

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Український державний морський технічний університет
імені адмірала Макарова

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з курсу "Обробка металів різанням"

Рекомендовано Методичною радою УДМТУ

Миколаїв 2003

УДК 621.90

Шкурят С.І. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу "Обробка металів різанням". – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 40 с.

Кафедра матеріалознавства і технології металів

Подано основні теоретичні відомості щодо виконання лабораторних робіт з курсу "Обробка металів різанням".

Призначено для студентів спеціальностей: 8.050107 "Економіка підприємства", 7.050106 "Облік і аудит", 8.100201 "Кораблі та океанотехніка", 8.092301 "Технологія та устаткування зварювання", 7.090103 "Композиційні і порошкові матеріали, покриття".

Рецензент канд. техн. наук, доцент В.О. Комаров

© Український державний морський
технічний університет, 2003

© Видавництво УДМТУ, 2003

ВСТУП

Перед виконанням окремої лабораторної роботи передбачається самостійна підготовка студента, під час якої він повинен ознайомитись з теоретичними відомостями, наведеними у відповідних розділах підручників, з порядком виконання лабораторної роботи і знати основні вимоги щодо техніки безпеки при виконанні відповідної роботи.

Для самоконтролю студентів з теми кожної лабораторної роботи наведені контрольні запитання, на які рекомендовано підготувати відповіді.

Слід пам'ятати, що викладені у збірнику теоретичні відомості не можуть замінити підручників або конспект лекцій, тому при підготовці до захисту лабораторних робіт рекомендується використовувати такі підручники:

1. Технология конструкционных материалов / *А.М. Дальский, И.А. Арутюнова, Т.М. Барсукова* и др. – М.: Машиностроение, 1977.

2. Технология обработки конструкционных материалов / Под ред. *П.Г. Петрухи*. – М.: Высшая школа, 1991.

Усі лабораторні роботи виконуються під керівництвом викладача за участю лаборанта. Роботи мають дослідницький характер. До виконання лабораторних робіт допускаються тільки ті студенти, які на попередній співбесіді з викладачем показали достатній рівень знань про обладнання, правила його експлуатації та техніку безпеки.

Звіт про роботу оформлюється кожним студентом під час виконання лабораторної роботи. Рисунки, графіки, таблиці повинні бути виконані відповідно до загальноприйнятих вимог щодо оформлення результатів наукових досліджень. Звіт повинен закінчуватись висновками, які містять підсумок проведеної роботи, і подаватися до захисту на наступному лабораторному занятті.

ОСНОВНІ ТИПИ ТА ГЕОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ ТОКАРНИХ РІЗЦІВ

Мета роботи: ознайомитися з типами різців та їх геометричними параметрами, навчитися визначати головні кути різців.

Короткі теоретичні відомості

Токарні різці розрізняють за багатьма ознаками.

За матеріалом ріжучої частини вони можуть бути сталевими, твердостопними, алмазними.

За конструкцією – цільними або складовими. Ріжучою частиною складового різця є пластина з високоякісного матеріалу, яка механічно (16 на рис. 1.1) або пайкою з'єднана з тілом, виготовленим з дешевої вуглецевої сталі.

За розташуванням головного ріжучого леза різці поділяються на ліві та праві (1 та 2 на рис. 1.1).

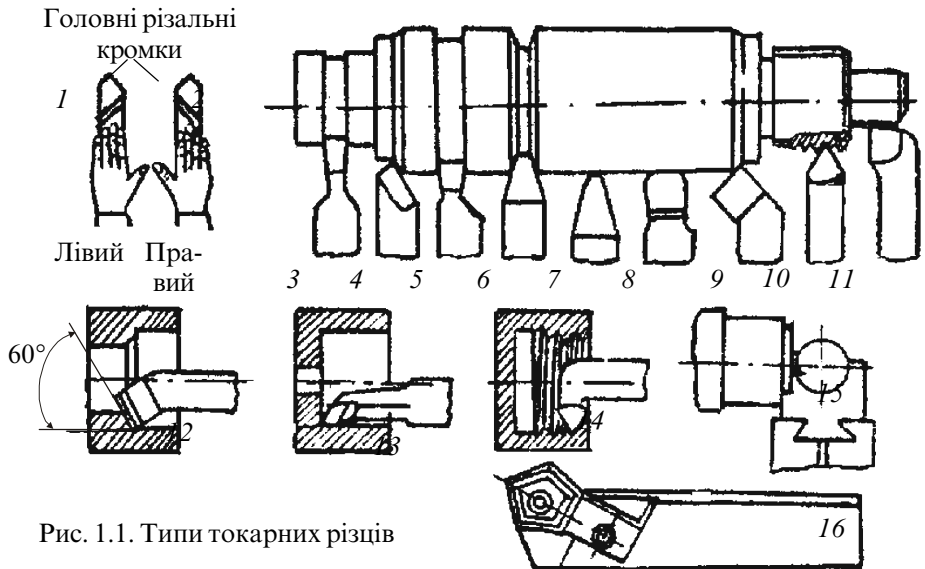


Рис. 1.1. Типи токарних різців

За розташуванням осі головки різця в плані відносно осі його тіла розрізняють різці прямі (1–8, 10, 11, 15) і відігнуті (9, 12–14).

На заготовці (рис. 1.3) розрізняють поверхню, що обробляється, 2, обробле-

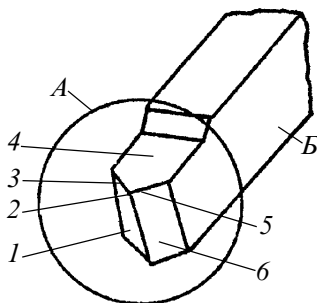


Рис. 1.2. Елементи токарного різця

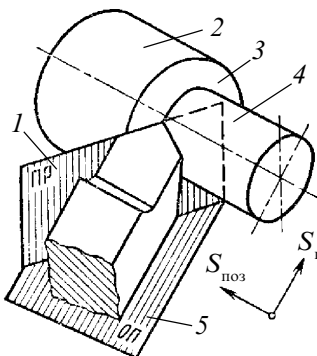


Рис. 1.3. Установлювальні
ПЛОЩИНИ

ну 4, поверхню різання 3. Для визначення кутів різця використовують *установлювальні площини*.

Площиною різання 1 називають площину, дотичну до поверхні різання, яка проходить крізь головну різальну кромку різця. *Основною площиною 5* називають площину, паралельну напрямку поздовжньої та поперечної подачі. *Головною січною площиною $N-N$* називають площину, перпендикулярну до проекції головної різальної кромки на основну площину, а *допоміжною січною площиною $N'-N'$* – площину, перпендикулярну до проекції допоміжної різальної кромки на основну площину.

Кути різця, виміряні у головній січній площині $N-N$, називають головними, а виміряні в допоміжній $N'-N'$ – допоміжними (рис. 1.4).

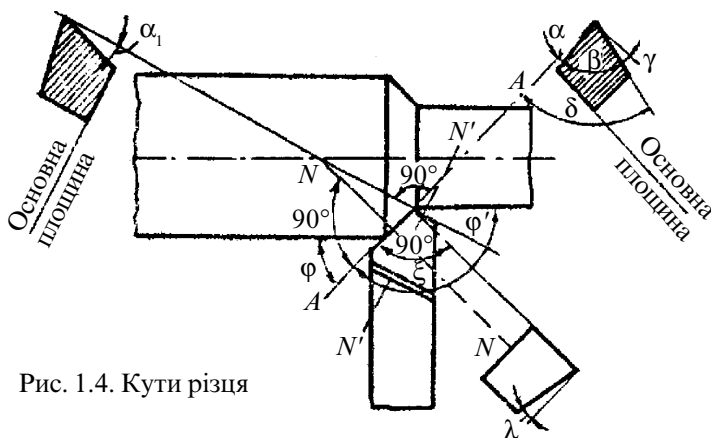


Рис. 1.4. Кути різця

Головний задній кут α – кут між головною задньою поверхнею різця та площиною різання. Значення цього кута визначає силу тертя між задньою поверхнею різця і поверхнею різання заготовки. Збільшення кута α приводить до зменшення тертя по задній поверхні різця, внаслідок чого зменшуються спрацювання інструмента по головній задній поверхні і міцність ріжучого леза.

Кут загострення β – кут між передньою та головною задньою поверхнями різця.

Передній кут γ – кут між передньою поверхнею різця та площиною, перпендикулярною до площини різання. Цей кут може мати позитивне або негативне значення. Зі збільшенням кута γ зменшується деформація матеріалу, що зрізається, а також сила різан-

ня і витрати потужності. Одночасно покращуються умови сходу стружки і підвищується якість обробленої поверхні заготовки. Однак зайве збільшення цього кута послаблює міцність ріжучого леза, збільшує його спрацювання.

Кут різання δ – кут між передньою поверхнею різця та площиною різання.

Головні кути різця пов'язані співвідношеннями

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ; \quad \alpha + \beta = \delta; \quad \delta + \gamma = 90^\circ.$$

Головний кут у плані ϕ вимірюється в основній площині. Це кут між проекцією головної різальної кромки на основну площину і напрямком поздовжньої подачі. Кут ϕ впливає на шорсткість обробленої поверхні заготовки. Зменшення кута ϕ призводить до зменшення шорсткості, при цьому зменшується товщина і збільшується ширина шару матеріалу, що зрізається. При зменшенні кута ϕ різко зростає радіальна складова сили різання, що призводить до підвищеної деформації заготовки.

Допоміжний кут у плані ϕ' – кут між проекцією допоміжної різальної кромки на основну площину та напрямком, зворотним до напрямку поздовжньої подачі.

Кутом нахилу головної різальної кромки λ називають кут між головною різальною кромкою та лінією, проведеною крізь вершину різця паралельно основній площині в площині різання. Він може бути позитивним або негативним. Якщо вершина різця є найвищою точкою головного ріжучого леза, то кут λ має негативне значення і стружка сходиться у напрямку подачі. Якщо $\lambda = 0$, то стружка сходиться по осі різця. При $\lambda > 0$ стружка сходиться в напрямку, зворотному до напрямку подачі.

Вимір кутів здійснюється за допомогою кутомірів. На рис. 1.5 наведені приклади вимірювання переднього кута γ та заднього основного кута α .

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з теоретичними відомостями.
2. Класифікувати надані зразки токарних різців за різними ознаками.
3. За допомогою кутоміра виміряти значення основних кутів наданого різця.

4. Оформити звіт з лабораторної роботи, який обов'язково повинен містити теоретичні відомості з відповідними рисунками і визначені параметри наданих різців.

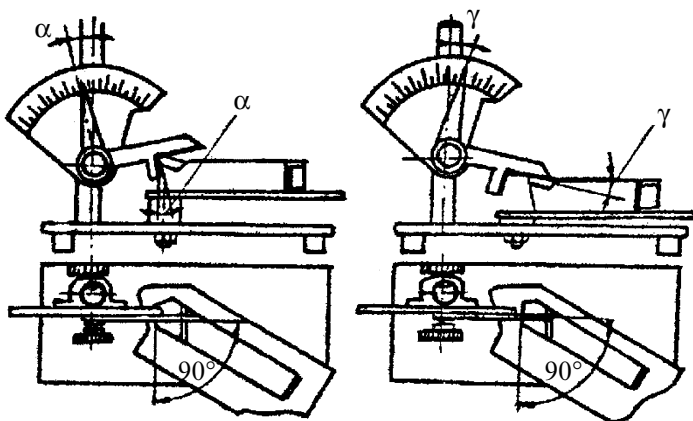


Рис. 1.5. Виміри кутів за допомогою кутоміра

Контрольні запитання

1. За якими ознаками можна поділити токарні різці?
2. Які матеріали використовуються для виготовлення ріжучої частини різців?
3. Назвіть основні елементи токарного різця.
4. Визначте основні установчі площини і поверхні на заготовці.
5. Визначте головні кути токарного різця.
6. Поясніть, яким чином здійснюється вимір кутів різця.
7. Які бувають токарні різці за конструкцією?

Лабораторна робота № 2

ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНИЙ ВЕРСТАТ І РОБОТИ, ЯКІ ВИКОНУЮТЬСЯ НА НЬОМУ

Мета роботи: вивчення складу і кінематичної схеми токарно-гвинторізного верстата моделі 1А616 та ознайомлення з основними видами робіт, які виконуються на ньому.

Короткі теоретичні відомості

Токарно-гвинторізний верстат моделі 1А616 призначений для виконання усіх видів токарних робіт: обточування зовнішніх та розточування внутрішніх циліндричних і конічних поверхонь, підрізання торців, свердлення і розгортання отворів та ін.

Токарно-гвинторізний верстат складається з вузлів (рис. 2.1). Станина 2 з горизонтальними призматичними направляючими призначена для монтажу вузлів верстата й установлена на двох тумбах. У передній тумбі 1 розташовані електродвигун головного привода верстата і коробка швидкостей, у задній тумбі 12 – насосна станція для подачі мастильно-охолодної рідини в зону різання. У передній бабці 6 змонтований механізм перебора 5 зі шпинделем, на якому встановлені затискні пристрої для кріплення заготовок. На лицевій стороні передньої бабки, станини і тумби розташовані панелі керування коробкою швидкостей 1 та коробкою подач 3. Ліворуч станини встановлена коробка 4 змінних зубчастих колес, за допомогою яких виконується настройка верстата під час нарізання різьб.

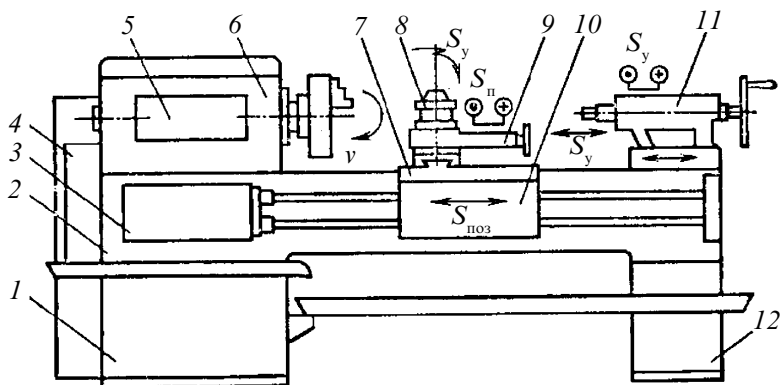


Рис. 2.1. Загальний вигляд токарно-гвинторізного верстата

Поздовжня подача різця здійснюється за допомогою поздовжнього супорта 7, на якому змонтована каретка з поперечним супортом 9. На верхньому супорті змонтований чотирипозиційний різцетримач 8. До поздовжнього супорта кріплять фартух 10 з механізмами, які перетворюють обертовий рух ходового вала або гвинта на поступовий рух супортів. Задня бабка 11 встановлена

праворуч і пересувається вздовж станини. У пінолі задньої бабки встановлюють задній центр або інструменти для обробки отворів (свердла, зенкери, розвертки).

Кінематична схема верстата (рис. 2.2) – це умовне зображення усіх механізмів та передач, через які здійснюється передача руху від привода до виконуючих органів верстата.

Привод головного руху верстата моделі 1A616 складається з коробки швидкостей, розташованої в передній тумбі верстата, та механізму перебора, який знаходиться разом зі шпинделем у передній бабці.

Рух з вала I електродвигуна ($N = 4,5$ кВт; $n = 1440$ об/хв) передається на вал II за допомогою клинопасової передачі діаметром 135...168 мм, на вал III – зубчастою передачею 41–26, 39–31 або 14–55. Усього вал III має три частоти обертання. З вала III на вал IV рух передається за допомогою зубчастої передачі 14–44, 19–38, 26–32 або 31–25. Вал IV має 12 різних частот обертання. Швидкість перемикається блоками B_1 , B_2 , B_3 та зубчастим колесом $z = 55$, які знаходяться на валах на ковзних шпонках. З вала IV рух за допомогою клинопасової передачі діаметром 174–174 мм передається порожньому валу V і далі, крізь зубчасті передачі 34–68 та 20–80, на шпиндель VII. Перемиканням муфти M1N1 вліво обертовий рух вала V передається безпосередньо шпинделю VII. Усього шпиндель верстата має 24 частоти обертання (11–2240 об/хв).

Частота обертання шпинделя, об/хв,

$$n = n_d i_{p1} \eta_p i_{kc} i_{p2} i_n,$$

де n_d – частота обертання електродвигуна, об/хв; i_{p1} , i_{p2} – передаточне співвідношення клинопасових передач; i_{kc} , i_n – передаточні співвідношення коробки швидкостей та механізму перебора; η_p – коефіцієнт проковзування пасової передачі.

Рух подачі починається з вала VII (шпинделя) через реверсивний механізм зубчастими передачами 34–44–22–34 або 34–44–44–34 на вал X, а з нього на ведучій вал XII коробки подач через передачі 30–66–36.

Вмиканням муфт M_2 і M_3 , перемиканням блоків B_5 , B_6 , B_7 , B_8 коробки подач рух з вала XII передається через відповідні зубчасті передачі на ходовий валик XXI верстата. Внаслідок близького співвідношення ряду частот обертання коробка подач забезпечує

тільки 22 частоти обертання ходового валика і, відповідно, 22 значення поздовжньої або поперечної подачі.

З ходового валика ХХІ рух передається на вал ХХІІ фартуха верстата черв'ячною передачею 2–35. Вмиканням муфти M_6 рух передається з вала ХХІІ крізь зубчасті передачі 31–53 і 27–53 на вал ХХІV, на кінці якого жорстко закріплене рійкове зубчасте колесо $z = 14$. Рійкове колесо котиться по зубчастій рійці на станині верстата і забезпечує поздовжню подачу супорта. Вмиканням муфти M_5 рух передається з вала ХХІІ крізь зубчасті передачі 50–35 і 47–13 на рушійний гвинт ХХVІІ поперечної подачі.

При настройці токарно-гвинторізного верстата на нарізання різьб заданого кроку необхідно розрахувати кількість зубців змінних зубчастих колес гітари. За кожен оберт заготовки різець повинен пересунутися вздовж її осі на розмір кроку обраної різьби.

На токарно-гвинторізному верстаті виконують такі роботи (рис. 2.3):

1) обточують зовнішні циліндричні поверхні (рис. 2.3,*а*) токарними прохідними різцями з поздовжньою подачею. Короткі заготовки кріплять у кулачковому патроні, довгі – у центрах, використовуючи повідковий патрон та хомут. Цю операцію можна виконувати шляхом ділення припуску (рис. 2.3,*б*) або довжини (рис. 2.3,*в*);

2) підрізають торці (рис. 2.3,*г*) підрізними різцями з поперечною подачею до або від центра;

3) обточують галтелі (рис. 2.3,*д*) прохідними різцями із закругленими ріжучими лезами або галтельними;

4) протягують канавки (рис. 2.3,*е*) різцем відповідної форми з поперечною подачею. Цими ж різцями проточують широкі канавки, застосовуючи поздовжню подачу;

5) відрізають деталі відрізними різцями з поперечною подачею (рис. 2.3,*ж,л*);

6) виконують свердлення, зенкерування, розгортання (рис. 2.3,*м*) відповідними інструментами, які встановлюють у пінолі задньої бабки;

7) розточують внутрішні циліндричні поверхні (рис. 2.3,*з,и*) розточними різцями.

На рис. 2.4 зображено варіанти обробки конічних поверхонь. Різьби нарізають різьбовими різцями з відповідним профілем, надаючи їм поздовжньої подачі, яка дорівнює кроку різьби.

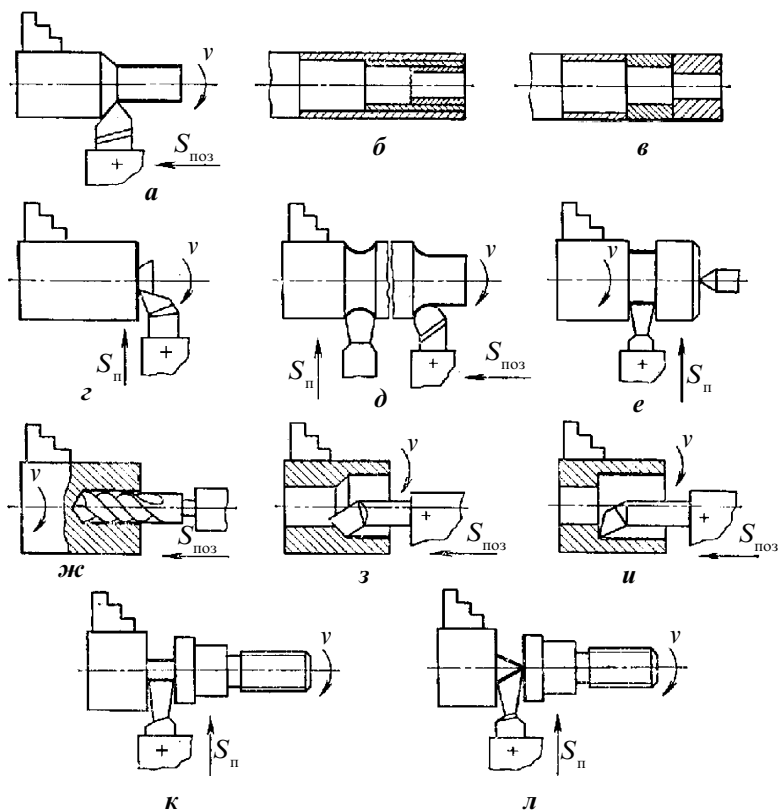


Рис. 2.3. Схеми обробки заготовок на токарно-гвинторізному верстаті

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з будовою токарно-гвинторізного верстата, призначенням основних функціональних вузлів та механізмів.
2. Розглянути кінематичну схему верстата, скласти ланцюг найменшої і найбільшої швидкостей головного руху.
3. Вивчити наведені схеми обробки заготовок на токарному верстаті.
4. За підсумками виконання лабораторної роботи скласти звіт, який повинен містити належні схеми та ескізи.

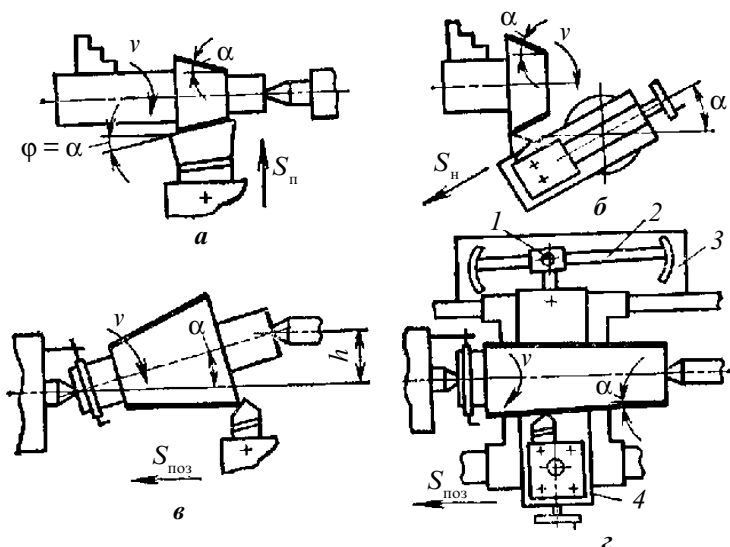


Рис. 2.4. Схеми обробки зовнішніх конічних поверхонь на токарно-гвинторізному верстаті:

a – із застосуванням широких токарних різців; *б* – поворотом каретки верхнього супорта і ручної подачі; *в* – зсувом корпуса задньої бабки; *г* – за допомогою копіювальної лінійки

Контрольні запитання

1. Назвіть основні вузли і механізми токарно-гвинторізного верстата моделі 1A616. Яке призначення вони мають?
2. Укажіть місце встановлення і закріплення заготовки на токарному верстаті.
3. Укажіть місце встановлення і закріплення інструмента на токарному верстаті.
4. Які основні види робіт виконують на токарному верстаті?
5. Поясніть основні схеми обробки конічних поверхонь на токарному верстаті.

ру. За допомогою хвостовика свердло закріплюється у шпинделі верстата. Лапка призначена для опору при вибиванні свердла зі шпинделя. Хвостовик конічної (конус Морзе) або циліндричної (свердло $\varnothing$ до 20 мм) форми закріплюється у патроні.

Ріжуча частина (рис. 3.1,в) має передню 6 і задню 7 поверхні, головні 8 та допоміжні 9 різальні кромки, а також поперечну кромку 10. Передньою поверхнею свердла є поверхня канавки, по якій збігає стружка. Задня поверхня утворюється при заточуванні свердла. Головні різальні кромки утворюються перетином передніх та задніх поверхонь.

Передній кут свердла γ вимірюється у площині $N-N$ (рис. 3.1,з). Він утворюється дотичною AM до передньої поверхні в точці A та лінією AK , перпендикулярною до площини різання в цій же точці.

Задній кут α вимірюється у площині $O-O$, паралельній осі свердла. Це кут між дотичними до задньої поверхні свердла та до кола, утвореного обертанням точки A навколо осі свердла. Максимальне значення кута $\gamma = 25...32^\circ$, мінімальне значення заднього кута $\alpha = 6...8^\circ$ у точках біля периферії свердла. В міру наближення до осі свердла значення цих кутів змінюються. Кут при обертанні свердла 2ϕ (рис. 3.1,д) при обробці м'яких матеріалів дорівнює $80...90^\circ$, твердих та крихких – $130...140^\circ$. Кут нахилу поперечної кромки $\phi = 50...55^\circ$.

Для підвищення точності та чистоти поверхні отворів застосовують зенкери (рис. 3.2).

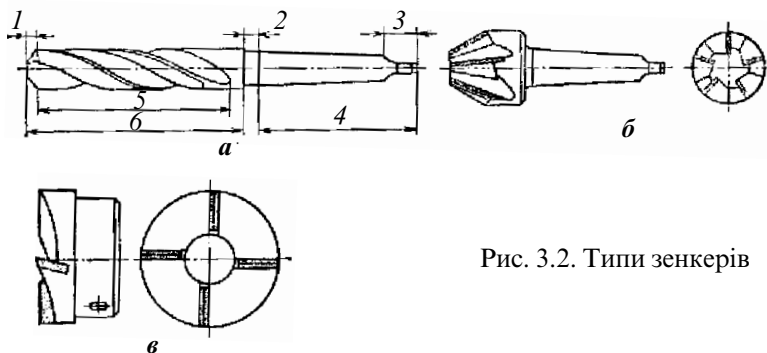


Рис. 3.2. Типи зенкерів

Розгортки (рис. 3.3) застосовують для кінцевої обробки отворів. При цьому одержують високу точність та високий клас шорсткості поверхні.

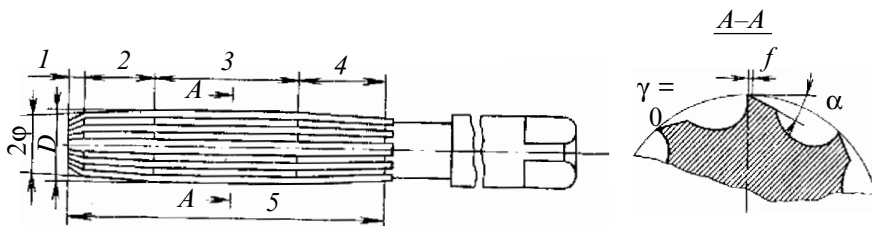


Рис. 3.3. Елементи та геометричні параметри розгортки

Для свердлення використовують свердлильні верстати різноманітних типів. На рис. 3.4 показаний зовнішній загальний вигляд вертикально-свердлильного верстата моделі 2Н135, який складається з фундаментної плити 1, станини 2, коробки швидкостей та подач, змонтованих в одному корпусі та розташованих у кронштейні 4. Стіл 3 призначений для встановлення й закріплення заготовок.

Кінематична схема верстата 2Н135

Наявність в коробці швидкостей одного потрійного і двох подвійних рухомих блоків забезпечує шпинделю 12 частот обертання в межах від 31,5 до 1400 об/хв (рис. 3.5):

$$N_{\min} = 1440 \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{25}{35} \cdot \frac{15}{42} \cdot \frac{25}{50} \cdot \frac{15}{60} = 31,5 \text{ об/хв.}$$

Коробка подач забезпечує дев'ять різних величин подач в межах від 0,1 до 1,6 мм/об:

$$S_{\min} = 1 \text{ об} \cdot \frac{34}{60} \cdot \frac{19}{54} \cdot \frac{16}{45} \cdot \frac{26}{36} \cdot \frac{1}{60} \pi \cdot 13 \cdot 3 = 0,1 \text{ мм/об.}$$

Механізм подачі забезпечує ручне пересування шпинделя, вмикання, вимикання та ручне випередження механічної подачі.

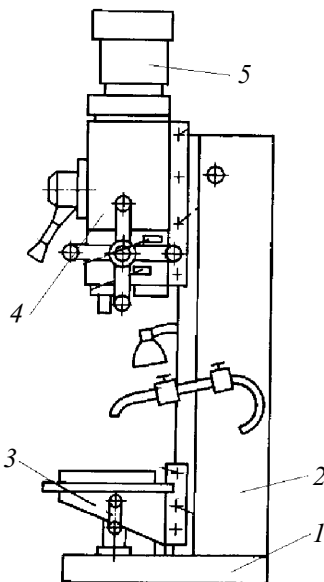


Рис. 3.4. Загальний вигляд свердлильного верстата

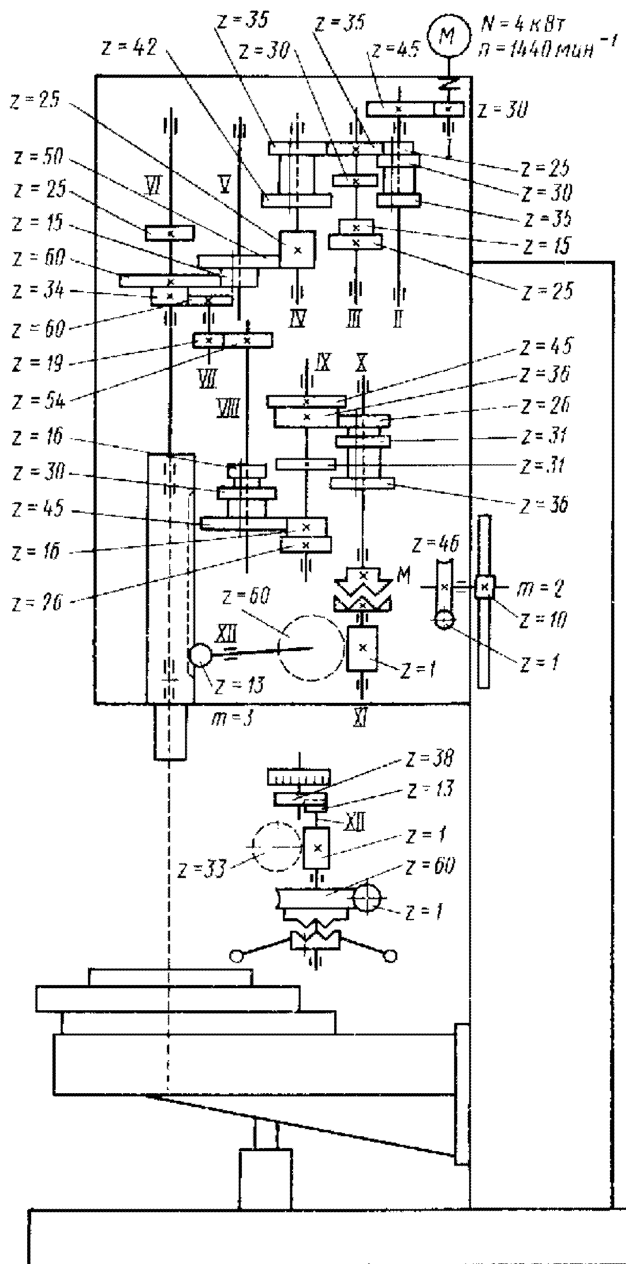


Рис. 3.5. Кінематична схема свердильного верстата 2H135

Нарізання різьб здійснюється при ручній подачі шпинделя та реверсуванні двигуна головного руху.

Вертикальне переміщення свердильної головки (установлювальне переміщення) здійснюється вручну через черв'ячну передачу $z = 1...46$. Необхідну глибину свердлення встановлюють завдяки кулачкам на німбі відліку глибини свердлення.

На свердильних верстатах виконуються такі види робіт (рис. 3.6):

свердлення у суцільному матеріалі свердлами (рис. 3.6,*а*);

розсвердлювання – збільшення діаметра попередньо одержаного отвору (рис. 3.6,*б*);

зенкерування – обробка отворів зенкером для поліпшення форми, розмірів і чистоти поверхні (рис. 3.6,*в*);

розгортання – кінцева обробка отворів розвертками для досягнення найвищої точності форми і чистоти поверхні (рис. 3.6,*г,д*);

зенкування – утворення циліндричних або конічних заглиблень під головки болтів

(рис. 3.6,*ж*);

цекування – обробка торцевих поверхонь під гайки, шайби (рис. 3.6,*е*);

нарізання різьби в отворах мітчиками (рис. 3.6,*и*);

обробка складних отворів комбінованим зенкером (рис. 3.6,*к*).

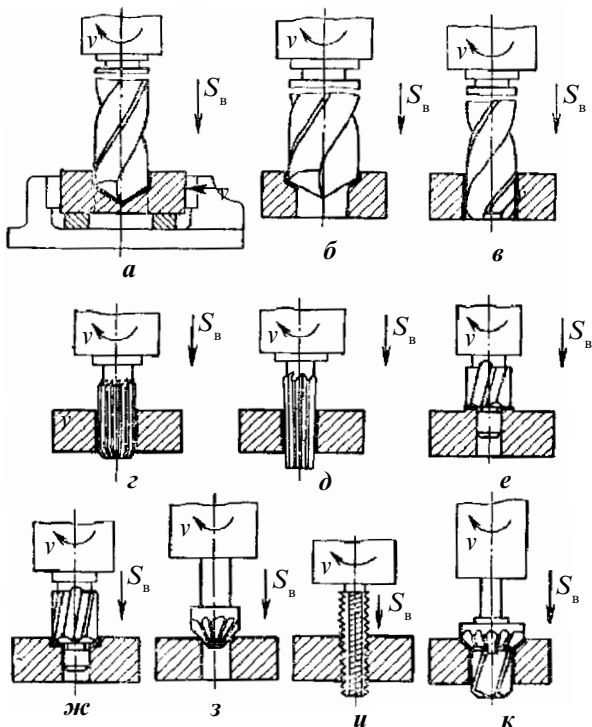


Рис. 3.6. Види робіт, які виконуються на свердильному верстаті

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з будовою вертикально-свердлильного верстата, призначенням основних функціональних вузлів та механізмів.
2. Ознайомитися з інструментом для обробки отворів.
3. Розглянути кінематичну схему верстата, скласти ланцюг найменшої і найбільшої швидкостей головного руху.
4. Вивчити наведені схеми обробки заготовок на верстаті.
5. За підсумками виконання лабораторної роботи скласти звіт, який повинен містити належні схеми та ескізи.

Контрольні запитання

1. Назвіть основні вузли і механізми вертикально-свердлильного верстата моделі 2Н132. Яке призначення вони мають?
2. Укажіть місце встановлення і закріплення заготовки на вертикально-свердлильному верстаті.
3. Укажіть місце встановлення і закріплення інструмента на вертикально-свердлильному верстаті.
4. Які основні види робіт виконують на вертикально-свердлильному верстаті?
5. Наведіть основні схеми обробки отворів на вертикально-свердлильному верстаті.

Лабораторна робота № 4

ФРЕЗЕРНИЙ ВЕРСТАТ І РОБОТИ, ЯКІ ВИКОНУЮТЬСЯ НА НЬОМУ

Мета роботи: ознайомлення з фрезами, будовою фрезерного верстата і роботами, які виконуються на ньому.

Короткі теоретичні відомості

У залежності від форми та призначення фрези поділяються на циліндричні (рис. 4.1,*а*), торцеві (рис. 4.1,*б,з*), дискові (рис. 4.1,*в*), кінцеві (рис. 4.1,*г*), кутові (рис. 4.1,*д*), шпоночні (рис. 4.1,*е*), фасонні (рис. 4.1,*ж*), різьбові, черв'ячні та ін.

Кожен із зубів фрези можна розглядати як окремий різець з певними геометричними параметрами. Передній кут у циліндричних фрезах визначають у площині $N-N$, перпендикулярній до різальної кромки (рис. 4.1, *и,к*). Кут $\gamma = 10 \dots 20^\circ$; чим м'якше матеріал заготовки, тим більшим обирають значення переднього кута.

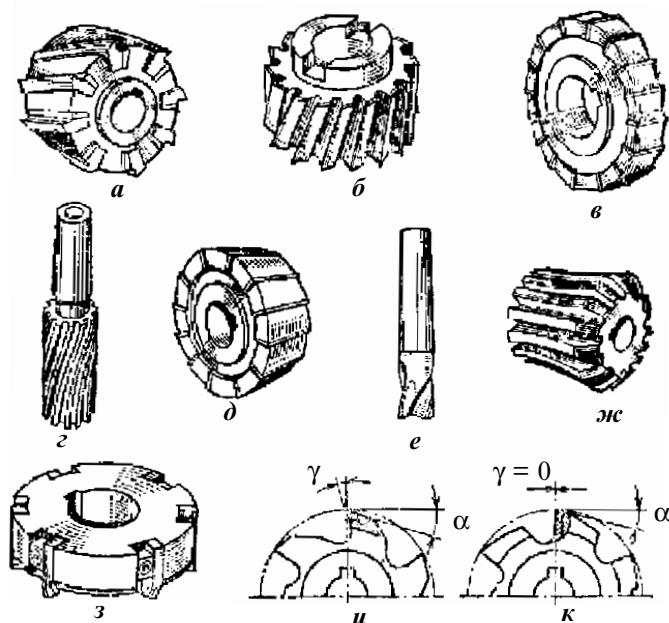


Рис. 4.1. Основні типи фрез

Задній кут α визначають у площині, перпендикулярній до осі фрези. Це кут між дотичною до задньої поверхні зуба фрези та дотичною до кола.

Інструментальний широкоуніверсальний фрезерний верстат моделі 675П-1 (рис. 4.2) призначений для виконання різноманітних фрезерних робіт з горизонтальним або вертикальним шпинделем, який при необхідності може бути встановлений під кутом.

Кінематична схема верстата 675П-1 (рис. 4.3) складається з двох ланцюгів: ланцюга головного руху та ланцюга подач.

Ланцюг головного руху. Від електродвигуна потужністю 15 кВт рух передається на вал I за допомогою клинопасової передачі. Від вала I крізь коробку швидкостей обертання передається барабан-

ній шестірні 53, потім крізь шестерню 44 горизонтальному шпинделю VI.

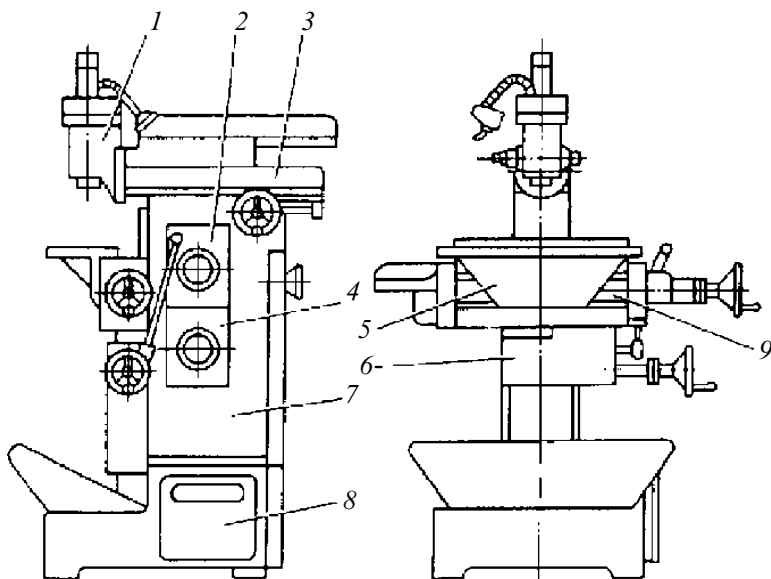


Рис. 4.2. Розташування основних частин верстата 675П-1:

1 – вертикальна головка; 2 – коробка швидкостей; 3 – шпиндельна бабка; 4 – коробка подач; 5 – кутовий горизонтальний стіл; 6 – супорт; 7 – станина; 8 – електрообладнання; 9 – основний стіл

Вертикальний шпиндель VIII одержує обертання від горизонтального шпинделя за допомогою конічної пари 40, 41 та циліндричної 43, 42. Різні положення блоків шестерень коробки швидкостей (30–32, 59–60, 54–55, 36–37) дозволяють надати 16 різних швидкостей горизонтальному та вертикальному шпинделям.

Ланцюг подач. Ланцюг подач приводить у рух три робочі органи: супорт по вертикалі, ползочки у поздовжньому напрямі та шпиндельну бабку у поперечному напрямі. Усі переміщення здійснюються вручну або механічно. Діапазон швидкостей механічних переміщень усіх робочих органів забезпечує здійснення прискорених ходів 935 мм/хв та 16 різних подач від 12,5 до 400 мм/хв. Механізм подач має загальний з механізмом головного руху електродвигун і одержує обертання від коробки швидкостей за допомогою шестірні 28–29. Прискорене переміщення надають робочим

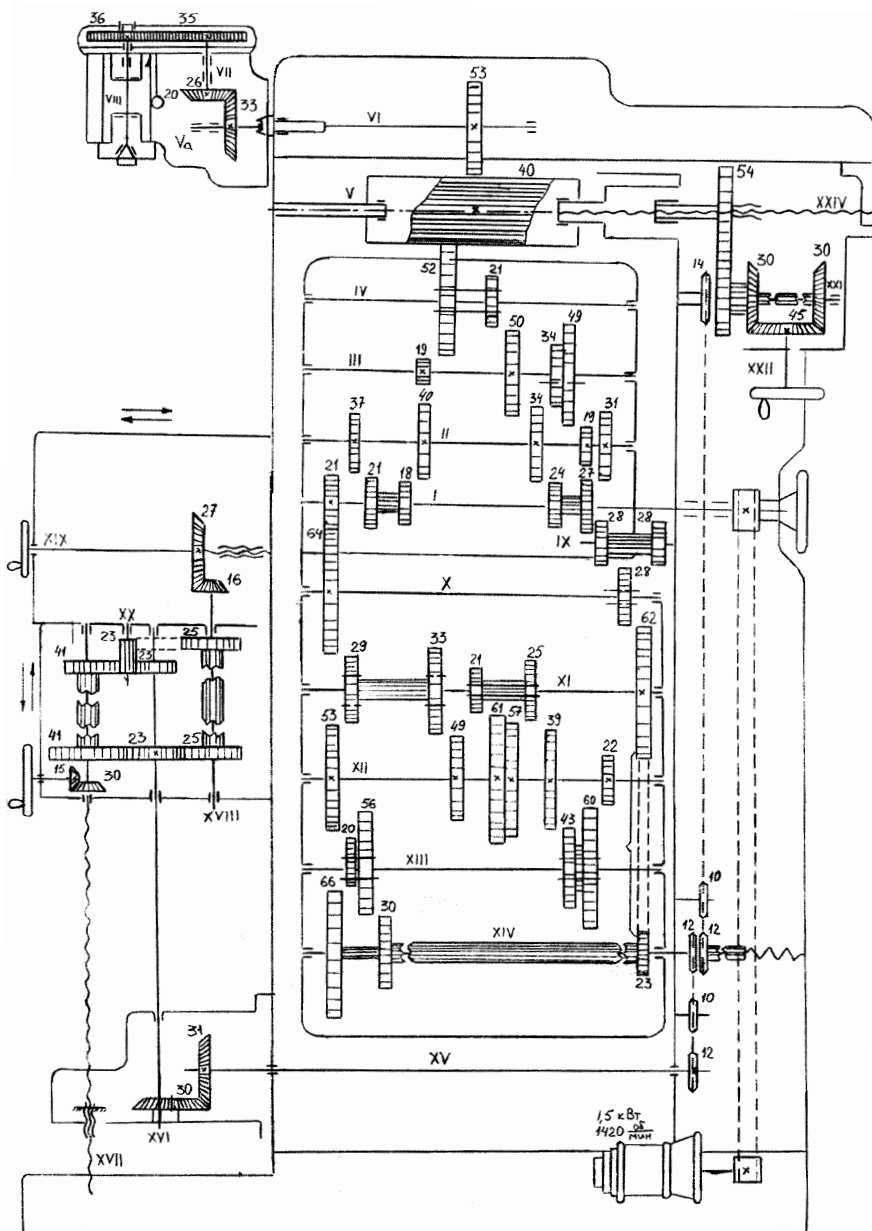


Рис. 4.3. Кінематична схема фрезерного верстата моделі 675П-1

органам по ланцюгу 28–63–62–61–64–69 і далі за допомогою ланцюгової передачі 70–71–72 супорту або полозкам, а через ланцюгову передачу 68–67–45 шпіндельній бабці. При реверсуванні електродвигуна вал змінює напрямок обертання, однак при цьому колесо 63 автоматично входить у зчеплення з колесом 64, минаючи блок 61–62, який тепер обертається вхолосту, а усі наступні передачі продовжують обертатися в тому ж напрямку. Під час прискорених переміщень муфта на валу XIV знаходиться у положенні, зображеному на схемі (див. рис. 4.3). Вибір необхідної подачі здійснюється після встановлення блоків шестерень 13–14, 12–10, 5–7, 74–73, що перемикаються у відповідні положення. Перші два блоки на валу XI можуть знаходитися у трьох положеннях: два – у зчепленні, третє – нейтральне. Коли один з блоків знаходиться у зчепленні, другий займає нейтральне положення. Кожний з блоків, що перемикаються на валу XIII, може бути у двох положеннях тільки у зчепленні. Різні положення чотирьох блоків відповідають шістнадцяти величинам подачі. Вертикальне переміщення здійснюється за допомогою гвинта 76 і гайки 3. Рух на гвинт передається від вала XV по ланцюгу 1–2–19–18, при цьому муфта на валу XVIII знаходиться у зчепленні з колесом 18. При зміні напрямку подачі (муфта на валу XVII зачіпляється з колесом 20), рух на гвинт передається по ланцюгу 1–2–22–21–20. Ручне переміщення супорта по вертикалі здійснюється від маховичка на валу XXIII через пару конічних коліс 17–16. Муфта на валу XVII знаходиться у нейтральному положенні. Полозки переміщуються за допомогою гвинта 24 і гайки 26 від ланцюга поздовжніх подач. Рух на гвинт передається від вала XV по ланцюгу 1–2–19–15–25–27. Муфта на валу XVIII при цьому знаходиться у зачепленні з колесом 15. При зміні напрямку подачі (муфта на валу XVIII зачеплена з колесом 23) рух на гвинт передається по ланцюгу 1–2–22–21–23–25–27. Ручне переміщення полозок здійснюється від маховичка на валу XIX. Муфта на валу XVIII знаходиться при цьому у нейтральному положенні. Ланцюг поперечних подач передає рух шпіндельній бабці з різучим інструментом. Бабка переміщається за допомогою гвинта 49 і гайки 48. Рух на гвинт передається через пару 46–47. Муфта на валу XXI при цьому знаходиться у зачепленні з колесом 52. При зміні напрямку подачі бабки (муфта на валу XXI зачеплена з колесом 50) рух на гвинт передається по ланцюгу 50–51–52–46–47. Ручне переміщення бабки здійснюється від маховичка на валу XXII за

допомогою коліс 51–52–46–47. Муфта на валу ХХІ при цьому знаходиться у нейтральному положенні.

На фрезерних верстатах виконують такі види робіт (рис. 4.4):

обробляють циліндричними фрезами горизонтальні площини (рис. 4.4,*а*) на горизонтально-фрезерних або торцевими (рис. 4.4,*б*) – на вертикально-фрезерних верстатах;

торцевими фрезами обробляють вертикальні площини (рис. 4.4,*в*) на горизонтально-фрезерних, а кінцевими фрезами (рис. 4.4,*г*) – на вертикально-фрезерних верстатах;

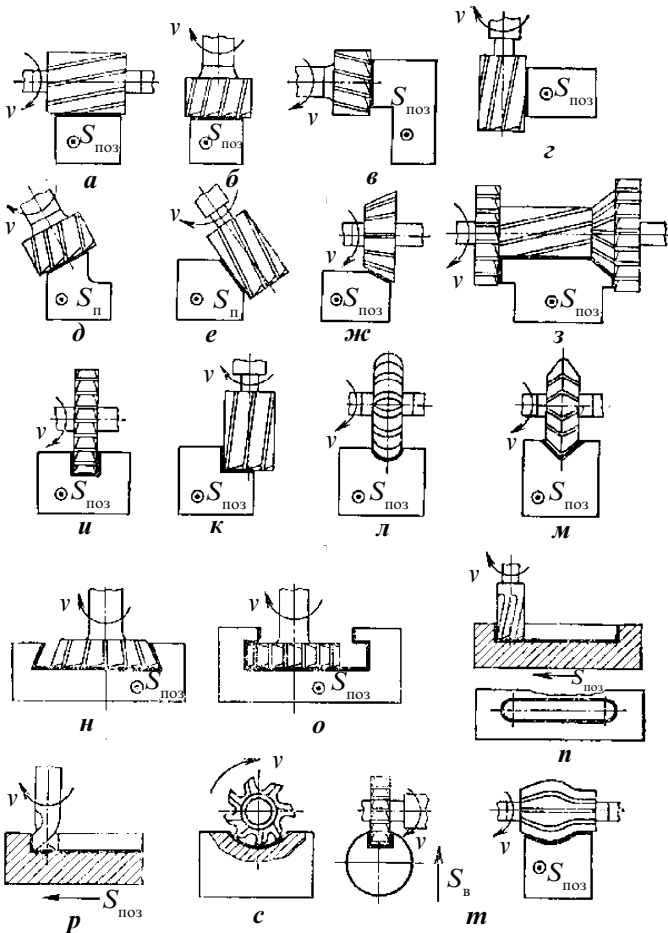


Рис. 4.4. Види робіт, які виконуються на фрезерних верстатах

нахилені площини і скоси обробляють кутовими фрезами на горизонтально-фрезерних (рис. 4.4,*ж*), кінцевими або торцевими – на вертикально-фрезерних верстатах з поворотною головкою (рис. 4.4,*д,е*);

комбіновані поверхні фрезерують набором фрез на горизонтально-фрезерних верстатах (рис. 4.4,*з*);

фрезерують прямокутні пази й уступи дисковими фрезами на горизонтально-фрезерних (рис. 4.4,*и*) або кінцевими – на вертикально-фрезерних верстатах (рис. 4.4,*к*);

фасонні пази фрезерують фасонною дисковою фрезою на горизонтально-фрезерних верстатах (рис. 4.4,*л,м*);

фрезерують Т-подібні пази і пази типу "ластівчин хвіст" на вертикально-фрезерному верстаті у два проходи – спочатку прорізають прямокутний паз циліндричною кінцевою фрезою, а потім проходять фрезою відповідного профілю (рис. 4.4,*н,о*);

фрезерують відкриті шпоночні пази дисковими фрезами на горизонтально-фрезерних верстатах (рис. 4.4,*с*), закриті – кінцевими на вертикально-фрезерному верстаті (рис. 4.4,*р*), або спеціальними шпоночними фрезами (рис. 4.4,*н*);

обробляють фасонні поверхні фасонними фрезами відповідного профілю переважно на горизонтально-фрезерних верстатах (рис. 4.4,*т*).

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з будовою фрезерного верстата моделі 675П-1, призначенням основних функціональних вузлів та механізмів.
2. Ознайомитися з основними типами фрез.
3. Розглянути кінематичну схему верстата, скласти ланцюг найменшої і найбільшої швидкості головного руху.
4. Вивчити наведені схеми обробки заготовок на верстаті.
5. За підсумками виконання лабораторної роботи скласти звіт, який повинен містити належні схеми та ескізи.

Контрольні запитання

1. Назвіть основні вузли і механізми фрезерного верстата моделі 675П-1. Яке призначення вони мають?
2. Укажіть місце встановлення і закріплення заготовки на фрезерному верстаті.

3. Укажіть місце встановлення і закріплення інструмента на фрезерному верстаті .
4. Які основні види робіт виконують на фрезерних верстатах?
5. Наведіть основні схеми обробки поверхонь на фрезерних верстатах.

Лабораторна робота № 5

УНІВЕРСАЛЬНО-ЗАТОЧНИЙ ВЕРСТАТ І РОБОТИ, ЯКІ ВИКОНУЮТЬСЯ НА НЬОМУ

Мета роботи: вивчення будови, кінематичної схеми універсально-заточного верстата моделі 3Е642Е та ознайомлення з основними роботами, які виконуються на ньому.

Короткі теоретичні відомості

На шліфувальному верстаті застосовуються абразивні інструменти – шліфувальні кола, які класифікуються:

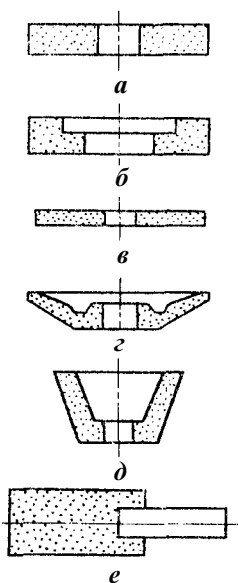
за природою абразивного матеріалу – електрокорунд, карбід силіцію, карбід бору, штучні алмази, кубічний нітрид бору та ін.;

за зернистістю абразивів. Абразивні зерна поділяються на чотири групи: шліфзерна – від № 200 до № 16 (мають зерна основної фракції від 2000 до 160 мкм); шліфпорошки – від № 12 до № 3 (зерна від 125 до 28 мкм); мікропорошки – від М63 до М14 (зерна від 63 до 10 мкм); тонкі мікропорошки – від М10 до М1;

за типом зв'язки. Для виготовлення шліфувальних кіл застосовуються зв'язки трьох типів: неорганічні (керамічна, силікатна, магнезіальна), органічні (бакелітова, гліфталева, вулканітова), металеві (мідь, алюміній);

за твердістю. Твердість абразивних інструментів є найважливішою характеристикою. Твердість – здатність зв'язки абразивного інструмента чинити опір проникненню в нього іншого тіла. Установлено сім класів твердості: м'який (М), середньом'який (СМ), середній (С), середньотвердий (СТ), твердий (Т), достатньо твердий (ДТ), надзвичайно твердий (НТ);

за типорозмірами шліфувальні кола поділяються на плоскі прямого профілю – тип ПП (рис. 5.1,*a*), плоскі з виточкою – ПВ



(рис. 5.1,а), диски – Д (рис. 5.1,б), тарілки – Т (рис. 5.1,г), чашки конічні – ЧК (рис. 5.1,д), головки циліндричні – ГЦ (рис. 5.1,е).

Будова верстата

До складу універсально-заточного верстата моделі 3Е642Е входять такі основні вузли (рис. 5.2): корпус-станина 5 з основою столу 1, на якій розташований пульт управління 6 з механізмами тонкої та поперечної подачі 4; стіл 2, на якому встановлюються та закріплюються заготовки; шліфувальна бабка 3, на шпинделі якої встановлюють шліфувальні кола, яким надається обертовий рух; шафа 7, в якій розміщено основне електрообладнання; насосна станція 8, призначена для підтримки певного тиску масла у гідравлічному ланцюгу привода поздовжньої подачі стола.

Рис. 5.1. Основні типорозміри шліфувальних кіл

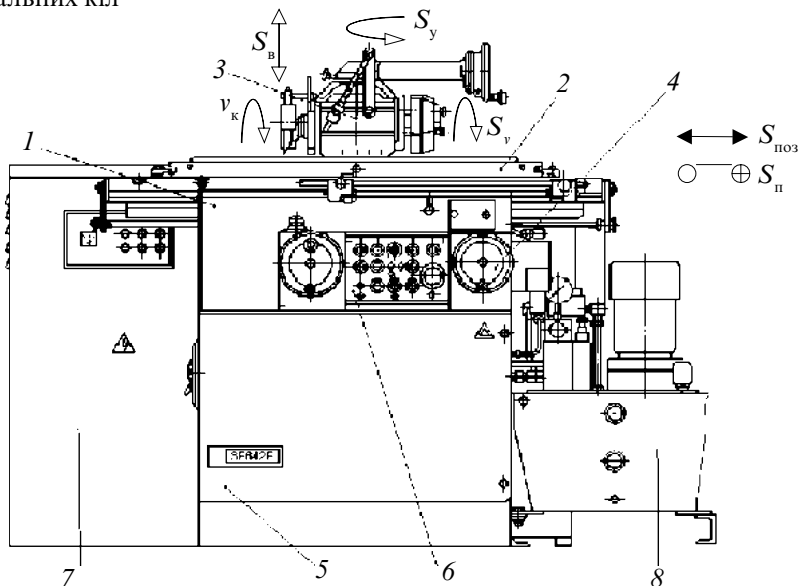


Рис. 5.2. Загальний вигляд верстата 3Е642Е

Кінематична схема верстата 3Е642Е

Ланцюг привода шліфувального кола. Від електродвигуна рух безпосередньо передається на вал I, далі, за допомогою плоскопа-сової передачі, від вала I передається на вал II, який є шліфуваль-ним шпинделем. Частота обертання шліфувального кола регулю-ється шляхом перекидання плоского паска між колесами на валах I і II (рис. 5.3).

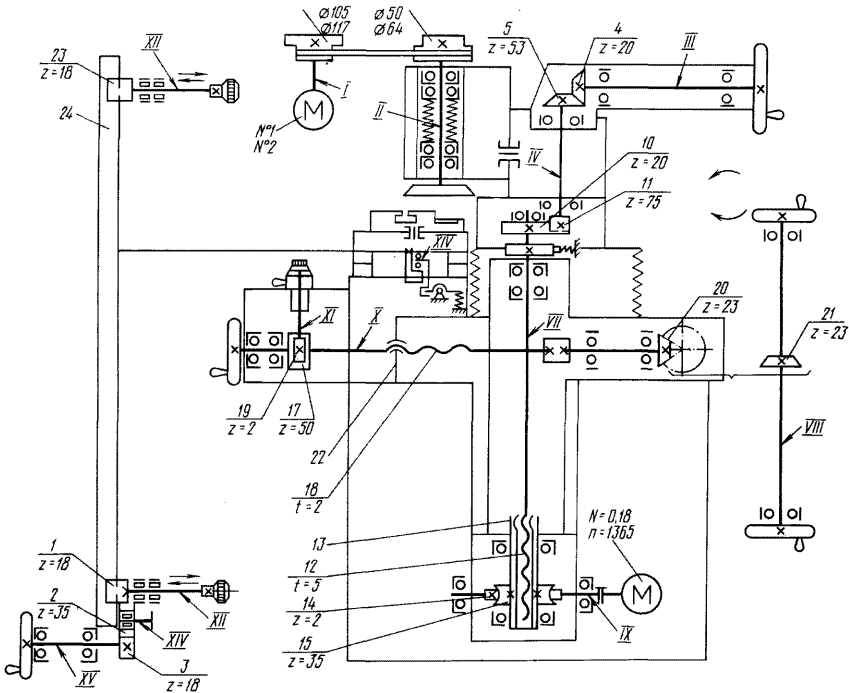


Рис. 5.3. Принципова кінематична схема верстата 3Е642Е

Механізм підйому шліфувальної бабки дозволяє регулювати висоту розташування шліфувального кола над столом. Висота може бути встановлена вручну за допомогою маховичка на валу III. Через конічну пару 20–53 (4, 5), вал IV, циліндричну пару 75–20 (10, 11) рух надається валу VII з гвинтом, який опирається на гайку у редукторі 13 і піднімає шліфувальну бабку. Механічно висота шліфувальної бабки регулюється за допомогою редуктора 13, привод якого здійснюється від електродвигуна ($N = 0,18$;

$n = 1365$). Редуктор 13 складається з черв'ячної пари: гвинта 14 ($z = 2$) на валу IX та черв'ячного колеса (гайки) 15 ($z = 35$), за допомогою яких обертовий рух від електродвигуна перетворюється на поступовий рух гвинта (вал VII), який піднімає бабку.

Механізм поперечної подачі. Поперечна подача каретки зі столом здійснюється вручну за допомогою відповідних маховичків, розташованих попереду, зліва та справа від станини на валах VIII та X, які з'єднані між собою конічною парою 23–23 (20, 21). На валу X є гвинт 18, завдяки якому і гайці на каретці 22 обертовий рух вала X перетворюється на поступовий рух каретки разом зі столом. Передбачено також більш точне здійснення поперечної подачі (так звана тонка подача) за допомогою черв'ячної пари (17, 19).

Поздовжня подача здійснюється в автоматичному режимі за допомогою гідроприводу і вручну за допомогою відповідного маховичка на валу XV та механізму пересування стола 3, який складається з циліндричних коліс 1, 2, 3 на валах XV, XIV і XII, останнє колесо 1 зачеплене з рейкою на столі 24 і, обертаючись, пересуває його.

Основні схеми шліфування

Універсально-заточний верстат моделі 3Е642Е призначений для виконання багатьох видів заточних та шліфувальних робіт.

1. Заточка багатолезового інструмента по задній поверхні

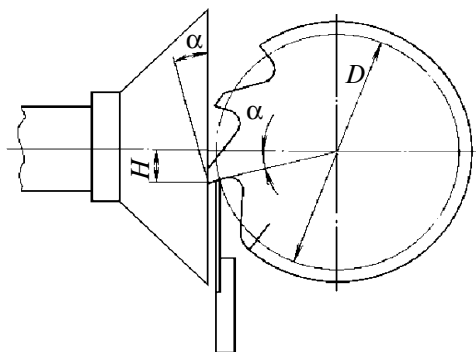


Рис. 5.4. Схема установки упорки

(розвертки, циліндричні фрези та ін.). Заточка по задній поверхні може проводитись з безпосередньою установкою заднього кута шляхом повороту шліфувального круга у вертикальній площині та з установкою заднього кута за допомогою упорки. В останньому випадку установка упорки виконується за схемою рис. 5.4.

2. Шліфування в центрах

застосовується для обробки зовнішніх циліндричних, конічних та, в окремих випадках, фасонних поверхонь. Є три різновиди шліфу-

вання в центрах: методом поздовжньої подачі (рис. 5.5,*а*), глибинне шліфування (рис. 5.5,*б*) і шліфування врізанням (при цьому шліфувальне коло повинне бути ширшим за оброблювану поверхню) з прямолінійною (рис. 5.5,*в*) або криволінійною (рис. 5.5,*г*) відтворюючою.

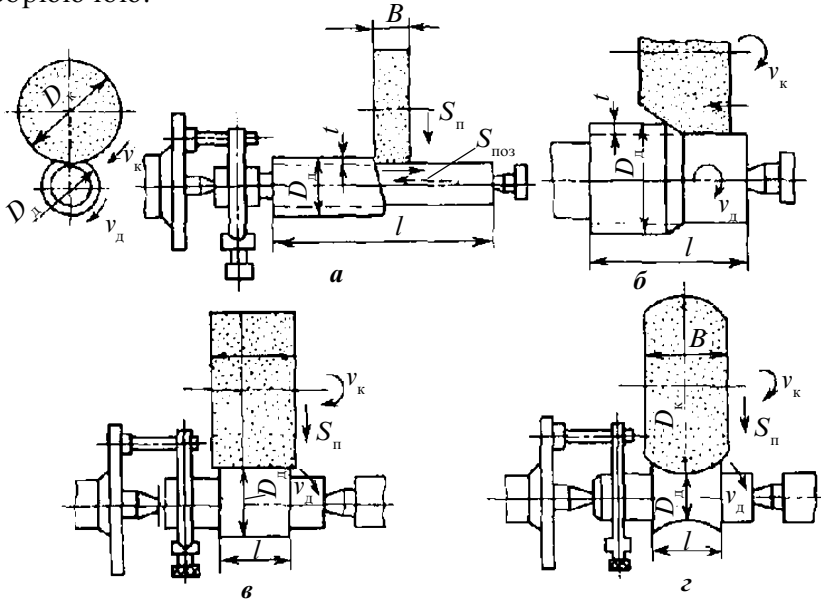


Рис. 5.5. Основні схеми шліфування у центрах

3. Шліфування плоских поверхонь деталей 1, установлених на столі 2, можна здійснювати за двома основними схемами: шліфування периферією кола (рис. 5.6,*а*) або його торцевою поверхнею (рис. 5.6,*б*). Шліфування периферією кола дозволяє досягти більш високої точності обробки.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з будовою універсально-заточного верстата моделі 3Е642Е, призначенням основних функціональних вузлів та механізмів.
2. Ознайомитися з інструментом та основними пристроями, які використовуються на верстаті.
3. Розглянути кінематичну схему верстата.
4. Вивчити наведені схеми обробки заготовок на верстаті.

5. За підсумками виконання лабораторної роботи скласти звіт, який повинен містити належні схеми та ескізи.

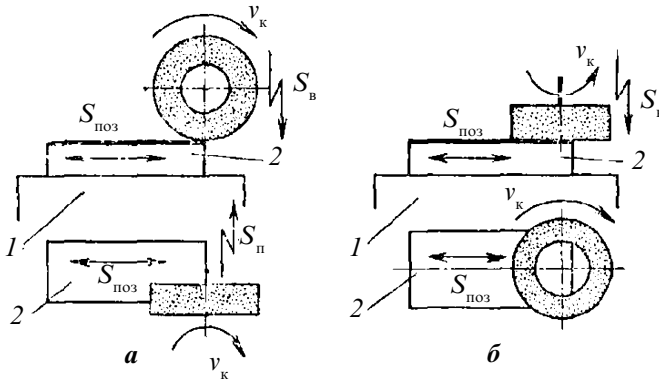


Рис. 5.6. Схеми шліфування плоских поверхонь

Контрольні запитання

1. Назвіть основні вузли і механізми універсально-заточного верстата моделі 3Е642Е. Яке призначення вони мають?
2. Укажіть місце встановлення і закріплення заготовки на універсально-заточному верстаті моделі 3Е642Е.
3. Укажіть місце встановлення і закріплення інструмента на універсально-заточному верстаті моделі 3Е642Е.
4. Які основні види робіт виконують на шліфувальних верстатах?
5. Наведіть основні схеми обробки поверхонь на шліфувальних верстатах.

Лабораторна робота № 6

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ РЕЖИМУ РІЗАННЯ НА ТЕМПЕРАТУРУ РІЗАННЯ ПРИ ТОЧІННІ

Мета роботи: ознайомлення з джерелами утворення тепла та основними закономірностями, що характеризують вплив елементів процесу різання на температуру різання; ознайомлення з апаратурою для вимірювання температури різання при точінні; визначення впливу швидкості різання, подачі та глибини різання на температуру різання; обробка результатів експерименту.

Обладнання, прилади та інструменти, необхідні для виконання лабораторної роботи: токарно-гвинторізний верстат моделі 1А616, різці токарні проходні твердосплавні, природна термopаpa, мілівольтметр, тахометр, штангенциркуль, заготовки сталльні.

Короткі теоретичні відомості

При обробці металів різанням виділяється значна кількість тепла, тому що при відокремленні стружки механічна робота майже повністю перетворюється на тепло, і тільки незначна частина її накопичується у вигляді потенціальної енергії, зумовленої явищем наклепу.

У такому випадку кількість тепла Q , кДж/хв, що виділяється у процесі різання, може бути визначена формулою

$$Q = \frac{P_z V}{E} \alpha,$$

де P_z – сила різання, Н; V – швидкість різання, м/хв; E – механічний еквівалент теплоти – 1000 Н·м/кДж; α – коефіцієнт, що враховує частину роботи, яка перетворюється на тепло.

Головною причиною виникнення тепла у зоні стружкоутворення є тертя в області пластичних деформацій та на контактних площадках передніх та задніх поверхонь інструмента. Отже, джерелом теплоти є зони найбільших зсувних деформацій, контакту стружки з передньою поверхнею інструмента, контакту задніх поверхонь інструмента із заготовкою.

На рис. 6.1 наведено схему розподілу тепла у зоні різання. Тепло, що виникло, Q розподіляється між стружкою Q_c , заготовкою Q_z , ріжучим інструментом Q_i та навколишнім середовищем Q_a .

У залежності від режиму різання та умов обробки стружкою відводиться 25...85 % усієї теплоти, заготовкою – 10...15 %, інструментом – 2...8 %, навколишнім середовищем – біля 1 %.

Кількісний розподіл теплоти залежить, у першу чергу, від

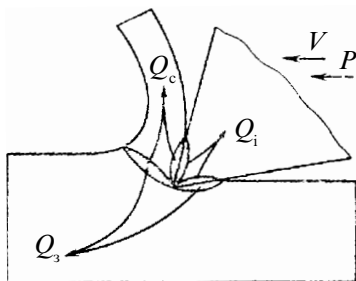


Рис. 6.1. Схема розподілу тепла в зоні різання

швидкості різання: при збільшенні швидкості кількість теплоти, відведеної заготовкою, зменшується, а кількість теплоти, відведеної стружкою, збільшується. Тепловиділення – один з найважливіших факторів, які супроводжують процес різання та впливають на режим обробки.

Як відомо, нагрівання інструментальних сталей та сплавів викликає зменшення їх твердості та стійкості до спрацювання: при певній температурі значення твердості інструмента має першочергове практичне значення.

Вірне розв'язання практичних задач з вибору матеріалу інструмента та раціонального режиму різання можливе тільки при відомій температурі на поверхнях тертя ріжучого леза та матеріалу, що обробляється.

На температуру різання впливають:

фізико-хімічні властивості матеріалу заготовки та ріжучої частини інструмента;

елементи режимів різання;

геометричні параметри ріжучої частини інструмента;

використання мастильно-охолодних рідин та ін.

Теоретичні формули для визначення температури у залежності від факторів, наведених вище, містять у собі цілий ряд припущень, що впливають на результати визначення температур. Тому для практичних цілей використовують емпіричні формули, одержані дослідним шляхом за допомогою термопар. Наприклад, формула, що визначає залежність температур різання θ від елементів процесу різання, у загальному вигляді може бути такою:

$$\theta = C_0 V_x S^4 t_z, \quad (6.1)$$

де C_0 – коефіцієнт, що залежить від матеріалу заготовки та ріжучої частини інструмента, геометрії ріжучих елементів та інших умов обробки. Визначається дослідним шляхом і вибирається за

швидкістю різання V , м/хв,

подачею S , мм,

глибиною різання t , мм;

x , y , z – показники степеня, залежні від матеріалу заготовки та різця, а також від умов різання, визначають закон зміни температури різання у залежності від V , S та t .

Формула (6.1) – загальна, враховує одночасний вплив усіх елементів різання: V , S та t . Разом з тим формули, що визначають

залежності температури різання від кожного окремого елемента процесу різання, мають вигляд:

$$\theta_1 = C_\theta V_x; \quad (6.2)$$

$$\theta_2 = C_\theta S_y; \quad (6.3)$$

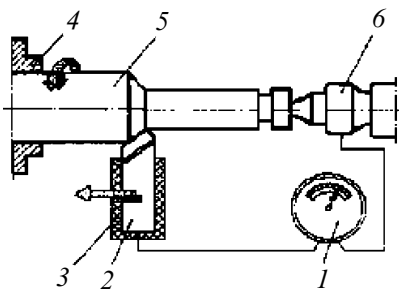
$$\theta_3 = C_\theta t_z; \quad (6.4)$$

Як відомо з фізики, між вільними краями різнорідних матеріалів, які мають між собою місце спаю, виникає різниця електричних потенціалів в тому випадку, якщо температура спаю буде більшою за температуру вільних кінців. Якщо до вільних кінців провідників підключити мілівольтметр, то за відхиленням його стрілки можна визначити наявність електричного потенціалу, який тим більший, чим більша різниця температур гарячого спаю та холодних кінців провідників. Як бачимо, різець та заготовка під час різання знаходяться у безперервному контакті і тому являють собою термопару (виходимо з того, що матеріали заготовки та ріжучої частини різця різнорідні).

На рис. 6.2 наведено схему вимірювання температури методом термопар.

Рис. 6.2. Схема вимірювання температури різання за допомогою природної термопар:

1 – мілівольтметр; 2 – різець, ізольований від корпусу верстата та з'єднаний проводом з однією з клем мілівольтметра; 3 – ізолююча прокладка різця; 4 – кулачковий патрон; 5 – заготовка, не ізольована від корпусу верстата; 6 – центр задньої бабки, з'єднаний проводом з мілівольтметром



Для того, щоб перейти від показань мілівольтметра (мВ) до градусів (°C), кожну термопару треба прокалібрувати з тим мілівольтметром, який буде включений в електричний ланцюг при вимірюванні температури. Калібрування складається з побудови для термопарі графіку залежності температури від показань мілівольтметра, ввімкненого у ланцюг термопарі (рис. 6.3).

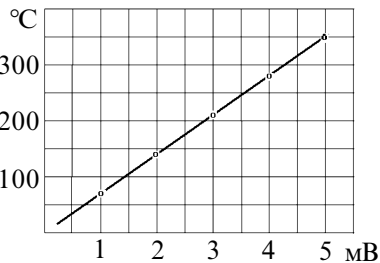


Рис. 6.3. Калібровочний графік природної термопарі

Порядок виконання роботи

1. Зібрати схему вимірювання температури методом природної термопари (див. рис. 6.2).

2. Провести дослідження залежності $\theta = f(V, S, t)$. Для цього фіксують два з трьох елементів різання, змінюють третій. При точінні заготовки змінюють значення цього елемента та знаходять відповідні їм показники температури:

Таблиця 6.1

n , об/хв	2,5	20	32,5	50
V , м/хв				
U , мВ				
θ , °С				

Таблиця 6.2

S , об/хв	0,14	0,21	0,34	0,52
U , мВ				
θ , °С				

Таблиця 6.3

t , мм	0,2	0,5	0,8	1,1
U , мВ				
θ , °С				

а) вплив швидкості точіння – $S, t = \text{const}, V = \text{var}$. Для кожного значення швидкості різання вимірюють температуру у зоні різання. Отримані показники заносять до табл. 6.1;

б) вплив подачі – $V, t = \text{const}, S = \text{var}$. Дані про температуру при різних величинах подачі заносять до табл. 6.2;

в) вплив глибини різання – $S, V = \text{const}, t = \text{var}$. Дані про зміну температури при різних показниках t заносять до табл. 6.3.

Усі дослідження проводять без охолодження. Величини S, V, t задаються викладачем.

3. Використовуючи графоаналітичний метод обробки дослідних даних, будують графіки досліджених залежностей $\theta = f(V)$, $\theta = f(S)$ та $\theta = f(t)$ у прямокутних координатах $\theta-S$, $\theta-V$, $\theta-t$.

4. За виглядом кривих побудованих графіків установлюють загальний характер функціональної залежності між дослідженими величинами і роблять якісну оцінку впливу швидкості різання V , подачі S та глибини різання t на температуру різання при точінні. Очевидно, що найбільший вплив на температуру процесу різання справляє той фактор, зміна якого призводить до більш інтенсивної зміни температури.

Контрольні запитання

1. Наведіть вираз для визначення кількості тепла, що виділяється у процесі різання.
2. Укажіть основні джерела утворення теплоти у процесі різання.
3. Складіть рівняння теплового балансу процесу різання.

4. Обґрунтуйте кількісний розподіл теплоти у зоні різання, а також його залежність від швидкості різання.
5. Укажіть основні чинники, що впливають на температуру різання.
6. Назвіть основні елементи різання.
7. Обґрунтуйте застосування методу природної термопари для визначення температури у зоні різання.
8. Визначете вплив елементів різання на температуру при точінні.

ЗМІСТ

Вступ	3
<i>Лабораторна робота № 1. Основні типи та геометричні параметри токарних різців</i>	4
<i>Лабораторна робота № 2. Токарно-гвинторізний верстат і роботи, які виконуються на ньому</i>	8
<i>Лабораторна робота № 3. Свердлильний верстат і роботи, які виконуються на ньому</i>	15
<i>Лабораторна робота № 4. Фрезерний верстат і роботи, які виконуються на ньому</i>	20
<i>Лабораторна робота № 5. Універсально-заточний верстат і роботи, які виконуються на ньому</i>	27
<i>Лабораторна робота № 6. Вплив елементів режиму різання на температуру різання при точінні</i>	32

ШКУРАТ Сергій Іванович

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з курсу "Обробка металів різанням"

Видавництво УДМТУ, 54002, м. Миколаїв, вул. Скороходова, 5

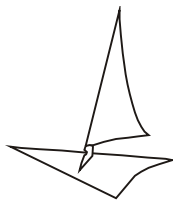
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 1150 від 12.12.2002 р.

Редактор О.Є. Вакула
Комп'ютерна правка А.Й. Тріщ
Комп'ютерна верстка Т.М. Чередніченко
Коректор Н.О. Шайкіна

Підписано до друку 27.03.03. Формат 60×84/16. Папір офсетний. Ум.друк. арк. 2,2.
Обл.-вид. арк. 2,4. Тираж 465 прим. Вид. № 42. Зам. № 244. Ціна договірна.



ВИДАВНИЦТВО УКРАЇНСЬКОГО
ДЕРЖАВНОГО МОРСЬКОГО
ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ



Шановні панове!

Запрошуємо Вас ознайомитись з можливостями книжкового видавництва, висококваліфіковані спеціалісти якого забезпечать оперативне та якісне виконання замовлення будь-якого рівня складності.

Наш головний принцип – задовольнити потреби замовника у повному комплексі поліграфічних послуг, починаючи з розробки та підготовки оригіналу-макета, що виконується на базі IBM PC, і закінчуючи друком на офсетних машинах.

Крім цього, ми маємо повний комплекс післядрукарського обладнання, що дає можливість виконувати:

- ✓ аркушепідбір;
- ✓ брошурування на скобу, клей;
- ✓ порізку на гільйотинах;
- ✓ ламінування.

Видавництво також оснащено сучасним цифровим дублюкатором фірми "Duplo" формату A3, що дає можливість тиражувати зі швидкістю до 130 копій за хвилину.

Для постійних клієнтів – гнучка система знижок.

Отже, якщо Вам потрібно надрукувати ***підручники, книги, брошури, журнали, каталоги, рекламні листівки, прайс-листи, бланки, візитні картки***, – ми до Ваших послуг.

© Український державний морський технічний університет

✉ Україна, 54002, м. Миколаїв, вул. Скороходова, 5,

видавництво УДМТУ

☎ 8(0512) 37-33-42; 39-81-46, 39-73-39, fax 8(0512) 39-73-26;

E-mail: publishing@usmtu.edu.ua