

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра технології машинобудування

**ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ,
СТАНДАРТИЗАЦІЯ І ТЕХНІЧНІ
ВИМІРЮВАННЯ**

Методичні вказівки до виконання курсової роботи

студентів спеціальностей

131 – Прикладна механіка

133 – Галузеве машинобудування

Кропивницький 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра технології машинобудування

ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

Методичні вказівки до виконання курсової роботи

для студентів спеціальностей

131 – Прикладна механіка

133 – Галузеве машинобудування

Затверджено на засіданні кафедри

технології машинобудування

Протокол № 4 від 30.11.2019р.

Кропивницький 2019

Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання : метод. вказ. до викон. курсової роботи студ. спец. «Прикладна механіка», «Галузеве машинобудування» / [уклад. : А.М. Артюхов, А.Р. Апаракін] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. технології машинобудування. – Кропивницький : ЦНТУ, 2019. – 75 с.

Рецензент: доц., к.т.н. Гречка А.І.

ПЕРЕДМОВА

Курсова робота - це самостійна робота студента. У процесі написання курсової роботи під керівництвом викладачів кафедри студенти опановують методи та набувають навичок вміння проведення наукового дослідження. Написання курсової роботи має допомогти формуванню творчого мислення студента, перевірити навички збирання, аналізу та інтерпретації джерел й літератури, вміння формулювати висновки та пропозиції.

У методичних вказівках до виконання курсової роботи з ВСТВ розглядаються методики розрахунку допусків і посадок типових з'єднань машин, вибір засобів вимірювання та контролю виробів. Методики супроводжуються прикладами розрахунків.

Виконання курсової роботи з ВСТВ є важливою складовою підготовки висококваліфікованих фахівців у вищих навчальних закладах. Вона включає в себе елементи засвоєння методики організації курсової роботи та виконання інженерних завдань і розрахунків під керівництвом викладачів. Така робота проводиться в межах навчально-виховного процесу та поза межами навчального процесу. У курсовій роботі з ВСТВ допуски і посадки розраховуються і призначаються в з'єднаннях редуктора загального призначення. Найскладніші питання пов'язані з обґрунтуванням призначення вимог щодо точності розмірів, форми, розташування поверхонь, а також їхнього взаємного положення. Окрім того, інженер, призначаючи допуски на деталь повинен знати чи буде забезпечений контроль параметрів засобами вимірювання і з яким ступенем вірогідності. За експлуатаційними вимогами необхідно уточнювати параметри, допуски на них, вибирати засоби вимірювання.

Взаємозамінність у машинобудуванні має особливо велике значення, тому що різні галузі машинобудування характеризуються масовістю виробництва машин і запасних частин до них, а також наявністю декількох однакових деталей і вузлів в одній машині.

Успішне написання курсової роботи залежить від чіткого дотримання основних вимог, що ставляться до неї. Ці вимоги стосуються насамперед змісту роботи, структури, форми викладу матеріалу, а також її оформлення.

Дотримання студентом усіх вимог до оформлення курсової роботи сприяє вихованню в нього належного стилю роботи, виховує вимогливість до себе, прищеплює певні навички до ведення наукового дослідження, що буде корисним ним у роботі над дипломною роботою.

РОЗДІЛ 1

ЗМІСТ ТА ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

1.1 Вихідні дані для виконання курсової роботи

Розрахунки допусків і посадок типових з'єднань виконуються з урахуванням багатьох факторів. Вихідні данні для виконання курсової роботи з ВСТВ представлені у відповідних таблицях 1.1–1.5, а саме:

- умовне креслення вузла (рис.1.1);
- вибір варіанту курсової роботи (табл. 1.1);
- дані за розмірами редуктора, зусиллями на його ланках та швидкостями обертання(табл.1.2);
- розміщення спряжень в редукторі(табл. 1.3.);
- характер посадок та спряжень у з'єднаннях(табл.1.4);
- матеріали спряжених деталей, їхня характеристика, вказівки по розрахунку розмірних ланцюгів та виконанню креслень(табл.1.5).

Варіант курсової роботи визначається за трьома останніми цифрами номера залікової книжки студента, наприклад:

164582 – варіанти 01 - 5; 02 - 8; 03 – 2.

Таблиця 1.1 – Вибір варіанту курсової роботи за шифром

Код	01	02	03	02+03
Шифр	5	8	2	10

Таблиця 1.2 - Дані за розмірами редуктора, зусиллями на його ланках та швидкостями обертання

Варіант 02	Розмір L, мм Рис.1.1	Модуль m, мм		Зусилля в спряженнях з натягом		Дані для розрахунку підшипників		Вихідна ланка розмір- ного ланцюга
		зачеп- лення	шліцьо- вого з'єднання	M ₁ , Н·м	Q ₁ , Н	n, об/хв.	R ₁ , Н	
0	200	1,25	0,5	1000	100	2000	2000	1±0,15
1	250	1,5	0,8	100	300	1100	1000	1±0,20
2	325	1,75	1,25	200	800	1200	1200	1±0,30
3	375	2,0	1,5	300	700	1300	1300	1±0,35
4	500	3,0	2,0	400	600	1400	1400	
5	500	3,0	2,0	500	500	1500	1500	
6	300	1,5	0,8	600	400	1600	1600	
7	350	1,75	1,25	700	300	1700	1700	
8	400	2,0	1,5	800	200	1800	1800	
9	500	2,5	2,0	900	1000	1900	1900	

Таблиця 1.3 – Розміщення спряжень в редукторі

Варіант 03	Д ₁	Д ₂	Д ₃	Д ₄	Д ₅	Д ₆	Д ₇	Д ₈
0	ШПВ	ПС	ЩСЩ	Н	Е	ШПЩ	РТ	РМ
1	ШСН	Н	ШПЩ	ПВ	Е	ШПВ	РТ	РМ
2	ШПН	Н	ПЛ	ШСН	Е	ПЛ	РТ	РМ
3	ШПЩ	Н	ШСН	ПЛ	Е	ШСВ	РТ	РМ
4	ШСН	ПС	ШПВ	Н	Е	ШПН	РТ	РМ
5	ПЛ	ШПН	Е	Н	ШСЩ	Е	РТ	РМ
6	ШСЩ	ПВ	Е	Н	ШПВ	Е	РТ	РМ
7	Е	ШПН	ПС	ШСН	Н	ПС	РТ	РМ
8	ШПВ	ШСН	ПЛ	Е	Н	ШПЩ	РТ	РМ
9	ШСЩ	Е	ШПН	ПВ	Н	ШПВ	РТ	РМ

Е – евольвентне шліцьове з'єднання;

Н – посадка з натягом;

РТ – посадка підшипника рідинного тертя;

РМ – різьба метрична;

ПЛ – прямобічне шліцьове з'єднання легкої серії;

ПВ - прямобічне шліцьове з'єднання важкої серії;

ПС - прямобічне шліцьове з'єднання середньої серії;

ШПВ – шпонка призматична вільного з'єднання;

ШПН - шпонка призматична нормального з'єднання;

ШПЩ - шпонка призматична щільного з'єднання;

ШСН - шпонка сегментна нормального з'єднання;

ШСЩ - шпонка сегментна щільного з'єднання.

Таблиця 1.4 – Характер посадок та спряжень у з'єднаннях

Сума варіантів 02+03	Шліцьове з'єднання		Різьбове з'єднання за ГОСТ 16093, довжина згвинчування	Зубчасте зацеплення за ГОСТ1643
	прямобічне за ГОСТ 1139	евольвентне за ГОСТ 6033		
0	D-H7/f8	7H/7h	4H5H/4h, N	7B
1	d-H6/g5	9H/9r	5H6H/6h, S	8-7-6Ba
2	b-F8/f8	11H/8p	7H/8h, N	7-7-6Bh
3	D-H7/g6	7H/7h	6G/6e, N	9-9-8Ca
4	d-H7/e8	9H/7f	7G/8g, N	8-6-6Dz
5	b-D9/d9	11H/9g	7H/8g, L	7-6-5Ey

Продовження таблиці 1.4

Сума варіантів 02+03	Шліцьове з'єднання		Різьбове з'єднання за ГОСТ 16093, довжина згвинчування	Зубчасте зацеплення за ГОСТ1643
	прямобічне за ГОСТ 1139	евольвентне за ГОСТ 6033		
6	D-H7/h6	11H/8f	5H6H/6e, N	6-6-5Ab
7	d-H7/f7	9H/8k	4H5H/4h, L	8-9-8Ba
8	b-D9/f8	11H/9h	5H/6g, N	7-8-8Bc
9	D-H7/js6	9H/7h	5H6H/6g, N	6Bd
10	d-H7/g6	11H/9r	7G/8h, S	8-8-7Bc
11	b-D9/k7	9H/8p	7G/8h, L	7-5-5Cb
12	D-H7/h6	7H/7h	6G/6h, N	6-5-5Cx
13	d-H7/h6	9H/7h	6G/6g, S	6Cz
14	b-D10/d10	7H/7f	4H5H/4h, N	7Cb
15	D-H8/e8	9H/8h	5H6H/6h, N	8Dx
16	d-H7/h6	11H/9g	7H/8h, L	9-7-6Bx
17	b-F10/h8	7H/7f	7G/8h, L	6-7-6Da
18	D-H8/h8	11H/9r	7H/8h, N	7-7-8Db
19	d-H8/e8	7H/7h	5H6H/6e, S	8-7-7Dc

Таблиця 1.5 – Матеріали спряжених деталей, їхня характеристика, вказівки по розрахунку розмірних ланцюгів та виконанню креслень

Варі- ант 01	Змащу- вальна рідина	Матеріал деталей	Шорсткість поверхонь R _a , мкм		Вихідна ланка розмірного ланцюга	Робоче креслення		Границя текучості матеріалу, Н/м ²
			вал	отвір		колесо	вал	
0	И-12К	Сталь 20	2,5	3,2	A _o	1	1	250·10 ⁶
1	И-20К	Сталь 40	3,2	1,6	C _o	2	3	340·10 ⁶
2	И-25К	Сталь 45	1,6	0,4	B _o	3	2	360·10 ⁶
3	И-30К	Сталь 40X	0,4	3,2	C _o	4	3	800·10 ⁶
4	И-40	Сталь 35	3,2	1,6	C _o	1	3	320·10 ⁶
5	И-12К	Сталь 20	1,6	0,4	A _o	2	1	250·10 ⁶
6	И-20А	Сталь 40	0,4	1,6	B _o	3	2	340·10 ⁶
7	И-25А	Сталь 45	3,2	3,2	A _o	4	1	360·10 ⁶
8	И-30А	Сталь 40X	1,6	1,6	C _o	1	3	800·10 ⁶
9	И-40А	Сталь 35	0,4	0,4	A _o	2	1	320·10 ⁶

Другу частину вихідних параметрів, до яких відносяться геометричні параметри елементів редуктора (номінальні розміри, довжини з'єднань тощо), визначають з рис.1.1.

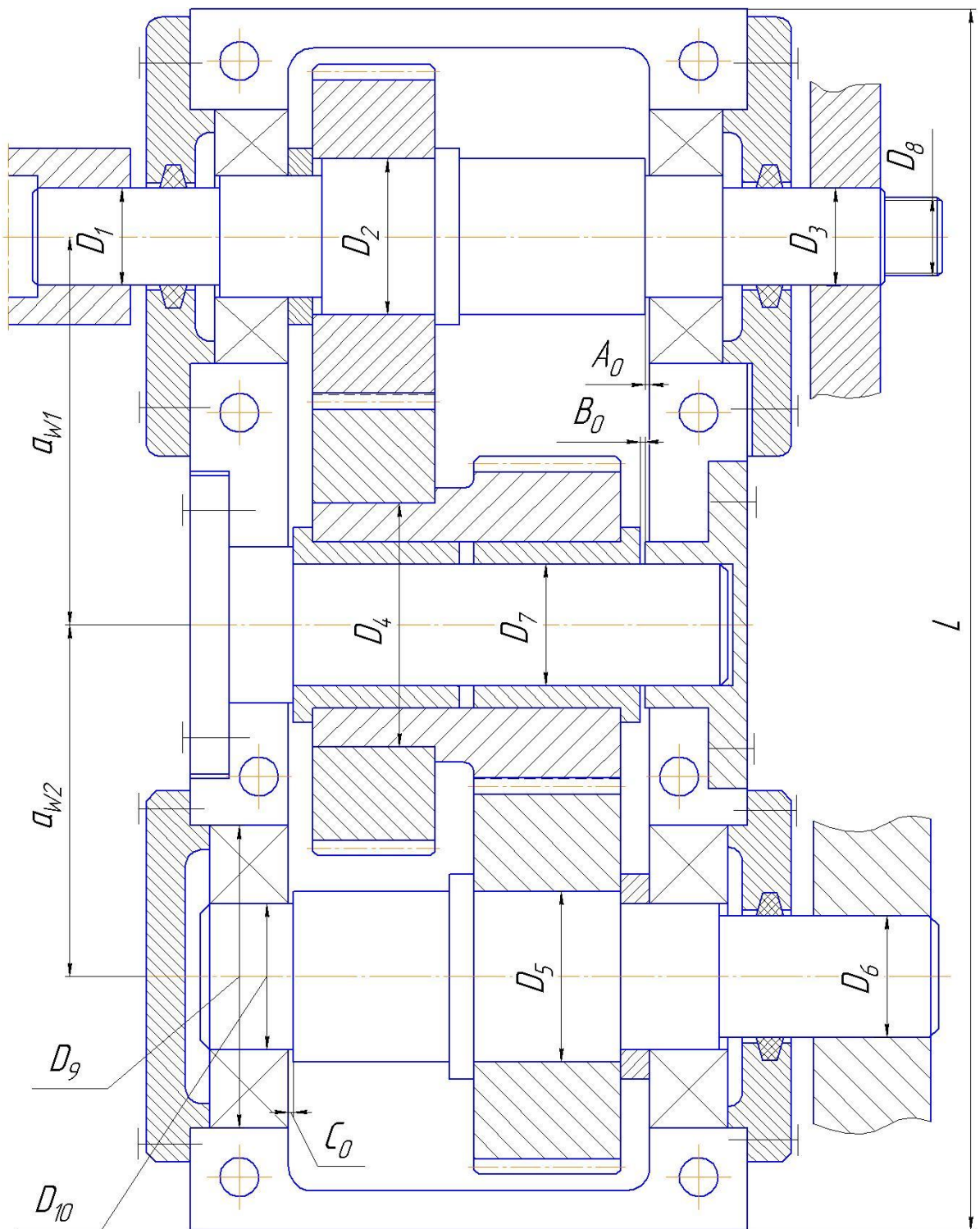


Рисунок 1.1 – Умовне креслення редуктора

Попередньо редуктор необхідно накреслити тонкими лініями у відповідному масштабі. Для цього визначається коефіцієнт збільшення розмірів редуктора наведеного на рис. 1.1. Значення коефіцієнта визначається за формулою:

$$K_{зб.} = \frac{L}{L_{рис.}}$$

де L – розмір редуктора;

$L_{\text{рис.}}$ – розмір редуктора на умовному креслені.

Визначені з рис.1.1 розміри усіх складових елементів редуктора перемножуються на коефіцієнт збільшення $K_{\text{зб.}}$ і заокруглюються до найближчого, як правило, більшого значення із переважних рядів нормальних розмірів відповідно до ГОСТ 6635-69 та СТ СЄВ 514-77.

1.2 Зміст курсової роботи та вимоги до її оформлення

Курсова робота складається з розрахункової і графічної частин і оформлюється у вигляді єдиного альбому документів.

Розрахункова частина курсової роботи оформлюється у вигляді розрахунково-пояснювальної записки, в якій повинні бути представлені такі розрахунки:

- 1 Розрахунок нерухомої посадки гладкого циліндричного з'єднання;
- 2 Розрахунок посадки з зазором для підшипника рідинного тертя;
- 3 Вибір призматичних шпонкових з'єднань;
- 4 Вибір сегментних шпонкових з'єднань;
- 5 Розрахунок посадок підшипників кочення;
- 6 Розрахунок евольвентного шліцьового з'єднання;
- 7 Вибір параметрів прямобічного шліцьового з'єднання;
- 8 Розрахунок розмірного ланцюга;
- 9 Розрахунок граничних калібрів для контролю зовнішньої і внутрішньої циліндричних поверхонь.

У розрахунково-пояснювальну записку необхідно включити усі теоретичні креслення та схеми розташування полів допусків відповідно до поставленої задачі.

Графічна частина складається з робочого креслення редуктора загального призначення форматом А2 та креслень валу і шестерні – кожний на форматі А3. Решта конструкторських документів (креслення калібр-пробки та скоби) та ілюстрації виконуються на форматі А4.

При розробці графічної частини роботи необхідно керуватися вимогами ЄСКД: ГОСТ 2.101-68...ГОСТ 2.109-68; ГОСТ 2.301-68...ГОСТ 2.308-68; ГОСТ 2.770-68; ГОСТ 2.781-68; ГОСТ 2.112-70; ГОСТ 2.114-70; ГОСТ 2.309-73 та інші.

Вимоги щодо оформлення текстової частини курсової роботи регламентовані «Єдиною системою текстової документації» (ЄСТД) та ДСТУ 3008:2015 – Звіти у сфері науки і техніки:

- текстові документи друкують з використанням комп'ютера та принтера на одному боці білого паперу формату А4 (210×297);

- друкують текстові документи шрифтом TimesNewRoman чорного кольору прямого накреслення через півтора-два міжрядкові інтервали кеглем 14. Розмір шрифту для написання заголовків у рядках і колонках таблиць і пояснювальних даних на рисунках і таблицях встановлює виконавець роботи;

- рекомендовано на сторінках тексту використовувати береги такої ширини: верхній і нижній – не менше ніж 20 мм, лівий – не менше ніж 25 мм, правий – не менше ніж 10 мм;

- окремі слова, формули, знаки можна вписувати в текст чорним чорнилом, тушшю чи пастою;

- помилки, описи та неточності дозволено виправляти підчисткою коректорними засобами з наступним вписуванням на цьому місці правок рукописним або машинним способами чорним чорнилом, тушшю чи пастою.

- структурні елементи «Вступ», «Зміст», «Передмова», «Література», – не нумерують, а їхні назви є заголовками структурних елементів;

- заголовки розділів, підрозділів, пунктів і підпунктів потрібно друкувати з абзацного відступу з великої літери без крапки в кінці, а абзацний відступ має бути однаковий у продовж всього документу.

- не дозволено розміщувати назву розділу, підрозділу, а також пункту і підпункту на останньому рядку сторінки;

- сторінки текстового документу нумерують наскрізно арабськими цифрами. Номер сторінки на титульному аркуші не проставляють;

- розділи, підрозділи, пункти і підпункти нумеруються арабськими цифрами. Розділ нумерують у межах викладення матеріалу і позначають арабськими цифрами без крапки, починаючи з цифри «1». Номер підрозділу складається з номеру розділу та підрозділу, відокремлених крапкою. Після номеру підрозділу крапку не ставлять, наприклад 1.1, 1.2 тощо;

- рисунки нумерують арабськими цифрами. Назву рисунка друкують з великої літери та розміщують під ним по середині рядка, наприклад, «Рисунок 2.1 – Схема поля допуску»;

- таблиці нумерують арабськими цифрами, крім таблиць у додатках. Номер таблиці складається з номеру розділу та порядкового номеру таблиці, наприклад, «Таблиця 2.1 – перша таблиця другого розділу». У разі поділу таблиці на частини дозволено її головку чи боковик замінити відповідно номерами колонок або рядків, нумеруючи їх арабськими цифрами в першій частині таблиці. Над іншими частинами таблиці з абзацного відступу друкують «Продовження таблиці 2.1» без повторення її назви.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА КРЕСЛЕННЯ РЕДУКТОРА

Згідно рис. 1.1. і розміру L (табл. 1.1) необхідно виконати креслення тонкими лініями на листі відповідного формату. При цьому застосовується масштаб 1:1, або масштаб зменшення 1:2 і масштаб збільшення 2:1.

При проектуванні необхідно вибрати номери підшипників, типорозміри шліцьових та шпонкових з'єднань. Згідно заданому модулю провести розрахунки кількості зубців зубчастих коліс та міжосьові відстані. З'єднання, вказані в таблиці 1.2, креслити згідно з ЄСКД.

Перед виконанням креслення редуктора необхідно розрахувати геометричні розміри зубчастих коліс. Вихідні дані для розрахунку представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані

№ з/п	Найменування	Позначення	Одиниці виміру	Джерело інформації
1	Розмір редуктора	L	мм	табл. 1.1
2	Модуль зачеплення	m	мм	табл. 1.1

Всі підшипники редуктора приймаються кульковими, радіальними однорядними згідно ГОСТ 8338 і показують на кресленні умовно за ЄСКД. Методика розробки креслення редуктора представлена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Розрахунок параметрів редуктора

№ з/п	Параметр, що визначається	Розрахункова формула
1	Визначаємо кількість зубців першого колеса, шт.	$Z_1 = \frac{(L - 30)}{3.25m}$
2	Кількість зубців інших коліс, шт.	$Z_2 = 1,34Z_1; Z_3 = 0,97Z_1; Z_4 = 1,15Z_1$ Отримані значення округлити до цілих в більшу сторону
3	Визначаємо міжосьову відстань першої передачі, мм	$a_{w1} = \frac{m(Z_1 + Z_2)}{2}$
4	Визначаємо міжосьову відстань другої передачі, мм	$a_{w2} = \frac{m(Z_3 + Z_4)}{2}$
5	Визначаємо ділильні діаметри зубчастих коліс, мм	$d_1 = m \cdot Z_1; d_2 = m \cdot Z_2;$ $d_3 = m \cdot Z_3; d_{14} = m \cdot Z_4$
6	Визначаємо зовнішні діаметри зубчастих коліс, мм	$d_{a1} = m \cdot (Z_1 + 2); d_{a2} = m \cdot (Z_2 + 2);$

		$d_{a3} = m \cdot (Z_3 + 2); d_{a4} = m \cdot (Z_4 + 2)$
--	--	--

РОЗДІЛ 3

ДОПУСКИ І ПОСАДКИ ТИПОВИХ З'ЄДНАНЬ

3.1 Розрахунок нерухомої посадки гладкого циліндричного з'єднання

Розрахунок посадок з натягом (посадок з пружним зв'язком) виконують з метою забезпечення міцності з'єднання, відсутності зміщення спряжених деталей під дією зовнішніх сил.

Виходячи з першої умови, визначають мінімальний допустимий натяг (N_{\min}), необхідний для передачі зовнішніх сил.

Виходячи з другої умови, визначається максимально-допустимий натяг (N_{\max}), при якому відсутні пластичні деформації.

Вихідні данні для розрахунку нерухомої посадки (посадки з натягом) представлені таблиці 3.1.1.

Таблиця 3.1 – Вихідні данні для розрахунку посадки з натягом

№ з/п	Найменування	Позначення	Одиниці виміру	Джерело інформації	Значення для даного прикладу
1	2	3	4	5	6
1	Крутний момент на валу	M	Н·м	Табл. 1.1	500
2	Осьова сила	Q	Н	Табл. 1.1	100
3	Внутрішній діаметр полого валу	d_1	мм	Графічно, рис.1.1	0
4	Довжина спряження	l	мм	Графічно, рис.1.1	50,0
5	Зовнішній діаметр втулки	d_2	мм	Графічно рис.1.1	100
6	Номінальний діаметр спряження	d	мм	Графічно рис.1.1	50
7	Коефіцієнт тертя	f		[1] , частина 1, табл. 1.104	0,1
8	Коефіцієнт Пуассона для				

	матеріалів:				
	- втулки	μ_D			0,3
	- валу	μ_d			0,3

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
9	Модуль пружності матеріалу: - втулки - валу	E_D E_d	H/m^2	[1] , частина 1, табл. 1.104	$2 \cdot 10^{11}$ $2 \cdot 10^{11}$
10	Шорсткість поверхонь спряжених деталей: - втулки - валу	R_{aD} R_{ad}	мкм мкм	[1] , частина 1, табл. 1.104	3,2 1,6
11	Коефіцієнт, який враховує вплив температурних деформацій	K_2	мкм	[5] стор.7	0...4
12	Коефіцієнт, який враховує додаткову деформацію під дією відцентрових сил	K_3	мкм	[5] стор.7	0...5
13	Матеріал деталей: - валу - втулки			Табл.1.5	Сталь 40 Сталь 40

Таблиця 3.2 – Розрахунок параметрів посадки

№ з/п	Параметр, що визначається	Розрахункова формула	Розрахунок
1	2	3	4
1	Визначаємо допоміжні величини: $\xi_1, \xi_2, C_1, C_2, C_D, C_d, a$	$\xi_1 = \left(\frac{d_1}{d}\right)^2; \xi_2 = \left(\frac{d}{d_2}\right)^2$ $C_1 = \frac{1+\xi_1}{1-\xi_1}; C_2 = \frac{1+\xi_2}{1-\xi_2}$ $C_D = C_1 + \mu_D$ $C_d = C_2 - \mu_d$ $a = \frac{C_D}{E_D} + \frac{C_d}{E_d}$	$\xi_1 = \left(\frac{0}{50}\right)^2 = 0; \xi_2 = \left(\frac{50}{100}\right)^2 = 0,5$ $C_1 = \frac{1+0}{1-0} = 1; C_2 = \frac{1+0,5}{1-0,5} = 3$ $C_D = 1 + 0,3 = 1,3$ $C_d = 3 - 0,3 = 2,7$ $a = \frac{1,3}{2 \cdot 10^{11}} + \frac{2,7}{2 \cdot 10^{11}} = 2 \cdot 10^{-11}$
2	Визначаємо найменший тиск в зоні спряження	$P_{min} = \frac{\sqrt{Q^2 + \left(\frac{2 \cdot M}{d}\right)^2}}{\pi \cdot d \cdot l \cdot f}, \text{ МПа}$	$P_{min} = \frac{\sqrt{100^2 + \left(\frac{2 \cdot 500}{0,05}\right)^2}}{3,14 \cdot 0,05 \cdot 0,05 \cdot 0,1} = 25,5 \text{ МПа}$
3	Визначаємо коефіцієнт, який враховує зминання і руйнування мікронерівностей втулки і валу	$K_1 = 5(R_{ад} + R_{ad}), \text{ мкм}$	$K_1 = 5(3,2 + 1,6) = 24 \text{ мкм}$
4	Визначаємо мінімальне значення натягу	$N_{min} = P_{min} \cdot d \cdot a, \text{ мм}$	$N_{min} = 25,5 \cdot 10^6 \cdot 50 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-11}$ $= 25,5 \cdot 10^{-6} = 25,5 \text{ мкм}$

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4
5	Визначаємо розрахунковий мінімально допустимий натяг	$[N_p] = N_{min} + K_1 + K_2 + K_3, \text{ мкм}$	$[N_p] = 25,5 + 24 + 2 + 2,5 = 54 \text{ мкм}$
6	Визначаємо нижнє граничне відхилення по квалітетах 6,7,8,9 СТ СЭВ 14475 і визначаємо посадку	<p>ES - [1] , частина 1, табл. 1.27</p> <p> $ei = N_p + ES \text{ (6)}$ $ei = N_p + ES \text{ (7)}$ $ei = N_p + ES \text{ (8)}$ $ei = N_p + ES \text{ (9)}$ </p>	<p>Найближча до розрахункового значення посадка 8 квалітету еі - частина 1, табл. 1.30</p> <p> $50 \frac{H8^{(+0,039)}}{x8^{(+0,136)}}$ $ei = 54 + 16 = 70 \text{ (максимальне 54)}$ $ei = 54 + 25 = 79 \text{ (максимальне 70)}$ $ei = 54 + 39 = 83 \text{ (максимальне 136)}$ $ei = 54 + 62$ $= 116 \text{ (посадки з натягом відсутні)}$ </p>
7	Визначаємо максимальне значення натягу по прийнятій посадці	$N_{max} = es , \text{ мкм}$	$N_{max} = 136 \text{ мкм}$

8	Визначаємо значення максимального тиску, який виникає при спряженні	$P_{max} = \frac{(N_{max} - K_1) \cdot 10^{-6}}{d \cdot 10^{-3} \cdot a}, \text{ Н/м}^2$	$P_{max} = \frac{(136 - 24) \cdot 10^{-6}}{50 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-11}} = 112 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$
---	---	--	---

Продовження таблиці 3.2

№ з/п	Параметр, що визначається	Розрахункова формула	Розрахунок
9	Визначаємо максимальне напруження в спряженні втулки σ_D і валу σ_d	$\sigma_D = C_1 \cdot P_{max}$ $\sigma_d = C_2 \cdot P_{min}$	$\sigma_D = 1 \cdot 112 \cdot 10^6 = 112 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$ $\sigma_d = 3 \cdot 112 \cdot 10^6 = 336 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$
10	Порівнюємо визначені параметри максимальних напружень втулки σ_D і валу σ_d з допустимими значеннями $[\sigma_T]$ для матеріалу втулки – сталь 40 і валу сталь 40	$\sigma_D \leq [\sigma_T]_D$ $\sigma_d \leq [\sigma_T]_d$	$112 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2 < 340 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$ $336 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2 < 340 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$ У випадках перебільшення значень розрахункових напружень необхідно замінити матеріал деталей, або зменшити максимальний натяг
11	Визначаємо зусилля пресування, Н	$R_{\Pi} = \pi \cdot d \cdot l \cdot f \cdot P_{max}$	$R_{\Pi} = 3,14 \cdot 50 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 \cdot 112 \cdot 10^6 = 87,9 \cdot 10^3 \text{ Н}$
12	Перевіряємо умови додержання мінімально-допустимого натягу	$N_{min} = e_i - ES \geq N_p $	$N_{min} = 97 - 39 = 58 > 54$

Розробка теоретичного креслення

З урахуванням проведеного розрахунку на форматі А4 виконується теоретичне креслення з'єднання з постановкою всіх розмірів.

На кресленні виконується схема розміщення полів допусків валу і втулки. Приклад виконання креслення приведений на рис. 3.1.

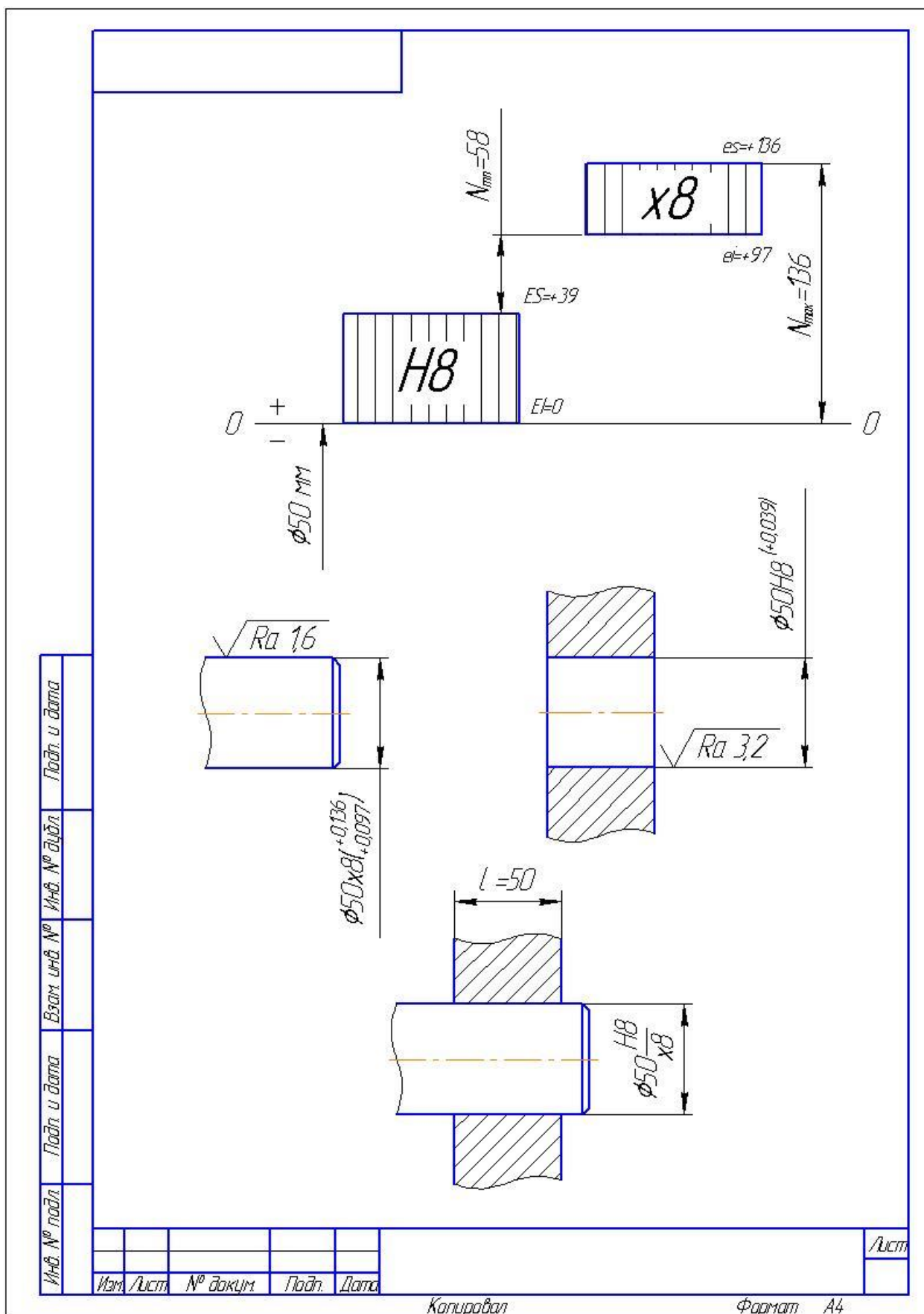


Рисунок 3.1 – Схема розташування полів допусків деталей з'єднання посадки з натягом

3.2 Розрахунок посадки для підшипника рідинного тертя

В рухомих з'єднаннях зазор необхідний для забезпечення відносної рухомості деталей, розміщення шару мастильної рідини, компенсування відхилень форми і розміщення поверхонь, похибок складання та інше.

Для найбільш відповідальних з'єднань, котрі працюють в умовах рідинного тертя, зазори розраховуються на основі гідродинамічної теорії змащування.

Нижче розглядається спрощений метод розрахунку зазорів і вибору посадок для підшипників рідинного тертя з гідродинамічним режимом роботи.

При створенні методики розрахунків використана інформація з роботи [1], частина 1, стор. 282...287.

Розрахунок виконується для діаметру D_7 рис.1.1.

Таблиця 3.3 – Вихідні дані для розрахунку посадки з зазором

№ з/п	Найменування параметру		Позначення	Одиниці виміру	Джерело інформації	Значення для даного прикладу
1	Шорсткість поверхонь	отвору валу	R_{aD} R_{ad}	мкм	Табл. 1.5	1,6 3,2
2	Коефіцієнт запасу надійності		K		[5], стор.36	2
3	Компенсування на відхилення режиму роботи температури вузла, впливу механічних відхилень		h_g	мкм	[5], стор.36	1...5
4	Довжина підшипника		l	см	Креслення вузла	14
5	Навантаження на підшипник		R	H	Табл. 1.2	1400
6	Динамічна в'язкість рідини		μ	H·с/м ²	[1], частина 1, табл. 1.99	20
7	Кількість обертів підшипника		n	об/хв.	Табл. 1.2	1400
8	Діаметр підшипника		d	см	Креслення вузла	4,8

Таблиця 3.3 – Розрахунок параметрів посадки підшипника рідинного тертя

№ з/п	Параметр, що визначається	Розрахункова формула	Розрахунок
1	Найменшатовщина шару рідини, при якій можлива поява рідинного тертя	$h_{ж.т.} = K(R_{aD} + R_{ad} + h_g), \text{ мкм}$	$h_{ж.т.} = 2(1,6 + 3,2 + 1,2) = 12 \text{ мкм}$
2	Найменший граничний зазор в посадці	$[S_{min}] = 4h_{ж.т.}, \text{ мкм}$	$[S_{min}] = 4 \cdot 12 = 48 \text{ мкм}$
3	Найбільший граничний зазор в посадці	$[S_{max}] = \frac{0,5564 \cdot 10^{-9} \cdot \mu \cdot n \cdot l \cdot d^3}{R \cdot h_{\delta, \delta}}, \text{ мкм}$	$[S_{max}] = \frac{0,5564 \cdot 10^{-9} \cdot 20 \cdot 1400 \cdot 14 \cdot (4,8)^3}{1400 \cdot 0,012 \cdot 10^{-3}} = 143 \text{ мкм}$
4	Встановлюємо умови вибору посадок	$S_{min \text{ вибр.}} \geq [S_{min}]$ $S_{max \text{ вибр.}} \leq [S_{max}]$	$S_{min \text{ вибр.}} \geq [S_{min}] = 48 \text{ мкм}$ $S_{max \text{ вибр.}} \leq [S_{max}] = 143 \text{ мкм}$
5	Визначаємо верхнє граничне відхилення отвору по квалітетах 6,7,8,9,10 по табл. 1.27, [1], частина 1	$ ES $	$ ES = 16, (6\text{квалітет})$ $ ES = 25, (7\text{квалітет})$ $ ES = 39, (8\text{квалітет})$ $ ES = 62, (9\text{квалітет})$ $ ES = 100, (10\text{квалітет})$
6	Визначаємо нижнє граничне відхилення вала по квалітетах 6,7,8,9,10 по табл. 1.27, [1], частина 1	$ ei = S_{max} - ES$	$ ei = 143 - 16 = 127 \text{ (41) } f6$ $ ei = 143 - 25 = 118 \text{ (50) } f7$ $ ei = 143 - 39 = 104 \text{ (89) } e8$ $ ei = 143 - 62 = 81 \text{ (142) } d9$ $ ei = 143 - 100 = 43 \text{ (180) } d10$

Продовження таблиці 3.3			
1	2	3	4
7	Приймаємо посадку з урахуванням п.5 і 6 по 8 квалітету	Найближче значення до розрахункового мінімального зазору посадка 7 квалітету e_i - [1], частина 1, табл. 1.27	$\varnothing 48 \frac{H8(+0,039)}{e8(-0,050)}$
8	Проводимо перевірку прийнятої посадки по умовах п.4	$S_{\min \text{ вибр.}} = es \geq [S_{\min}]$ $S_{\max \text{ вибр.}} = ES + e_i \leq [S_{\max}]$	$S_{\min \text{ вибр.}} = 50 \geq 48$ умови дотримані $S_{\max \text{ вибр.}} = 39 + 89 = 128 \leq 143$ умови дотримані. Якщо умови не дотримані, необхідно зменшити $[S_{\min}]$, ES або e_i , при цьому більш доцільно зменшити e_i .

Розробка теоретичного креслення

З урахуванням виконаного розрахунку параметрів посадки для підшипника рідинного тертя на форматі А4 розробляється теоретичне креслення з'єднання з постановкою усіх розмірів.

На кресленні розміщується схема розміщення полів допусків валу і отвору. Приклад виконання креслення представлений на рис. 3.2.

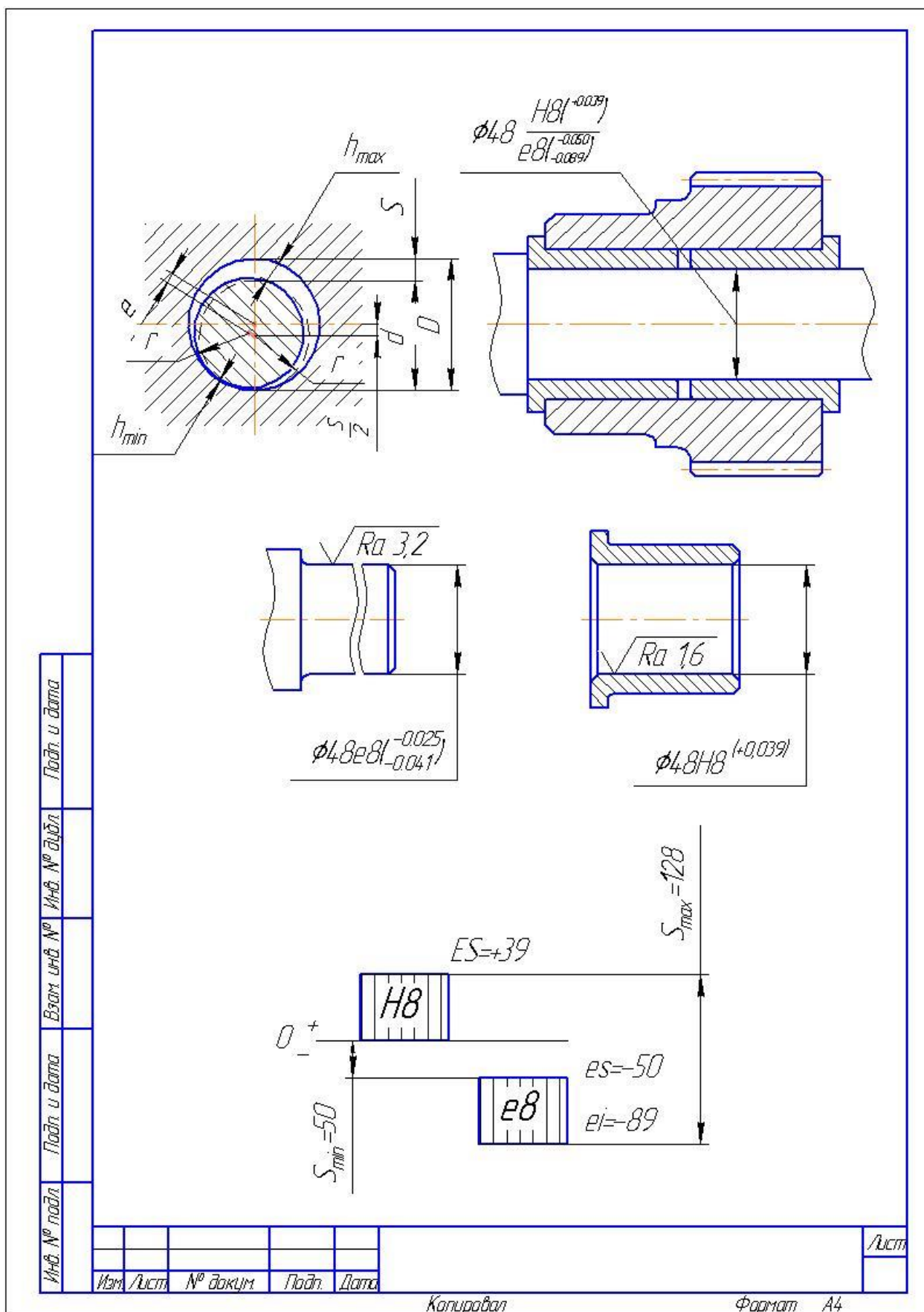


Рисунок 3.2 – Схема розташування полів допусків деталей з'єднання посадки підшипника радіального тертя

3.3 Шпонкові з'єднання

Шпонкові з'єднання використовуються для передачі крутних моментів. За конструкцією шпонки бувають призматичні, сегментні, клинові та тангенціальні. Шпонкові з'єднання з призматичними і сегментними шпонками стандартизовані. Відповідні стандарти на шпонкові з'єднання встановлюють норми точності посадок тільки за розміром b шпонки та пазів. З'єднання з сегментною шпонкою використовують лише для нерухомих з'єднань.

Розміри з'єднань з сегментними шпонками нормовані за ГОСТ 8795 і 8794. Розміри з'єднань з призматичними шпонками нормовані за ГОСТ 8789.

Граничні відхилення розмірів з'єднань призматичних і сегментних шпонок нормовані за ГОСТ 7227.

3.3.1 Вибір посадок з'єднань призматичними шпонками

Вихідні дані для проведення вибору шпонкового з'єднання приймаються з таблиці 1.3. В ній визначено місце розташування з'єднання на кресленні редуктора, тип та характер шпонкового з'єднання.

З довідникових даних ГОСТ 23360-78 у залежності від діаметра вала вибираються основні розміри з'єднання, а в залежності від довжини шийки вала – довжина шпонки зі стандартного ряду довжин.

Вибір параметрів шпонкового з'єднання призматичною шпонкою наведений у табл. 3.4.

При виборі параметрів використовувалась інформація з роботи [1], частина 2, стор. 232...238.

Таблиця 3.4– Вибір параметрів з'єднання призматичною шпонкою

№ з/п	Найменування параметру	Позначення	Одиниці виміру	Джерело інформації	Значення для даного прикладу
1	2	3	4	5	6
1	Номінальний діаметр	d	мм	Креслення редуктора	36
2	Номінальні розміри шпонки:			[1], частина 2, табл. 4.52	
	ширина	b	мм	-	10,0
	висота	h	мм	-	8,0
	фаска	S	мм	-	0,4 ^{+0,2}
	довжина	l	мм	Креслення редуктора	50

Продовження таблиці 3.4

№ з/п	Найменування параметру		Позначення	Одиниці виміру	Джерело інформації	Значення для даного прикладу
3	Номинальні розміри пазу				[1], частина 2, табл. 4.64	
	глибина	на валу	t ₁	мм		5,0
		на отворі	t ₂	мм		3,3
4	Граничні відхилення по розміру «b» при нормальному характері з'єднання				[1], частина 2, табл. 4.65	
	шпонки		h9	мм		10h9 _(-0,036)
	паз валу		N9	мм		10N9 _(-0,036)
	паз отвору		Js9	мм		10Js9 _(+0,018/-0,018)
5	Граничні відхилення вільних розмірів:					
	висота шпонки		h	мм	[1], частина 2, табл. 4.66,	8h11 _(-0,09)
	довжина шпонки		l		[1], частина 2, табл. 4.64	50h14 _(-0,36)
	глибина пазу на валу		t ₁			5 ^{+0,2}
	глибина пазу отвору		t ₂			3,3 ^{+0,2}

3.3.2 Вибір посадок з'єднань сегментними шпонками

За характером, з'єднання сегментними шпонками поділяються на щільні та нормальні. ГОСТ 24071-80 передбачає два призначення сегментних шпонок: для передачі обертових моментів та для кутової орієнтації і фіксації деталей. У залежності від цього і призначаються види з'єднань сегментними шпонками за бічною поверхнею.

Вибір параметрів шпонкового з'єднання призматичною шпонкою наведений у табл. 3.5.

При виборі параметрів використовувалась інформація з роботи [1], частина 2, стор. 239...242.

Таблиця 3.5– Вибір параметрів з'єднання сегментною шпонкою

№ з/п	Найменування параметру	Позначення	Одиниці виміру	Джерело інформації	Значення для даного прикладу
1	2	3	4	5	6
1	Номинальний діаметр з'єднання	d	мм	Креслення редуктора, табл. 1.3	36

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6
2	Номінальні розміри шпонки ширина × висота × діаметр	$b \times h \times d$	мм	[1], частина 2, табл. 4.67	$10 \times 13 \times 32$
3	Розміри шпонкового пазу: глибина валу глибина отвору	t_1 t_2	мм	[1], частина 2, табл. 4.67	10,0 3,3
4	Граничні відхилення по розміру «b» при нормальному характері з'єднання: шпонки паз валу паз отвору	$h9$ $N9$ $Js9$	мм	[1], частина 2, табл. 4.68.1	$10h9_{(-0,036)}$ $10N9_{(-0,036)}$ $10Js9_{(+0,018)}^{(-0,018)}$
5	Граничні відхилення вільних розмірів: висота шпонки діаметр шпонки глибина в пазу валу глибина в пазу отвору	h $d_{ш}$ t_1 t_2	мм		$13h11_{(-0,11)}$ $32h12_{(-0,25)}$ $10^{+0,3}$ $3,3^{+0,1}$

Розробка теоретичного креслення

За результатами вибору заданих з'єднань виконуються креслення на двох форматах А4.

На першому кресленні відображається з'єднання призматичною шпонкою.

Окремо розміщується креслення валу і отвору з постановкою усіх необхідних розмірів згідно з ЄСКД.

На цьому ж кресленні розміщується схема розташування полів допусків.

Друге креслення виконується для з'єднання сегментною шпонкою аналогічно першому.

На рис. 3.4 і 3.5 зображені приклади виконання креслень.

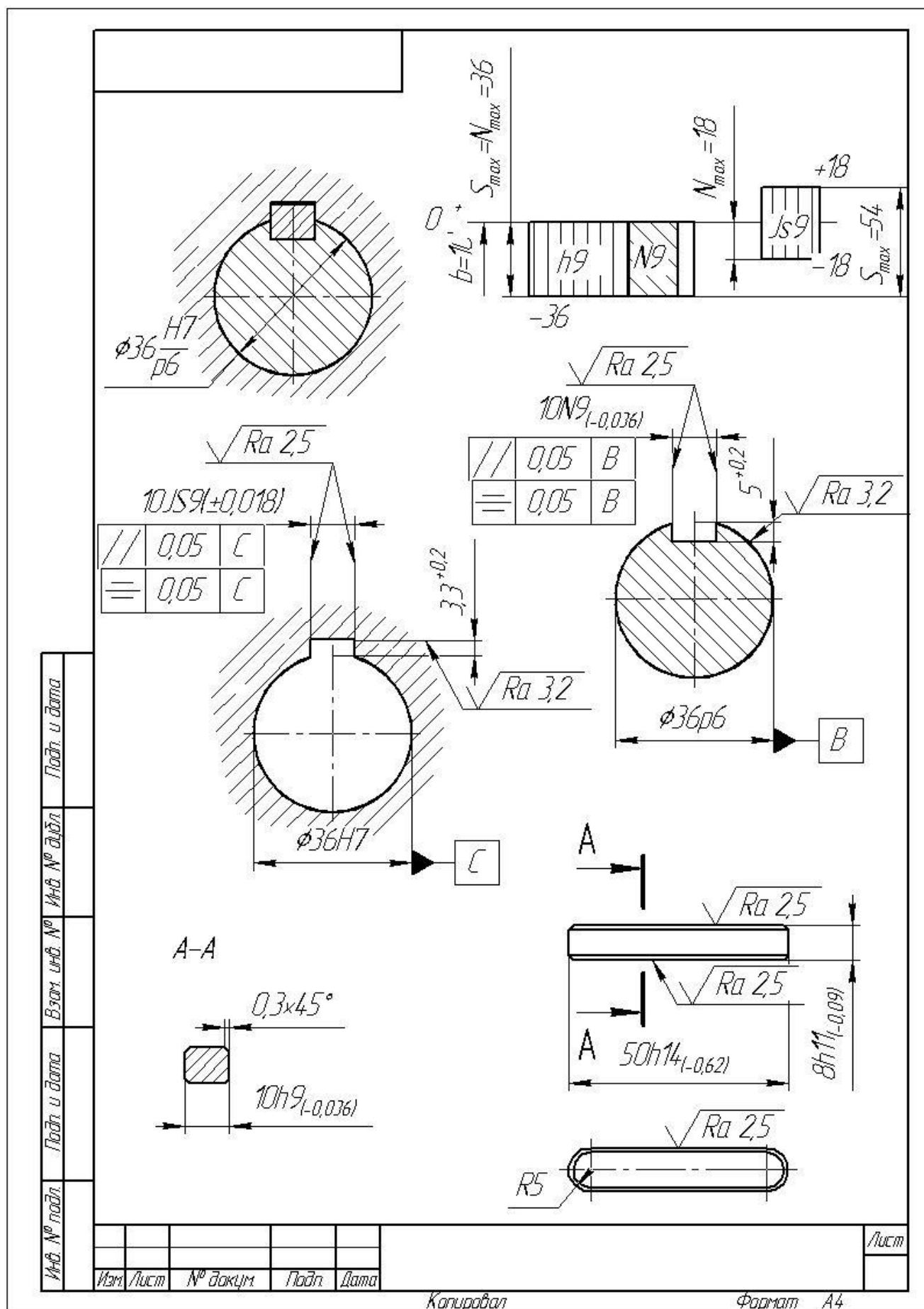


Рисунок 3.4 – З'єднання деталей призматичною шпонкою

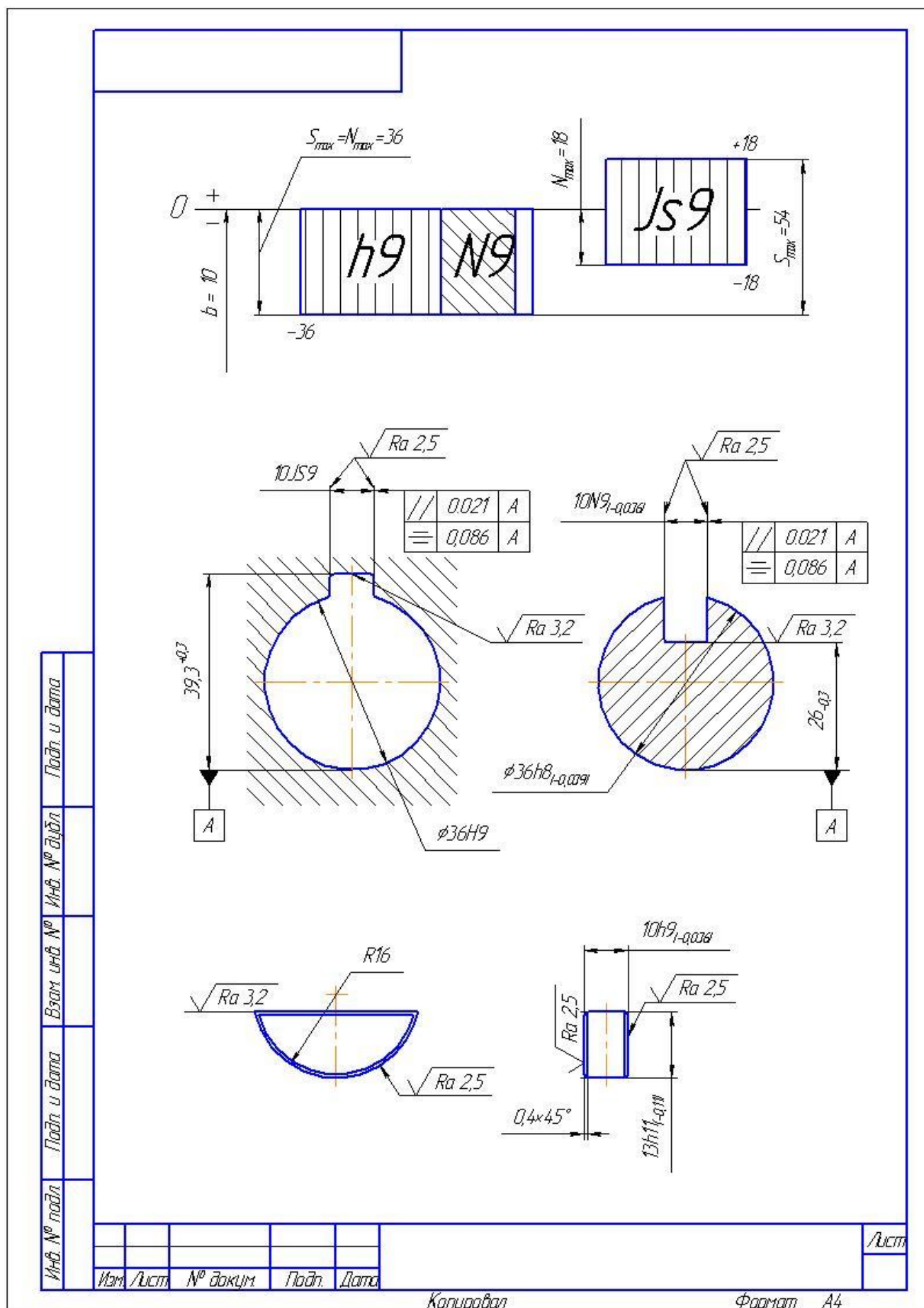


Рисунок 3.5 – З'єднання деталей сегментною шпонкою

3.4 Вибір посадок підшипників кочення

З'єднання підшипників кочення з валами (осями) та корпусами здійснюється у відповідності з ГОСТ 3325.

СТ СЄВ 774-77 розповсюджується на підшипники кочення з основними розмірами за ГОСТ 3479-79 і встановлює в залежності від точності виготовлення та складання п'ять класів точності підшипників, які позначаються в порядку підвищення точності: 0, 6, 5, 4, 2.

При призначенні полів допусків на вал і отвір корпуса відповідне під внутрішнє та зовнішнє кільце підшипника необхідно враховувати наступне: обертається кільце разом з валом або корпусом, чи воно нерухоме; напрямок і характер навантажень на підшипник; режим роботи; тип, розміри та клас точності підшипника.

На практиці при обертанні вала, з'єднання внутрішнього кільця з валом виконується нерухомим, а зовнішнє кільце встановлене в корпус – з невеликим зазором. Якщо вал є нерухомим, то з'єднання внутрішнього кільця з валом виконується з невеликим зазором, а зовнішнє кільце з корпусом – нерухомим.

Діаметр зовнішнього кільця підшипника D_9 і діаметр внутрішнього кільця D_{10} прийняті відповідно за діаметрами основного валу і основного отвору. З урахуванням чого посадки зовнішнього кільця з корпусом виконується в системі валу, а посадка внутрішнього кільця з валом – в системі отвору.

Приклад вибору посадок підшипників кочення приводиться нижче.

Вибирається підшипник, розміри якого на кресленні редуктора відповідають ГОСТ 8338–«Шариковые радиальные однорядные подшипники» [9]. Клас точності підшипників приймається – 0.

Навантаження на підшипник приймається згідно **таблиці 1.2**.

У редукторі, що розглядається, зовнішнє кільце підшипника має місцеве навантаження, а внутрішнє кільце має циркуляційне навантаження.

Таблиця 3.6 – Розмірні характеристики з'єднання з підшипником кочення

№ з/п	Найменування параметру	Позначення	Одиниці виміру	Джерело інформації	Значення для даного прикладу
1	2	3	4	5	6
1	Внутрішній діаметр (номінал)	D_{10}	мм	Креслення редуктора	30
2	Відхилення внутрішнього	ES	мкм	[1], частина	ES=+3,0

	діаметру підшипника	EI		2, табл. 4.82	EI=-13
--	---------------------	----	--	---------------	--------

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4	5	6
3	Зовнішній діаметр підшипника (номінал)	D ₉	мм	Креслення редуктора	62,0
4	Відхилення зовнішнього діаметру підшипника	es ei	мкм		es=+4,0 ei=-17,0
5	Довжина підшипника	B	мм	Креслення редуктора	16,0
6	Навантаження на підшипник	R	H	Табл. 1.2	1100
7	Навантаження внутрішнього кільця підшипника	-	-	[1], частина 2, табл. 4.88	циркуляційне
8	Навантаження зовнішнього кільця підшипника	-	-	[1], частина 2, табл. 4.88	місцеве
9	Номер підшипника, вибраного за п. 1,3,5,6				№206 ГОСТ 8338
10	Радіус заокруглення зовнішнього кільця підшипника	r	мм	ГОСТ 8338	1,5
11	Динамічний коефіцієнт посадки	K _п		[1], частина 2, табл. 4.90	1,0
12	Коефіцієнт, що враховує ступінь послаблення посадочного натягу	F		[1], частина 2, табл. 4.90	1,0

Таблиця 3.7 – Розрахунок та вибір посадок поверхонь підшипника кочення

№ з/п	Параметр, що визначається	Розрахункова формула	Розрахунок
1	Довжина робочої частини зовнішнього кільця підшипника, мм	$B' = B - 2r$	$B' = 16 - 2 \cdot 1,5 = 13$
2	Інтенсивність навантаження, Н/м	$P = \frac{R \cdot K_p \cdot F}{B'}$	$P = \frac{1100 \cdot 1 \cdot 1}{13} = 84,6 \text{ Н/м}$
3	Рекомендовані поля допусків вала(під внутрішнє кільце підшипника)		n6, m6, k6 [1], частина 2, табл. 4.87, приймаємо m6
4	Рекомендовані поля допусків отвору корпусу (під зовнішнє кільце підшипника)		G7, Js7, H6, H7, K7, M7, N7, P7 [1], частина 2, табл. 4.87, приймаємо H7

Розробка теоретичного креслення

Креслення виконуємо на форматі А4.

Виконується схема з'єднання підшипника з корпусом і валом.

Розміщується схема розташування полів допусків.

На рис. 3.7 зображено приклад виконання теоретичного креслення.

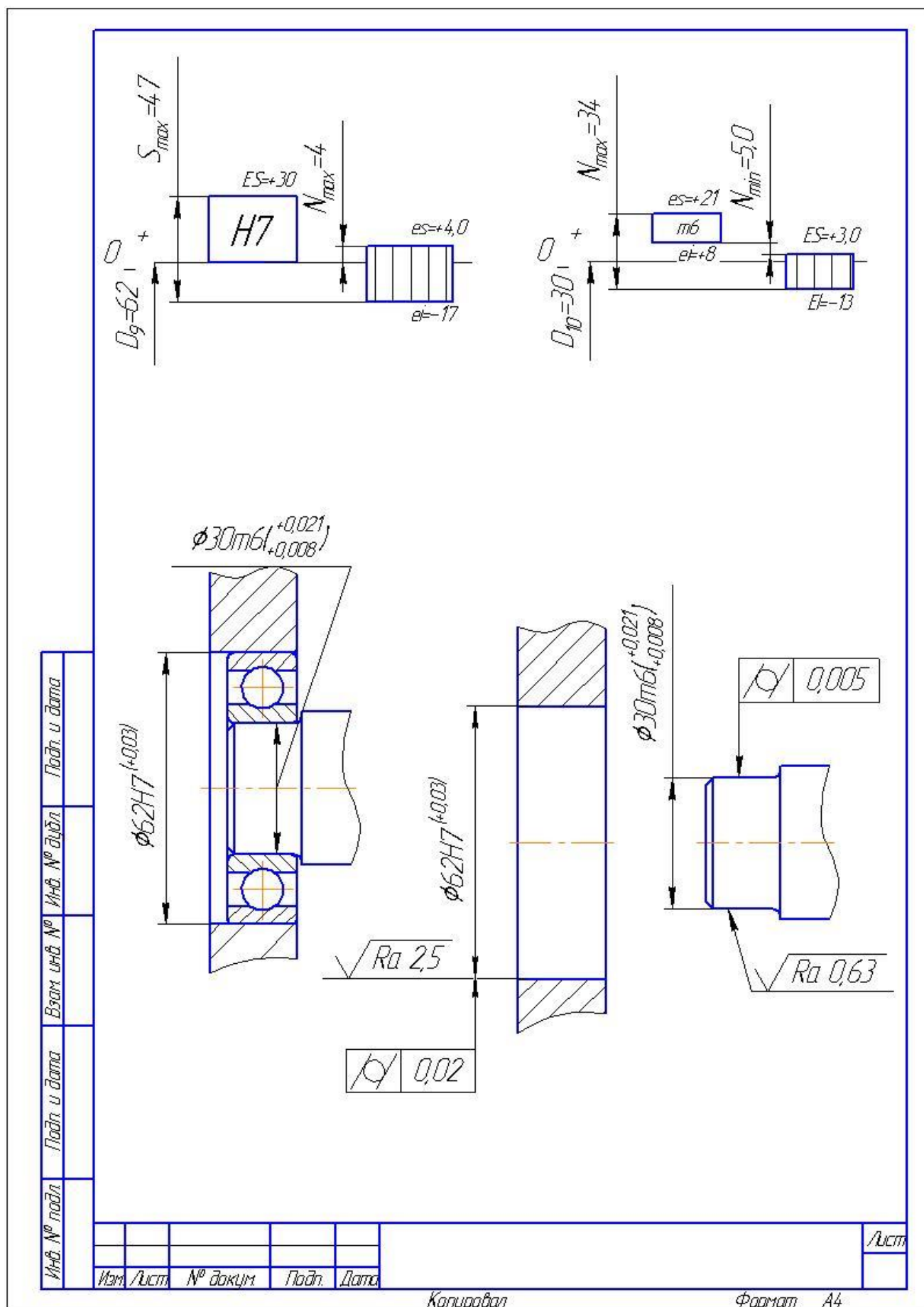


Рисунок 3.7 – Схема з'єднання підшипника кочення з валом і корпусом

3.5 Шліцьові з'єднання

Шліцьові з'єднання призначені для передавання значних крутних моментів між осями та валами, з одного боку, та втулками (зубчастими колесами, зірками, напівмуфтами) – з іншого. Порівняно зі шпонковими, шліцьові з'єднання забезпечують вищу точність центрування та рівномірність навантаження обох з'єднаних деталей.

За конструкцією та поперечним перерізом шліцьові з'єднання бувають з прямобічними, трикутними та евольвентними профілями робочих поверхонь.

3.5.1 Вибір та розрахунок евольвентного шліцьового з'єднання

Евольвентні шліцьові з'єднання мають те ж призначення, що і шпонкові, шліцьові прямобічні. Але вони мають ряд переваг перед вищезгаданими з'єднаннями, а саме:

- технологічність виконання (для обробки всіх типорозмірів валів з одним модулем необхідна тільки одна черв'ячна фреза);
- підвищена міцність, можливість передачі більших за значеннями крутних моментів;
- точність центрування особливо при навантаженні.

Основні параметри евольвентних шліцьових з'єднань стандартизовано. Розміри і граничні відхилення евольвентних шліцьових з'єднань регламентовані ГОСТ 6033. У відповідності зі стандартом кут профілю $\alpha=30^\circ$.

Система допусків і посадок побудована з урахуванням способів центрування, які виконуються за бічними поверхнями, за зовнішнім діаметром і надзвичайно рідко за внутрішнім діаметром.

Вихідні дані для проведення розрахунку приймаються з табл. 1.3 та 1.4.

В них визначені місце розташування з'єднання, елемент центрування і вид з'єднання поверхонь центрування валу і отвору.

Вихідні дані для розрахунку наведені в табл. 3.8.

Таблиця 3.8 – Вихідні дані для евольвентного шліцьового з'єднання

№ з/п	Найменування параметру	Позначення	Одиниці виміру	Джерело інформації	Значення для даного прикладу
1		2	3		4
1	Номінальний діаметр з'єднання	D	мм	Креслення редуктора, уточнення по [1], частина 2, табл. 4.77	50
2	Модуль з'єднання	m	мм	Табл. 1.2	2,0

Продовження таблиці 3.8

1	2	3	4	5	6
3	Кількість зубців в залежності від D і m	Z	шт.	[1], частина 2, табл. 4.77	24
4	Умовне позначення з'єднання за ГОСТ 6033 при centruванні по b			Табл. 1.4, [1], частина 2, стор.272	50×2×9H/9g ГОСТ 6033
5	Кут профілю вихідного контуру	α	град.	ГОСТ 6033	30
6	Граничні значення радіального биття F_r нецентруючих елементів відносно центруючи для 9 квалітету	F_r	мкм	[1], частина 2, табл. 4.79	36
7	Поле допуску D_f	H16	мм	[1], частина 2, табл. 4.81	ES=+1,6 EI=0
8	Поле допуску D_a	H11	мм	[1], частина 2, табл. 4.81	ES=+0,16 EI=0
9	Поле допуску d_a	d9	мм	[1], частина 2, табл. 4.81	es=-0,08 ei=-0,142
10	Поле допуску d_f	h16	мм	[1], частина 2, табл. 4.81	es=0 ei = -1,6

Таблиця 3.9 – Розрахунок геометричних параметрів шліцевого евольвентного з'єднання

№ з/п	Параметр, що визначається	Розрахункова формула	Розрахунок
1	Діаметр ділильного кола	$d = m \cdot Z$, мм	$d = 2 \cdot 24 = 48$ мм
2	Діаметр основного кола	$d_b = m \cdot Z \cdot \cos \alpha$, мм	$d_b = 2 \cdot 24 \cdot 0,866 = 41,57$ мм
3	Зміщення вихідного контуру	$X_m = 0,5 \cdot [D - m(Z + 1,1)]$, мм	$X_m = 0,5 \cdot [50 - 2(24 + 1,1)] = -0,1$
4	Номінальна ділильна колова товщина зубу валу S (впадини отвору e)	$S = e = \frac{\pi \cdot m}{2} + 2X_m \cdot \operatorname{tg} \alpha$, мм	$S = e = \frac{3,14 \cdot 2}{2} + 2 \cdot (-0,1) \cdot 0,577 = 3,02$ мм
5	Висота головки зубу отвору	$H_a = 0,45 \cdot m$, мм	$H_a = 0,45 \cdot 2 = 0,9$ мм
6	Висота ніжки зубу отвору	$H_{fmin} = 0,6 \cdot m$, мм	$H_{fmin} = 0,6 \cdot 2 = 1,2$ мм
7	Висота зубу отвору	$H = H_a + H_f$, мм	$H = 0,9 + 1,2 = 2,1$ мм
8	Висота головки зубу валу при centruванні по зовнішньому діаметру	$h_a = 0,45 \cdot m$, мм	$h_a = 0,45 \cdot 2 = 0,9$ мм
9	Висота ніжки зубу валу	$h_f = 0,6 \cdot m$, мм	$h_f = 0,6 \cdot 2 = 1,2$ мм
10	Висота зубу валу	$h = h_a + h_f$, мм	$h = 0,9 + 1,2 = 2,1$ мм
11	Номінальний діаметр кола западини отвору	$D_f = D$, мм	$D_f = 50$ мм
12	Номінальний діаметр кола верхівок зубців отвору	$D_a = D - 2m$, мм	$D_a = 50 - 2 \cdot 2 = 46$ мм
13	Номінальний діаметр кола западин валу	$d_f = D - 2,5m$, мм	$d_f = 50 - 2,5 \cdot 2 = 45$ мм

Продовження таблиці 3.9

№ з/п	Параметр, що визначається	Розрахункова формула	Розрахунок
14	Номінальний діаметр кола верхівок зубців валу	$d_a = D - 0,2m$, мм	$d_a = 50 - 0,2 \cdot 2 = 49,6$ мм
15	Номінальний діаметр граничних точок зубу отвору	$D_e = d_a + F_r$, мм	$D_e = 49,6 + 0,036 = 49,636$ мм
16	Номінальний діаметр граничних точок зубу валу	$d_e = D_a - F_r$, мм	$d_e = 46 - 0,036 = 45,964$ мм
17	Фаска або радіус притуплення поздовжньої кромки зубу отвору	$K = 0,15m$, мм	$K = 0,15 \cdot 2 = 0,3$ мм
18	Радіальний зазор	$C = 0,1m$, мм	$C = 0,1 \cdot 2 = 0,2$ мм

Розробка теоретичного креслення

Креслення виконуємо на форматі А4.

На кресленні відображається шліцьове з'єднання з надписом згідно ЄСКД. Окремо розміщується переріз в збільшеному масштабі з визначенням всіх розмірів. На кресленні розміщується схема розташування полів допусків центрувальних елементів.

На рис. 8.1. зображено приклад виконання теоретичного креслення.

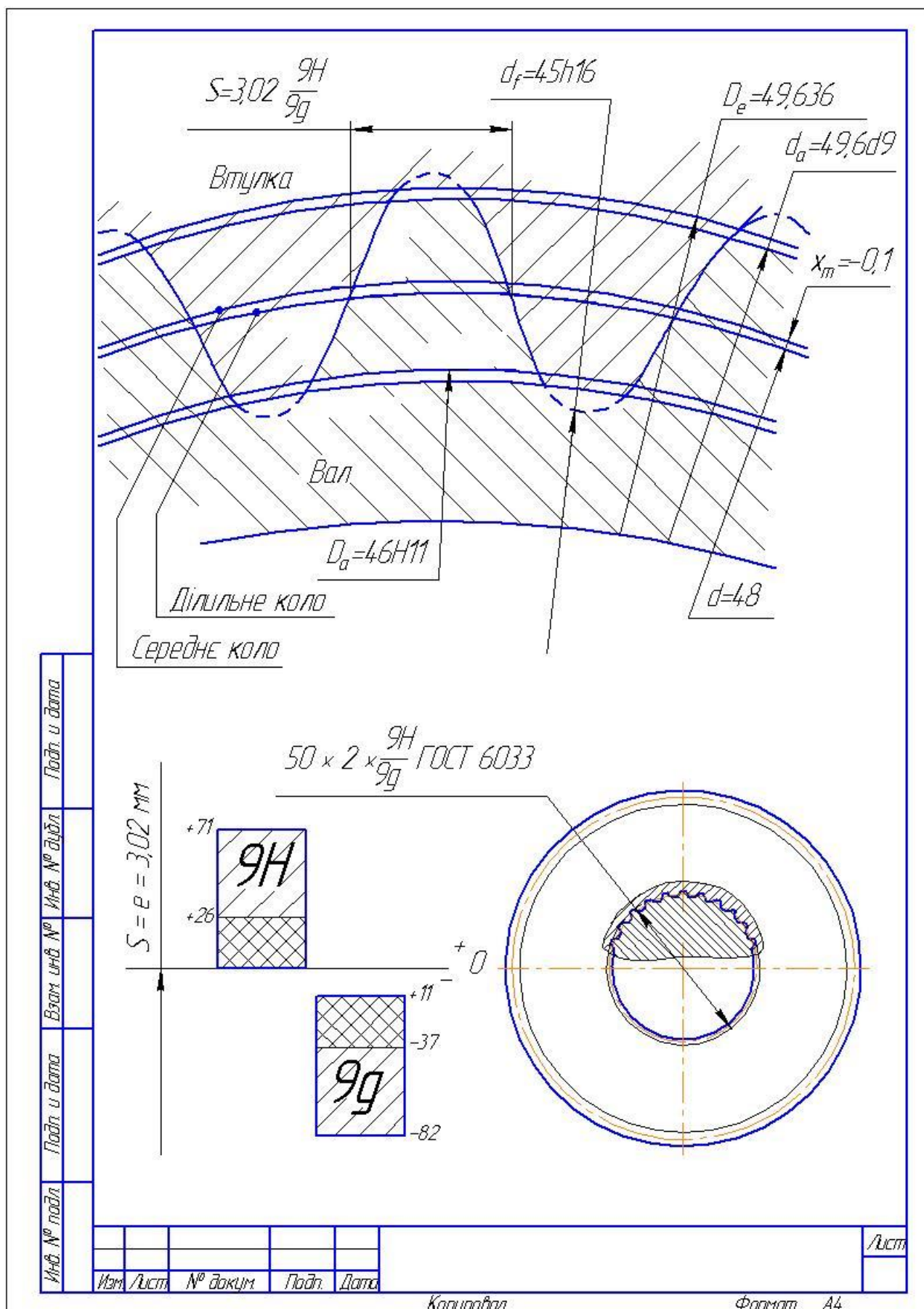


Рисунок 3.8 – Схема розташування полів допусків деталей евольвентного шліцевого з'єднання при centruванні за бічною поверхнею в

3.5.2 Вибір прямобічного шліцевого з'єднання

Шліцеві прямобічні з'єднання використовуються при передачі значно більших крутних моментів ніж шпонкові з'єднання, окрім того вони забезпечують більш надійне центрування деталей, що з'єднуються.

Розміри граничних відхилень шліцевих прямо бічних з'єднань регламентовані ГОСТ 1139. Встановлено три градації висот і кількості щіців для одного і того ж діаметру. У відповідності з цим з'єднання поділяють на легку, середню і важку серії. Шліцеві з'єднання з прямобічним профілем мають парну кількість шліців: 6, 8, 10, 16 або 20.

Посадки прямобічних шліцевих з'єднань (за СТ СЄВ 187-75) призначаються в системі отвору.

Вихідні дані для розрахунку з'єднань приймаються з таблиць 1.3 та 1.4.

В них визначені місце розташування з'єднання на кресленні редуктора, центрувальний елемент і вид з'єднання поверхонь валу і отвору.

Вибір параметрів наведений в таблиці 3.10. При виборі параметрів використовувалась інформація з роботи [1], частина 2, стор. 249...254.

Таблиця 3.10 – Вибір параметрів прямобічного шліцевого з'єднання

№ з/п	Найменування параметру	Позначення	Одиниці виміру	Джерело інформації	Значення для даного прикладу
1	2	3	4	5	6
1	Номінальний діаметр з'єднання	D	мм	Креслення редуктора, уточнення	36
2	Центрувальний елемент	$D - \frac{H7}{f6}$	-	Табл. 1.4	$36 \frac{H7(+0,025)}{f6(-0,041)}$
3	Серія з'єднання			Табл. 1.3	легка
4	Кількість зубців	Z	шт.	[1], частина 2, табл. 4.71	8
5	Номінальний зовнішній діаметр валу (отвору)	D	мм	[1], частина 2, табл. 4.71	36,0
6	Номінальний внутрішній діаметр валу (отвору)	d	мм	[1], частина 2, табл. 4.71	32,0
7	Номінальна ширина шліцу валу	b	мм	[1], частина 2, табл. 4.71	6,0

Продовження таблиці 3.10

1	2	3		4	5
8	Виконуємий зовнішній діаметр валу	D	мм	[1], частина 1, табл. 1.28	$36f6^{(-0,025)}_{(-0,041)}$
9	Виконуємий зовнішній діаметр отвору	D _o	мм	[1], частина 1, табл. 1.27	$36H7^{(+0,025)}$
10	Виконуєма ширина шліцу валу	B	мм	[1], частина 1, табл. 1.28	$6f7^{(-0,010)}_{(-0,022)}$
11	Виконуєма ширина шліцу отвору	B	мм	[1], частина 1, табл. 1.36	$6F8^{(+0,028)}_{(+0,010)}$
12	Виконуємий внутрішній нецентруємий діаметр валу	d _i	Мм	[1], частина 1, табл. 1.35	$32h12^{(-0,25)}$
12	Виконуємий внутрішній нецентруємий діаметр отвору	D _i	мм	[1], частина 1, табл. 1.27	$32H12^{(+0,25)}$
14	Позначення з'єднання за ГОСТ	$D - 8 \times 32 \times 36H7/f6 \times 6F8/f7$			

Розробка теоретичного креслення

Креслення виконуємо на форматі А4.

На кресленні відображається шліцьове з'єднання з надписом згідно ЄСКД. Окремо розміщується рисунки отворів і валу з розміщенням всіх вибраних розмірів.

На кресленні розміщується схема розташування полів допусків для центрувального діаметру і ширини шліцу.

На рис. 3.9 зображений приклад виконання теоретичного креслення.

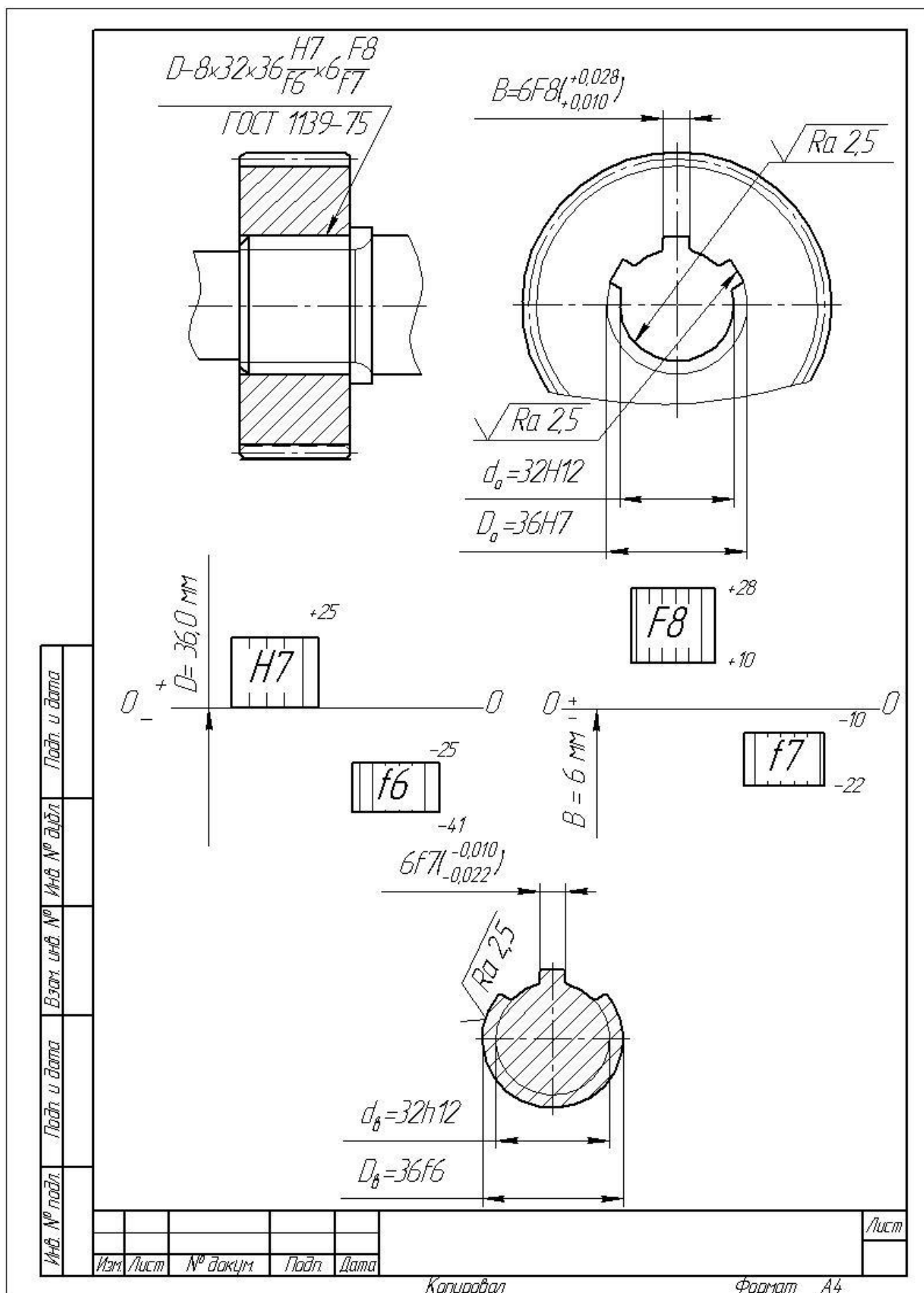


Рисунок 3.9 – Схема розташування полів допусків деталей прямо-бічного шліцевого з'єднання при центруванні за зовнішнім діаметром D

РОЗДІЛ 4

РОЗМІРНІ ЛАНЦЮГИ ЛІНІЙНИХ РОЗМІРІВ

Розмірний ланцюг – це сукупність взаємозв’язаних розмірів, що утворюють замкнений контур і визначають взаємне розташування поверхонь однієї чи декількох деталей. Залежно від об’єкта, якого стосуються вказані розміри замкненого контуру, бувають розмірні ланцюги окремих деталей, складальних виробів, технологічні, вимірювальні, конструкторські тощо. Розмірний ланцюг складається із ланок.

Ланка розмірного ланцюга – це кожний з розмірів, який утворює розмірний ланцюг. Розмірні ланцюги нормовані за ГОСТ 16319.

4.1 Розрахунок розмірного ланцюга

В основу розрахунку розмірного ланцюга покладено ГОСТ 16320.

В даному випадку розмірний ланцюг використовується для розв’язання прямої задачі. Пряма задача полягає в тому, що за даним номінальним розміром та допуском (граничними відхиленнями) замикальної ланки визначаються номінальні розмірами, допуски та граничні відхилення всіх складових ланок розмірного ланцюга.

Вихідні дані для розрахунку розмірного ланцюга наведені на кресленні редуктора рис. 1.1, а в таблицях 1.1 та 1.5 визначені розмір вихідної ланки та місце її розташування на кресленні редуктора відповідно.

Вихідні дані для розрахунку представлено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані розрахунку розмірного ланцюга

№ з/п	Найменування параметру	Позначення	Одиниці виміру	Джерело інформації	Значення для даного прикладу
1	2	3		4	5
1	Вихідна (замикальна) ланка	B_0	мм	Табл.1.2 Табл. 1.5 Рис.1.1	$1^{+0,6}_{-0,2}$
2	Складові ланки збільшувальні	A_1	мм	Креслення редуктора	115
3	Складові ланки зменшувальні	A_2 A_3 A_4	мм	Креслення редуктора	22 5 60

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6
4	Складова ланка корегуюча	A_k	мм	Креслення редуктора	5,0
5	Значення одиниці допуску і для розмірів A_1 A_2 $A_k = A_3$ A_4	i_1 i_2 i_3 i_4	мкм	[1], частина 2, табл. 3.3.	2,17 1,31 0,73 1,86
6	Відхилення складових ланок розмірного ланцюга	A_1 , A_2 A_3 A_4 A_k			H10;H11;H12; H14 h10; h11; h12; h14 -
7	Визначення способу розрахунку допусків складових ланок	-	-	[1], частина 2	Спосіб допусків одного квалітету

Розробка теоретичного креслення

Теоретичне креслення виконується на форматі А4. В верхній частині розміщується креслення частини вузла редуктора, яка підлягає розрахунку. На кресленні проставляються розраховані розміри згідно ЄСКД.

Нижче виконується креслення розмірного ланцюга, на якому також проставляються розраховані розміри.

В третій частині формату розміщується схема полів допусків розмірного ланцюга.

Приклад виконання теоретичного креслення наведений на рис. 4.1.

Таблиця 4.2 – Розрахунок розмірного ланцюга

№ з/П	Параметр, що визначається	Розрахункова формула	Розрахунок
1	Визначаємо коефіцієнт квалітету (кількість одиниць допуску)	$a = \frac{TB_0, (\text{мкм})}{i_1 + 2i_2 + 2i_3 + i_4}$	$a = \frac{800}{2,17 + 2 \cdot 1,31 + 0,73 + 1,86} \approx 99$
2	Визначаємо квалітет, для якого $a \approx 99$ по [1], частина 2, табл. 1.8.		Визначена кількість одиниць допуску відповідає приблизно 11 квалітету
3	Визначаємо допуски для складових ланок, мм		$TA_1=220 \text{ мкм}$ $TA_2=130 \text{ мкм}$ $TA_3=75 \text{ мкм}$ $TA_4=190 \text{ мкм}$
4	Перевіряємо додержання умов розмірної ланки	$TB_0 \geq TA_1 + 2TA_2 + TA_3 + TA_4$	$800 \geq 220 + 2 \cdot 130 + 75 + 190 = 745 \text{ мкм}$
5	Визначаємо допуск коригувальної ланки	$TA_K = TB_0 - (TA_1 + 2TA_2 + TA_3 + TA_4)$	$TA_K = 800 - (220 + 260 + 75 + 190) = 55 \text{ мкм}$
6	Визначаємо нижнє граничне відхилення коригувальної ланки	$EIA_K = ESA_1 - [2EIA_2 + EIA_3 + EIA_4] - ESB_0$	$EI_{AK} = 220 - [-2 \cdot 130 - 75 - 190] - 600 = +145 \text{ мкм}$
7	Визначаємо верхнє граничне відхилення коригувальної ланки	$ESA_K = EIA_1 - [2ESA_2 + ESA_3 + ESA_4] - EIB_0$	$ES_{AK} = 0 - [-2 \cdot 0 - 0 - 0] - (-200) = +200 \text{ мкм}$
8	Визначаємо відхилення для складових ланок з урахуванням п.6,7 та п.3 табл. 4.2, [1]		$A_1=115 \text{ H}11^{(+0,220)}$ $A_2=22 \text{ h}11^{(-0,130)}$ $A_3=5 \text{ h}11^{(-0,075)}$ $A_4=60 \text{ h}11^{(-0,190)}$ $A_K=5^{(+0,200)}_{(+0,145)}$

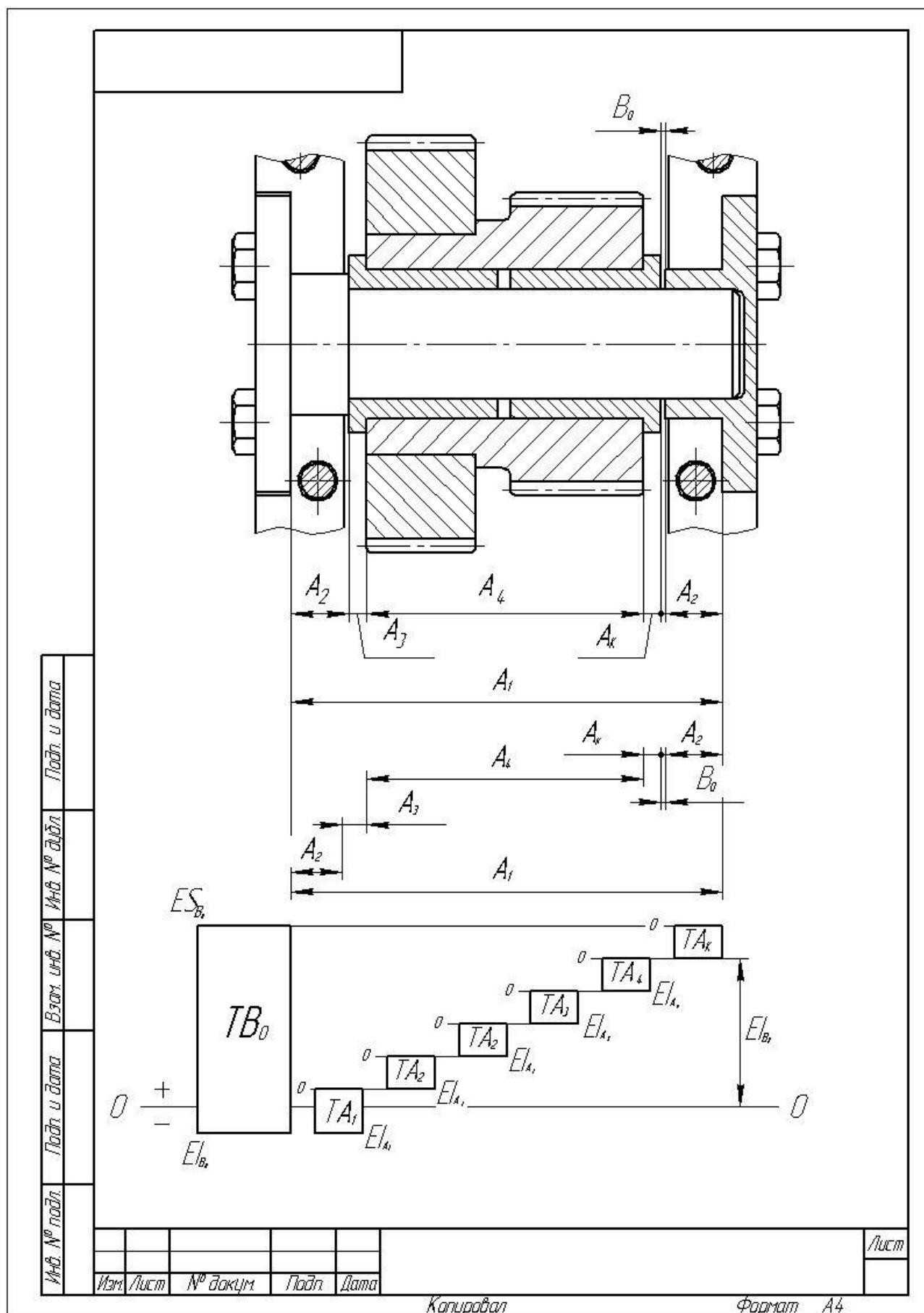


Рисунок 4.1 – Схема розмірного ланцюга та розміщення полів допусків складових ланок

РОЗДІЛ 5

РОЗРАХУНОК ГРАНИЧНИХ КАЛІБРІВ

5.1 Розрахунок виконавчих розмірів калібр-пробок

Розрахунок проводиться для контролю отвору $\varnothing 50H8^{(+0,039)}$ із розділу 3. Номінальними розмірами калібру є граничні розміри отвору.

Для контролю отвору виготовляються робочі прохідні Р-ПР і не прохідні пробки Р-НЕ.

Допуск на виготовлення прохідного калібру Р-ПР задається з зміщенням відносно номінального положення, а допуск на виготовлення непрохідного калібру Р-НЕ задається симетрично відносно номінального.

На калібри Р-ПР задається додатково допуск на спрацювання. Допуски на калібри регламентовані за ГОСТ 24853. Конструкція і розміри калібр-пробок регламентовані за ГОСТ 14807...14826.

5.2 Розрахунок виконавчих розмірів калібр-скоб

Розрахунок проводиться для контролю валу $\varnothing 50h8^{(+0,136)}_{(+0,097)}$ із розділу 3.

Для контролю розміру поверхні валу використовується калібр-скоба, яка має робочі прохідні і непрохідні губки.

Допуски на виготовлення калібр-скоб і їх спрацювання регламентовані ГОСТ 24853, а їх конструкція і розміри регламентовані ГОСТ 18355...18368.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані для розрахунку калібрів

№ з/п	Найменування параметру	Позначення	Одиниці виміру	Джерело інформації	Значення для прикладу
1	Контролює мий розмір і граничні відхилення для розрахунку калібр-пробки	D ES EI T _D	мм мкм мкм мкм	Розділ 3	$\varnothing 50H8^{(+0,039)}$ 39 0 39
2	Допуски на відхилення калібр-пробок	Z Y α H	мкм	[4], стор.51	6,0 5,0 0 4,0
3	Контролює мий розмір і граничні відхилення для розрахунку калібр-скоби	d es ei T _d	мм мкм мкм мкм	Розділ 3	$\varnothing 50h8^{(+0,136)}_{(+0,097)}$ 136 97 39
4	Допуски на відхилення калібр-скоб	Z ₁ Y ₁ α_1 H ₁	мкм	[4], стор. 51	6,0 5,0 0 4,0

Таблиця 5.2 – Розрахунок граничних калібрів для контролю зовнішньої і внутрішньої поверхонь

№ з/п	Параметр, що визначається	Розрахункова формула	Розрахунок
1	Найбільший граничний розмір отвору	$D_{max} = D + ES, \text{ мм}$	$D_{max} = 50 + 0,039 = 50,039 \text{ мм}$
2	Найменший граничний розмір отвору	$D_{min} = D + EI, \text{ мм}$	$D_{min} = 50 + 0 = 50,0 \text{ мм}$
3	Найбільший граничний розмір нової прохідної пробки	$ПР_{max} = D_{min} + Z + H/2, \text{ мм}$	$ПР_{max} = 50 + 0,006 + \left(\frac{0,004}{2}\right) = 50,008 \text{ мм}$
4	Виконавчий розмір нової прохідної пробки	$ПР_{вик} = ПР_{max} - H$	$ПР_{вик} = 50,008_{-0,004}$
5	Найменший розмір спрацьованої прохідної калібр-пробки	$ПР_{спрац} = D_{min} - Y, \text{ мм}$	$ПР_{спрац} = 50 - 0,005 = 49,995 \text{ мм}$
6	Найбільший розмір непрохідної нової пробки	$HE_{max} = D_{max} + H/2, \text{ мм}$	$HE_{max} = 50,039 + \left(\frac{0,004}{2}\right) = 50,041 \text{ мм}$
7	Виконавчий розмір непрохідної пробки	$HE_{вик} = HE_{max} - H$	$HE_{вик} = 50,041_{-0,004}$
8	Найбільший граничний розмір валу	$d_{max} = d + es, \text{ мм}$	$d_{max} = 50 + 0,136 = 50,136 \text{ мм}$
9	Найменший граничний розмір валу	$d_{min} = d + ei, \text{ мм}$	$d_{min} = 50 + 0,097 = 50,097 \text{ мм}$

Продовження таблиці 5.2

№ з/П	Параметр, що визначається	Розрахункова формула	Розрахунок
10	Найменший граничний розмір нової прохідної калібр-скоби	$ПР_{min} = d_{max} - Z_1 - H_1/2, \text{ мм}$	$ПР_{max} = 50,136 - 0,006 - \left(\frac{0,004}{2}\right) = 50,128 \text{ мм}$
11	Виконавчий розмір нової прохідної калібр-скоби	$ПР_{вик} = ПР_{max}^{+H_1}$	$ПР_{вик} = 50,128^{+0,004}$
12	Найбільший розмір спрацьованої прохідної калібр-скоби	$ПР_{спрац} = d_{max} + Y_1, \text{ мм}$	$ПР_{спрац} = 50,136 + 0,005 = 50,141, \text{ мм}$
13	Найменший розмір непрохідної калібр-скоби	$НЕ_{min} = d_{min} - (H_1/2), \text{ мм}$	$НЕ_{min} = 50,097 - (0,004/2) = 50,095 \text{ мм}$
14	Виконавчий розмір непрохідної калібр-скоби	$НЕ_{вик} = НЕ_{min}^{+H_1}$	$НЕ_{вик} = 50,095^{+0,004}$
15	Допуск на спрацьовування калібр-пробок	$\delta_{спрац} = Z - \frac{H}{2} + Y, \text{ мкм}$	$\delta_{спрац} = 6 - 2 + 5 = 9 \text{ мкм}$
16	Допуск на спрацьовування калібр-скоб	$\delta_{спрац} = Z_1 - \frac{H_1}{2} + Y_1, \text{ мкм}$	$\delta_{спрац} = 6 - 2 + 5 = 9 \text{ мкм}$

5.3 Розробка теоретичних та робочих креслень

На аркуші формату А4 розміщуються схеми розташування полів допусків:

- отвору;
- валу;
- калібр-скоби;
- калібр-пробки.

Приклад виконання теоретичного креслення наведений на рисунку 5.1.

Робоче креслення калібр-пробки виконується по конструктивним розмірам згідно ГОСТ 14807...14826 в залежності від номінального розміру контрольованого отвору.

Розміри робочих елементів пробок проставляються згідно з виконаними розрахунками.

Приклад виконання робочого креслення калібр-пробки наведений в додатку 5.

Робоче креслення калібр-скоби виконується по конструктивним розмірам згідно ГОСТ 18355...18368 в залежності від номінального розміру контрольованого валу.

Розміри робочих губок калібр-скоб проставляються згідно з виконаними розрахунками.

Приклад виконання робочого креслення калібр-скоби наведений в додатку 4.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Допуски и посадки. Справочник (Подредакцией В.Д. Мягкова), т. 1,2 -Л.: "Машиностроение".
- 2 Методические указания и контрольные задания к курсовой работе по основам взаимозаменяемости, Кировоград, КИСМ, 1982-55 стр.
- 3 Методические указания и контрольные задания по курсу ВСТИ, Кировоград, КИСМ, 1983 - 55 стр.
- 4 Методические указания к самостоятельной работе и решению задач по курсу ВСТИ, Кировоград, КИСМ, 1985 - 59 стр.
- 5 Методические указания к расчёту посадок гладких цилиндрических соединений на ЭВМ к курсовой работе по курсу "Взаимозаменяемость стандартизация и технические измерения", Кировоград, КИСМ, 1990 - 18 стр.
- 6 Бейзелман В.Д. и др. Подшипники качения. Справочник, Л.: Машгиз, 1989г.
- 7 Передатки зубчатые цилиндрические ГОСТ 1643.
- 8 Основные нормы взаимозаменяемости.
Передатки зубчатые цилиндрические эвольвентные. Исходный контур ... ГОСТ 16532.
- 9 Подшипники шариковые радиальные однорядные ГОСТ 14807...14826.
- 10 Конструкция и основные размеры калибр-пробок, ГОСТ 14807...14826.
- 11 Конструкция и основные размеры калибр-скоб, ГОСТ 18355...18368.
- 12 «КОМПАС 3D», руководство пользователя, Санкт-Петербург, Аскон

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	4
1. ЗМІСТ ТА ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	5
1.1 Вихідні дані для виконання курсової роботи.....	5
1.2 Зміст курсової роботи та вимоги до її оформлення.....	9
2. РОЗРОБКА КРЕСЛЕННЯ РЕДУКТОРА.....	11
3. ДОПУСКИ І ПОСАДКИ ТИПОВИХ З'ЄДНАНЬ.....	12
3.1 Розрахунок нерухомої посадки гладкого циліндричного з'єднання.....	12
3.2 Розрахунок посадки для підшипника рідинного тертя.....	19
3.3 Шпонкові з'єднання.....	23
3.4 Вибір посадок підшипників кочення.....	28
3.5 Шліцьові з'єднання.....	32
4. РОЗМІРНІ ЛАНЦЮГИ ЛІНІЙНИХ РОЗМІРІВ.....	40
4.1 Розрахунок розмірного ланцюга.....	40
5. РОЗРАХУНОК ГРАНИЧНИХ КАЛІБРІВ.....	44
5.1 Розрахунок виконавчих розмірів калібр-пробок.....	44
5.2 Розрахунок виконавчих розмірів калібр-скоб.....	44
5.3 Розробка теоретичних та робочих креслень.....	47
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	49
Додатки.....	51

Методика розробки складального креслення редуктору


Розробка складального креслення редуктора виконується згідно до вихідних даних і розрахованих розмірів з розділу 3.

Для виконання креслення рекомендується використовувати графічний редактор КОМПАС-ГРАФІК.

1. Запускається програма КОМПАС-3D Vx. Це можна зробити декількома способами:

- через кнопку ПУСК – Програми - Компас 3D Vx - Компас 3D Vx
- безпосередньо з каталогу розміщення програми:
C:/ProgramFiles/Komпас 3D.exe

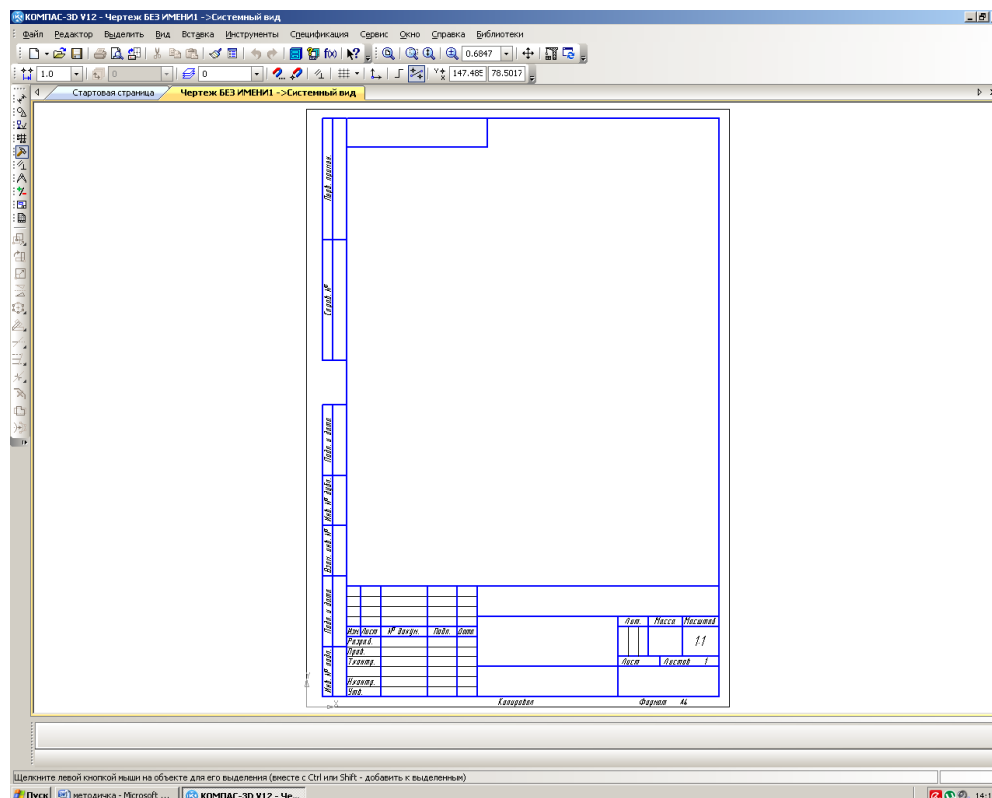
Основним документом для створення складального креслення редуктора в КОМПАС-ГРАФІК є лист креслення («Чертеж»). Креслення зберігається в файлі формату (тип файлу *.cdw).


Для створення нового креслення вибирається команда «Создать» в меню **Файл**, або натискаючи кнопку  на «Панелі управління».

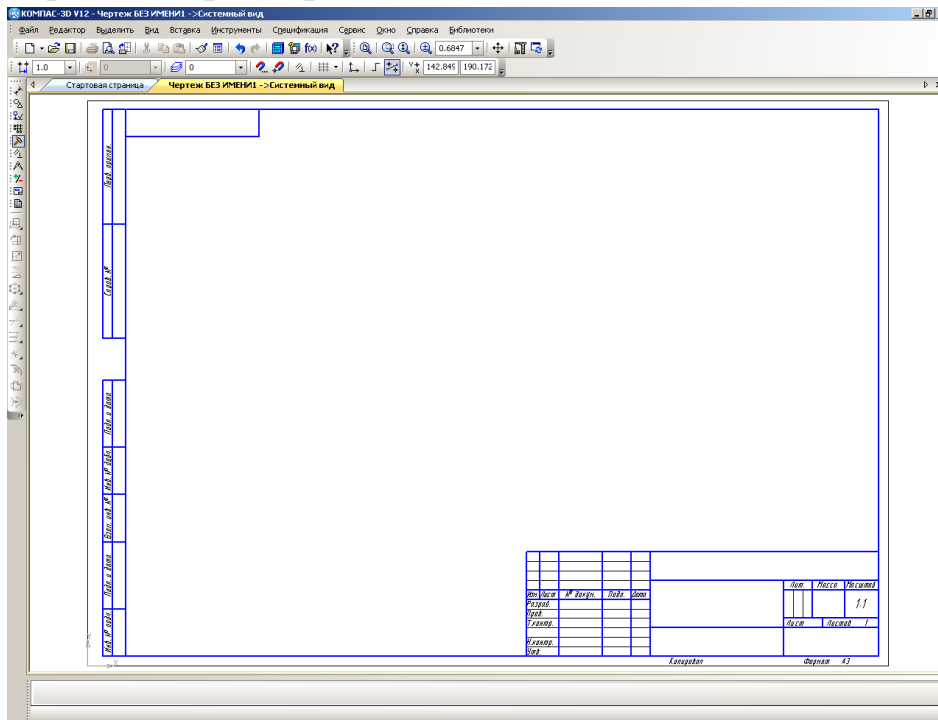


«Панель управления»

Нове креслення створюється вибором піктограми  **Чертеж** в діалоговому вікні.



«Панелиуправления» -  або команда «Параметры текущего чертежа»з
меню **Сервис - Параметры**




Змінені параметри нового креслення

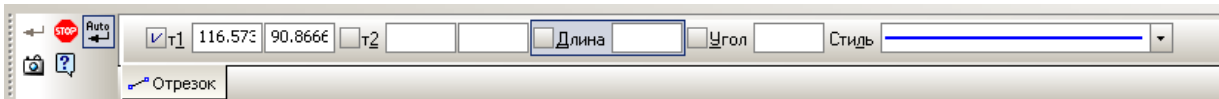
Побудова креслення розпочинається з побудови базових ліній (для редуктора це осьові лінії валів – по вертикалі і початок вхідного валу – по горизонталі).




Інструментальна панель «Геометрія»


На інструментальній панелі вибирається команда «Отрезок»  і задаються початкові та кінцеві координати точок (можна вказувати безпосередньо вказуючи курсором на робочому полі креслення, або вводити необхідні координати точок в полях **Строки параметрів** об'єктів).

Для зміни поточного стилю відображення лінії викликається команда «**Стиль лінії**» з контексного меню, або натисканням лівої кнопки миші на полі стилю в «**Строкепараметров объектов**»



«Строка параметров объектов»

Завершити введення відрізків можна, натиснувши клавішу <Esc> або кнопку «Прервать команду»  на «Панели специального управления».



Побудова вісей симетрії інших валів виконується за допомогою команди «Параллельный отрезок» .

Зафіксуйте курсор на елементі, паралельно до якого повинен пройти відрізок, а потім виконуйте побудову відрізка. Необхідно ввести точне значення відстані від базового елемента у відповідному полі «**Строка параметров объектов**».

За розрахунковими даними розробляється креслення першого валу та зубчастого колеса.

В КОМПАС-3D Vx існує бібліотека стандартних виробів (кріплення, пружини, підшипники, різьбові отвори, канавки, елементи електросхем, будівельні конструкції і т.п.), що дозволяє вставляти готові стандартні елементи в креслення.

Після завершення графічної частини креслення проставляють розміри.

В КОМПАС-3D Vx команди постановки розмірів  і технологічних позначень  доступні через команди «Инструментальной панели». Тут же знаходяться команди введення тексту, таблиці і простановки позначень центру та осьових.



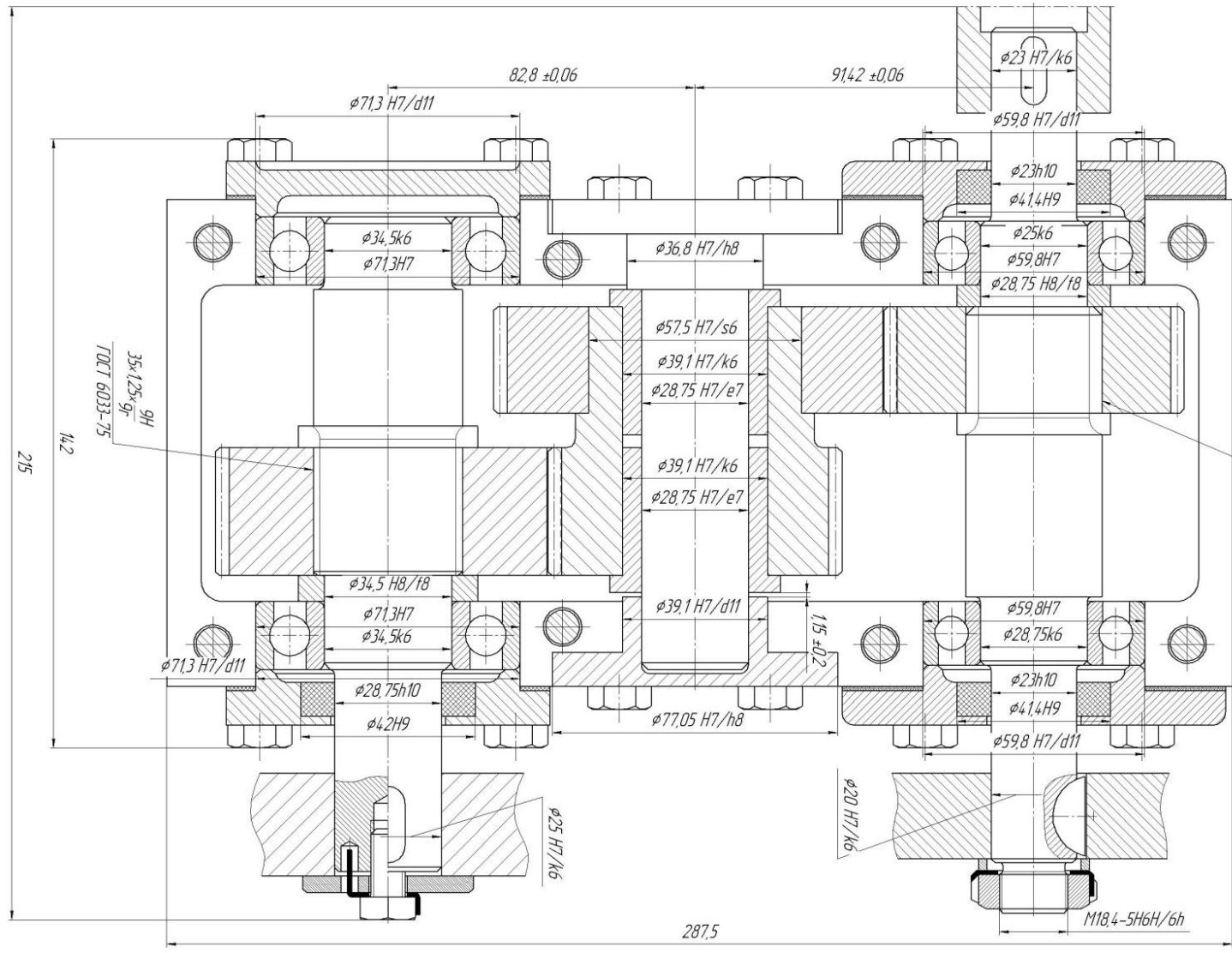
Інструментальні панелі «Розміри» і «Позначення»

Кнопки згруповані по типах розмірів і позначень, введення яких вони викликають (наприклад, група кнопок для постановки радіальних розмірів). На Інструментальній панелі видна тільки одна кнопка з групи. Для того щоб побачити решту кнопок групи і вибрати одну з них, потрібно натиснути на видиму кнопку групи і не відпускати клавішу миші. Через секунду поряд з курсором з'явиться панель, що містить решту кнопок для виклику команд побудови вибраного об'єкту (розширена панель команд). Як і раніше не відпускаючи клавішу миші, перемістіть курсор на кнопку виклику потрібної команди. Відпустіть клавішу миші. При цьому вибрана кнопка з'явиться на Інструментальній панелі, а відповідна їй команда буде активізована.

Кнопки, що дозволяють викликати розширену панель команд, помічені маленьким чорним трикутником в правому нижньому кутку.

Після постановки розмірів проставляються технічні вимоги.

Имя № модели	Полное наименование	Имя № детали	Полное наименование	Имя № детали	Полное наименование



Имя № модели	Полное наименование	Имя № детали	Полное наименование	Имя № детали	Полное наименование

Розробка креслення валу

Вибір валу, по якому необхідно розробити креслення, здійснюється згідно табл. 2.4. (розділ 2). В таблиці вказані три номери валів, при цьому нумерація передбачена зверху.

Розробка креслення валу виконується згідно ЄСКД.

Креслення валу виконується в одній проекції, з виконанням перерізів всіх його шийок, які мають конструктивні елементи.

Перерізи виконуються відповідно до стандартів тих елементів, які там застосовані.

Лінійні розміри на валу проставляються таким чином, щоб створити замкнений контур з однією вихідною ланкою. Дублювання розмірів не припустиме.

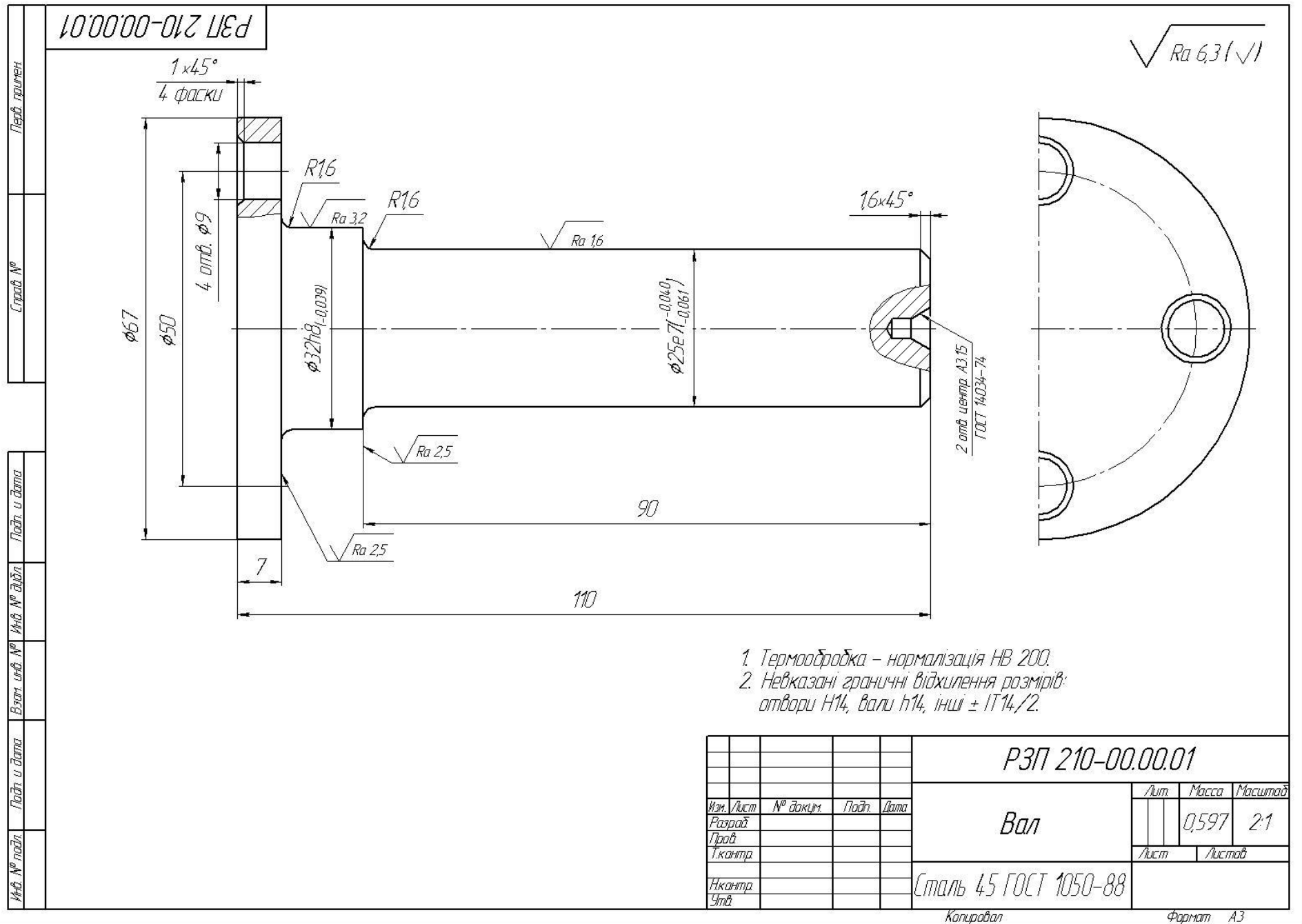
Розміщення конструктивних елементів на поверхнях валу задається розмірами, які необхідно прив'язати до найближчого до них торця, або до загально прийнятої базової поверхні.

Перерізи конструктивних елементів розміщуються поряд з головним видом.

На валу необхідно вказати допуски форми поверхонь, допуски розміщення поверхонь, шорсткість поверхонь.

В технічних вимогах вказується твердість поверхонь та вимоги до розмірів, які вказані без допусків.

Розробка креслення виконується відповідно до роботи [12].



Розробка креслення зубчастого колеса

Вибір зубчастого колеса, на яке необхідно розробити креслення, здійснюється згідно табл. 2.4. (розділ 2). В таблиці вказані чотири номери зубчастих коліс, при цьому нумерація передбачається зверху.

Розрахунок розмірів зубчастих коліс виконаний попередньо за табл. 3.2. (розділ 3).

Зубчасте колесо виконується в одній проекції, його отвір, який може мати різне конструктивне виконання, розроблюється окремо і розміщується поряд з основною проекцією.

На кресленні обов'язково створюється таблиця з параметрами точності зубців за ГОСТ 1643.

Технічні вимоги розроблюються з урахуванням вимог до матеріалу, термічної обробки і допусків на ті розміри, які на кресленні проставлені як вільні.

Обов'язково на кресленні необхідно вказати вимоги до геометрії поверхонь, до розміщення поверхонь та їх шорсткості.

Розробка креслення виконується відповідно до роботи [12].

Розробка креслення калібр-скоби

Креслення калібр-скоби розробляється згідно із стандартом ГОСТ 18355...18368.

Перед проектуванням виконується розрахунок згідно розділу 14.

Розміри робочих елементів калібр-скоби проставляються згідно з виконаними розрахунками (табл. 14.4).

Конструкція і розміри калібр-скоб за ГОСТ 18362 повинні відповідати рис.4.1 і табл. 4.1

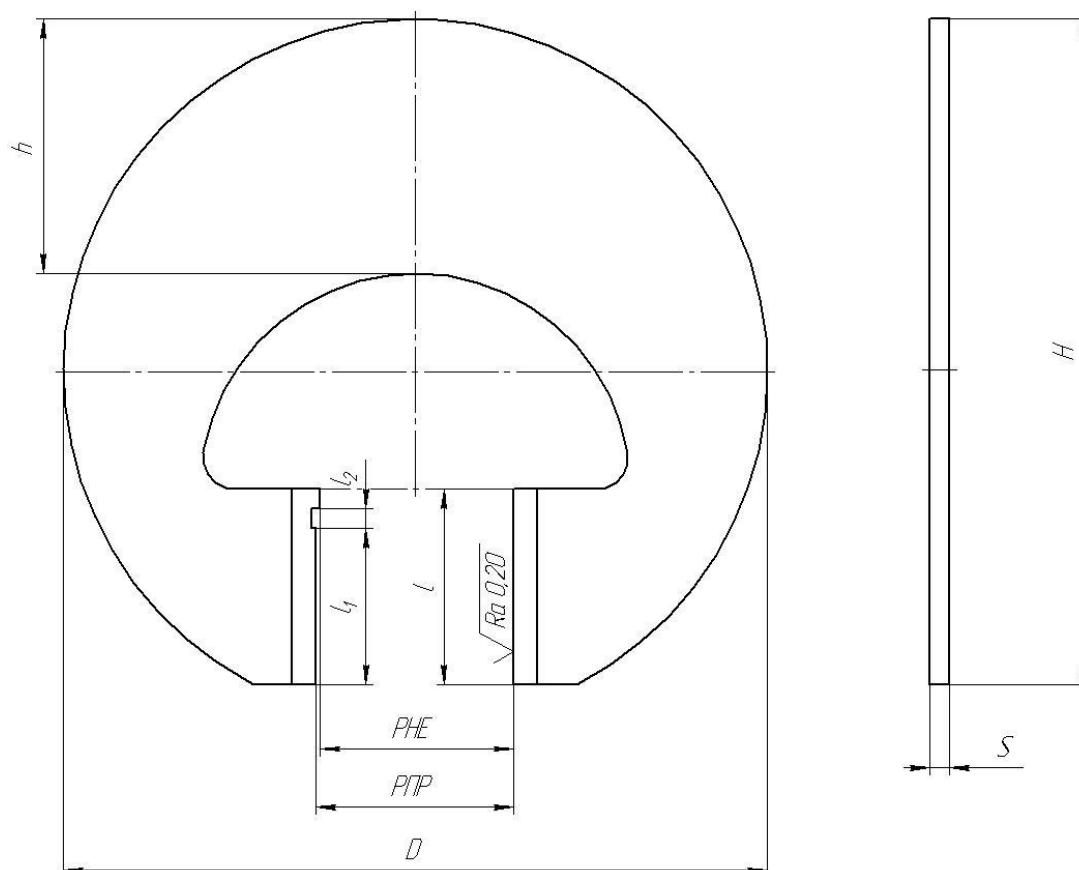


Рисунок 4.1 – Калібр-скоба

Таблиця 4.1 – Розміри калібр-скоб

D _{номін}	D	H	h	B	S	<i>l</i>	<i>l</i> ₁	L ₂
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10,5	60	55	24	-	5	18	11	2
11								
11,5								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20	75	68	30	17	5	20	13	2
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32	95	82	37	17	5	22	13	3
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44	120	100	44	18	6	25	15	3
45								
46								
47								
48								
49								
50								
52								
53								
55								
56								

Продовження таблиці 4.1

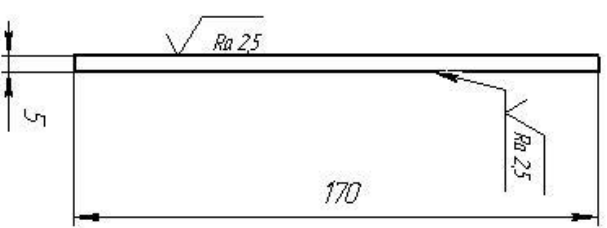
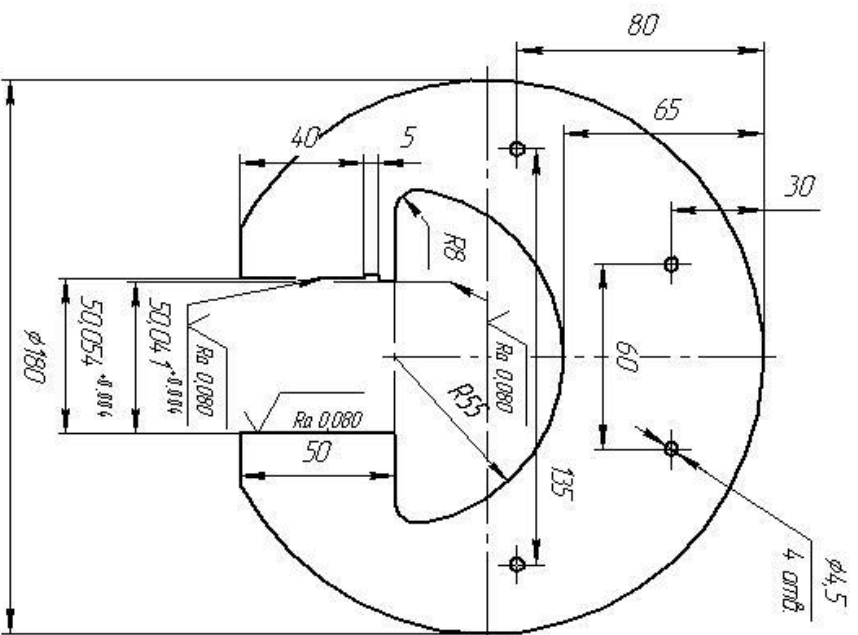
1	2	3	4	5	6	7	8	9
58	140	118	50	18	6	28	17	4
60								
62								
63								
65								
67								
70								
71	160	135	55	18	6	32	20	4
72								
75								
78								
80								
82								
85								
88	180	150	59	18	6	36	21	6
90								
92								
95								
98								
100								

Розробка креслення виконується відповідно до роботи [12].

P37 210-00.00.03

$$\sqrt{Rd_{3,2}} \text{ (V)}$$

Справ. №	Перв. примен.



Имб. № подл.	Подл. у дата	Всак. имб. №	Имб. № дуждл.	Подл. у дата

[illegible]

1. Центр дуги на зовнішню 0,8...0,16
2. Твердість вимірвальних поверхонь НРС 58...64
3. Неробочі поверхні оксидування
4. Канір підстави створіною
5. Розмір Р-ПР скори спрощеної 4, 0,88
6. Відхилення геометричної форми вимірвальних поверхонь 0,04, 4
7. Маркування 40U7P3T-210

Konstantin

ΦΟΡΜΑΤ Α4

Розробка креслення калібр-пробки

Креслення калібр-пробки розроблюється згідно із стандартами ГОСТ 14807...14826.

Перед проектуванням виконується розрахунок згідно розділу 14.

Розміри робочих елементів калібр-пробки проставляються згідно з виконаними розрахунками (табл. 14.4).

Конструкція і розміри калібр-пробок за ГОСТ 14810 повинні відповідати кресленням рис.5.1, 5.2, 5.3 і таблиці 5.1,5.2,5.3.

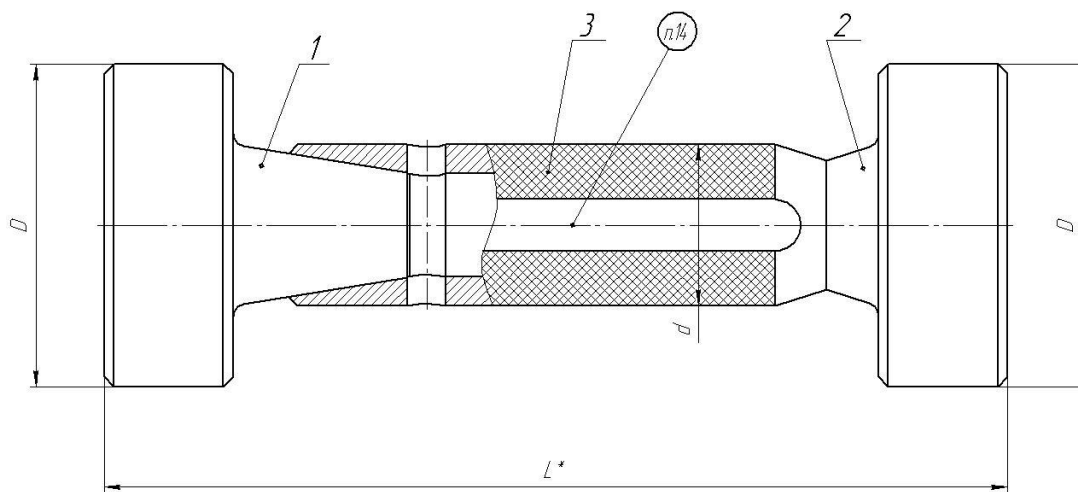


Рис.5.1 Складальне креслення калібр-пробки

Табл. 5.1 Розміри калібр-пробки

D _{номін}	L	d
3,2	66	6
3,4		
3,5		
3,6		
3,8		
4		
4,2		
4,5		
4,8		
5		
5,3		
5,6		
6	76	8
6,3		
6,5		
6,7		
7		
7,1		
7,5		
8		
8,5		
9		
10		
10,5	86	10
11		
11,5		
12		
13		
14	102	13
15		
16		
17		
18	114	16
19		
20		
21		
22		
23		
24	132	20
25		
26		
27		

28		
29		
30		
$D_{\text{номін}}$	L	d
31		
32		
33		
34		
35		
36	140	24
37		
38		
39		
40		
41	161	28
42		
44		
45		
46		
47		
48		
50		

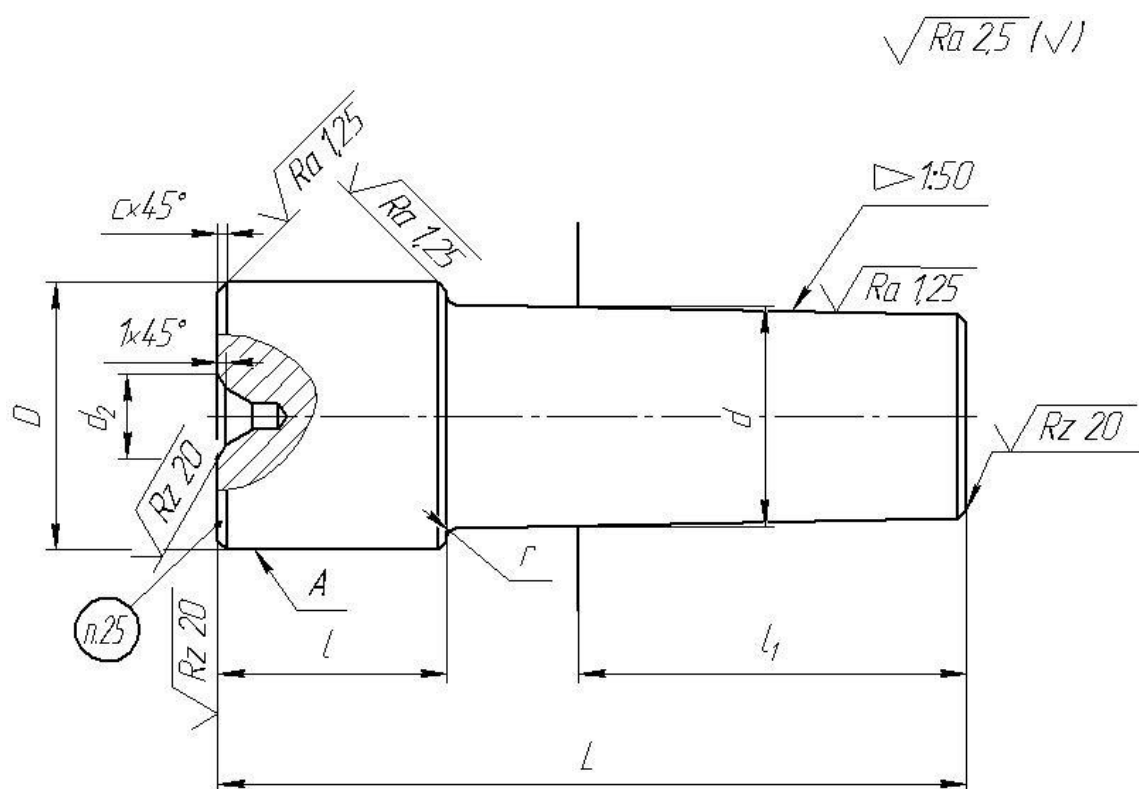


Рис. 5.2 Прохідна вставка калібр-пробки

Табл. 5.2 Розміри прохідної вставки калібр-пробки

D _{номін}	L	D _{пред.} откл.по h9	d ₂	l	l ₁	c	r				
3,2	23,5	2,5	-	8	4	0,2	0,5				
3,4											
3,5											
3,6											
3,8											
4											
4,2											
4,5											
4,8											
5											
5,3											
5,6											
6	26	4	-	10	4	0,4	0,5				
6,3											
6,5											
6,7											
7											
7,1											
7,5											
8											
8,5											
9											
10											
10,5								29	6	-	12
11											
11,5											
12											
13											
14											
15	33	8	-	12	6	0,4	1,6				
16											
17											
18											
19	35	11		-	12		7	0,4	2		
20											
21											

22							
23							
24							

D _{номін}	L	D _{пред.} откл.по h9	d ₂	l	l ₁	c	r
25	43	15		16	8	0,4	2
26							
27							
28							
29							
30							
31	50	18	12	20	9	0,4	3
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41	59	21	15	25	10	0,4	3
42							
44							
45							
46							
47							
48							
50							

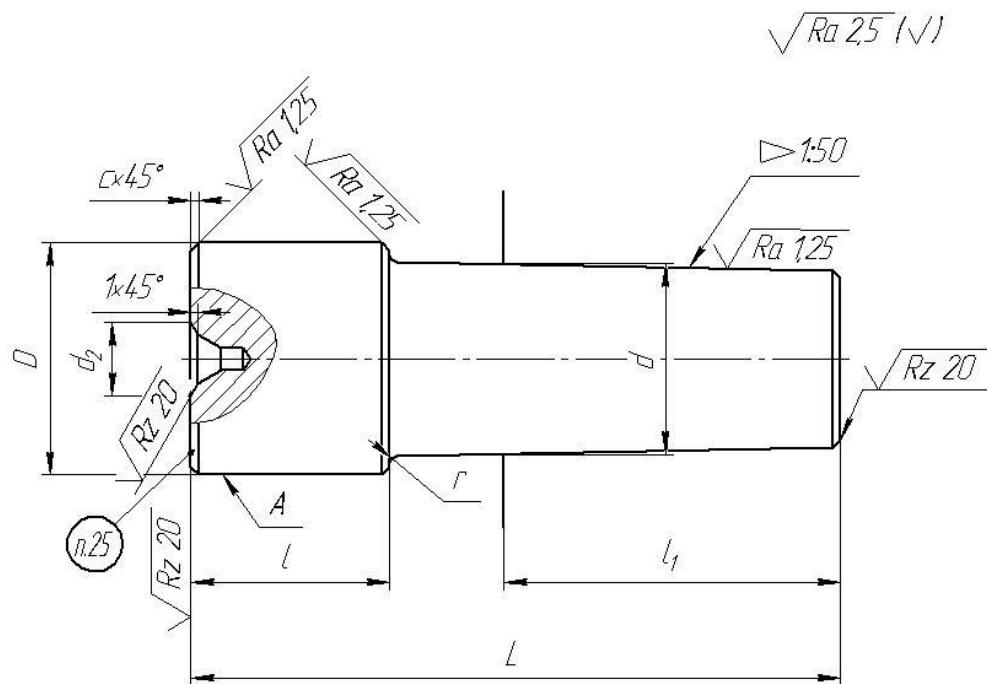


Рис.5.3 непрохідна вставка калібр-пробки

Табл. 5.3 Розміри непрохідної вставки калібр-пробки

D _{номін}	L	D _{пред.} откл. по h9	d ₂	l	l ₁	c	r
3,2	20,5	2,5	-	5	4	0,2	0,5
3,4							
3,5							
3,6							
3,8							
4							
4,2							
4,5							
4,8							
5							
5,3	22	4	-	6	4	0,4	0,5
5,6							
6							
6,3							
6,5							
6,7							
7							
7,1							
7,5							
8							
8,5							

9							
10							
10,5							
11							
11,5							
12	25	6			5		1
13							
14							
15							
16							
17	29	8		10	6		1,6
18							
19							
20							
21							
22	31	11			7		2
23							
24							

D _{номін}	L	D _{пред.} откл. по h9	d ₂	l	l ₁	c	r
25	37	15		10	8	0,4	2
26							
27							
28							
29							
30							
31	42	18	12	12	9		3
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41	50	21	15	16	10		
42							
44							
45							
46							

47							
48							
50							

Розробка креслення виконується відповідно до роботи [12].

P37 210-01.00.00 СК

Перв. примен.

Лист №

Technical drawing of a three-part assembly (1, 2, 3) with dimensions and surface finish specifications.

Dimensions:

- Top flange diameter: $\phi 50,0055_{-0,0004}$
- Bottom flange diameter: $\phi 50,027_{-0,0004}$
- Overall height: 14,0

Surface finish specifications:

- Top flange: $Ra 0,032$
- Bottom flange: $Ra 0,05$
- Internal thread: 50H7

Assembly details:

- Part 1: Top flange
- Part 2: Bottom flange
- Part 3: Internal thread

<i>Инв. № подл.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. №</i>	<i>Инв. № дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>
<i>Изм./лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	
<i>Разработ.</i>				
<i>Проб.</i>				
<i>Технотр.</i>				
<i>Норматр.</i>				
<i>Экзб.</i>				
<i>РЗП 210-01.00.00 СК</i>				
<i>Калибр-продка 50 Н7</i>				
<i>Лист</i>	<i>Масса</i>	<i>Машиновд</i>		
<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	<i>11</i>		