

**Національний університет "Чернігівський
колегіум" імені Т.Г. Шевченка**

ННІ професійної освіти та технологій

**Кафедра
технологічної освіти
та інформатики**

О.М. ШУЛЬГА

С.О. СКРИПКО

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ПРАКТИЧНИХ РОБІТ
З КУРСУ
МЕХАНІЧНА ОБРОБКА МЕТАЛІВ**



Чернігів 2025

УДК 621.7.01/.09.669.01 (072)

Рецензенти:

В.Г. Гетта – кандидат пед. наук, професор кафедри технологічної освіти та інформатики Національного університету "Чернігівський колегіум" імені Т.Г.Шевченка;

Ю.С. Кулінка – кандидат пед. наук, доцент, декан факультету педагогічної освіти Криворізького державного педагогічного університету.

Шульга О.М., Скрипко С.О.

Ш95 Методичні рекомендації до практичних робіт з курсу «Механічна обробка металів». – Чернігів: **Національний університет "Чернігівський колегіум" імені Т.Г. Шевченка**, 2025. – 67с.

Методичні рекомендації з курсу «**Механічна обробка металів**» призначені для студентів, що навчаються на факультетах та інститутах за спеціальністю 015.38 Професійна освіта (Транспорт).

Методичні рекомендації включають в себе основні практичні роботи які передбачені навчальною програмою. Вони містять в собі як теоретичні матеріали необхідні для вивчення курсу, так і вказівки до виконання практичних робіт та створення проектів, а також зразки оформлення технічної документації.

Рекомендації були розроблені з урахуванням сучасних тенденцій розвитку механічної обробки металів та методики викладання технічних дисциплін, та дає можливість використання їх в умовах змішаного та дистанційного навчання.

| | |
|---|----|
| Зміст | |
| Практична робота №1 Будова токарно-гвинторізного верстат | 4 |
| Практична робота №2 Токарні різці. Геометрія типи та призначення | 11 |
| Практична робота №3 Складання технологічного процесу механічної обробки заготовки | 20 |
| Практична робота №4 Обробка зовнішніх циліндричних поверхонь, відрізання заготовок та підрізання торцевих поверхонь | 24 |
| Практична робота №5 Обробка та виготовлення отворів осьовим інструментом. Розточування отворів різцями | 27 |
| Практична робота №6 Способи обробки зовнішніх конічних поверхонь | 32 |
| Практична робота №7 Нарізання різьби зовнішньої та внутрішньої | 39 |
| Практична робота №8 Робота на фрезерних верстатах | 45 |
| Практична робота №9 Загальні відомості про фрези | 50 |
| Практична робота №10 Фрезерування зовнішніх плоских поверхонь | 54 |
| Практична робота №11 Відрізання та розрізання заготовок | 59 |
| Зразки технологічних карток | 63 |
| Література | 66 |

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

Будова токарно-гвинторізного верстата

Мета роботи: Ознайомлення з будовою верстата та формування навичок управління токарно-гвинторізним верстатом.

Знати: Будову верстата та розташування його частин. Пристосування для закріплення заготовок.

Вміти: Включити верстат, переключати коробку швидкостей, закріплювати заготовку на верстаті, встановлювати величину подачі, працювати лімбами.

Обладнання: Токарно-гвинторізний верстат, пристосування до нього, штангенциркуль, лінійка.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Металорізальним верстатом називається машина, призначена для придання оброблюваній заготовці певної форми, розмірів, чистоти обробленої поверхні шляхом зняття стружки тим чи іншим металорізальним інструментом. На верстатах токарної групи виконується обробка різних деталей машин та механізмів, які мають переважно форму тіл обертання. При виготовленні цих деталей основним інструментом є різці різних типів. Крім різців також використовуються свердла, зенкери, розвертки, мітчики, плашки, ролики для рифлення та ін. Токарні верстати призначені для чорнової, напівчистої та чистої обробки точінням деталей які являють собою тіла обертання.

Не дивлячись на різноманітність типів, конструкцій та розмірів верстатів токарної групи, вони мають загальні вузли та деталі, які ми розглянемо на прикладі сучасного токарно-гвинторізного верстата 16К20 який широко використовується у нашій державі та за її межами виробництва московського верстатобудівного заводу «Красний пролетарій» ім. А.І Єфремова.

Основними вузлами токарно-гвинторізного верстата являються: станина, передня бабка, коробка швидкостей, супорт, задня бабка, гітара змінних зубчатих коліс, коробка подач, ходовий гвинт, ходовий валик, опорні тумби (рис.1.1.)

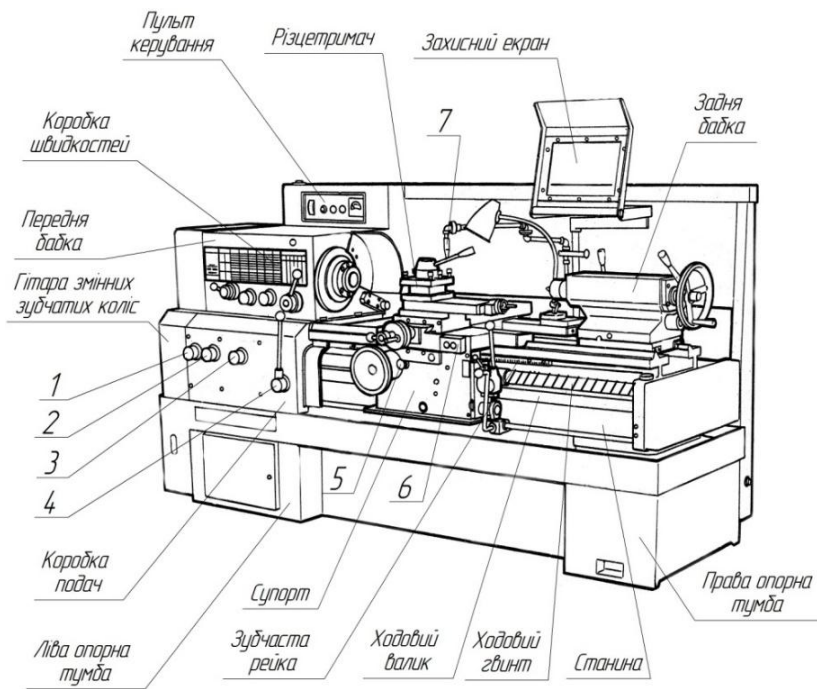


Рис. 1.1. Будова токарно-гвинторізного верстату 16К20

(1,2,3 – ручки управління коробкою подач, 4 – ручка включення обертання шпинделя, 5 – маховичок повздожнього переміщення слупорта, 6 – кнопка включення електродвигуна верстата, 7 – подача охолоджуючої рідини)

ТРИКУЛАЧКОВИЙ САМОЦЕНТРИВНИЙ ПАТРОН

Найбільше розповсюдження на токарно-гвинторізних верстатах отримав *трикулачковий самоцентрівний патрон*.

В корпусі цього патрона закладена стальна конічна шестерня на зворотній стороні якої нарізана спіральна канавка(спіраль Архімеда). На кулачках патрона зроблено декілька виступів, які входять до спіральної канавки шестерні. При обертанні однієї з трьох шестерень за допомогою ключа (квадратний хвостовик якого заходить в такий же отвір в торці шестерні) обертається шестерня. Під дією спіралі, нарізаної на зворотній стороні цієї шестерні, кулачки будуть переміщуватись у пазах корпуса патрона, що і потрібно для

закріплення деталі циліндричної, або багатогранної з кількістю граней кратне трьом, при цьому вісь деталі буде співпадати з віссю обертання шпинделя.

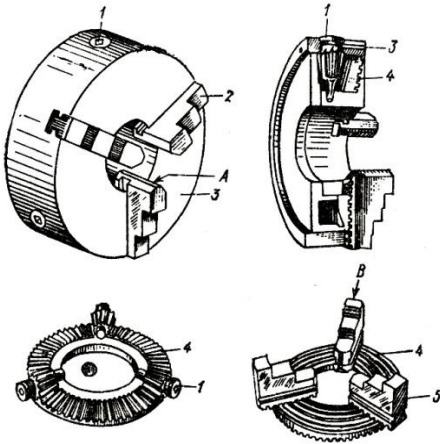


Рис.1.2. Трикулачковий самоцентрівний патрон

(1 – конічна шестерня з гніздом під ключ, 2 – прямі кулачки, 3–стопорний гвинт конічної шестерні, 4 – конічний диск зі спіральною різьбою, 5 – зворотні кулачки).

Патрон який ми розглядаємо має два комплекти кулачків. Один з цих комплектів (кулачки *A*) використовують для закріплення деталі за зовнішню (невеликого діаметра) та за внутрішню поверхні, а другий (кулачки *B*) – за її зовнішню поверхню (деталей більшого діаметра). Для правильного встановлення кулачків у патрон (щоб всі зійшлися до центра), треба з’ясувати їх номери. Першим встановлюється кулачок у якого менший захід, ще треба не забувати що кожен кулачок має свій паз у корпусі і має номер на торці паза, якщо номери нема – топерший кулачок встановлюють проти нульового гнізда шестерні.

ЧОТИРИКУЛАЧКОВИЙ ПАТРОН З НЕЗАЛЕЖНИМ ПЕРЕМІЩЕННЯМ КУЛАЧКІВ

Він призначений для закріплення заготовки неправильної форми. Відрізняється від трьохкулачкового тим що кожен його кулачок переміщується незалежно, та може бути як прямим так і зворотнім.

На передній стороні патрона нанесені кругові риски на відстані 10-15 мм одна від одної. Користуючись цими рисками, можна швидко встановити всі кулачки на однакову відстань від центра патрона. Певний недолік чотирьохкулачкового патрона полягає в тому що треба довго проводити перевірку закріплених в них деталей.

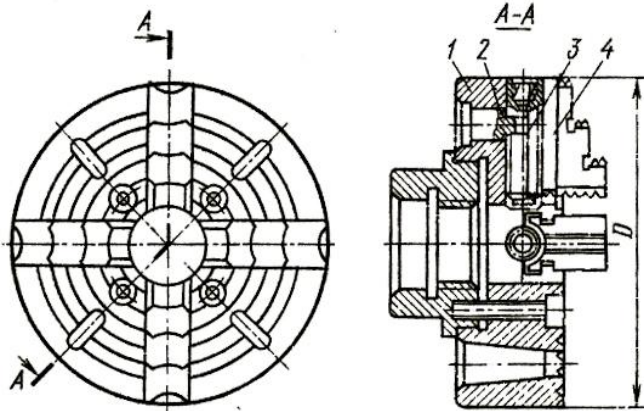


Рис. 1.3. Чотирьохкулачковий патрон
 (1 – корпус, 2 – гайка кулачка, 3 – гвинт переміщення кулачка, 4 – кулачок)

ПЛАНШАЙБА

Призначена для закріплення плоских деталей за допомогою гвинтів, змінних накладок чи прихватів, а центрують за допомогою індикаторних центрошукачів. Перевага перед іншими пристосуваннями полягає в тому, що на планшайбі відсутнє встановлення плоскої заготовки у площині обертання. Робоча поверхня планшайби може бути виконана з радіальними чи концентричними пазами.

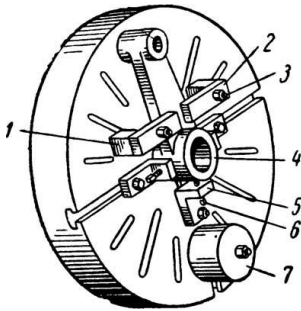


Рис. 1.4. Планшайба

(1 – підставка прихвату,
2 – прихват, 3 – гвинт
прихвата,
4 – деталь, 5 – направляючий
кутник, 6 – гвинт регулювання,
7 – балансир)

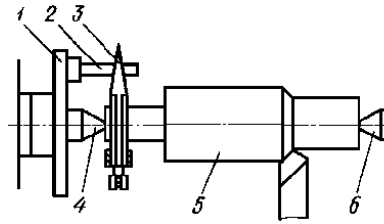


Рис. 1.5. Повідковий патрон

(1 – планшайба, 2 – водило,
3 – повідок, 4 – глухий центр
шпинделя, 5 – заготовка,
6 – центр задньої бабки)

ПОВІДКОВИЙ ПАТРОН

Для обробки заготовок типу ваякі повинні мати соосність по всій своїй довжині використовують повідковий патрон (рис 1.5.). Спочатку у заготовки торцюють та центрують з обох сторін. В якості затискного пристосування використовують передній опорний центр(4)який встановлюють в шпиндель верстата, та в задній обертовий центр(6) який закріплюють в піноль задньої бабки. Передній центр обертає заготовку(5) за рахунок сил тертя між центром та отвором заготовки, але сила різання при роботі перевищить силу тертя і заготовка зупиниться обертатися, що приведе до поламки різця і пошкодження заготовки. Для передачі обертання від шпинделя до заготовки встановленої у центри використовують різні повідкові пристосування.

Планшайба (1) яка закріплена на шпинделі має паз або водило(2), тому повідок (3) бувають з прямими хвостовиками або з відігнутими. В цілях безпеки використовують планшайби з захисним кожухом під яким захований повідок. Щоб не пошкодити поверхню заготовки болтом хомутика на неї вдягають розрізну втулку. Обробивши одну частину деталі яка знаходиться ближче до задньої бабки її розвертають, пере закріплюють і оброблюють з іншої сторони. При перестановках вісь деталі буде знаходитись між центрами і загальною для всієї деталі.

ЛЮНЕТИ РУХОМІ ТА НЕРУХОМІ

При обробці заготовок у яких довжина яка виступає з патрона складає 12-15 діаметрів та більше, в якості допоміжної опори використовують люнети рухомі та нерухомі.

Нерухомий люнет закріплюють на станині верстата та закріплюють планкою за допомогою гвинта та гайки. Верхня частина люнета може бути суцільна чи відкидна що дозволяє знімати чи встановлювати заготовку на кулачки чи ролики які служать опорою для оброблюваної заготовки та піджимаються до заготовки гвинтами.

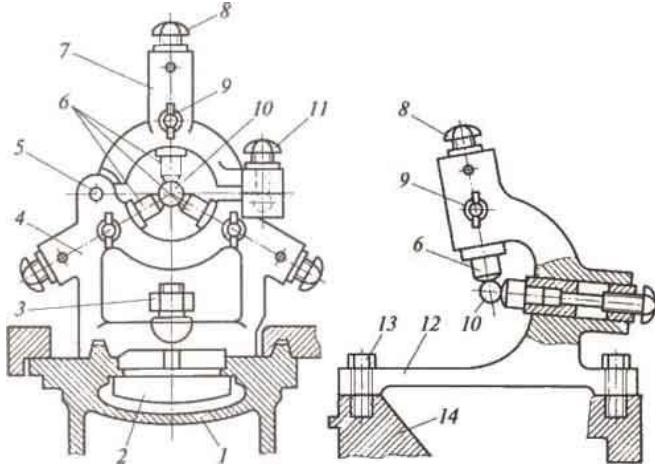


Рис. 1.6. Люнети (нерухомий та рухомий)

(1 – станина, 2 – притискач, 3 – гайка притискача, 4 – корпус, 5 – шарнір верхньої кришки, 6 – кулачки, 7 – кришка, 8 – гвинт регулювання, 9 – фіксатор кулачка, 10 – заготовка, 11 – фіксатор кришки, 12 – корпус, 13 – болт кріплення, 14 – повздовжній супорт)

Рухомий люнет закріплюється на каретку супорта та переміщується при обробці вздовж заготовки. Рухомий люнет має два кулачки, які служать опорою для заготовки; третьою опорою виступає різець.

Хід роботи

1. З'ясуйте теоретичні питання теми практичної роботи.
2. Ознайомитись з будову та призначення токарно-гвинторізного верстата.
3. Оволодіти прийомами роботи при налагодженні верстата до роботи.

4. Дати відповіді на питання до практичної роботи.
5. Скласти звіт про роботу.

Зміст звіту

Звіт про виконану роботу повинен вмщувати:

1. Короткі теоретичні відомості про будову та призначення токарно-гвинторізного верстата, виконати вправи по управлінню верстатом.
2. Визначити модель верстата та розшифрувати її позначення.
3. Показати на верстаті: станину, передню бабку, коробку швидкостей, коробку подач, гітара змінних зубчастих коліс, задню бабку, супорт та його частини, ходовий вал, ходовий гвинт, опорні тумби. Пояснити призначення кожної частини та механізмів.
4. Налаштувати верстат на певну частоту обертання шпинделя: включити верстат, повторити дії 2-3 рази встановлюючи різні частоти обертання.
5. Встановити певну величину подачі, повторити дії 2-3 рази встановлюючи кожен раз різну величину подачі.
6. Дати відповіді на питання до практичної роботи.
7. Висновки.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Де використовують ТГВ ?
2. З яких вузлів складається ТГВ?
3. Розказати про будову передньої бабки.
4. Розказати про призначення задньої бабки.
5. Пояснити призначення супорта?
6. За допомогою яких механізмів здійснюється подача супорта?
7. Для чого служить фартух супорта?
8. Які пристосування використовують для закріплення деталей на токарних верстатах.
9. Розказати будову трикулачкового самоцентрівного патрона.

ЛІТЕРАТУРА.

1. Практикум у навчальних майстернях: навчально-методичний посібник / П. Буянов, М. Корець, В. Подольський, О. Рогозіна, С. Сивашенко, Ю. Силохін. – Донецьк: Юго-Восток, 2011. – 297 с.
2. Ревнівцев М. Режими різання на металообробних верстатах у машинобудуванні: навч. посіб. / М.П. Ревнівцев, Н.П. Паршина – К.: АСК, 2006. – 416с.
3. Боровков Ю.О., Лагорнев С.П., Черепашенець Б.А. Технічний довідник вчителя праці. – К.: Рад.шк., 1985.-198с
4. Матеріалознавство та обробка металів / [Кондратюк С. Є., Кіндрачук М.В., Степаненко В.О., Москаленко Ю.Н.]. – Київ: Вікторія, 2000. – 385 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

Токарні різці. Геометрія типи та призначення

Мета роботи: Вивчити типи та види токарних різців та їх сферу застосування. Способи установки на верстатах. Геометричні особливості різних типів різців.

Знати: Типи різців та визначати їх по зразку. Способи встановлення у різцетримач.

Вміти: Вибрати різець для виконання певного виду робіт. Правильно встановити його у різцетримач.

Обладнання: Токарно-гвинторізний верстат, різного типу різці, пластини для встановлення різців, шаблони для заточування різців.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Різці є основним видом інструмента який використовують на токарних верстатах для виконання самих різноманітних робіт. Різець складається з головки та державки (тіло) див мал.1. Головка виконує роботу різання і є найбільш важливою частиною різця. Державка служить для закріплення різця у різцетримач та має круглий, квадратний чи прямокутний переріз.

На рисунку 2.1 показано прохідний токарний різець. На його головці розрізняють: передню поверхню, по якій сходить стружка під час точіння, головну задню поверхню яка повернута до поверхні

різання заготовки та допоміжну задню поверхню яка повернута до обробленої поверхні заготовки.

При перетині передньої та головної ріжучих кромки утворюється лінія яку називають головною ріжучою кромкою, при перетині передньої та допоміжної задньої поверхні утворюється допоміжна ріжуча кромка. Перетин головної та допоміжної ріжучих кромки утворює вершину різця. З метою підвищення стійкості різця його вершину роблять не гострою, а закруглюють по радіусу, чи роблять допоміжну прямолінійну ріжучу кромку, яка називається перехідною.

Взаємне розташування поверхонь відносно одне до одного визначається кутами різця. Величину кутів вибирають в залежності від типу різця, оброблюваного матеріалу та матеріалу ріжучої частини різця, умов роботи.

Для відліку кутів введені вихідні площини: основна площина, площина різання, головна та допоміжна січна площина.

Основною називається площина, яка проходить через нижню опорну частину різця і завжди горизонтальна.

Площиною різання називається площина, яка проходить через головну ріжучу кромку по дотичній до поверхні різання заготовки, (коли різець встановлений по центру заготовки, площина різання перпендикулярна основній площині).

Площина яка перетинає головну ріжучу кромку та перпендикулярна проєкції цієї кромки на основну площину, називається головною січною площиною. Площина, перпендикулярна проєкції допоміжної ріжучої кромки на основну площину, називається допоміжною січною площиною.

Всі токарні різці розділяються на шість типів. Першим та самим розповсюдженим типом є:

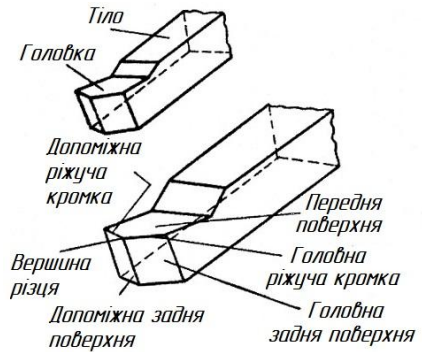


Рис. 2.1. Будова токарного різця

ПРОХІДНІ РІЗЦІ

Прохідні різці використовуються для зовнішнього циліндричного та конічного точіння та деяких допоміжних видів токарних робіт. По перше в залежності від напрямку подачі прохідні різці бувають праві та ліві (рис.2.2) а по конструкції державки прямі та відігнуті. Щоб визначити правий чи лівий різець потрібно на різець накласти руку таким чином щоб чотири пальці були направлені до головки різця а великий відігнутий співпадав з напрямком подачі, якщо ці умови виконуються тоді яка рука (права чи ліва) такий і різець. Види прохідних правих різців показано на (рис 2.3)

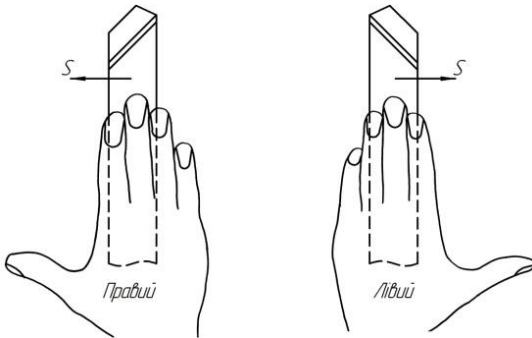


Рис. 2.2. Правий та лівий прохідні різці

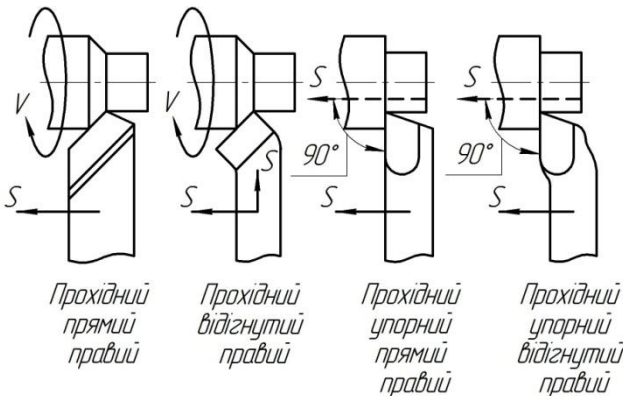


Рис. 2.3. Види прохідних різців

Прохідні різці використовують з ріжучою частиною з швидкоріжучих сталей, металокерамічних сплавів та мінералокерамічних сплавів. Прохідні різці виготовляють з стандартними кутами у плані ϕ які дорівнюють 90° , 75° , 60° , 45° , та в

деяких випадках 30° . Допоміжний кут у плані ϕ_1 може коливатися в межах від 10° - 45° . Прохідні різці у яких кут у плані дорівнює 90° називається упорним. Такими різцями дуже зручно обробляти зовнішні циліндричні поверхні та підрізати уступи. Упорні різці використовують також при обточуванні довгих нежорстких валів (відношення довжини до діаметра $\frac{l}{d} \geq 12$).

Такі різці викликають менший прогин заготовки. Прохідні різці встановлюють у різцетримач таким чином, щоб його вершина була розташована на рівні вісі центрів, а для чистової обробки допускається на $0,1$ - $0,2$ мм вище вісі центрів. Це робиться за допомогою підкладок із м'якої сталі. Кількість прокладок повинно бути мінімальним, а основа різця повинна опиратися на підкладку всією поверхнею. Виліт різця з різцетримача не повинен перевищувати $1,5$ висоти державки різця.

ПІДРІЗНІ РІЗЦІ

Призначені для підрізання торцевих поверхонь та уступів. До торцевих поверхонь висувають слідуючи вимоги: плоскість (відсутність випуклості та вгнутості), перпендикулярність до осі, паралельність площин уступів між собою.

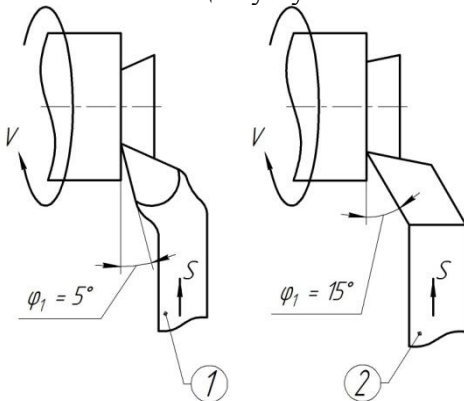


Рис. 2.4. Види підрізних різців

(1 – різуча частина з металокерамічного твердого сплаву,
2 – різуча частина з швидкоріжучої сталі)

Перед обробкою торцевих площин заготовки закріплюють таким же чином що і при обробці зовнішніх циліндричних поверхонь, але виліт

заготовки повинен бути мінімальним так як на заготовку діє в основному радіальна складова сили різання.

ВІДРІЗНІ ТА ПРОРІЗНІ РІЗЦІ

В сучасній металообробці використовують відрізні різці оснащені пластинами твердого металокерамічного сплаву. Ріжуча кромка такого різця як правило перпендикулярна до вісі головки різця. Довжина ріжучої кромки визначає глибину різання відрізного різця, і чим вона більша тим більше навантаження на заготовку і різець. Так як головка відрізного різця тонка то тепловідвід із зони різання погіршений, тому режими різання (швидкість та подача) при відрізанні повинні бути зменшені у два рази, по зрівнянню з зовнішнім циліндричним точінням.

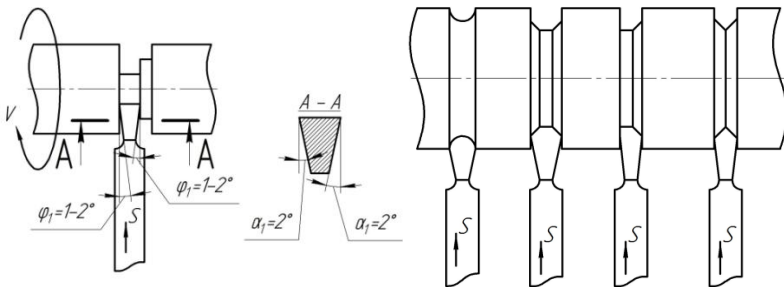


Рис. 2.5. Відрізнi та прорiзнi рiзцi

Для підвищення чистоти поверхні, яку отримують після відрізання, на задніх допоміжних поверхнях роблять фаски шириною 1-2мм.

Допоміжні кути у плані ϕ_1 у відрізнних різців роблять 1-2°. Головний задній кут α у відрізнних різців роблять до 12°; допоміжні задні кути α_1 приймають біля 2°.

Відрізнні різці потрібно встановлювати точно по лінії центрів верстата. Відомо що, при встановленні різця нижче лінії центру передній кут зменшується (дивись рис.1.3), тиск стружки на різець збільшується тому немццний відрізнний різець може зламатися.

РОЗТОЧУВАЛЬНІ РІЗЦІ

Для розточування отворів у заготовках використовують два види розточувальних різців, для наскрізних та глухих отворів, які відрізняються один від одного геометричними параметрами.

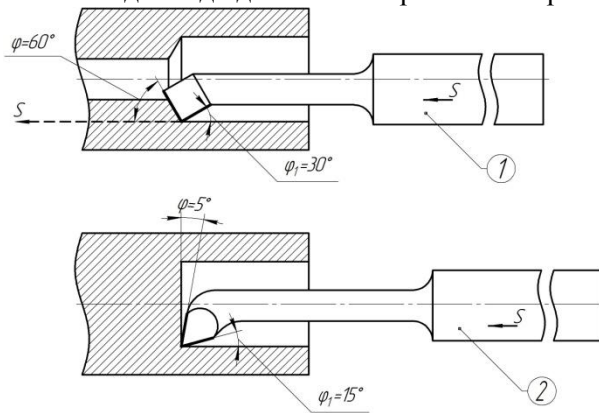


Рис. 2.6. Види розточувальних різців
(різець для наскрізних(1) та глухих(2) отворів)

Розточування використовується в таких випадках:

1. Коли свердління розсвердлювання чи зенкерування не забезпечують необхідної точності.
2. При необхідності забезпечити прямолінійність вісі отвору та точність її розташування відносно інших поверхонь.
3. При відсутності свердла чи зенкера необхідного діаметру.
4. При необхідності обробити отвір, діаметр якого перевищує найбільші розміри свердел чи зенкерів.
5. При невеликій довжині отвору.
6. При виготовленні глухого отвору.
7. При виготовленні конічного отвору.

РІЗЬБОВІ РІЗЦІ

Нарізання різьби різьбовими різцями самий універсальний спосіб виготовлення різьби який забезпечує виготовлення різьби різних видів у широкому діапазоні діаметрів, кроків, та оброблюваних матеріалів. При цьому способі обробки можна досягти високої точності, а особливо взаємного розташування вісі виготовлюваної різьби відносно інших циліндричних та торцевих поверхонь деталі. Для

точіння різьби використовують простий інструмент – різець, гребінку, чи комплект різців.

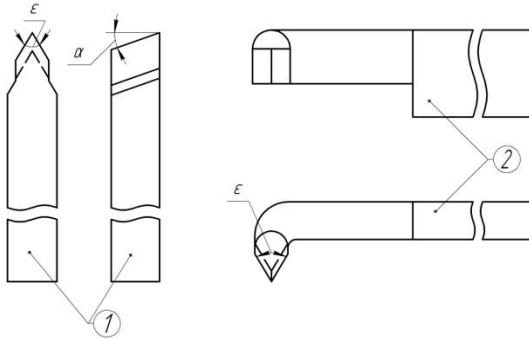


Рис. 2.7 Види різьбових різців

(1 – для зовнішньої різьби, 2 – для внутрішньої різьби)

Заготовку закріплюють у патроні чи в центрах токарного верстата, а інструмент встановлюють на супорт та надають рух подачі, на глибину та паралельно вісі. Подача вздовж вісі дорівнює кроку різьби. Різець встановлюється за допомогою шаблона відносно проточеної заготовки чи пінолі задньої бабки.

Точіння успішно використовується при точінні багатходових різьб. Після обробки кожної гвинтової канавки ділення на послідуочий захід здійснюється трьома способами.

Точіння внутрішньої різьби не отримало такого розповсюдження як точіння зовнішньої, внаслідок консольного закріплення ріжучої частини інструмента, важко нарізати різьби великої довжини та невеликого діаметра до 20мм.

ФАСОННІ РІЗЦІ

Поверхня називається фасонною, коли вона утворена криволінійними твірними (опуклими та вгнутими), комбінацією прямолінійних та криволінійних твірних, та тільки прямолінійними твірними які розташовані під різними кутами до вісі обертання.

Обробка фасонних поверхонь *фасонним різцем* здійснюється коли ріжуча кромка співпадає з криволінійним чи ступінчастим профілем оброблюваної поверхні. Простий різець для обробки фасонних поверхонь часто називають *стерженьовим*. Переваги такого різця простота та низька собівартість. Недоліком являється те, що після

декількох заточувань попередній поверхні пластинка витончується, висота по центру при встановленні зменшується і різець стає непридатним для подальшої роботи. Тому стержньові фасонні різці використовують переважно в випадках одиничного виробництва. В масовому виробництві використовують *призматичні* та *дискові* фасонні різці.

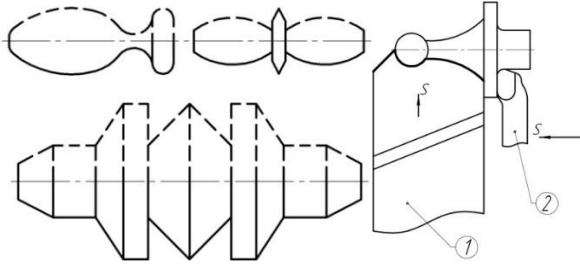


Рис. 2.8. Фасонні(1) тагалтельні(2) різці

Хід роботи

1. З'ясуйте теоретичні питання теми практичної роботи.
2. Ознайомитесь з будову та призначення типами та видами токарних різців.
3. Оволодіти прийомами роботи при заточуванні різців.
4. Дати відповіді на питання до практичної роботи.
5. Скласти звіт про роботу.

Зміст звіту

Звіт про виконану роботу повинен вміщувати:

- 1.Короткі теоретичні відомості про будову та призначення токарних різців.
2. По зразкам ознайомитись з типами та видами токарних різців.
- 3.Провести розподіл різців по типам.
- 4.Показати на різцях поверхні та ріжучі кромки.

5. Визначити та показати головні кути різців.
6. В якій послідовності проводять заточування різців?
7. Як правильно встановити прохідний різець в різцетримач?
8. Дати відповіді на питання до практичної роботи.
9. Висновки.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Які різці використовують для зовнішнього циліндричного та конічного точіння.
2. Для яких видів робіт використовують підрізні різці.
3. З яких матеріалів виготовляють ріжучу частину різців.
4. Як встановлюють заготовку при підрізанні торця та її відрізанні?
5. Від чого залежить ширина відрізного різця?
6. Що таке площина різання та де вона проходить?
7. Як поділяються прохідні різці в залежності від напрямку подачі?
8. Як називаються прохідні різці з кутом $\varphi=90^\circ$?

ЛІТЕРАТУРА

1. Практикум у навчальних майстернях: навчально-методичний посібник / П. Буянов, М. Корець, В. Подольський, О. Рогозіна, С. Сивашенко, Ю. Силохін. – Донецьк: Юго-Восток, 2011. – 297 с.
2. Ревнівцев М. Режими різання на металообробних верстатах у машинобудуванні: навч. посіб. / М.П. Ревнівцев, Н.П. Паршина – К.: АСК, 2006. – 416с.
3. Боровков Ю.О., Лагорнев С.П., Черепашенець Б.А. Технічний довідник вчителя праці. – К.: Рад.шк., 1985.-198с
4. Матеріалознавство та обробка металів / [Кондратюк С. Є., Кіндрачук М.В., Степаненко В.О., Москаленко Ю.Н.]. – Київ: Вікторія, 2000. – 385 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

Складання технологічного процесу механічної обробки заготовки

Мета роботи: Ознайомитись з поняттям технологічний процес та його елементами. Вибір технологічних баз, послідовністю розробки технологічного процесу.

Знати: Що називається технологічним процесом, порядок складання технологічного процесу, розрізняти елементи технологічного процесу.

Вміти: Скласти технологічний процес виготовлення деталі при механічній обробці металів для певної деталі.

Обладнання: Набір креслярського інструменту, плакати, зразки технологічних карток та бланків.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

При розробці технологічного процесу вирішують задачі від яких залежить якість виготовлених деталей, продуктивність обробки, а також і її вартість. Найважливішими з них являються;

- 1) Вибір метода обробки та його послідовність.
- 2) Вибір обладнання, пристосувань та ріжучих інструментів для забезпечення вибраного методу обробки.
- 3) Вибір режимів різання.
- 4) Вибір методів контролю та вимірювальних інструментів для здійснення контролю в процесі виготовлення деталей.

Технологічним процесом називається частина виробничого процесу, пов'язана з послідовною зміною форми, розмірів, якості оброблюваної поверхні заготовки, від моменту надходження заготовки в обробку до виготовлення готової деталі.

Елементами технологічного процесу при обробці деталей різанням є операції, установки, переходи та проходи.

Операція – закінчена частина технологічного процесу обробки заготовки, (сукупності декількох оброблюваних деталей) яка виконується на одному робочому місці (на одному верстаті) безперервно, до переходу до обробки наступної заготовки.

Установка – частина операції, яка виконується при одному незмінному закріпленні заготовки.

Перехід – закінчена частина операції, яка характеризується постійністю оброблюваної поверхні, робочого інструмента та режимів роботи верстата. Одночасну обробку декількох поверхонь деталі,

декількома інструментами вважають за один перехід, але такий перехід називається складним.

Прохід – частина переходу яка здійснюється при одному робочому переміщенні інструмента у напрямку подачі; за один прохід знімають один шар металу. Кількість проходів залежить від припуску на обробку, жорсткості деталі, та вимог до обробленої поверхні.

ПОРЯДОК СКЛАДАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗАГОТОВКИ

Для складання технологічного процесу механічної обробки заготовки необхідно мати креслення деталі з технічними умовами, складальне креслення вузла, в який входить певна деталь відомості про вид та розміри заготовки.

- 1) знайомляться з призначенням деталі;
- 2) вибирають вид заготовки,
- 3) групують переходи в операції та намічають послідовність операцій та переходів;
- 4) складають технологічний маршрут, в якому вказують зміст операцій, установок, переходів, та позначають схематичне зображення переходів;
- 5) вибирають для кожної операції тип верстата, а також пристосування, ріжучі та вимірювальні інструменти;
- 6) вибирають режими роботи, складають розрахунки основного (технологічного) часу, та норм на виконання роботи в цілому.

Технологічний процес складають з врахуванням передових методів праці, досвіду новаторів виробництва та сучасних рівнів технологій, тобто процес повинен забезпечити високу продуктивність праці, високу якість виготовлених деталей та найменшу собівартість.

ЗАГОТОВКИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

Заготовка деталі повинна мати декілька більші розміри ніж готова деталь, тобто передбачається шар металу який знімають при механічній обробці, який називають припуском на обробку. Величина припуску повинна бути найменшою (тобто, заготовка по формі та розмірам повинна нагадувати форму та розмір готової деталі), але при цьому повинно бути забезпечено виготовлення годної деталі.

Величину припуску вибирають по довідниках в залежності від розмірів та способу виготовлення заготовки.

Заготовки деталей виготовляють литтям, ковкою, штампуванням, сваркою, пресуванням, прокат, волочіння. Заготовки бувають металеві та неметалеві. Неметалеві заготовки в основному виготовляють з пластмас (синтетичних речовин органічного походження) методом лиття, пресування чи видавлювання.

До металічних заготовок відносять прокат з сталі та кольорових металів (простих та складних профілів) у вигляді прутків та труб, поковки, листове штампування, відливки.

Більшість деталей типу валів, втулок, шайб та кілець виготовляють з заготовок які поставляють у вигляді округлих, шестигранних та квадратних прутків. Крупні та складні по формі заготовки виготовляють з штучних заготовок, які виготовляють литтям, ковкою чи штамповою.

Хід роботи

1. З'ясуйте теоретичні питання теми практичної роботи.
2. Ознайомитись з правилами складання технологічного процесу
3. Оволодіти теоретичними знаннями по вибору режимів різання
4. Дати відповіді на питання до практичної роботи.
5. Скласти звіт про роботу.

Зміст звіту

Звіт про виконану роботу повинен вміщувати:

1. Короткі теоретичні відомості про послідовність складання технологічного процесу.
2. Вибрати зразок виробу для складання технологічного процесу.
3. Ознайомитися з призначенням деталі.
4. Вибирати вид заготовки.
5. Згрупувати переходи в операції та намітити послідовність операцій та переходів.
6. Вибирати тип верстата, а також пристосування, ріжучі та вимірювальні інструменти.

7. Вибирати режими роботи, скласти розрахунки основного (технологічного) часу, та норм на виконання роботи в цілому.
8. Накреслити технологічну карту виготовлення деталі.
9. Дати відповіді на питання до практичної роботи.
10. Висновки.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Що називається технологічним процесом механічної обробки заготовки?
2. Що таке технологічна операція, перехід та прохід?
3. Що називається установкою?
4. Що таке припуск на обробку?
5. Що таке технологічні бази та правила їх вибору?
6. В якій послідовності здійснюється розробка технологічного процесу?
7. В якій технологічній документації фіксують відомості про технологічний процес виготовлення виробу?

ЛІТЕРАТУРА

1. Практикум у навчальних майстернях: навчально-методичний посібник / П. Буянов, М. Корець, В. Подольський, О. Рогозіна, С. Сивашенко, Ю. Силохін. – Донецьк: Юго-Восток, 2011. – 297 с.
2. Ревнівцев М. Режими різання на металообробних верстатах у машинобудуванні: навч. посіб. / М.П. Ревнівцев, Н.П. Паршина – К.: АСК, 2006. – 416 с.
3. Боровков Ю.О., Лагорнев С.П., Черепашенець Б.А. Технічний довідник вчителя праці. – К.: Рад.шк., 1985.-198с
4. Матеріалознавство та обробка металів / [Кондратюк С. Є., Кіндрачук М.В., Степаненко В.О., Москаленко Ю.Н.]. – Київ: Вікторія, 2000. – 385 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

Обробка зовнішніх циліндричних поверхонь, відрізання заготовок та підрізання торцевих поверхонь

Мета роботи: Навчитись обробляти зовнішні циліндричні поверхні прохідними різцями на токарних верстатах. Відрізати заготовки та підрізати торцеві поверхні.

Знати: Види прохідних різців правила встановлення їх у різцетримач. Види відрізних та підрізних різців та правила їх встановлення.

Вміти: Вибрати різець для виконання певного виду робіт. Правильно встановити його у різцетримач.

Обладнання: Токарно-гвинторізний верстат та пристосування до нього, різці прохідні прохідні-упорні, підрізні та відрізні, пластини для встановлення різців, шаблони для заточування різців, контрольно-вимірвальний інструмент, заточувальний верстат.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Прохідні різці встановлюють у різцетримач таким чином, щоб його вершина була розташована на рівні вісі центрів, а для чистової обробки допускається на 0,1-0,2мм вище вісі центрів. Це робиться за допомогою підкладок із м'якої сталі. Кількість прокладок повинно бути мінімальним, а основа різця повинна опиратися на підкладку всією поверхнею. Виліт різця з різцетримача не повинен перевищувати 1,5 висоти державки різця.

Перед обробкою торцевих площин заготовки закріплюють таким же чином що і при обробці зовнішніх циліндричних поверхонь, але виліт заготовки повинен бути мінімальним так як на заготовку діє в основному радіальна складова сили різання.

Ці різці придатні для обробки відкритих торцевих поверхонь закріплених у патроні без підтримки заднім центром, а також з підтримкою заднім зрізаним центром. Перевагою такого різця – масивність його головки, яка добре поглинає тепло. При обробці деталей, закріплених без підтримки заднім центром, торцеві поверхні повернуті до задньої бабки, можна обробляти прохідними відігнутими різцями, в цьому випадку не міняється головна ріжуча кромка різця, а лише міняється напрям подачі.

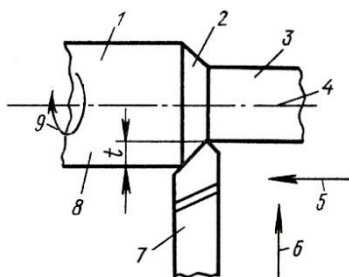


Рис. 4.1. Елементи процесу різання

(1 – оброблювана поверхня, 2 – поверхня різання, 3 – оброблена поверхня, 4 – вісь обертання, 5 – повздовжня подача, 6 – поперечна подача, 7 – різець, 8 – заготовка, 9 – головний рух різання, t – глибина різання)

Відрізання як і підрізання торцевих поверхонь, треба проводити як можна ближче до кулачків патрона, в зв'язку з радіальними навантаженнями на заготовку.

При відрізанні важких деталей різцями оснащеними пластинами твердого металокерамічного сплаву, не рекомендується подавати різець до самого центру, тому що при відпаданні заготовки можна зламати вершину різця. Тому як тільки між частинами деталі, закріпленої в патроні та яку ми відрізаємо, залишається перемичка яка може бути переламана, необхідно вивести різець, зупинити верстат, та відломити частину яку ми відрізаємо. Після цього запустити верстат та підрізати торець частини, закріпленої в патроні.

Хід роботи

1. З'ясуйте теоретичні питання теми практичної роботи.
2. Ознайомитись з будовою та призначення прохідні та відрізних токарних різців.
3. Оволодіти прийомами роботи при налагодженні верстата до роботи.
4. Дати відповіді на питання до практичної роботи.
5. Скласти звіт про роботу.

Зміст звіту

Звіт про виконану роботу повинен вміщувати:

1. Короткі теоретичні відомості про прохідні та відрізні токарні різці.
2. На робочому місті розташувати креслення, ріжучий та вимірювальний інструмент.
3. Вибирати вид заготовки.

4. Перевіряють співвідношення розмірів заготовки та розмірів деталі на кресленні, визначають припуск для обробки.
5. Закріпити заготовку у патроні.
6. Встановити прохідний, відрізний та підрізний різець у різцетримач.
7. Налагодити режими різання верстата.
8. Встановити різець на задану глибину різання.
9. Проточити заготовку на певну довжину згідно кресленню.
10. Відрізати заготовку згідно креслення.
10. Перестановити та підрізати торець.
- 11.Зробити технологічну картку гвинта(М6, загальна довжина 35мм).
- 12.Дати відповіді на питання до практичної роботи.
- 13.Висновки.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Які режими різання використовуються при точінні?
2. Які різці використовують при зовнішньому циліндричному точінні?
3. Як виконують заточування прохідних різців?
4. Як встановлюють глибину різання при точінні?
5. Як відрізають заготовки на токарних верстатах?
6. Які способи закріплення заготовок на токарних верстатах ви знаєте?
7. Які правила техніки безпеки треба виконувати при підрізанні торцевих поверхонь та відрізання заготовок?

ЛІТЕРАТУРА

- 1.Практикум у навчальних майстернях: навчально-методичний посібник / П. Буянов, М. Корець, В. Подольський, О.Рогозіна, С. Сивашенко, Ю. Силохін. – Донецьк: Юго-Восток, 2011. – 297 с.
- 2.Ревнівцев М. Режими різання на металообробних верстатах у машинобудуванні: навч. посіб. / М.П. Ревнівцев, Н.П.Паршина – К.: АСК, 2006. – 416с.
- 3.Боровков Ю.О., Лагорнев С.П., Черепашенець Б.А. Технічний довідник вчителя праці. – К.: Рад.шк.,1985.-198с
- 4.Матеріалознавство та обробка металів / [Кондратюк С. Є., Кіндрачук М.В., Степаненко В.О., Москаленко Ю.Н.]. – Київ: Вікторія, 2000. – 385 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

Обробка та виготовлення отворів осьовим інструментом. Розточування отворів різцями

Мета роботи: Навчитись виготовляти отвори у суцільному матеріалі спіральними свердлами розсвердлювати отвори та розточувати їх розточними різцями.

Знати: Типи та види свердел, способи їх закріплення у задній бабці верстата. Види розточних різців їх геометричні особливості, способи та правила закріплення у різцетримачі

Вміти: Вибрати свердло для свердління отвору Вибрати різець для виконання певного виду робіт. Правильно встановити його у різцетримач.

Обладнання: Токарно-гвинторізний верстат та пристосування до нього, спіральні свердла перехідні втулки конуса Морзе, розточні різці для наскрізних та глухих отворів. Вимірювальний інструмент.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Для обробки отворів у заготовках чи для виготовлення отворів (наскрізних та глухих) у суцільному матеріалі, використовують різні інструменти які часто називають осьовими, внаслідок співпадіння їх вісі з віссю оброблюваного отвору в процесі обробки. Найбільш розповсюдженні, такі осьові інструменти як свердла, зенкери та розвертки.

Свердла використовують для виготовлення циліндричних отворів у суцільному матеріалі, а також для збільшення діаметра вже існуючих отворів. Свердлами працюють на всіх верстатах токарної групи, а також при використанні ручних свердлильних машин та свердлильних верстатах.

В промисловості використовують такі типи свердел: центрувальні, спіральні, ступінчаті, шнекові, гарматні, швидкоріжучі, перові та ін. Свердла виготовляють в основному з швидкоріжучих сталей марок P18, P12, P9, P6AM5, P6M5Ф3, також робочу частину свердел можуть виготовляти з металокерамічних твердих сплавів, марок ВК6М, ВК8, ВК15.

ЦЕНТРУВАЛЬНІ СВЕРДЛА

Центрування – підготовча операція мета якої полягає у

виготовленні центрового заглиблення на торці деталі, для установки її у центри чи перед свердлінням спіральними свердлами. У промисловості використовують два види центрувальних свердел: звичайні та з запобіжним конусом.

Звичайні

$d = 1-10\text{мм}$
 $D = 3-25\text{мм}$
 $l = 1,9-14\text{мм}$

З запобіжним конусом

$d = 1-10\text{мм}$
 $D = 4-34,5\text{мм}$
 $l = 1,9-14\text{мм}$

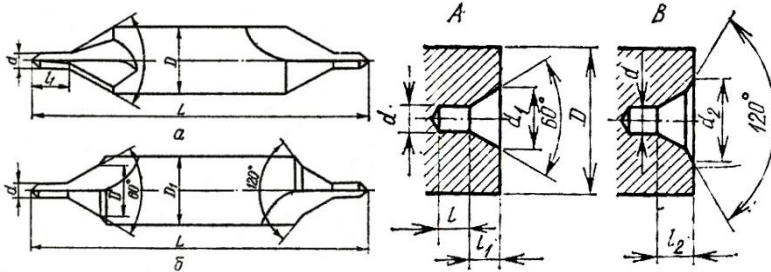


Рис. 5.1 Види центрувальних свердел звичайних та з запобіжним конусом

СПІРАЛЬНІ СВЕРДЛА

Спіральні свердла є найбільш розповсюдженими, їх використовують для утворення отворів у суцільному матеріалі. Отвори великого діаметру, вище 30мм спочатку свердлять свердлом меншого діаметру, а потім розсвердлюють. Діаметр першого свердла повинен дорівнювати 1/2 діаметра отвору. Завдяки цьому при розсвердлюванні перемичка свердла не приймає участі у різанні, що зменшує зусилля подачі та відвід свердла у сторону.

При свердлінні отримують отвори 12-13 квалітету, а при розсвердлюванні 11-12 квалітету.

Спіральне свердло є двозубим інструментом який при нормальному заточуванні має 5 ріжучих кромки, симетрично розташованих відносно вісі, дві головні, дві кромки смужки та перемичка (мал. 5.2), свердло складається з трьох основних частин: хвостовика, шийки та робочої частини, яка поділяється на ріжучу частину з кутом конуса при вершині 2ϕ та направляючу частину. На робочій частині свердла виконані дві канавки гвинтової форми які полегшують вихід стружки з отвору та підвід охолоджуючої рідини до ріжучих кромки.

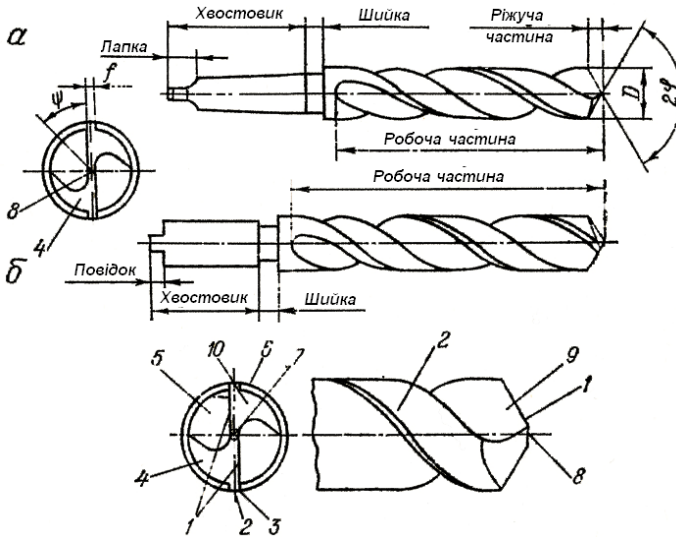


Рис. 5.2 Частини та елементи спірального свердла

(а – з конічним хвостовиком, б – з циліндричним хвостовиком;

1 – ріжуча кромка, 2 – смужка, 3 – ріжуча кромка смужки, 4, 6 – спинка зуба, 5 – канавка для виходу стружки, 7 – перемичка, 8 – ріжуча кромка перемички, 9 – передня поверхня зуба, 10 – задня поверхня зуба)

Для зменшення тертя свердла об стінки отвору, спинки зубів занижені, а вздовж кожної з них виготовлені вузькі направляючі смужки. З тією ж метою по довжині направляючої частини виконана невелика зворотна конусність. Для збільшення міцності свердла глибина канавок для виходу стружки по напрямленню до хвостовика зменшується.

По способу закріплення свердла поділяються на два види і виготовляються через 0,05мм. З циліндричним хвостовиком свердла бувають від 0,1-20мм, та з конічним від 6,0-80,00мм. Конічні хвостовики мають лапку яка запобігає пошкодженню конуса Морзе при вибиванні свердла з перехідної втулки та його орієнтації у ній. Кут при вершині свердла 2ϕ при обробці сталі, приймають $118-150^\circ$, при обробці чавуну сірого та ковкого (в залежності від твердості) $90-150^\circ$, дюралюмінію та силуміну $130-140^\circ$, сплави магнію 140° , сплави цинку, бабіту, нікелю 118° , пластмаси $85-90^\circ$. Ріжучі кромки свердла повинні бути прямолінійними, однакової довжини і повинні бути розташовані під рівними кутами до вісі свердла. Якщо ці умови не

виконуються то під час роботи свердло відводить у сторону, а отвір стає більшим.

Спіральні свердла при нормальному заточуванні мають 5 ріжучих кромок симетрично розташованих відносно вісі обертання: дві головні, дві кромки смужки та ріжуча кромка перемички. Отвори довжиною більше 3-5 діаметрів відносяться до групи глибоких, при їх виготовленні свердло періодично виводять із отвору та очищають канавки від стружки. Для виготовлення глибоких отворів використовують свердла спеціальної конструкції, наприклад шнекові чи пушенні, ними свердлять отвори до 10 діаметрів.

Виготовлення неправильних отворів, виникає тоді коли ріжучі кромки свердла мають різну довжину хоча і заточені під однаковими кутами. Різна довжина ріжучих кромок і несиметричне їх заточування, ексцентричне розташування перемички та різна ширина смужок визиває затискання свердла у отворі, що збільшує сили тертя (із збільшенням глибини) і як наслідок приводить до поломки інструмента.

РОЗТОЧУВАННЯ ОТВОРІВ

Використовується в таких випадках:

1. Коли свердління, розсвердлювання чи зенкерування не забезпечують необхідної точності.
2. При необхідності забезпечити прямолінійність вісі отвору та точність її розташування.
3. При відсутності свердла чи зенкера необхідного діаметру.
4. При необхідності обробити отвір, діаметр якого перевищує найбільші розміри свердел чи зенкерів.
5. При невеликій довжині отвору.
6. При виготовленні глухого отвору.
7. При виготовленні конічного отвору.

Хід роботи

1. З'ясуйте теоретичні питання теми практичної роботи.
2. Ознайомитись з будовою та призначенням інструменту для виготовлення та обробки отворів.
3. Оволодіти прийомами роботи при налагодженні верстата до роботи.
4. Дати відповіді на питання до практичної роботи.
5. Скласти звіт про роботу.

Зміст звіту

Звіт про виконану роботу повинен вміщувати:

1. Короткі теоретичні відомості про будову та призначення інструменту для виготовлення та обробки отворів.
2. Вибрати зразок виробу для складання технологічного процесу;
3. Ознайомитися з призначенням деталі;
4. Вибирати вид заготовки,
5. Вибрати свердла та ріжучий інструмент для виготовлення деталі
6. Вибирати розточний різець, для розточування отвору
7. Вибирати режими різання скласти розрахунки основного (технологічного) часу, та норм на виконання роботи в цілому.
8. Накреслити технологічну карту виготовлення деталі (корпус плашкодержача, корпус мітчикотримача), по варіантах
9. Дати відповіді на питання до практичної роботи.
10. Скласти звіт про роботу.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Які типи свердел ви знаєте?
2. Скільки ріжучих кромок має спіральне свердло? Назвіть їх.
3. Які типорозміри свердел випускає промисловість?
4. Який дозволяється припуск при зенкеруванні?
5. Які види розточних різців та які їх особливості ви знаєте?
6. В яких випадках використовується розточування?

ЛІТЕРАТУРА

1. Практикум у навчальних майстернях: навчально-методичний посібник / П. Буянов, М. Корець, В. Подольський, О. Рогозіна, С. Сивашенко, Ю. Силохін. – Донецьк: Юго-Восток, 2011. – 297 с.
2. Ревнівцев М. Режими різання на металообробних верстатах у машинобудуванні: навч. посіб. / М.П. Ревнівцев, Н.П. Паршина – К.: АСК, 2006. – 416 с.
3. Боровков Ю.О., Лагорнев С.П., Черепашенець Б.А. Технічний довідник вчителя праці. – К.: Рад.шк., 1985.-198с
4. Матеріалознавство та обробка металів / [Кондратюк С. Є., Кіндрачук М.В., Степаненко В.О., Москаленко Ю.Н.]. – Київ: Вікторія, 2000. – 385 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №6

Способи обробки зовнішніх конічних поверхонь

Мета роботи: Навчитись обробляти зовнішні конічні поверхні прохідними різцями на токарних верстатах різними способами

Знати: Способи обробки конічних поверхонь на токарно-гвинторізному верстаті (широким встановленим різцем, поворотом полочки верхнього супорту, зміщенням задньої бабаки, за допомогою конусної лінійки

Вміти: вибрати та встановити за допомогою шаблона широкий різець, за допомогою кутоміра чи шаблона перевірити правильність виготовлення конічної поверхні. встановити верхній супорт на кут уклону конуса α для точіння. Провести розрахунки зміщення задньої бабки “Н” для виготовлення конічної поверхні. Вибрати різець для виконання певного виду робіт. Правильно встановити його у різцетримач. Користуватися конічними калібрами(втулка та пробка).

Обладнання: Токарно-гвинторізний верстат та пристосування до нього, різці прохідні прохідні-упорні, пластини для встановлення різців, шаблони для встановлення різців, контрольно-вимірювальний інструмент, індикатор часового типу.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

В техніці часто зустрічаються деталі з зовнішніми та внутрішніми конічними поверхнями. Інструменти для обробки та виготовлення отворів мають хвостовики з стандартним конусом Морзе, шпинделі токарних, свердлильних та фрезерних верстатів токарні центри, та багато типових деталей.

Елементи конічної поверхні та умовні позначення

Конічні поверхні характеризуються такими елементами(рис.6.1):

- кутом конуса 2α – кут між двома твірними, які лежать в одній площині;
- кут уклону α – кут між віссю та твірною конуса.

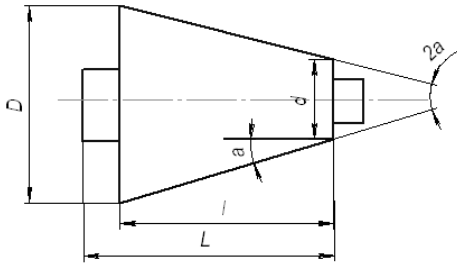


Рис. 6.1. Елементи конуса

$$\left(\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2L} ; R = \frac{D-d}{l} \text{ — конусність} \right)$$

| № | Розміри які визначаються | Вказані розміри | Формули для знаходження не указаних розмірів |
|---|--------------------------|-----------------|--|
| 1 | D | d, l, α | $D = 2l \operatorname{tg} \alpha + d$ |
| 2 | D | d, l, K | $D = Kl + d$ |
| 3 | d | D, l, α | $d = D - 2l \operatorname{tg} \alpha$ |
| 4 | d | D, l, K | $d = D - Kl$ |
| 5 | α | D, d, l | $\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l}$ |
| 6 | α | D, l, K | $\operatorname{tg} \alpha = \frac{K}{2}$ |
| 7 | α | d, l, K | $\operatorname{tg} \alpha = \frac{K}{2}$ |

ОБРОБКА КОНУСІВ ШИРОКИМ ВСТАНОВЛЕНИМ РІЗЦЕМ

Конічні поверхні довжиною до 25мм обробляють широким встановленим різцем. Кут у плані ф різця повинен бути близьким до кута уклону α конуса. Подача різця може бути повздовжньою чи поперечною (рис.6.2).

При обробці конуса довжина твірної якого більше 10-15 мм досить часто виникають вібрації, які утворюють хвилястість на обробленій поверхні. Ці вібрації тим сильніші чим менше діаметр заготовки, чим

більша довжина заготовки, чим менший кут нахилу конуса чим ближче конус розташований до середини деталі яка закріплена в центрах, чим далі від патрона, також виліт різця перевищує норми чи різець закріплений недостатньо.

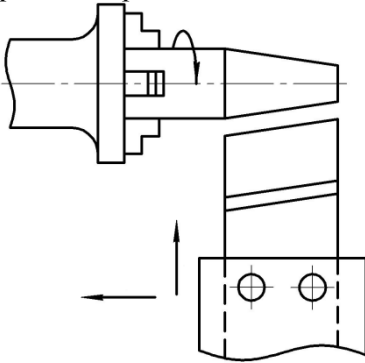


Рис. 6.2. Обробка заготовки широким різцем

Конічні поверхні встановленим широким різцем можна обробляти у випадках:

1. Коли довжина твірної не перевищує 10-15 мм.
2. Деталь, яка має конічну поверхню жорстка.
3. Оброблений конус розташований близько до закріпленого кінця деталі.
4. Кут нахилу великий.
5. Високої точності кутаконуса, чистоти поверхні та прямолінійності його твірної не вимагається.

ОБРОБКА КОНУСІВ ПРИ ПОВЕРНУТИХ ПОЛОЗКАХ ВЕРХНЬОГО СУПОРТА

Поворотна плита верхньої частини супорта може повертатися відносно поперечного супорта в обидві сторони, для цього треба звільнити гайки гвинтів кріплення поворотної плити. Контроль кута повороту з точністю до одного градуса здійснюється по поділках поворотної плити. Переміщенням верхнього супорта отримують конічну поверхню (рис.6.3).

Переваги способу: можливість обробляти конуси з будь-яким кутом уклону, простота налагоджування, виготовлення зовнішніх та внутрішніх конусів.

Недоліки: довжина конічної поверхні обмежена ходом ползків верхнього супорта, точіння проводиться вручну що знижує продуктивність праці, та погіршує якість обробки.

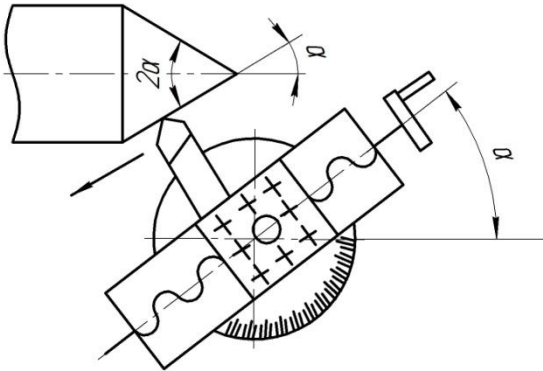


Рис. 6.3. Обробка конічної поверхні поворотом ползків верхнього супорта

ОБРОБКА КОНУСІВ ПРИ ЗМІЩЕННІ ПОЛОЖЕННЯ ЗАДНЬОЇ БАБКИ

Якщо змістити корпус задньої бабки по основній плиті на деяку величину “Н” від токаря чи до токаря, то отримаємо положення заднього центра як показано на (рис.6.4).

При обертанні деталі закріпленої у центрах верстата та переміщенні різця вздовж вісі центрів, різець зріже з деталі частину матеріалу (заштриховану). В результаті деталь буде конічною. В залежності від напрямку зміщення до токаря чи від токаря вершина буде повернута до задньої бабки чи до передньої бабки.

Величину зміщення “Н” визначають з утвореного трикутника з кутом уклону до 10° при цій величині $\sin \alpha = \text{tg} \alpha$ (рис. 6.5).

Величину зміщення краще всього контролювати індикатором годинникового типу закріпленого у різцетримач. Наладку верстата також можна виконати по еталонній деталі.

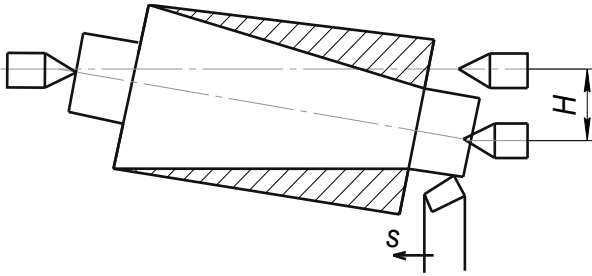
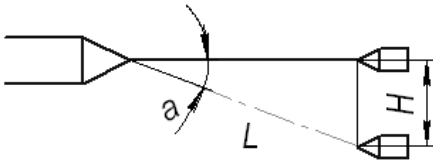


Рис. 6.4. Обробка зовнішніх конусів при зміщенні задньої бабки



$$H = \sin \alpha \times L$$

$$\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha - \text{до } 10^\circ$$

$$\sin \alpha = \frac{L D - d}{l \cdot 2}$$

Рис. 6.5. Визначення величини зміщення

ОБРОБКА КОНІЧНИХ ПОВЕРХОНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ КОНУСНОЇ ЛІНІЙКИ

При виготовленні великих партій конічних деталей краще всього використовувати цей спосіб. Конусна лінійка закріплюється на плиті з задньої сторони станини і може повертатися на деякий кут до 10° - 12° . Кут повороту лінійки відраховують по кутовій шкалі. Поперечні полозки верстата від'єднують від гвинта. Супорт з спеціальною тягою та сухарем приєднують до конусної лінійки. При повздовжній подачі поперечні полозки супорта під дією лінійки зміщуються у поперечному напрямку. Різець здійснює одночасно два рухи повздовжній та поперечний і рухається під кутом до вісі заготовки та обробляє конічну поверхню. Цей метод забезпечує високопродуктивну та точну обробку зовнішніх та внутрішніх конусів.

Переваги цього способу:

1. Задня бабка знаходиться в середньому положенні, тому не виникає зношення центрових отворів, що обов'язкове при зміщенні задньої бабки.

2. Конусність обробленого конуса отримується у більшості випадків дуже точна, а шорсткість можна регулювати повздовжньою подачею.
3. Кут нахилу більший ніж при зміщенні задньої бабки.
4. Довжина практично не обмежена (тільки жорсткість заготовки).

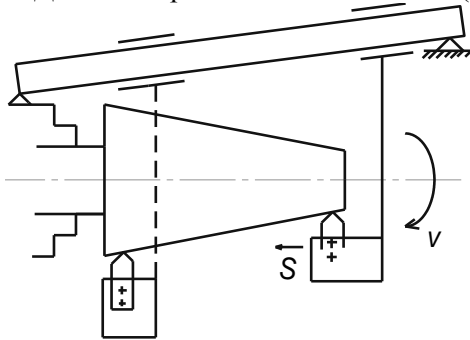


Рис. 6.6. Кінематична схема роботи конічної лінійки

Хід роботи

1. З'ясуйте теоретичні питання теми практичної роботи.
2. Ознайомитись з будовою та призначенням обладнання та інструменту для виготовлення конічних поверхонь.
3. Оволодіти прийомами роботи при налагодженні верстата до роботи.
4. Дати відповіді на питання до практичної роботи.
5. Скласти звіт про роботу.

Зміст звіту

Звіт про виконану роботу повинен вміщувати:

1. Короткі теоретичні відомості про будову та призначення обладнання та інструменту для виготовлення конічних поверхонь, та способи їх виготовлення.
2. Вибрати зразок виробу для складання технологічного процесу;
3. Ознайомитися з призначенням деталі;
4. Вибирати вид заготовки;
5. Згрупувати переходи в операції та намітити послідовність операцій та переходів;

6. Вибирати тип верстата, а також пристосування, ріжучі та вимірювальні інструменти;
7. Вибирати режими роботи, скласти розрахунки основного (технологічного) часу, та норм на виконання роботи в цілому;
8. Розробити технологічну карту виготовлення ручки плашкотримача (мітчикотримача).
9. Дати відповіді на питання до практичної роботи.
10. Висновки.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Назвати основні елементи конуса.
2. Що називається конусністю.
3. Як позначають на кресленні конусність та уклон конуса.
4. Які стандартні конуси використовують у машинобудуванні.
5. Які кути уклону можна отримати різними способами.
6. Чим обмежена довжина конічної поверхні, при її виготовленні різними способами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Практикум у навчальних майстернях: навчально-методичний посібник / П. Буянов, М. Корець, В. Подольський, О. Рогозіна, С. Сивашенко, Ю. Силохін. – Донецьк: Юго-Восток, 2011. – 297 с.
2. Ревнівцев М. Режими різання на металообробних верстатах у машинобудуванні: навч. посіб. / М.П. Ревнівцев, Н.П. Паршина – К.: АСК, 2006. – 416с.
3. Боровков Ю.О., Лагорнев С.П., Черепашенець Б.А. Технічний довідник вчителя праці. – К.: Рад.шк., 1985.-198с
4. Матеріалознавство та обробка металів / [Кондратюк С. Є., Кіндрачук М.В., Степаненко В.О., Москаленко Ю.Н.]. – Київ: Вікторія, 2000. – 385 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №7

Нарізання різьби зовнішньої та внутрішньої

Мета роботи: Навчитись нарізати різьби зовнішні та внутрішні за допомогою мітчиків та плашок.

Знати: Способи виготовлення різьб, будову інструмента для нарізання різьб, пристосувань. Загальні поняття, елементи різьби, ділення різьб по конструктивним та технологічним ознакам.

Вміти: Підготувати заготовку під нарізання різьби, вибрати режими різання, нарізати зовнішню та внутрішню різьбу плашками мітчиками та різцями.

Обладнання: Токарно-гвинторізний верстат та пристосування до нього, різьбонарізний та контрольно-вимірювальний інструмент.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Різьба – один чи декілька рівномірно розташованих виступів постійного перерізу, утворених на боковій поверхні прямого кругового циліндра чи прямого кругового конуса.

Гвинтова лінія різьби це лінія, утворена на боковій поверхні реального чи уявного прямого кругового циліндра чи прямого кругового конуса точкою яка переміщується таким чином, що відношення між її осьовим переміщенням (α) і відповідним кутовим переміщенням (ϵ) постійне, але не рівне нулю чи нескінченності (див. рис. 7.1).

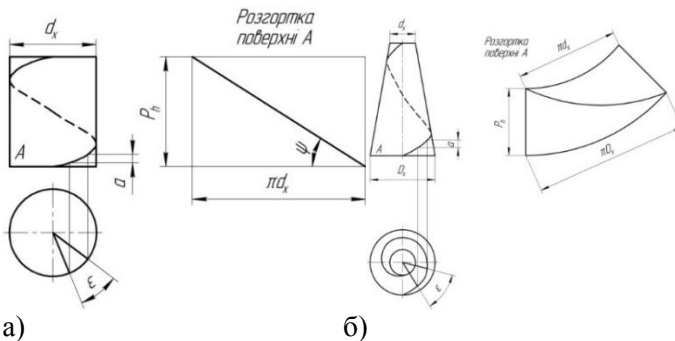


Рис. 7.1. Гвинтова лінія різьби на поверхні
а)циліндричній, б)конічній

КЛАСІФІКАЦІЯ РІЗЬБ

Різьби які використовують у машинобудуванні, класифікують по конструктивним та експлуатаційним ознакам.

По конструктивним ознакам різьби класифікують таким чином:

- по формі поверхні – циліндрична та конічна;
- по розташуванню на деталі – зовнішня та внутрішня;
- по напрямленню – праві та ліві;
- по числу заходів – з одним заходом та багатозахідні;
- по формі профілю – трикутні, трапецеїдальні, прямокутні, упорні, круглі, стрічкова.

Експлуатаційні ознаки: кріпильні та ходові.

ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ ТА ПАРАМЕТРИ РІЗЬБИ

Вісь різьби – вісь відносно якої утворена гвинтова поверхня різьби.

Профіль різьби – профіль виступу та канавки різьби у площині осевого перерізу різьби

Бокова сторона різьби – частина гвинтової поверхні різьби, розташована між вершиною та впадиною різьби, яка має у площині осевого перерізу прямолінійний профіль.

Вершина різьби – частина гвинтової поверхні різьби, яка з'єднує між собою суміжні бокові сторони різьби по верху її виступу.

Впадина різьби – частина гвинтової поверхні різьби, яка з'єднує суміжні бокові сторони різьби по дну її канавки.

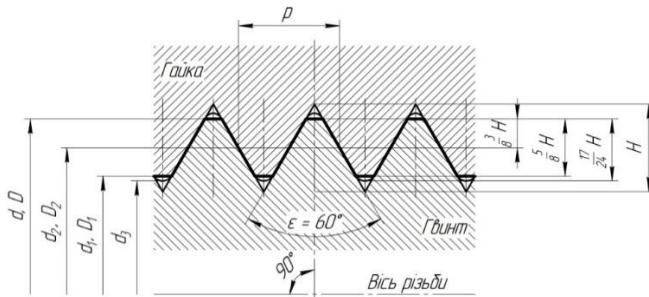


Рис. 7.2. Основні елементи та параметри метричної різьби загального призначення

Кут профілю α – кут між суміжними боковими сторонами різьби, у площині осевого перерізу.

Зовнішній діаметр циліндричної різьби ($d; D$) – діаметр уявного прямого кругового циліндра, описаного навкруги вершин зовнішньої чи впадин внутрішньої циліндричної різьби.

Внутрішній діаметр циліндричної різьби ($D1; d1$) – діаметр уявного прямого кругового циліндра, вписаного у впадини зовнішньої чи вершини внутрішньої циліндричної різьби.

Середній діаметр циліндричної різьби ($d2; D2$) діаметр уявного, совісного з різьбою прямого кругового циліндра, кожна твірна якого пересікає профіль різьби таким чином, що її відрізки, утворені при перетині з канавкою, дорівнюють половині номінального кроку різьби.

Крок різьби P – відстань по лінії, паралельній вісі різьби, між середніми точками найближчих однойменних бокових сторін профілю різьби, які лежать в одній осьовій площині по одну сторону від вісі різьби.

Хід різьби Ph – відстань по лінії, паралельній вісі різьби, між любою початковою середньою точкою на боковій поверхні різьби і середньою точкою, отриманою при переміщенні початкової середньої точки по гвинтовій лінії на кут 360° . У однозаходній різьбі хід дорівнює кроку, а у багатозаходній – множинку на число заходів n : $Ph = Pn$.

СПОСОБИ ВИГОТОВЛЕННЯ РІЗЬБИ

Різьбу як правило, виготовляють нарізанням чи накатуванням і в рідких випадках – електрохімічною чи електрофізичною обробкою, литтям та пресуванням. Нарізання та накатування різьби здійснюється різними способами, кожен з яких має декілька різновидів, чи схем обробки. Більшість з цих способів являються універсальними, вони можуть використовуватись як для виготовлення зовнішньої різьби так і для внутрішньої, але є такі способи які використовуються для обробки поверхні одного виду.

НАРІЗАННЯ РІЗЬБИ МІТЧИКАМИ

Нарізання різьби мітчиками є самим розповсюдженим способом виготовлення внутрішньої різьби. Для виготовлення різьби необхідно придати мітчику два рухи: головний – обертовий та допоміжний – поступовий з подачею рівною кроку нарізаємої різьби на кожний оберт мітчика чи близький до нього. Нарізають різьбу трьома

способами: на прохід гаєчними мітчиками; за один робочий хід мітчиками з реверсуванням та комплектом мітчиків за декілька робочих ходів. При цьому мітчики закріплюють у спеціальні мітчикотримачі, чи патрони.

По формі мітчики поділяються на циліндричні та конічні, по числу інструментів на – одинарні (машинні) та комплектні (2-3 шт.). Комплектні мітчики використовуються для послідовного нарізання всіх різьб ручним способом, а також машинним – різьб з крупним кроком (вище 3 мм), та у важкооброблюємих матеріалах.

Елементи мітчика показані на рис. 6.3. На робочій частині мітчика нарізана різьба та про фрезеровані канавки які утворюють зубці з ріжучими кромками. У канавках розміщується стружка яка знімається мітчиком.

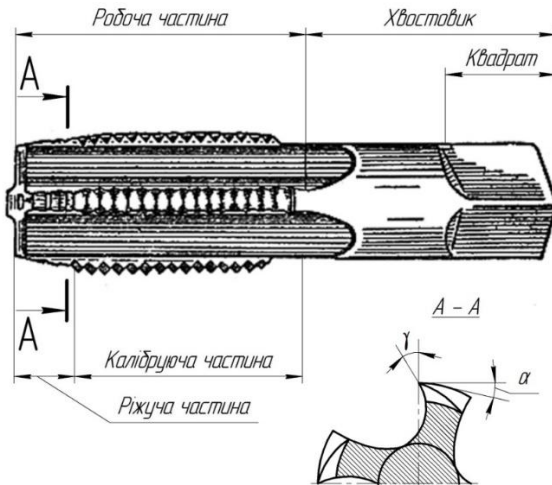


Рис 7.3. Елементи та геометрія мітчика

НАРІЗАННЯ РІЗЬБИ ПЛАШКАМИ

Круглі плашки це мірний багатозубий інструмент який використовується для виготовлення зовнішньої різьби одного типорозміру. Плашки бувають для нарізання циліндричної та конічної різьби. Інструмент може бути жорстким чи регульованим по діаметру у дуже невеликому діапазоні, який не перевищує поле допуску різьби деталі. Це самий простий та доступний спосіб виготовлення зовнішньої різьби, так як він дозволяє виготовляти різьбу не тільки на

верстатах за допомогою плашкотримача, але й вручну – за допомогою воротка.

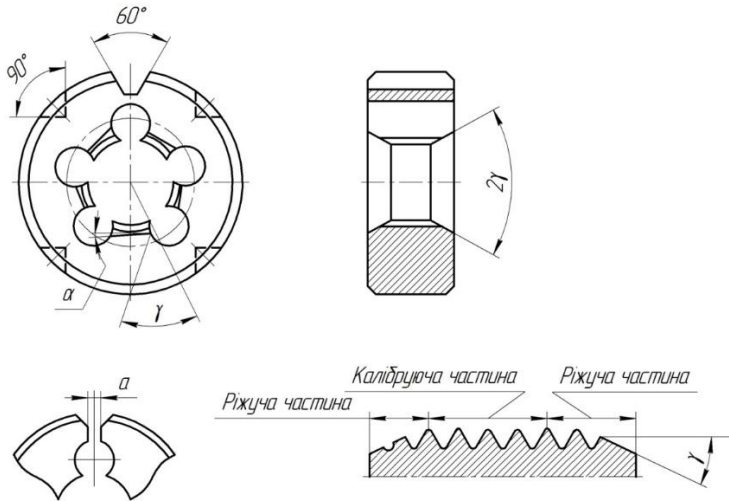


Рис. 7.4. Елементи круглої плашки

Утворення різьби може здійснюватися різанням та накатуванням. Різання отримало більш широке впровадження у промисловості як для формування, так і для калібрування різьб.

Для накатування використовують круглі безстружечні плашки з від’ємним переднім кутом (приблизно 15°) чи плашки з жорстко закріпленими роликами які не обертаються.

Для різання різьб використовують звичайні круглі плашки. Промисловість випускає для нарізання циліндричних різьб плашки розмірами від М1х0,2 до М52х5, для нарізання конічних різьб – від 1/16" до 2".

Всі вказані плашки працюють з тертям ковзання, тому ефективне поле застосування обмежено малими діаметрами різьб та мілкими кроками.

Плашки виготовляють в основному з легованих сталей 9ХС, на ній вказують поле допуску чи клас точності, марка сталі(крім 9ХС), та літера Л для лівих різьб, наприклад:

Л. М16 6g Р6АМ5; Л.М20Х1,5 6g Р6М5. Так приклад позначення лівих різьб

Хід роботи

1. З'ясуйте теоретичні питання теми практичної роботи.
2. Ознайомитись з будовою та призначенням обладнання та інструменту для виготовлення внутрішніх та зовнішніх різьб.
3. Оволодіти прийомами роботи при налагодженні верстата до роботи.
4. Дати відповіді на питання до практичної роботи.
5. Скласти звіт про роботу.

Зміст звіту

Звіт про виконану роботу повинен вміщувати:

1. Короткі теоретичні відомості про будову та призначення обладнання та інструменту для виготовлення різьб, та способи їх виготовлення.
2. Вибрати зразок виробу для складання технологічного процесу;
3. Ознайомитися з призначенням деталі;
4. Вибирати вид заготовки,
5. Згрупувати переходи в операції та намітити послідовність операцій та переходів;
6. Вибирати тип верстата, а також пристосування, ріжучі та вимірювальні інструменти;
7. Вибирати режими роботи, скласти розрахунки основного (технологічного) часу, та норм на виконання роботи в цілому.
8. Накреслити технологічну карту виготовлення гайки М10.
9. Дати відповіді на питання до практичної роботи.
10. Висновки.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Назвати способи нарізання різьби на токарно-гвинторізних верстатах.
2. Назвати прийоми та послідовність нарізання різьби плашками.
3. Назвати прийоми та послідовність нарізання різьби мітчиками.
4. Назвати прийоми та послідовність нарізання різьби різцями.
5. За допомогою яких інструментів перевіряють точність нарізання різьби.
6. Назвати види браку при нарізанні зовнішньої та внутрішньої різьби та причини його виникнення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Практикум у навчальних майстернях: навчально-методичний посібник / П. Буянов, М. Корець, В. Подольський, О. Рогозіна, С. Сивашенко, Ю. Силохін. – Донецьк: Юго-Восток, 2011. – 297 с.
2. Ревнівцев М. Режими різання на металообробних верстатах у машинобудуванні: навч. посіб. / М.П. Ревнівцев, Н.П. Паршина – К.: АСК, 2006. – 416 с.
3. Боровков Ю.О., Лагорнев С.П., Черепашенець Б.А. Технічний довідник вчителя праці. – К.: Рад.шк., 1985.-198с
4. Матеріалознавство та обробка металів / [Кондратюк С. Є., Кіндрачук М.В., Степаненко В.О., Москаленко Ю.Н.]. – Київ: Вікторія, 2000. – 385 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8

Робота на фрезерних верстатах

Мета: оволодіти прийомами роботи на горизонтально-фрезерному консольному верстаті.

Знання:

- будови горизонтально-фрезерного консольного верстату;
- загальні відомості про фрези;
- фрезерування плоских поверхонь;
- наладка верстату;
- відрізання заготовок;
- універсальні подільні головки та роботи, які виконуються за їх допомогою.

Вміння:

- налагодити фрезерний верстат;
- вибрати ріжучий інструмент;
- встановити фрезу на оправку
- закріпити заготовку на робочому столі;
- вибрати режими різання;
- налагодити універсальну подільну головку на ділення п частин.

Обладнання: Горизонтально-фрезерний консольний верстат 6P81, фрези дискові, циліндричні, дискові трьохсторонні, відрізнi та прорізнi, штангенциркуль ШЦ-П, УДГ-250.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ФРЕЗЕРНІ ВЕРСТАТИ ТА ФРЕЗЕРУВАННЯ

У верстатах шостої (фрезерної) групи інструмент має обертовий рух різання, а рух подачі частіше всього отримує заготовка (але є випадки, коли і рух різання і рух подачі здійснює фреза). Верстати мають багато різновидів: горизонтальні та вертикальні, консольні та безконсольні, копірувальні, широкоуніверсальні, повздовжні, безпервної дії та інші.

В основі класифікації верстатів фрезерної групи лежать наступні ознаки: розташування вісі шпинделя, виконувана робота, конструктивні особливості робочого столу, траверси, наявність програмного управління та деякі інші.

Фрезерування – один з основних способів обробки матеріалів різанням. Фрезами обробляють плоскі та криволінійні поверхні, різноманітні пази, канавки, шліці, зубці шестерень, різьби та багато іншого. Практично кожна деталь сучасної машини проходить декілька фрезерних операцій.

Найбільш частіше на фрезерних верстатах обробляють корпусні та площинні деталі. Не дивлячись на велике різноманіття форм та розмірів, загальним для всіх деталей є значні по розмірам плоскі поверхні, що обробляються. При фрезеруванні плоских поверхонь вимагаються передусім забезпечити правильну форму поверхні, яка обробляється, у вигляді відхилень від плоскості та прямолінійності, що допускаються на кресленні.

БУДОВА ГОРИЗОНТАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО КОНСОЛЬНОГО ВЕРСТАТУ

Горизонтально-фрезерні консольні фрезерні верстати характеризуються горизонтальним розташуванням шпинделя та наявністю у верстаті трьох взаємно перпендикулярних переміщень – поздовжнього, поперечного та вертикального. Горизонтально-фрезерні верстати поділяються на дві групи: прості та універсальні. В універсальних крім трьох взаємно перпендикулярних переміщень стіл може повертатись у горизонтальній площині на 45 градусів у дві сторони. Для цього між поздовжніми та поперечними салазками існує поворотна плита, на поверхні якої нанесені градусні поділки.

Не дивлячись на різноманітність типів та розмірів, верстати фрезерної групи мають загальні вузли, до яких відносять основи верстата – рис.8.1 фундаментальна плита (1), станина(5),робочий стіл (13), полозки: вертикальні (4), полозки поздовжні(11) та поперечні(16); шпindelь(10), коробка швидкостей(7,8),коробка подач (18, 19), консоль(2),хобот(9) та інші.

Консольно-фрезерні верстати призначені для виконання різних фрезерних робіт циліндричними, дисковими, торцевими, кутовими, кільцевими, фасонними та іншими фрезами в умовах одиничного та серійного виробництва.

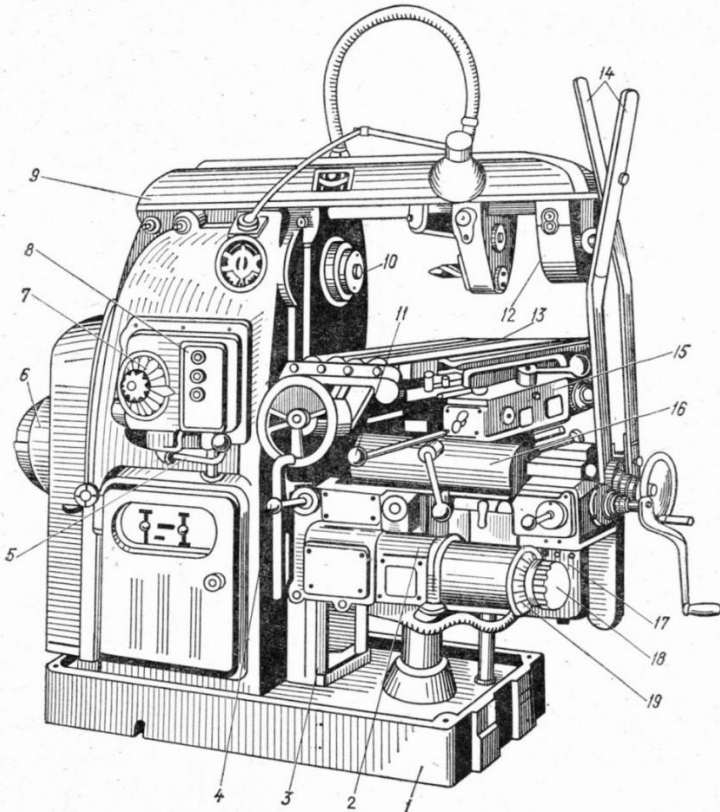


Рис. 8.1 Загальна будова горизонтально фрезерного консольного верстата

Станина – призначена для кріплення всіх вузлів та механізмів верстата. В залежності від типу верстата станини можуть мати горизонтальне та вертикальне виконання. Вертикальні станини монтують на фундаментальній плиті, в якій розташована ємність для мастильно-охолоджуючої рідини та електронасос для подачі «ЗОР» в зону різання.

Коробка швидкостей є головним вузлом верстату. Приводиться в рух від головного електродвигуна через клинопасову передачу та призначена для передачі різних частот обертання шпинделя. Коробка швидкостей розташована в середині верстата.

Шпиндель верстата служить для передачі обертового руху ріжучому інструменту закріпленому на оправці, від коробки швидкостей.

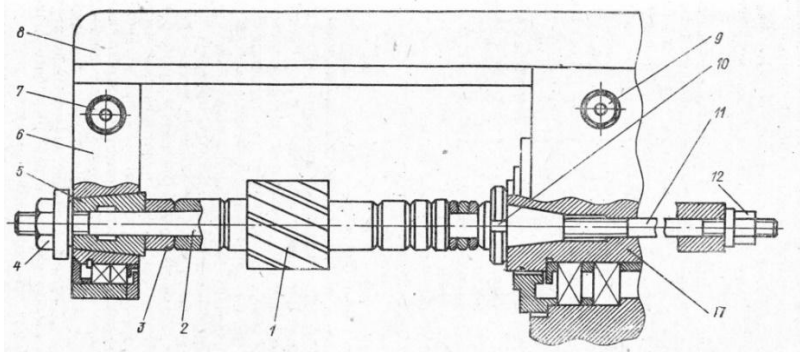


Рис. 8.2. Оправка з набором змінних кілець для закріплення фрез

(1 – циліндрична фреза, 2 – оправка, 3 – змінні кільця, 4 – гайка, 5 – підшипник серги, 6 – серга, 7 – гайка фіксації фрези, 8 – хобот, 9 – гвинти фіксації серезки, 10 – фіксатори оправки, 11 –шомпол, 12 –контргайка шомпола)

Коробка подач – забезпечує отримання робочих подач та швидке переміщення стола і ползків консолі. Знаходиться у консолі і приводиться в рух від незалежного електродвигуна. Швидкість подачі вимірюється мм/хв.

Робочий стіл монтується на направляючих та переміщується по них у поздовжньому напрямку. Нижньою частиною ползки встановлюються на поперечних направляючих консолі, при цьому

вони можуть переміщатися у поперечному напрямку (по верхнім направляючим консолі).

Консоль – являє собою відливку коробчастої форми з вертикальними та горизонтальними направляючими. Переміщення консолі проходить по вертикальних направляючих за допомогою телескопічного гвинта. По горизонтальних направляючих переміщуються полозки. Консоль закріплюється на вертикальних направляючих спеціальними затискачами та являється базовим вузлом, що об'єднує всі інші вузли ланцюга подач. Консоль знизу підтримується стійкою в якій є телескопічний гвинт для її піднімання та опускання.

Хід роботи

1. З'ясуйте теоретичні питання теми практичної роботи.
2. Ознайомитись з будовою та призначенням фрезерних верстатів.
3. Оволодіти прийомами роботи при налагодженні верстата до роботи.
4. Дати відповіді на питання до практичної роботи.
5. Скласти звіт про роботу.

Зміст звіту

Звіт про виконану роботу повинен вміщувати:

1. Короткі теоретичні відомості про будову та призначення фрезерних верстатів.
2. Встановити відрізну фрезу для відрізання заготовок, та розрахувати режими різання.
3. Встановити циліндричну фрезу на оправку для фрезерування площини.
4. Закріпити кінцьову фрезу на фрезерному верстаті.
5. Вибрати спосіб закріплення заготовки на робочому столі.
6. Підвести фрезу до заготовки та розрахувати швидкість різання.
9. Дати відповіді на питання до практичної роботи.
10. Висновки.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Назвати основні частини горизонтально-фрезерного консольного верстата та їх призначення.
2. Способи закріплення заготовок на робочому столі.
3. Пристосування для закріплення заготовок.
4. Як закріплюються насадні та кінцеві фрези на горизонтально-фрезерному консольному верстаті
5. Як розрахувати швидкість різання та подачу для фрезерного верстата та встановити кількість обертів шпинделя.

ЛІТЕРАТУРА

1. Практикум у навчальних майстернях: навчально-методичний посібник / П. Буянов, М. Корець, В. Подольський, О.Рогозіна, С. Сивашенко, Ю. Силохін. – Донецьк: Юго-Восток, 2011. – 297 с.
2. Ревнівцев М. Режими різання на металообробних верстатах у машинобудуванні: навч. посіб. / М.П. Ревнівцев, Н.П. Паршина – К.: АСК, 2006. – 416с.
3. Боровков Ю.О., Лагорнев С.П., Черепашенець Б.А. Технічний довідник вчителя праці. – К.: Рад.шк., 1985.-198с
4. Матеріалознавство та обробка металів / [Кондратюк С. Є., Кіндрачук М.В., Степаненко В.О., Москаленко Ю.Н.]. – Київ: Вікторія, 2000. – 385 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9

Загальні відомості про фрези

Мета: ознайомитись з будовою та призначенням фрез

При виконанні роботи треба отримати наступні *знання* та *уміння*.

Знання:

- загальні відомості про фрези;
- матеріали ріжучої частини фрез;
- конструкційні особливості фрез;
- способами закріплення фрез на верстаті;

Вміння:

- встановлення фрез на оправку;
- вибір режимів різання;

- вибір фрез для виконання певних операцій.

Обладнання: Горизонтально-фрезерний консольний верстат 6P81, фрези дискові, циліндричні, дискові трьохсторонні, відрізнi та прорізнi, штангенциркуль ШЦ-II, УДГ-250.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Фрезерування здійснюється обертовим ріжучим інструментом який називається фрезою. Ріжучі зубці можуть бути розташовані як на циліндричній так і на торцевій поверхні. Кожен зуб фрези являє собою простий інструмент-різець. Фрези як правило багатозубчасті інструменти але іноді використовують однозубі фрези.

Ріжучу частину фрези виготовляють з інструментальних вуглецевих сталей, швидкоріжучих сталей, металокерамічних твердих сплавів та ріжучої кераміки.

В залежності від поверхні по якій проходить заточування фрези, розрізняють дві конструкції зуба:

I – гострозаточений зуб – який наточується по заднім поверхням;

II – затилований зуб, який наточується тільки по переднім поверхням.

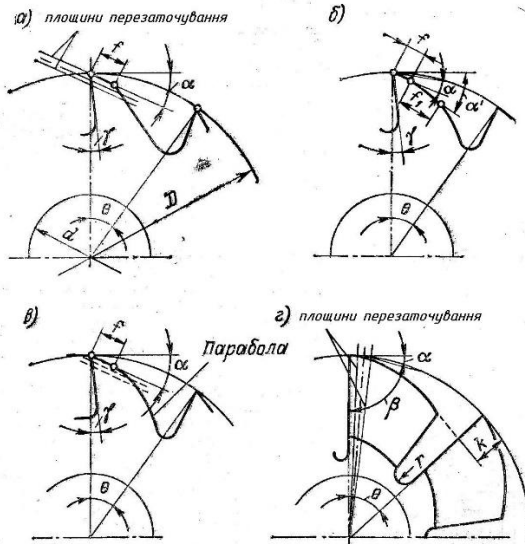


Рис. 9.1 Конструкція зуба фрези

(а, б – гострозаточений зуб, в, г – затилований зуб)

КЛАСИФІКАЦІЯ ФРЕЗ

По технологічним ознакам фрези розділяють для обробки:

1. Площин.
2. Пазів та шліців.
3. Фасонних поверхонь.
4. зубчастих коліс та різьб.
5. Тіл обертання.
6. Для розрізання матеріалів.

По конструктивним ознакам розрізняють фрези:

По розташуванню зубів на вихідному циліндрі (рис 9.2):

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| а) циліндричні | е) кінцеві |
| б) торцеві | ж) двохкутові |
| в) дискові двохсторонні | з) фасонні |
| г) дискові трьохсторонні | і) модульні (черв'ячні) |
| д) відрізні | к) однокутові |

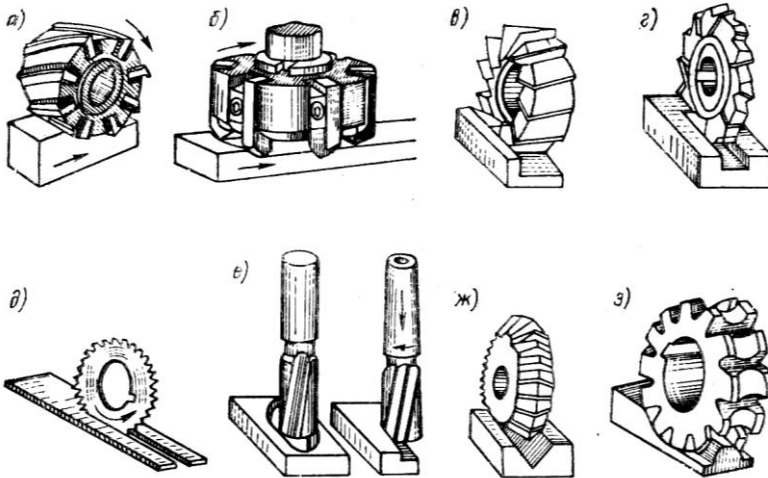


Рис. 9.2 Типи фрез т в процесі фрезерування

По конструкції зуба:

- гострозаточений;
- затілований;

По напрямленню зуба:

- прямим;
- нахиленим;
- гвинтовим;
- різнонаправленим зубом.

По внутрішньому устрою фрези:

- а) суцільний;
- б) складені;
- в) з вставними зубцями;
- г) збірні(розбірні) головки.

По способу кріплення:

- а) насадні(з отвором);
- б) кінцьові(з циліндричним та конічним хвостиком).

Хід роботи

1. З'ясуйте теоретичні питання теми практичної роботи.
2. Ознайомитись з будовою та призначенням фрезерного інструменту.
3. Оволодіти прийомами роботи при налагодженні верстата до роботи.
4. Дати відповіді на питання до практичної роботи.
5. Скласти звіт про роботу.

Зміст звіту

Звіт про виконану роботу повинен вміщувати:

1. Короткі теоретичні відомості про будову та призначення фрез, та способи їх кріплення.
2. Вибрати фрезу певного типу;
3. Ознайомитися з її конструкцією;
4. Вибирати інший тип фрези та порівняти між собою;
5. Визначити спосіб закріплення фрези на верстаті.
9. Дати відповіді на питання до практичної роботи.
10. Висновки.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Технологічні та конструктивні ознаки фрез.
2. Ділення фрез по розташуванню зубів на вихідному циліндрі
3. Ділення фрез по конструкції зуба
4. Ділення фрез по направленню зуба
5. Ділення фрез по внутрішньому устрою.
6. Ділення фрез по способу закріплення на оправці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Практикум у навчальних майстернях: навчально-методичний посібник / П. Буянов, М. Корець, В. Подольський, О.Рогозіна, С. Сивашенко, Ю. Силохін. – Донецьк: Юго-Восток, 2011. – 297 с.
2. Ревнівцев М. Режими різання на металообробних верстатах у машинобудуванні: навч. посіб. / М.П. Ревнівцев, Н.П. Паршина – К.: АСК, 2006. – 416с.
3. Боровков Ю.О., Лагорнев С.П., Черепашенець Б.А. Технічний довідник вчителя праці. – К.: Рад.шк., 1985.-198с
4. Матеріалознавство та обробка металів / [Кондратюк С. Є., Кіндрачук М.В., Степаненко В.О., Москаленко Ю.Н.]. – Київ: Вікторія, 2000. – 385 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 10

Фрезерування зовнішніх плоских поверхонь

Мета: ознайомитись з будовою та призначенням фрез для обробки площин та плоских поверхонь.

Знання:

- загальні відомості про площину;
- фрези для фрезерування плоских поверхонь;
- способів закріплення заготовок;
- способів закріплення фрез на верстаті;

Вміння:

- встановлення фрез на оправку;
- встановлення торцевої фрези в шпindelь
- вибір режимів різання;

- вибір фрез чи набору фрез для виконання певних операцій.

-
Обладнання: Горизонтально-фрезерний консольний верстат 6Р81, фрези циліндричні, дискові трьохсторонні, кінцеві штангенциркуль ШЦ-II.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

З точки зору геометрії площиною можна назвати поверхню яка відповідає певним властивостям: якщо будь-які дві точки поєднати прямою то всі точки цієї прямої будуть знаходитись на цій поверхні. Звідси витікає простий спосіб контролю плоских поверхонь деталі(ребром лекальної лінійки).

Якість обробки площин характеризується наступними показниками:

1. Точність розмірів, тобто повинно бути співвідношення фактичних розмірів деталі розмірам вказаним на кресленні.

2. Відхилення від правильної геометричної форми обробленої поверхні не повинно виходити за межі допусків на неточність виготовлення(допуск прямолінійності, допуск плоскості).

3. Відхилення розташування незалежних граней деталі відносно інших поверхонь повинні бути в заданих межах.

ФРЕЗЕРУВАННЯ ПЛОЩИН ЦИЛІНДРИЧНИМИ, ТОРЦЕВИМИ ФРЕЗАМИ ТА НАБОРОМ ФРЕЗ

При фрезеруванні площин торцевими та циліндричними фрезами розрізняють: грубу, чорнову та напівчистову обробку.

Груба обробка– обробка з великим та нерівномірним припуском – більше 8мм, а також робота по корці.

Чорнова обробка - обробка площин з відносно рівномірним припуском, без корки, з глибиною різання від 3 до 8мм.

Напівчистова обробка– обробка площин з рівномірним припуском та глибиною різання від 1,5 до 3мм та висотою мікро-нерівностей обробленої поверхні більше $R_r=40\text{мкм}$.

Чистова обробка– обробка площини з рівномірним припуском та глибиною різання до 1,5мм та висотою мікро-нерівностей обробленої поверхні не більше $R_a=20\text{мкм}$ ($R_a=2,5$ і $1,25\text{мкм}$).

Циліндричні фрези використовують для обробки площин.Зубці циліндричної фрези розташовані по гвинтовій лінії з певним кутом

уклому гвинтової канавки. Циліндричні фрези виготовляють суцільним з швидкоріжучої сталі з мілким та крупним зубом, а також з вставними ножами з швидкоріжучої сталі та гвинтовими пластинками твердого металокерамічного сплаву.

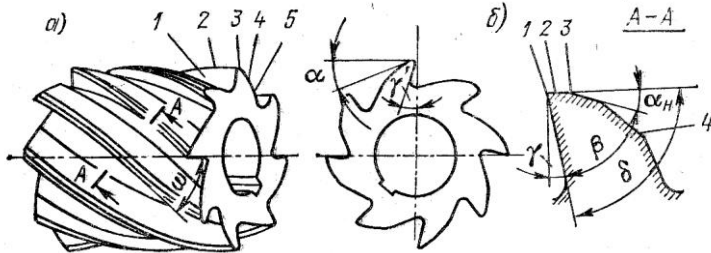


Рис.10.1 Елементи та геометрія циліндричної фрези з гвинтовим зубом

(1 – передня поверхня зуба, 2 – ріжуча кромка, 3 – головна задня поверхня, 4 – спинка зуба, 5 – канавка для виходу стружки)

Основними параметрами фрези являються довжина L , діаметр D , діаметр отвору d , число зубців z , висота зуба h , діаметр кільця оправки d_1 .

Циліндричними фрезами обробляють заготовки на горизонтально-фрезерних верстатах.

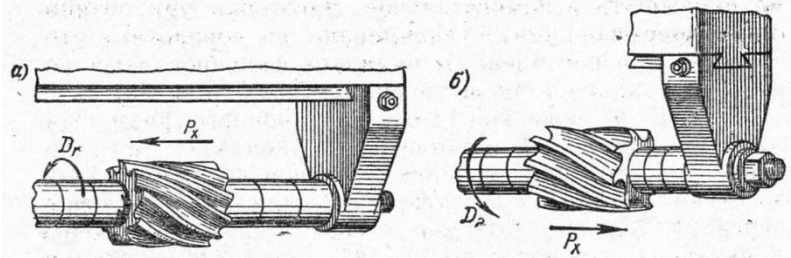


Рис 10.2 Закріплення циліндричної фрези на оправці та дія осьових сил

ТОРЦЕВІ ФРЕЗИ

Торцеві фрези призначені для фрезерування площин як на вертикально так і на горизонтально-фрезерних верстатах. Порядок фрезерування площин торцевою фрезою на вертикально-фрезерному

верстаті не відрізняється від фрезерування циліндричною фрезою на горизонтально-фрезерному верстаті.

У випадку обробки на горизонтально-фрезерному верстаті фреза чи фрезерна головка закріплюються у конусному отворі шпинделя верстата чи на кінцевій оправі чи безпосередньо, а кінці шпинделем верстата.

Торцеві фрези у порівнянні з циліндричними мають ряд переваг, основними з яких є: більш жорстке закріплення на оправці шпинделя, більш плавна робота більшого числа одночасно працюючих зубів. Тому більш раціонально проводити обробку площин торцевими фрезами.

Торцеві фрези бувають ліворіжучі та право ріжучі. Велике застосування отримали фрези оснащені пластинами твердих сплавів. Це підвищує продуктивність праці по зрівнянню з циліндричними фрезами.

Стандартами передбачено що у торцевих фрез параметри визначені одночасно, тобто кожному діаметру фрези відповідає певне значення довжини - L , діаметра - D , отвору - d , та число зубів - Z . Діаметр торцевої фрези вибирається в залежності від ширини фрезерування t по формулі $D=(1,2\div 1,6)t$.

ФРЕЗЕРУВАННЯ ПЛОЩИН НАБОРОМ ФРЕЗ

Набором фрез називається група фрез, підібраних по формі та розмірам оброблюваних деталей, встановлених та закритих на загальній оправі для одночасної обробки однієї чи декількох поверхонь. При фрезеруванні площин циліндричними фрезами виникає осьове зусилля яке може змістити заготовку на столі, тому при фрезеруванні заготовок великої ширини використовують складені фрези (рис. 10.3). Їх необхідно встановити таким чином щоб осьові сили були направлені на зустріч одна одній і тим самим намагалися стиснути дві фрези.

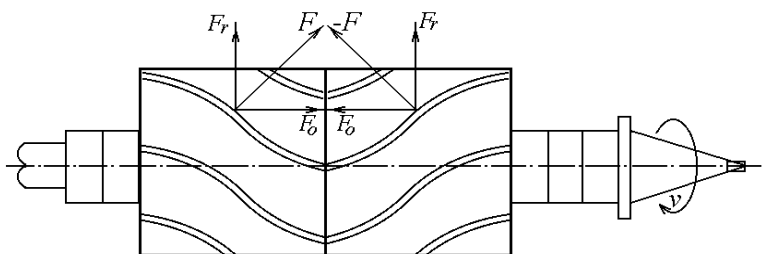


Рис. 10.3 Схема розподілу сил при фрезеруванні складеними фрезами

Хід роботи

1. З'ясуйте теоретичні питання теми практичної роботи.
2. Ознайомитись з будовою та призначенням різального інструменту та способів фрезерування.
3. Оволодіти прийомами роботи при налагодженні верстата до роботи.
4. Дати відповіді на питання до практичної роботи.
5. Скласти звіт про роботу.

Зміст звіту

Звіт про виконану роботу повинен вміщувати:

1. Короткі теоретичні відомості про будову та призначення різального інструменту та способів фрезерування.
2. Встановити циліндричну фрезу для фрезерування площини та розрахувати режими різання.
3. Закріпити заготовку в лещата за допомогою плоско-паралельних пластин.
4. Виготовити виріб згідно технічної документації (заготовка молотка).
5. Скласти технологічну карту та звіт про роботу.
9. Дати відповіді на питання до практичної роботи.
8. Висновки.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Технологічні та конструктивні ознаки фрез.
2. Які способи закріплення заготовок ви знаєте.

3. Коли використовуються складені фрези.
4. В яких випадках використовують набір фрез.
5. За допомогою яких інструментів перевіряють точність обробки площини.
6. Назвати види браку при фрезеруванні площин

ЛІТЕРАТУРА

1. Практикум у навчальних майстернях: навчально-методичний посібник / П. Буянов, М. Корець, В. Подольський, О. Рогозіна, С. Сивашенко, Ю. Силохін. – Донецьк: Юго-Восток, 2011. – 297 с.
2. Ревнівцев М. Режими різання на металообробних верстатах у машинобудуванні: навч. посіб. / М.П. Ревнівцев, Н.П. Паршина – К.: АСК, 2006. – 416с.
3. Боровков Ю.О., Лагорнев С.П., Черепашенець Б.А. Технічний довідник вчителя праці. – К.: Рад.шк., 1985.-198с
4. Матеріалознавство та обробка металів / [Кондратюк С. Є., Кіндрачук М.В., Степаненко В.О., Москаленко Ю.Н.]. – Київ: Вікторія, 2000. – 385 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 11

Відрізання та розрізання заготовок

Мета: ознайомитись з будовою та призначенням відрізних та прорізних фрез.

Знання:

- загальні відомості про відрізні фрези та їх геометричні особливості;
- загальні відомості про прорізні фрези та їх геометричні особливості;
- способи закріплення відрізних та прорізних фрез;

- способи закріплення заготовок при розрізанні;

Вміння:

- встановити фрезу на оправку;
- вибір режимів різання при відрізанні;
- закріпити заготовку для розрізання.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Відрізання – процес повного відділення однієї частини матеріалу від цілого (прутка, бруска, кутника і т. д.) ріжучим інструментом на металорізальних верстатах.

Розрізання – процес повного розділення цілого (прутка, бруска, кутника і т. д.), на рівні чи не рівні частини ріжучим інструментом на металорізальних верстатах.

Прорізання – процес утворення одного чи декількох мірних вузьких пазів (прорізей, шліців) у заготовці ріжучим інструментом на металорізальних верстатах.

Відрізання заготовок на різальних верстатах проводиться відрізними фрезами, прорізання пазів та шліців - прорізними. Відрізні та прорізи фрези мають ріжучі кромки, розташовані по периферії, та не мають ріжучих кромки по торцевих.

Для зниження тертя при обробці відрізні та прорізні фрези мають кут піднутріння ϕ_1 (ширина фрези зменшується від периферії до центра). Для прорізання фрез $\phi_1 = 5' \div 30'$, а для відрізання $\phi_1 = 15' \div 1^\circ$.

Для покращення умов роботи фрез та підвищення їх стійкості на зубах фрез роблять перехідні ріжучі кромки.

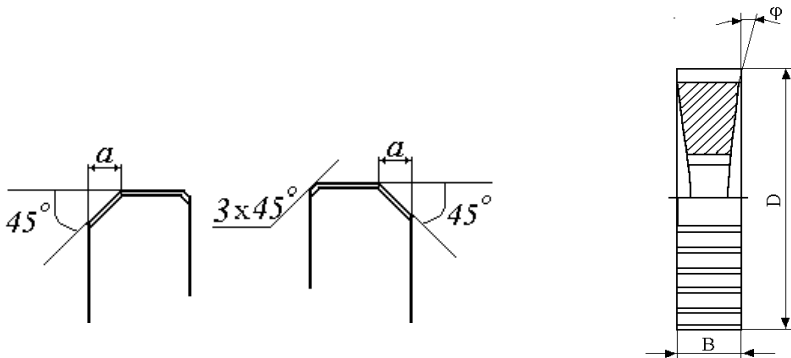


Рис. 11.1. Геометрія відрізних та прорізних фрез

Відрізни та прорізни фрези діаметром 32-250мм кріплять на оправках діаметром 8,10,13,22,27,32мм.

Хід роботи

1. З'ясуйте теоретичні питання теми практичної роботи.
2. Ознайомитись з будовою та призначенням обладнання та інструменту для фрезерування плоских поверхонь.
3. Оволодіти прийомами роботи при налагодженні верстата до роботи.
4. Дати відповіді на питання до практичної роботи.
5. Скласти звіт про роботу.
6. Дати відповіді на питання до практичної роботи.
7. Висновки.

Зміст звіту

Звіт про виконану роботу повинен вміщувати:

1. Короткі теоретичні відомості про будову та призначення обладнання та інструменту для фрезерування плоских поверхонь, та способи їх виготовлення.
2. Встановити відрізну фрезу для відрізання заготовок, та розрахувати режими різання.
3. Встановити заготовку для її розрізання навпіл.
4. Виготовити виріб згідно технічної документації.
5. Скласти звіт про роботу.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

- 1 Назвати основні частини горизонтально-фрезерного консольного верстата та їх призначення.
- 2 Технологічні та конструктивні ознаки фрез.
- 3 Способи закріплення заготовок на робочому столі.
- 4 Пристосування для закріплення заготовок.
- 5 Як розрахувати швидкість різання для фрезерного верстата.

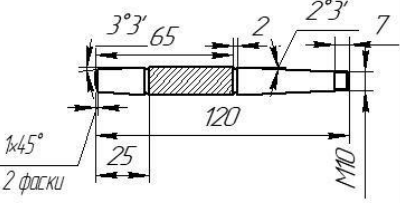
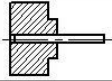
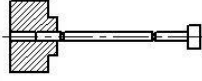
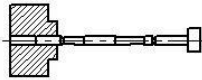

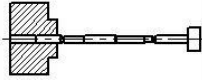


ЛІТЕРАТУРА

1. Практикум у навчальних майстернях: навчально-методичний посібник / П. Буянов, М. Корець, В. Подольський, О. Рогозіна, С. Сивашенко, Ю. Силохін. – Донецьк: Юго-Восток, 2011. – 297 с.

- 2.Ревнівцев М. Режими різання на металообробних верстатах у машинобудуванні: навч. посіб. / М.П. Ревнівцев, Н.П.Паршина – К.: АСК, 2006. – 416с.
- 3.Боровков Ю.О., Лагорнев С.П., Черепашенець Б.А. Технічний довідник вчителя праці. – К.: Рад.шк.,1985.-198с
- 4.Матеріалознавство та обробка металів / [Кондратюк С. Є., Кіндрачук М.В., Степаненко В.О., Москаленко Ю.Н.]. – Київ: Вікторія, 2000. – 385 с.

| | | Технологічна карта виготовлення болта | | | | |
|--|---|---------------------------------------|--|------------------|---------------------------------|--|
| | | Матеріал | Сталь 45 | | | |
| | | Інструмент | Різці прохідний прабий, відрізний. Плоска. | | | |
| | | Верстат | ТВ-6М | | | |
| | | Разробив | Греца С.М. | | | |
| | | Перевірів | Шульга О.М. | | | |
| | | № | Назва переходу | Ескіз переходу | Інструменти | |
| | | Контр.-вимір | | Ріжучі | Допоміжні | |
| I. Встановити заготовку, виступаючий кінець 10мм. | | | | | | |
| 1 | Підравати торцею як чисто | S | ШЦІ-1 | Рецець прохідний | | <i>n</i> =375 <i>S</i> -ручна <i>U</i> =4,13 |
| I. Передстановити заготовку, виступаючий кінець 50 мм. | | | | | | |
| 1 | Точити циліндр до $\varnothing 15,2$ на довжину 43мм. | S | ШЦІ-1 | Рецець прохідний | | <i>n</i> =375 <i>S</i> =01 <i>U</i> =5,2 |
| 2 | Точити циліндр до $\varnothing 7,8$ на довжину 35мм. | S | ШЦІ-1 | Рецець прохідний | | <i>n</i> =375 <i>S</i> -ручна <i>U</i> =7,8 |
| 3 | Зняти фаску $1/45^\circ$ | S | ШЦІ-1 | Рецець прохідний | | <i>n</i> =375 <i>S</i> -ручна <i>U</i> =4,13 |
| 4 | Нарізати різьбу М8 на довжину 20мм. | S | ШЦІ-1 | Плоска М8 | Прийомання для нарізання різьби | <i>n</i> -ручна <i>S</i> =1 <i>U</i> -ручна |
| 5 | Відрізати деталь на довжину 43мм. | S | ШЦІ-1 | Відрізний рець | | <i>n</i> =230 <i>S</i> -ручна <i>U</i> =6,3 |
| II. Передстановити заготовку в упор. | | | | | | |
| 1 | Підрізати торцею як чисто | S | ШЦІ-1 | Рецець прохідний | | <i>n</i> =375 <i>S</i> -ручна <i>U</i> =4,13 |
| 2 | Зняти фаску $1/45^\circ$ | S | ШЦІ-1 | Рецець прохідний | | <i>n</i> =375 <i>S</i> -ручна <i>U</i> =6,9 |

| | | Технологічна карта виготовлення плашкодержача | | | | |
|---|---|---|--|--------------------------------|-----------|----------------------------|
| | | Матеріал | Сталь 45 | | | |
| | | Інструмент | Різець прохідний правий, відрізний, прохідний внутрішній, Метчики, Свердла | | | |
| | | Верстат | ТВ-6М | | | |
| | | Розробив | Грешка С.М. | | | |
| | | Перевірив | Шульга О.М. | | | |
| № | Назва переходу | Ескіз переходу | Інструменти | | | Режими (n, S, U) |
| | | | Контр.-вимір | Ріжучі | Допоміжні | |
| I. Встановити заготовку, виступаючий кінець 20мм. | | | | | | |
| 1 | Підравати торець як чисто | | ШЦ-1 | Різець прохідний | | n=375 S=ручна U=4,13 |
| 2 | Точити циліндр до $\phi 46$ мм на довжину 14мм. | | ШЦ-1 | Різець прохідний | | n=375 S=01 U=15,2 |
| 3 | Точити отвір до $\phi 16$ мм на глибину 14 мм. Розточити отвір до $\phi 10$ мм на глибину 11мм. | | ШЦ-1 | Різець прохідний внутрішній | | n=375 S=ручна U=7,8 |
| 4 | Зняти фаску $1/45^\circ$ | | ШЦ-1 | Різець прохідний | | n=375 S=ручна U=4,13 |
| 5 | Відравати деталь на довжину 14мм. | | ШЦ-1 | Відрізний різець | | n=230 S=ручна U=9,3 |
| II. Пере встановити заготовку в упор. | | | | | | |
| 1 | Підравати торець як чисто | | ШЦ-1 | Різець прохідний | | n=375 S=ручна U=4,13 |
| 2 | Зняти фаску $1/45^\circ$ | | ШЦ-1 | Різець прохідний | | n=375 S=ручна U=6,9 |
| 3 | Розточити отвори | | ШЦ-1 | Різець прохідний | | |
| III. Передістановити заготовку в упор. | | | | | | |
| 1 | Просвердіти отвори | | ШЦ-1 | Свердла відпо відчнх діаметрів | | n=230 S=ручна U=9,3 |
| 2 | Нарізати різьбу | | ШЦ-1 | Метчики відпо відчнх розмірів | | n=230 S=ручна U=9,3 |

| | | Технологічна карта виготовлення рукоятки плоскогубця | | | | |
|---|---|---|--|--------------------|-----------|--|
|  | | Матеріал | Сталь 45 | | | |
| | | Інструмент | Різь і прохідні відрізний. Накатка. | | | |
| | | Верстат | ТВ-6М | | | |
| | | Разробив | Греца С.М. | | | |
| | | Перевірів | Щульга О.М. | | | |
| № | Назва переходу | Ескиз переходу | Інструменти | | | Режими (<i>n</i> , <i>S</i> , <i>U</i>) |
| | | | Контр.-вимір | Ріжучі | Допоміжні | |
| I. Встановити заготовку | | | | | | |
| 1 | Відрізати по довжині та підрізати торці та виканати центри в отвори |  | ШЦІ-1 | Різець прохідний | | <i>n</i> =375 <i>S</i> =ручна <i>U</i> =4,13 |
| II. Передістановити заготовку в центрі в упорі. | | | | | | |
| 1 | Точити циліндр до $\phi 13$ на всю довжину |  | ШЦІ-1 | Різець прохідний | | <i>n</i> =375 <i>S</i> =01 <i>U</i> =15,2 |
| 2 | Точити два конуси згідно з креслення. |  | ШЦІ-1 | Різець прохідний | | <i>n</i> =375 <i>S</i> =ручна <i>U</i> =7,8 |
| 3 | Виканати дві канавки для виходу різця |  | ШЦІ-1 | Різець прохідний | | <i>n</i> =375 <i>S</i> =ручна <i>U</i> =4,13 |
| 4 | Нарізати різьбу М10 на довжину 7мм |  | ШЦІ-1 | Відповідний різець | | <i>n</i> =ручна <i>S</i> =1 <i>U</i> =ручна |
| 5 | Виканати накатку на заготовку. |  | ШЦІ-1 | Накатка | | <i>n</i> =230 <i>S</i> =ручна <i>U</i> =0,3 |
| 6 | Зняти дві фаски 15x45° |  | ШЦІ-1 | Різець прохідний | | <i>n</i> =375 <i>S</i> =ручна <i>U</i> =4,13 |

Рекомендовані джерела інформації

Основна література:

1. Практикум у навчальних майстернях: навчально-методичний посібник / П. Буянов, М. Корець, В. Подольський, О. Рогозіна, С. Сивашенко, Ю. Силохін. – Донецьк: Юго-Восток, 2011. – 297 с.
2. Ревнівцев М. Режими різання на металообробних верстатах у машинобудуванні: навч. посіб. / М.П. Ревнівцев, Н.П. Паршина – К.: АСК, 2006. – 416с.
3. Боровков Ю.О., Лагорнев С.П., Черепашенець Б.А. Технічний довідник вчителя праці. – К.: Рад.шк., 1985.-198с
4. Грицай І. Є. Різання металів. Теорія різання: навч. посіб. для вищ. навч. закл. / І. Є. Грицай, М. Л. Кукляк. – Львів: Нац. ун-т "Львів. політехніка", 2005. – 131 с.
5. Матеріалознавство та обробка металів / [Кондратюк С. Є., Кіндрачук М.В., Степаненко В.О., Москаленко Ю.Н.]. – Київ: Вікторія, 2000. – 385 с.

Допоміжна література:

1. Технологія конструкційних матеріалів. [Сологуб М. А., Рожнецький І. О., Некоз О. І. та ін.]. – Київ: Вища школа, 2002. – 425 с.
2. Хільчевський В. В. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: Навчальний посібник / Хільчевський В. В., Кондратюк С.Є., Степаненко В.О. – К.: Либідь, 2002. – 326 с.
3. Швець, С. В. Металорізальні інструменти : навчальний посібник / С. В. Швець ; МОН України, СумДУ. – Суми : СумДУ, 2007 – 185 с.
4. Пентюк, Б. М. Проектування різального інструменту : практикум / Б. М. Пентюк, А. Л. Штурма ; ВНТУ. – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 80 с.

Навчально-методичні матеріали для студентів

Олександр Миколайович Шульга

Сергій Олександрович Скрипко

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ПРАКТИЧНИХ РОБІТ З КУРСУ

МЕХАНІЧНА ОБРОБКА МЕТАЛІВ

ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР

Спеціальності: 015 Професійна освіта

Ш95 Шульга О.М., Скрипко С.О. Методичні рекомендації до практичних робіт з курсу «Механічна обробка металів». – Чернігів: Національний університет "Чернігівський колегіум" імені Т.Г. Шевченка, 2025. – 68 с.