



Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет мехатроніки та інжинірингу

**Кафедра сервісної інженерії та технології та технології
матеріалів в машинобудуванні ім. О.І.Сідашенка**

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО МАРШРУТУ
ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ**

Методичні вказівки
для виконання практичних робіт з дисципліни «Технологічні основи
машинобудування» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти денної форми навчання
зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

Харків
2025

Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет мехатроніки та інжинірингу
Кафедра сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні
ім. О.І.Сідашенка

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО МАРШРУТУ
ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ**

Методичні вказівки
для виконання практичних робіт з дисципліни «Технологічні основи
машинобудування» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої
освіти денної форми навчання зі спеціальності 133 «Галузеве маши-
нобудування»

Затверджено
рішенням Науково-методичної комісії фа-
культету мехатроніки та інжинірингу Про-
токол № 3
від 30 грудня 2024 р.

Харків
2025

УДК 631.3.003 (75)

Т 38

Схвалено
на засіданні кафедри сервісної інженерії та технології та технології матеріалів в машинобудуванні
Протокол №3 від 30 грудня 2024 р.

Рецензенти:

В.Л. Чухліб, завідувач кафедри «Комп'ютерне моделювання та інтегровані технології обробки тиском» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», д-р техн. наук, професор;

А.К. Автухов, завідувач кафедри Сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О.І.Сідашенка Державного біотехнологічного університету, д-р техн. наук, професор.

Н-32 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі.: метод. вказівки до виконання практ. робіт для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заоч. форм навч. спец. 133 Галузеве машинобудування / Держ. біотехн. ун-т ; Уклад. О.І. Тришевський, О.Б.Калюжний – Харків : КП «Міська друкарня», 2025. – 25 с.

УДК 631.3.003 (75)

Приведені загальні вимоги до розробки технологічного маршруту виготовлення деталі, описано послідовність обробки окремих поверхонь деталі, складання технологічного маршруту, вибір баз і устаткування.

Відповідальний за випуск : О. І.Тришевський, д-р техн. наук

©
О.І.Тришевський,
О.Б.Калюжний,
2025
© ДБТУ, 2025

МЕТА РОБОТИ :

- вивчити порядок розробки технологічного маршруту виготовлення деталей методами механічної обробки;
- навчитися визначати послідовність обробки окремих поверхонь деталі для досягнення заданої точності і якості;
- освоїти порядок складання технологічного маршруту виготовлення деталі, вибір баз і устаткування.

Час виконання - 4 години.

ЗАВДАННЯ СТУДЕНТУ:

На основі отриманих при виконанні цього практичного заняття теоретичних відомостей навчитися:

- а) за отриманим завданням для проектування технологічного процесу виготовлення деталей методами механічної обробки правильно і технічно грамотно розробляти маршрут виготовлення деталі;
- б) навчитися визначати послідовність обробки окремих поверхонь деталі для досягнення необхідної точності і якості;
- в) освоїти порядок складання технологічного маршруту виготовлення деталі, вибір баз і устаткування.

ПОЧАТКОВІ ДАНІ:

- 1) Під час практичного заняття виконати вимоги викладеного вище "**Завдання студенту**" стосовно деталі "Шарнір" з річною програмою випуску 1000 штук при однозмінному режимі роботи.
- 2) При самостійній роботі за розрахунковим завданням провести аналогічну роботу стосовно деталі за індивідуальним завданням на проектування, виданим кожному студенту і здати на перевірку викладачу.

1. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО МАРШРУТУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Дана тема включає складання технологічних маршрутів обробки деталей без детального опрацювання окремих технологічних операцій. Для практики студенти обмежуються проектуванням одиничного технологічного процесу з маршрутно-операційним описом. Розглядають маршрут обробки окремих поверхонь і маршрут обробки заготовки в цілому.

Основою для розробки технологічного процесу є:

- креслення деталі з технічними вимогами на її виготовлення;
- виробнича програма випуску деталі цього найменування;
- тип виробництва.

При проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі за кожним вказаним на кресленні показником точності повинна виконуватися умова

$$\omega A_{дет} \leq T A_{дет} \quad (1)$$

тобто, отримане в партії поле розсіяння (погрішність) показника точності $\omega A_{дет}$ не повинне перевищувати задане конструктором поле допуску $T A_{дет}$. [1].

Це означає, що при проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі за кожним заданим показником точності з усього арсеналу засобів технологічного впливу на матеріали необхідно відібрати, включити до складу технологічного процесу і розташувати в певній послідовності такі, які забезпечують задану його величину.

Основними показниками точності окремої поверхні є погрішність розміру поверхні, макрогеометричні (погрішності форми) і мікрогеометричні (шорсткість) відхилення від форми. Досягнення цих показників точності забезпечується вибором і реалізацією відповідних методів отримання і обробки поверхні.

Обробка здійснюється в технологічних системах (ТС). Під технологічною системою розуміють динамічно замкнуту систему, що складається з верстата, пристосування для установки заготовки, пристосування для установки робочого інструменту, оброблюваної заготовки.

Кожна проста ТС реалізує деякий метод обробки. Під *методом обробки* розуміють різновид дії на матеріал деталі, що відрізняється енергією, що підводиться в зону обробки, схемою формоутворення поверхні, конструкцією (типом) робочого інструменту і чисельними значеннями параметрів режимів обробки.

При виборі методів обробки під час проектування ТП технолог-розробник повинен знаходити відповіді на наступні питання:

- який метод обробки і, отже, яку ТС застосувати для тієї або іншої поверхні?

- коли одноразової обробки недостатньо і потрібно послідовне застосування декількох методів обробки?

- як визначити необхідну і достатню послідовність методів обробки, що називається маршрутом обробки поверхні?

Кожен метод обробки використовується для поліпшення показників точності поверхні після її обробки. Для вибору того або іншого методу технолог повинен знати його технологічні можливості.

Під технологічними можливостями методу обробки розуміють, по-перше, характеристику заготовки, для обробки якої може бути раціонально застосований цей метод, і, по-друге, показники точності оброблюваної поверхні, що досягаються при його (методу) використанні. На підставі вищевикладених положень розглянемо дії технолога з досягнення заданих показників точності в проектованому технологічному процесі обробки деталі.

1.1 ПОСЛІДОВНІСТЬ (ПЛАН) ОБРОБКИ ОКРЕМИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛІ

Обробка кожної поверхні деталі є сукупністю методів обробки, що виконуються в певній послідовності. Послідовність встановлюється на основі вимог робочого креслення деталі і початкової заготовки:

- задана точність і якість поверхонь дозволяє вибрати методи їх остаточної обробки;
- вид початкової заготовки визначає методи початкової обробки;
- методи початкової і кінцевої обробки дозволяють вибрати проміжні методи (кожен подальший метод має бути точніший попереднього в середньому на два квалітети точності).

Маршрут обробки поверхні деталі доцільно проводиться в наступній послідовності:

- скласти ескіз деталі, на якому провести нумерацію усіх поверхонь деталі, запропонованої для виготовлення.
- потім для **кожної оброблюваної поверхні** на основі аналізу конструкції і розмірного опису деталі, уточнити і занести в таблицю 1 зведення про потрібні точності і шорсткості готової деталі (колонки 2 і 3 таблиці.1).

Таблиця 1

Технологічна послідовність обробки поверхні

№ з/п	Вимоги до якості		Послідовність обробки поверхонь	Параметри якості поверхні після обробки	
	IT	Ra		IT	Ra
1	2	3	4	5	6

- вибрати і занести в таблицю 1 методи остаточної обробки поверхонь (колонка 4), що забезпечують отримання необхідної точності і шорсткості (колонки 5 і 6). Для вибору методів остаточної обробки поверхонь можна

використати дані про точність обробки деталей на верстатах, приведені в довідковій літературі [2,3]. (Дивись: Додаток, таблиця 1, таблиця 2). Метод остаточної обробки вибирається так, щоб технологічні можливості його $TA_{дет_i}^N$ забезпечували отримання необхідних параметрів якості поверхні $TA_{дет_i}^N \leq TA_{дет_i}$.

1.2. ФОРМУВАННЯ (СКЛАДАННЯ) ТЕХНОЛОГІЧНОГО МАРШРУТУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ, ВИБІР БАЗ І УСТАТКУВАННЯ

На основі аналізу вибраних маршрутів і методів обробки кожної поверхні, передусім необхідно розділити виготовлення деталі на стадії обробки і на цій основі виділити ті переходи і методи їх реалізації, які по своєму технологічному призначенню недоцільно поєднувати з формотворними методами обробки поверхонь.

Стадія обробки - це частина технологічного процесу, що включає однорідну за характером і точністю обробку різних поверхонь і деталі в цілому. При механічній обробці такими стадіями являється чорнова, чистова, тонка.

На кожній стадії виконують операції, що забезпечують приблизно однакову точність обробки. Таким чином, на перших стадіях поєднують остаточну обробку неточних поверхонь і попередню обробку точних поверхонь, *а остаточну обробку точних поверхонь (тонку і обробку) проводять у кінці технологічного процесу.* Таке розділення процесу по стадіях дозволяє виділити технологічні поверхні, які слід обробляти **спільно з використанням принципу єдності баз**, тобто з однієї установки.

При визначенні операцій виготовлення деталі необхідно враховувати наступне.

Допоміжні поверхні (дрібні отвори, фаски, галтелі та ін.) зазвичай обробляють на чистовій стадії. У самотійній операції виділяють обробку зубів, шліц, груп отворів або пазів.

Операції механічної обробки пов'язують з операціями термічної і мікро-термічної обробок.

У маршрутний технологічний процес включають другорядні операції (обробку кріпильних отворів, слюсарні операції, промивання і т. п.), а також визначають місце контрольних операцій.

Після визначення змісту операцій виготовлення деталі необхідно сформулювати їх найменування. Найменування операції визначається методом обробки і типом устаткування, прийнятим для його виконання, наприклад, токарна, фрезерна, свердлувальна. Рекомендується і уточнена форма запису найменування операції, що враховує особливості вживаного устаткування, наприклад токарно-гвинторізна, вертикально-фрезерна, вертикально-свердлувальна і тому подібне.

На підставі вибраного плану обробки формується технологічний маршрут виготовлення усієї деталі, що є послідовністю виконання технологічних операцій (таблиця 2).

Таблиця 2

Технологічний маршрут обробки деталі

№ операції	Найменування і короткий зміст операції	Технологічна база	Схема базування	Устаткування
1	2	3	4	5

При вибудовуванні послідовності виконання операцій в технологічному маршруті необхідно разом з вищевикладеними рекомендаціями додатково керуватися наступними положеннями побудови технологічних маршрутів виготовлення деталі :

- технологічний процес доцільно розпочинати з операцій чорнової обробки поверхонь, що мають найбільші припуски. При цьому в найпершу чергу знімається припуск з тих поверхонь, на яких можливі ливарні раковини, тріщини і інші дефекти;

- подальший маршрут будується за принципом обробки спочатку грубіших і потім точніших поверхонь; найбільш точні поверхні обробляються останніми;

- у кінці маршруту виконуються другорядні операції (свердління дрібних отворів, нарізування кріпильних різьб, прорізка пазів, зняття фасок);

- найбільш легко ушкоджені поверхні (зовнішні різьблення, особливо точні шліфовані поверхні) обробляються в завершальній стадії технологічного процесу.

При виборі баз керуються наступними міркуваннями:

- базові поверхні мають бути по можливості рівними і чистими. Не слід брати за бази поверхні, на яких розташовуються ливники, випори, задирки і т. п.;

- базові поверхні повинні стабільно розташовуватися відносно інших поверхонь. Так, не слід брати за базу поверхню отвору, що отримується відливанням, оскільки розташування отвору може змінюватися із-за зміщення стрижня;

- за бази рекомендується брати поверхні з мінімальними припусками або що взагалі не піддаються обробці. Це зменшує небезпеку появи браку по чорноті;

- необхідно дотримуватися принципу поєднання баз, т. е. поєднувати технологічну і вимірювальну бази. В цьому випадку погрішність базування дорівнює нулю;

- технологічна база має бути вибрана з урахуванням відсутності деформацій заготовки; це досягається відповідним розташуванням базових поверхонь і додатком до деталі сили затиску.

В якості базуючих поверхонь, при точінні, шліфуванні тіл обертання приймають: зовнішню або внутрішню циліндричну поверхню і торець, два центрові гнізда, зовнішню або внутрішню циліндричну поверхню і центрове гніздо.

При фрезеруванні і свердлінні із застосуванням затискних пристосувань в якості поверхонь, що базують, приймають дві взаємно перпендикулярні площини і опорну точку в третій взаємно перпендикулярній площині; площину і два короткі отвори під шпильки, циліндричні поверхні під призми для затиску валів.

Графічні позначення опор і настановних пристроїв приведені в таблиці 3, і в таблиці 4 (дивись додатки).

При виборі технологічного устаткування враховують наступні чинники:

- відповідність основних розмірів верстату габаритним розмірам оброблюваної заготовки;
- відповідність продуктивності верстата річній програмі випуску деталей, враховують тип виробництва;
- можливість повного використання верстата як в часі, так і по потужності;
- найменшу витрату часу на обробку;
- найменшу собівартість обробки;
- реальну можливість придбання верстата;
- необхідність використання наявних верстатів.

Для визначеного заздалегідь типу виробництва можна запропонувати наступні рекомендації по вибору верстатів. Для одиничного виробництва найчастіше застосовують верстати, що відрізняються гнучкістю і універсальністю формоутворення поверхонь, великим діапазоном габаритів оброблюваних поверхонь і відсутністю автоматизації. До їх числа можна віднести універсальні верстати з ручним управлінням серійного виробництва, наприклад токарно - гвинторізні, круглошліфувальні і т. п.

У дрібносерійному і серійному виробництвах використовуються верстати з меншою універсальністю, але з більшою продуктивністю і автоматизацією управління: токарно-револьверні напівавтомати, токарно- гвин-

торізні з ЧПУ і т. п. Вузька спеціалізація, висока продуктивність і високий рівень автоматизації характерні для верстатів велико-серійного і масового виробництва, до них можна віднести агрегатні верстати, гнучкі автоматичні лінії з верстатів з ЧПУ, жорсткі автоматичні лінії з агрегатних і спеціальних верстатів [4]. (Паспортні данні деяких верстатів, дивись у додатку).

ЗРАЗОК написання розділу :

**)Як приклад для усіх методичних вказівок, що стосуються питань проектування технологічних процесів механічної обробки деталей, узята деталь "Шарнір".*

1. Послідовність (план) обробки окремих поверхонь деталі "Шарнір"

Для виконання цього розділу складемо ескіз деталі (рис.1), на якому усі основні поверхні пронумеруємо цифрами.

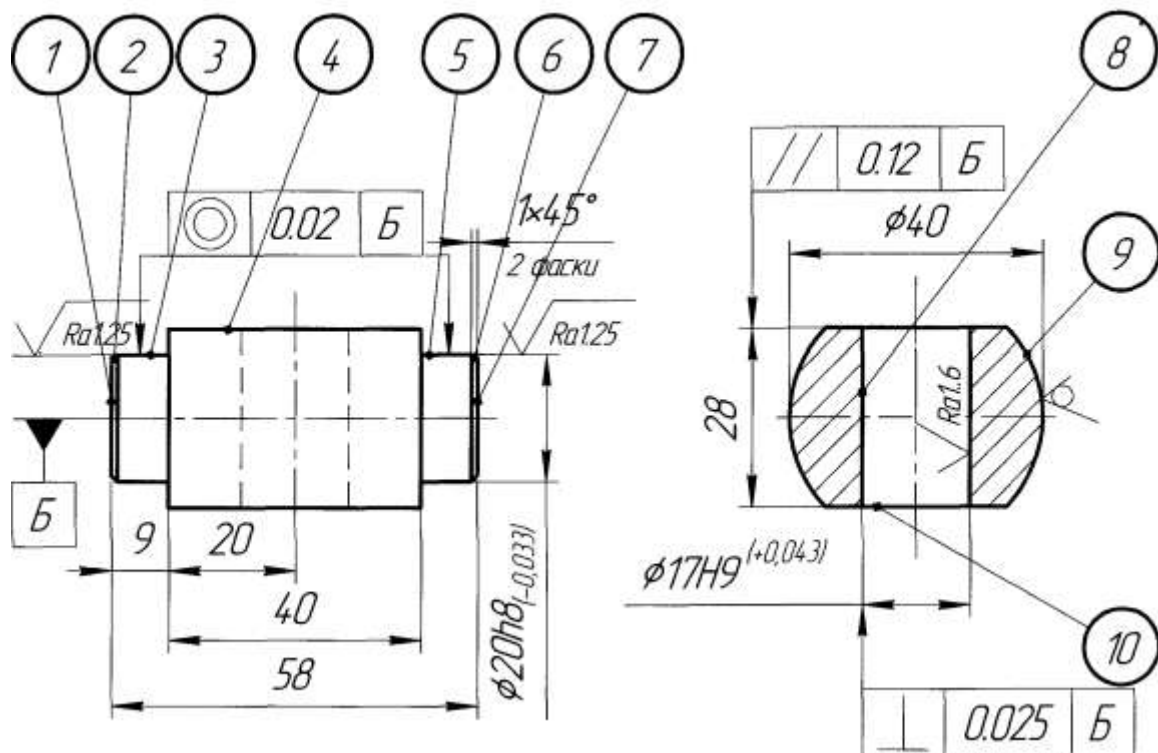


Рис.1 Ескіз шарніру

Згідно з кресленням і технічними вимогами на виготовлення деталі обробці підлягають наступні поверхні: торці шарніра 1 і 7, фаски 2 і 6, зо-

внішні циліндричні поверхні 3 і 5, лиски 4 і 10, отвір 8. Зовнішня циліндрична поверхня 9 механічній обробці не підлягає.

Для кожної оброблюваної поверхні напишемо способи їх обробки в послідовності виконання переходу від заготовки до досягнення необхідної точності і якості, передбачених кресленням. Результати заносимо в табл.1.

Для вибору методів остаточної обробки поверхонь використовуємо дані про точність обробки деталей на верстатах, приведені в довідковій літературі [2]. (Див. Додаток).

Таблиця 1

Технологічна послідовність обробки поверхонь деталі "Шарнір"

№ з/п	Вимоги до якості		Послідовність обробки поверхонь	Параметри якості поверхні після обробки	
	IT	Ra		IT	Ra
1	2	3	4	5	6
1	12	6,3	Точіння одноразове	12	6,3
3	8	1,25	Точіння чорнове Точіння напівчисте Точіння чистове	12 10 8	12,5 3,2 1,25
4	12	6,3	Фрезерування чорнове	12	6,3
5	8	1,25	Точіння чорнове Точіння напівчисте Точіння чистове	12 10 8	12,5 3,2 1,25
7	12	6,3	Точіння одноразове	12	6,3
8	9	1,6	Свердління Зенкерування Розгортання	12 11 9	12,5 3,2 1,6
10	12	6,3	Фрезерування чорнове	12	6,3

2. Формування (складання) технологічного маршруту виготовлення деталі, вибір баз і устаткування.

Аналіз креслення деталі "Шарнір" і способів обробки її поверхонь показує, що найбільш високі вимоги по точності і якості пред'являються до опорних шийок шарніра $\varnothing 20$ мм, які виконані по восьмому квалітету точності з допустимими відхиленнями, - 0,033 мм і до отвору $\varnothing 17$ мм, яке виконується по дев'ятому квалітету точності з допустимими відхиленнями 0,043 мм.

Конструкція деталі в основному відпрацьована на технологічність, має високу жорсткість, забезпечує вільний доступ інструменту до оброблюваних поверхонь, що дозволяє використати при обробці високопродуктивні режими різання.

Опорні шийки шарніра обробляємо на токарно-гвинторізних верстатах, що дозволяють забезпечити задану точність і понизити трудомісткість операцій за рахунок одночасної обробки цих поверхонь.

Обробку отвору $\varnothing 17$ мм, враховуючи тип виробництва, доцільно здійснити на базі вертикально-свердлувального верстата. Для обробки поверхонь 4 і 10 приймаємо вертикально-фрезерний верстат.

Враховуючи конфігурацію деталі, розміри деталі і дрібносерійний характер виробництва, технологічні бази вибираємо виходячи з основних принципів базування. Деталь "Шарнір" по своїй конфігурації умовно може бути віднесений до класу деталей типу "ступінчасті вали". При обробці валів, як правило, в якості баз використовують вісь валу і один з торців. На першій операції ці бази обробляються при установці початкової заготовки в патроні, що центрується.

Загальна вісь двох центрових отворів, зроблених на цій операції, є постійною базою для виконання подальших операцій обробки заготовки. Бази у напрямі лінійних розмірів вибираємо з урахуванням характеру їх постановки на кресленні і можливості поєднання технологічних і вимірюва-

льних баз. Так, на операції фрезерування лисок як опорна база використовується один з торців $\varnothing 20$ мм.

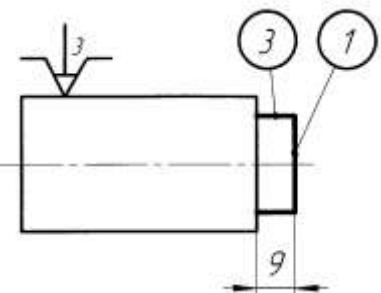
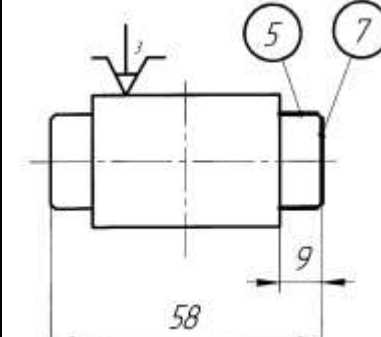
Тип виробництва і конфігурація деталі визначають вибір устаткування, яке повинне забезпечити високопродуктивну обробку і автоматичне забезпечення заданої точності.

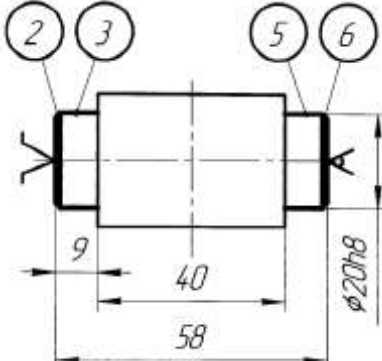
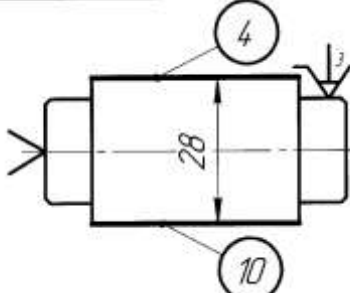
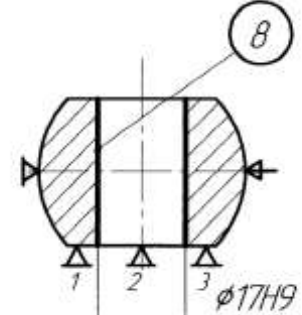
В якості контрольних в технологічний процес включені операції остаточного контролю у кінці технологічного процесу.

Розроблений маршрут обробки шарніра представлений в таблиці 2.

Таблиця 2

Технологічний маршрут обробки деталі "Шарнір"

№ операції	Найменування і короткий зміст операції	Технологічна база	Схема базування	Устаткування
1	2	3	4	5
005	Токарно-гвинторізна: підрізати торець 1 напрохід, точити поверхню 3 чорнове, центрувати торець 1	Зовнішня поверхня 9 (рис. 1)		Токарно-гвинторізний верстат мод. 1К62
	Переустановити, підрізати торець 7 напрохід, точити поверхню 5 чорнове, центрувати торець 7	Зовнішня поверхня 9 (рис. 1)		

010	Токарно-гвинторізна: точити поверхні 3 і 5 чистове, точити фаски 2 і 6.	Вісь деталі (рис. 1)		Токарно-гвинторізний верстат мод. 1К62
015	Вертикально-фрезерна: Фрезерувати поверхні 4 і 10	Вісь деталі, поверхня 3 (рис. 1)		Вертикально-фрезерний верстат мод. 6Р11
020	Вертикально-свердлувальна: Свердлити, зенкувати, розгорнути отвір 8.	Поверхні 9, 10 (рис. 1)		Вертикально-свердлувальний верстат мод. 2А135
025	Контрольна: Перевірити відповідність розмірів і якості деталі технічним вимогам креслення			Стіл контролера ОТК

ДОДАТКИ

Таблиця 1

Значення шорсткості при різних допусках розміру і форми виробу

Допуск розміру по квалітетам	Допуск форми, %, по допускам розміру	R _a , мкм, не більш, при номінальних розмірах, мм			
		до 18	понад 18 до 50	понад 50 до 120	понад 120 до 500
IT3	100	0,2	0,4	0,4	0,8
	60	0,1	0,2	0,2	0,4
	40	0,05	0,1	0,1	0,2
IT4	100	0,4	0,8	0,8	1,6
	60	0,2	0,4	0,4	0,8
	40	0,1	0,2	0,2	0,4
IT5	100	0,4	0,8	1,6	1,6
	60	0,2	0,4	0,8	0,8
	40	0,1	0,2	0,4	0,4
IT6	100	0,8	1,6	1,6	3,2
	60	0,4	0,8	0,8	1,6
	40	0,2	0,4	0,4	0,8
IT7	100	1,6	3,2	3,2	3,2
	60	0,8	1,6	1,6	3,2
	40	0,4	0,8	0,8	1,6
IT8	100	1,6	3,2	3,2	3,2
	60	0,8	1,6	3,2	3,2
	40	0,4	0,8	1,6	1,6
IT9	100,60	3,2	3,2	6,3	6,3
	40	1,6	3,2	3,2	6,3
	25	0,8	1,6	1,6	3,2
IT10	100, 60	3,2	6,3	6,3	6,3
	40	1,6	3,2	3,2	6,3
	25	0,8	1,6	1,6	3,2
IT11	100, 60	6,3	6,3	12,5	12,5
	40	3,2	3,2	6,3	6,3
	25	1,6	1,6	3,2	3,2
IT12	100, 60	12,5	12,5	25	25
	IT13	40	6,3	6,3	12,5
IT14	100, 60	12,5	25	50	50
	IT15	40	12,5	25	25
IT16	100, 60	25	50	100	100
	IT17	40	25	50	50

Примітка. Якщо відносний допуск форми менше значення, зазначеного, то слід призначати не більше 0,15 T_ф (T_ф - допуск форми).

Шорсткість поверхні при різних методах обробки

Обробка	Ra , мкм
<i>Зовнішні поверхні обертання</i>	
обточування:	
чорнове	12,5...50
напівчисте	3,2...12,5
чистове	0,8... 2,5
тонке	0.1...0,8
шліфування:	
попереднє	1...2.5
чистове	0,2...1,25
тонке	0,05...0,25
Суперфінішування	0,032...0,28
Полірування	0,008...0,08
Притирання	0,01...0,11
Обкатування і вигладжування	0,03...2,0
Вібробкатування	0,063...1,60
Електромеханічна	0,02...1,60
Магнітно-абразивна	0,02...1,60
<i>Внутрішні поверхні обертання</i>	
Свердління і розсвердлювання	3,2...12,5
Зенкування:	
чорнове	3,2...6,3
чистове	1,25...3,2
Розгортання:	
чорнове	1,25...2,5
чистове	0,63...1,25
тонке	0,32...0,63
Протягування:	
чорнове	1,25...3,2
чистове	0,32...1,25
Розточування	
чорнове	6,3...12,5
напівчисте	1,6...6,3
чистове	0,8...2,0
тонке	0,2...0,8
Шліфування:	
попереднє	1,6...3,2
чистове	0.32...1,60
тонке	0,08...0,32

Продовження табл.

Обробка	R_a мкм
Хонінгування: попереднє чистове тонке	1,25...3,2 0,25...1,25 0,04...0,25
Притирання	0,02...0,16
Розкочування і випрасовування	0,05...2
Вібродозкочування	0,063...1,6
<i>Плоскі поверхні</i>	
Торцеве фрезерування: чорнове чистове тонке	3,2...12,5 1...4 0,32...1,25
Циліндричне фрезерування: чорнове чистове тонке	3,2...12,5 0,8...3,2 0,2...1
Стругання: чорнове чистове тонке	25...50 1,6...6,3 0,32...1,6
Торцеве точіння: чорнове чистове тонке	25...50 1,6...6,3 0,32...1
Простягання: чорнове чистове	1...3,2 0,32...1,25
Шліфування: попереднє чистове тонке	1,6...4 0,32...1,6 0,08...0,32
Шабрення від себе: $Z=20...10$ $Z=30...20$	1,6...6,3 0,63...2,5
Шабрення на себе: $A_c=40...60\%$ $A_c=60...80\%$	0,032...1,0 0,1...0,4
Накочення роликками і кульковими голівками	0,1...2
Вібронакочення	0,16...2,5
Притирання	0,02...0,1

Закінчення табл.

Обробка	R_a , мкм
<i>Бічні поверхні шліців</i>	
Шліце-фрезерування: попереднє	6,3... 12,5
чистове	1,25...4
Шліце-стругання	1...2,5
Шліце-протягування	0,8...1,6
Шліфування: попереднє	1,6...3,2
остаточне	0,4... 1,25
Накочення шліців	0,8...1
Обкатування шліців	0,32... 1
<i>Бічні поверхні зубів</i>	
Зубонарізування фрезами: модульними	6,3...12,5
черв'ячними	3,2...6,3
Зубонарізування долб'яками	1,6...3,2
Протягування	0,8...1,6
Накочення	0,8...2
Шевінгування	0,63... 1,25
Шліфування	0,5...1,25
Обкатування	0,32...1
Притирка	0,1...0,5
<i>Бічні поверхні різьблення</i>	
Нарізання: різцями та гребінками	1,6...3,2
мітчиками, плашками і голівками, що самоозкри- ваються	1,6...3,2
Фрезерування: попереднє	1,6...3,2
остаточне	0,5...2
Накочення і розкочування різьблення	0,5...1,25

Таблиця 3

Графічні позначення опор, затисків і настановних пристроїв

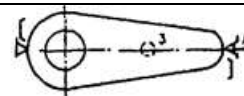
Найменування	Позначення на видах		
	Спереду	Зверху	Знизу
Центри: нерухомий що обертається плаваючий		без позна- чення	без позна- чення
Патрони двох-, трьох-, чотирьох кулачкові (кількість кулачків вказують цифрою справа)			
Патрони повідкові			
Патрони і оправки кулькові			
Оправка циліндрична			
Оправка конічна			
Оправка цангова			
Опори і люнети: нерухомі рухомі			
Затиски: одиначний подвійний			

Таблиця 4

Приклади виконання схем установок деталей

Опис способу установки	Схема позначення
З нерухомим та центром, що обертається, в повідковому патроні і у нерухомому люнеті	
У трьох кулачковому патроні з пневматичним затиском і центрі, що обертається з упором у борт	
На оправках: а) - цанговій з упором у торець; б) циліндричній з упором у торець і гідро затиском	

В лещатах з призматичними губками і пневматичним затиском з опорою на площину



Паспортні дані верстатів

1. Токарні верстати

В чисельнику — частота обертання шпинделя, об/хв, в знаменнику — найбільший допустимий момент на шпинделі, Нм.

Номер ступеню	1A62, 1A62Б, 1A62Г	1B62Г	1K62	16K20	1A616
1	11,5/1200	10/1100	12,5/1300	12,5/1300	11/580
2	14,5/1200	12,5/1100	16/1300	16/1300	18/580
3	19/1200	16/1100	20/1300	20/1300	28/580
4	24/1200	20/1100	25/1300	25/1300	45/580
5	30/1200	25/1100	31,5/1300	31,5/1300	56/580
6	37,5/1200	31,5/1100	40/1300	40/1300	71/460
7	46/1200	40/1100	50/1300	50/1300	90/360
8	58/980	50/1100	63/1240	63/1090	112/290
9	76/750	63/994	80/975	80/855	140/230
10	96/590	80/787	100/780	100/670	180/180
11	120/475	100/625	125/620	125/530	224/145
12	150/380	125/501	160/490	160/405	280/117
13	184/310	160/385	200/390	200/380	355/92
14	230/245	200/312	250/310	250/300	450/73
15	305/188	250/250	315/260	315/240	560/66
16	380/148	315/195	400/202	400/180	710/46
17	480/120	400/152	500/154	500/146	900/36
18	600/89	500/125	630/119	630/114	1120/29
19	370/170	400/145	630/125	800/90	1400/23
20	460/134	500/123	800/93	1000/70	1800/18
21	610/94	630/95	1000/70	1250/555	2240/145
22	770/70	800/78	1250/545	1600/418	
23	960/53	1000/55	1600/42		
24	1200/40	1250/47	2000/30		

Моделі верстатів:

1K62

Потужність електродвигуна головного $N_3 = 10$ кВт; ККД верстата $\eta = 0,8$.

Подовжні подачі верстата: 0,070; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,17; 0,195; 0,21; 0,23; 0,26; 0,28; 0,30; 0,34; 0,39; 0,43; 0,47; 0,52;

0,57; 0,61; 0,70; 0,78; 0,87; 0,95; 1,04; 1,14; 1,21; 1,4; 1,56; 1,74; 1,9; 2,08; 2,28; 2,42; 2,8; 3,12; 3,48; 3,8; 4,16.

Поперечні подачі верстата: 0,035; 0,037; 0,042; 0,048; 0,055; 0,06; 0,065; 0,07; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,17; 0,195; 0,21; 0,23; 0,26; 0,28; 0,30; 0,34; 0,39; 0,43; 0,47; 0,52; 0,57; 0,6; 0,7; 0,78; 0,87; 0,95; 1,04; 1,14; 1,21; 1,4; 1,56; 1,74; 1,9; 2,08; 1,14; 1,21; 1,4; 1,56; 1,74; 1,9; 2,08.

Найбільше зусилля, що допускається механізмом подовжньої подачі, - 3600 Н, поперечної подачі - 5500 Н.

2. Свердлильні верстати

Параметри	Вертикально - свердлильний			
	Моделі верстатів			
	2Н118	2Н125	2А135	2Н150
Найбільший діаметр отвору в заготовці із сталі, мм	18	25	35	50
Розмір конусу шпинделя (Морзе №)	2	3	4	5
Частота обертання шпинделя, хв. ⁻¹	180; 250; 350; 500; 700; 1000; 1400; 2000; 2800	45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; 1400; 2000	42; 60; 87; 122; 173; 250; 338; 482; 696; 975; 1390; 2000	22; 32; 45; 63; 89; 123; 176; 248; 350; 493; 645; 980;
Подача, мм/об	0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56	0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6	0,1; 0,13; 0,17; 0,22; 0,28; 0,38; 0,5; 0,63; 0,82; 1,05; 1,4	0,05; 0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6; 2; 2,24
Максимальна осьова сила різання, Н	5600	9000	16000	23500
Максимальний крутний момент, Нм	88	250	400	800
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	1,5	2,8	6,0	7,5
ККД приводу верстата	0,8	0,8	0,8	0,8

3. Фрезерні верстати

- **Вертикально-фрезерний верстат 6P11.**

Робоча поверхня столу 250 x 1000 мм. Потужність електродвигуна приводу головного руху $N = 5,5$ кВт, ККД верстата $\eta = 0,8$. Частота обертання шпинделя, хв^{-1} : 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600. Повздовжні подачі столу, мм/хв.: 35; 45; 55; 65; 85; 115; 135; 170; 210; 270; 330; 400; 530; 690; 835; 1020. Найбільше зусилля, що допускається механізмом подачі столу, $P = 10$ кН.

- **Вертикально-фрезерний верстат 6P12.**

Робоча поверхня столу 320 x 1250 мм. Потужність електродвигуна приводу головного руху $N = 7,5$ кВт, ККД верстата $\eta = 0,7$. Частота обертання шпинделя, хв^{-1} : 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600. Повздовжні подачі столу, мм/хв.: 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250. Найбільше зусилля, що допускається механізмом подачі столу, $P = 15$ кН.

- **Вертикально-фрезерний верстат 6P13.**

Робоча поверхня столу 400 x 1600 мм. Потужність електродвигуна приводу головного руху $N=11$ кВт, ККД верстата $\eta = 0,8$. Частота обертання шпинделя, хв^{-1} : 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600. Подачі столу повздовжні і поперечні, мм/хв.: 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250. Найбільше зусилля, що допускається механізмом подачі столу, $P = 15$ кН.

- **Горизонтально-фрезерний верстат 6H82Г.**

Робоча поверхня столу 320 x 1250 мм. Потужність електродвигуна головного руху $N = 7$ кВт, ККД верстата $\eta = 0,75$. Число швидкостей - 18. Частота обертання шпинделя, хв^{-1} , 30,5-1600. Число подач - 18. Межі подачі столу, мм/хв.: повздовжніх 30-1500; поперечних 30-1500; вертикальних 8-400.

- **Універсальний горизонтально-фрезерний верстат 6П80.**

Робоча поверхня столу 200 x 800 мм. Потужність електродвигуна головного руху $N = 2,8$ кВт, ККД верстата $\eta = 0,5-0,85$. Прийняти $\eta = 0,75$. Найбільший кут повороту столу в градусах ± 45 . Число швидкостей - 12. Частота обертання шпинделя, хв^{-1} : 50, 71, 100, 140, 200, 280, 400, 560, 800, 1120, 1600, 2240. Число подач - 12. Подачі столу, мм/хв.: повздовжні: 22,4; 31,5; 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; поперечні: 16; 22,4; 31,5; 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 700; вертикальні: 8; 11,2; 16; 22,4; 31,5; 45; 63; 90; 125; 180; 260; 355.