжок кочення кілець підшипника	Обмежити концентрацію тиску при перехідній посадці чи посадці з натягом	
		Рекомендації	$T=0,3T$ , де $T$ допуск розміру поверхні		
Співвісності	◎	Призначення	Обмеження перекосу коліс	Забезпечення норми кінематичної точності і норми контакту зубців	
		Рекомендації	Для кулькових, радіально-упорних 18–30 мм $T=25$ мкм 30–50 мм $T=30$ мкм 50–120 мм $T=40$ мкм для конічних роликів: 18–30 мм $T=1$ мкм 30–50 мм $T=1$ мкм 50–120 мм $T=16$ мкм	Для 7–8 ступеня точності 18–30 мм $T=16$ мкм 30–50 мм $T=20$ мкм 50–120 мм $T=25$ мкм	Для 7–8 ступеня точності 18–30 мм $T=25$ мкм 30–50 мм $T=30$ мкм 50–120 мм $T=40$ мкм

Продовження таблиці 2.7

Допуск	Позначення	Призначення, рекомендації	Для підшипників	Для зубчастих коліс	Для черв'ячних коліс
Радіального биття		Призначення	Для забезпечення нормальної роботи	Для забезпечення нормальної роботи	
		Рекомендації	При швидкості $< 2 \text{ м/с}$ $T=2,0T$ $2-6 \text{ м/с}$ $T=1,4T$ $6-10 \text{ м/с}$ $T=1,0T$ $>10 \text{ м/с}$ $T=0,7T$		
Перпендикулярності		Призначення	Зменшення перекосу коліс і порушення геометричної форми доріжки внутрішнього кільця підшипника		
		Рекомендації	Для кулькових, радіально-упорних 25–40 мм $T=20 \text{ мкм}$ 40–63 мм $T=25 \text{ мкм}$ 63–100 мм $T=30 \text{ мкм}$ Для конічних роликів: 18–30 мм $T=8 \text{ мкм}$ 30–50 мм $T=10 \text{ мкм}$ 50–120 мм $T=12 \text{ мкм}$	Для 7–8 ступеня точності 25–40 мм $T=8 \text{ мкм}$ 40–63 мм $T=10 \text{ мкм}$ 63–100 мм $T=12 \text{ мкм}$	Для 7–8 ступеня точності 25–40 мм $T=12 \text{ мкм}$ 40–63 мм $T=16 \text{ мкм}$ 63–100 мм $T=20 \text{ мкм}$

Базові осі та поверхні позначають на кресленнях деталей відповідно до ДСТУ ГОСТ 2.308:2013 рівнобічним закресленим трикутником, який з'єднаний з рамкою, у якій записується позначення бази великою літерою.

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

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 має важливе значення 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.

Серед параметрів шорсткості найбільше застосовуються в машинобудуванні знайшли такі:  $R_z$  – висота нерівностей профілю по десяти точках,  $R_a$  – середньоарифметичне відхилення профілю, *мкм*.

Найбільш повну інформацію про поверхню деталі дає параметр  $R_a$ . З огляду на це він є головним з висотних параметрів шорсткості і його призначають на всі сполучені та чисто оброблені несполучені поверхні деталей.

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

Позначення переважаючої шорсткості вказують у правому верхньому куті поля креслення.

Числові значення  $R_a$  для посадочних поверхонь валів приймають залежно від якості точності за таблицею 2.8.

Таблиця 2.8

Призначення		Діапазон розмірів	$R_a$ , мкм
Посадочні поверхні валів	Для 6-го та 7-го класів квалітетів	18–50 мм 50–120 мм	0,8 1,6
	Для 8-го класу квалітету	18–50 мм 50–120 мм	0,8 3,2
Торці заплечиків валів для базування	Підшипників кочення 0-го та 6-го класів точності		1,6
	Зубчастих, черв'ячних коліс	При відношенні $\frac{l}{d} \leq 0,8$	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

Вибір числових параметрів шорсткості повинен проводитись відповідно до умов роботи виробу та вимог експлуатації нормованої поверхні. Треба враховувати і можливість забезпечення заданих вимог до шорсткості раціональними методами обробки (таблиця 2.9).

Приклад креслення вала наведено в додатку Д.

Таблиця 2.9

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 Мороз В. І., Надтока О. В., Шуліка О. С. Взаємозамінність, стандартизація і метрологія: конспект лекції. Харків: УкрДАЗТ, 2014. 68 с.

2 Допуски, посадки та технічні вимірювання. Практикум: навч. посіб. / Ю. І. Адаменко, О. М. Герасимчук, С. В. Майданюк, Н. В. Мініцька, В. А. Пасічник, О. А. Плівак. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2016. Ч. 1, 2. 164 с.

3 Мягков В. Д. Допуски и посадки: справочник в 2 ч. Ленинград: Машиностроение, 1983. Ч. 1. 543 с.

4 Мягков В. Д. Допуски и посадки: справочник: в 2 ч. Ленинград: Машиностроение, 1983. Ч. 2. 448 с.

## ДОДАТОК А

### Поля допусків валів та отворів при номінальних розмірах від 1 до 500 мм. Граничні відхилення

Квалітети 4 та 5



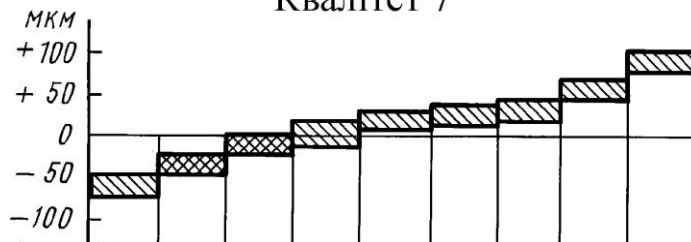
Інтервал розмірів, мм	Поля допусків														
	<i>g4</i>	<i>h4</i>	<i>js4</i>	<i>k4</i>	<i>m4</i>	<i>n4</i>	<i>g5</i>	<i>h5</i>	<i>Js5</i>	<i>k5</i>	<i>m5</i>	<i>n5</i>	<i>p5</i>	<i>r5</i>	<i>s5</i>
	Граничні відхилення, мкм														
Від 1 до 3	-2	0	+1,5	+3	+5	+7	-2	0	+2,0	+4	+6	+8	+10	+14	+18
	-5	-3	-1,5	0	+2	+4	-6	-4	-2,0	0	+2	+4	+6	+10	+14
Понад 3 до 6	-4	0	+2,0	+5	+8	+12	-4	0	+2,5	+6	+9	+13	+17	+20	+24
	-8	-4	-2,0	+1	+4	+8	-9	-5	-2,5	+1	+4	+8	+12	+15	+19
Понад 6 до 10	-5	0	+2,0	+5	+10	+14	-5	0	+3,0	+7	+12	+16	+21	+25	+29
	-9	-4	-2,0	+1	+6	+10	-11	-6	-3,0	+1	+6	+10	+15	+19	+23
Понад 10 до 14	-6	0	+2,5	+6	+12	+17	-6	0	+4,0	+9	+15	+20	+26	+31	+36
	-11	-5	-2,5	+1	+7	+12	-14	-8	-4,0	+1	+7	+12	+18	+23	+28
Понад 14 до 18	-7	0	+3,0	+8	+14	+21	-7	0	+4,5	+11	+17	+24	+31	+37	+44
	-13	-6	-3,0	+2	+8	+15	-16	-9	-4,5	+2	+8	+15	+22	+28	+35
Понад 18 до 24	-9	0	+3,5	+9	+16	+24	-9	0	+5,5	+13	+20	+28	+37	+45	+54
	-16	-7	-3,5	+2	+9	+17	-20	-11	-5,5	+2	+9	+17	+26	+34	+43
Понад 24 до 30	-10	0	+4,0	+10	+19	+28	-10	0	+6,5	+15	+24	+33	+45	+54	+66
	-18	-8	-4,0	+2	+11	+20	-23	-13	-6,5	+2	+11	+20	+32	+41	+53
Понад 30 до 40	-12	0	+5,0	+13	+23	+33	-12	0	+7,5	+18	+28	+38	+52	+66	+86
	-22	-10	-5,0	+3	+13	+23	-27	-15	-7,5	+3	+13	+23	+37	+51	+71
Понад 40 до 50	-14	0	+6,0	+15	+27	+39	-14	0	+9,0	+21	+33	+45	+61	+83	+118
	-26	-12	-6,0	+3	+15	+27	-32	-18	-9,0	+3	+15	+27	+43	+65	+100
Понад 50 до 65	-15	0	+7,0	+18	+31	+45	-15	0	+10,0	+24	+37	+51	+70	+100	+150
	-29	-14	-7,0	+4	+17	+31	-35	-20	-10,0	+4	+17	+31	+50	+80	+130
Понад 65 до 80	-17	0	+8,0	+20	+36	+50	-17	0	+11,5	+27	+43	+57	+79	+117	+181
	-33	-16	-8,0	+4	+20	+34	-40	-23	-11,5	+4	+20	+34	+56	+121	+193
Понад 80 до 100	-18	0	+9,0	+22	+39	+55	-18	0	+12,5	+29	+46	+62	+87	+133	+215
	-36	-18	-9,0	+4	+21	+37	-43	-25	-12,5	+4	+21	+37	+62	+108	+190
Понад 100 до 120	-20	0	+10,0	+25	+43	+60	-20	0	+13,5	+32	+50	+67	+95	+153	+259
	-40	-20	-10,0	+5	+23	+40	-47	-27	-13,5	+5	+23	+40	+68	+126	+232
Понад 120 до 140	-20	0	+10,0	+25	+43	+60	-20	0	+13,5	+32	+50	+67	+95	+153	+259
	-40	-20	-10,0	+5	+23	+40	-47	-27	-13,5	+5	+23	+40	+68	+159	+279
Понад 140 до 160	-20	0	+10,0	+25	+43	+60	-20	0	+13,5	+32	+50	+67	+95	+153	+259
	-40	-20	-10,0	+5	+23	+40	-47	-27	-13,5	+5	+23	+40	+68	+159	+279
Понад 160 до 180	-20	0	+10,0	+25	+43	+60	-20	0	+13,5	+32	+50	+67	+95	+153	+259
	-40	-20	-10,0	+5	+23	+40	-47	-27	-13,5	+5	+23	+40	+68	+159	+279
Понад 180 до 200	-20	0	+10,0	+25	+43	+60	-20	0	+13,5	+32	+50	+67	+95	+153	+259
	-40	-20	-10,0	+5	+23	+40	-47	-27	-13,5	+5	+23	+40	+68	+159	+279
Понад 200 до 225	-20	0	+10,0	+25	+43	+60	-20	0	+13,5	+32	+50	+67	+95	+153	+259
	-40	-20	-10,0	+5	+23	+40	-47	-27	-13,5	+5	+23	+40	+68	+159	+279
Понад 225 до 250	-20	0	+10,0	+25	+43	+60	-20	0	+13,5	+32	+50	+67	+95	+153	+259
	-40	-20	-10,0	+5	+23	+40	-47	-27	-13,5	+5	+23	+40	+68	+159	+279
Понад 250 до 280	-20	0	+10,0	+25	+43	+60	-20	0	+13,5	+32	+50	+67	+95	+153	+259
	-40	-20	-10,0	+5	+23	+40	-47	-27	-13,5	+5	+23	+40	+68	+159	+279
Понад 280 до 315	-20	0	+10,0	+25	+43	+60	-20	0	+13,5	+32	+50	+67	+95	+153	+259
	-40	-20	-10,0	+5	+23	+40	-47	-27	-13,5	+5	+23	+40	+68	+159	+279
Понад 315 до 355	-20	0	+10,0	+25	+43	+60	-20	0	+13,5	+32	+50	+67	+95	+153	+259
	-40	-20	-10,0	+5	+23	+40	-47	-27	-13,5	+5	+23	+40	+68	+159	+279
Понад 355 до 400	-20	0	+10,0	+25	+43	+60	-20	0	+13,5	+32	+50	+67	+95	+153	+259
	-40	-20	-10,0	+5	+23	+40	-47	-27	-13,5	+5	+23	+40	+68	+159	+279
Понад 400 до 450	-20	0	+10,0	+25	+43	+60	-20	0	+13,5	+32	+50	+67	+95	+153	+259
	-40	-20	-10,0	+5	+23	+40	-47	-27	-13,5	+5	+23	+40	+68	+159	+279
Понад 450 до 500	-20	0	+10,0	+25	+43	+60	-20	0	+13,5	+32	+50	+67	+95	+153	+259
	-40	-20	-10,0	+5	+23	+40	-47	-27	-13,5	+5	+23	+40	+68	+159	+279

Квалітет 6



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

## Квалітет 7



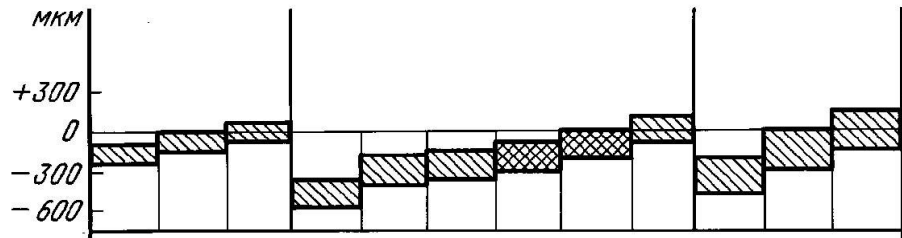
Інтервал розмірів, мм	Поля допусків								
	<i>e7</i>	<i>f7</i>	<i>h7</i>	<i>js7</i>	<i>k7</i>	<i>m7</i>	<i>n7</i>	<i>s7</i>	<i>u7</i>
	Граничні відхилення, мкм								
Від 1 до 3	-14	-6	0	+5	+10	-	+14	+24	+28
	-24	-16	-10	-5	0	-	+4	+14	+18
Понад 3 до 6	-20	-10	0	+6	+13	+16	+20	+31	+35
	-32	-22	-12	-6	+1	+4	+8	+19	+23
Понад 6 до 10	-25	-13	0	+7	+16	+21	+25	+38	+43
	-40	-28	-15	-7	+1	+6	+10	+23	+28
Понад 10 до 14	-32	-16	0	+9	+19	+25	+30	+45	+51
	-50	-34	-18	-9	+1	+7	+12	+28	+33
Понад 14 до 18	-40	-20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62
	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+41
Понад 18 до 24	-40	-20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62
	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+41
Понад 24 до 30	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85
	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+60
Понад 30 до 40	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83	+117
	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+53	+87
Понад 40 до 50	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83	+117
	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+89	+132
Понад 50 до 65	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124
Понад 65 до 80	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+114	+179
Понад 80 до 100	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170
Понад 100 до 120	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+140	+230
Понад 120 до 140	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+100	+190
Понад 140 до 160	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+148	+250
Понад 160 до 180	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+108	+210
Понад 180 до 200	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+168	+282
	-146	-96	-46	-23	+4	+17	+31	+122	+236
Понад 200 до 225	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+168	+282
	-146	-96	-46	-23	+4	+17	+31	+176	+304
Понад 225 до 250	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+168	+282
	-146	-96	-46	-23	+4	+17	+31	+130	+258
Понад 250 до 280	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+186	+330
	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+140	+284
Понад 280 до 315	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+186	+330
	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+210	+367
Понад 315 до 355	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+186	+330
	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+158	+315
Понад 355 до 400	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+222	+402
	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+170	+350
Понад 400 до 450	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+222	+402
	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+247	+447
Понад 450 до 500	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+222	+402
	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+190	+390
Понад 500 до 550	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+265	+492
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+208	+435
Понад 550 до 600	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+265	+492
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+295	+553
Понад 600 до 650	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+265	+492
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+232	+490
Понад 650 до 700	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+265	+492
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+315	+603
Понад 700 до 750	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+265	+492
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+252	+540

## Квалітети 8 та 9



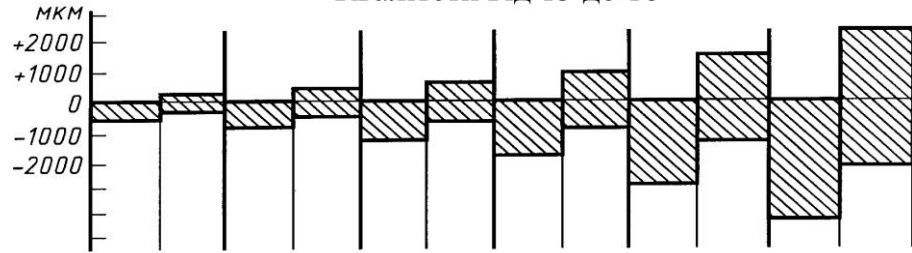
Інтервал розмірів, мм	Поля допусків													
	c8	d8	e8	f8	h8	js8*	u8	x8	z8	d9	e9	f9	h9	js9*
	Граничні відхилення, МКМ													
От 1 до 3	-60	-20	-14	-6	0	+7	+32	+34	+40	-20	-14	-6	0	+12
	-74	-34	-28	-20	-14	-7	+18	+20	+26	-45	-39	-31	-25	-12
Понад 3 до 6	-70	-30	-20	-10	0	+9	+41	+46	+53	-30	-20	-10	0	+15
	-88	-48	-38	-28	-18	-9	+23	+28	+35	-60	-50	-40	-30	-15
Понад 6 до 10	-80	-40	-25	-13	0	+11	+50	+56	+64	-40	-25	-13	0	+18
	-102	-62	-47	-35	-22	-11	+28	+34	+42	-76	-61	-49	-36	-18
Понад 10 до 14	-95	-50	-32	-16	0	+13	+60	+40	+50	-50	-32	-16	0	+21
	-122	-77	-59	-43	-27	-13	+33	+72	+87	-93	-75	-59	-43	-21
Понад 14 до 18							+74	+87	+106					
							+41	+54	+73	-65	-40	-20	0	+26
Понад 18 до 24	-110	-65	-40	-20	0	+16	+41	+54	+73	-65	-40	-20	0	+26
	-143	-98	-73	-53	-33	-16	+81	+97	+121	-117	-92	-72	-52	-26
Понад 24 до 30							+48	+64	+88					
							+99	+119	+151					
Понад 30 до 40	-120	-80	-50	-25	0	+19	+60	+80	+112	-80	-50	-25	0	+31
	-159	-119	-89	-64	-39	-19	+109	+136	+175	-142	-112	-87	-62	-31
Понад 40 до 50	-130	-119	-89	-64	-39	-19	+109	+136	+175	-142	-112	-87	-62	-31
	-169						+70	+97	+136					
Понад 50 до 65	-140	-100	-60	-30	0	+23	+133	+168	+218					
	-186	-146	-106	-76	-46	-23	+87	+122	+172	-100	-60	-30	0	+37
Понад 65 до 80	-150	-146	-106	-76	-46	-23	+148	+192	+256	-174	-134	-104	-74	-37
	-196						+102	+146	+210					
Понад 80 до 100	-170	-120	-72	-36	0	+27	+178	+232	+312					
	-224	-174	-126	-90	-54	-27	+124	+178	+258	-120	-72	-36	0	+43
Понад 100 до 120	-180	-174	-126	-90	-54	-27	+198	+264	+364	-207	-159	-123	-87	-43
	-234						+144	+210	+310					
Понад 120 до 140	-200						+233	+311	+428					
	-263						+170	+248	+365					
Понад 140 до 160	-210	-145	-85	-43	0	+31	+253	+343	+478	-145	-85	-43	0	+50
	-273	-208	-148	-106	-63	-31	+190	+280	+415	-245	-185	-143	-100	-50
Понад 160 до 180	-230						+273	+373	+528					
	-293						+210	+310	+465					
Понад 180 до 200	-240						+308	+422	+592					
	-312						+236	+350	+520					
Понад 200 до 225	-260	-170	-100	-50	0	+36	+330	+457	+647	-170	-100	-50	0	+57
	-332	-242	-172	-122	-72	-36	+258	+385	+575	-285	-215	-165	-115	-57
Понад 225 до 250	-280						+356	+497	+712					
	-352						+284	+425	+640					
Понад 250 до 280	-300						+396	+556	+791					
	-381	-190	-110	-56	0	+40	+315	+475	+710	-190	-110	-56	0	+65
Понад 280 до 315	-330	-271	-191	-137	-81	-40	+431	+606	+871	-320	-240	-186	-130	-65
	-411						+350	+525	+790					
Понад 315 до 355	-360						+479	+679	+989					
	-449	-210	-125	-62	0	+44	+390	+590	+900	-210	-125	-62	0	+70
Понад 355 до 400	-400	-299	-214	-151	-89	-44	+524	+749	+1089	-350	-265	-202	-140	-70
	-489						+435	+660	+1000					
Понад 400 до 450	-440						+587	+837	+1197					
	-537	-230	-135	-68	0	+48	+490	+740	+1100	-230	-135	-68	0	+77
Понад 450 до 500	-480	-327	-232	-165	-97	-48	+637	+917	+1347	-385	-290	-223	-155	-77
	-577						+540	+820	+1250					

Квалітети від 10 до 12

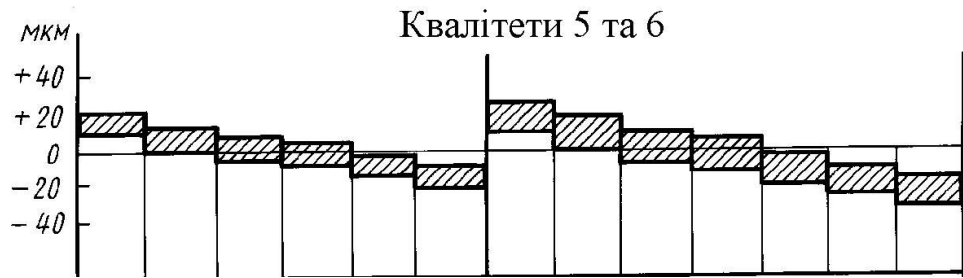


Інтервал розмірів, мм	Поля допусків											
	<i>d10</i>	<i>h10</i>	<i>js10*</i>	<i>a11</i>	<i>b11</i>	<i>c11</i>	<i>d11</i>	<i>h11</i>	<i>js11*</i>	<i>b12</i>	<i>h12</i>	<i>js12*</i>
	Граничні відхилення, МКМ											
От 1 до 3	-20	0	+20	-270	-140	-60	-20	0	+30	-140	0	+50
	-60	-40	-20	-330	-120	-120	-80	-60	-30	-240	-100	-50
Понад 3 до 6	-30	0	+24	-270	-140	-70	-30	0	+37	-140	0	+60
	-78	-48	-24	-345	-215	-145	-105	-75	-37	-260	-120	-60
Понад 6 до 10	-40	0	+29	-280	-150	-80	-40	0	+45	-150	0	+75
	-98	-58	-29	-370	-240	-170	-130	-90	-45	-300	-150	-75
Понад 10 до 14	-50	0	+35	-290	-150	-95	-50	0	+55	-150	0	+90
	-120	-70	-35	-400	-260	-205	-160	-110	-55	-330	-180	-90
Понад 14 до 18	-65	0	+42	-300	-160	-110	-65	0	+65	-160	0	+105
	-149	-84	-42	-430	-290	-240	-195	-130	-65	-370	-210	-105
Понад 18 до 24	-80	0	+50	-310	-170	-120	-80	0	+80	-170	0	+125
	-180	-100	-50	-470	-330	-280	-240	-160	-80	-420	-250	-125
Понад 24 до 30	-180	-100	-50	-320	-180	-130	-240	-160	-80	-180	-250	-125
	-180	-100	-50	-480	-340	-290	-240	-160	-80	-430	-250	-125
Понад 30 до 40	-100	0	+60	-340	-190	-140	-100	0	+95	-190	0	+150
	-220	-120	-60	-530	-380	-330	-290	-190	-95	-490	-300	-150
Понад 40 до 50	-220	-120	-60	-360	-200	-150	-290	-190	-95	-200	-300	-150
	-220	-120	-60	-550	-390	-340	-290	-190	-95	-500	-300	-150
Понад 50 до 65	-120	0	+70	-380	-220	-170	-120	0	+110	-220	0	+175
	-260	-140	-70	-600	-440	-390	-340	-220	-110	-570	-350	-175
Понад 65 до 80	-145	0	+80	-410	-240	-180	-145	0	+125	-240	0	+200
	-305	-160	-80	-630	-460	-400	-395	-250	-125	-590	-400	-200
Понад 80 до 100	-145	0	+80	-460	-260	-200	-145	0	+125	-260	0	+200
	-305	-160	-80	-710	-510	-450	-395	-250	-125	-660	-400	-200
Понад 100 до 120	-145	0	+80	-520	-280	-210	-145	0	+125	-280	0	+200
	-305	-160	-80	-770	-530	-460	-395	-250	-125	-680	-400	-200
Понад 120 до 140	-145	0	+80	-580	-310	-230	-145	0	+125	-310	0	+200
	-305	-160	-80	-830	-560	-480	-395	-250	-125	-710	-400	-200
Понад 140 до 160	-170	0	+92	-660	-340	-240	-170	0	+145	-340	0	+230
	-355	-185	-92	-950	-530	-530	-460	-290	-145	-800	-460	-230
Понад 160 до 180	-170	0	+92	-740	-380	-260	-170	0	+145	-380	0	+230
	-355	-185	-92	-1030	-670	-550	-460	-290	-145	-840	-460	-230
Понад 180 до 200	-170	0	+92	-820	-420	-280	-170	0	+145	-420	0	+230
	-355	-185	-92	-1110	-710	-570	-460	-290	-145	-880	-460	-230
Понад 200 до 225	-190	0	+105	-920	-480	-300	-190	0	+160	-480	0	+260
	-400	-210	-105	-1240	-800	-620	-510	-320	-160	-1000	-520	-260
Понад 225 до 250	-190	0	+105	-1050	-540	-330	-190	0	+160	-540	0	+260
	-400	-210	-105	-1370	-860	-650	-510	-320	-160	-1060	-520	-260
Понад 250 до 280	-210	0	+115	-1200	-600	-360	-210	0	+180	-600	0	+285
	-440	-230	-115	-1560	-960	-720	-570	-360	-180	-1170	-570	-285
Понад 280 до 315	-210	0	+115	-1350	-680	-400	-210	0	+180	-680	0	+285
	-440	-230	-115	-1710	-1040	-760	-570	-360	-180	-1250	-570	-285
Понад 315 до 355	-230	0	+125	-1500	-760	-440	-230	0	+200	-760	0	+315
	-480	-250	-125	-1900	-1160	-840	-630	-400	-200	-1390	-630	-315
Понад 355 до 400	-230	0	+125	-1650	-840	-480	-230	0	+200	-840	0	+315
	-480	-250	-125	-2050	-1240	-880	-630	-400	-200	-1470	-630	-315
Понад 400 до 450	-230	0	+125	-1500	-760	-440	-230	0	+200	-760	0	+315
	-480	-250	-125	-1900	-1160	-840	-630	-400	-200	-1390	-630	-315
Понад 450 до 500	-230	0	+125	-1650	-840	-480	-230	0	+200	-840	0	+315
	-480	-250	-125	-2050	-1240	-880	-630	-400	-200	-1470	-630	-315

Квалітети від 13 до 18

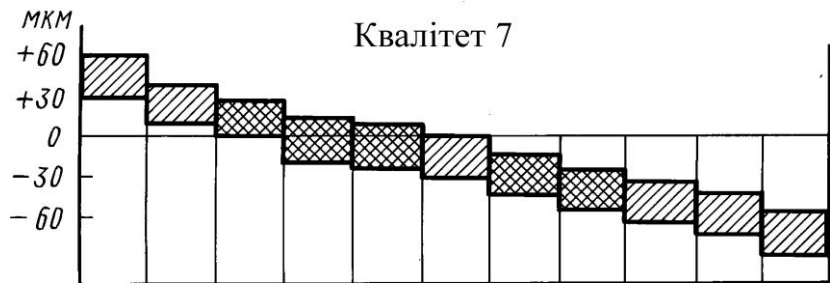


Інтервал розмірів, мм	Поля допусків																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	<i>h13*</i>	<i>js13*</i>	<i>h14*</i>	<i>js14*</i>	<i>h15*</i>	<i>js15*</i>	<i>h16*</i>	<i>js16*</i>	<i>h17*</i>	<i>js17*</i>	<i>h18*</i>	<i>js18*</i>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
	Граничні відхилення, МКМ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
От 1 до 3	0	+70	0	+125	0	+200	0	+300	0	+500				-140	-70	-250	-125	-400	-200	-600	-300	-1000	-500			Понад 3 до 6	0	+90	0	+150	0	+240	0	+375	0	+600	0	+900		-180	-90	-300	-150	-480	-240	-750	-375	-1200	-600	-1800	-900	Понад 6 до 10	0	+110	0	+180	0	+290	0	+450	0	+750	0	+1100		-220	-110	-360	-180	-580	-290	-900	-450	-1500	-750	-2200	-1100	Понад 10 до 14	0	+135	0	+215	0	+350	0	+550	0	+900	0	+1350	Понад 14 до 18	-270	-135	-430	-215	-700	-350	-1100	-550	-1800	-900	-2700	-1350	Понад 18 до 24	0	+165	0	+260	0	+420	0	+650	0	+1050	0	+1650	Понад 24 до 30	-330	-165	-520	-260	-840	-420	-1300	-650	-2100	-1050	-3300	-1650	Понад 30 до 40	0	+195	0	+310	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+1950	Понад 40 до 50	-390	-195	-620	-310	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-3900	-1950	Понад 50 до 65	0	+230	0	+370	0	+600	0	+950	0	+1500	0	+2300	Понад 65 до 80	-460	-230	-740	-370	-1200	-600	-1900	-950	-3000	-1500	-4600	-2300	Понад 80 до 100	0	+270	0	+435	0	+700	0	+1100	0	+1750	0	+2700	Понад 100 до 120	-540	-270	-870	-435	-1400	-700	-2200	-1100	-3500	-1750	-5400	-2700	Понад 120 до 140	0	+315	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+2000	0	+3150	Понад 140 до 160	-630	-315	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	Понад 160 до 180	0	+360	0	+575	0	+925	0	+1450	0	+2300	0	+3600	Понад 200 до 225	-720	-360	-1150	-575	-1850	-925	-2900	-1450	-4600	-2300	-7200	-3600	Понад 225 до 250	0	+405	0	+650	0	+1050	0	+1600	0	+2600	0	+4050	Понад 250 до 280	-810	-405	-1300	-650	-2100	-1050	-3200	-1600	-5200	-2600	-8100	-4050	Понад 280 до 315	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850	0	+4450	Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500												
	-140	-70	-250	-125	-400	-200	-600	-300	-1000	-500			Понад 3 до 6	0	+90	0	+150	0	+240	0	+375	0	+600	0	+900		-180	-90	-300	-150	-480	-240	-750	-375	-1200	-600	-1800	-900	Понад 6 до 10	0	+110	0	+180	0	+290	0	+450	0	+750	0	+1100		-220	-110	-360	-180	-580	-290	-900	-450	-1500	-750	-2200	-1100	Понад 10 до 14	0	+135	0	+215	0	+350	0	+550	0	+900	0	+1350	Понад 14 до 18	-270	-135	-430	-215	-700	-350	-1100	-550	-1800	-900	-2700	-1350	Понад 18 до 24	0	+165	0	+260	0	+420	0	+650	0	+1050	0	+1650	Понад 24 до 30	-330	-165	-520	-260	-840	-420	-1300	-650	-2100	-1050	-3300	-1650	Понад 30 до 40	0	+195	0	+310	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+1950	Понад 40 до 50	-390	-195	-620	-310	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-3900	-1950	Понад 50 до 65	0	+230	0	+370	0	+600	0	+950	0	+1500	0	+2300	Понад 65 до 80	-460	-230	-740	-370	-1200	-600	-1900	-950	-3000	-1500	-4600	-2300	Понад 80 до 100	0	+270	0	+435	0	+700	0	+1100	0	+1750	0	+2700	Понад 100 до 120	-540	-270	-870	-435	-1400	-700	-2200	-1100	-3500	-1750	-5400	-2700	Понад 120 до 140	0	+315	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+2000	0	+3150	Понад 140 до 160	-630	-315	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	Понад 160 до 180	0	+360	0	+575	0	+925	0	+1450	0	+2300	0	+3600	Понад 200 до 225	-720	-360	-1150	-575	-1850	-925	-2900	-1450	-4600	-2300	-7200	-3600	Понад 225 до 250	0	+405	0	+650	0	+1050	0	+1600	0	+2600	0	+4050	Понад 250 до 280	-810	-405	-1300	-650	-2100	-1050	-3200	-1600	-5200	-2600	-8100	-4050	Понад 280 до 315	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850	0	+4450	Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																									
Понад 3 до 6	0	+90	0	+150	0	+240	0	+375	0	+600	0	+900		-180	-90	-300	-150	-480	-240	-750	-375	-1200	-600	-1800	-900	Понад 6 до 10	0	+110	0	+180	0	+290	0	+450	0	+750	0	+1100		-220	-110	-360	-180	-580	-290	-900	-450	-1500	-750	-2200	-1100	Понад 10 до 14	0	+135	0	+215	0	+350	0	+550	0	+900	0	+1350	Понад 14 до 18	-270	-135	-430	-215	-700	-350	-1100	-550	-1800	-900	-2700	-1350	Понад 18 до 24	0	+165	0	+260	0	+420	0	+650	0	+1050	0	+1650	Понад 24 до 30	-330	-165	-520	-260	-840	-420	-1300	-650	-2100	-1050	-3300	-1650	Понад 30 до 40	0	+195	0	+310	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+1950	Понад 40 до 50	-390	-195	-620	-310	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-3900	-1950	Понад 50 до 65	0	+230	0	+370	0	+600	0	+950	0	+1500	0	+2300	Понад 65 до 80	-460	-230	-740	-370	-1200	-600	-1900	-950	-3000	-1500	-4600	-2300	Понад 80 до 100	0	+270	0	+435	0	+700	0	+1100	0	+1750	0	+2700	Понад 100 до 120	-540	-270	-870	-435	-1400	-700	-2200	-1100	-3500	-1750	-5400	-2700	Понад 120 до 140	0	+315	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+2000	0	+3150	Понад 140 до 160	-630	-315	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	Понад 160 до 180	0	+360	0	+575	0	+925	0	+1450	0	+2300	0	+3600	Понад 200 до 225	-720	-360	-1150	-575	-1850	-925	-2900	-1450	-4600	-2300	-7200	-3600	Понад 225 до 250	0	+405	0	+650	0	+1050	0	+1600	0	+2600	0	+4050	Понад 250 до 280	-810	-405	-1300	-650	-2100	-1050	-3200	-1600	-5200	-2600	-8100	-4050	Понад 280 до 315	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850	0	+4450	Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																						
	-180	-90	-300	-150	-480	-240	-750	-375	-1200	-600	-1800	-900	Понад 6 до 10	0	+110	0	+180	0	+290	0	+450	0	+750	0	+1100		-220	-110	-360	-180	-580	-290	-900	-450	-1500	-750	-2200	-1100	Понад 10 до 14	0	+135	0	+215	0	+350	0	+550	0	+900	0	+1350	Понад 14 до 18	-270	-135	-430	-215	-700	-350	-1100	-550	-1800	-900	-2700	-1350	Понад 18 до 24	0	+165	0	+260	0	+420	0	+650	0	+1050	0	+1650	Понад 24 до 30	-330	-165	-520	-260	-840	-420	-1300	-650	-2100	-1050	-3300	-1650	Понад 30 до 40	0	+195	0	+310	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+1950	Понад 40 до 50	-390	-195	-620	-310	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-3900	-1950	Понад 50 до 65	0	+230	0	+370	0	+600	0	+950	0	+1500	0	+2300	Понад 65 до 80	-460	-230	-740	-370	-1200	-600	-1900	-950	-3000	-1500	-4600	-2300	Понад 80 до 100	0	+270	0	+435	0	+700	0	+1100	0	+1750	0	+2700	Понад 100 до 120	-540	-270	-870	-435	-1400	-700	-2200	-1100	-3500	-1750	-5400	-2700	Понад 120 до 140	0	+315	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+2000	0	+3150	Понад 140 до 160	-630	-315	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	Понад 160 до 180	0	+360	0	+575	0	+925	0	+1450	0	+2300	0	+3600	Понад 200 до 225	-720	-360	-1150	-575	-1850	-925	-2900	-1450	-4600	-2300	-7200	-3600	Понад 225 до 250	0	+405	0	+650	0	+1050	0	+1600	0	+2600	0	+4050	Понад 250 до 280	-810	-405	-1300	-650	-2100	-1050	-3200	-1600	-5200	-2600	-8100	-4050	Понад 280 до 315	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850	0	+4450	Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																																			
Понад 6 до 10	0	+110	0	+180	0	+290	0	+450	0	+750	0	+1100		-220	-110	-360	-180	-580	-290	-900	-450	-1500	-750	-2200	-1100	Понад 10 до 14	0	+135	0	+215	0	+350	0	+550	0	+900	0	+1350	Понад 14 до 18	-270	-135	-430	-215	-700	-350	-1100	-550	-1800	-900	-2700	-1350	Понад 18 до 24	0	+165	0	+260	0	+420	0	+650	0	+1050	0	+1650	Понад 24 до 30	-330	-165	-520	-260	-840	-420	-1300	-650	-2100	-1050	-3300	-1650	Понад 30 до 40	0	+195	0	+310	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+1950	Понад 40 до 50	-390	-195	-620	-310	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-3900	-1950	Понад 50 до 65	0	+230	0	+370	0	+600	0	+950	0	+1500	0	+2300	Понад 65 до 80	-460	-230	-740	-370	-1200	-600	-1900	-950	-3000	-1500	-4600	-2300	Понад 80 до 100	0	+270	0	+435	0	+700	0	+1100	0	+1750	0	+2700	Понад 100 до 120	-540	-270	-870	-435	-1400	-700	-2200	-1100	-3500	-1750	-5400	-2700	Понад 120 до 140	0	+315	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+2000	0	+3150	Понад 140 до 160	-630	-315	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	Понад 160 до 180	0	+360	0	+575	0	+925	0	+1450	0	+2300	0	+3600	Понад 200 до 225	-720	-360	-1150	-575	-1850	-925	-2900	-1450	-4600	-2300	-7200	-3600	Понад 225 до 250	0	+405	0	+650	0	+1050	0	+1600	0	+2600	0	+4050	Понад 250 до 280	-810	-405	-1300	-650	-2100	-1050	-3200	-1600	-5200	-2600	-8100	-4050	Понад 280 до 315	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850	0	+4450	Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																																																
	-220	-110	-360	-180	-580	-290	-900	-450	-1500	-750	-2200	-1100	Понад 10 до 14	0	+135	0	+215	0	+350	0	+550	0	+900	0	+1350	Понад 14 до 18	-270	-135	-430	-215	-700	-350	-1100	-550	-1800	-900	-2700	-1350	Понад 18 до 24	0	+165	0	+260	0	+420	0	+650	0	+1050	0	+1650	Понад 24 до 30	-330	-165	-520	-260	-840	-420	-1300	-650	-2100	-1050	-3300	-1650	Понад 30 до 40	0	+195	0	+310	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+1950	Понад 40 до 50	-390	-195	-620	-310	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-3900	-1950	Понад 50 до 65	0	+230	0	+370	0	+600	0	+950	0	+1500	0	+2300	Понад 65 до 80	-460	-230	-740	-370	-1200	-600	-1900	-950	-3000	-1500	-4600	-2300	Понад 80 до 100	0	+270	0	+435	0	+700	0	+1100	0	+1750	0	+2700	Понад 100 до 120	-540	-270	-870	-435	-1400	-700	-2200	-1100	-3500	-1750	-5400	-2700	Понад 120 до 140	0	+315	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+2000	0	+3150	Понад 140 до 160	-630	-315	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	Понад 160 до 180	0	+360	0	+575	0	+925	0	+1450	0	+2300	0	+3600	Понад 200 до 225	-720	-360	-1150	-575	-1850	-925	-2900	-1450	-4600	-2300	-7200	-3600	Понад 225 до 250	0	+405	0	+650	0	+1050	0	+1600	0	+2600	0	+4050	Понад 250 до 280	-810	-405	-1300	-650	-2100	-1050	-3200	-1600	-5200	-2600	-8100	-4050	Понад 280 до 315	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850	0	+4450	Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																																																													
Понад 10 до 14	0	+135	0	+215	0	+350	0	+550	0	+900	0	+1350	Понад 14 до 18	-270	-135	-430	-215	-700	-350	-1100	-550	-1800	-900	-2700	-1350	Понад 18 до 24	0	+165	0	+260	0	+420	0	+650	0	+1050	0	+1650	Понад 24 до 30	-330	-165	-520	-260	-840	-420	-1300	-650	-2100	-1050	-3300	-1650	Понад 30 до 40	0	+195	0	+310	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+1950	Понад 40 до 50	-390	-195	-620	-310	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-3900	-1950	Понад 50 до 65	0	+230	0	+370	0	+600	0	+950	0	+1500	0	+2300	Понад 65 до 80	-460	-230	-740	-370	-1200	-600	-1900	-950	-3000	-1500	-4600	-2300	Понад 80 до 100	0	+270	0	+435	0	+700	0	+1100	0	+1750	0	+2700	Понад 100 до 120	-540	-270	-870	-435	-1400	-700	-2200	-1100	-3500	-1750	-5400	-2700	Понад 120 до 140	0	+315	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+2000	0	+3150	Понад 140 до 160	-630	-315	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	Понад 160 до 180	0	+360	0	+575	0	+925	0	+1450	0	+2300	0	+3600	Понад 200 до 225	-720	-360	-1150	-575	-1850	-925	-2900	-1450	-4600	-2300	-7200	-3600	Понад 225 до 250	0	+405	0	+650	0	+1050	0	+1600	0	+2600	0	+4050	Понад 250 до 280	-810	-405	-1300	-650	-2100	-1050	-3200	-1600	-5200	-2600	-8100	-4050	Понад 280 до 315	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850	0	+4450	Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																																																																										
Понад 14 до 18	-270	-135	-430	-215	-700	-350	-1100	-550	-1800	-900	-2700	-1350	Понад 18 до 24	0	+165	0	+260	0	+420	0	+650	0	+1050	0	+1650	Понад 24 до 30	-330	-165	-520	-260	-840	-420	-1300	-650	-2100	-1050	-3300	-1650	Понад 30 до 40	0	+195	0	+310	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+1950	Понад 40 до 50	-390	-195	-620	-310	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-3900	-1950	Понад 50 до 65	0	+230	0	+370	0	+600	0	+950	0	+1500	0	+2300	Понад 65 до 80	-460	-230	-740	-370	-1200	-600	-1900	-950	-3000	-1500	-4600	-2300	Понад 80 до 100	0	+270	0	+435	0	+700	0	+1100	0	+1750	0	+2700	Понад 100 до 120	-540	-270	-870	-435	-1400	-700	-2200	-1100	-3500	-1750	-5400	-2700	Понад 120 до 140	0	+315	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+2000	0	+3150	Понад 140 до 160	-630	-315	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	Понад 160 до 180	0	+360	0	+575	0	+925	0	+1450	0	+2300	0	+3600	Понад 200 до 225	-720	-360	-1150	-575	-1850	-925	-2900	-1450	-4600	-2300	-7200	-3600	Понад 225 до 250	0	+405	0	+650	0	+1050	0	+1600	0	+2600	0	+4050	Понад 250 до 280	-810	-405	-1300	-650	-2100	-1050	-3200	-1600	-5200	-2600	-8100	-4050	Понад 280 до 315	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850	0	+4450	Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																																																																																							
Понад 18 до 24	0	+165	0	+260	0	+420	0	+650	0	+1050	0	+1650	Понад 24 до 30	-330	-165	-520	-260	-840	-420	-1300	-650	-2100	-1050	-3300	-1650	Понад 30 до 40	0	+195	0	+310	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+1950	Понад 40 до 50	-390	-195	-620	-310	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-3900	-1950	Понад 50 до 65	0	+230	0	+370	0	+600	0	+950	0	+1500	0	+2300	Понад 65 до 80	-460	-230	-740	-370	-1200	-600	-1900	-950	-3000	-1500	-4600	-2300	Понад 80 до 100	0	+270	0	+435	0	+700	0	+1100	0	+1750	0	+2700	Понад 100 до 120	-540	-270	-870	-435	-1400	-700	-2200	-1100	-3500	-1750	-5400	-2700	Понад 120 до 140	0	+315	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+2000	0	+3150	Понад 140 до 160	-630	-315	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	Понад 160 до 180	0	+360	0	+575	0	+925	0	+1450	0	+2300	0	+3600	Понад 200 до 225	-720	-360	-1150	-575	-1850	-925	-2900	-1450	-4600	-2300	-7200	-3600	Понад 225 до 250	0	+405	0	+650	0	+1050	0	+1600	0	+2600	0	+4050	Понад 250 до 280	-810	-405	-1300	-650	-2100	-1050	-3200	-1600	-5200	-2600	-8100	-4050	Понад 280 до 315	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850	0	+4450	Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																																																																																																				
Понад 24 до 30	-330	-165	-520	-260	-840	-420	-1300	-650	-2100	-1050	-3300	-1650	Понад 30 до 40	0	+195	0	+310	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+1950	Понад 40 до 50	-390	-195	-620	-310	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-3900	-1950	Понад 50 до 65	0	+230	0	+370	0	+600	0	+950	0	+1500	0	+2300	Понад 65 до 80	-460	-230	-740	-370	-1200	-600	-1900	-950	-3000	-1500	-4600	-2300	Понад 80 до 100	0	+270	0	+435	0	+700	0	+1100	0	+1750	0	+2700	Понад 100 до 120	-540	-270	-870	-435	-1400	-700	-2200	-1100	-3500	-1750	-5400	-2700	Понад 120 до 140	0	+315	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+2000	0	+3150	Понад 140 до 160	-630	-315	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	Понад 160 до 180	0	+360	0	+575	0	+925	0	+1450	0	+2300	0	+3600	Понад 200 до 225	-720	-360	-1150	-575	-1850	-925	-2900	-1450	-4600	-2300	-7200	-3600	Понад 225 до 250	0	+405	0	+650	0	+1050	0	+1600	0	+2600	0	+4050	Понад 250 до 280	-810	-405	-1300	-650	-2100	-1050	-3200	-1600	-5200	-2600	-8100	-4050	Понад 280 до 315	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850	0	+4450	Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																																																																																																																	
Понад 30 до 40	0	+195	0	+310	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+1950	Понад 40 до 50	-390	-195	-620	-310	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-3900	-1950	Понад 50 до 65	0	+230	0	+370	0	+600	0	+950	0	+1500	0	+2300	Понад 65 до 80	-460	-230	-740	-370	-1200	-600	-1900	-950	-3000	-1500	-4600	-2300	Понад 80 до 100	0	+270	0	+435	0	+700	0	+1100	0	+1750	0	+2700	Понад 100 до 120	-540	-270	-870	-435	-1400	-700	-2200	-1100	-3500	-1750	-5400	-2700	Понад 120 до 140	0	+315	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+2000	0	+3150	Понад 140 до 160	-630	-315	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	Понад 160 до 180	0	+360	0	+575	0	+925	0	+1450	0	+2300	0	+3600	Понад 200 до 225	-720	-360	-1150	-575	-1850	-925	-2900	-1450	-4600	-2300	-7200	-3600	Понад 225 до 250	0	+405	0	+650	0	+1050	0	+1600	0	+2600	0	+4050	Понад 250 до 280	-810	-405	-1300	-650	-2100	-1050	-3200	-1600	-5200	-2600	-8100	-4050	Понад 280 до 315	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850	0	+4450	Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																																																																																																																														
Понад 40 до 50	-390	-195	-620	-310	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-3900	-1950	Понад 50 до 65	0	+230	0	+370	0	+600	0	+950	0	+1500	0	+2300	Понад 65 до 80	-460	-230	-740	-370	-1200	-600	-1900	-950	-3000	-1500	-4600	-2300	Понад 80 до 100	0	+270	0	+435	0	+700	0	+1100	0	+1750	0	+2700	Понад 100 до 120	-540	-270	-870	-435	-1400	-700	-2200	-1100	-3500	-1750	-5400	-2700	Понад 120 до 140	0	+315	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+2000	0	+3150	Понад 140 до 160	-630	-315	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	Понад 160 до 180	0	+360	0	+575	0	+925	0	+1450	0	+2300	0	+3600	Понад 200 до 225	-720	-360	-1150	-575	-1850	-925	-2900	-1450	-4600	-2300	-7200	-3600	Понад 225 до 250	0	+405	0	+650	0	+1050	0	+1600	0	+2600	0	+4050	Понад 250 до 280	-810	-405	-1300	-650	-2100	-1050	-3200	-1600	-5200	-2600	-8100	-4050	Понад 280 до 315	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850	0	+4450	Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																																																																																																																																											
Понад 50 до 65	0	+230	0	+370	0	+600	0	+950	0	+1500	0	+2300	Понад 65 до 80	-460	-230	-740	-370	-1200	-600	-1900	-950	-3000	-1500	-4600	-2300	Понад 80 до 100	0	+270	0	+435	0	+700	0	+1100	0	+1750	0	+2700	Понад 100 до 120	-540	-270	-870	-435	-1400	-700	-2200	-1100	-3500	-1750	-5400	-2700	Понад 120 до 140	0	+315	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+2000	0	+3150	Понад 140 до 160	-630	-315	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	Понад 160 до 180	0	+360	0	+575	0	+925	0	+1450	0	+2300	0	+3600	Понад 200 до 225	-720	-360	-1150	-575	-1850	-925	-2900	-1450	-4600	-2300	-7200	-3600	Понад 225 до 250	0	+405	0	+650	0	+1050	0	+1600	0	+2600	0	+4050	Понад 250 до 280	-810	-405	-1300	-650	-2100	-1050	-3200	-1600	-5200	-2600	-8100	-4050	Понад 280 до 315	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850	0	+4450	Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																																																																																																																																																								
Понад 65 до 80	-460	-230	-740	-370	-1200	-600	-1900	-950	-3000	-1500	-4600	-2300	Понад 80 до 100	0	+270	0	+435	0	+700	0	+1100	0	+1750	0	+2700	Понад 100 до 120	-540	-270	-870	-435	-1400	-700	-2200	-1100	-3500	-1750	-5400	-2700	Понад 120 до 140	0	+315	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+2000	0	+3150	Понад 140 до 160	-630	-315	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	Понад 160 до 180	0	+360	0	+575	0	+925	0	+1450	0	+2300	0	+3600	Понад 200 до 225	-720	-360	-1150	-575	-1850	-925	-2900	-1450	-4600	-2300	-7200	-3600	Понад 225 до 250	0	+405	0	+650	0	+1050	0	+1600	0	+2600	0	+4050	Понад 250 до 280	-810	-405	-1300	-650	-2100	-1050	-3200	-1600	-5200	-2600	-8100	-4050	Понад 280 до 315	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850	0	+4450	Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																																																																																																																																																																					
Понад 80 до 100	0	+270	0	+435	0	+700	0	+1100	0	+1750	0	+2700	Понад 100 до 120	-540	-270	-870	-435	-1400	-700	-2200	-1100	-3500	-1750	-5400	-2700	Понад 120 до 140	0	+315	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+2000	0	+3150	Понад 140 до 160	-630	-315	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	Понад 160 до 180	0	+360	0	+575	0	+925	0	+1450	0	+2300	0	+3600	Понад 200 до 225	-720	-360	-1150	-575	-1850	-925	-2900	-1450	-4600	-2300	-7200	-3600	Понад 225 до 250	0	+405	0	+650	0	+1050	0	+1600	0	+2600	0	+4050	Понад 250 до 280	-810	-405	-1300	-650	-2100	-1050	-3200	-1600	-5200	-2600	-8100	-4050	Понад 280 до 315	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850	0	+4450	Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																																																																																																																																																																																		
Понад 100 до 120	-540	-270	-870	-435	-1400	-700	-2200	-1100	-3500	-1750	-5400	-2700	Понад 120 до 140	0	+315	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+2000	0	+3150	Понад 140 до 160	-630	-315	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	Понад 160 до 180	0	+360	0	+575	0	+925	0	+1450	0	+2300	0	+3600	Понад 200 до 225	-720	-360	-1150	-575	-1850	-925	-2900	-1450	-4600	-2300	-7200	-3600	Понад 225 до 250	0	+405	0	+650	0	+1050	0	+1600	0	+2600	0	+4050	Понад 250 до 280	-810	-405	-1300	-650	-2100	-1050	-3200	-1600	-5200	-2600	-8100	-4050	Понад 280 до 315	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850	0	+4450	Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																																																																																																																																																																																															
Понад 120 до 140	0	+315	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+2000	0	+3150	Понад 140 до 160	-630	-315	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	Понад 160 до 180	0	+360	0	+575	0	+925	0	+1450	0	+2300	0	+3600	Понад 200 до 225	-720	-360	-1150	-575	-1850	-925	-2900	-1450	-4600	-2300	-7200	-3600	Понад 225 до 250	0	+405	0	+650	0	+1050	0	+1600	0	+2600	0	+4050	Понад 250 до 280	-810	-405	-1300	-650	-2100	-1050	-3200	-1600	-5200	-2600	-8100	-4050	Понад 280 до 315	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850	0	+4450	Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																																																																																																																																																																																																												
Понад 140 до 160	-630	-315	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	Понад 160 до 180	0	+360	0	+575	0	+925	0	+1450	0	+2300	0	+3600	Понад 200 до 225	-720	-360	-1150	-575	-1850	-925	-2900	-1450	-4600	-2300	-7200	-3600	Понад 225 до 250	0	+405	0	+650	0	+1050	0	+1600	0	+2600	0	+4050	Понад 250 до 280	-810	-405	-1300	-650	-2100	-1050	-3200	-1600	-5200	-2600	-8100	-4050	Понад 280 до 315	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850	0	+4450	Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																																																																																																																																																																																																																									
Понад 160 до 180	0	+360	0	+575	0	+925	0	+1450	0	+2300	0	+3600	Понад 200 до 225	-720	-360	-1150	-575	-1850	-925	-2900	-1450	-4600	-2300	-7200	-3600	Понад 225 до 250	0	+405	0	+650	0	+1050	0	+1600	0	+2600	0	+4050	Понад 250 до 280	-810	-405	-1300	-650	-2100	-1050	-3200	-1600	-5200	-2600	-8100	-4050	Понад 280 до 315	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850	0	+4450	Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																																																																																																																																																																																																																																						
Понад 200 до 225	-720	-360	-1150	-575	-1850	-925	-2900	-1450	-4600	-2300	-7200	-3600	Понад 225 до 250	0	+405	0	+650	0	+1050	0	+1600	0	+2600	0	+4050	Понад 250 до 280	-810	-405	-1300	-650	-2100	-1050	-3200	-1600	-5200	-2600	-8100	-4050	Понад 280 до 315	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850	0	+4450	Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																																																																																																																																																																																																																																																			
Понад 225 до 250	0	+405	0	+650	0	+1050	0	+1600	0	+2600	0	+4050	Понад 250 до 280	-810	-405	-1300	-650	-2100	-1050	-3200	-1600	-5200	-2600	-8100	-4050	Понад 280 до 315	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850	0	+4450	Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																																																																																																																																																																																																																																																																
Понад 250 до 280	-810	-405	-1300	-650	-2100	-1050	-3200	-1600	-5200	-2600	-8100	-4050	Понад 280 до 315	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850	0	+4450	Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Понад 280 до 315	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850	0	+4450	Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Понад 315 до 355	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850	-8900	-4450	Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Понад 355 до 400	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150	0	+4850	Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Понад 400 до 450	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150	-9700	-4850	Понад 450 до 500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Понад 450 до 500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														



Інтервал розмірів, мм	Поля допусків												
	<i>G5</i>	<i>H5</i>	<i>Js5</i>	<i>K5</i>	<i>M5</i>	<i>N5</i>	<i>G6</i>	<i>H6</i>	<i>Js6</i>	<i>K6</i>	<i>M6</i>	<i>N6</i>	<i>P6</i>
	Граничні відхилення, мкм												
Від 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
Понад 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
Понад 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
Понад 10 до 14	+14	+8	+4,0	+2	-4	-9	+17	+11	+5,5	+2	-4	-9	-15
Понад 14 до 18	+6	0	-4,0	-6	-12	-17	+6	0	-5,5	-9	-15	-20	-26
Понад 18 до 24	+16	+9	+4,5	+1	-5	-12	+20	+13	+6,5	+2	-4	-11	-18
Понад 24 до 30	+7	0	-4,5	-8	-14	-21	+7	0	-6,5	-11	-17	-24	-31
Понад 30 до 40	+20	+11	+5,5	+2	-5	-13	+25	+16	+8,0	+3	-4	-12	-21
Понад 40 до 50	+9	0	-5,5	-9	-16	-24	+9	0	-8,0	-13	-20	-28	-37
Понад 50 до 65	+23	+13	+6,5	+3	-6	-15	+29	+19	+9,5	+4	-5	-4	-26
Понад 65 до 80	+10	0	-6,5	-10	-19	-28	+10	0	-9,5	-15	-24	-33	-45
Понад 80 до 100	+27	+15	+7,5	+2	-8	-18	+34	+22	+11,0	+4	-6	-16	-30
Понад 100 до 120	+12	0	-7,5	-13	-23	-33	+12	0	-11,0	-18	-28	-38	-52
Понад 120 до 140													
Понад 140 до 160	+32	+18	+9,0	+3	-9	-21	+39	+25	+12,5	+4	-8	-20	-36
Понад 160 до 180	+14	0	-9,0	-15	-27	-39	+14	0	-12,5	-21	-33	-45	-61
Понад 180 до 200	+35	+20	+10,0	+2	-11	-25	+44	+29	+14,5	+5	-8	-22	-41
Понад 200 до 225	+15	0	-10,0	-18	-31	-45	+15	0	-14,5	-24	-37	-51	-70
Понад 225 до 250													
Понад 250 до 280	+40	+23	+11,5	+3	-13	-27	+49	+32	+16,0	+5	-9	-25	-47
Понад 280 до 315	+17	0	-11,5	-20	-36	-50	+17	0	-16,0	-27	-41	-57	-79
Понад 315 до 355	+43	+25	+12,5	+3	-14	-30	+54	+36	+18,0	+7	-10	-26	-51
Понад 355 до 400	+18	0	-12,5	-22	-39	-55	+18	0	-18,0	-29	-46	-62	-87
Понад 400 до 450	+47	+27	+13,5	+2	-16	-33	+60	+40	+20,0	+8	-10	-27	-55
Понад 450 до 500	+20	0	-13,5	-25	-43	-60	+20	0	-20,0	-32	-50	-67	-95





Інтервал розмірів, мм	Поля допусків										
	F7	G7	H7	Js7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7
	Граничні відхилення, МКМ										
Від 1 до 3	+16 +6	+12 +2	+10 0	+5 -5	0 -10	-2 -12	-4 -14	-6 -16	-10 -20	-14 -24	-
Понад 3 до 6	+22 +10	+16 +4	+12 0	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-8 -20	-11 -23	-15 -27	-
Понад 6 до 10	+28 +13	+20 +5	+15 0	+7 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-9 -24	-13 -28	-17 -32	-
Понад 10 до 14	+34	+24	+18	+9	+6	0	-5	-11	-16	-21	-
Понад 14 до 18	+16	+6	0	-9	-12	-18	-23	-29	-34	-39	-
Понад 18 до 24	+41	+28	+21	+10	+6	0	-7	-14	-20	-27	-
Понад 24 до 30	+20	+7	0	-10	-15	-21	-28	-35	-41	-48	-33 -54
Понад 30 до 40	+50	+34	+25	+12	+7	0	-8	-17	-25	-34	-39 -64
Понад 40 до 50	+25	+9	0	-12	-18	-25	-33	-42	-50	-59	-45 -70
Понад 50 до 65	+60	+40	+30	+15	+9	0	-9	-21	-30	-42	-55 -85
Понад 65 до 80	+30	+10	0	-15	-21	-30	-39	-51	-60	-72	-64 -94
Понад 80 до 100	+71	+47	+35	+17	+10	0	-10	-24	-38	-58	-78 -113
Понад 100 до 120	+36	+12	0	-17	-25	-35	-45	-59	-73	-93	-91 -126
Понад 120 до 140	+83	+54	+40	+20	+12	0	-12	-28	-41	-66	-107 -147
Понад 140 до 160	+43	+14	0	-20	-28	-40	-52	-68	-76	-101	-119 -159
Понад 160 до 180	+96	+61	+46	+23	+13	0	-14	-33	-50	-85	-131 -171
Понад 180 до 200	+50	+15	0	-23	-33	-46	-60	-79	-53	-93	-119 -159
Понад 200 до 225	+96	+61	+46	+23	+13	0	-14	-33	-60	-93	-133 -171
Понад 225 до 250	+50	+15	0	-23	-33	-46	-60	-79	-60	-105	-149 -195
Понад 250 до 280	+108	+69	+52	+26	+16	0	-14	-36	-63	-113	-163 -209
Понад 280 до 315	+56	+17	0	-26	-36	-52	-66	-88	-67	-123	-179 -225
Понад 315 до 355	+119	+75	+57	+28	+17	0	-16	-41	-74	-138	-198 -250
Понад 355 до 400	+62	+18	0	-28	-40	-57	-73	-98	-126	-190	-220 -272
Понад 400 до 450	+131	+83	+63	+31	+18	0	-17	-45	-78	-150	-220 -272
Понад 450 до 500	+68	+20	0	-31	-45	-63	-80	-108	-130	-202	-272 -330

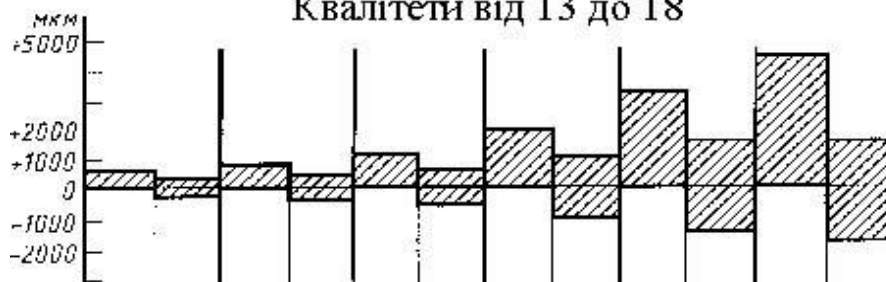


Інтервал розмірів, мм	Поля допусків													
	D8	E8	F8	H8	Js8	K8	M8	N8	U8	D9	E9	F9	H9	Js9*
	Граничні відхилення, мкм													
Від 1 до 3	+34	+28	+20	+14	+7	0	-4	-18	+45	+39	+31	+25	+12	
	+20	+14	+6	0	-7	-14	-	-18	-32	+20	+14	+6	0	-12
Понад 3 до 6	+48	+38	+28	+18	+9	+5	+2	-2	-23	+60	+50	+40	+30	+15
	+30	+20	+10	0	-9	-13	-16	-20	-41	+30	+20	+10	0	-15
Понад 6 до 10	+62	+47	+35	+22	+11	+6	+1	-3	-28	+76	+61	+49	+36	+18
	+40	+25	+13	0	-11	-16	-21	-25	-50	+40	+25	+13	0	-18
Понад 10 до 14	+77	+59	+43	+27	+13	+8	+2	-3	-33	+93	+75	+59	+43	+21
	+50	+32	+16	0	-13	-19	-25	-30	-60	+50	+32	+16	0	-21
Понад 14 до 18														
	+98	+73	+53	+33	+16	+10	+4	-3	-41	+117	+92	+72	+52	+26
Понад 18 до 24	+65	+40	+20	0	-16	-23	-29	-36	-74	+65	+40	+20	0	-26
									-48					
Понад 24 до 30									-81					
									-60					
Понад 30 до 40	+119	+89	+64	+39	+19	+12	+5	-3	-99	+142	+112	+87	+62	+31
	+80	+50	+25	0	-19	-27	-34	-42	-70	+80	+50	+25	0	-31
Понад 40 до 50									-109					
									-87					
Понад 50 до 65	+146	+106	+76	+46	+23	+14	+5	-4	-133	+174	+134	+104	+74	+37
	+100	+60	+30	0	-23	-32	-41	-50	-102	+100	+60	+30	0	-37
Понад 65 до 80									-148					
									-124					
Понад 80 до 100	+174	+126	+90	+54	+27	+16	+6	-4	-178	+207	+159	+123	+87	+43
	+120	+72	+36	0	-27	-38	-48	-58	-144	+120	+72	+36	0	-43
Понад 100 до 120									-198					
									-170					
Понад 120 до 140									-233					
	+208	+148	+106	+63	+31	+20	+8	-4	-190	+245	+185	+143	+	+50
Понад 140 до 160	+145	+85	+43	0	-31	-43	-55	-67	-253	+145	+85	+43	+100	-50
									-210				0	
Понад 160 до 180									-273					
									-236					
Понад 180 до 200									-308					
	+242	+172	+122	+72	+36	+22	+9	-5	-258	+285	+215	+165	+	+57
Понад 200 до 225	+170	+100	+50	0	-36	-50	-63	-77	-330	+170	+100	+50	+115	-57
									-284				0	
Понад 225 до 250									-356					
									-315					
Понад 250 до 280	+271	+191	+137	+81	+40	+25	+9	-5	-396	+320	+240	+186	+	+65
	+190	+110	+56	0	-40	-56	-72	-86	-350	+190	+110	+56	+130	-65
Понад 280 до 315									-431				0	
									-390					
Понад 315 до 355	+299	+214	+151	+89	+44	+28	+11	-5	-479	+350	+265	+202	+	+70
	+210	+125	+62	0	-44	-61	-78	-94	-435	+210	+125	+62	+140	-70
Понад 355 до 400									-524				0	
									-490					
Понад 400 до 450	+327	+232	+165	+97	+48	+29	+11	-6	-587	+385	+290	+223	+155	+77
	+230	+135	+68	0	-48	-68	-86	-103	-540	+230	+135	+68	0	-77
Понад 450 до 500									-637					



Інтервал розмірів, мм	Поля допусків											
	D10	H10	Js10*	A11	B11	C11	D11	H11	Js11*	B12	H12	Js12*
	Граничні відхилення, МКМ											
Від 1 до 3	+ 60	+ 40	+ 20	+ 330	+ 200	+ 120	+ 80	+ 60	+ 30	+ 240	+ 100	+ 50
	+ 20	0	- 20	+ 270	+ 140	+ 60	+ 20	0	- 30	+ 140	0	- 50
Понад 3 до 6	+ 78	+ 48	+ 24	+ 345	+ 215	+ 145	+ 105	+ 75	+ 37	+ 260	+ 120	+ 60
	+ 30	0	- 24	+ 270	+ 140	+ 70	+ 30	0	- 37	+ 140	0	- 60
Понад 6 до 10	+ 98	+ 58	+ 29	+ 370	+ 240	+ 170	+ 130	+ 90	+ 45	+ 300	+ 150	+ 75
	+ 40	0	- 29	+ 280	+ 150	+ 80	+ 40	0	- 45	+ 150	0	- 75
Понад 10 до 14	+ 120	+ 70	+ 35	+ 400	+ 260	+ 205	+ 160	+ 110	+ 55	+ 330	+ 180	+ 90
	+ 50	0	- 35	+ 290	+ 150	+ 95	+ 50	0	- 55	+ 150	0	- 90
Понад 14 до 18												
Понад 18 до 24	+ 149	+ 84	+ 42	+ 430	+ 290	+ 240	+ 195	+ 130	+ 65	+ 370	+ 210	+ 105
	+ 65	0	- 42	+ 300	+ 160	+ 110	+ 65	0	- 65	+ 160	0	- 105
Понад 24 до 30												
Понад 30 до 40	+ 180	+ 100	+ 50	+ 470	+ 330	+ 280				+ 420		
	+ 80	0	- 50	+ 310	+ 170	+ 120	+ 240	+ 160	+ 80	+ 170	+ 250	+ 125
Понад 40 до 50				+ 480	+ 340	+ 290	+ 80	0	- 80	+ 430	0	- 125
				+ 320	+ 180	+ 130				+ 180		
Понад 50 до 65	+ 220	+ 120	+ 60	+ 530	+ 380	+ 330				+ 490		
	+ 100	0	- 60	+ 340	+ 190	+ 140	+ 290	+ 190	+ 95	+ 190	+ 300	+ 150
Понад 65 до 80				+ 550	+ 390	+ 340	+ 100	0	- 95	+ 500	0	- 150
				+ 360	+ 200	+ 150				+ 200		
Понад 80 до 100	+ 260	+ 140	+ 70	+ 600	+ 440	+ 390				+ 570		
	+ 120	0	- 70	+ 380	+ 220	+ 170	+ 340	+ 220	+ 110	+ 220	+ 350	+ 175
Понад 100 до 120				+ 630	+ 460	+ 400	+ 120	0	- 110	+ 590	0	- 175
				+ 410	+ 240	+ 180				+ 240		
Понад 120 до 140				+ 710	+ 510	+ 450				+ 660		
				+ 460	+ 260	+ 200				+ 260		
Понад 140 до 160	+ 305	+ 160	+ 80	+ 770	+ 530	+ 460	+ 395	+ 250	+ 125	+ 680	+ 400	+ 200
	+ 145	0	- 80	+ 520	+ 280	+ 210	+ 145	0	- 125	+ 280	0	- 200
Понад 160 до 180				+ 830	+ 560	+ 480				+ 710		
				+ 580	+ 310	+ 230				+ 310		
Понад 180 до 200				+ 950	+ 630	+ 530				+ 800		
				+ 660	+ 340	+ 240				+ 340		
Понад 200 до 225	+ 355	+ 185	+ 92	+ 1030	+ 670	+ 550	+ 460	+ 290	+ 145	+ 840	+ 460	+ 230
	+ 170	0	- 92	+ 740	+ 380	+ 260	+ 170	0	- 145	+ 380	0	- 230
Понад 225 до 250				+ 1110	+ 710	+ 570				+ 880		
				+ 820	+ 420	+ 280				+ 420		
Понад 250 до 280	+ 400	+ 210	+ 105	+ 1240	+ 800	+ 620				+ 1000		
	+ 190	0	- 105	+ 920	+ 480	+ 300	+ 510	+ 320	+ 160	+ 480	+ 520	+ 260
Понад 280 до 315				+ 1370	+ 860	+ 650	+ 190	0	- 160	+ 1060	0	- 260
				+ 1050	+ 540	+ 330				+ 540		
Понад 315 до 355	+ 440	+ 230	+ 115	+ 1560	+ 960	+ 720				+ 1170		
	+ 210	0	- 115	+ 1200	+ 600	+ 360	+ 570	+ 360	+ 180	+ 600	+ 570	+ 285
Понад 355 до 400				+ 1710	+ 1040	+ 760	+ 210	0	- 180	+ 1250	0	- 285
				+ 1350	+ 680	+ 400				+ 680		
Понад 400 до 450	+ 480	+ 250	+ 125	+ 1900	+ 1160	+ 840				+ 1390		
	+ 230	0	- 125	+ 1500	+ 760	+ 440	+ 630	+ 400	+ 200	+ 760	+ 630	+ 315
Понад 450 до 500				+ 2050	+ 1240	+ 880	+ 230	0	- 200	+ 1470	0	- 315
				+ 1650	+ 840	+ 480				+ 840		

### Квалітети від 13 до 18



Інтервал розмірів, мм	Поля допусків											
	<i>H13*</i>	<i>Js13*</i>	<i>H14*</i>	<i>Js14*</i>	<i>H15*</i>	<i>Js15*</i>	<i>H16*</i>	<i>JS16*</i>	<i>H17*</i>	<i>Js17*</i>	<i>H18*</i>	<i>Js18*</i>
	Граничні відхилення, мкм											
Від 1 до 3	+140 0	+70 -70	+250 0	+125 -125	+400 0	+200 -200	+600 0	+300 -300	+1000 0	+500 -500		
Понад 3 до 6	+180 0	+90 -90	+300 0	+150 -150	+480 0	+240 -240	+750 0	+375 -375	+1200 0	+600 -600	+1800 0	+900 -900
Понад 6 до 10	+220 0	+110 -110	+360 0	+180 -180	+580 0	+290 -290	+900 0	+450 -450	+1500 0	+750 -750	+2200 0	+1100 -1100
Понад 10 до 14	+270 0	+135 -135	+430 0	+215 -215	+700 0	+350 -350	+1100 0	+550 -550	+1800 0	+900 -900	+2700 0	+1350 -1350
Понад 14 до 18												
Понад 18 до 24	+330 0	+165 -165	+520 0	+260 -260	+840 0	+420 -420	+1300 0	+650 -650	+2100 0	+1050 -1050	+3300 0	+1650 -1650
Понад 24 до 30												
Понад 30 до 40	+390 0	+195 -195	+620 0	+310 -310	+1000 0	+500 -500	+1600 0	+800 -800	+2500 0	+1250 -1250	+3900 0	+1950 -1950
Понад 40 до 50												
Понад 50 до 65	+460 0	+230 -230	+740 0	+370 -370	+1200 0	+600 -600	+1900 0	+950 -950	+3000 0	+1500 -1500	+4600 0	+2300 -2300
Понад 65 до 80												
Понад 80 до 100	+540 0	+270 -270	+870 0	+435 -435	+1400 0	+700 -700	+2200 0	+1100 -1100	+3500 0	+1750 -1750	+5400 0	+2700 -2700
Понад 100 до 120												
Понад 120 до 140	+630 0	+315 -315	+1000 0	+500 -500	+1600 0	+800 -800	+2500 0	+1250 -1250	+4000 0	+2000 -2000	+6300 0	+3150 -3150
Понад 140 до 160												
Понад 160 до 180												
Понад 180 до 200	+720 0	+360 -360	+1150 0	+575 -575	+1850 0	+925 -925	+2900 0	+1450 -1450	+4600 0	+2300 -2300	+7200 0	+3600 -3600
Понад 200 до 225												
Понад 225 до 250												
Понад 250 до 280	+810 0	+405 -405	+1300 0	+650 -650	+2100 0	+1050 -1050	+3200 0	+1600 -1600	+5200 0	+2600 -2600	+8100 0	+4050 -4050
Понад 280 до 315												
Понад 315 до 355	+890 0	+445 -445	+1400 0	+700 -700	+2300 0	+1150 -1150	+3600 0	+1800 -1800	+5700 0	+2850 -2850	+8900 0	+4450 -4450
Понад 355 до 400												
Понад 400 до 450												
Понад 450 до 500	+970 0	+485 -485	+1550 0	+775 -775	+2500 0	+1250 -1250	+4000 0	+2000 -2000	+6300 0	+3150 -3150	+9700 0	+4850 -4850

## ДОДАТОК Б

### Характеристики матеріалів

Таблиця Б.1

Матеріал	Сталь	Бронза	Чавун
Коефіцієнт лінійного розширення $\alpha$	$12 \cdot 10^{-6}$	$17,5 \cdot 10^{-6}$	$11 \cdot 10^{-6}$
Модуль пружності $E$ , МПа	$2,1 \cdot 10^5$	$1,0 \cdot 10^5$	$1,2 \cdot 10^5$
Коефіцієнт Пуассона $\mu$	0,3	0,35	0,25

Таблиця Б.2

Механічні характеристики матеріалів		
Матеріал	Границя плинності $\sigma_T$ , МПа	Границя міцності $\sigma_B$ , МПа
Сталь		
сталь 45	360	610–750
сталь 40	340	580–700
сталь 50	380	640–800
сталь 40Х	650–00	730–1050
сталь 20Х	400–650	720–850
Чавун	$0,75-0,85 \sigma_T$	180–320
Бронза	200	550

Таблиця Б.3

Коефіцієнт тертя (зчеплення) при повздовжньому зміщенні деталей		
Матеріали	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

### Граничні відхилення кілець підшипників

Таблиця В.1 – Підшипники кулькові і роликові радіальні і кулькові радіально-упорні. Кільця внутрішні

		Кільця внутрішні															
Клас точності		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	
		Граничні відхилення	0	верх-НС	0												
ниж-НС	-8			-8	-8	-10	-12	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50	-75	-100
6	верх-НС		0														
	ниж-НС		-7	-7	-7	-8	-10	-12	-15	-18	-22	-25	-30	-35	-40		
5	верх-НС		0														
	ниж-НС		-5	-5	-5	-6	-8	-9	-10	-13	-15	-18	-23				
4	верх-НС		0														
	ниж-НС		-4	-4	-4	-5	-6	-7	-8	-10	-12						

Таблиця В.2 – Підшипники кулькові і роликові радіальні і кулькові радіально-упорні. Кільця зовнішні

		Кільця зовнішні															
Клас точності		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	
		Граничні відхилення	0	верх-НС	0												
ниж-НС	-8			-8	-9	-11	-13	-15	-18	-25	-30	-35	-40	-45	-50	-75	-100
6	верх-НС		0														
	ниж-НС		-7	-7	-8	-9	-11	-13	-15	-18	-20	-25	-28	-33	-38	-45	-60
5	верх-НС		0														
	ниж-НС		-5	-5	-6	-7	-9	-10	-11	-13	-15	-18	-20	-23	-28	-35	
4	верх-НС		0														
	ниж-НС		-4	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-13	-15				

Таблиця В.3 – Підшипники роликові конічні. Кільця внутрішні

		Кільця внутрішні									
Клас точності		10... 18	18... 30	30... 50	50... 80	80... 120	120... 180	180... 250	250... 315	315... 400	
		0	верх-нє	0							
ниж-нє	-8		-10	-12	-15	-20	-25	-30	-35	-40	
6	верх-нє	0									
	ниж-нє	-7	-8	-10	-12	-15	-18	-22	-25	-30	
5	верх-нє	0									
	ниж-нє	-7	-8	-10	-12	-15	-18	-22	-25	-30	
4	верх-нє	0									
	ниж-нє	-7	-8	-10	-12	-15	-18	-22	-25	-30	

Таблиця В.4 – Підшипники роликові конічні. Кільця зовнішні

		Кільця зовнішні										
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	верх-нє	0								
ниж-нє	-9		-11	-13	-15	-18	-25	-30	-35	-40	-45	-50
6	верх-нє	0										
	ниж-нє	-7	-8	-10	-12	-15	-18	-22	-25	-30		
5	верх-нє	0										
	ниж-нє	-7	-8	-10	-12	-15	-18	-22	-25	-30		
4	верх-нє	0										
	ниж-нє	-8	-9	-11	-13	-15	-18	-20	-25	-28	-33	

## ДОДАТОК Г

### Розміри шпонок, елементів шпонкових пазів та їх граничні відхилення

Таблиця Г.1

Розмір з'єднання, мм	Переріз шпонки $b \times h$ , мм	Інтервали довжини $l$ , мм		Ширина шпонок паза $b$ , мм				Глибина шпонок паза				Радіус закруглення $r_1$ або фаска $s_1 \times 45^\circ$			
				Вільне з'єднання		Нормальне з'єднання		Щільне з'єднання		Вал $t_1$ , мм		Втулка $t_2$ , мм		Не більше	Не менше
				Вал (H9)	Втулка (D10)	Вал (N9)	Втулка (Js9)	Вал та втулка (P9)	Номін.	Відхил.	Номін.	Відхил.			
Понад 6 до 8	2×2	6	20	+0,025	+0,060	-0,004	+0,012	-0,006	1,2	1,0					
Понад 8 до 10	3×3	6	36	0	+0,020	-0,009	-0,012	-0,031	1,8	1,4	+0,1	+0,1	0,16	0,08	
Понад 10 до 12	4×4	8	45	+0,030	+0,078	0	+0,015	-0,015	2,5	1,8	0	0			
Понад 12 до 17	5×5	10	56	0	+0,030	-0,030	-0,015	-0,051	3,0	2,3					
Понад 17 до 22	6×6	14	70						3,5	2,8					
Понад 22 до 30	8×7	18	90	+0,036	+0,098	0	+0,018	-0,015	4,0	3,3					
Понад 30 до 38	10×8	22	110	0	+0,040	-0,036	-0,018	-0,051	5,0	3,3					
Понад 38 до 44	12×8	28	140						5,0	3,3					
Понад 44 до 50	14×9	36	160	+0,043	+0,120	0	+0,021	-0,018	5,5	3,8					
Понад 50 до 58	16×10	45	180	0	+0,050	-0,043	-0,021	-0,061	6,0	4,3	+0,2	+0,2	0,4	0,25	
Понад 58 до 65	18×11	50	200						7,0	4,4	0	0			
Понад 65 до 75	20×12	56	220						7,5	4,9					
Понад 75 до 85	22×14	63	250	+0,052	+0,149	0	+0,026	-0,022	9,0	5,4					
Понад 85 до 95	25×14	70	280	0	+0,065	-0,052	-0,026	-0,074	9,0	5,4			0,6	0,4	
Понад 95 до 110	28×16	80	320						10,0	6,4					



Продовження таблиці Г.1

Розмір з'єднання, мм	Переріз шпонки $b \times h$ , мм	Інтервали довжини $l$ , мм		Ширина шпонкового паза $b$ , мм						Глибина шпонкового паза				Радіус закруглення $r_1$ або фаска $s_l \times 45^\circ$							
				Вільне з'єднання		Нормальне з'єднання		Щільне з'єднання		Вал $t_1$ , мм		Втулка $t_2$ , мм				Номін.	Відхил.				
				Вал (Н9)	Втулка (D10)	Вал (N9)	Втулка (Js9)	Вал та втулка (P9)	Номін.	Відхил.	Номін.	Відхил.									
				Від	до																
Понад 110 до 130	32×18	90	360																		
Понад 130 до 150	36×20	100	400	+0,062	+0,180	0	+0,031	-0,026													
Понад 150 до 170	40×22	100	400	0	+0,080	-0,062	-0,031	-0,088													
Понад 170 до 200	45×25	110	450																		
Понад 200 до 230	50×28	125	500																		
Понад 230 до 260	56×32	140	500	+0,074	+0,220	0	+0,037	-0,032													
Понад 260 до 290	63×32	160	500	0	+0,100	-0,074	-0,037	-0,106													
Понад 290 до 330	70×36	180	500	+0,074	+0,220	0	+0,037	-0,032													
Понад 330 до 380	80×40	200	500	0	+0,100	-0,074	-0,037	-0,106													
Понад 380 до 440	90×45	220	500	+0,087	+0,260	0	+0,043	-0,037													
Понад 440 до 500	100×50	250	500	0	+0,120	-0,087	-0,043	-0,124													

Довжина шпонок повинна обиратись з ряду: 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63; 70; 80; 90; 100; 110; 125; 140; 160; 180; 200; 220; 250; 280; 320; 360; 400; 450; 500 мм.



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до виконання розрахунково-графічних  
та контрольних робіт

з дисциплін  
*«МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ  
ТА ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ»*  
та *«МЕТРОЛОГІЯ І СТАНДАРТИЗАЦІЯ»*

Частина 1

Відповідальний за випуск Бобрицький С. В.

Редактор Еткало О. О.

---

Підписано до друку 26.04.21 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 3,25. Тираж 5. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет  
залізничного транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.