

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет

Кафедра технології машинобудування

Технологія обробки типових деталей та складання машин

Методичні вказівки

до лабораторних робіт
для студентів денної та заочної форм навчання
спеціальностей «Прикладна механіка»,
«Галузеве машинобудування»

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет

Кафедра технології машинобудування

Технологія обробки типових деталей та складання машин

Методичні вказівки
до лабораторних робіт
для студентів денної та заочної форм навчання
спеціальностей «Прикладна механіка»,
«Галузеве машинобудування»

Затверджено на засіданні кафедри
Технології машинобудування
Протокол № 6 від 30.11.2018р

Кропивницький 2018

Технологія обробки типових деталей та складання машин. Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів денної та заочної форм навчання спеціальностей «Прикладна механіка», «Галузеве машинобудування» / Укл.: проф., д.т.н. Павленко І.І.; доц., к.т.н. Артюхов А.М.; доц., к.т.н. Підгаєцький М.М.; викл. Сторожук М.О. – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 74с.

Рецензент: доц., к.т.н. Скібінський О.І.

ПЕРЕДМОВА

Розвиток техніки, сучасних машин, верстатів та пристроїв, упровадження нових технологій, покращання організації виробництва та праці потребують подальшого вдосконалення підготовки спеціалістів за рахунок підвищення рівня теоретичних і практичних знань, інтенсифікації навчального процесу й покращення виробничої підготовки.

Інженерна підготовка ґрунтується на знаннях теоретичних основ створення технологічних процесів, умінні аналізувати відповідність вимогам виробництва, володінні навичками проектування й розрахунку різноманітних механізмів і пристроїв.

Предметом дисципліни є вивчення технології обробки різних класів деталей та складання машин, опанування практичними навичками та застосування їх для забезпечення проектної якості виробів, найменшої їх собівартості, запланованого обсягу випуску.

Надзвичайно важливим є зв'язок дисципліни з технологією конструкційних матеріалів та матеріалознавством, теорією різання, технологічними основами машинобудування, теоретичними основами технології виробництва деталей та складання машин, металорізальними верстатами, різальним інструментом та іншими.

Лабораторний практикум має за мету закріплення й поглиблення теоретичних знань, отриманих на лекціях та під час виконання самостійної роботи, а також опанування студентами основ проведення експериментів з технології машинобудування.

Методичні вказівки складені відповідно з навчальним планом та робочою програмою дисципліни «Технологія обробки типових деталей та складання машин» для студентів напрямку підготовки 131 – Прикладна механіка.

Для виконання лабораторних робіт студенти повинні заздалегідь вивчити відповідні розділи курсу, вміти вибирати необхідне обладнання та методику вирішення основних технологічних завдань.

Працювати в лабораторіях дозволяється лише тим студентам, які пройшли інструктаж з техніки безпеки і розписались у відповідному журналі.

Перед виконанням кожної лабораторної роботи студенти повинні ознайомитися з методикою її проведення, вибрати необхідне обладнання та пристрої, намітити технологічні режими, визначити та оцінити можливі похибки під час виконання експериментальних дослідів та при технічних вимірюваннях, а також запропонувати статистичні методи обробки експериментальних даних.

Студентам категорично забороняється самотійно включати верстати і керувати ними. Виконання усіх прийомів, що стосуються виконання лабораторних робіт з використанням металорізального обладнання та затискних пристроїв, здійснює учбовий майстер або викладач.

При виконанні експериментальних досліджень на металорізальному обладнанні студенти розміщуються для спостережень в безпечних зонах.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Аналіз службового призначення виробу та його деталей

Мета роботи -ознайомитися та освоїти принципи формулювання службового призначення, технічних вимог на виготовлення виробу та його деталей.

1. Загальні відомості

Виріб (машина) – це продукт кінцевої стадії машинобудівного виробництва. Функціональність машини визначається її відповідністю службовому призначенню.

Службове призначення машини – це максимально уточнене і чітко сформульоване завдання, для виконання якого призначена машина. Службове призначення формулюється замовником під час розробки технологічного процесу виготовлення продукції і уточнюється при оформленні завдання на проектування машини.

Формулювання загальної частини службового призначення не становить труднощів.

Наприклад:

Затискний пристрій призначений для базування та закріплення деталі під час її обробки.

Але формулювання загальної частини службового призначення ще не розкриває конкретного призначення виробу та його технологічні можливості. Необхідно уточнити, для якого верстату призначений цей пристрій, кількість деталей, що одночасно закріплюються, точність базування та інше.

Формулювання службового призначення машини повинне містити крім загального завдання, для виконання якого створюється машина, додаткові умови і вимоги, які конкретизують і уточнюють це завдання. Таким чином, службове призначення машини повинно складатися з двох частин: загальної і уточнюючої.

До уточнень службового призначення машини відносять:

1. Вичерпні дані про машину:

- найменування;
- галузь використання;
- потужність;
- показники якості.

2. Режими експлуатації машини:

- швидкість;
- продуктивність;
- екологічні показники;
- режими роботи;
- використання енергії;
- економічність;
- надійність;
- довговічність;

3. Додаткові показники:

- вимоги до зовнішнього виду;
- безпека роботи;
- зручність та простота обслуговування;
- рівень шуму;
- к.к.д.;
- ступень механізації та автоматизації, тощо.

На підставі аналізу службового призначення машини формулюють службове призначення складальної одиниці, а потім – службове призначення деталі та технічні вимоги до її виготовлення.

Сукупність якісних показників, що описують службове призначення машини (складальної одиниці та деталі), являють собою технічні умови і норми на приймання готового виробу, які є вихідними даними для конструктора при проектуванні машини та технолога при розробці технологічних процесів виготовлення деталей та складання вузлів та машини.

Побудова машини здійснюється шляхом з'єднання деталей. Кожна деталь має конкретне службове призначення в машині. За функціями, які виконують різні поверхні деталей, їх можна поділити на чотири види:

1. Виконавчі поверхні – це поверхні або їх сполучення, за допомогою яких машина виконує своє службове призначення.

Наприклад, у токарного верстата – це передній кінець шпинделя, конус пінолі задньої бабки та поверхні різцетримача.

2. Основні бази – поверхні, які визначають положення деталі у виробі.
У вала редуктора – це підшипникові шийки.
3. Допоміжні бази – поверхні, які визначають положення деталей, що приєднуються. У корпусу – це отвори під підшипники.
4. Вільні поверхні – поверхні, які при роботі в машині не контактують із поверхнями інших деталей. Вони лише надають деталям потрібні конструктивні форми.

2. Порядок проведення роботи

1. Вивчити теоретичні положення аналізу службового призначення вузла, технічних умов і вимог на її виготовлення.
2. Вивчити конструкцію вузла згідно до варіанту (додаток 1).
3. Сформулювати загальну частину службового призначення вузла.
4. Сформулювати необхідні уточнення службового призначення вузла.
5. Накреслити ескіз деталі та визначити службове призначення кожної поверхні (на розсуд керівника).
6. Розробити технічні вимоги на виготовлення деталі.
7. Розробити технологічний маршрут обробки кожної поверхні.
8. Оформити звіт по роботі.

3. Зміст звіту

У звіті повинно бути наведено наступне:

1. Назва і мета роботи.

2. Вхідні дані для виконання лабораторної роботи (згідно до заданого викладачем варіанту):

- креслення вузла;
- специфікація.

3. Службове призначення виробу:

- найменування;
- призначення;
- паспортні дані (комплекс показників і уточнень).

3. Службове призначення складальної одиниці (в разі наявності її в заданому виробі).

4. Ескіз деталі з нумерацією поверхонь (деталь задається викладачем).

5. Службове призначення деталі.

6. Службове призначення конкретних поверхонь деталі (див.табл.1)

Таблиця 1

Номер поверхні	Вид поверхні	Службове призначення	Розмір з відхиленнями	Квалітет точності	Шорсткість, Ra,мкм	Маршрут обробки поверхні
1	2	3	4	5	6	7

7. Характеристика деталі:

- Технологічний клас;
- Матеріал;
- Тип виробництва;
- Вид заготовки;

8. Технічні вимоги на приймання деталі.

9. Технологічний маршрут механічної обробки деталі.

10. Висновки.

4. Запитання для самоперевірки

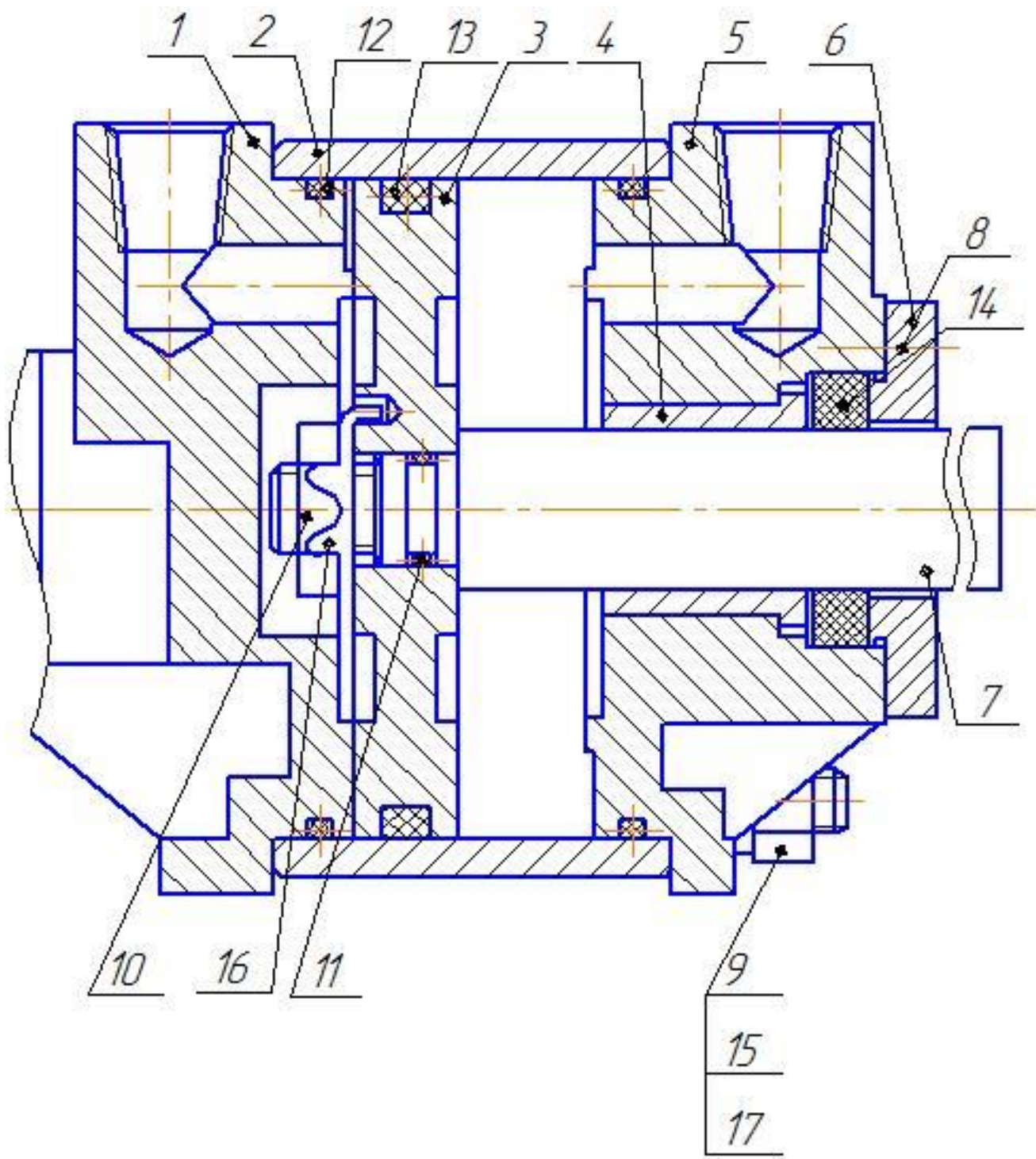
1. Поняття виробу.
2. Визначення службового призначення машини.
3. Показники, які відносять до уточнень службового призначення машини.
4. Види поверхонь деталі за функціями, які вони виконують.
5. Технологічні класи деталей.

Пневмоциліндр

Пневмоциліндр використовують в якості силового вузла в механізмах приводу затискних пристроїв при тиску стисненого повітря 0,4...0,6 МПа. Для нормальної роботи циліндр рекомендується перевіряти на міцність при тиску 0,9 МПа. Він повинен бути герметичним при тиску стисненого повітря 0,6 МПа. Тиск, що забезпечує початок руху поршня, не повинен перевищувати 0,2 МПа.

Деталі складальної одиниці

Поз.	Назва деталі	Кількість	Матеріал
1	Кришка задня	1	СЧ18
2	Гільза	1	Сталь 35
3	Поршень	1	СЧ 24
4	Втулка	1	Бронза
5	Кришка передня	1	СЧ 18
6	Фланець	1	Ст. 3
7	Шток	1	Ст.3
8	Гвинт 2 М6х12 (ГОСТ 1491-80)	4	
9	Гайка М12 (ГОСТ 5927-70)	4	
10	Гайка М20 (ГОСТ 5927-70)	1	
11	Кільце 018-022-40-1-3 (ГОСТ 9833-73)	1	
12	Кільце 120-125-30-2-3 (ГОСТ 9833-73)	2	
13	Кільце 115-125-50-2-3 (ГОСТ 9833-78)	1	
14	Манжета 30х50 (ГОСТ 6969-54)	1	
15	Шайба 12 65Г (ГОСТ 6402-70)	4	
16	Шайба 3.20 (ГОСТ 13465-77)	1	
17	Шпилька АМ12х110(15/30) (ГОСТ 11765-66)	4	

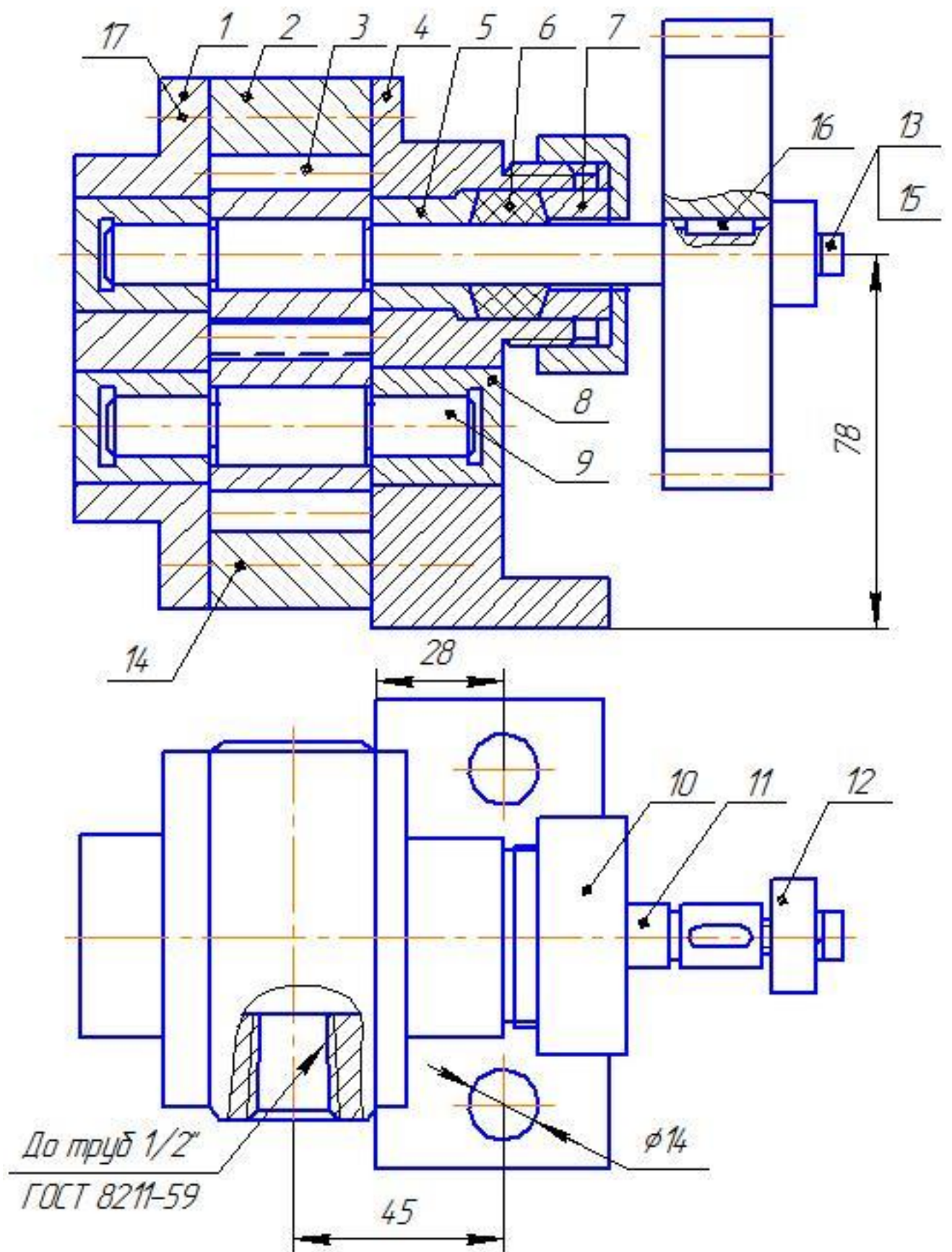


Насос шестеренний

Насос даної конструкції використовується для подачі рідини під високим тиском (до 0,03 Па) і може бути використаний для подачі рідини будь-якої в'язкості. При роботі насосу в момент виходу зубців шестерень 3 із зачеплення створюється розрідження, внаслідок чого рідина поступає в зону всмоктування і в западинах між зубцями переноситься в зону нагнітання. Тут вона витискується з западин зубцями, які входять в зачеплення. При цьому тиск зростає, в результаті чого рідина поступає в трубопровід.

Деталі складальної одиниці

Поз.	Назва деталі	Кількість	Матеріал
1	Кришка	1	СЧ15
2	Корпус	1	СЧ15
3	Шестерня $m=3; z=12$	1	Сталь 45
4	Кронштейн	1	СЧ15
5	Втулка	1	БрАЖ 9-4
6	Кільце повстяне	1	
7	Втулка	1	Ст.3
8	Втулка	3	БрАЖ 9-4
9	Вал	1	Сталь 45
10	Гайка накидна	1	Ст.3
11	Вал	1	Сталь 45
12	Шайба	1	Ст.3
13	Болт М5х25 (ГОСТ 7798-70)	1	
14	Гвинт 2М6х55 (ГОСТ 1491-72)	6	
15	Шайба 6 65Г (ГОСТ 6402-70)	1	
16	Шпонка 4х14 (ГОСТ 8789-69)	1	
17	Штифт 5х6х56 (ГОСТ 3128-70)	2	



ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Оцінка технологічності конструкції виробу

Мета роботи -ознайомитися та засвоїти принципи оцінки технологічності конструкції машини (складальної одиниці) та деталі.

1. Загальні відомості

Одним з чинників, які суттєво впливають на характер технологічних процесів механічної обробки деталей та складання машин, є технологічність конструкції виробу та його складових частин.

Під час конструювання машини необхідно не тільки забезпечити експлуатаційні вимоги до неї, але й вимоги до найбільш економічного її виготовлення.

Технологічність конструкції виробу полягає в тому, що вона повинна передбачати використання уніфікованих складальних одиниць, стандартизованих та нормалізованих деталей, а також їх елементів (нормалізовані різьби, шпонкові пази, зубці зубчастих коліс, шліцьові з'єднання, центрові отвори, нормалізовані допуски і посадки), мінімальної кількості деталей оригінальної конструкції; мати, по можливості, найбільшу кількість однойменних деталей, а також стандартних і нормалізованих деталей, які використовуються з попередніх моделей машини.

Показники технологічності конструкції машини та деталі надані в ГОСТ 14.205-83, загальні правила оцінки технологічності конструкції машини - в ГОСТ 14.201-83, а номенклатура показників технологічності та правила їх вибору – в ГОСТ 14.202-83.

З приведеного в ГОСТ 14.201-83 типового переліку показників технологічності в кожному конкретному випадку слід приймати мінімальну, але достатню кількість показників, за допомогою яких можна оцінити технологічність конструкції машини (деталі). Конструкцію деталі слід відпрацьовувати на технологічність

комплексно, враховуючи технологічність вихідної заготовки, видів обробки в технологічному процесі виготовлення деталі, можливості автоматизованого завантаження деталі в технологічне обладнання.

Для кількісної оцінки рівня технологічності виробів використовують, як правило, такі кількісні показники: коефіцієнт уніфікації складальних одиниць, деталей або конструктивних елементів K_y ; коефіцієнт стандартизації складальних одиниць, деталей або конструктивних елементів деталі $K_{ст}$; коефіцієнт використання матеріалу K_m ; коефіцієнт точності обробки деталі K_T , коефіцієнт шорсткості поверхонь деталі $K_{шт}$ та ін.

Загальний рівень технологічності K_0 визначається як добуток показників K .

$$K_0 = K_y \cdot K_{ст} \cdot K_m \cdot K_T \cdot K_{шт} \quad (1)$$

Якщо K_0 наближується до одиниці, то виріб вважається технологічним.

Отримана кількісна характеристика технологічності є неповною і відображає технологічність тільки за розглянутими параметрами.

Послідовність відпрацювання конструкції виробу на технологічність включає:

1. Аналіз вхідних даних, необхідних для оцінки технологічності конструкції виробу:
 - робочі креслення;
 - технічні вимоги;
 - тип виробництва
 - службове призначення.

На основі вивчення вхідних параметрів слід визначити наявність необхідних проєкцій, розрізів, перетинів на кресленнях; правильність і достатність призначених квалітетів точності і параметрів шорсткості поверхонь; наявність технічних умов на виготовлення виробу; виконання креслень у відповідності до ЄСКД.

2. Визначення мінімальної, але достатньої кількості показників технологічності відповідно до ГОСТ 14.201-83.
3. Розрахунок показників та визначення рівня технологічності конструкції виробу.
4. Розробка рекомендацій по покращенню показників технологічності конструкції виробу (спрощення конструкції складальної одиниці або деталей, якщо при їх складанні та обробці зустрічаються технологічні труднощі; можливість ефективної обробки деталей на обладнанні з програмним управлінням при мінімальній кількості переустановок; можливість орієнтації деталі в автоматичному режимі, транспортування, встановлення і закріплення за допомогою маніпуляторів, роботів та автоматизованих пристроїв).

2. Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з конструкцією заданого вузла (складальної одиниці). Сформулювати її службове призначення
2. Розробити специфікацію відповідно до заданого креслення вузла.

Таблиця 1.

Деталі виробу

№ п/п	Назва деталі	Кількість	Матеріал	Маса	Додаткові показники
1	2	3	4	5	6

3. Визначити перелік та значення показників технологічності конструкції виробу.

- 3.1. Коефіцієнт складності виробу:

$$K_{СК} = \frac{E}{E + D};$$

де: E та D – кількість складальних одиниць та деталей відповідно.

3.2. Коефіцієнт застосування уніфікованих складальних одиниць:

$$K_{y.o} = \frac{E_y}{E};$$

де: E_y – кількість уніфікованих складальних одиниць,

E – загальна кількість складальних одиниць.

3.3. Коефіцієнт застосування уніфікованих деталей:

$$K_{y.d.} = \frac{D_y}{D};$$

де: D_y – кількість уніфікованих деталей

D – загальна кількість деталей у виробі (болти, гвинти, гайки та шайби не враховуються)

3.4. Коефіцієнт застосування стандартних складальних одиниць:

$$K_{ст.о} = \frac{E_{ст}}{E};$$

де: $E_{ст}$ – кількість стандартних складних одиниць,

E – загальна кількість складальних одиниць.

3.5. Коефіцієнт застосування стандартних деталей:

$$K_{ст.д} = \frac{D_{ст}}{D};$$

де: $D_{ст}$ – кількість стандартних деталей,

D – загальна кількість деталей у виробі.

3.6. Коефіцієнт застосування матеріалу у виробі:

$$K_M = \frac{M_i}{M};$$

де: M_i – сумарна маса i -го матеріалу,

M – загальна маса виробу (складальної одиниці).

Розрахунок здійснюється для кожного матеріалу.

3.7. При виконанні оцінки технологічності деталі визначається коефіцієнт шорсткості за формулою:

$$K_{ш} = \frac{1}{Ш_{сер}}$$

де $Ш_{сер}$ – середній код параметра шорсткості

3.8. Коефіцієнт точності деталі визначається за формулою

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_{сер}}$$

де $A_{сер}$ – середній квалітет точності поверхонь деталі.

Інші показників технологічності конструкції виробу (складальної одиниці) розрахувати та оцінити практично неможливо в лабораторних умовах в зв'язку з відсутністю вихідних даних (витрат праці, собівартості тощо).

Результати розрахунків занести в табл.2.

Таблиця 2.

Показники технологічності конструкції машини

№	Коефіцієнт	Параметри машини								
		E	D	E _y	D _y	E _{CT}	D _{CT}	M _{CT}	M _i	M _E
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Складності машини			-	-	-	-	-	-	-
2	Застосування уніфікованих складальних одиниць		-		-	-	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	Застосування уніфікованих деталей	-		-		-	-	-	-	-
4	Застосування стандартних складальних одиниць		-	-	-		-	-	-	-
5	Застосування стандартних деталей	-		-	-	-		-	-	-
6	Застосування матеріалів	-	-	-	-	-	-			

3.9. Загальний коефіцієнт технологічності визначити за формулою (1)

4. Розробити рекомендацій та пропозицій щодо підвищення рівня технологічності конструкції машини. Конструкція виробу вважається технологічною якщо показники технологічності наближуються до одиниці.

5. Оформити звіт по роботі.

3. Зміст звіту

У звіті повинно бути наведено наступне:

1. Найменування та мета лабораторної роботи.
2. Загальний вигляд, найменування та службове призначення машини (складальної одиниці) згідно до варіанту (додаток 2).
3. Розрахунок показників технологічності конструкції (результати занести в таблицю 2.)
4. Розрахунок загального коефіцієнта технологічності.

5. Рекомендації та пропозиції по підвищенню рівня технологічності конструкції машини
6. Висновки.

4. Питання для самоперевірки

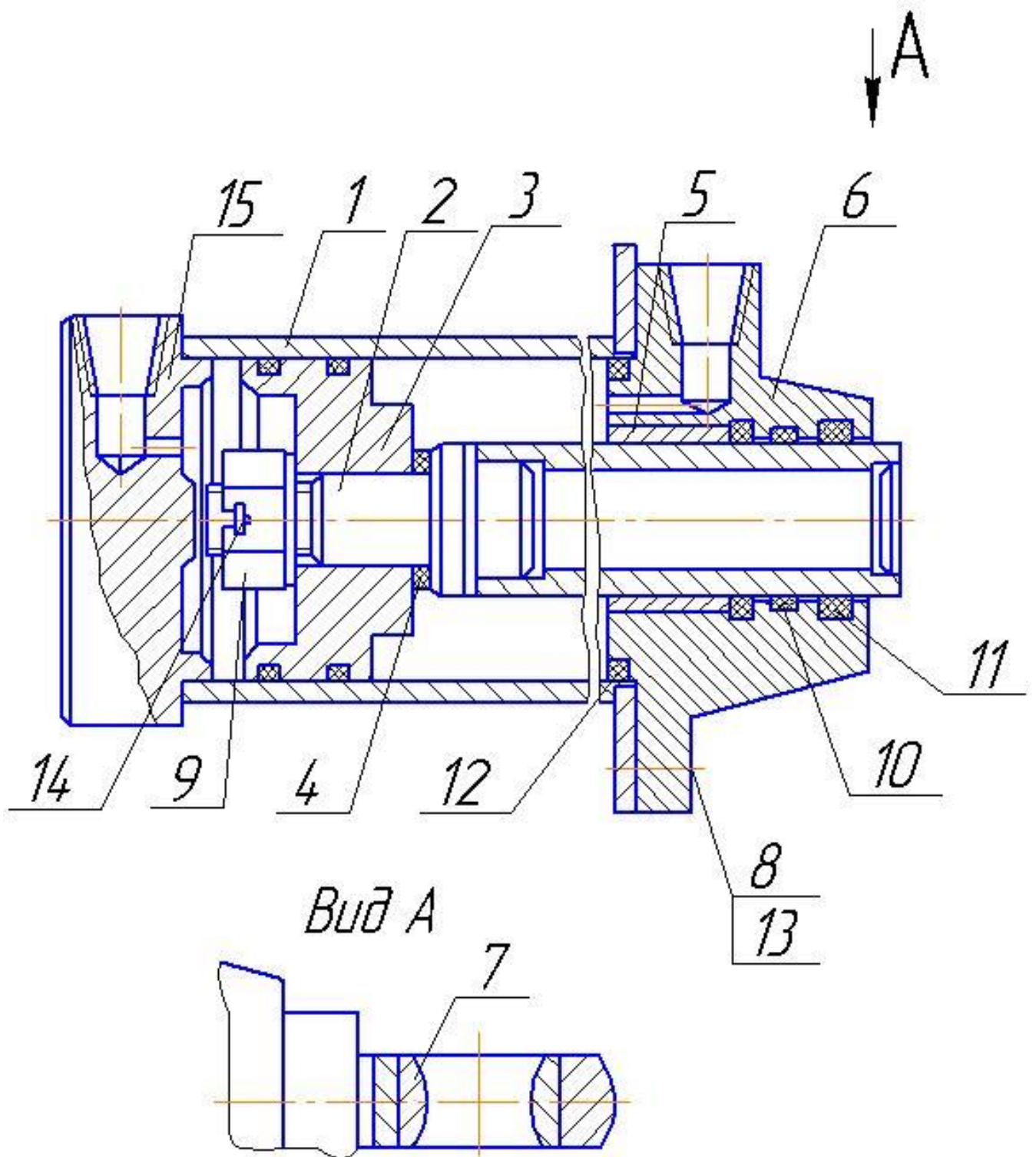
1. Поняття технологічності конструкції виробу (машини).
2. Вихідні данні для оцінки технологічності конструкції виробу?
3. Документи, _____ щорегламентують поняття _____ та необхідну кількість показників технологічності
4. Перелік показників технологічності конструкції машини.
5. Значення показників, _____ при _____ яких конструкція виробу _____ (машини) вважається технологічною.

Гідроциліндр

Гідроциліндр призначений для управління навісною системою бульдозеру. При подачі мастила в штокову порожнину поршень тисне на шток, переміщаючи його вліво. При цьому робоча рідина витискається через отвір у фланці 15. Робочий рух здійснюється при подачі мастила в безштокову порожнину.

Деталі складальної одиниці

Поз.	Назва	Кількість	Матеріал
1	Корпус	1	Сталь 45
2	Шток	1	Сталь 45
3	Поршень	1	Ст.5
4	Кільце ущільнююче	1	Гума
5	Втулка	1	Бронза
6	Кришка	1	Ст.3
7	Вкладиш	2	Сталь 45
8	Болт М10х25 (ГОСТ 7805-70)	6	
9	Гайка М24 (ГОСТ 2528-73)	1	
10	Кільце 040-045-30 (ГОСТ9833-73)	2	Гума
11	Кільце 040-048-50 (ГОСТ9833-73)	1	Гума
12	Кільце 060-075-50 (ГОСТ9833-73)	3	Гума
13	Шайба 65Г (ГОСТ 6402-70)	1	
14	Шплінт 2,5х20 (ГОСТ 397-66)	1	
15	Фланець	1	Ст.3

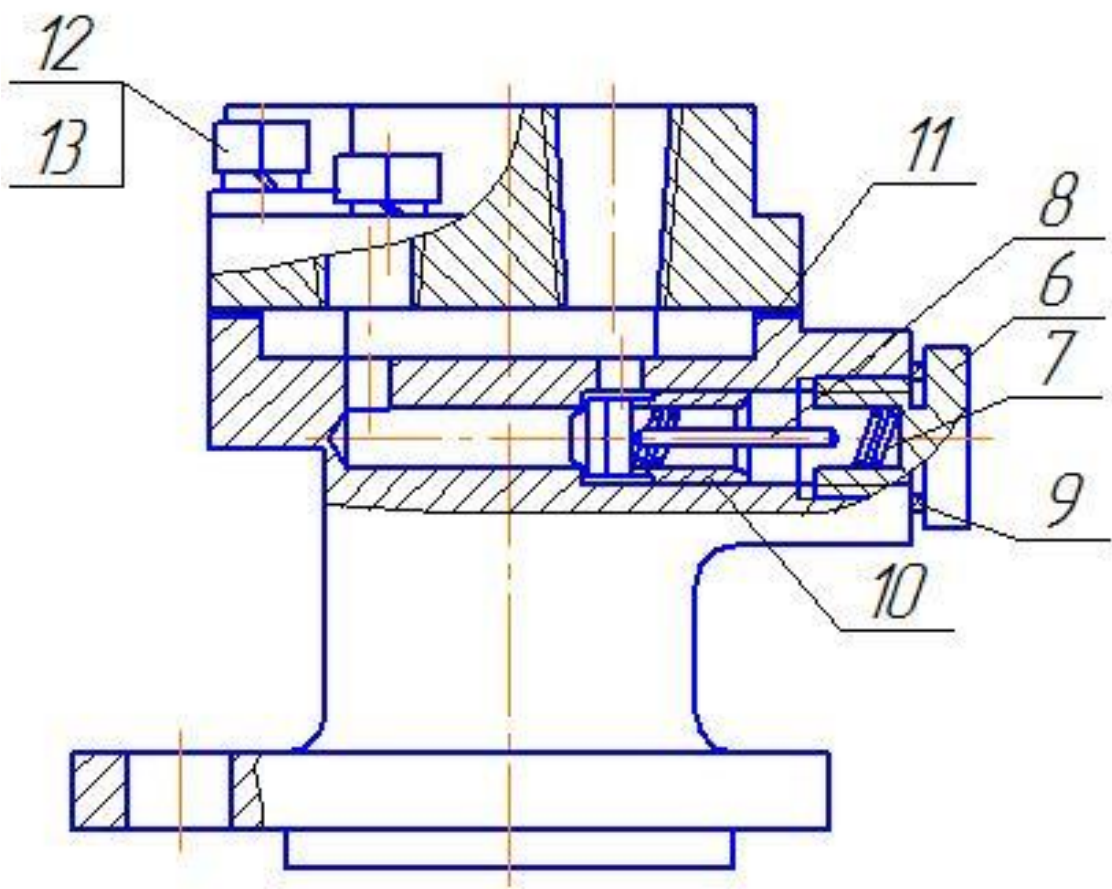
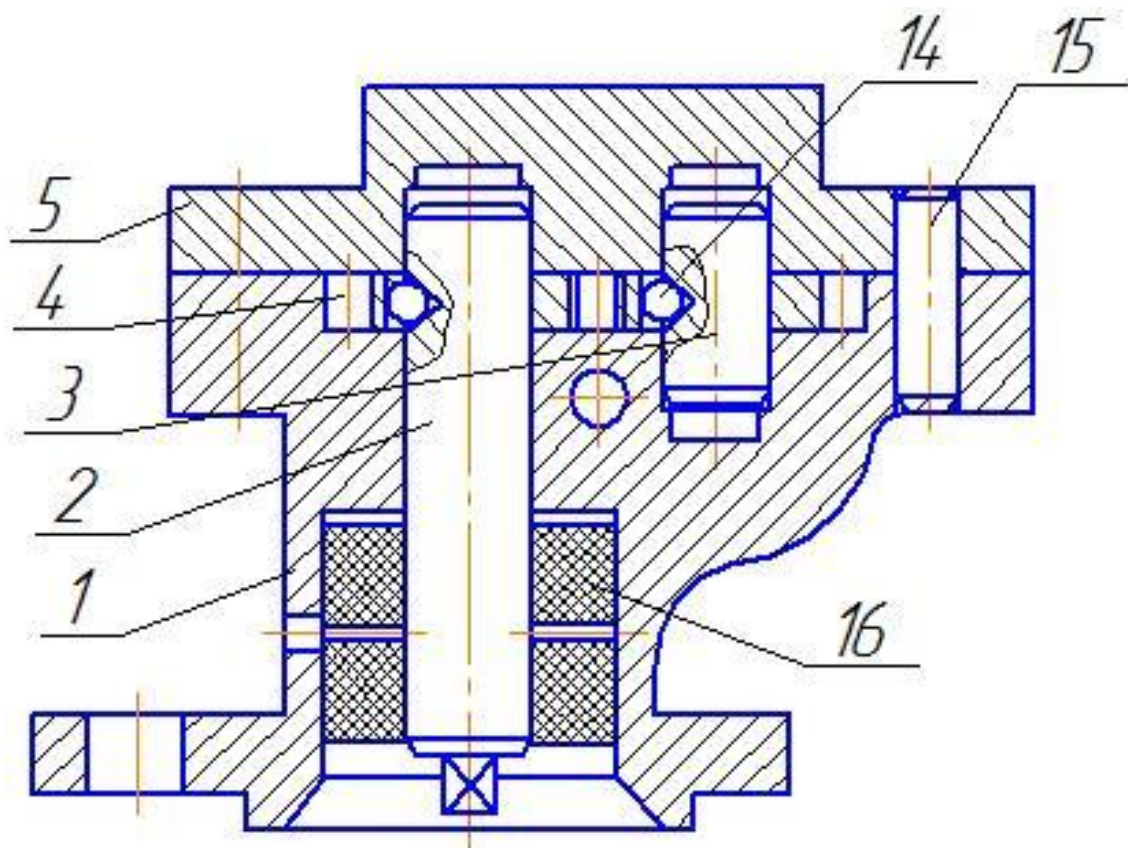


Насос шестеренний

Насос шестеренний даної конструкції використовується для подачі рідини під тиском до 0,07 Па. Робочі шестерні насосу обертаються в протилежних напрямках. Зубці шестерень виходять із зачеплення, створюють знижений тиск, в результаті чого мастильна рідина потрапляє до зони всмоктування і в западинах між зубцями шестерень переноситься (по периферії) до зони нагнітання, де витискується зубцями, що входять в зачеплення. В зоні нагнітання створюється підвищений тиск, під дією якого мастильна рідина надходить до трубопроводу. Насос має зворотній клапан, який спрацьовує при перевищенні тиску.

Деталі складальної одиниці

Поз.	Найменування	Кількість	Матеріал
1	Корпус	1	СЧ 15
2	Валик ведучий	1	Сталь 40
3	Валик	1	Сталь 40
4	Колесо зубчасте $z=10$, $m=3,5$	1	Сталь 45
5	Кришка	1	СЧ 15
6	Заглушка	1	Сталь 20
7	Пружина $d=1$, $n=12$, $H=48$	1	Сталь 65Г
8	Стрижень	1	Сталь 30
9	Прокладка	1	Пароніт
10	Клапан	1	Сталь 40
11	Прокладка $s=0,2$	1	Фольга
12	Болт М6х25 (ГОСТ 7805-70)	8	
13	Шайба 6 65Г (ГОСТ 6402-70)	8	
14	Кулька d5 (ГОСТ 3722-60)	2	
15	Штифт 8х6х30 (ГОСТ 3128-70)	2	
16	Манжета 18х42 (ГОСТ 8678-72)	2	3 кожухом



ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Дослідження жорсткості технологічної системи виробничим методом

Мета роботи - експериментально дослідити жорсткість технологічної системи верстат-пристосування-інструмент-деталь при токарній обробці виробничим методом.

1. Обладнання та інструменти

1. Токарно-гвинторізний верстат мод. 16К20.
2. Оправка експериментальна.
3. Стійка індикаторна.
4. Індикатор годинникового типу.
5. Різець прохідний $\varphi = 45^\circ$.
6. Мікрокалькулятор.

2. Загальні відомості

Одна з найважливіших складових сумарної похибки обробки є похибка, що виникає в результаті деформації технологічної системи під дією сил різання.

Ця деформація залежить як від сили різання та її коливань в процесі обробки, так і від жорсткості технологічної системи, яка в загальному вигляді представляє собою таку залежність:

$$J = \frac{P_y}{y} \text{ Н/мм} \quad (1)$$

де P_y - радіальна складова сили різання, Н;

y - деформація системи, під дією сили P_y , мм.

З точки зору точності найбільше значення мають коливання

радіальної складової сили різання – P_y , спрямованої по нормалі до оброблюваної поверхні.

В деяких випадках пружні властивості технологічної системи характеризують податливістю:

$$\omega = \frac{y}{P_y}, \text{ мм/Н} \quad (2)$$

Схема формування похибки обробки в результаті пружних деформацій показана на рис. 1.

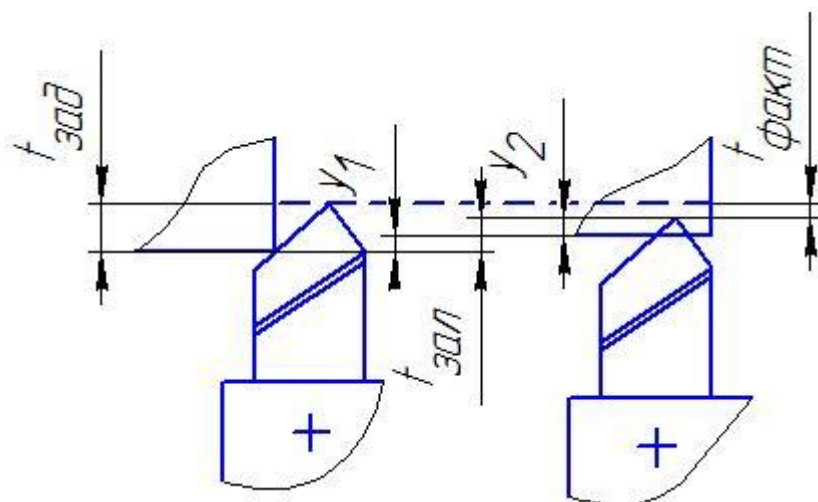


Рис. 1. Схема переміщень окремих елементів технологічної системи: y_1 - пружна деформація заготовки; y_2 - пружна деформація верстата та інструменту; $t_{\text{факт}}$ - фактична глибина різання; $t_{\text{зал}}$ - залишкова глибина різання; $t_{\text{зад}}$ - задана глибина різання.

Величина $t_{\text{зал}} = t_{\text{зад}} - t_{\text{факт}}$ не постійна і змінюється в процесі обробки відповідно до зміни жорсткості як окремих елементів, так і системи в цілому. Додаткові коливання вносить і непостійність діючої сили різання.

У випадку, якщо заготовка має похибку форми (наприклад, не співвісність окремих поверхонь обертання), то внаслідок зміни сили різання, викликаній нерівномірністю припуску та нестабільністю жорсткості технологічної системи, похибки форми заготовки будуть частково копіюватися на обробленій деталі. Ступінь копіювання

початкової похибки називають уточненням ε і визначають за формулою:

$$\varepsilon = \frac{Td_{заг}}{Td_{дет}}, \quad (3)$$

де $Td_{заг}$ - початкова похибка заготовки, мм;

$Td_{дет}$ - залишкова похибка обробленої деталі, мм.

При багатопрохідній обробці похибка копіювання зменшується і визначається для даного переходу за формулою:

$$\varepsilon_i = \frac{Td_{i-1}}{Td_i}, \quad (4)$$

де Td_{i-1} - похибка попереднього переходу (проходу), мм;

Td_i - похибка проходу, який виконується, мм.

На основі залежностей (1)...(4) реалізується виробничий метод дослідження жорсткості технологічної системи.

На відміну від статичних методів визначення жорсткості системи ВПД їх навантаженням в неробочому стані, виробничий метод передбачає проведення досліджень в процесі обробки, забезпечуючи більш достовірний результат. З цією метою використовується спеціальна оправка (рис. 2.), яка оснащена трьома дисками, ексцентрично розташованими відносно осі обертання.

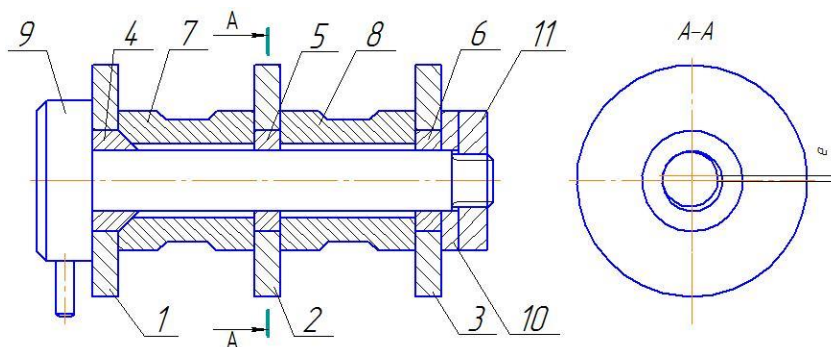


Рис. 2. Експериментальна оправка: 1, 2, 3 - оброблювані кільця; 4, 5, 6, - ексцентричні кільця; 7, 8 - розпірні втулки; 9 - оправка; 10 - шайба; 11 - гайка; 12 - поводок.

Таке розташування оброблюваних дисків дозволяє плавно

змінювати глибину різання, яка змінюється за півоберта заготовки від t_{\min} до t_{\max} , що викликає зміну сил різання від $P_{y\min}$ до $P_{y\max}$, пружних переміщень технологічної системи та копіювання ексцентриситету на оброблених дисках.

Представивши оправку (рис. 2.), закріплену в центрах, як двоопорну балку, можна записати рівняння:

$$Td_{\text{дет}}=t_{\text{зал}} = t_{\text{зад}} - t_{\text{факт}} = y_1 + y_2 + y_3 \quad (5)$$

де y_1, y_2, y_3 - пружні деформації відповідно передньої та задньої бабок верстата, заготовки, супорта, мм.

Оскільки в даному випадку жорсткість оправки більша жорсткості елементів верстата, що передбачено її конструкцією, то:

$$Td_{\text{дет}} = t_{\text{зал}} = y_1 + y_2, \quad (6)$$

Для технологічної схеми переміщень, представленої на рис. 3, можна записати таку систему рівнянь:

$$\begin{aligned} x = 0 & \quad y'_{\text{вер}} = y_{\text{суп}} + y_{\text{з.б.}} \\ x = l/2 & \quad y''_{\text{вер}} = y_{\text{суп}} + 1/4(y_{\text{з.б.}} + y_{\text{н.б.}}) \\ x = l & \quad y'''_{\text{вер}} = y_{\text{суп}} + y_{\text{н.б.}} \end{aligned} \quad (7)$$

Узагальнене рівняння буде мати вигляд:

$$y_{\text{вер}} = y_{\text{суп}} + y_{\text{з.б.}} \cdot \left(\frac{l-x}{l}\right)^2 + y_{\text{н.б.}} \cdot \left(\frac{x}{l}\right)^2, \quad (8)$$

де $y_{\text{суп}}, y_{\text{з.б.}}, y_{\text{н.б.}}, y_{\text{вер}}$ - відповідно пружні переміщення супорта, задньої бабки, передньої бабки, верстата, мм.

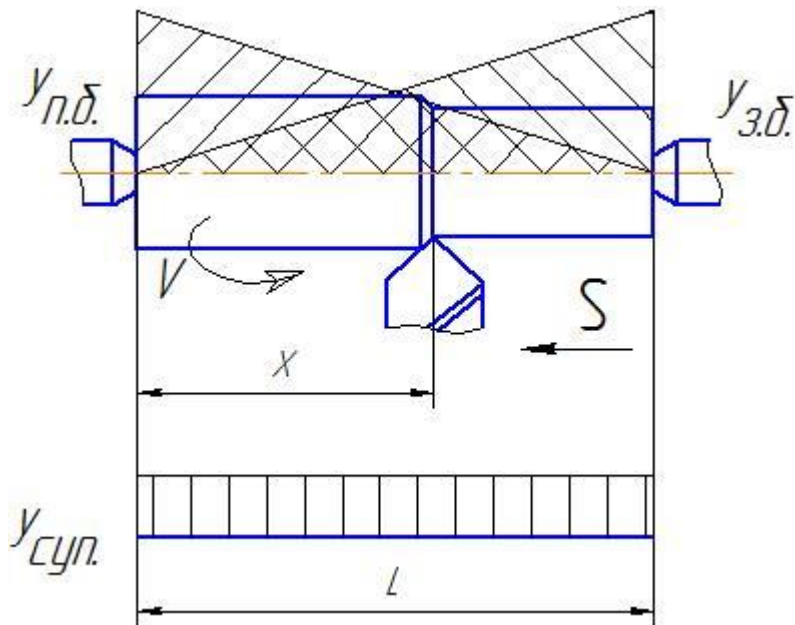


Рис. 3. Схема пружних переміщень вузлів верстата.

Розв'язавши систему приведених рівнянь (7), знаходимо деформацію його окремих елементів.

Після обточування ексцентричних дисків величини $y_{суп.}$, $y_{п.б.}$, $y_{з.б.}$, характеризуються величиною їх биття, розташованих відповідно посередині, ліворуч та праворуч на оправці. Жорсткість чи піддатливість окремих елементів знаходять, використовуючи формули (1) (2).

3. Порядок виконання роботи

1. Встановити оправку з трьома кільцями в центрах токарного верстата; регулюючи положення кілець, встановити їх так, щоб вимірне індикатором максимальне биття заготовки (кільця до обточування) $Td_{заг}=5\text{мм}$. Зафіксувати положення кілець гайкою 11 (див. рис. 2.), остаточно виміряти максимальне биття кілець, показання індикатора $Td_{заг}$ занести до першої графи табл.1.

2. За допомогою індикатора, повертаючи рукою оправку, визначити точку мінімального показу стрілки індикатора для середнього кільця. Поєднавши нуль градуйованого кільця з точкою мінімального биття та повертаючи оправку рукою у напрямку обертання шпинделя, заміряти

биття середнього кільця (заготовки) через 36° по колу. Результати вимірювань занести до першої граfi табл. 2.

Таблиця 1

Результати вимірювання биття заготовки

Місце перевірки биття	Биття заготовки $Td_{заг}$, мм	Биття після обробки $Td_{дет}$, мм	Уточнення ϵ	Сила різання P_y , Н
Кільце біля передньої бабки $u'_{вер}$				
Кільце посередині оправки $u''_{вер}$				
Кільце біля задньої бабки $u'''_{вер}$				

Таблиця. 2

Результати вимірювань

Поділка на кільці, град	Биття заготовки $Td_{заг}$, мм	Значення радіальної складової сили різання P_y , Н	Биття після обробки $Td_{дет}$, мм
0			
36			
72			
108			
і т. д.			

3. Визначити режими обробки, враховуючи рекомендації:

$t_{min} = 0,1 \dots 0,2$ мм (мінімальна глибина різання); $S = 0,2$ мм/об (значення скоригувати за паспортними даними верстата); $V = 60$ м / хв;

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi D_{\text{дет}}}, \quad (9)$$

де $D_{\text{дет}}$ - діаметр кільця;

$n_{\phi} \leq n_p$ (n_{ϕ} - фактична частота обертів, що приймається по верстату).

4. Проточити на обраних режимах різання три кільця, не змінюючи радіального положення різця.

5. Повторити заміри по п. 1 і отримані дані ($Td_{\text{дет}}$) занести до другої графі табл. 1. Повторити заміри по п. 2 і отримані дані ($Td_{\text{дет}}$) занести в третю графу табл. 2.

6. Визначити ступінь копіювання похибки (ексцентричності) кілець після обробки (уточнення) по формулі (3) для кожного кільця і одержані результати занести до табл. 1.

7. Розрахувати силу різання,:

$$P_y = C_{py} \cdot t^{x_{py}} \cdot S^{y_{py}} \cdot V^n \cdot k_{py}, \text{ Н} \quad (10)$$

приймаючи $C_{py} = 243$; $x_{py} = 0,9$; $y_{py} = 0,6$; $n = -0,3$; $k_{py} = 1,1$.

Для полегшення розрахунків формулу (10) необхідно представити у вигляді:

$$P_y = C \cdot t^{x_{py}}, \quad (11)$$

$$\text{де} \quad C = C_{py} \cdot S^{y_{py}} \cdot V^n \cdot k_{py} \quad (12)$$

7.1. Встановити P_y для кожного кутового положення деталі, прийнявши $t = t_{\text{max}} = t_{\text{min}} + Td_{\text{заг}}$ (t_{min} визначене в п. 3).

Одержані дані записати в табл. 1.

7.2. Визначити P_y для кожного кутового положення деталі, прийнявши $t = t_{\text{min}} + Td^c$, де Td^c - биття середнього кільця для кожного

кутового положення. Одержані дані занести в табл. 2.

8. Розв'язуючи систему рівнянь (7) і підставляючи значення $y'_{вер}$, $y''_{вер}$, $y'''_{вер}$ з табл. 1. ($Td_{дет}$ для відповідних кілець), визначити пружні переміщення та жорсткість [формула (1)] елементів верстата $U_{п.б.}, U_{суп.}, U_{з.б.}, J_{п.б.}, J_{суп.}, J_{з.б.}$.

Використовуючи рівняння (8), визначити пружні переміщення верстата $y_{вер}$ для $x = 0$; $x = 0,2 \cdot L$; $x = 0,4 \cdot L$; $x = 0,6 \cdot L$; $x = 0,8 \cdot L$; $x = L$ та побудувати графік зміни загальної похибки, обумовленої пружними деформаціями системи, в координатах $L - y_{вер}$, (L - довжина оправки; $y_{вер}$ - розрахункове значення для вказаних точок).

9. Користуючись даними табл. 2, побудувати діаграму "Навантаження – переміщення" ($P_y - \Delta_y$) для середнього кільця.

10. Зробити висновки по роботі.

4. Зміст звіту

У звіті повинно бути наведено наступне:

1. Назва і мета роботи.
2. Технічне оснащення.
3. Ескіз експериментальної оправки.
4. Формули (1); (3); (7) та (8) з поясненнями.
5. Таблиці 1 і 2 та розрахунки по пунктам другого розділу
6. Графік та діаграма за пунктами 8, 9.
7. Висновки.

5. Запитання для самоперевірки

1. Похибки форми та розмірів деталей, що є наслідком пружних деформацій технологічної системи.

2. Суть виробничого методу визначення жорсткості технологічної системи.

3. Оцінка ступеня копіювання похибки форми при багатопрохідній обробці.

4. Поняття жорсткості та податливості технологічної системи.
5. Поняття уточнення та способу його визначення

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

Розробка структури та змісту операцій технологічних процесів механічної обробки

Мета роботи – ознайомитися з принципами та послідовністю проектування технологічних процесів, правилами оформлення технологічної документації і карт ескізів.

1. Загальні відомості

Технологічний процес, як частина виробничого процесу, складається з технологічних операцій 005, 010, 015 та т. ін. Кожна з операцій розділяється на установи або позиції. В свою чергу установ або позиція розподіляється на переходи, які розділяються на робочі ходи, а кожний робочий хід складається з прийомів.

Технологічна операція – це частина технологічного процесу, яка безперервно виконується на одному робочому місці, над одним або кількома виробами, що одночасно оброблюються одним або кількома робочими (ГОСТ 3.1109-82).

Установ представляє собою частину технологічної операції, яка виконується при незмінному закріпленні заготовок, що оброблюються.

Позицією називається кожне окреме положення заготовки, яке вона займає відносно верстата при незмінному її закріпленні.

Технологічний перехід – закінчена частина технологічної операції, яка характеризується постійністю інструменту, що застосовується, поверхонь, що утворені обробкою, або режимом роботи верстата.

Робочий хід – закінчена частина технологічного переходу, яка складається з одного переміщення інструменту відносно заготовки, що

супроводжується зміною форми, розмірів, якості поверхні або властивостей заготовки.

Приєм - закінчена сукупність рухів робітника в процесі виконання операції.

Маршрутна карта – один з основних документів, яка містить в собі опис технологічного процесу по всіх операціях в технологічній послідовності з інформацією по обладнанню, оснастці, матеріальним і трудовим нормативам.

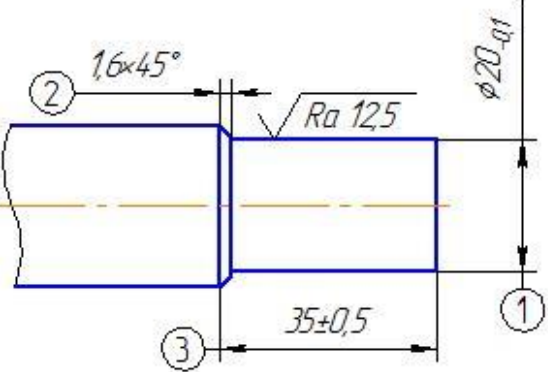
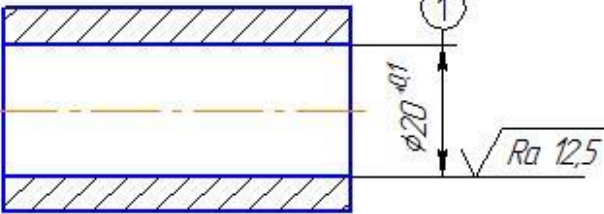
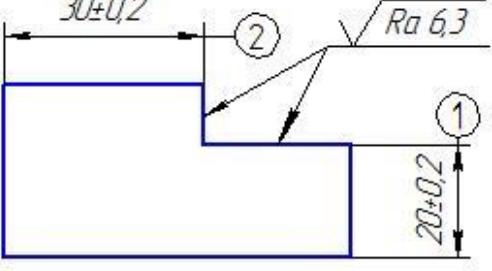
Карта ескізів має графічну ілюстрацію операції з позначенням розміру, шорсткості обробленої поверхні і схеми базування.

Операційна карта містить в собі опис операції технологічного процесу виготовлення з розподілом по переходам і інформацією комплекту даних, необхідних для реалізації операції.

Приведена технологічна документація є основною. Комплект одиничного технологічного процесу складається з таких документів: титульний лист, маршрутна карта, карта ескізів, відомість оснастки, операційна карта, операційна карта на автомати, відомість операцій технічного контролю. Маршрутну карту заповнюють у відповідності з вибраною послідовністю обробки. Вона містить в собі номер, найменування і короткий зміст операцій (для багатосерійного і масового виробництва номер і найменування), дані про заготовку, обладнання, технологічну оснастку і техніко-економічні показники операцій.

В операційну карту записують позначення документів і іншу інформацію, яка пояснює і доповнює зміст операції, інформацію про заготовку, деталь, пристосування, різальний та вимірювальний інструменти, технологічну оснастку, режими різання, норми часу і інформацію про технічний контроль. Номер операції позначається трьома арабськими цифрами, кратними п'яти (005, 010, 015, ...). Установи та переходи позначаються в операційній карті в послідовності їх запису: установи – прописними літерами (А, Б); переходи – цифрами (1, 2, 3, і т. д.).

При поясненні дій, які виконуються при обробці деталей, записується послідовність виконання (наприклад: “Обточити поверхні послідовно”, “обточити поверхні одночасно”). Номер поверхні, що обробляється, при поясненні позначають в кружках або дужках (наприклад: ”Торець ^⑤”).

Ескіз обробки	Текстова частина
	<p>1. Встановити та закріпити деталь.</p> <p>2. Точити поверхню ^① на довжину ^③ з утворенням фаски ^②.</p>
	<p>1. Встановити та закріпити деталь.</p> <p>2. Свердлити отвір ^① на прохід</p>
	<p>1. Встановити та закріпити деталь.</p> <p>2. Фрезерувати уступ, витримуючи розміри ^① і ^②.</p>

2. Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись із завданням та вихідними даними згідно варіанту.
2. Вибрати тип заготовки (табл.1)

Використання типових заготовок

Тип виробництва		
Одиничний	Серійний	Масовий
Прокат	Прокат	Поковки
Лиття в земляну форму	Поковка	Штамповки
	Лиття в піщані форми з машинним формуванням	Лиття по виплавлюваних моделях та в кокіль

3. Визначити послідовність обробки кожної поверхні і перевірити правильність вибору кількості технологічних переходів шляхом порівняння необхідного та фактичного уточнень:

для зовнішніх поверхонь

$$\varepsilon_n = \frac{Td_{заг.}}{Td_{дет.}}; \quad \varepsilon_{\phi} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3 \dots \varepsilon_n$$

при цьому $\varepsilon_1 = \frac{Td_{заг.}}{Td_1}; \quad \varepsilon_2 = \frac{Td_1}{Td_2}; \quad \varepsilon_n = \frac{Td_{i-1}}{Td_i}$

для внутрішніх поверхонь

$$\varepsilon_n = \frac{TD_{заг.}}{TD_{дет.}}; \quad \varepsilon_{\phi} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3 \dots \varepsilon_n$$

при цьому $\varepsilon_1 = \frac{TD_{заг.}}{TD_1}; \quad \varepsilon_2 = \frac{TD_1}{TD_2}; \quad \varepsilon_n = \frac{TD_{i-1}}{TD_i}$

Перевіряється виконання умови $\varepsilon_{\phi} \geq \varepsilon_n$. Якщо $\varepsilon_{\phi} < \varepsilon_n$, то необхідно ввести технологічний перехід або вибрати заготовку більш високого класу точності.

Необхідні дані для розрахунку уточнень взяти з таблиць 2 і 3.

Граничні відхилення розмірів заготовок

Тип заготовки	Граничні відхилення розмірів при діаметрі, мм				
	10-20	20-25	25-50	50-60	60-120
Гарячекатаний прокат	+0,3	+0,4	+0,4	+0,4	+0,6
	-0,5	-0,5	-0,7	-1,0	-1,7
Штамповка, поковка	+0,3	+0,4	+0,4	+0,5	+0,6
	-0,5	-0,8	-0,8	-1,0	-1,2
Виливки зі сталі та сірого чавуну	±0,4	±0,4	±0,4	±0,6	±0,8

Таблиця 3

Точність та якість поверхонь при обробці зовнішніх циліндричних поверхонь

Обробка	Параметр шорсткості поверхні R _a , мкм	Глибина дефектного поверхневого шару, мкм	Квалітет допуску розміру	Технологічні допуски (мкм) на розмір при номінальних діаметрах поверхні, мм						
				Від 3 до 6	Від 6 до 10	Від 10 до 18	Від 18 до 30	Від 30 до 50	Від 50 до 80	Від 80 до 120
				5	6	7	8	9	10	11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Обточування: чорнове	50-6,3	120-60	14	-	-	-	-	620	740	870
			13	180	220	270	330	390	460	540
напівчистове або однократне	25-1,6	50-20	12	120	150	180	210	250	300	350
			13	180	220	270	330	390	460	540
чистове	6,3-0,4	30-20	11	75	90	110	130	160	190	220
			10	48	58	70	84	100	120	140
тонке	1,6-0,2	10-5	9	30	36	43	52	62	74	87
			8	18	22	27	33	39	46	57
Шліфування: попереднє	6,3-0,4	20	8	12	15	18	21	25	30	35
			7	12	15	18	21	25	30	35
			6	8	9	11	13	16	19	22
			9	30	36	43	52	62	74	87
			8	18	22	27	33	39	46	57

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Шліфування: чистове	3,2- 0,2	15-5	7	12	15	18	21	25	30	35
			6	8	9	11	13	16	19	22
тонке	1,6- 0,1	5	6	8	9	11	13	16	19	22
			5	5	6	8	9	11	13	15
Притирання, суперфіншуванн я	0,8- 0,1	5-3	5	5	6	8	9	11	13	15
			4	4	4	5	6	7	8	10
Обкатування, алмазне вигладжування	0,8- 0,1	5-3	5	5	6	8	9	11	13	15
			4	4	4	5	6	7	8	10

Таблиця 4

Точність та якість поверхні при обробці отворів

Обробка	Параметр шорсткості поверхні R _a , мкм	Глибина дефектного поверхневого шару, мкм	Квалітет допуску розміру	Технологічні допуски (мкм) на розмір при номінальних діаметрах поверхні, мм						
				Від 3 до 6	Від 6 до 10	Від 10 до 18	Від 18 до 30	Від 30 до 50	Від 50 до 80	Від 80 до 120
				5	6	7	8	9	10	11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Свердління та розсвердлення	25-0,8	70- 15	13	-	-	270	330	390	460	-
			12	-	-	180	210	250	300	
			11	75	90	110	130	160	190	
			10	48	58	70	84	100	120	
			9	30	36	43	52	62	74	
Зенкерування: чорнове	25-6,3	50- 20	13	-	-	270	330	390	460	540
			12	-	-	180	210	250	300	350
однократне литого або прошитого отвору;	25-0,4	50- 20	13	-	-	270	330	390	460	540
			12	-	-	180	210	250	300	350
			11	-	-	110	130	160	190	220
			10	-	-	70	84	100	120	140
чистове після чорнового або свердління	25-0,4	50- 20	9	-	-	43	52	62	74	87
			8	-	-	27	33	39	46	57

Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Розвірчування: нормальне	12,5- 0,8	25- 15	11	75	90	110	130	160	190	220	
			10	48	58	70	84	100	120	140	
			9	30	36	43	52	62	74	87	
точне	6,3- 0,4	15-5	8	18	22	27	33	39	46	57	
			7	12	15	18	21	25	30	35	
			6	8	9	11	13	16	19	22	
тонке	3,2- 0,1	10-5	5	5	6	8	9	11	13	15	
Протягування: чорнове литого або прошитого отвору	12,5- 0,8	25- 10	11	-	-	-	-	160	190	220	
			10	-	-	-	-	100	120	140	
чистове після чорнового або після свердління	6,3- 0,2	10-5	9		-	43	52	62	74	87	
			8			27	33	39	46	57	
			7			18	21	25	30	35	
			6			11	13	16	19	22	
Розточування: чорнове	25-1,6	50- 20	13	180	220	270	330	390	460	540	
			12	120	150	180	210	250	300	350	
			11	75	90	110	130	160	190	220	
чистове	6,3- 0,4	25- 10	10	48	58	70	84	100	120	140	
			9	30	36	43	52	36	74	87	
			8	18	22	27	33	39	46	57	
тонке	3,2- 1,6	10-5	7	12	15	18	21	25	30	35	
			6	8	9	11	13	16	19	22	
			5	5	6	8	9	11	13	15	
Шліфування: попереднє	6,3- 0,4	25- 10	9	-	-	43	52	62	74	87	
			8	-	-	27	33	39	46	57	
чистове	3,2- 0,2	20-5	7	-	-	18	21	25	30	35	
			6	-	-	11	13	16	19	22	
тонке	1,6- 0,1	10-5	5	-	-	8	9	11	13	15	

Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Притирання, хонінгування	1,6- 0,1	5-3	5 4	5 4	6 4	8 5	9 6	11 7	13 8	15 10
Розкочування, калібрування, алмазне вигладжування	6,3- 0,1	-	10 9 8 7	- - - -	58 36 22 15	70 43 27 18	84 52 33 21	100 62 39 25	120 74 46 30	140 87 57 35

Примітка: 1. Наведені в таблиці дані відносяться до деталей із сталі. Для деталей з чавуна або кольорових сплавів допуски на розмір приймати відповідно на один квалітет точніші. 2. Допуски на розмір дійсні для поверхонь з $l/d < 2$. При $l/d = 2 \div 10$ допуски приймати відповідно на один-два квалітети грубіші.

4. Вибрати значення мінімальних припусків на обробку, визначити проміжні розміри і розробити креслення заготовки. Результати розрахунків занести в таблицю 5.

Таблиця 5

Припуски на механічну обробку деталі

Номер переходу	Номер поверхні								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2									
3									
4									

Всі необхідні дані взяти з таблиці 6.

Таблиця 6

Мінімальні значення припусків на механічну обробку

Метод обробки	Заготовка	Діаметр заготовки, мм		
		10-30	30-50	50-120
1	2	3	4	5
Обточування чорнове	Прокат	2,00	2,00	2,20
	Штамповка	2,40	2,40	2,60
	виливка	2,20	2,20	2,00

1	2	3	4	5
Обточування чистове	Всі види	0,80	0,80	0,90
Шліфування попереднє	Всі види	0,28	0,28	0,30
Шліфування чистове	Всі види	0,06	0,06	0,08
Зенкерування чорнове	Прокат	-	-	-
	Штамповка	1,20	1,20	2,00
	виливка	2,20	2,20	2,40
Зенкерування чистове	Всі види	0,50	0,60	0,90
Розвірчування нормальне	Всі види	0,12	0,16	0,20
Розвірчування точне	Всі види	0,06	0,06	0,08
Протягування	Всі види	0,35	0,40	0,15
Розточування чистове	Всі види	0,50	0,60	0,90

5. Вибрати тип металорізального обладнання і заповнити таблицю 7.

Таблиця 7

Металорізальне обладнання для обробки деталі

Номероперації	Тип металорізального обладнання
005	
010	
015	
і т.д.	

Металорізальне обладнання вибрати з таблиці 8.

Металорізальне обладнання для обробки деталей класу валів і втулок

Клас деталі	
Вал	Втулка
1	2
Токарно-гвинторізний	Токарно-гвинторізний
Фрезерно-центрувальний	Токарно-револьверний
Токарно-гідрокопіювальний	Вертикально-свердлильний
Токарний багаторізцевий	Горизонтально-розточний
Токарний з ЧПУ	Токарний з ЧПУ
Круглошліфувальний	Круглошліфувальний
Торцекруглошліфувальний	Внутрішньошліфувальний

6. Розробити маршрут обробки і занести його в маршрутну карту.

7. Розробити зміст операції механічної обробки і занести в операційну карту.

8. Розробити операційні ескізи обробки на всі операції на картах ескізів (приклад – рис.1).

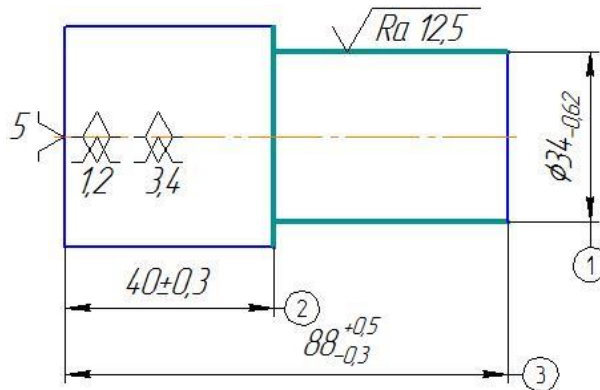


Рис.1 Приклад виконання операційного ескізу на токарну операцію обробки зовнішньої циліндричної поверхні $\text{Ø}34_{-0,62}$.

9. Варіанти завдань представлені в таблицях 9 (для деталі вал) та 10 (для деталі втулка) (рис.2,3).

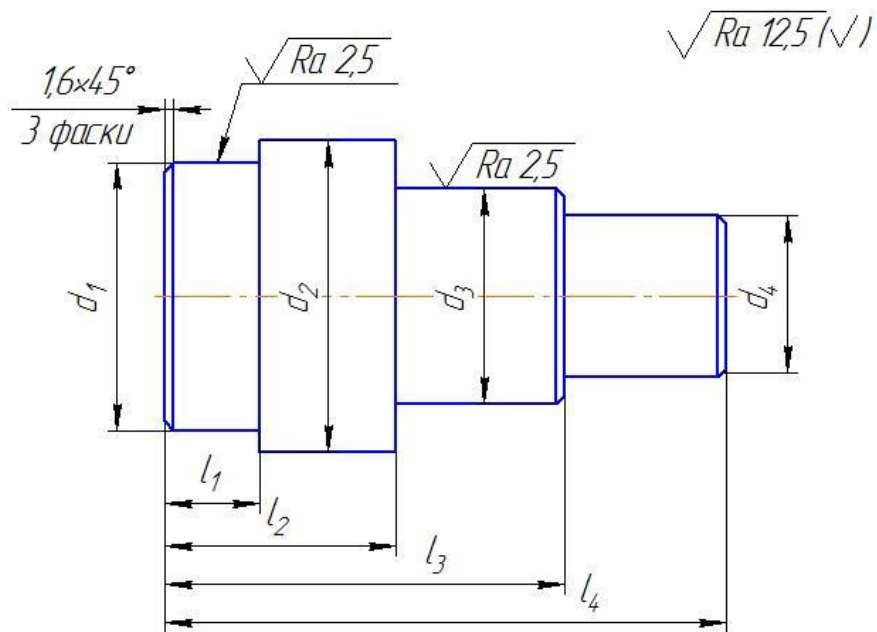


Рис. 2. Ескіз деталі вал

Таблиця 9

Варіанти завдань для деталі вал

№ варіанту	Діаметральні розміри, мм				Лінійні розміри, мм				Матеріал
	d_1	d_2	d_3	d_4	l_1	l_2	l_3	l_4	
1	$50_{-0,17}^{+0,027}$	$80_{-0,12}^{-0,02}$	$45_{-0,009}^{+0,027}$	$40_{-0,100}^{+0,032}$	20	85	200	280	Сталь 45
2	$60_{-0,05}^{-0,03}$	$85_{-0,10}^{-0,02}$	$55^{+0,03}$	$50_{-0,05}$	30	80	180	250	Сталь 40Х
3	$40_{+0,003}^{+0,02}$	$65_{-0,2}$	$35_{+0,09}^{+0,027}$	$30_{-0,42}^{-0,28}$	25	60	150	200	СЧ-20
4	$35_{+0,010}^{+0,027}$	$60_{-0,2}$	$30_{+0,015}^{+0,03}$	$25_{-0,045}$	20	70	160	210	Сталь 20
5	$70_{-0,085}^{-0,050}$	$95_{-0,23}$	$65_{-0,03}$	$55_{-0,195}^{-0,095}$	35	90	170	250	СЧ-20
6	$65 \pm 0,03$	$75_{-0,27}$	$60_{-0,027}$	$50_{-0,05}$	30	100	140	180	Сталь 45

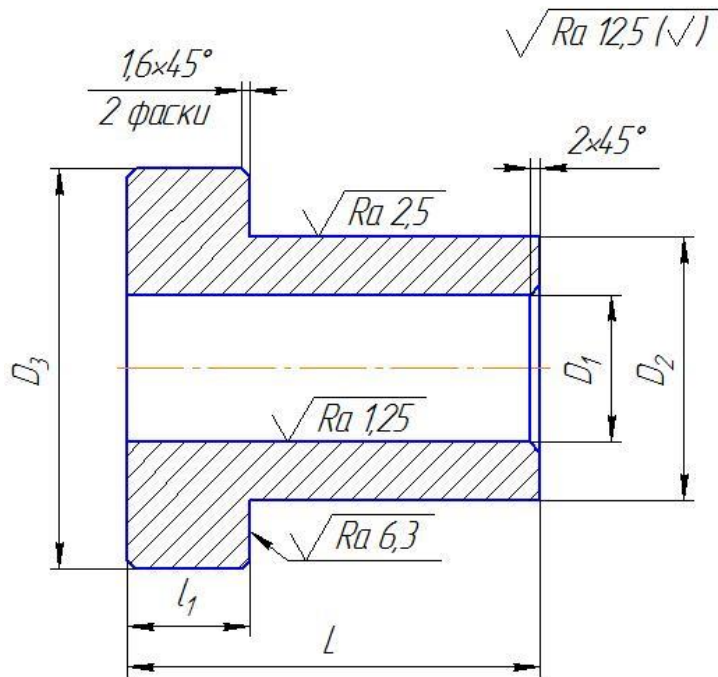


Рис.3. Ескіз деталі втулка

Таблиця 10

Варіанти завдань для деталі втулка

№ варіанту	D_1 , мм	D_2 , мм	D_3 , мм	l_1 , мм	L , мм	Матеріал
1	$15^{+0,027}$	$25_{-0,045}$	$45_{-0,017}$	6	26	Ст.3
2	$18^{+0,027}$	$28_{-0,045}$	$55_{-0,2}$	7	30	Сталь 40
3	$20^{+0,033}$	$32_{-0,05}$	$67_{-0,2}$	10	34	СЧ-20
4	$25^{+0,033}$	$45_{-0,17}$	$75_{-0,2}$	15	45	СЧ-20
5	$32^{+0,039}$	$52_{-0,06}$	$82_{-0,23}$	20	65	Сталь 40Х
6	$36^{+0,039}$	$62_{-0,074}$	$86_{-0,54}$	18	55	Сталь 45

3. Зміст звіту

У звіті повинно бути наведено наступне:

1. Назва і мета роботи.

2. Креслення деталі з розмірами згідно варіанту.
3. Послідовність обробки кожної поверхні.
4. Вибір припусків.
5. Креслення заготовки.
6. Вибір металорізального обладнання.
7. Розробка маршруту обробки і змісту операцій механічної обробки деталі.
8. Оформлення маршрутної, операційної карт і карт ескізів по операціям.
9. Висновки.

4. Запитання для самоперевірки

1. Суть виробничого процесу.
2. Поняття технологічного процесу.
3. Структура технологічного процесу.
4. Визначення операції, переходу, проходу, установка, позиції.
5. Критерії вибору металорізального обладнання, пристроїв, різальних інструментів.
6. Методи визначення припусків.
7. Порядок оформлення технологічної документації.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

Дослідження імовірнісного методу досягнення точності складання складальної одиниці

Мета роботи - ознайомитися з особливостями і практичними можливостями імовірнісного методу при вирішенні складальних розмірних ланцюгів (СРЛ).

1. Обладнання та інструменти

1. Вузли для збирання 10-12 шт.

2. Вимірювальна плита.
3. Штангенрейсмус (0-300).

2. Загальні відомості

Багатоланцюгові СРЛ (а відповідно точність збирання складальної одиниці) можуть бути вирішені такими методами:

- повної взаємозамінності;
- неповної взаємозамінності (імовірнісним);
- пригонки;
- регулювання з підбором нерухомих компенсаторів;
- селективного складання (групової взаємозамінності);
- комбінованим (комбінація імовірнісного методу з методами пригонки, селективного складання, регулювання).

В цій роботі досліджується імовірнісний метод вирішення СРЛ і дається його оцінка в порівнянні з методом повної взаємозамінності.

Суть імовірнісного методу досягнення заданої точності складання полягає в тому, що точність вихідної замикаючої ланки СРЛ (точність складання складальної одиниці) досягається без будь-якого підбору складових ланок, які входять до складальної одиниці, у певного відсотка зібраних виробів. При цьому можливий відсоток браку встановлюють заздалегідь шляхом аналітичного розрахунку його прогнозованого значення. Таким чином, імовірнісний метод вирішення СРЛ передбачає випадки, коли у деякій частині зібраних складальних одиниць допуск замикаючої ланки дотримуватись не буде.

Використання імовірнісного методу дає можливість забезпечити задану точність складання (задану точність вихідної замикаючої ланки СРЛ) при умові, що допуски на ланки (деталі), що входять до складання, виявляються значно більшими, ніж при розрахунку методом повної взаємозамінності. Відбувається це тому, що при кількості складових ланок СРЛ більших п'яти ($n-1 > 5$, n -загальна кількість ланок СРЛ) малоімовірними виявляються випадки комбінації ланок з граничними або близькими до граничних і несприятливими для

замикання ланцюга розмірами. При цьому в кожному конкретному випадку, встановивши або прийнявши закон розподілення розмірів кожної складової ланки, може бути заздалегідь визначена кількість (відсоток) випадків, коли точність вихідної замикаючої ланки не буде дотримана.

Проведемо дослідження для складальної одиниці, яка складена з семи деталей 1-7 (рис. 1).

Технічна вимога, яка поставлена конструктором щодо точності його виготовлення, - забезпечити проміжок між торцем верхнього диску 6 і торцем гайки 7 в межах $A_{\Delta}=(2\pm 0,3)$ мм. Задача технолога по складанню істотиться в забезпеченні виконання необхідної умови. Користуючись правилом виявлення СРЛ, визначаємо графічно і аналітично СРЛ в формі замикаючої ланки для поставленої задачі:

$$A_{\Delta}=A_6-A_1-A_2-A_3-A_4-A_5 \quad (1)$$

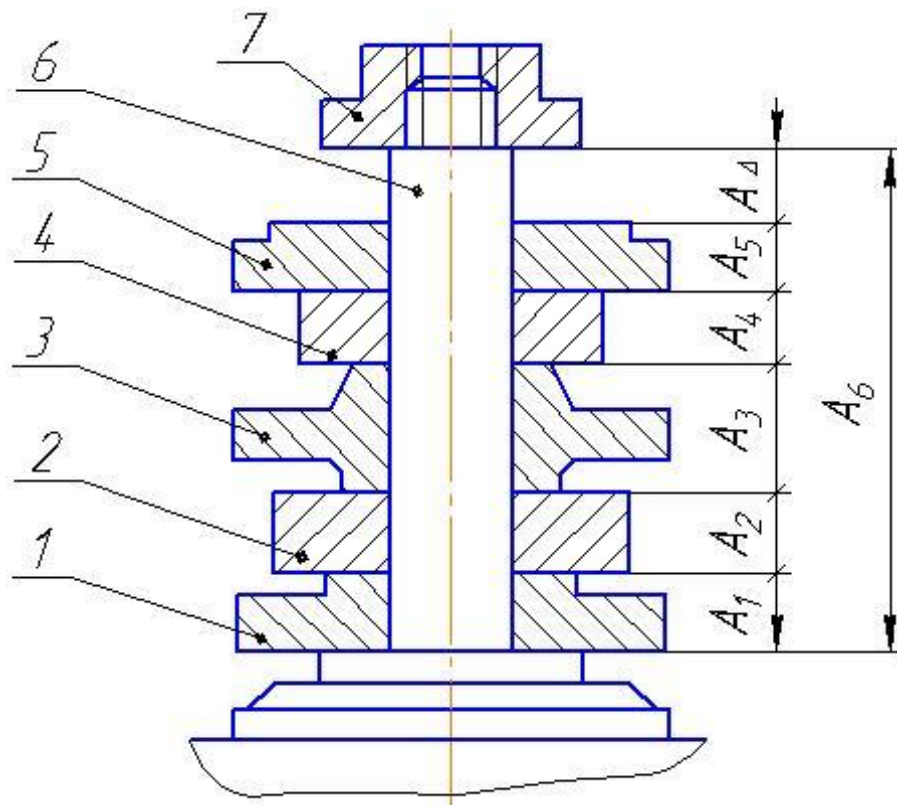


Рис. 1.- Ескіз вузла з графічно виявленим СРЛ

При розв'язанні прямої задачі за методом повної взаємозамінності усереднений допуск δA_{icep} на кожен ланку дорівнює:

$$\delta A_{icep} = \frac{\delta A_{\Delta}}{m-6} = \frac{0,6}{6} = 0,1 \quad (2)$$

Тобто допуск на кожен складову ланку (за умови рівності допусків) не повинен в середньому перевищувати 0,1 мм. Тільки при таких допусках буде витримана вимога конструктора $A_{\Delta}=2\pm 0,3$ в усіх випадках.

За умовами задачі:

$$\begin{aligned} A_1 &= 14 \pm 0,2; & A_2 &= 12 \pm 0,2; & A_3 &= 15 \pm 0,2; \\ A_4 &= 8 \pm 0,2; & A_5 &= 12 \pm 0,2; & A_6 &= 63 \pm 0,2 \end{aligned}$$

Як показали попередні заміри, всі деталі мають однаковий розкид розмірів в межах $\pm 0,2$ мм, тобто розсіювання розмірів становить $\omega A_i = 0,4$ мм, і криві щільності їх розподілу наближуються до закону нормального розподілу.

Таким чином, при розрахунку СРЛ методом повної взаємозамінності при таких розсіюваннях складових ланок забезпечити замикаючу ланку в заданих межах не вдається, тому що використовуючи правило додавання допусків (полів розсіювання) при методі повної взаємозамінності, отримуємо:

$$\omega A_{\Delta} = \sum_{i=1}^{m-1} \omega A_i = \sum_{i=1}^6 0,4 = 2,4 \text{ мм} \quad (3)$$

що значно перевищує потрібне значення допуску.

Використовуючи імовірнісний метод вирішення поставленої задачі, записуємо рівняння розсіювання замикаючої ланки

$$\omega A_{\Delta} = t_{\Delta} \sqrt{\sum_{i=1}^{m-1} \lambda_i^2 \omega A_i^2} \quad (4)$$

де t_{Δ} - коефіцієнт ризику, який відповідає певному відсотку очікуваного браку ($P\%$) за точністю замикаючої ланки при умові нормального закону розподілу розмірів цієї ланки (табл.1);

λ_i - коефіцієнт, який характеризує закон розподілу i -тої складової ланки (табл.2)

Таблиця 1

Значення коефіцієнту ризику і очікуваного проценту браку

t_{Δ}	1.0	1.65	2.0	2.57	3.0	3.29	3.89
$P\%$	33	10	4,5	1,0	0,27	0,1	0,01

Таблиця 2

Значення коефіцієнту λ_i^2 для різних законів розподілу

Форма кривої	Назва закону	λ_i^2
1	2	3
	Рівної вірогідності	1/3
	Рівнобічного трикутника	1/6
	Нормального розподілу	1/9

Прийнявши певний закон розподілу для кожної складової ланки і знаючи точність виконання їх розмірів ωA_i , знайдемо значення t_{Δ} з рівняння (4) для умови $\omega A_0 = \delta A_{\Delta}$:

$$t_{\Delta} = \frac{\delta A_{\Delta}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m-1} \lambda_i^2 \omega A_i^2}} \quad (5)$$

а за знайденим значенням t_{Δ} можна встановити можливий відсоток браку (див. табл. 1).

3. Порядок виконання роботи

1. Накреслити ескіз складальної одиниці з графічним зображенням СРЛ для поставленої задачі (див. рис. 1).

2. Записати рівняння СРЛ (1) в формі замикаючої ланки. Розв'язати пряму задачу за відомими значеннями розмірних параметрів всіх складових ланок A_1, A_2, \dots, A_6 методом повної взаємозамінності.

3. Встановити виконання заданої вимоги точності збирання складальної одиниці при вирішенні СРЛ методом повної взаємозамінності, порівнюючи отримані значення A_{Δ} із заданим конструктором зазором $A_{\Delta} = (2 \pm 0,3)$ мм,

4. Обравши закони розподілу складових ланок СРЛ за табл. 2 (для розрахунків рекомендується нормальний закон) і відповідні їм значення коефіцієнтів λ_i , визначити за формулою (5) коефіцієнт ризику t_{Δ} .

5. За табл. 1 для знайденого значення t_{Δ} через лінійну інтерполяцію або шляхом побудови графіка $P\% = f(t_{\Delta})$ визначити очікуваний відсоток браку $P\%$.

6. У відповідності із складальним кресленням (рис. 1.) без будь-якого підбору деталей, які входять до складальної одиниці, зібрати не менше ніж 10 складальних одиниць.

7. Штангенрейсмусом замірити величину зазору (замикаючої ланки A_{Δ}) в усіх складальних одиницях. Значення занести в табл.3

Таблиця 3

Результати вимірювання зазорів

Номер складальної одиниці	1	2	...	10	Брак	
					Кількість складальних одиниць	%
Розмір A_6						
Розмір ΣA_i						
Значення A_{Δ}						

8. Визначити відсоток браку, як співвідношення кількості складальних одиниць, у яких не дотримані вимоги по точності ланки A_{Δ} , до загальної кількості вузлів. Порівняти практично отриманий відсоток браку з розрахунковим.

9. Побудувати полігон щільності розподілу вимірних величин (рис.2)

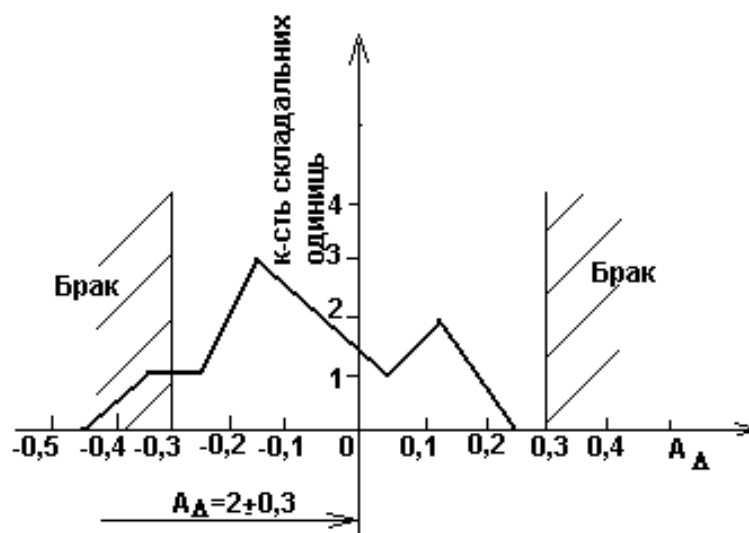


Рис. 2 Полігон щільності розподілу зазорів A_{Δ} для складальних одиниць.

10. Розібрати всі вузли і вибрати деталі, які позначені однією лункою, і окремо деталі, які позначені двомалунками – (деталі з однією лункою – позначкою виконані з мінімальним розміром збільшуючої ланки A_6 і з максимальними розмірами всіх зменшуючих ланок A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 . Деталі з двома лунками – позначками виконані з максимальними розмірами усіх зменшуючих ланок).

11. Скласти одну складальну одиницю з деталей з однією лункою – позначкою, іншу – з двома лунками – позначками. Це відповідає найнесприятливій комбінації розмірів деталей при їх складанні.

12. Штангенрейсмусом виміряти розмір A_Δ в складальних одиницях. Виміряні значення A_Δ занести до табл. 4.

Таблиця 4

Результати вимірювання A_Δ

Розмір $A_{\Delta\text{вим}}$ у складальних одиниць, зібраних з деталей, мм		A_Δ за кресленням, мм
з одним отвором	з двома отворами	
		$A_\Delta = 2 \pm 0,3$

Порівняти виміряні значення зазорів із заданими конструктором. Зробити висновки про придатність складальних одиниць.

4. Зміст звіту

У звіті повинні бути наведені наступні дані:

1. Найменування та мета роботи.
2. Технологічне оснащення.
3. Методи вирішення багатоланцюгових СРЛ.
4. Ескіз вузла.

5. Вирішення задачі методом повної взаємозамінності.
6. Вирішення задачі методом неповної взаємозамінності
7. Результати вимірювання проміжків.
8. Побудова полігона щільності розподілу проміжків.
9. Висновки по роботі.

5. Запитання для самоперевірки

1. Сформулюйте суть імовірнісного методу складання.
2. Визначте кількість ланок СРЛ, при якій доцільно використовувати імовірнісний метод досягнення точності складання.
3. Запишіть формулу для визначення величини допуску замикаючої ланки (поля розсіювання) при імовірнісному методі розрахунку СРЛ.
4. Наведіть порядок розрахунку розмірних ланцюгів. Записати рівняння.
5. Сформулюйте переваги імовірнісного методу складання в порівнянні з методом повної взаємозамінності.
6. Визначте і обґрунтуйте при якому законі розподілу складових ланок відсоток імовірного браку буде найбільшим, а при якому – найменшим.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

Технологічне забезпечення якості обробки окремих поверхонь деталі

Мета роботи -аналіз варіантів проектування технологічних маршрутів обробки поверхонь деталей машин, вивчення та дослідження окремих етапів та методів механічної обробки.

1. Обладнання та інструменти

1. Токарно-гвинторізний верстат мод. 16К20.
2. Широкоуніверсальний фрезерний верстат мод. 676П

3. Вертикально-свердильний верстат мод. 2Н135
4. Координатно-розточувальний верстат мод. 2А430
5. Затискні пристрої.
6. Різальні інструменти.
7. Вимірювальні інструменти.
8. Хронометр.
9. Заготовки.

2. Загальні відомості

Розробка технологічного процесу обробки деталі починається з визначення технологом окремих методів обробки конкретних поверхонь деталі, що підлягають механічній обробці. Вибір технологічного маршруту обробки окремої поверхні починається з вибору метода кінцевої обробки, який повинен забезпечити досягнення заданих показників точності та шорсткості з мінімальними витратами. Методи попередньої обробки визначають або спираючись на логічно обґрунтовану послідовність (наприклад перед “чистовим шліфуванням слід виконувати чорнове”), або на виробничий досвід проектування аналогічних технологічних процесів.

Величина необхідного уточнення визначається як:

$$\varepsilon_{необ} = \frac{Td_{заг}}{Td_{дет}} \quad (1)$$

де: $Td_{заг}$, - допуск даної поверхні в заготовці, мм;

$Td_{дет}$ - допуск даної поверхні в деталі, мм.

Фактичне уточнення дорівнює:

$$\varepsilon_{факт} = \prod_{i=1}^n \varepsilon_i \quad (2)$$

де: ε_i – часткові уточнення по переходах:

$$\varepsilon_i = \frac{Td_{i-1}}{Td_i} \quad (3)$$

де: Td_{i-1} - допуск попереднього переходу, мм;

Td_i – допуск переходу, що виконується, мм.

Правильність вибраного маршруту перевіряють співвідношенням $\varepsilon_{необ}$ та $\varepsilon_{факт}$, яке повинно мати вигляд:

$$\varepsilon_{факт} \geq \varepsilon_{необ} \quad (4)$$

Досягнення запланованих показників кожного i -го методу технологічного маршруту, в тому числі і мінімальної собівартості, можливе лише при умові вибору оптимальних параметрів обробки на тому чи іншому верстаті. Для цього необхідно виконати наступні умови:

- розрахувати мінімально можливий припуск на механічну обробку;
- обрати оптимальні режими обробки;
- визначити фактичні втрати часу на виконання даного методу обробки;
- провести структурний аналіз операції з метою зменшення основного, допоміжного часу, а також його непродуктивних витрат.

3. Порядок виконання роботи

Робота виконується в варіантах Б1, Б2, Б3, Б4.

1. Ознайомтесь з вихідними даними для виконання роботи (таблиця 1).

Вихідні дані для виконання лабораторної роботи

Варіант	Поверхня	Розмір, допуск	Заготовка, допуск	Операція	Тип виробництва
Б1	Зовнішня обертання	X	X	Обточування чистове	Середньо- серійний
Б2	Внутрішня обертання	X	X	Зенкерування попереднє	Дрібносерій- ний
Б2	Площина	X	X	Фрезерування чистове	Багатосерій- ний
Б4	Отвір	X	X	Розточування попереднє	Одиничний

X – визначається викладачем

2. Керуючись даними (табл.1) вибрати метод кінцевої обробки. Обрати методи попередньої обробки і користуючись формулами (1), (2), (3), (4) проаналізувати правильність обраного маршруту.

3. За даними таблиці 1 розробити задану операцію. З цією метою:

3.1. Обрати метод отримання розмірів (метод автоматичного отримання розмірів або метод випробувальних проходів та вимірювань);

3.2. За даними (табл.1) розрахувати мінімальні та максимальні припуски на обробку;

3.3. Розрахувати налагоджувальні розміри (дивись лабораторну роботу № 4 частина II);

3.4. Керуючись [3] розрахувати режими різання і скоригувати їх з технологічними і кінематичними параметрами обладнання;

3.5. Під керівництвом учбового майстра самостійно виконати налагодження верстата і накреслити схему налагодження;

3.6. Розрахувати по [4] витрати основного і допоміжного часу;

3.7. Записати структуру рухів верстата і верстатника при виконанні операції, виконати їх хронометраж, відповідно заповнивши хронометражну карту [6].

4. Провести аналіз структурних складових операції і розробити рекомендації по їх оптимізації [5].

4. Зміст звіту

У звіті повинні бути наведені наступні дані:

1. Найменування та мета роботи.
2. Технологічне оснащення.
3. Вихідні дані для роботи.
4. Вибір методу кінцевої обробки та його обґрунтування.
5. Маршрут обробки поверхні і розрахунки, що підтверджують його оптимальність.
6. Вибір методу отримання розмірів.
7. Розрахунки налагоджувальних розмірів.
8. Розрахунки режимів різання.
9. Схема налагодження операції.
10. Розрахунки основного та допоміжного часу по елементах.
11. Хронометражна карта і результати вимірювань.
12. Пропозиції, щодо удосконалення структури операції.
13. Висновки по роботі.

5. Запитання для самоперевірки

1. Навести послідовність вибору технологічного маршруту обробки окремої поверхні.
2. Дати визначення необхідного, фактичного, часткового уточнень.
3. Методи забезпечення заданої точності розмірів.
4. Визначення припуску на обробку. Види припусків.
5. Призначення хронометражу.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

Дослідження впливу розмірного зношування інструмента на точність обробки при роботі на настроєних верстатах

Мета роботи-ознайомитись з впливом спрацювання інструмента на точність обробки при роботі на настроєних верстатах при автоматичному отриманні заданої точності. Дослідити розмірну стійкість інструмента для вибраних умов обробки на прикладі обробки деталей на токарних верстатах. Встановити вплив розмірної стійкості інструмента на задану точність обробки.

1. Обладнання та інструменти

1. Токарно-гвинторізний верстат мод. 16К20.
2. Патрон трикулачковий; обертальний центр до задньої бабки з конусом Морзе № 4
3. Різець прохідний правий з кутом в плані $\varphi = 45^\circ$; матеріал різальної частини Т15К6
4. Заготовка – вал довжиною $l = 500$ мм , діаметром 120 мм, (сталь 45)
5. Пристрій для вимірювання розмірного зносу різця
6. Ванночка з водою ($t = 20^\circ\text{C}$)

7. Штангенциркуль
8. Захисні окуляри
9. Калькулятор.

2. Загальні відомості

Під точністю обробки в технології машинобудування розуміють ступінь відповідності геометричних параметрів виготовлення деталей геометричним параметрам заданого зразка. Як правило, зразок задається кресленням деталі. Точність обробки деталей – це показник, що включає диференційовані показники: точність розміру; точність геометричної форми окремих поверхонь; точність відносних поворотів та взаємного положення поверхонь; хвилястість і шорсткість поверхонь. Кожен з цих показників характеризується відповідними числовими характеристиками, які дозволяють оцінювати та порівнювати отриману точність обробки з заданою точністю.

В процесі обробки деталей на технологічну систему діє множина постійних та випадкових факторів, що впливають на точність обробки, а тому досягти абсолютної точності неможливо.

Одним із основних технологічних факторів, який викликає похибки механічної обробки є, так званий, розмірний знос інструмента та неточність виготовлення вимірювального інструмента. Відомо, що інструмент в процесі роботи спрацьовується (зношується). Знос інструмента, як складне фізико-хімічне явище, залежить від механічних властивостей оброблюваного матеріалу, властивостей його поверхневого шару, режимів різання, матеріалів та геометрії ріжучої частини інструмента, виду та способу подачі МОРта багатьох інших факторів.

З геометричної точки зору знос можна розглядати як зміну вихідної геометрії ріжучої частини інструмента, яка викликає в свою чергу зміну точності розмірів та форми оброблюваних поверхонь, а також шорсткості останніх. Критеріями зносу можуть бути величини фасок зносу по поверхні ріжучої частини інструмента, погіршення

шорсткості оброблюваних поверхонь, збільшення зусиль різання, розмірний знос інструмента та інші.

Під *розмірним зносом інструмента* розуміють знос в напрямку по нормалі до оброблюваної поверхні. Цей критерій найбільш важливий при дослідженні точності обробки, особливо на фінішних операціях.

В процесі різання розмірний знос інструмента протікає нерівномірно (рис.1).

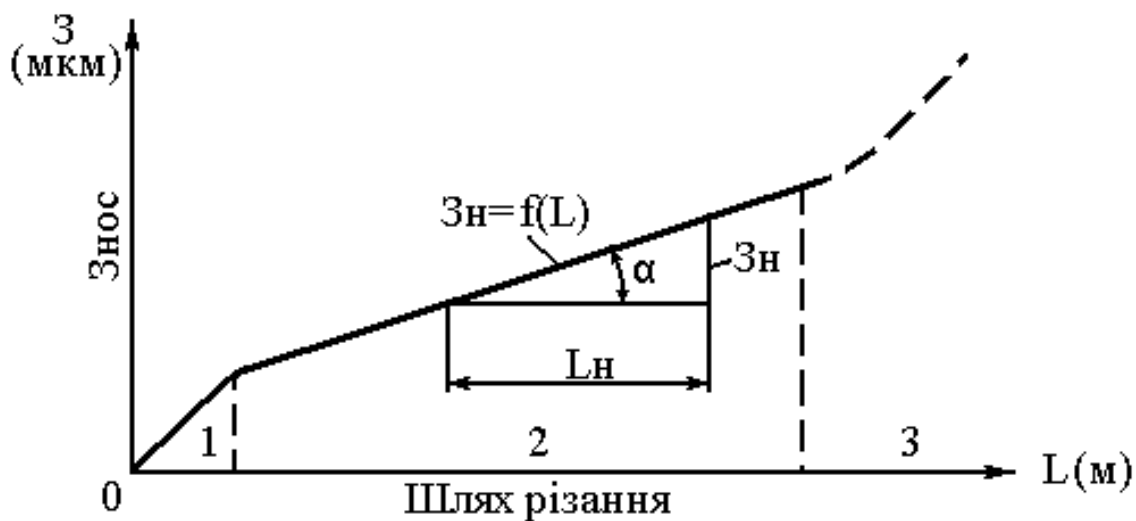


Рис. 1. Залежність розмірного зносу інструмента від шляху різання

Крива зносу складається з трьох відрізків:

Відрізок 1 – характеризує найбільший розмірний знос;

Відрізок 2 – відповідає нормальному зносу інструмента Z_n . Це найбільш тривалий відрізок, знос інструмента на якому можливо розрахувати пропорційно часу його роботи, тобто залежність розмірного зносу інструмента від шляху різання можливо розрахувати, як $(Z_n=f(L))$. При цьому кут нахилу прямої визначає інтенсивність зносу.

Відрізок 3 – характеризується швидким зносом інструмента, що приводить до руйнування леза. Доводити інструмент до руйнування недоцільно. Необхідно своєчасно, з метою збільшення терміна служби інструмента, провести його заточування.

При дослідженні точності обробки технолога більше всього цікавить другий відрізок кривої зносу інструмента, який може бути охарактеризований відносним зносом Z_v , тобто зносом ріжучого інструмента на 1000м (1км) шляху різання в мкм/км

$$Z_v = \frac{1000 \cdot Z_n}{L_n} \quad (1)$$

де Z_n – розмірний знос інструмента в мкм на другому відрізку за деякий шлях різання L_n ;

L_n – шлях різання в кілометрах на другому відрізку кривої зносу інструмента, на якому встановлено Z_n .

При обробці деталей на настроєних верстатах розміри та похибки форми оброблюваних поверхонь будуть внаслідок розмірного зносу інструмента змінюватись, і в деякий момент часу обробки стануть близькими до границі встановленого допуску. При “вузьких” допусках, що характерно для чистових методів обробки, доводиться верстат підналагоджувати за час стійкості одного інструмента. Задача підналагодження міститься в тому, щоб розміри оброблюваних деталей знаходились в межах встановленого допуску. Настроювання інструмента можна проводити вручну чи за допомогою різноманітних пристроїв та механізмів, що діють автоматично. При обробці партії деталей на настроєних верстатах методом автоматичного отримання розмірів необхідно поле розсіювання ω розташувати всередині встановленого конструктором допуску T таким чином, щоб забезпечити компенсацію технологічних похибок, головним чином зносу інструмента на протязі великого проміжку часу t_Σ (Рис. 2).



Рис. 2. Графік зміни розмірів оброблюваних деталей внаслідок зносу інструмента.

На графіку по вісі ординат відкладають розміри оброблюваних деталей або середній розмір груп послідовно оброблюваних деталей, а по вісі абсцис номера деталей, час обробки чи інший параметр, що характеризує протікання процесу.

Як тільки розміри оброблюваних деталей підходять до контрольної границі, необхідно провести підналагодження. Вибір контрольних границь визначається з теорії ймовірності для конкретних умов обробки на основі техніко-економічного розрахунку. Розширення контрольних границь збільшує час між сусідніми підналагодженнями та одночасно можливість появи браку, а тому в кожному конкретному випадку обирають найбільш економічний варіант. Зміщення налагоджувального розміру до координати середини поля допуску приводить, як видно з рис.2, до зменшення часу між підналагодженнями.

Щоб уникнути складних розрахунків, в даній лабораторній роботі умовно приймаються контрольні границі, які відстоять (знаходяться) від границь поля допуску на 10% величини допуску, а за налагоджувальний розмір - одну з контрольних границь (для вала

нижню). Знаючи величину допустимого зносу $Z_{\Sigma} = 0,8T$ та відносного зносу інструмента, знайденого для конкретних умов обробки експериментально, можна визначити періодичність підналагоджень інструменту, яка може бути виражена в штуках при заданих розмірах оброблюваних поверхонь, або часом роботи різця, або пройденим ним шляхом різання.

Для вимірювання розмірного зносу інструмента використовують контрольний пристрій з мікронним індикатором 1 (рис.3).

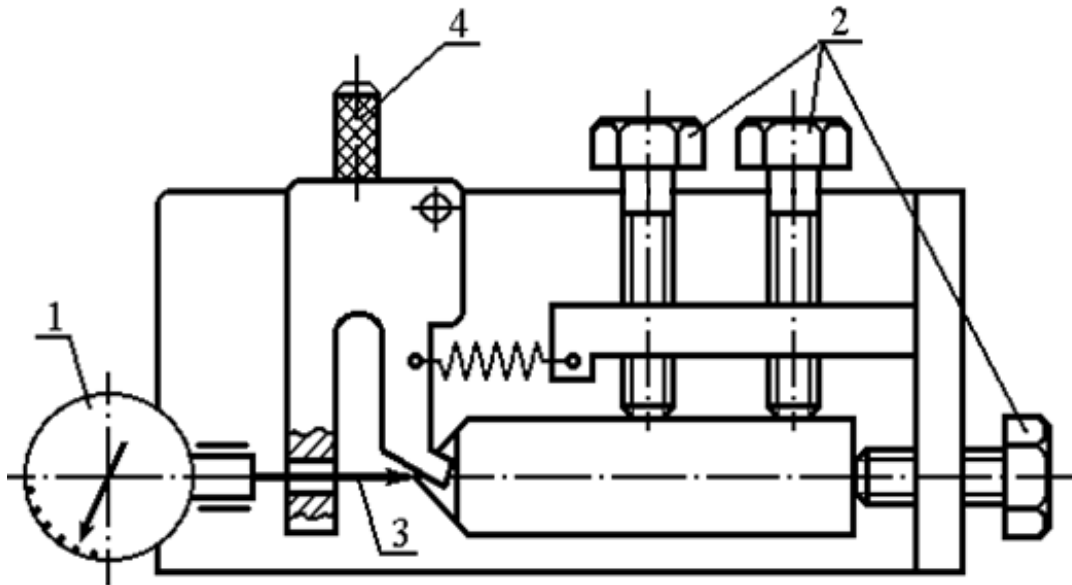


Рис. 3. Пристрій для виміру розмірного зносу різця.

Перед установкою різця на верстат необхідно налагодити контрольний пристрій. Для цього різець, попередньо охолоджений в ванночці з водою, опорною поверхнею встановлюють в пристрої і регулюючими опорами 2 добиваються того, щоб вимірювальна ніжка індикатора 3 строго знаходилась на вершині різця. Перед встановленням та зняттям різця вимірювальну ніжку індикатора необхідно відводити важелем 4. Ніжка індикатора повинна упиратися в вершину різця з натягом не менше 0,1мм. При вимірюванні необхідно слідкувати за тим, щоб кожного разу різець займав однакове положення. Для цього його грані при вимірюванні необхідно підтискати до установочних елементів 2 контрольного пристрою.

3. Порядок виконання роботи

1. Встановити та закріпити заготовку на верстаті.
2. Опустити різець в ванночку з водою та охолодити його протягом 3÷5хв.
3. Встановити різець в контрольний пристрій, як показано на рис.3, налагодити індикатор на нуль.
4. Встановити та закріпити різець в різцетримачі; вершина різця повинна знаходитися на рівні заготовки.
5. Відповідно до нормативів режимів різання при обробці деталей із сталі різцями з пластинками твердого сплаву для глибини різання $t = (0,2 \div 0,4)$ мм вибрати за паспортними даними верстата подачу S_0 в діапазоні $S_0 = (0,1 \div 0,8)$ мм/об та швидкість різання V в діапазоні $V = (40 \div 60)$ м/хв.

Визначити частоту обертання шпинделя, хв^{-1} :

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_3} \quad (2)$$

де D_3 – діаметр заготовки, мм

Скоригувати за паспортними даними верстата n_p (прийняти ближче найменше значення n) та встановити n на верстаті.

Знайти дійсну швидкість різання, м/хв.:

$$V_0 = \frac{\pi \cdot D_3 \cdot n}{1000} \quad (3)$$

6. За вибраними режимами різання обточити заготовку протягом 2-х хв.
7. Зняти різець з верстата, охолодити його протягом 3÷5хв в ванночці, заміряти величину зносу за вказаний проміжок часу роботи інструменту.
8. Повторити прийоми пунктів 6 та 7 для 4, 6, 8, 10 хвилин роботи інструмента. Дані занести до табл. 1.
9. Підрахувати шлях різання в метрах за $T_i = 2, 4, 6, 8, 10$ хвилин за формулою

$$L_i = V_d \cdot T_i \quad (4)$$

Дані занести до таблиці 1

Таблиця 1

Експериментальні дані

Час роботи інструменту, (хв)	T_i	2	4	6	8	10
Знос інструменту, мкм	Z_i					
Шлях різання, м	L_i					

10. Побудувати графік розмірного зносу інструмента в координатах: по вісі ординат відкладати знос Z_i , а по осі абсцис довжину різання L_i .
11. На відрізку нормального зносу визначити величину нормального зносу за формулою:

$$Z_B = \frac{Z_H \cdot 1000}{L_H}, \text{ мкм/км} \quad (5)$$

12. Для заданого викладачем допуску на розмір встановити допустиму величину зносу:

$$Z_{\Sigma} = 0,8T \quad (6)$$

13. Для заданих викладачем розмірів оброблюваних деталей та вибраних режимів і умов обробки визначити періодичність підналагоджень в штуках. Як відомо[1,3] похибка обробки від зносу інструменту визначається рівнянням [8, с.79 – 81; 3, с.61].

$$\Delta Z = Z_H + Z_B \frac{\pi \cdot d_d \cdot L_d \cdot N_{шт}}{10^6 \cdot S_o} \quad (7)$$

Приймаючи для спрощення $Z_H = Z_B$ і враховуючи, що допустима величина зносу не повинна перевищувати похибку обробки, тобто $Z_{\Sigma} \leq \Delta Z$, одержимо

$$Z_{\Sigma} = Z_B \cdot \left(1 + \frac{\pi \cdot d_d \cdot L_d \cdot N_{шт}}{10^6 \cdot S_o}\right) \quad (8)$$

де Z_H – розмірний знос, мкм/км;

Z_B – відносний знос (інтенсивність зносу), мкм/км, що відповідає 1000 м шляху різання;

Z_{Σ} – допустима величина зносу;

L_d та d_d – довжина та діаметр обробки (деталі), мм;

$N_{шт}$ – число оброблених поверхонь (деталей), штук;

S_o – подача різця мм/об.

Перетворивши це рівняння та розв'язавши його відносно $N_{шт}$, одержимо формулу для визначення періодичності підналагоджень в штуках.

$$N_{шт} = \frac{(Z_{\Sigma} - Z_B) \cdot S_o \cdot 10^6}{Z_B \cdot \pi \cdot d_d \cdot L_d} \quad (9)$$

4. Зміст звіту

У звіті повинні бути наведені наступні дані:

1. Найменування та мета роботи.
2. Технологічне оснащення.
3. Поняття про розмірний та відносний знос, крива розмірного зносу (рис. 1)
4. Схема обробки заготовки на верстаті
5. Схема вимірювання розмірного зносу інструмента
6. Призначення та розрахунки режимів різання t , S , n , V_d ;
7. Результати вимірювань та розрахунків, зведені до табл.1.
8. Графік залежності розмірного зносу від шляху різання – $Z_i = f(L_i)$
9. Визначення періодичності підналагоджень в штуках
10. Висновки по роботі.

5. Запитання для самоперевірки

1. Поняття точності обробки.
2. Показники точності, на які впливає знос інструмента.
3. Критерії зносу.
4. Причини зносу різального інструменту.
5. Поняття розмірного зносу інструменту.
6. Графік зносу різального інструменту
7. Поняття відносного зносу.
8. Поняття контрольних границь допуску та величини допустимого зносу.
9. Визначення періодичності підналагоджень різального інструменту.

Література

1. Справочник технолога машиностроителя. – в 2-х т., 2-е изд. перераб. и доп. под. ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1998.
2. Иваненко И.А. Технологические размерные расчеты и способы их автоматизации. - М.: Машиностроение, 1975.
3. Режимы резания металлов. Справочник технолога. Под. ред. Ю.В. Барановского. - М., Машиностроение, 1972.
4. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для нормирования станочных работ. - М.: Машиностроение, 1964.
5. Маталин А.Л. Технология машиностроения. -Л.: Машиностроение, 1985.
6. Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин. Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів денної та заочної форм навчання напрямку 6.050502 - Інженерна механіка / Укл.: проф., д.т.н. Павленко І.І., доц., к.т.н. Артюхов А.М.; доц., к.т.н. Підгаєцький М.М., викл. Сторожук М.О. – Кіровоград: КНТУ, 2016 –60 с.
7. Балакшин Б.С. Основы технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 1969.
8. Корсаков С.В. Основы технологии машиностроения. - М.: Машиностроение, 1965.
9. ГОСТ 16319 – 80. Цепи размерные. Основные положения, термины, обозначения и определения.
10. ГОСТ 16320 – 80. Цепи размерные. Расчет плоских цепей
11. Митрофанов С.П. Научные основы групповой технологии. Л.:1969.
12. Соколовский А.П. Курс технологии машиностроения. – М. – Л.: Машгиз 1947
13. В.С.Корсаков. Основы технологии машиностроения. - М.: Машиностроение, 1977.

14. В.А.Скраган, И.С. Амосов, А.А.Смирнов Лабораторные работы по технологии машиностроения - Л.: Машиностроение, 1974.
15. В.И.Аверченков и др. Сборник и упражнений по технологии машиностроения. - М.: Машиностроение 1988.

Зміст

Передмова.....	5
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1	
Аналіз службового призначення виробу та його деталей.....	7
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2	
Оцінка технологічності конструкції виробу.....	18
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3	
Дослідження жорсткості технологічної системи ВПД виробничим методом.....	27
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4	
Розробка структури та змісту операцій технологічних процесів механічної обробки.....	35
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5	
Дослідження імовірнісного методу досягнення точності складання складальної одиниці.....	47
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6	
Технологічне забезпечення якості обробки окремих поверхонь деталі.....	55
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7	
Дослідження впливу розмірного зносу інструмента на точність обробки при роботі на настроєних верстатах.....	60
Література.....	70

ДЛЯ НОТАТКІВ

