

Матеріалознавство і ТКМ [Текст]: методичні вказівки до практичних занять для студентів 2 курсу зі спеціальності 5.10010201 «Експлуатація та ремонт машин і обладнання агропромислового виробництва», денної форми навчання/ уклад. Я.В. Оласюк – Любешів: Любешівський технічний коледж Луцького НТУ, 2015. – с. 60.

Комп'ютерний набір і верстка : Я.В. Оласюк  
Редактор:

Підп. до друку \_\_\_\_\_ 2015 р. Формат А4.  
Папір офіс. Гарн.Таймс. Умов.друк.арк. 3,5  
Обл.вид.арк. 3,4. Тираж 15 прим. Зам. 417

Міністерство освіти і науки України  
Любешівський технічний коледж Луцького НТУ



## Матеріалознавство і ТКМ

Методичні вказівки до виконання практичних робіт  
для студентів спеціальності 5. 10010201 «Експлуатація  
та ремонт машин і обладнання агропромислового  
виробництва»  
освітньо – кваліфікаційного рівня: молодший  
спеціаліст  
денної форми навчання

Редакційно – видавничий відділ ЛНТУ  
Любешів

УДК

До друку \_\_\_\_\_ Голова Навчально-методичної ради Луцького НТУ.  
(підпис)

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в  
репозитарій Луцького НТУ \_\_\_\_\_ директор бібліотеки.  
(підпис)

Затверджено Навчально –методичною радою Луцького національного  
технічного університету, протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2015 р.

Рекомендовано до видання методичною радою Любешівського  
технічного коледжу Луцького НТУ, протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2015 р.

Розглянуто і схвалено на засіданні циклової комісії **педпрацівників  
механізаторського профілю** Любешівського технічного коледжу  
Луцького НТУ, протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2015 р.

Укладач: \_\_\_\_\_  
(підпис)

Рецензент: \_\_\_\_\_  
(підпис)

Відповідальний  
за випуск: \_\_\_\_\_ Т.П. Кузьмич, методист коледжу  
(підпис)

Матеріалознавство і ТКМ [Текст]: методичні вказівки до практичних  
занять для студентів 2 курсу зі спеціальності 5.10010201 «Експлуатація та  
ремонт машин і обладнання агропромислового виробництва», денної  
форми навчання/ уклад. Я.В. Оласюк – Любешів: Любешівський  
технічний коледж Луцького НТУ, 2015. – с. 60.

Видання містить методичні вказівки до виконання практичних робіт,  
перелік рекомендованої літератури. Призначене для студентів напряму  
підготовки «Процеси, машини, та обладнання агропромислового  
виробництва» денної форми навчання.

Я.В. Оласюк, 2015

## Практична робота № 1

### **МАРКУВАННЯ СТАЛЕЙ**

#### **Мета та завдання роботи:**

Вивчити класифікацію й застосування сталей.

Виявити вплив вуглецю й легуючих елементів на властивості сталей. Навчитися розшифровувати марки сталей.

Освоїти розрахунок режимів ручного електродугового зварювання й провести розрахунок режиму зварювання деталей по варіанті.

#### **Теоретичні відомості**

#### **Вуглецеві сталі. Класифікація, маркування та призначення**

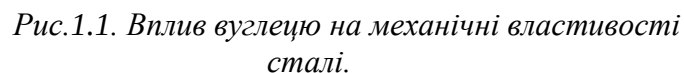
Основною продукцією чорної металургії є сталь, при цьому приблизно 90% виготовляється вуглецевої сталі і 10% - легованої. Таким чином, основним металевим матеріалом промисловості є вуглецева сталь.

Вуглецева сталь - це сплав заліза з вуглецем та іншими постійними домішками, який містить до 2,14%С, тобто до складу сталі входять, крім заліза, вуглець і постійні домішки.

Вуглець - обов'язковий компонент сталей, який сильно впливає на властивості сталі. Зі збільшенням вмісту вуглецю змінюється структура сталі: при вмісті 0,8%С вона складається тільки з перліту; менше 0,8%С - з фериту і перліту; понад 0,8%С - з перліту і цементиту вторинного. Відповідно зі зміною структури змінюються властивості сталі. Збільшення вмісту вуглецю в сталі призводить до підвищення її міцності, твердості та зниження пластичності і в'язкості (рис.4.2). Такий вплив вуглецю на властивості сталі пояснюється гальмуванням цементитними включеннями руху дислокацій у фериті, а при збільшенні вмісту вуглецю в сталі збільшується кількість цементиту і, відповідно, підвищується його гальмівна роль. Однак границя міцності зростає до вмісту вуглецю 0,8...0,9%, а далі починає знижуватися. Це

Ударна в'язкість сталі сильно залежить від кількості в ній фериту. При підвищенні вмісту вуглецю до 0,6% кількість фериту різко зменшується, що призводить до падіння ударної в'язкості нижче допустимого рівня для конструкційної сталі (0,3...0,4 МДж/м<sup>2</sup>). Саме тому умовна межа між конструкційними та інструментальними сталями за вмістом вуглецю становить 0,65%.

The graph illustrates the mechanical properties of steel 40X as a function of carbon content (C, %). The x-axis represents carbon content from 0 to 1.4%. The left y-axis shows hardness (HB) in kgf/mm² and tensile strength (σB) in MPa. The right y-axis shows elongation (δ) and reduction of area (ψ) in percent. The curves show that yield strength (σT) and tensile strength (σB) increase with carbon content, while elongation (δ) and impact toughness (KCU) decrease. Hardness (HB) increases with carbon content. The reduction of area (ψ) curve is also shown, peaking around 0.8% carbon content.



Постійними домішками в сталі є кремній ( $\leq 0,37\%$ ), марганець ( $\leq 0,8\%$ ), сірка ( $\leq 0,05\%$ ), фосфор ( $\leq 0,04\%$ ).  
Марганець і кремній вводять у сталь для розкислення при її виплавлення.

[illegible]

## Список рекомендованої літератури

1. Технологія конструкційних матеріалів /М.А.Сологуб, І.О.Рожнецький, О.І.Некоз та ін.; – К.: Вища школа, 1993. – 300 с.: іл.
2. Технология конструкционных материалов /Г.А.Прейс, Н.А.Сологуб, И.А.Рожнецкий и др.; – К.: Вища школа, 1984. – 359 с.: ил.
3. В.М.Никифоров. Технология конструкционных материалов. – Л.: Машиностроение, 1987. – 363 с.: ил.
4. Технология конструкционных материалов /А.М.Дальский, В.С.Гаврилюк, Л.Н.Бухаркин и др. – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.: ил.
5. Обработка резанием, металлорежущий инструмент и станки /В.А.Гапонкин, Л.К.Лукашев, Т.Г.Суворов. - М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.: ил.

знижує пластичність сталі. Тому в сталях, які призначені для холодного штампування і глибокої витяжки концентрацію кремнію обмежують на рівні 0,17%, а інколи навіть 0,07%.

Марганець помітно підвищує міцність сталі, практично не знижуючи пластичність і прогартовуваність, зменшує червоноламкість, що викликається впливом сірки.

Сірка є шкідливою домішкою в сталі. Вона потрапляє в сталь з руди чи палива. Із залізом сірка утворює хімічну сполуку  $FeS$ , яка практично не розчиняється у фериті, а створює легкоплавку евтектику з температурою плавлення  $988^{\circ}C$ . Ця евтектика переважно розташовується по межах зерен. Під час гарячого деформування (прокатування, кування) з температурою процесу  $1000...1200^{\circ}C$  евтектика розплавляється, порушується зв'язок між зернами металу, внаслідок чого в місцях розташування евтектики виникають надриви і тріщини. Це явище має назву “червоноламкість”. При наявності марганцю в сталі замість  $FeS$  утворюється сульфід марганцю  $MnS$  з температурою плавлення  $1620^{\circ}C$ , завдяки чому усувається явище червоноламкості.

Сірчисті включення знижують ударну в'язкість ( $KCU$ ) і пластичність ( $\delta, \psi$ ), а також границю витривалості ( $\sigma_R$ ). Сірка, крім того, погіршує зварюваність і корозійну стійкість. Тому вміст сірки обмежують: у сталях звичайної якості – до 0,05%, якісних – до 0,04%, високоякісних – до 0,025%.

Фосфор є також шкідливою домішкою. Він розчиняється у фериті і при цьому сильно спотворює кристалічну ґратку заліза, внаслідок чого підвищуються границі міцності та текучості, але знижуються пластичність і в'язкість сталі. Фосфор підвищує поріг холодноламкості, тобто температуру переходу сталі у крихкий стан. Шкідливий вплив фосфору посилюється внаслідок великої схильності його до ліквідації. Тому кількість фосфору в сталях також обмежують: у сталях звичайної якості – до 0,04%, в якісних – до 0,035%, а високоякісних – до 0,025%.

## Класифікація та маркування вуглецевих сталей

Вуглецеві сталі класифікують за кількома ознаками: за

рівноважною структурою, за хімічним складом, за ступенем розкислення, за якістю та за призначенням.

За рівноважною структурою вуглецеві сталі поділяються на три групи:

- доєвтектоїдні – сталі, які містять від 0,02 до 0,8%С, структура яких складається з фериту і перліту;
- евтектоїдні – сталі, які містять 0,8%С, структура яких складається з перліту;
- заєвтектоїдні – сталі, які містять понад 0,8 до 2,14%С, структура яких складається з перліту і цементиту вторинного.

Сплави заліза з вуглецем, які містять до 0,02%С називають технічним залізом. Структура таких сплавів складається в основному з фериту.

Мікроструктури доєвтектоїдної, евтектоїдної, заєвтектоїдної сталей і технічного заліза наведені на рис.1.2

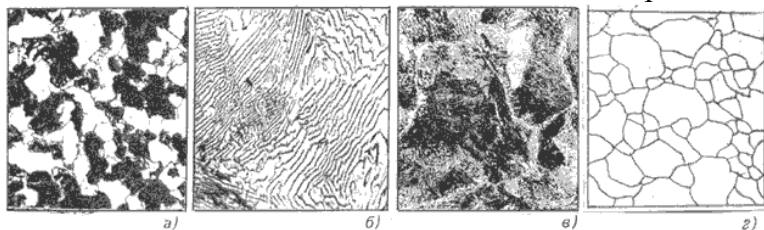


Рис.1.2. Мікроструктури доєвтектоїдної (а), евтектоїдної (б), заєвтектоїдної (в) сталей і технічно чистого заліза (г).

За хімічним складом (вмістом вуглецю) вуглецеві сталі поділяють на низьковуглецеві ( $<0,3\%C$ ), середньовуглецеві ( $0,3 \dots 0,6\%C$ ) та високовуглецеві ( $>0,6\%C$ ).

За ступенем розкислення сталі поділяють на киплячі ( $\leq 0,07\%Si$ ), напівспокійні ( $0,07 < Si < 0,17\%$ ) та спокійні ( $0,17 < Si < 0,37\%$ ). Киплячу сталь позначають літерами “кп” наприкінці марки сталі, наприклад: Ст3кп, 05кп; напівспокійну сталь – літерами “нс”, наприклад: Ст3нс, 08нс; спокійну сталь у більшості випадків літерами не позначають за виключенням сталей звичайної якості, які позначають літерами “сп”, наприклад Ст3сп.

Якість сталі визначається в першу чергу кількістю шкідливих домішок – сірки та фосфору. Тому в основу класифікації за якістю покладено вміст в сталі P і S. За цією

верстата забезпечує автоматичну поперечну подачу шліфувальної бабки 7 в кінці кожного ходу або подвійного ходу стола, а також її прискорене переміщення.

### Контрольні запитання

1. Шліфування види шліфування.
2. Шліфувальні круги.
3. шліфувальні верстати.

(шліцешліфувальні, зубошліфувальні, різбошліфувальні та ін.); д) заточувальні ~ для заточування різального інструменту.

Одним із найбільш поширених типів шліфувальних верстатів є круглошліфувальні і плоскошліфувальні.

**Круглошліфувальний верстат** (рис. 7.2, а) призначений для шліфування зовнішніх циліндричних і конічних поверхонь. Верстат має жорстку коробчасту станину 1, на якій розміщені основні його вузли. Всередині станини розміщений гідравлічний привід, що надає зворотно-поступаль- ного руху позовжньої подачі столу 9, який може також переміщуватися вручну від маховика 4.

На столі розміщені передня 6 і задня 8 бабки. Передня бабка призначена для встановлення заготовки в центрах або в патроні і передачі їй крутного моменту від шпинделя, який дістає рух від окремого електродвигуна, а задня бабка - для підтримання встановленої в центрах заготовки.

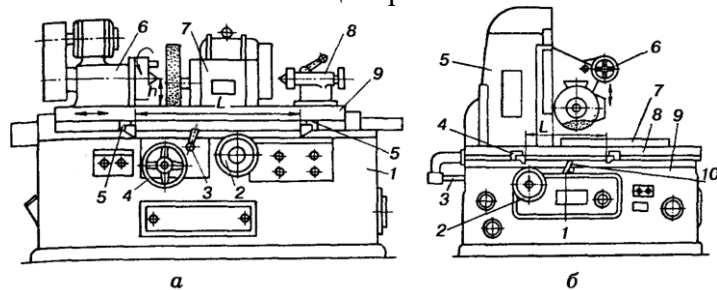


Рис. 7.2.. Загальний вигляд круглошліфувального і плоскошліфувального верстатів

У шліфувальній бабці 7 на шпинделі встановлений шліфувальний круг, якому надає обертання окремий електродвигун. Шліфувальна бабка може переміщуватися у поперечному напрямі для здійснення поперечної подачі. Ручне керування її переміщенням здійснюється від маховика 2. Збоку столу 9 є кулачки J, які встановлюються на потрібну довжину ходу столу і керують важелем 3 переключення напрямку ходу столу. Верхню плиту столу можна повертати на невеликий кут для шліфування пологих конічних поверхонь.

Крім позовжньої подачі столу гідравлічний привід

ознакою вуглецеві сталі поділяють на сталі звичайної якості ( $S \leq 0,05\%$ ,  $P \leq 0,04\%$ ), якісні ( $S \leq 0,04\%$ ,  $P \leq 0,035 \dots 0,04\%$ ) та високоякісні ( $S \leq 0,02\%$ ,  $P \leq 0,03\%$ ).

За призначенням вуглецеві сталі поділяють на конструкційні (для деталей машин і будівельних конструкцій) та інструментальні.

*Конструкційні сталі* повинні поєднувати достатню міцність і в'язкість. Таким вимогам відповідають доєвтектоїдні сталі.

Конструкційні сталі за технологічною ознакою поділяються на ливарні та на сталі, що деформуються. Сталі, що деформуються, в свою чергу поділяються, в залежності від вмісту шкідливих домішок, на звичайної якості, якісні та автоматні.

Сталі звичайної якості, відповідно до ГОСТ 380-88, маркують літерами "Ст" і цифрами, які вказують номер марки, а наприкінці марки ставлять, в залежності від ступеня розкислення, літери "кп", "нс" або "сп". Із сталей цієї групи виготовляють гарячекатаний прокат (балки, прутки, швелери, листи, труби), застосовують для будівельних конструкцій та маловідповідальних деталей машин.

Вуглецеві якісні сталі, відповідно до ГОСТ 1050-88, маркують двозначним числом, що вказує середній вміст вуглецю в сотих частках відсотка. Ступінь розкислення позначається літерами "кп", "нс", які ставляться після числа. В спокійних сталях літери "сп" не ставлять. Наприклад, 05кп, 08кп, 10, 15, ...35, 40, ...85.

Сталі марок 05, 08, 10 після відпалювання добре штамнуються в холодному стані. Низьковуглецеві сталі марок 15, 20, 25 належать до тих, що цементуються. Середньовуглецеві сталі 30, 35, 40, 45 і 50 належать до сталей, що поліпшуються. З таких сталей виготовляють вали, шатуни, шестерні та інші деталі. Високовуглецеві сталі марок 60, 65, 70, 75, 80 і 85 використовують для пружин, ресор, тросів. Із сталі 60 виготовляють суцільнокатані колеса, валки прокатних станів.

*Автоматні сталі* (ГОСТ 1414-75) мають підвищену оброблюваність різанням, що забезпечується підвищеним

вмістом сірки (до 0,25%) і фосфору (до 0,15%). Маркують літерою "А" і числом, яке вказує середній вміст вуглецю в сотих частках відсотка: А12, А20, А30 і А35. Оброблюваність різанням поліпшується також введенням у вуглецеву сталь свинцю у кількості 0,15...0,30%. При маркуванні таких сталей після літери "А" ставлять літеру "С": АС14, АС40.

Автоматні сталі мають понижені механічні властивості, тому їх використовують тільки для малонавантажених деталей.

*Ливарні сталі* (ГОСТ 977-88) маркують числом, що вказує вміст вуглецю в сотих частках відсотка, та літерою "Л" в кінці марки, наприклад 15Л, 20Л, 25Л тощо. Ливарні сталі використовують для деталей арматури, великих шестерень, валків та інших деталей.

*Інструментальні вуглецеві сталі* за якістю поділяються на якісні та високоякісні. Відповідно до ГОСТ 1435-74 якісні інструментальні сталі маркують літерою "У" і числом, що вказує середній вміст вуглецю в десятих частках відсотка: У7, У8, У9,..., У13. У марках високоякісних інструментальних сталей в кінці марки ставлять літеру "А", наприклад, У7А, У8А... У13А.

Інструментальні сталі з відносно низьким вмістом вуглецю (У7, У8) мають високу в'язкість і використовуються для виготовлення зубил, молотків, кернерів, викруток, штампів тощо. Заевтектійні сталі (У9...У13) застосовують для інструментів, що потребують високої твердості та не дуже високої в'язкості: мітчиків, свердл, напилків, ножівок, вимірювальних інструментів. Недоліками вуглецевих інструментальних сталей є їх незначна прогартовуваність і низька теплостійкість (до 200<sup>0</sup>С).

### **Чавуни. Класифікація і маркування**

Чавунами називають залізовуглецеві сплави, що містять від 2,14 до 6,67%С, тобто чавуни відрізняються від сталей більш високим вмістом вуглецю і структурою. Тому вони мають інші, порівняно зі сталями, технологічні

структури, які розрізняють за номерами. Меншій пористості круга відповідає більший номер структури.

**Правка шліфувальних кругів.** В міру спрацювання або засалювання шліфувальні круги треба правити, видаляючи при цьому дефектний поверхневий шар. Правку виконують зернами алмазу, алмазно-металевими олівцями, іноді шарошками, правочними кругами з карбіду силіцію, обкочувальними дисками з термодорунду і твердих сплавів. Найбільш поширені алмазно-металеві олівці, в яких дрібні алмазні зерна (0,01...0,20 карата) зв'язані між собою сплавом вольфраму, міді, алюмінію. При правленні спрацьовується переважно зв'язка олівця і виступні алмазні зерна зрізають шар круга.

**Маркування шліфувальних кругів** враховує основні характеристики, в тому числі геометричну форму, розміри та ін. Наприклад, марка ПП250 ч 16 ч 32; 14А 25Д СМ6К5; 35 м/с розшифровується так: ПП - форма круга (плоский прямий); 250 - зовнішній діаметр; 16 - ширина; 32 - діаметр отвору; 14А - абразивний матеріал (електродорунд нормальний); 25Д - зернистість; СМ - твердість; 6 - номер структури; К5 ~ вид зв'язки; 35 м/с - допустима колова швидкість.

Алмазні круги складаються з металевого або полімерного корпусу, на якому укріплено алмазозосний шар завтовшки 0,5...3,0 мм. До маркування їх крім літери А на початку марки входять додатково геометричні параметри алмазозосного шару (товщина). Круги випускають з 25-, 50-, 100- і 150 %-ною концентрацією алмазного порошку. Стопроцентною концентрацією вважають вміст його, який становить 0,878 мг/мм<sup>3</sup> алмазозосного шару.

### *Шліфувальні верстати*

**Класифікація шліфувальних верстатів.** Відповідно до виконуваної на шліфувальних верстатах роботи розрізняють такі їх типи: а) круглошліфувальні - для обробки зовнішньої поверхні обертання; б) внутрішньошліфувальні - для обробки внутрішніх поверхонь обертання; в) плоскошліфувальні - для обробки площин; г) спеціальні



мікрометрах. Зернистість алмазних зерен позначають дробом, в якому чисельник відповідає найбільшому, а знаменник - найменшому розміру основної фракції.

**Зв'язка.** При виготовленні абразивного інструменту абразивні зерна з'єднують в одне ціле за допомогою неорганічних, органічних і металевих зв'язок. Завдяки значній міцності, водостійкості (що дає змогу працювати із застосуванням охолодної рідини) і жаростійкості набув переважного поширення абразивний інструмент на керамічній зв'язці (К). На цій зв'язці виготовляють до 90 % шліфувальних кругів.

Абразивний інструмент на органічній зв'язці - бакелітовій (Б), вулка-нітовій (В) - має більшу міцність і пружність, але низьку теплостійкість. На цих зв'язках роблять шліфувальні круги для чистових обробних робіт, а також тонкі відрізи круги. Металеві зв'язки застосовують переважно в алмазних кругах.

**Твердість абразивного інструменту** - це опір зв'язки вириванню абразивних зерен. Встановлена шкала, в якій є сім класів твердості: М - м'який, СМ - середньом'який, Ф - твердий та ін.

У крузі підвищеної твердості зерна, які затупилися, продовжують утримуватися, що порушує його нормальну роботу, спричинює його засалювання і появу припикань на поверхні деталі. У надто м'якому крузі зерна, які не втратили своєї гостроти, передчасно вириваються, що призводить до надмірного його спрацювання. Отже, чим м'якіший оброблюваний матеріал, тим твердішим вибирають круг, і навпаки. Виняток з загального правила - м'які і пластичні метали (мідь, алюміній, латунь).

Структура абразивного інструменту. В абразивному інструменті не весь його обсяг заповнений зернами і зв'язкою, між ними є пори. Наявність пор позитивно впливає на різальні властивості інструменту, сприяє охолодженню під час роботи, зменшує забиття його стружкою. Структурою абразивного інструменту називають співвідношення обсягів, зайнятих в ньому абразивними зернами, зв'язкою і порами. Змінюючи ці співвідношення, одержують круги різної

характеристики - кращі ливарні властивості і низьку здатність до пластичного деформування.

Вуглець у чавунах може бути в двох станах: у хімічно зв'язаному (цементит або інші карбіди) та у вільному (графітні включення).

Чавуни, в яких майже весь вуглець знаходиться у хімічно зв'язаному стані, називають білими. Таку назву вони отримали за видом злому, який має матово-білий колір. Фазовий склад білих чавунів при нормальній температурі - цементит і ферит. Білі чавуни мають високу твердість (450...550НВ) і крихкість, практично не піддаються обробці різальним інструментом. Білі чавуни за хімічним складом (вмістом вуглецю) і за структурою поділяються на доєвтектичні, евтектичні та заєвтектичні.

Доевтектичні - це чавуни, що містять від 2,14 до 4,3%С, структура яких складається з перліту, ледебуриду і цементиту вторинного. Евтектичний чавун містить 4,3%С і його структура повністю ледебуритна. Заєвтектичні чавуни - це чавуни, що містять понад 4,3 до 6,67%С, структурний склад яких ледебурит і цементит первинний. Мікроструктура білих чавунів наведена на рис.1.3

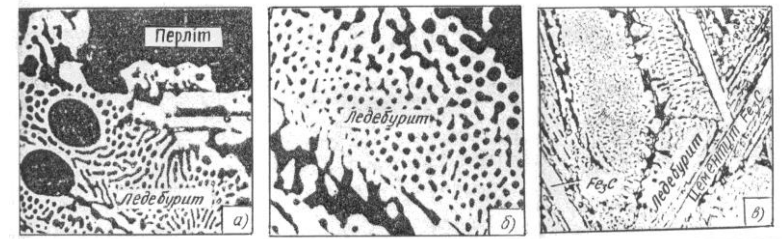


Рис.1.3 Мікроструктури білих доєвтектичного (а), евтектичного (б) і заєвтектичного (в) чавунів.

Чавуни, в яких вуглець частково або майже повністю знаходиться у вільному стані у вигляді графітних включень називаються *сірими*, тому що графіт надає злому цих чавунів сірий колір. Структура сірих чавунів складається з металевої

(сталистої) основи, в якій розташовані графітні включення.

Графітні включення можуть мати пластинчасту, пластівчасту і кулясту форми.

Чавуни з пластинчастою формою графіту називають звичайними сірими, з пластівчастою – *ковкими*, а з кулястою – *високоміцними*.

Графіт має низьку міцність ( $\sigma_b=20$  МПа) і тому можна рахувати, у першому наближенні, що місця, які він займає - це “пустоти” у металі. Форма цих “пустот”, тобто графітних включень, значно впливає на міцність і пластичність чавуну. Пластинчата форма в найбільшій ступені послаблює металеву основу, виступаючи концентратором напруги, особливо при розтягуванні. Куляста форма є найбільш привабливою, тому, що такі включення графіту в меншій ступені знижують міцність і пластичність металевої основи. Тому чавуни з кулястим графітом, які мають значно вищу міцність, ніж чавуни з пластинчастим графітом, отримали назву високоміцних.

Присутність графіту у структурі чавунів надає їм низку переваг у порівнянні зі сталлю:

- 1) краща оброблюваність різанням;
- 2) більш високі антифрикційні властивості;
- 3) здатність швидко гасити вібрацію і коливання;
- 4) нечутливість до поверхневих дефектів.

Сірі, високоміцні та ковкі чавуни за структурою металевої основи поділяються на феритні, феритно-перлітні та перлітні. Структура феритних чавунів складається з фериту і графіту, феритно-перлітних – з фериту, перліту і графіту, перлітних – з перліту і графіту (рис.1.4.).

круг  $J$ , що називається *ведучим*, обертається зі швидкістю  $n_b$ , набагато меншою. Завдяки зрізу ножа заготовка притискається до ведучого круга і обертається зі швидкістю, близькою до його швидкості. Оскільки осі шліфувального і ведучого кругів розвернуті одна щодо одної на кут  $\alpha$ , на заготовку при шліфуванні діє поздовжня сила, яка здійснює поздовжню подачу  $S_{пд}$ . Безцентрове шліфування можна здійснювати і методом врізання при поперечній подачі  $S_n$  ведучого круга. Завдяки високій продуктивності безцентрове шліфування широко застосовують у масовому і великосерійному виробництві.

На рис. V7.1, г показано схему *внутрішнього шліфування*. Робочим рухом є обертання шліфувального круга зі швидкістю  $n_{кс}$ , який виконує також зворотно-поступальний рух зі швидкістю поздовжньої подачі  $S_m$ , а також періодично в кінці ходу - поперечну подачу  $S_n$  на глибину різання  $i$ . Деталь обертається в напрямі, протилежному напрямку обертання шліфувального круга, зі швидкістю  $v_3$ .

Залежно від методу роботи розрізняють *плоске шліфування* периферією (рис. 7.1, д) або торцем круга (рис. 7.1, е). Закріплена на столі заготовка виконує зворотно-поступальний рух поздовжньої подачі шліфувальний круг, крім головного руху зі швидкістю  $n_{кс}$ , здійснює в кінці поздовжнього ходу поперечну подачу  $S_n$ , а після шліфування всієї площі - вертикальне переміщення  $S_B$  на глибину різання  $i$ .

#### *Абразивний інструмент*

**Зернистість** є важливою характеристикою абразивного інструменту. Від розміру зерен абразиву залежать продуктивність і якість обробки. За розмірами абразивні зерна поділяють на 26 номерів зернистості і на такі групи: шліфзерна зернистістю 200...16, шліфпорошки 12...3, мікропорошки М40...М5. Для шліфзерен і шліфпорошків крупність основної фракції визначається розмірами вічка двох суміжних контрольних сит, що застосовуються для аналізу. Номер зернистості означає розмір у сотих частках міліметра вічка сита, на якому основна фракція затримується. Розміри зерен мікропорошків визначають лінійним вимірюванням у

застосовують різні методи шліфування, найпоширенішими серед яких є кругле і плоске.

**Схеми круглого і плоского шліфування.** При круглому зовнішньому шліфуванні *методом поздовжньої подачі* (рис. 7.1, а), як і при інших видах шліфування, головний рух із швидкістю  $n_{\text{к}}$  здійснює шліфувальний круг. Заготовка обертається зі швидкістю  $n_3$  і здійснює поступальне переміщення  $S_{\text{д}}$  уздовж осі (поздовжня подача). Поперечна подача  $5 \cdot \pi$  на глибину шліфування  $t$  здійснюється кругом у кінці поздовжнього ходу в напрямі, перпендикулярному до осі заготовки.

При шліфуванні *методом поперечної подачі (врізання)* шліфувальний круг робить обертальний рух  $n_{\text{к}}$  і поперечне переміщення  $S_{\text{в}}$  а заготовка - лише обертальний рух  $v_3$ . Застосовують цей метод при шліфуванні циліндричних, конічних і фасонних поверхонь, ширина яких менша за ширину круга (рис. 7.1, б).

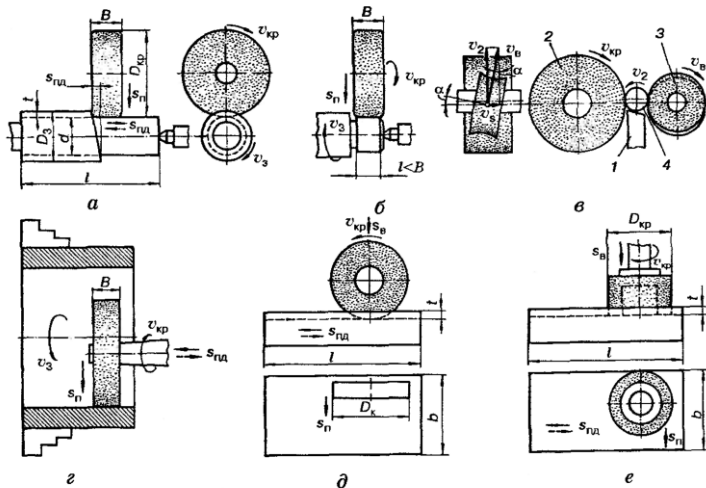


Рис. VI.58. Схеми круглого і плоского шліфування

Схему *зовнішнього безцентрового шліфування* з поздовжньою подачею показано на рис. 7.1, в. Заготовку 4, яка спирається на ніж (упор) і, пропускають між двома встановленими на певній відстані один від одного шліфувальними кругами. Один з них - 2, який обертається з великою швидкістю  $n_{\text{к}}$ , називають *шліфувальним*. Другий

| Металева основа | Форма графітних включень |              |         |
|-----------------|--------------------------|--------------|---------|
|                 | Пластинчаста             | Пластівчаста | Куляста |
| Ферит           |                          |              |         |
| Ферит+перліт    |                          |              |         |
| Перліт          |                          |              |         |
| Позначення      | СЧ                       | КЧ           | ВЧ      |

Рис.1.4. Класифікація чавунів за структурою металевої основи та за формою графітних включень.

Структура металевої основи має значний вплив на властивості чавуну. Феритні чавуни мають найменшу міцність, твердість, найбільш високу пластичність і, навпаки, перлітні – найбільшу міцність, твердість, найменшу пластичність.

У промисловості застосовуються також чавуни, в яких є структурні ознаки як сірих, так і білих чавунів. Такі чавуни називаються *половинчастими*. У цих чавунах частина вуглецю (>0,8%) перебуває у зв'язному стані, а решта – у вигляді графіту. Тому в структурі половинчастих чавунів, поряд зі вторинним цементитом або цементитом ледеburиту, є графіт, тобто їх структура може складатися із П+Цп+Г або П+Л+Г.

Ковкі чавуни маркують літерами “КЧ” і двома числами: перше число вказує мінімальне значення границі міцності при розтягуванні, кгс/мм<sup>2</sup>, а друге – відносне видовження, %. Стандартом (ГОСТ 1215-79) передбачені такі марки ковких чавунів: феритні – КЧ37-12, КЧ35-10, КЧ33-8, КЧ30-6; перлітні – КЧ45-7, КЧ50-5, КЧ56-4, КЧ60-3, КЧ65-3, КЧ70-2 і КЧ80-1,5.

Ковкі чавуни широко використовують в автомобілебудуванні та сільськогосподарському

машинобудуванні. З них виготовляють картери, муфти, важелі, деталі рульового керування, кільця ланцюгів, крюки, елементи карданних валів тощо.

**Високоміцні чавуни.** Високоміцні чавуни містять близько 3,0...3,6%С. Їх отримують модифікуванням рідкого чавуну перед розливанням магнієм або церієм у кількості близько 0,05%.

Відповідно до ГОСТ 7293-85 високоміцні чавуни з кулястим графітом маркують літерами “ВЧ” і числом, яке вказує гарантоване значення границі міцності, кгс/мм<sup>2</sup>. Шкідливими домішками у високоміцних чавунах є фосфор і сірка. Фосфор знижує пластичність чавуну внаслідок утворення крихкого фосфіду, тому його кількість обмежується 0,1%. Сірка знижує механічні властивості чавуну внаслідок утворення з *Mg* або *Se* крихких сульфідів, а також послаблює модифікуючу дію цих елементів. Тому кількість сірки не повинна перевищувати 0,02%, а в деяких марках (ВЧ80 і ВЧ100) – 0,01%.

Чавуни марок ВЧ35, ВЧ40 мають феритну основу, ВЧ45 і ВЧ50 – ферито-перлітну, ВЧ60, ВЧ70 і ВЧ80 – перлітну. А чавун марки ВЧ100 для забезпечення гарантованої границі міцності  $\sigma_{\epsilon}=1000$  МПа піддають ізотермічному гартуванню, в результаті чого отримує бейнітну структуру.

За останніми даними в Україні діє новий стандарт ДСТУ 3925-98, відповідно до якого високоміцні чавуни маркуються літерами “ВЧ” і двома числами: перше число вказує границю міцності при розтягуванні, МПа, друге – відносне подовження, %. Наприклад, ВЧ800-2 – це високоміцний чавун з  $\sigma_{\epsilon}=800$  МПа і  $\delta=2\%$ .

Високоміцні чавуни використовують замість литої сталі у виробках та конструкціях відповідального призначення. З них виготовляють колінчасті вали двигунів, поршневі кільця, втулки, зубчасті колеса, прокатні валки тощо.

**Чавун з вермикулярним графітом (vermiculus** (лат.) – черв'як). Вермикулярний графіт, на відміну від пластинчастого має округлі края і менше співвідношення довжини і товщини (2...10 у вермикулярного і значно більше 10 у пластинчастого). Тому вермикулярний графіт значно

(рис. 6.5, и).

*Фасонні поверхні* обробляють фасонними фрезами відповідного профілю найчастіше на горизонтально-фрезерних верстатах (рис. 6.5, й), а складні просторові фасонні поверхні - на спеціальних копіювально-фрезерних верстатах або на фрезерних верстатах з ЧПК.

### **Контрольні запитання**

1. Класифікація фрез.
2. Основні види фрезерних робіт.
3. Типи фрезерних верстатів.

## **Практична робота № 7 ОБРОБКА ЗАГОТОВОК НА ШЛІФУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ**

**Мета роботи:** Ознайомитися з основами фшліфування; вивчити будову та принцип роботи шліфувального верстата; ознайомитися з пристроями, які використовуються при шліфуванні; вивчити будову шліфувального круга.

### **Теоретичні відомості**

**Шліфуванням** називається процес обробки поверхонь абразивним (шліфувальним) інструментом, найчастіше шліфувальними кругами, іноді брусками, шкурками, пастами. Абразивний інструмент складається із зерен абразивного (шліфувального) матеріалу, зв'язаних між собою спеціальною зв'язкою.

Застосування шліфування для остаточної чистової обробки і є основним методом одержання високої точності і незначної шорсткості оброблюваних поверхонь. Воно дає змогу досягти точності ІТ6 і навіть ІТ5, шорсткості  $R_z = 0,63...0,16$ . Шліфуванням можна обробляти як дуже м'які, так і тверді матеріали, у тому числі загартовані сталі і тверді сплави. Можна шліфувати поверхні різної форми: плоскі, циліндричні, конічні, фасонні. Відповідно до цього

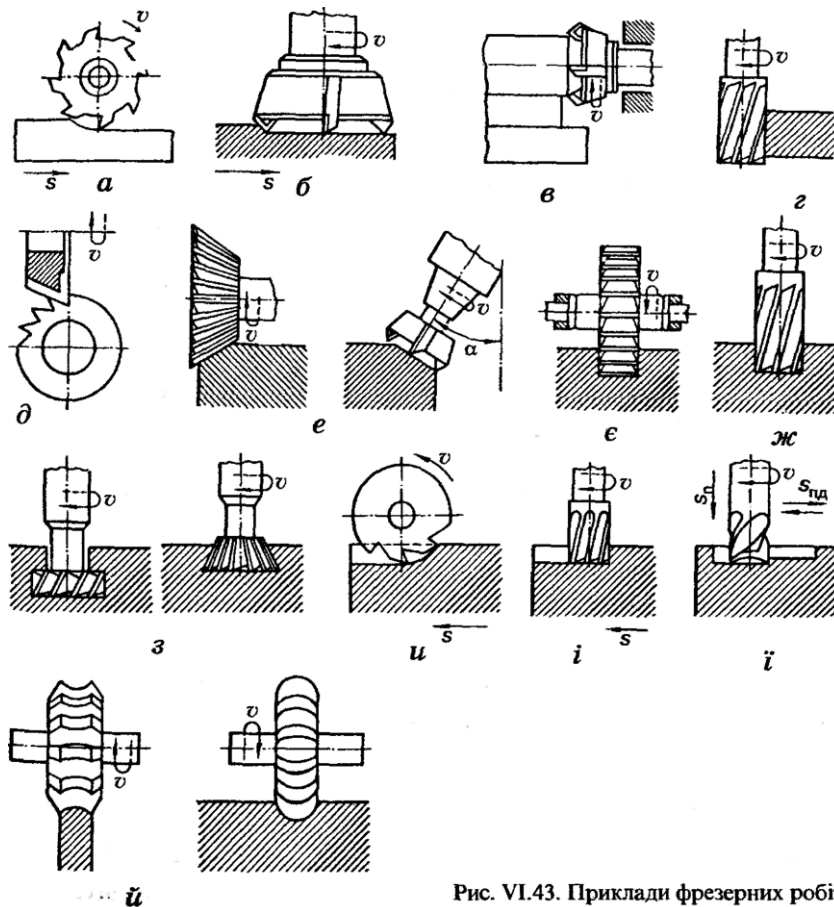


Рис. VI.43. Приклади фрезерних робіт

Похилі площини обробляють на горизонтально-фрезерних верстатах кутовими фрезами (рис. 6.5, д, е) або на вертикально-фрезерних верстатах з поворотною головою - торцевими.

Прямокутні пази фрезерують дисковими фрезами на горизонтально- фрезерних верстатах або кінцевими фрезами - на вертикально-фрезерних (рис. 6.5, є, ж).

Пази Т-подібні і типу ластівчиного хвоста фрезерують на вертикально- фрезерних верстатах фрезами відповідного профілю (рис. 6.5, з). Шпонкові канавки обробляють на вертикально-фрезерних верстатах кінцевими (рис. 6.5, і) або спеціальними шпонковими фрезами (рис. 6.5, і) чи на горизонтально-фрезерних верстатах - дисковими фрезами

менше, ніж пластинчастий, послаблює металеву основу. Його можна розглядати як перехідну форму від пластинчастого до кулястого.

Відповідно до ДСТУ 3926-99 чавуни з вермикулярним графітом маркуються літерами “ЧВГ” і двома числами: перше число – мінімальне значення границі міцності при розтягуванні у МПа, друге – мінімальне значення відносного видовження у відсотках. Наприклад, ЧВГ400-4.

Варіанти марок сталей.

| №  | Марки сталей |          |          |           |             |
|----|--------------|----------|----------|-----------|-------------|
| 1  | Ст0          | 15М2СФ   | 40Х      | 05кп      | 12Х2Н4А     |
| 2  | 40ХФА        | Ст1кп    | 60       | 15М2СФ    | 65М         |
| 3  | 15ГФ         | 55       | Ст1сп    | 30ХМА     | 40Х9С2      |
| 4  | 45           | 15ГФ     | 30М2     | Ст2пс     | 12ХН3А      |
| 5  | Бст1кп       | 40       | 10М2С1Д  | 40ХГТР    | 45М2        |
| 6  | 40М2         | Бст1сп   | 35       | 09М2СД    | 60С2        |
| 7  | 09М2С        | 35ХГФ    | Бст3кп   | 30        | 18ХГТ       |
| 8  | 38ХГ         | 17М2С    | 25       | Бст3сп    | 20ХНМ       |
| 9  | Бст3Гпс      | 20       | 17ГС     | 30ХГСА    | В8А         |
| 10 | 20пс         | Бст3Гсп  | 30Х3МФ   | 16ГС      | 30ХГСА      |
| 11 | 12ГС         | 20кп     | Бст4кп   | 40ХН      | 45Х14Н14У2М |
| 12 | 30ХН3М       | 14М2     | 18кп     | Бст6пс    | В7          |
| 13 | Вст3пс       | 30ХН2МА  | 09М2     | 15пс      | 18ХГТ       |
| 14 | 40ХН2МА      | Вст3сп   | 15кп     | 35ГС      | 08Х18Н10Т   |
| 15 | 25М2С        | 10       | Вст3Гпс  | 18Х2Н4МА  | 50М2        |
| 16 | 10пс         | 32М2Рпс  | 38ХН3ФМА | Вст3Гсп   | Р8          |
| 17 | Вст4пс       | 10кп     | 80С      | 30ХГСА    | 18Х2Н4ВА    |
| 18 | 25ХГСА       | Вст4сп   | 08       | 20ХГ2Ц    | 25М         |
| 19 | 10ГТ         | 30ХГСА   | Ст5Гпс   | 08пс      | 12Х18Н10Т   |
| 20 | 08Х17Т       | 22Х2М2АЮ | 08кп     | Ст6сп     | 15ХФ        |
| 21 | Бст5сп       | 18кп     | 20Х2М2СР | 08Х18Н10Т | 17ГС        |
| 22 | 15М2СМФ      | 08Х13    | 40Х      | 20кп      | 10М2СД      |
| 23 | 15ГН4М       | 12ХМ     | 80С      | 15пс      | 10М2Б       |
| 24 | 30Х2ГМТ      | 10Х2М1   | 12М2Б    | 08пс      | 15М2АфДпс   |
| 25 | 16ГС         | 15ГФ     | Вст4пс   | 20ХГ2Ц    | 06ХН28МДТ   |

## **Практична робота № 2**

### **ХАРАКТЕРИСТИКИ РУЧНОГО ЕЛЕКТРОДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ**

#### **Мета та завдання роботи:**

Ознайомитися з устаткуванням для ручного дугового зварювання, основними прийомами зварювання і технологією одержання якісного зварювального з'єднання.

#### **Теоретичні відомості.**

*Зварювальна дуга* - це потужний електричний розряд у газах, який супроводжується виділенням значної кількості теплоти і світла. З фізичного погляду - це складний іонний і електронний процес перенесення електричних зарядів крізь іонізований повітряний проміжок. Іонізація газового проміжку при дуговому зварюванні" в основному зумовлена електронною емісією з гарячого катода.

Для розігрівання катода між ним і анодом, увімкненими в джерело зварювального струму, роблять коротке замикання. Після відривання електрода від виробу з розігрітого катода, яким при зварюванні постійним струмом може бути і електрод, і виріб (при змінному струмі полярність повсякчасно змінюється), під дією електричного поля починається електронна емісія. Електрони, що вилетіли з поверхні катода, спрямовуються до анода і, зіштовхуючись на своєму шляху з молекулами і атомами повітря, іонізують їх. Утворювані в повітряному проміжку негативні іони й електрони переміщуються до анода, а позитивні іони - до катода. На поверхні катода і анода відбуваються процеси нейтралізації заряджених частинок і перетворення електричної енергії в теплову.

**Електричні властивості дуги.** До основних параметрів, які характеризують електричні властивості дуги, належать напруга, струм і довжина дуги. Залежність між напругою і струмом при стаціонарному стані дуги визначається її статичною вольт-амперною характеристикою (рис. 2.1, а). Вона може бути спадною I, жорсткою II і зростальною III. Найчастіше застосовують дугу з жорсткою характеристикою, при якій напруга на дузі не залежить від

На фрезерних верстатах обробляють горизонтальні, вертикальні і похилі площини, фасонні поверхні, фрезерують пази, шпонкові канавки, зубці прямозубих і гвинтових циліндричних зубчастих коліс, нарізають різьбу.

*Горизонтальні площини* обробляють циліндричними фрезами на горизонтально-фрезерних верстатах або торцевими фрезами на вертикально- фрезерних і поздовжньо-фрезерних верстатах (рис. 6.5, а, б). Найбільш продуктивною є обробка площин торцевими фрезами, оснащеними пластинками з твердих сплавів.

*Вертикальні площини* обробляють на горизонтально-фрезерних верстатах торцевими або дисковими фрезами, на поздовжньо-фрезерних - торцевими і на вертикально-фрезерних-кінцевими фрезами (рис. 6.5, в, г).

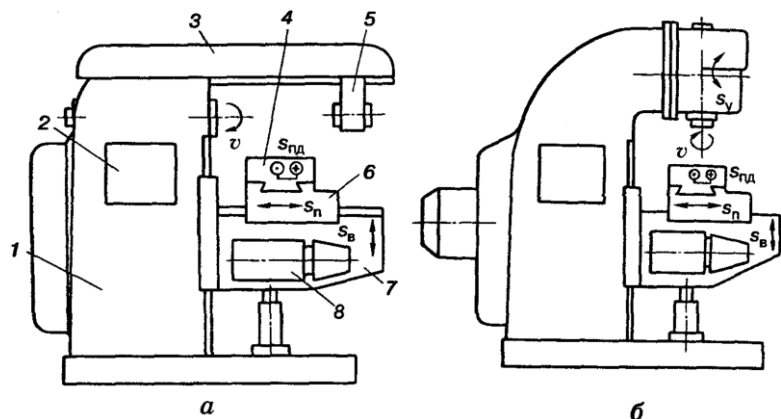


Рис. 6.4.. Консольні горизонтально-фрезерний і вертикально-фрезерний верстати

Горизонтально-фрезерний верстат (рис. 6.4, а) складається зі станини з фундаментною плитою 1, консолі 7, поперечних полозжів 6 із столом 4, хобота 3, підвіски 5. Коробка швидкостей 2 розміщена в станині, а коробка подач 8 - всередині консолі.

Оброблювана деталь встановлюється на столі, який може переміщуватися в поздовжньому, поперечному, а разом з консоллю - у вертикальному напрямках, здійснюючи подачі  $s_m$ ,  $s_n$ ,  $s_v$ .

Фрези закріплюють на оправці, жорстко з'єднаній із шпинделем. Другий кінець оправки підтримується підшипником, що міститься в підвісці 5.

Універсально-фрезерний верстат відрізняється від горизонтально-фрезерного тільки тим, що завдяки наявності поворотної частини стола він може бути повернутий в горизонтальній площині на кут  $\pm 45^\circ$ . Це дає змогу на такому верстаті крім звичайних робіт нарізувати зубчасті колеса з гвинтовими зубцями, гвинтові зубці в зенкерах, розвертках, фрезах тощо.

Вертикально-фрезерний верстат побудований аналогічно горизонтально-фрезерному, але вісь шпинделя у нього розташована вертикально (рис. 6.4., б). Фрезерування на цих верстатах здійснюється торцевими і кінцевими фрезами.

## Основні види фрезерних робіт

сили зварювального струму. Дугу із зростаючою характеристикою застосовують при автоматичному зварюванні під флюсом на форсованих режимах і під час зварювання в захисних газах плавким електродом.

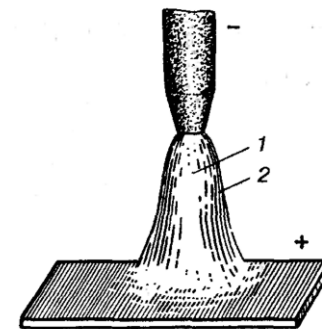
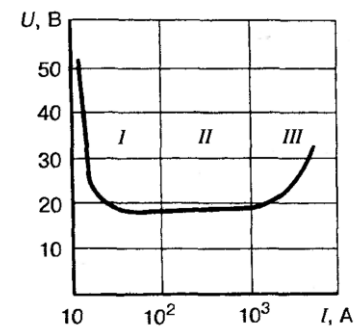


Рис.2.1. Статична вольт-амперна характеристика і будова зварювальної дуги

**Будова дуги та її теплові властивості.** Зварювальна дуга (рис. 2.1, б) складається з трьох частин, катодної, анодної і стовпа дуги. Майже весь простір займає стовп дуги 1, в якому відбуваються процеси іонізації і переміщення заряджених частинок до катода і анода. Температура стовпа дуги досягає  $6000...7000^\circ\text{C}$ . Він оточений ореолом 2, який є розжареною газоподібною сумішшю парів електродного і зварювального металів і продуктів реакції цих парів з навколишнім газовим середовищем.

Не вся теплота дуги витрачається на плавлення присадного і основного металів: приблизно 50 % йде на нагрівання виробу; близько 30 % - на нагрівання електрода і приблизно 20 % становлять витрати теплоти в навколишній простір. При живленні дуги постійним струмом більша кількість теплоти (приблизно 42...43 %) виділяється на аноді, близько 36...38 % ~ на катоді і приблизно 20...21 % у стовпі дуги. Отже, температура анода трохи вища за температуру катода.

### **Джерела струму для дугового зварювання**

**Загальні відомості.** Для дугового зварювання застосовують як постійний, так і змінний струм. Джерелами постійного струму є зварювальні генератори постійного струму і зварювальні випрямлячі - селенові, германієві і силіцієві. Генератори постійного струму виготовляють стаціонарними і пересувними з приводом від електродвигуна і від двигуна внутрішнього згорання.

При зварюванні змінним струмом використовують переважно зварювальні трансформатори, які поширені значно більше, ніж джерела постійного струму. Зварювальні трансформатори простіші у виготовленні і в експлуатації, мають невелику масу і меншу вартість, більш високий ККД і значно довговічніші.

Джерела постійного струму для дугового зварювання виготовляють одно- і багатопостовими, а джерела змінного струму - лише однопостовими.

### **Ручне дугове зварювання**

#### **Електроди для ручного дугового зварювання.**

Ручне дугове зварювання виконують штучними електродами, які зварник подає до зварювального виробу і переміщує в потрібному напрямі. При зварюванні за методом Бенардоса використовують вугільні або графітові електроди діаметром 6.. 30 мм, завдовжки 200.. 300 мм. Для зварювання за способом Сла-в'янова використовують металеві електроди, які мають діаметр 1,5.. 12 мм і довжину 200.. 450 мм. Зварювання в інертних газах виконують з використанням вольфрамових електродів діаметром 1...6 мм. Для зварювання сталей електроди виготовляють із сталевих зварювального дроту за ГОСТ 2246-70, яким передбачено 75 її марок. З них шість виготовляють з низьковуглецевої, 30 - з легованої і 39 - з високолегованої сталі. Всі вони мають обмежений вміст вуглецю, сірки і фосфору. Дугове зварювання стрижнями з сталевих дроту (голими електродами) не застосовують через нестійке горіння дуги і велике насичення металу шва киснем і азотом повітря. Для підвищення стійкості горіння дуги і

Крім того, для торцевих фрез істотне значення мають головний і допоміжний кути в плані (рис. 6.3, б).

Головний кут у плані  $\varphi$  - кут між проекцією головної різальної кромки зубця торцевої фрези на осеву площину і напрямом подачі. Найчастіше кут  $\varphi$  беруть близько 45...60°.

Допоміжний кут у плані ( $P_j$ ) призначений для зменшення тертя допоміжної різальної кромки об поверхню, що обробляється. Значення його беруть 5...10°.

Кут нахилу зубців  $\varphi$  забезпечує більш плавну роботу фрези порівняно з прямокутною фрезою і надає напрям сходу стружки.

### **Фрезерні верстати**

**Типи фрезерних верстатів.** Після верстатів токарної групи фрезерні є найпоширенішими металорізальними верстатами.

Є багато типів фрезерних верстатів: консольно-фрезерні, поздовжньо-фрезерні, фрезерні верстати безперервної дії, шпонково-фрезерні, різьбофрезерні, копіювально-фрезерні, спеціальні та ін. Розглянемо основні з них.

**Консольно-фрезерний верстат** названо так тому, що стіл його розміщено на консольній балці (консолі), яка може переміщатися по вертикальних напрямних станини. Вони є найбільш поширеними фрезерними верстатами. Консольно-фрезерні верстати поділяють на горизонтально-фрезерні, універсально-фрезерні, вертикально-фрезерні, широкоуніверсальні.



різальна частина робиться із швидкорізальної сталі, хвостовик - з вуглецевої

Дискові фрези (рис. 6.2, *є*) використовують для фрезерування прямолінійних пазів, канавок і площин. Виготовляють їх суцільними з швидкорізальної сталі та зі вставними ножами, оснащеними швидкорізальною сталлю або твердими сплавами.

Відрізні і шліцьові фрези (рис. 6.2, *ж*) - дискові фрези малої товщини призначені для розрізування матеріалів і прорізування вузьких канавок наприклад у головках гвинтів.

Фасонні фрези (рис. 6.2, *з, и*) застосовують для обробки різних деталей зі складним, здебільшого криволінійним, профілем. До фасонних фрез належать півкруглі опуклі і ввігнуті фрези, модульні фрези, фрези для обробки канавок мітчиків, спіральних свердел, зенкерів та іншого інструмента. Виготовляють фасонні фрези зі швидкорізальної сталі.

**2. Основні геометричні параметри циліндричної і торцевої фрез.** Зубці фрези можна вважати окремими різцями з властивими їм геометричним\* параметрами.

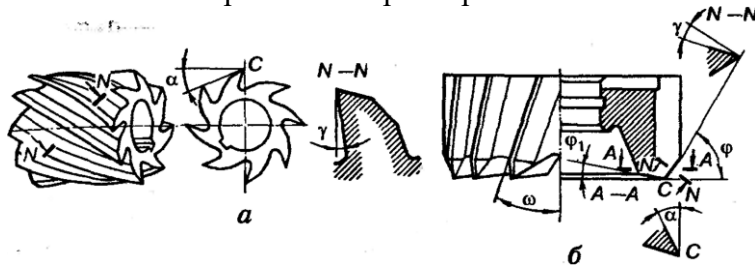


Рис. 6.3. Основні геометричні параметри циліндричної і торцевої фрез

Передній кут фрези  $\gamma$  визначають у площині  $N-N$ , перпендикулярній до різальної кромки (рис. 6.3, *а, б*). Для фрез із швидкорізальної сталі залежно від міцності й твердості оброблюваного матеріалу він змінюється в межах  $10...20^\circ$ . У твердосплавних фрез  $\gamma = 10...15^\circ$ .

Задній кут  $\alpha$  визначають у площині, перпендикулярній до осі фрези. Це кут між дотичною до задньої поверхні зуба фрези в точці  $C$  і дотичною до обводу, який утворює точка  $C$  при обертанні навколо осі фрези (рис. 6.3, *а*). Задній кут залежно від типу фрез змінюється у межах  $6...25^\circ$ .

захисту розплавленого металу від взаємодії з повітрям на електродні стрижні 5 (рис. 2.2) наносять так звані товсті, або якісні, покриття 4. їх складовими, крім стабілізуючих і клейких (рідке скло), є шлако- і газоутворювальні речовини і розкислювачі. Для одержання наплавленого металу спеціального складу і властивостей вони містять також різні легуючі елементи. До стабілізуючих належать різні сполуки лужних (калію, натрію) і лужноземельних (кальцію) металів, які в дузі легше іонізуються, ніж кисень і азот повітря, і цим поліпшують стійкість горіння дуги.

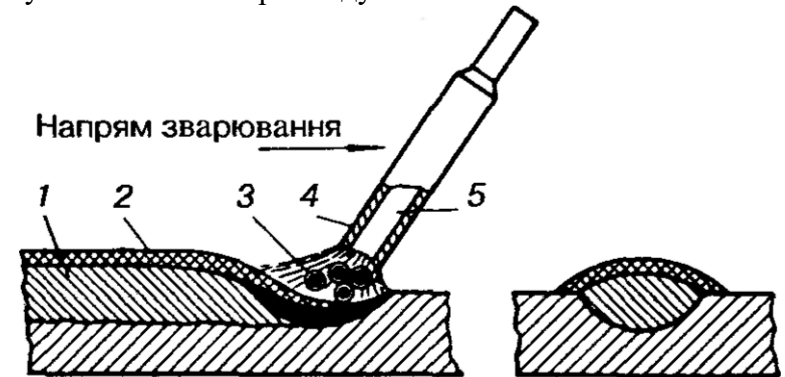


Рис. 2.2. Схема плавлення електрода з товстим покриттям

Шлакоутворювальними речовинами є оксиди ( $TiO_2$ ,  $SiO_2$ ,  $MnO$ ), карбонати ( $CaCO_3$ ,  $MgCO_3$ ) й інші сполуки ( $CaF_2$ ), які вносять в покриття у вигляді мінералів (кремнезему, мармуру) і руд (титанової, манганової). Під час плавлення покриття вони утворюють шлаки, які покривають краплини 3 електродного металу в дузі і зварювальну ванну на металі 1 шва і цим захищають розплавлений метал від азоту і кисню повітря. Після остигання металу шва і шлаку шлакова кірка 2 легко відділяється від поверхні шва.

Для газового захисту в електродні покриття вносять різні органічні сполуки, наприклад електродну целюлозу, які під час згоряння утворюють навколо дуги захисні гази - оксиди вуглецю, водень - і цим захищають розплавлений метал від взаємодії з повітрям.

Як розкислювачі застосовують елементи, що мають більшу спорідненість з киснем, ніж залізо. До них належать манган, титан, силіцій та ін. Перебуваючи в зварювальній

ванні, вони відбирають кисень від оксидів заліза, утворюючи нерозчинні в залізі оксиди відповідних елементів, які потім спливають у шлак.

Легуючими елементами є хром, манган, вольфрам, молібден. В електродні покриття їх вносять тоді, коли електроди призначені для зварювання легованих сталей, одержання стійких до спрацювання наплавов тощо. Розкислювачі та легуючі елементи вносять у покриття переважно у вигляді феросплавів.

Для виготовлення покритих електродів усі кускові матеріали шихти покриття подрібнюють, розмелюють, просіюють і змішують з рідким склом. Одержану масу наносять на електродні стрижні опресуванням. Потім електроди просушують і прокалюють.

За хімічним складом електродні покриття поділяють на кислі й основні. В шлаках кислих покриттів переважають кислотні оксиди  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$  та ін. У покриття цих електродів входять манганова і титанова руди у вигляді концентратів, рутил (в якому понад 90 % двооксиду титану), польовий шпат, граніт тощо, а також газоутворювальні речовини і розкислювачі, скріплені рідким склом. Електроди з кислим покриттям використовують для зварювання вуглецевих і низьколегованих сталей. Найліпші зварювальні властивості, як-то хороша стабільність дуги, можливість здійснювати зварювання як на постійному, так і змінному струмі, якісне формування металу шва і легке відділення від нього шлакової кірки тощо, мають електроди з рутиловим покриттям.

У шлаках основних покриттів переважає оксид кальцію  $\text{CaO}$ . Основними компонентами цих покриттів є мармур, плавиковий шпат, розкислювачі і в багатьох випадках різні легуючі елементи. Стабілізуючими речовинами у них є кальцій і натрій або кальцій і калій. Кальцій входить до складу мармуру ( $\text{CaCO}_3$ ) і плавикового шпату ( $\text{CaF}_2$ ), а натрій і калій є складовими відповідно натрієвого -  $\text{Na}_2\text{O} \cdot n(\text{SiO}_2)$  чи калієвого -  $\text{K}_2\text{O} \cdot m(\text{SiO}_2)$  рідких стекел.

Крім шлакоутворювальної та стабілізуючої дії мармур

незмінним свій профіль, тому фасонні фрези виготовляють із затіланими зубцями.

За конструктивними ознаками фрези поділяють на суцільні (рис. 6.2., б, г, е, ж, з, и, і) і зі вставними зубцями - ножами (рис. 6.2., б, в, є). Суцільні фрези виготовляють переважно зі швидкорізальної сталі. У фрез із вставними зубцями (ножами) зубці виготовляють із швидкорізальної сталі або оснащують пластинками з твердих сплавів.

Залежно від способу кріплення фрез на верстаті розрізняють фрези насадні, які мають отвір і закріплюються на оправці, і кінцеві з конічним або циліндричним хвостовиком.

Циліндричні фрези мають зубці тільки на циліндричній поверхні і застосовуються для обробки площин (рис. 6.2., а...в).

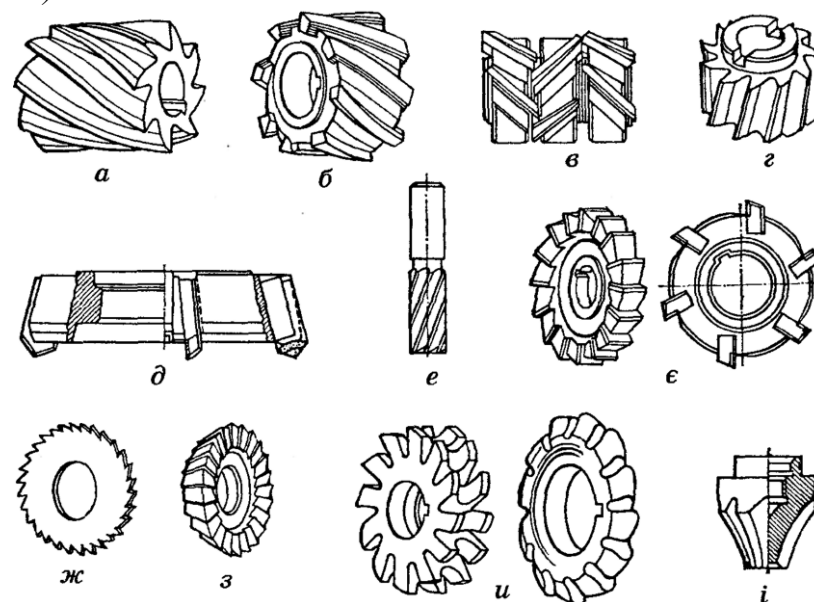


Рис. 6.2. Основні типи фрез

Торцеві фрези, що мають зубці як на торці, так і на бічній поверхні, можуть бути як суцільними (рис. 6.2, г), так і зі вставними ножами (рис. 6.2, д) і використовуються для обробки площин.

Кінцеві фрези (рис. 6.2, е) застосовують для обробки пазів, площин і фасонних поверхонь. Їх виготовляють зварними:

при різанні попереднім зубцем. Це призводить до значного спрацювання зубців фрези. Сили, що виникають при фрезеруванні цим методом, намагаються відірвати оброблювану заготовку від стола.

При попутному фрезеруванні в момент врізання зубця відбувається удар, бо зразу знімається шар найбільшої товщини, що поступово зменшується від  $y_{\text{тах}}$  до 0, виключається проковзування зубців, сили різання намагаються притиснути заготовку до стола верстата. Все це сприяє зменшенню шорсткості поверхні. Попутне фрезерування раціонально використовувати при чистовій, а зустрічне - при чорновій обробці.

**2. Елементами режиму різання при фрезеруванні є, як і при точінні, глибина різання, подача, швидкість різання і додатково - ширина фрезерування.**

При фрезеруванні, на відміну від точіння, свердління, розрізняють три розмірності подачі: 1) подача на один зуб фрези мм/зуб, - переміщення заготовки при повороті фрези на кут між двома сусідніми зубцями; 2) подача на один оберт  $s_0$ , мм/об; 3) подача за хвилину  $s_{\text{хв}}$ , мм/хв.

### Основні типи фрез і їхнє призначення

**Класифікація фрез.** Залежно від форми і призначення фрези поділяють на циліндричні, торцеві, дискові, кінцеві, кутові, фасонні, різьбові, черв'ячні та ін.

За формою задньої поверхні розрізняють фрези з гострозаточеними і затаюваними зубцями.

Фрези з *гострозаточеними зубцями* мають плоску або криволінійну задню поверхню зубців. Заточують ці фрези по задній поверхні.

Фрези з *затіланими зубцями* мають задню поверхню зубців, окреслену по архімедовій або логарифмічній спіралі, виготовлених на спеціальних токарно-затілочно-верстатах.

Фрези з гострозаточеними зубцями простіші у виготовленні, мають більшу стійкість, забезпечують одержання більш чистої оброблюваної поверхні. Зате фрези із затіланими зубцями після переточування зберігають

створює навколо дуги ще і газовий захист. Під час дисоціації мармуру утворюється оксид вуглецю CO, який перешкоджає зіткненню розплавленого металу в дузі з навколишнім середовищем.

Електроди з основним покриттям, на відміну від електродів з кислим покриттям, сприяють широкому легуванню наплавленого металу без значних втрат легуючих елементів. Зумовлено це відсутністю в мармурі та плавику оксиду заліза FeO, а отже, і відсутністю окислення ним легуючих елементів.

За призначенням сталеві електроди відповідно до ГОСТ 9466-75 поділяють на чотири групи:

- ❖ для зварювання вуглецевих і легованих конструкційних сталей;
- ❖ для зварювання легованих теплостійких сталей;
- ❖ для зварювання високолегованих сталей з особливими властивостями;
- ❖ для наплавлення поверхневих шарів з особливими властивостями.

Цей стандарт установлює також загальні вимоги на електроди - їхні

розміри, технічні умови на виготовлення, правила приймання, методи випробувань, маркування тощо.

**Види зварних з'єднань.** Основними видами з'єднань, що застосовуються при ручному дуговому зварюванні, є стикові, кутові, таврові і внапусток. Конструктивні елементи цих з'єднань згідно з ГОСТ 5264-80 наведено на рис. 2.3.

Стикові з'єднання залежно від товщини зварювальних листів виконують з відборткуванням (C1)\*, без скосу кромки (C2, C4), з однією (C1 5) і двома (21) симетричними або несиметричними скосами кромки одного чи обох листів. Двобічний симетричний скіс кромки обох листів криволінійної форми (C22) застосовують для листів завтовшки 30... 100 мм.

Щоб забезпечити проварювання по всьому перерізу зварюваних листів, між кромками залишають зазор 0...4 мм залежно від товщини металу.

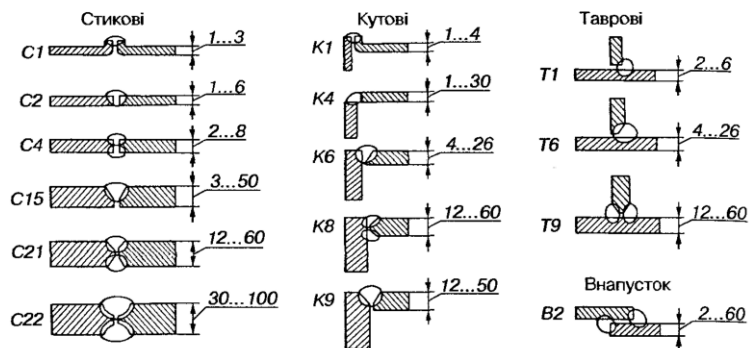


Рис.2.3. Основні види зварних з'єднань

Кутові та таврові з'єднання, як і стикові, залежно від товщини листів виконують без скосу кромки (К1, К4, Т1), а також з одностороннім (К6, Т6) і двостороннім (К8, К9, Т9) скосами кромки одного чи обох листів. При скосі однієї кромки кут розкриття становить  $(50 \pm 5)^\circ$ , а при скосі двох кромки -  $(54 \pm 6)^\circ$ .

З'єднання внапусток (В2) застосовують для листів завтовшки 2...60 мм. Зварюють їх з одного або з двох боків суцільним чи переривчастим швом.

**Техніка виконання зварних швів** в основному залежить від положення їх у просторі і виду зварного з'єднання.

За положенням у просторі шви поділяють на нижні (рис. 2.4, а), вертикальні (рис. 2.4, б), горизонтальні (рис. 2.4, в) і стельові (рис. 2.4, г). Найзручніше виконувати *нижні шви*, оскільки тут розплавлений метал з ванни не витікає, значно важче - вертикальні, бо під дією сили ваги розплавлений метал стікає донизу.

*Вертикальні шви* зварюють згори донизу або знизу догори електродами діаметром до 5 мм.

*Горизонтальні шви* на вертикальній площині виконувати важче, ніж вертикальні. Скошують кромки в цьому разі тільки на верхньому листі. Запалюють дугу на горизонтальній кромці, потім переводять її на похилий скіс верхньої кромки, знову на горизонтальну кромку і т.д. Для цього застосовують електроди діаметром до 5 мм.

при свердлінні? 6. З яких матеріалів виготовляють свердла, зенкери, розвертки?

## Практична робота № 6 ОБРОБКА ЗАГОТОВОК НА ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТАХ

**Мета роботи:** Ознайомитися з основами фрезерування; вивчити будову та принцип роботи фрезерного верстата; ознайомитися з пристроями, які використовуються при фрезеруванні; вивчити будову фрези.

### Теоретичні відомості

*Фрезерування* - це процес обробки різанням, при якому різальний інструмент (фреза) виконує обертальний (головний) рух, а заготовка, що обробляється, - поступальний чи обертальний рух подачі. Фреза - це тіло обертання, на поверхні якого розміщено різальні зубці.

На рис. 6.1., а показано схему обробки площин циліндричною фрезою, а на рис. 6.1., б - торцевою. Залежно від напрямку обертання фрези і напрямку подачі розрізняють *зустрічне* фрезерування, коли оброблювана заготовка подається назустріч обертанню фрези (рис. 6.1., в) і *попутне* - коли напрям обертання фрези і напрям подачі збігаються (рис. 6.1, г).

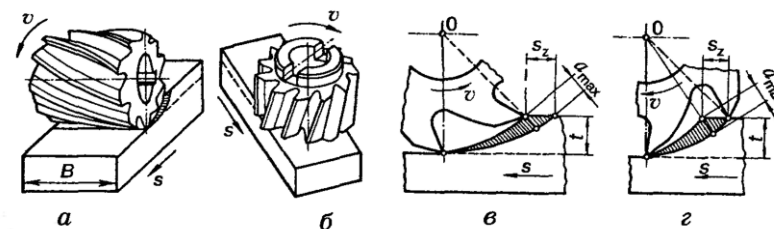


Рис. 6.1. Схеми фрезерування

При зустрічному фрезеруванні товщина шару металу, що зрізується зубцем фрези, змінюється від 0 до найбільшого значення. Поступове збільшення товщини зрізаного шару сприяє плавній роботі фрези. Однак перед тим як врізатися в оброблюваний метал, зубець фрези деякий час ковзає по поверхні різання, зміцненій внаслідок пластичних деформацій

кромками. При свердлінні сталей середньої твердості він дорівнює  $116...120^\circ$ , при свердлінні твердих сталей -  $125^\circ$ . Передній кут  $\gamma$  - кут між дотичною до передньої поверхні у розглядуваній точці різальної кромки і нормаллю в тій же точці до поверхні обертання різальної кромки навколо осі свердла. Передній кут по довжині різальної кромки є змінною величиною - в міру наближення до осі свердла передній кут зменшується, а в поперечній різальній кромці він набуває від'ємного значення.

Задній кут леза  $\alpha$  - кут між дотичною до задньої поверхні в розглядуваній точці різальної кромки і дотичної в тій же точці до траєкторії її обертання навколо осі свердла. Задній кут свердла також змінна величина: на периферії  $\alpha=8...14^\circ$ , в міру наближення до поперечної різальної кромки задній кут зростає, досягаючи  $20...26^\circ$ .

Режими різання при свердлінні визначаються глибиною  $t$ , подачею  $S$ , швидкістю різання  $v$ .

Глибина різання  $t$  (мм) визначається видом роботи. При свердлінні в суцільному матеріалі  $t=D/2$ ; при розсвердлюванні -  $t=(D-d)/2$ ,

де  $D$  - діаметр свердла, мм;  $d$  - діаметр отвору до розсвердлювання, мм.

Подача  $S$  - переміщення свердла в осьовому напрямку за один оберт (мм/об). Оскільки свердло має дві головні різальні кромки, то подача, яка припадає на кожен різальну кромку,  $S_z=S/2$ .

Швидкість різання  $v$  (м/хв) - окружна швидкість обертання точки різальної кромки, розташованої на зовнішньому діаметрі свердла:

$$v=(\pi D n)/1000,$$

де  $n$  - частота обертання свердла,  $\text{хв}^{-1}$ .

### 3.4. Контрольні запитання

1. Вкажіть головний рух і рух подачі при свердлінні. 2. Назвіть параметри режимів різання при свердлінні. 3. Які ви знаєте основні типи свердлильних верстатів? 4. Назвіть основні частини вертикально-свердлильного верстата і їхнє призначення. 5. Які інструменти і пристрої застосовуються

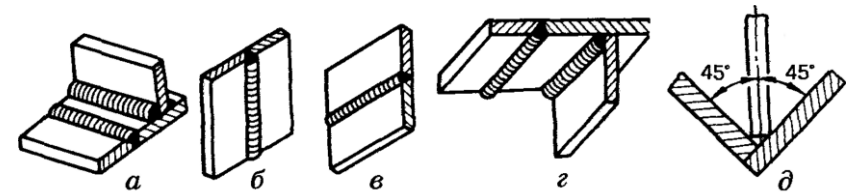


Рис.2.4. Схеми просторового розміщення швів

Стельові шви - найважчі для виконання, оскільки розплавлений метал витікає з ванни. Ці шви зварюють електродами діаметром 3...4 мм найкоротшою дугою, при якій перехід краплин з електрода на основний метал полегшений.

Якщо конструкція виробу дозволяє, то його повертають так, щоб усі шви можна було виконувати в нижньому положенні, а кутові та таврові з'єднання зварювати в "човник" (рис. 2.4., д).

**Переваги і недоліки ручного дугового зварювання.** Ручне дугове зварювання забезпечує механічні властивості зварних швів, не нижчі за властивості основного металу, тому його широко застосовують при виготовленні найважливіших конструкцій і виробів у різних галузях промисловості і в будівництві. До переваг ручного зварювання належить також можливість виконання зварних швів у різних просторових положеннях і у важко доступних місцях.

Недоліком цього способу зварювання є різна якість зварного шва, яка до того ще й залежить від кваліфікації зварника, і відносно невисока продуктивність процесу зварювання. Продуктивність при дуговому зварюванні в основному визначається силою зварювального струму. При ручному зварюванні струм обмежують через перегрівання при великому струмі довгих електродних стрижнів (завдовжки 350...450 мм) і погіршення в зв'язку з цим якості зварювання.

### Контрольні запитання

1. Види зварних з'єднань.
2. Переваги і недоліки ручного дугового зварювання.
3. Техніка виконання зварних швів.
4. Електроди для ручного дугового зварювання

### Практична робота № 3

#### ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАЗОВЕ ЗВАРЮВАННЯ

##### Мета та завдання роботи:

Ознайомитися з устаткуванням газового зварювання, основними прийомами зварювання і технологією одержання якісного зварювального з'єднання.

##### Теоретичні відомості

Щоб виготовити зварне з'єднання газовим зварюванням, кромки основного металу і присадний метал нагрівають до розплавленого стану полум'ям горючих газів, які спалюють за допомогою спеціальних зварювальних пальників у суміші з киснем.

Як горючий газ найчастіше застосовують ацетилен, який при згорянні в кисні дає температуру полум'я, достатню для зварювання сталей і більшості інших металів та їхніх сплавів. Для зварювання металів (свинцю, алюмінію тощо), температура плавлення яких нижча за температуру плавлення сталі, можуть бути використані й інші горючі гази, наприклад водень, природний газ тощо, які дають більш низьку температуру полум'я.

Найчастіше газове зварювання застосовують при виготовленні листових і трубчастих конструкцій з маловуглецевих і низьколегованих сталей завтовшки до 3...5 мм, при виправленні дефектів на виливках із чавуну і бронзи, а також для зварювання кольорових металів та їхніх сплавів.

**Принцип добування кисню з повітря.** Кисень у промислових масштабах добувають переважно з повітря. В повітрі є близько 21 % кисню, 78 % азоту, 0,93 % аргону, 0,03 % вуглекислого газу і 0,0019 % благородних газів.

скло, мрамур) при роботі на високих швидкостях різання і з невеликими подачами.

На рис.5.2 показана конструкція спірального свердла з конічним хвостовиком. Свердло складається з робочої частини  $l_1$  (в тому числі - різальної частини  $l_4$ ), шийки  $l_2$  і хвостовика  $l_3$  з лапкою  $l_5$ . Свердло має дві головні різальні кромки 1, утворені перетинанням передніх поверхонь 2 (гвинтові поверхні канавки 7, по яких сходять стружка) і головних задніх поверхонь 3 (поверхні, звернені до поверхні різання); поперечну різальну кромку 4, утворену перетинанням обох головних задніх поверхонь, і дві допоміжні різальні кромки 5, утворені перетинанням передньої поверхні з допоміжною задньою поверхнею леза 6. Допоміжні різальні кромки 5 беруть участь у різанні на всій заданій довжині. Стрічка 6 (вузька смужка на циліндричній поверхні, розташована вздовж гвинтової канавки), забезпечує напрям свердла при різанні. Завдяки наявності двох спіральних канавок свердло має два зуби 8 із спинками 9.

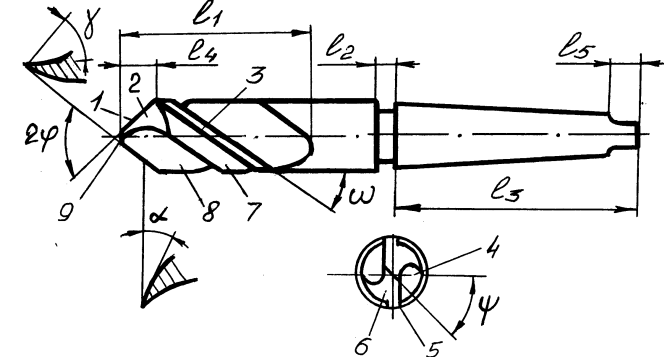


Рис.5.2 Схема спірального свердла

Кут нахилу гвинтової канавки  $\omega$  - кут між віссю свердла і дотичною до гвинтової лінії по зовнішньому діаметрі свердла (звичайно  $\omega = 18...30^\circ$ ).

Кут нахилу поперечного різального леза  $\psi$  - гострий кут між проекціями поперечної і головної різальної кромки на площину, перпендикулярну до осі свердла. Звичайно цей кут дорівнює  $50...55^\circ$ .

Кут при вершині  $2\phi$  - кут між головними різальними

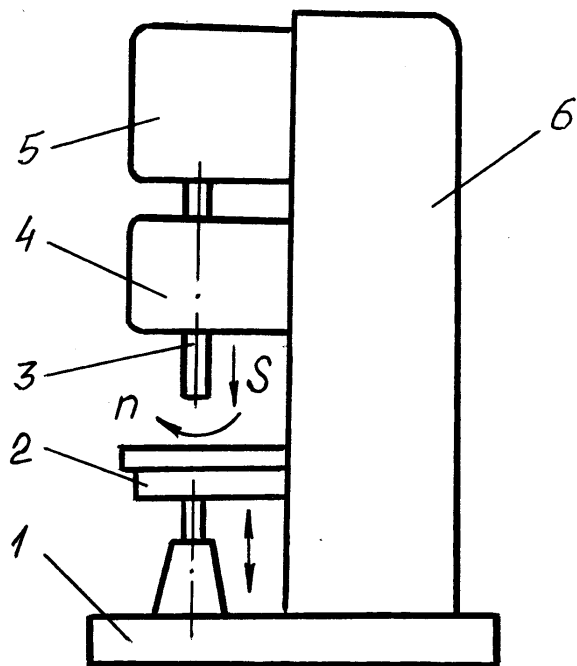


Рис. 5.1 Схема вертикально-свердильного верстата

**Свердла.** В залежності від конструкції і призначення розрізняють такі типи сверدل: спіральні, перові, для глибокого свердління, центрувальні, з пластинками з твердих сплавів тощо.

Найбільшого поширення отримали спіральні свердла. Перові свердла внаслідок малої продуктивності і низької точності отворів застосовують рідко. Для свердління отворів глибиною більш як п'ять діаметрів спіральні свердла малоприматні через недостатню жорсткість, погане відведення стружки й інших недоліків. Тому для глибокого свердління застосовують спеціальні свердла (наприклад, гарматні і рушничні). Центрувальні свердла застосовують для утворення центрових отворів у деталях. Свердла, оснащені пластинками з твердих сплавів, мають високу стійкість і забезпечують високу продуктивність роботи. Ними обробляють крихкі і тверді матеріали (чавун, тверду сталь,

Одержання кисню з повітря ґрунтується на принципі зрідження повітря при температурі мінус  $194,5^{\circ}\text{C}$  і нормальному тиску і наступної ректифікації, тобто розділенні рідкого повітря на азот і кисень. Процес ректифікації рідкого повітря заснований на різниці температур кипіння рідкого азоту ( $-196^{\circ}\text{C}$ ) і рідкого кисню ( $-183^{\circ}\text{C}$ ). Одержаний таким способом в ректифікаційному апараті рідкий кисень у теплообміннику перетворюється в газоподібний і потім надходить у газгольдер. Звідси кисневим компресором його нагнітають у кисневі балони до тиску 15 МПа.

**Кисневі балони.** Транспортують і зберігають газоподібний кисень звичайно в кисневих балонах. Найбільш поширені балони місткістю 40 л. У такому балоні при тиску 15 МПа вміщується 6000 л кисню.

Кисневий балон - це циліндрична посудина, виготовлена зі сталевих суцільнотягнутих труб. У верхній його частині є горловина з внутрішньою конічною різьбою, куди вкручується запірний латунний вентиль. На горловину насаджують кільце 3 для нагвинчування запобіжного ковпака. На випуклому дніщі насаджений башмак, що надає стійкості балона. Фарбують кисневі балони у блакитний або синій колір.

**Ацетиленові генератори.** Апарати, в яких добувають технічний ацетилен, називають *ацетиленовими генераторами*. Залежно від принципу взаємодії карбиду кальцію з водою розрізняють такі системи генераторів: "карбід у воду", "вода на карбід", а також контактної дії "зануренням" і "витисненням".

У генераторах системи "карбід у воду" (рис. 3.1, а) карбід кальцію із завантажувального бункера 2 в резервуар 1 з водою подається за допомогою автоматичних пристроїв залежно від витрачання і тиску ацетилену. Генератори цієї системи найбільш продуктивні. Вони забезпечують найповніше розкладання карбиду кальцію і утворення чистого та охолодженого ацетилену. Такі генератори найменш вибухонебезпечні.

У генераторах системи "вода на карбід" (рис. 3.1, б) карбідом кальцію завантажують одну або дві реторти 9, в які з

окремого резервуара 3 трубою 8 подається вода. Ацетилен, що утворюється при розкладанні карбіду кальцію, з реторти 9 трубою 6 надходить у нижню частину генератора, де збирається під перегородкою 4. Вода, що перебуває тут під тиском ацетилену, витискається циркуляційною трубою 5 у верхню частину корпусу генератора. Ацетилен з генератора відводиться трубою 7. Генератори цієї системи мають невелику продуктивність, низький тиск і здебільшого їх виготовляють переносними.

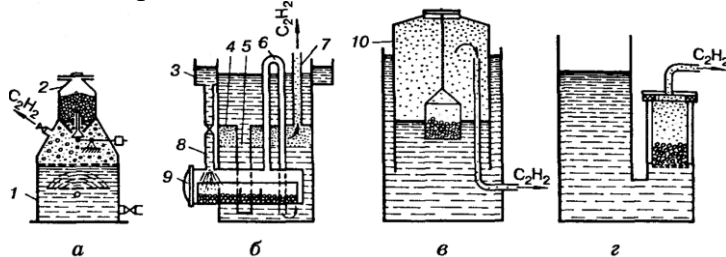


Рис.3.1. Схеми основних систем ацетиленових генераторів

Генератори контактної системи "зануренням" (рис. 3.1, в) або "витисненням" (рис. 3.1, г) характеризуються тим, що в них залежно від тиску стикання карбіду кальцію з водою здійснюється періодично. У першому випадку (рис. 3.1, в) зі збільшенням тиску вище граничного газгольдер 10 піднімається і витягає з води корзину з карбідом кальцію. У другому випадку (рис. 3.1, г) надмірний тиск ацетилену спричинює витиснення води в сполучену посудину і розкладання карбіду кальцію теж припиняється. Якщо тиск знижується, то відбуваються зворотні явища.

Генератори контактної системи "витисненням" інколи будують в поєднанні з генераторами системи "вода на карбід" і виготовляють як переносні генератори невеликої продуктивності.

За тиском ацетиленові генератори поділяють на два типи: низького - 0,001...0,01 МПа і середнього 0,01... 0,15 МПа. Залежно від продуктивності і типу установки генератори бувають стаціонарними і переносними. За продуктивністю їх поділяють на такі: низької (до 3 м<sup>3</sup>/год), середньої (до 10 м<sup>3</sup>/год) і високої (до 80 м<sup>3</sup>/год) продуктивності.

Свердлильні верстати згідно загальноприйнятої класифікації входять у групу свердлильно-розточувальних верстатів і представлені трьома типами:

1) вертикально-свердлильні, які мають вертикальне розміщення осі шпинделя. В свою чергу ці верстати поділяють на декілька типорозмірів. Наприклад, настільно-свердлильні дозволяють свердлити отвори діаметром до 16 мм, на великих вертикально-свердлильних верстатах отримують отвори діаметром до 75 мм. Суміщення осі отвору, який повинен оброблятися, з віссю свердла здійснюється переміщенням заготовки по столі верстата до моменту їхнього співпадання;

2) радіально-свердлильні верстати також мають вертикальне розміщення шпинделя, але їх технологічні можливості дозволяють обробляти важкі і великогабаритні заготовки. У цих верстатах суміщення осі отвору, який повинен оброблятися, з віссю свердла здійснюється переміщенням шпиндельної бабки по дузі чи радіусу до моменту їхнього співпадання;

3) спеціальні та спеціалізовані верстати, призначені для виконання різноманітних робіт в умовах серійного та масового виробництва.

Найбільшого поширення у промисловості набули вертикально-свердлильні верстати (рис.5.1). На фундаментній плиті 1 змонтована станина 6, на вертикальних напрямних якої встановлено стіл 2, на якому закріплюється заготовка. Стіл може переміщуватися у вертикальній площині. Інструмент закріплюється у шпинделі 3, який отримує рух подачі від коробки подач 4 і головний рух – від коробки швидкостей, розміщеної у шпиндельній бабці 5.



люнета.

Площини обробляють прохідними прямими і відігнутими, а також підрізними різцями з поперечною подачею. Прорізають канавки і відрізають заготовки також з поперечною подачею канавковими і відрізними різцями.

При відрізуванні деталі різцями з нахилоною кромкою не потрібна подальша обробка торця.

Нарізати різьбу на токарному верстаті можна плашками, мітчиками або різьбовими різцями.

### Контрольні запитання

1. Вкажіть головний рух і рух подачі при точінні. 2. Назвіть параметри режимів різання при точінні. 3. Які ви знаєте основні типи токарних верстатів? 4. Назвіть основні частини токарно-гвинторізного верстата і їхнє призначення. 5. Які інструменти і пристрої застосовуються при точінні? 6. Якими явищами супроводжується процес точіння?

## Практична робота № 5 ОБРОБКА ЗАГОТОВОК НА СВЕРДЛИЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ

**Мета роботи:** Ознайомитися з основами свердління; вивчити будову та принцип роботи вертикально-свердильного верстата; ознайомитися з пристроями, які використовуються при свердлінні; вивчити будову спірального свердла.

### Теоретичні відомості

На свердильних верстатах виконують свердління, розсвердлювання і зенкерування отворів, розвірчування циліндричних і конічних отворів, підрізання торців і цекування, нарізування різьби мітчиками. При цьому інструмент здійснює два рухи: обертальний (головний рух) і осьовий (рух подачі).

**Зварювальний пальник** є основним інструментом газозварника, який призначений для змішування в потрібних пропорціях горючого газу з киснем і для створення зварювального полум'я потрібних потужності, розмірів і відповідної форми. За способом подавання горючого газу в камеру змішування розрізняють пальники інжекторні (низького тиску) і без-інжекторні (різного тиску). У промисловості використовують переважно пальники *інжекторні*, які придатні для використання ацетилену низького і середнього тиску. Принцип роботи цього пальника ґрунтується на підсосі ацетилену струменем кисню. Підсос, що зветься *інжекцією*, здійснюється так. Кисень під тиском 0,2...0,4 МПа подається крізь ніпель 7 (рис. 3.2.) і регулювальний вентиль 6 в інжектор 4, який має вузький центральний отвір (сопло) і поздовжні пази. Виходячи з отвору сопла з великою швидкістю, кисень створює в камері змішування 3 сильне розрідження. Внаслідок цього ацетилен, що має більш низький тиск, засмоктується крізь ніпель 8, регулювальний вентиль 9 для ацетилену, внутрішній канал 5 рукоятки і поздовжні пази інжектора 4 в камеру змішування 3. Тут кисень і ацетилен утворюють горючу суміш, яка трубою 2 надходить у мундштук 1. На виході з мундштука при запалюванні цієї суміші утворюється зварювальне полум'я. Потрібне співвідношення газів у пальнику регулюється кисневим 6 і ацетиленовим 9 вентилями.



Рис. V.21. Схема зварювального пальника

Рис.3.2. Схема зварювального пальника

Пальники інжекторного типу мають сім змінних наконечників, які дають змогу зварювати метал завтовшки 0,5...30 мм. До рукоятки пальника наконечник приєднується за допомогою накидної гайки.

Крім односплових зварювальних пальників у промисловості застосовують багатосплові пальники, призначені для поверхневого гартування, паяння та інших робіт.

#### Газокисневе різання

**Суть процесу.** Газокисневе різання ґрунтується на здатності металу, підігрітого газокисневим полум'ям до температури займання, згоряти в струмені чистого, так званого різального, кисню.

Для кисневого різання треба, щоб метал задовольняв такі основні вимоги:

- 1) температура займання металу має бути нижчою за температуру його плавлення;
- 2) температура плавлення оксидів металу має бути нижчою від температури плавлення самого металу;
- 3) при горінні металу повинна виділятися достатня кількість теплоти, потрібної для нагрівання шарів, що лежать нижче, до температури займання;
- 4) теплопровідність металу не повинна бути надто великою;
- 5) оксиди металу, що утворюються в процесі різання, мають бути досить рідкотекучими і легко видуватись із порожнини різання. Цим вимогам найповніше відповідають тільки вуглецеві і низьколеговані сталі, що містять вуглецю до 0,7 %.

Сталі з більшим вмістом вуглецю, а також високолеговані сталі, чавуни, кольорові метали та їхні сплави не відповідають переліченим вимогам, не піддаються кисневому різанню звичайним способом. Тому застосовують киснево-флюсове різання деяких металів, при якому в зону різання разом з різальним киснем подається порошкоподібний флюс. Таким флюсом здебільшого є залізний порошок, який при згорянні сприяє додатковому виділенню теплоти і розрідженню тугоплавких оксидів.

Звичайне газокисневе різання виконують ручним, напівавтоматичним і автоматичним способами. За принципом дії різаків, якими обладнуються напівавтомати і автомати для газокисневого різання, не відрізняються від різаків, які застосовують при ручному різанні.

**Будова газових різаків.** Ручний ацетиленокисневий

Для передачі обертання закріплений у центрах заготовки на одному її кінці за допомогою болта б (рис. 4.4, а) закріплюють хомутик 4. На шпиндель верстата нагвинчують поводковий патрон 7, у диску якого закріплено палець 2. Поводковий патрон має запобіжний кожух 3. При обертанні поводкового патрона разом із шпинделем палець 2 упирається в хомутик 4 і передає через нього обертання заготовці.

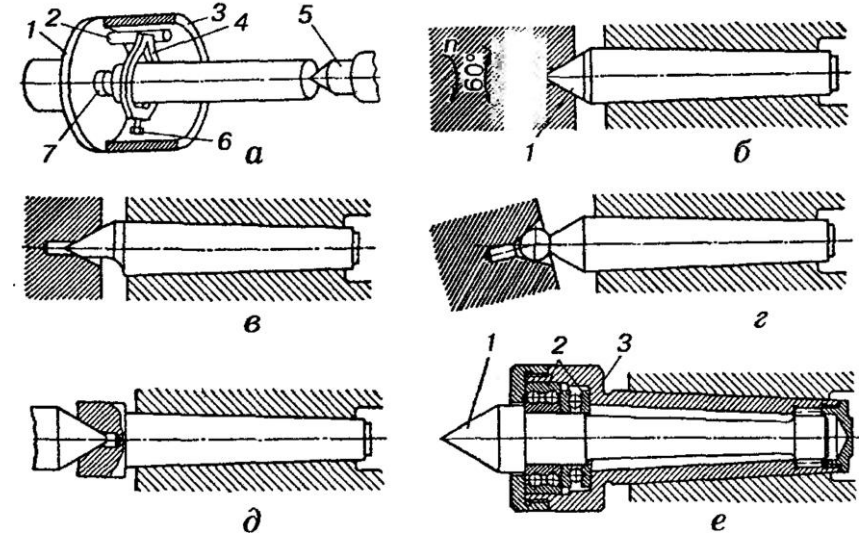


Рис. 4.4. Поводковий патрон і центри

**Основні роботи, які виконують на токарно-гвинторізних верстатах**

**Обробка циліндричних поверхонь, площин, прорізування канавок, відрізання.** Циліндричні поверхні обробляють при поздовжньому переміщенні супорта або різцевих ползків. Зовнішні циліндричні поверхні обробляють прохідними різцями, а внутрішні - розточувальними. Пристосування для закріплення заготовок вибирають залежно від їх форми і розмірів. Заготовки типу валів залежно від відношення їх довжини до діаметра рекомендують кріпити так: при  $l/d < 4$  - у патроні; при  $4 < l/d < 10$  - в центрах; при  $l/d > 10 \dots 12$  - у центрах з додатковою опорою заготовки на кулачки рухомого або нерухомого

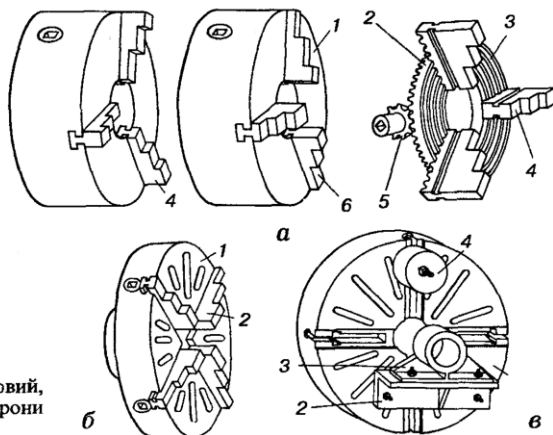


Рис. VI.13. Трикулачковий, чотирикулачковий патрони і планшайба

Планшайба (рис. 4.3., в) - це масивний диск 7, який нагвинчують на шпindel верстата. В планшайбі зроблено наскрізні пази, крізь які можна пропустити болти для закріплення заготовок або кріпильних пристроїв. Планшайба показана з прикріпленим до неї пристроєм - кутником 2, на якому закріплена заготовка підшипника 3. Для зрівноваження планшайби з встановленими на ній пристроєм і заготовкою до неї прикріплюють вантаж-противагу 4.

**Центри** разом з поводковим патроном (рис. 4.4, а) застосовують для закріплення довгих заготовок, наприклад валів. Один центр 7 (передній) встановлюють у конічний отвір шпинделя, а другий 5 (задній) - у конічний отвір пінолі задньої бабки. В торцях заготовки попередньо свердлять центрові заглиблення, кут опорного конуса яких дорівнює куту опорної частини конуса центра і становить  $60^\circ$ .

Залежно від виконуваної роботи застосовують різноманітні центри: *прості* (рис. VI. 14,б) - для обробки зовнішніх поверхонь заготовок; *зрізані* (рис. 4.4, в) - для підрізування торцевої площини; *кульові* (рис. 4.4, г) - для обробки поверхонь методом зміщення задньої бабки; *зворотні* (рис. 4.4, ) - для обробки заготовок настільки малого діаметра, що в них неможливо зробити центрові заглиблення (в цьому разі кінці заготовок роблять конічними); *обертові* (рис. 4.4, е) - для обробки заготовок на великих частотах обертання. Обертовий центр 7 опирається на підшипники кочення 2, які вмонтовано в корпусі 3.

різак (рис. 3.3) - це комбінація зварювального пальника 4 з окремою трубкою 3, призначеною для подачі різального струменю кисню. Наконечник різка має два зовнішніх 2 і п'ять внутрішніх змінних мундштуків 1. Горюча газокиснева суміш подається по зовнішньому мундштуку і при виході утворює підігрівальне полум'я. Різальний кисень надходить по внутрішньому мундштуку 1.



Рис. V.36. Схема ацетилено-кисневого різка

Рис. 3.3. Схема ацетиленового різка

Процес газокисневого різання здійснюється так. Після того як метал, що розрізується, нагрівається підігрівальним полум'ям до температури займання (залежно від товщини його витрачається 5...40 с), подається струмінь кисню і метал займається. Горіння супроводжується виділенням значної кількості теплоти, яка поширюється в глибину металу і підігріває шари, що лежать нижче, до температури займання. Рідкі оксиди, що утворюються в процесі різання, видувуються з порожнини різання різальним киснем.

Ручними різакми можна розрізати сталь завтовшки 6.. .300 мм зі швидкістю 550.. .800 мм/хв. Спеціальними різакми розрізують сталь завтовшки 2 м і більше.

Кисневе різання в багатьох випадках механізується за допомогою спеціальних переносних приладів і газорізальних машин.

При газокисневому різанні використовують не тільки ацетилен, а й інші горючі гази, наприклад природний і нафтовий гази, водень, а також рідке паливо - гас і бензин.

Газокисневе різання за якістю і продуктивністю перевищує багато інших способів різання, тому його широко застосовують.

Важливим є також спосіб різання кисневим списом,

який застосовують при пропалюванні льотки в металургійних печах, створенні отворів у бетонах та ін. Різання кисневим списом виконують за допомогою трубки з маловуглецевої сталі, в яку до місця різання подають кисень. Спочатку місце різання і кінець трубки підігрівають полум'ям газозварювального паяльника, а потім в трубку подають кисень. Коли кінець трубки загориться, його притискують до місця різання і процес різання здійснюється за рахунок згоряння металу трубки і виробу в струмені кисню.

#### Контрольні запитання

1. Суть процесу газокисневого різання.
2. Зварювальний пальник.
3. Кисневі балони, та генератори.

### Практична робота № 4 ОБРОБКА ЗАГОТОВОК НА ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНИХ ВЕРСТАТАХ

**Мета роботи:** Ознайомитися з основами токарної обробки; вивчити будову та принцип роботи токарно-гвинторізного верстата; ознайомитися з пристроями, які використовуються при точінні.

#### Теоретичні відомості

Токарна обробка є однією з найпоширеніших видів різання металів – у загальному парку металорізального устаткування доля токарних верстатів складає до 40 відсотків. Технологічний метод формоутворення поверхні при токарній обробці характеризується обертанням заготовки (головний рух) і поступальним переміщенням інструмента (рух подачі). Точінням обробляють зовнішні та внутрішні циліндричні та конічні поверхні, плоскі поверхні, нарізають зовнішні та внутрішні різьби.

Режими різання при токарній обробці визначаються глибиною  $t$ , подачею  $S$ , швидкістю різання  $v$ .

Глибина різання  $t$  (мм) – віддаль між оброблюваною та обробленою поверхнями, виміряна перпендикулярно до

канавні (5, 6).

На практиці широко використовують різці з багатограними пластинками з твердого сплаву, які не переточуються. У разі затуплення одного леза пластинка, яка кріпиться гвинтом і клином до різця, звільняється, повертається, щоб в робоче положення стало інше лезо, і кріпиться.

#### Нормальні пристрої для закріплення заготовок на токарних верстатах

Для закріплення оброблюваних заготовок на токарних верстатах застосовують різні пристрої: кулачкові патрони, центри, планшайби, люнети. Надходять вони разом із верстатом, тому називають їх приладдям верстата.

**Патрони і планшайби.** Найпоширеніші трикулачкові самоцентруючі патрони і чотирикулачкові патрони з кулачками, що переміщуються індивідуально.

*Трикулачковий самоцентруючий патрон* (рис. 4.3., а) складається з порожнистого корпусу 7, всередині якого є диск 2 з зубцями конічного зубчастого колеса з одного боку і спіраллю Архімеда з канавками прямокутного перерізу з іншого.

Якщо обертати будь-яке зубчасте колесо 5, то обертається диск 2 і розміщена на його торці спіраль 3 залежно від напрямку її обертання одночасно переміщує всі три кулачки до осі патрона або від неї. При такому русі кулачків відбувається центрування і закріплення заготовки одночасно. У корпусі патрона можна встановлювати прямі б або зворотні 4 кулачки. В трикулачковому патроні закріплюють заготовки круглого або шестигранного перерізу.

*Чотирикулачковий несамоцентруючий патрон* (рис. 4.3., б) - це масивний корпус 7 з чотирма радіальними пазами, в кожному з яких встановлено кулачок. Кулачки 2 можна переміщувати в радіальному напрямі незалежно один від одного, тому в такому патроні можна закріплювати заготовки будь-якої форми.

інструментальної сталі. Іноді тільки робочу частину (головку) різця виготовляють зі швидкорізальних сталей Р9, Р9Ф5, Р6М5 тощо і приварюють до стрижня з конструкційної сталі. У складаних різцях її оснащують пластинками з цих сталей, твердих сплавів чи мінералокераміки. Пластинку з'єднують механічно, зварюванням або паянням з державкою різця. Залежно від призначення різця пластинки роблять різної форми.

За розташуванням головної різальної кромки різці поділяють на праві й ліві. *Правим* називають різець 2 (рис. 4.2), у якому головна різальна кромка міститься з боку великого пальця правої руки, накладеної долонею на різець так, щоб пальці були спрямовані до вершини різця. Під час точіння такими різцями (9 або II) стружка з заготовки зрізується при переміщенні супорта справа наліво. *Лівим* називають різець 7, у якого головна різальна кромка міститься з боку великого пальця лівої руки, накладеної на різець так, щоб пальці були спрямовані до вершини різця. На верстаті ліві різці 7 і 4 працюють при подачі зліва направо.

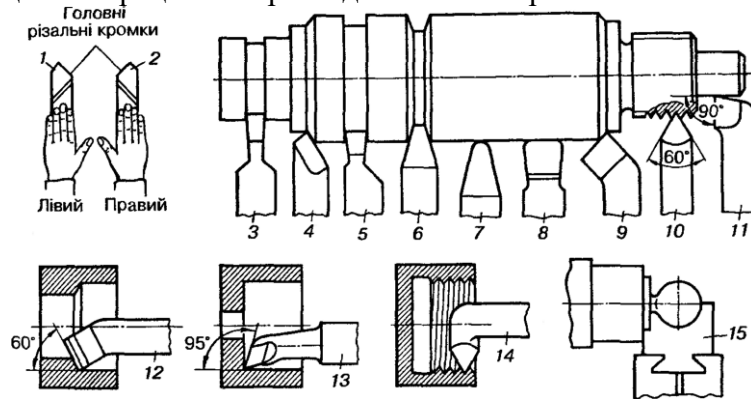


Рис. 4.2. Токарні різці

За розташуванням осі головки різця в плані розрізняють різці прямі (7...8, 10, 11, 75) і відігнуті (Я 12, 14).

За характером обробки різці поділяють на обдирні (чорнові) і чистові.

За призначенням (по виду обробки) токарні різці поділяють на типи, основними з яких є прохідні (4, 7, 8, 9, 77), підрізні, відрізні (3), розточні (12, 13), різьбові (70, 14), фасонні (75),

останньої:

$$t = (D - d)/2$$

де  $D$  – діаметр оброблюваної поверхні,  $d$  – діаметр обробленої поверхні.

*Подача* – це шлях, пройдений різальною кромкою різця відносно заготовки за один її оберт (мм/об). Подача буває поперечною  $S_{\text{поп}}$  (переміщення різця перпендикулярно осі заготовки) чи поздовжньою  $S_{\text{позд}}$  (переміщення різця паралельно осі заготовки).

*Швидкість різання*  $v$  (м/хв) визначається як лінійна швидкість точки заготовки, яка знаходиться на оброблюваній поверхні на найбільшій віддалі від осі заготовки:

$$v = (\pi D n)/1000$$

де  $n$  – частота обертання заготовки.

**Основні частини токарно-гвинторізного верстата** (рис. 4.1) такі: станина 7, передня б і задня 11 бабки, коробка подач 3, супорт 8.

Станина призначена для закріплення на ній передньої бабки і коробки подач та інших нерухомих частин, а також переміщення рухомих частин верстата. На верхній (лицьовій) її частині є напрямні, по яких переміщуються супорт і задня бабка.

У передній бабці розміщені головний вал верстата – шпиндель і коробка швидкостей, від якої з потрібною швидкістю отримує рух шпиндель з заготовкою. Шпиндель має наскрізний отвір для пропускання прутків, а в передній частині – конічний отвір для встановлення переднього центра.

Коробка швидкостей забезпечує 22 варіанти частоти обертання шпинделя близько  $12,5 \dots 1600 \text{ хв}^{-1}$  за допомогою блоків зубчастих коліс, які переміщуються рукоятками 4 і 5.

Задня бабка 11 призначена для підтримання за допомогою заднього центра правого кінця заготовок, а також для закріплення в конічному отворі рухомої частини бабки-пінолі свердла, зенкера або розвертки для обробки отворів. Бабка переміщується вручну по напрямних станини і може бути зафіксована в певному положенні. Піноль також переміщується в поздовжньому напрямі в корпусі бабки за допомогою гвинтової передачі і фіксується в потрібному

положенні. Корпус задньої бабки можна переміщати на невелику відстань у поперечному напрямі.

Задня бабка верстата 16K20 обладнана пневматичним пристроєм, за допомогою якого між станиною і бабкою створюється повітряна подушка, що полегшує її переміщення і зменшує спрацювання напрямних.

Коробка подач 3 є складовою частиною механізму подач. Вона призначена для швидкого настроювання верстата на потрібну поздовжню або поперечну подачу. Механізм коробки подач набуває руху від шпинделя і передає його ходовому гвинту 12 або ходовому валу 13, від яких через механізм фартуха 14 він передається супорту 8. По рейці 2 супорт переміщується вручну.

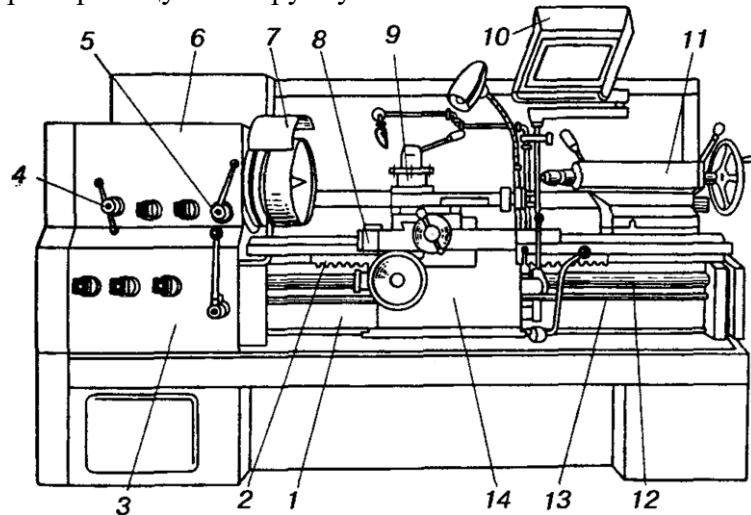


Рис. 4.1. Загальний вигляд токарно-гвинторізного верстата 16K20

Супорт застосовують для закріплення у встановленому на ньому різцетримачі 9 інструментів і ручного або автоматичного їх переміщення. Він складається (рис. 4.2., а) з поздовжніх 7, поперечних 2 полозків, поворотного круга б, виконаного як одне ціле з напрямними, по яких переміщується верхня каретка 5, і чотиригранного різцетримача 4.

Поздовжні полозки, а отже, і весь супорт можуть пересуватись автоматично або вручну по напрямних станини. Поперечні полозки переміщуються по поперечних напрямних

поздовжніх полозків при обертанні гвинта поперечної подачі за допомогою рукоятки 7 або автоматично. Різцеві полозки можна переміщати по їхніх напрямних тільки вручну. Поворотний круг б разом із різцевими полозками можна повертати навколо вертикальної осі на будь-який кут близько  $\pm 90^\circ$ . На поперечних полозках встановлюють задній різцетримач 3, який використовують для прорізання канавок.

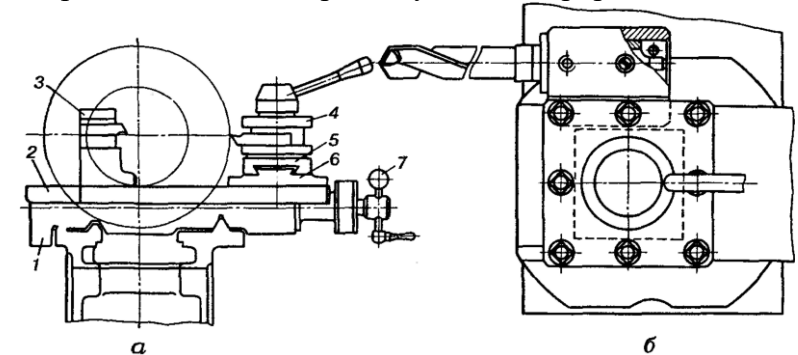


Рис. 4.2. Схема супорта верстата 16K20 (а) і тримач центрального інструмента (б)

Верстат має тримач для центрального інструмента (рис. 4.2., б): свердел, зенкерів, розверток та ін.

До поздовжніх полозків супорта з різцетримачем 9 прикріплений фартух 14 (рис. 4.1), в якому розміщені механізми для перетворення обертального руху ходового гвинта і ходового вала в поступальний рух супорта, а також обертального руху ходового вала в поперечне переміщення поперечних полозків.

Для безпечної роботи верстата у кожусі є відгородження 7 (див. рис. 4.1) і захисний відкидний екран 10.

### Токарні різці та їх застосування

Для обробки заготовок на токарних верстатах застосовують різноманітні різці, які класифікують за різними ознаками. За матеріалом різальної частини розрізняють різці зі швидкорізальної сталі, твердосплавні й мінералокерамічні. За конструкцією різці поділяють на суцільні та складані.

Суцільний різець виготовляють з одного куска