

- Вступ
- ОСНОВИ МЕТАЛОЗНАВСТВА
 - Основні властивості металів
 - Структурні складові сплавів, аналіз діаграми
 - Класифікація, маркування і застосування вуглецевих та легованих сталей
 - Загальні відомості про виробництво чавуну і сталі
 - Термічна і хіміко – термічна обробка металів
 - Порошкові матеріали
 - Сплави титану і магнію. Антифрикційні сплави. Виробництво міді й алюмінію
 - Корозія металів
 - Композиційні матеріали
- СПОСОБИ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ
 - Ливарне виробництво. Суть, технологія, переваги і галузь застосування спеціальних видів лиття
 - Обробка металів тиском
 - Дугове зварювання
 - Газове зварювання
 - Спеціальні способи зварювання. Поняття та технологія паяння і лудіння
 - Основні види слюсарної обробки металів
 - Вимірювання деталей інструментом. Робоче місце слюсаря
 - Вибір інструментів для слюсарної обробки, прийоми виконання операцій
 - Різання металів.
 - Загальні відомості про металооброблювальні верстати
 - Електрофізичні і електрохімічні методи обробки металів
- МАГНІТНІ МАТЕРІАЛИ
 - Магнітний гістерезис. Магнітні втрати
 - Магнітні властивості спеціальних сплавів та матеріалів
- ПРОВІДНИКОВІ ТА НАПІВПРОВІДНИКОВІ МАТЕРІАЛИ
 - Вугільні матеріали і вироби, контактні матеріали
 - Монтажні обмотувальні проводи і кабелі
 - Прості напівпровідники. Напівпровідникові хімічні з'єднання
- ДІЕЛЕКТРИЧНІ МАТЕРІАЛИ
 - Види пробою діелектриків. Властивості діелектриків
 - Особливості пробою газу на межі з твердим діелектриком
 - Методи очистки і регенерація трансформаторного масла
 - Воскоподібні діелектрики
 - Волокнисті діелектрики
 - Плівкові матеріали. Гума
 - Технологія виготовлення керамічних електроізоляційних
 - Властивості і склад скла, характеристика виробів із скла
- Література

ВСТУП

Перебудова системи освіти в Україні призвела до зміни структури навчальних дисциплін, зокрема і КЕМ. Це обумовило необхідність створення нових навчальних програм, посібників, методичних рекомендацій, опорних конспектів для самостійного вивчення, які б відповідали потребам сьогодення.

Мета дисципліни "Конструкційні і електротехнічні матеріали" – дати студентам глибокі знання про сучасні технології в металургії, ливарному виробництві, обробці металів тиском, зварюванні, обробці різанням та ознайомити їх з перспективами розвитку й вдосконалення технологічних методів електрофізичних і електротехнічних методів обробки металів, а також про електроізоляційні матеріали, газоподібні, рідинні, соскоподібні діелектрики, провідникові та напівпровідникові матеріали. Вивчення дисципліни сприяє успішному засвоєнню інших технологічних дисциплін, що формують професійний рівень майбутнього техника-електрика.

Навчатись можна лише активно працюючи, самостійно досягати певних висновків у процесі спостережень, проведення аналізу явищ, подій, співставлення їх, встановлення взаємозв'язків між ними. Лише самостійна робота створює умови для розвитку мислення студентів. Розвиток активного мислення студентів це основна формула процесу навчання.

Викладач повинен методично допомогти студенту при самостійному вивченні дисципліни, тобто розробляти опорні конспекти, тести, практичні завдання для вивчення, контролю і набуття навичок з тієї частини матеріалу, яку студент опрацьовує самостійно. Тому на допомогу студентам розроблені опорні конспекти з дисципліни "Конструкційні і електротехнічні матеріали".

Даний навчальний посібник призначений студентам другого курсу відділення **"Монтаж, обслуговування та ремонт електротехнічних установок в агропромисловому комплексі"** (спеціальність 5.1001.0102). В методичному посібнику подано план матеріалу, короткий зміст головного, що необхідно запам'ятати, питання для самоперевірки, контролюючі тести.

- Основні властивості металів
- Структурні складові сплавів, аналіз діаграми
- Класифікація, маркування і застосування вуглецевих та легованих сталей
- Загальні відомості про виробництво чавуну і сталі
- Термічна і хіміко – термічна обробка металів
- Порошкові матеріали
- Сплави титану і магнію. Антифрикційні сплави. Виробництво міді й алюмінію
- Корозія металів
- Композиційні матеріали

Основні властивості металів

1. Якими властивостями характеризуються метали ?
2. Які властивості металів належать до фізичних ?
3. Які властивості металів належать до хімічних, ?
4. Які властивості металів належать до механічних, ?
5. Які властивості металів належать до технологічних ?



Короткі теоретичні відомості

Метали характеризуються фізичними, хімічними, механічними і технологічними властивостями.

До **фізичних властивостей** належать густина, температура плавлення, теплопровідність, електропровідність, теплове розширення.

Найменшу питому вагу мають сплави, виготовлені на основі магнію, алюмінію і титану.

Температура плавлення має важливе значення для сплавів, з яких виготовляють деталі, що працюють в умовах підвищених і високих температур (підшипникові сплави).

Теплопровідність має також важливе значення для деталей теплотехнічної апаратури, радіаторів, блоків і головок циліндрів, поршнів тощо.

Щільністю називають кількість певної речовини (її масу), що міститься в одиниці об'єму. Числове значення густини деяких металів подано в табл. 2.4.

Зауважимо, що щільність (і питома вага) того самого металу може бути різною залежно від способу його одержання і внутрішньої будови.

Температурою плавлення називають температуру, за якої метал цілком переходить у рідкий стан. Температура плавлення металів має велике значення у ливарній справі, обробці металів тиском і в металургії.

Теплопровідністю називають здатність металів з різною швидкістю проводити теплоту під час нагрівання й охолодження.

Електропровідністю називають здатність металів проводити електричний струм. Цю властивість металів використовують при передаванні електроенергії на значні відстані.

Теплове розширення — це властивість металів розширюватися під час нагрівання. Під час охолодження відбувається зворотне явище.

Хімічні властивості - це здатність металів і сплавів бути стійкими до окислення і розчинення в різних агресивних середовищах.

Під впливом кисню повітря і вологи метали зазнають корозії: чавун і сталь іржавіють; бронза вкривається зеленим шаром оксиду міді; при нагріванні в печах верхній шар сталі окислюється і перетворюється на окалину.

Метали і сплави, що не окислюються в умовах високих температур, називають **жаростійкими**. Такі сплави застосовують для виготовлення колекторів, клапанів двигунів внутрішнього згорання, лопаток газових турбін тощо. Жаростійкі (**окалиностійкі**) матеріали стійкі до корозії в газових середовищах за температури понад 550 °С, працюють у навантаженому або навантаженому стані.

Сплави, які працюють у навантаженому стані за високих температур протягом

певного часу і мають при цьому достатню жаростійкість, називають *жароміцними* матеріалами.

Щоб забезпечити високу стійкість металів у повітрі та в агресивних середовищах, до сплавів додають титан, нікель та ін.

Урахування особливостей хімічних властивостей металів дає змогу правильно вибирати метали для виробів, які працюють у різних умовах, наприклад в агресивному середовищі (кислоти, луги тощо), в середовищах з водою і паром, високої температури.

До *механічних властивостей* належать: міцність, пружність, пластичність, в'язкість, твердість, зносостійкість, стомленість та інші.

Міцність — це здатність металу чинити опір дії зовнішніх руйнівних сил. Залежно від характеру цих сил розрізняють міцність при розтягуванні, стисненні, згинанні, скручуванні.

Пружність — властивість металу відновлювати попередню форму і розміри після дії зовнішньої сили, яка спричинила деформацію.

Пластичність — це здатність металу змінювати під дією зовнішніх сил свою форму і розміри, не руйнуючись, зберігати набуту форму після припинення дії сили.

В'язкість — це здатність металу чинити опір динамічному (ударному) навантаженню.

Твердість — це здатність металу чинити опір проникненню в нього іншого, твердішого тіла.

Зносостійкість — це опір металу спрацюванню, тобто зменшенню розмірів під час тертя.

Утомленість — це руйнування металу під діями повторних або знакозмінних напружень (наприклад, відломлення дроту).

Для визначення механічних властивостей із матеріалу виготовляють спеціальні стандартні зразки встановленої форми і розмірів, які випробовують на спеціальних машинах. Випробовування матеріалів бувають **статичні та динамічні**.

Технологічні властивості металів і сплавів характеризують їхню здатність піддаватися різним способам гарячої і холодної обробки: ковкості, литтю, зварюванню, різанню та ін.

Ковкість — здатність металів без руйнування піддаватись обробці тиском (кування, штампування, прокатування та ін.).

Лиття — здатність металів забезпечувати рідкотекучість при заповненні форми для виготовлення виробу ливарним способом.

Зварювання — здатність металу давати міцні з'єднання місцевим нагріванням їх до розплавленого стану з наступним охолодженням.

Різання — здатність металів піддаватись обробці різальними інструментами (точіння, фрезерування, свердління та ін.).

Щоб визначити придатність металів для різних видів обробки, застосовують різні проби. Найпоширенішими є проби на загин; подвійний замок (листовий метал); осадку (метали для заклепок); глибину витискання листів (листовий метал для штампування) та ін.

ТЕСТИ №1

1. До фізичних властивостей належать

1. густина, температура плавлення, теплопровідність, електропровідність,

теплове розширення

2. здатність піддаватися різним способам гарячої і холодної обробки: ковкості, литтю, зварюванню, різанню та ін..
3. здатність металів і сплавів бути стійкими до окислення і розчинення в різних агресивних середовищах

2. Хімічні властивості - .

1. це здатність металів і сплавів бути стійкими до окислення
2. це здатність металів і сплавів бути стійкими до окислення і розчинення в різних агресивних середовищах
3. це здатність металів і сплавів бути стійкими розчинення в різних агресивних середовищах

3. До механічних властивостей належать: .

1. міцність, пружність, пластичність, в'язкість, твердість, зносостійкість, стомленість та інші
2. піддаватися різним способам гарячої і холодної обробки: ковкості, литтю, зварюванню, різанню та ін.
3. густина, температура плавлення, теплопровідність, електропровідність, теплове розширення

4. Технологічні властивості металів і сплавів

1. характеризують міцність, пружність, пластичність, в'язкість, твердість, зносостійкість, стомленість та інші
2. характеризують здатність металів і сплавів бути стійкими до окислення і розчинення в різних агресивних середовищах
3. характеризують їхню здатність піддаватися різним способам гарячої і холодної обробки: ковкості, литтю, зварюванню, різанню та ін

5. Щільністю називають ...

1. здатність металів проводити електричний струм
2. температуру, за якої метал цілком переходить у рідкий стан
3. кількість певної речовини (її масу), що міститься в одиниці об'єму

6. Температурою плавлення називають ...

1. температуру, за якої метал цілком переходить у рідкий стан
2. здатність металів з різною швидкістю проводити теплоту під час нагрівання й охолодження
3. кількість певної речовини (її масу), що міститься в одиниці об'єму

7. Теплопровідністю називають ...

1. здатність металів проводити електричний струм
2. здатність металів з різною швидкістю проводити теплоту під час нагрівання й охолодження
3. температуру, за якої метал цілком переходить у рідкий стан

8. Електропровідністю називають ...

1. здатність металів проводити електричний струм
2. здатність металів з різною швидкістю проводити теплоту під час нагрівання й охолодження
3. температуру, за якої метал цілком переходить у рідкий стан

9. Теплове розширення —

1. це властивість металів розширюватися під час нагрівання
2. це сплави, які працюють у навантаженому стані за високих температур

протягом певного часу і мають при цьому достатню жаростійкість.

3. це метали і сплави, що не окиснюються в умовах високих температур.

10. Жаростійкими називають.

1. Сплави, які працюють у навантаженому стані за високих температур протягом певного часу і мають при цьому достатню жаростійкість.

2. Властивість металів розширюватися під час нагрівання

3. Метали і сплави, що не окиснюються в умовах високих температур.

11. Жароміцними матеріалами називають

1. Метали і сплави, що не окиснюються в умовах високих температур.

2. Сплави, які працюють у навантаженому стані за високих температур протягом певного часу і мають при цьому достатню жаростійкість.

3. Властивість металів розширюватися під час нагрівання

12. Міцність —

1. це здатність металу чинити опір дії зовнішніх руйнівних сил

2. це здатність металу чинити опір динамічному (ударному) навантаженню

3. це здатність металу змінювати під дією зовнішніх сил свою форму і розміри, не руйнуючись, зберігати набуту форму після припинення дії сили

13. Пружність —

1. це здатність металу чинити опір проникненню в нього іншого, твердішого тіла

2. властивість металу відновлювати попередню форму і розміри після дії зовнішньої сили, яка спричинила деформацію

3. це здатність металу змінювати під дією зовнішніх сил свою форму і розміри, не руйнуючись, зберігати набуту форму після припинення дії сили

14. Пластичність —

1. це здатність металу змінювати під дією зовнішніх сил свою форму і розміри, не руйнуючись, зберігати набуту форму після припинення дії сили

2. це руйнування металу під діями повторних або знакозмінних напружень

3. властивість металу відновлювати попередню форму і розміри після дії зовнішньої сили, яка спричинила деформацію

15. В'язкість —

1. це руйнування металу під діями повторних або знакозмінних напружень

2. це здатність металу чинити опір динамічному (ударному) навантаженню

3. це здатність металу чинити опір дії зовнішніх руйнівних сил

Структурні складові сплавів, аналіз діаграми

1. Який розчин називається аустенітом, феритом ?
2. Яка суміш називається ледебуритом ?
3. Яка сполука називається цементитом ?
4. Яка видозмінна називається графітом ?
5. Як будується діаграма залізо - цементит ?
6. Яке практичне застосування має діаграма залізо - цементит ?
7. Яка лінія називається лінією ліквідусу та солідусу і що вона характеризує?
8. Що називається евтектикою ?
9. Який сплав називається евтектоїдним ?
10. Як називається сплав, який містить відповідно 0,4 %; 0,8 %; 1,2 %; 2,7 %; 4,3 %; 5,3 % вуглецю?



Короткі теоретичні відомості

Залежно від вмісту вуглецю, температури нагрівання і швидкості охолодження в залізобуглецевих сплавах утворюються шість структурних складових: ферит, перліт, аустеніт, ледебурит, цементит і графіт.

Ферит - твердий розчин вуглецю в α - залізі з граничною концентрацією 0,02 % за температури 727 °С і 0,006 % вуглецю за температури 20 °С.

Перліт - евтектоїдна суміш зерен фериту і цементиту, відповідає повному розпаду твердого розчину аустеніту. При повільному охолодженні вміст вуглецю становить 0,8 %.

Аустеніт — твердий розчин вуглецю в γ - залізі (гранецентрованою кубічною решіткою). Найбільший вміст вуглецю в аустеніті за температури 1147 °С становить 2,14 %. Зі зниженням температури до 727 °С вміст вуглецю зменшується до 0,8 %.

Ледебурит - евтектична суміш перліту, вторинного цементиту і первинного цементиту з вмістом вуглецю 4,3 %.

Цементит - хімічна сполука заліза з вуглецем (Fe_3C), вміст вуглецю - 6,67 %.

Графіт - кристалічна видозмінна вільного вуглецю, а в чавунах і сталях після відпалювання.

Залізо і вуглець при визначених концентраціях і температурах здатні створювати механічні суміші, хімічні з'єднання і тверді розчини, тому діаграма залізобуглецевих сплавів має складний характер. **Діаграма стану** залізо цементит будується по осі абсцис відкладанням вмісту вуглецю у сплаві (у відсотках). Сплави з вмістом вуглецю, більшим за 6,67 %, на діаграмі не позначаються, бо вони не мають практичного значення. По осі ординат відкладаються температури залізобуглецевих сплавів, за яких відбуваються внутрішні перетворення. Найвищою температурою на правій ординаті є температура плавлення цементиту, а на лівій ординаті - температура плавлення чистого заліза (1539 °С). За характером перетворень сплавів за змінами **температури** всю діаграму можна розбити на дві частини: верхню, яка охоплює первинну кристалізацію сплавів, **від лінії ліквідусу ACD до лінії солідусу AECF**; нижню, яка охоплює вторинну кристалізацію сплавів і утворення визначених структур, від лінії солідусу до

повного охолодження. Вище лінії ліквідусу ACD сплави будь-якої концентрації знаходяться в рідкому стані. Лінія солідуса AECF вказує температуру твердіння сплавів, на ній закінчуються процеси первинної кристалізації. Між лінією солідусу і лінією PSK проходять процеси вторинної кристалізації сплавів. Діаграма розділена на групи сталей і чавунів. Межею між ними є вміст вуглецю (2,14 %).

Практичне застосування діаграми залізвуглецевих сплавів має велике значення при визначенні температури плавлення, кристалізації чавунів і сталей та температурних інтервалів для гарячої обробки сталі тиском, а найголовніше - при визначенні температури нагрівання сталі за різних видів термічної обробки.

Лінія *ACD*, що є лінією *ліквідусу*, характеризує початок випадання кристалів з рідкого сплаву.

Лінія *AECF*, що є лінією *солідусу*, характеризує сплави в твердому стані.

Цементит, який виділяється по лінії *CD*, називають *первинним цементитом*. У точці С (після затвердіння) утворюється *евтектики* (грец. найменший), що складається з перліту, вторинного і первинного цементиту і має найменшу температуру плавлення. Цю евтектику називають *ледебуритом*, вміст вуглецю становить 4,3 %. Чавуни, які складаються з перліту, вторинного цементиту і ледебуриту називають *доевтектичними*, а чавуни, які складаються з ледебуриту і первинного цементиту - *заевтектичними*, відповідно, чавун з вмістом вуглецю 4,3 % *евтектичним*. Сплав, який містить 0,8 % вуглецю, називають *евтектоїдом* і складається він з механічної суміші фериту, перліту і вторинного цементиту. Відповідно, сталі, які містять менше 0,8 % вуглецю, називаються *доевтектоїдними* і складаються з фериту і перліту, а більше 0,8 % вуглецю - *заевтектоїдними* і складаються з перліту і вторинного цементиту. Фазові перетворення в залізвуглецевих сплавах при нагріванні і охолодженні відбуваються і при визначених температурах, які називаються *критичними точками* їх прийнято позначати літерою А. При охолодженні до неї додається індекс г, а при нагріванні с. Порядок розташування точок позначають цифрами 1, 2, 3.

ТЕСТ №2

1. Який розчин називається аустенітом, ?

1. Хімічна сполука заліза з вуглецем (Fe_3C),
2. Твердий розчин вуглецю в γ - залізі з найбільшим вмістом вуглецю за температури 1147 °С становить 2,14 %.
3. Евтектична суміш перліту, вторинного цементиту і первинного цементиту з вмістом вуглецю 4,3 %.

2. Який розчин називається феритом ?

1. Твердий розчин вуглецю в α - залізі з граничною концентрацією 0,02 % за температури 727 °С і 0,006 % вуглецю за температури 20 °С
2. Евтектична суміш перліту, вторинного цементиту і первинного цементиту з вмістом вуглецю 4,3 %.
3. Твердий розчин вуглецю в γ - залізі з найбільшим вмістом вуглецю за температури 1147 °С становить 2,14 %.

3. Яка суміш називається ледебуритом ?

1. Евтектична суміш перліту, вторинного цементиту і первинного цементиту з вмістом вуглецю 4,3 %.
2. Кристалічна видозмінна вільного вуглецю, а в чавунах і сталях після

відпалювання

3. Твердий розчин вуглецю в γ - залізі з найбільшим вмістом вуглецю за температури 1147 °C становить 2,14 %.

4. Яка сполука називається цементитом ?

1. Кристалічна видозмінна вільного вуглецю, а в чавунах і сталях після відпалювання
2. Твердий розчин вуглецю в α - залізі з граничною концентрацією 0,02 % за температури 727 °C і 0,006 % вуглецю за температури 20 °C
3. Хімічна сполука заліза з вуглецем (Fe_3C), вміст вуглецю - 6,67 %.

5. Яка видозмінна називається графітом ?

1. Хімічна сполука заліза з вуглецем (Fe_3C), вміст
2. Кристалічна видозмінна вільного вуглецю, а в чавунах і сталях після відпалювання
3. Твердий розчин вуглецю в α - залізі з граничною концентрацією 0,02 % за температури 727 °C і 0,006 % вуглецю за температури 20 °C

6. Що показує лінія ліквідусу на діаграмі стану сплаву?

1. Лінія вказує температуру твердіння сплавів, на ній закінчуються процеси первинної кристалізації
2. Вище лінії сплави будь-якої концентрації знаходяться в твердому стані
3. Вище лінії сплави будь-якої концентрації знаходяться в рідкому стані.

7. Що показує лінії солідусу на діаграмі стану сплаву?

1. Лінія вказує температуру твердіння сплавів, на ній закінчуються процеси первинної кристалізації
2. Лінія вказує температуру рідких сплавів, на ній закінчуються процеси первинної кристалізації
3. Вище лінії сплави будь-якої концентрації знаходяться в рідкому стані

8. Яке практичне застосування має діаграма залізо - цементит?

1. Визначення температури плавлення, кристалізації чавунів і сталей та температурних інтервалів для гарячої обробки сталі тиском.
2. Визначення температури плавлення, кристалізації чавунів і сталей
3. Визначення температурних інтервалів для гарячої обробки сталі тиском

9. Використовуючи діаграму залізо - цементит вкажіть з чого складаються доєвтектичні чавуни?

1. З вуглецю 4,3 %
2. З перліту, вторинного цементиту і ледебуриту
3. З ледебуриту і первинного цементиту

10. Використовуючи діаграму залізо - цементит вкажіть з чого складаються заєвтектичні чавуни?

1. З вуглецю 4,3 %
2. З ледебуриту і первинного цементиту
3. З перліту, вторинного цементиту і ледебуриту

11. Використовуючи діаграму залізо - цементит вкажіть з чого складаються евтектичні чавуни?

1. З вуглецю 4,3 %
2. З ледебуриту і первинного цементиту
3. З перліту, вторинного цементиту і ледебуриту

12. Використовуючи діаграму залізо - цементит вкажіть як називається сплав, який містить відповідно 0,4%; вуглецю?

1. Доевтектичний сплав і складаються з перліту, вторинного цементиту і ледебуриту називають
2. Доевтектоїдний сплав і складаються з фериту і перліту
3. Евтектичний сплав, що складається з перліту, вторинного і первинного цементиту

13. Використовуючи діаграму залізо - цементит вкажіть як називається сплав, який містить відповідно 0,8 % вуглецю?

1. Евтектичний сплав, що складається з перліту, вторинного і первинного цементиту
2. Заевтектоїдний сплав вуглецю і складаються з перліту і вторинного цементиту
3. Евтектоїдний сплав, і складається з механічної суміші фериту, перліту і вторинного цементиту

14. Використовуючи діаграму залізо - цементит вкажіть як називається сплав, який містить відповідно 1,2 % вуглецю?

1. Заевтектоїдний сплав вуглецю і складаються з перліту і вторинного цементиту.
2. Доевтектичний сплав і складаються з перліту, вторинного цементиту і ледебуриту називають
3. Доевтектоїдний сплав і складаються з фериту і перліту

Класифікація, маркування і застосування легованих сталей.

1. Як поділяються сталі залежно від вмісту вуглецю ?
2. Як поділяють сталі за призначенням ?
3. Як маркуються сталі звичайної якості ?
4. Як маркуються якісні сталі ?
5. Як маркуються вуглецеві інструментальні сталі ?
6. Як маркуються автоматні і електротехнічні сталі і сплави ?
7. Які сталі називаються легованими ?
8. Як поділяють леговані сталі за призначенням ?
9. Як поділяють леговані сталі за кількістю легуючих елементів ?
10. Як впливають легуючі елементи на властивості сталі ?
11. Як маркуються конструкційні леговані сталі ?
12. Як маркуються інструментальні леговані сталі ?
13. Як маркуються леговані сталі з особливими властивостями ?
14. Застосування легованих сталей ?



Короткі теоретичні відомості

Основою вуглецевих сталей є залізо. Залізо — один з найпоширеніших на землі металів: земна кора містить 4,2 % заліза, або $755 \cdot 10^{15}$ т. Однак лише приблизно сорокова частина цієї кількості сконцентрована у вигляді родовищ, придатних для розробки.

Сталь — це сплав заліза з вуглецем (з вмістом вуглецю у сплаві до 2,14 %). Вуглецева сталь, крім основи (заліза і вуглецю), містить постійні домішки (до 0,4 % силіцію, до 0,8 % мангану, до 0,07 % фосфору і до 0,06 % сірки).

Вплив вуглецю і постійних домішок на властивості вуглецевих сталей

Манган є корисною домішкою. Він розчиняється у фериті, зміцнює його, утворює карбід Mn_3C , підвищує механічні властивості.

Силіцій також корисний, розчиняючись у фериті, підвищує його пружність, жорсткість.

Сірка утворює із залізом легкоплавку евтектику $Fe - FeS$, яка надає сталі червоноламкості — підвищує крихкість за температур гарячої обробки. Вона знижує стійкість сталі до спрацювання.

Фосфор, навпаки, надає сталі холодоламкості — підвищує її крихкість за нормальної і, особливо, за знижених температур. Він також знижує ударну в'язкість сталі. У зв'язку з цим фосфор і сірка вважаються шкідливими домішками в сталях і суворо обмежуються. Цей вміст є одним із показників якості сталі.

Вуглець є основним компонентом, який визначає будову і властивості вуглецевих сталей. Зі збільшенням його вмісту в сталі утворюється більше твердої складової — цементиту. Тому сталь стає міцнішою і твердішою, але менш пластичною.

Кисень, азот, водень знаходяться в сталі у вигляді твердого розчину в фериті

або утворюють хімічні сполуки (нітриди, оксиди), або перебувають у вільному стані у шпарах металу.

Ці речовини називають випадковими домішками. Вони зумовлюють зниження в'язкості і пластичності сталі, підвищують її крихкість.

Класифікація вуглецевих сталей

Вуглецеві сталі класифікують за структурою, хімічним складом, призначенням, якістю, способом виробництва і розкиснення.

За структурою сталь поділяють на: доевтектоїдну, яка містить до 0,8 % С; евпектоїдну, яка містить 0,8 % С; заевтектоїдну, яка містить 0,80...2,14 % С.

За хімічним складом сталі бувають маловуглецеві (до 0,3 % С), середньовуглецеві (0,3...0,65% С) і високовуглецеві (від 0,65% до 1,35 % С).

За призначенням сталь поділяють на конструкційну та інструментальну.

Конструкційну сталь застосовують для виготовлення деталей машин і конструкцій. Вона повинна мати задовільні технологічні пластивості й досить високу міцність, пластичність і в'язкість.

Інструментальну сталь (містить 0,65...1,35 % С) використовують для виготовлення різних інструментів для обробки металів і металевих сплавів, а також деревини.

За якістю сталі є звичайної якості з вмістом сірки до 0,06 % і фосфору до 0,07 %, якісні — сірки не більше ніж 0,04 % і фосфору не більше ніж 0,035 %, високоякісні — сірки не більш як 0,025 % і фосфору не більше ніж 0,018 %.

За способом виробництва розрізняють сталі, виплавлені в електропечах, мартенівських печах, кисневих конверторах.

За способом розкиснення сталі поділяють на киплячі, напів- спокійні і спокійні.

Вуглецеві конструкційні сталі, їх маркування і застосування

Нині у машинобудуванні найбільше застосовують **вуглецеві конструкційні сталі**, які поділяють на сталі *звичайної якості та якісні*.

Вуглецеві конструкційні сталі звичайної якості застосовують для виготовлення металевих конструкцій і деталей машин та будівельних споруд.

Вуглецеві конструкційні сталі звичайної якості позначають літерами і цифрами. Літери «Ст» означають сталь; «кп» — кипляча, «пс» — напівспокійна, «сп» — спокійна; літера «Г» означає підвищений вміст мангану в сталі; цифра — умовний номер марки (від 0 до 6) залежно від масової частки хімічних елементів (табл. 2.8). Наприклад Ст0 — вуглецева конструкційна сталь звичайної якості з умовним номером «0». Кипляча сталь найпластичніша завдяки найменшому вмісту силіцію (до 0,05 %).

Сталь звичайної якості (містить до 0,20 % вуглецю) призначена для виготовлення деталей способом гарячої обробки куванням, штампуванням, зварюванням, прокатуванням, тобто такими способами, які змінюють структуру і механічні властивості матеріалу.

Марки сталі (із вмістом 0,3 % і більше вуглецю) термічно обробляються, з них виготовляють таври, швелери, рейси, труби, кріпильні вироби для тракторів, автомобілів і сільськогосподарських машин; тяги, кронштейни, вали, черв'яки, осі для сільськогосподарських машин; шестерні, зірочки, які несуть рівномірне навантаження та ін.

Вуглецеві конструкційні якісні сталі відрізняються від сталей звичайної якості меншим вмістом сірки (0,04 %) і фосфору (до 0,035 %). Якісні конструкційні сталі виплавляють, як правило, в мартенівських печах (частково в електропечах і кисневих конверторах). Ці сталі призначені для виготовлення виробів, які піддаватимуться термічній обробці, тому регламентують масову частку хімічних елементів. **Маркування конструкційних якісних сталей** позначаються двома цифрами, які вказують на середній вміст вуглецю в сотих частках підсotka. При позначенні киплячих або напівспокійних сталей у кінці марки зазначають «кп» або «пс». У разі спокійної сталі ступінь розкиснення не позначають. Випускають сталь таких марок: 10кп, 10пс, 10, 15пс, 15кп, 15, 20кп, 20пс, 20, 25, 30, 35, 40...85. Наприклад, 10 — вуглецева конструкційна якісна сталь з вмістом вуглецю 0,10 %, сталь 70 — 0,70 % вуглецю.

Маловуглецеві сталі (до 0,3 % С) мають високу пластичність, тому з них виготовляють вироби холодним штампуванням (сталь 10 застосовують для штампування кузовів автомобілів), куванням, проте вони недостатньо міцні. Маловуглецеві сталі широко використовують також для зварних конструкцій.

Середньовуглецеві сталі марок 30...65 мають підвищену міцність, твердість, але меншу пластичність, ніж маловуглецеві. З цих сталей виготовляють вали, осі, тяги, штоки, шестерні, зубчасті колеса, ексцентрики та інші деталі, відповідальні кріпильні вироби (болти, гайки) та ін. Високовуглецеві сталі марок 65...85 відрізняються високою твердістю і міцністю. З цих сталей виготовляють вироби високої міцності і пружності, наприклад: пружини, ресори, троси, стрічки, лапи культиваторів. Із наведених марок сталей (із вмістом 0,3 % С і більше) виготовляють різні деталі (в тому числі відповідальні), що потребують нормалізації або поверхневого гартування.

До конструкційних вуглецевих сталей належить також автоматна сталь таких марок: А12, А20, А30, А35 (літера А — автоматна сталь, число — середній вміст вуглецю в сотих частках відсотка).

Автоматна сталь має вміст сірки до 0,03 % і фосфору до 0,15 %. Сірка утворює в сталі сульфід MnS, виявляючи мастильні дії на різальний інструмент, а фосфор сприяє утворенню ламкості стружки і одержанню чистої блискучої поверхні при різанні. Отже, стійкість різального інструменту при обробці автоматних сталей значно вища. Така сталь має підвищену здатність оброблятися різанням, тому її використовують для обробки на верстатах-автоматах. Застосовують цю сталь для виготовлення маловідповідальних деталей (переважно кріпильних).

Вуглецеві інструментальні сталі, їх маркування і застосування

Вуглецеві інструментальні сталі характеризуються високою міцністю і твердістю, тому їх використовують для виготовлення різальних, вимірювальних та інших інструментів. Ці сталі містять від 0,7... 1,3 % вуглецю.

Вуглецеві інструментальні сталі за вмістом сірки і фосфору поділяють на якісні (У7 - У13) і високоякісні (У7А - У13А). У позначенні літера «У» означає, що сталь вуглецева; цифри, які стоять після літери «У», показують середній вміст вуглецю в десятих частках відсотка; літера «А» означає, що сталь високоякісна. Наприклад, марка У7 означає, що сталь вуглецева інструментальна, якісна, містить 0,7 % вуглецю; марка У13А — сталь вуглецева інструментальна, високоякісна, містить 1,3 % вуглецю; У8Г — літера «Г» вказує на підвищений вміст мангану у сталі.

Із сталей У7, У7А виготовляють інструменти для обробки дерева (стамески,

долота, сокири) та ударні інструменти (молотки, викрутки, гладилки). Сталі У8, У8А, У8Г, У8ГА, У9, У9А використовують для виготовлення деревообробних інструментів (фрез, свердел, пилок) і для інструментів, які потребують підвищеної твердості і достатньої в'язкості (зубил, кернерів, матриць); сталі У10, У10А — мітчиків, свердел; сталі У11, У11А, У12, У12А, У13, У13А — інструментів, які потребують дуже високої твердості (шабери, полотна, ножівки, напилки, калібри, коси).

Для виготовлення деталей автомобілів, тракторів та інших машин, які працюють в найрізноманітніших умовах, марку сталі вибирають з урахуванням умов роботи кожної деталі окремо.

Умови роботи визначаються значенням і характером навантаження (статичне, змінне, знакозмінне); характером деформації (розтяг, стиск, згин чи комбіновані деформації); умовами середовищ (кислотні, лужні, високотемпературні, вологі, низькотемпературні тощо).

Вибираючи матеріал для деталі, враховують його механічні, технологічні, фізичні, хімічні властивості, вартість і дефіцитність, крім того, а також відповідальність деталі.

Відповідальні деталі — це деталі, які під час роботи можуть вийти з ладу і спричинити автошляхову пригоду (наприклад, деталі черв'ячного механізму рульового керування, гальмової системи) або вивести з ладу інші деталі, механізми (шатун, шатунний болт, поршневий палець, поршень, болти кріплення маховика тощо).

Важливим чинником вибору марки сталі для конкретної деталі є врахування остаточної обробки деталі (механічна, термічна, гальванічна та ін.) з метою створення особливо гладенької або твердої поверхні.

При виготовленні важливих деталей для сучасних високошвидкісних і важконавантажених машин до якості їх обробки ставлять високі вимоги.

Вибір марки сталі, високий клас точності виготовлення деталі, висока чистота обробки поверхонь і підвищення їх твердості (термічна обробка) — це найважливіші чинники, які сприяють надійності і довговічності роботи деталей.

Відповідно до названих критеріїв визначають конкретну марку сплаву для виготовлення деталі. Такий підхід матиме відповідний економічний ефект.

Леговані сталі

Сталь, яка містить, крім постійних домішок (манган, кремній), один чи декілька спеціальних компонентів чи підвищену концентрацію мангану і кремнію (більш як 1%), *називають легованою*. Легуючі елементи вводять у сталь для надання їй певних фізичних, хімічних, механічних або технологічних властивостей. Леговані сталі, порівняно з вуглецевими, мають більш високі фізико-механічні та хімічні властивості. Застосування **легованих сталей** різко поліпшує механічні властивості виробів, їх довговічність, сприяє економії сталі. Додавання до сталі навіть невеликої кількості (1-2 %) легуючих елементів незначно здорожчує сталь, але значно підвищує її властивості. Легуючі елементи, додані у певному співвідношенні, надають сталям особливих властивостей: корозостійкість, жароміцність і жаростійкість, пружність тощо. В якості легуючих елементів використовують хром, нікель, ванадій, молібден, титан, вольфрам, кобальт та інші.

Леговані сталі класифікуються за призначенням, хімічним складом, структурою.

За призначенням леговані сталі діляться на три групи:

- > *конструкційні сталі;*
- > *інструментальні сталі;*
- > *сталі і сплави з особливими властивостями.*

Залежно від загального вмісту легуючих елементів розрізняють:

- > *низьколеговані* < 3 % легуючих елементів;
- > *середньолеговані* 3 % – 10 % легуючих елементів;
- > *високолеговані* > 10 % легуваних елементів.

Конструкційну сталь застосовують для виготовлення будівельних конструкцій, деталей машин; її, в свою чергу, поділяють на *цементовану* (яку обробляють цементациєю), *поліпшену гартуванням* і високим відпуском, *пружинно-ресорну* сталь.

З інструментальної сталі виготовляють різальні, вимірвальні, штампові, ударні та інші інструменти.

До сталей з **особливими властивостями** належать: *нержавіючі, жаростійкі, з особливими магнітними та електричними властивостями* тощо.

Хром (Х) широко використовується для легування, підвищує твердість і міцність сталі при одночасному незначному зниженні пластичності і в'язкості. Хром збільшує прогартовуваність сталі, підвищує опір корозії. Він частково розчиняється в фериті і одночасно створює міцні карбіди.

Нікель (Н) - надає сталі міцності, високої пластичності і в'язкості. Найбільш цінний і в той же час дефіцитний (дорогий) легуючий елемент. Тому його, по можливості, поєднують із хромом або замінюють манганом. У конструкційних сталях його вміст становить 1 - 5 %. Його використовують для отримання немагнітної сталі та сталі з підвищеною стійкістю проти корозії.

Вольфрам (В) карбідоутворюючий елемент, дуже підвищує твердість сталі та надає їй червоностійкості. Його вводять в інструментальні та швидкорізальні сталі. Вольфрам перешкоджає росту зерен при нагріванні, сприяє усуненню крихкості під час відпуску і забезпечує дрібнозернисту структуру сталі; збільшує прогартовуваність сталі.

Ванадій (Ф) - карбідоутворюючий елемент у сталях 9 до 0,3 %, підвищує твердість сталі і надає їй червоностійкість, здатність утворенню дрібної зернистої структури, підвищує пружність і опір втомленості.

Молибден (М) - карбідоутворюючий елемент, підвищує твердість і міцність сталі при підвищених температурах.

Манган (Г) - підвищує міцність і твердість, стійкість сталі проти ударних навантажень, не зменшуючи пластичності. Сильно збільшує глибину її прогартовуваності. При підвищеному вмісті мангану збільшується зносостійкість сталі та магнітостійкі властивості. Манган відносно дешевий компонент.

Кремній (С) - при вмісті до 1 % міцність сталі збільшується при збереженні в'язкості, а при 1,5 % кремнію збільшується твердість і пружність (ресорні та пружинні сталі). Він збільшує електротехнічні, кислотостійкі властивості.

Алюміній (Ю) вводять для підвищення твердості азотованих сталей для підвищення окислостійкості, підвищення магнітних властивостей. У сплави, які призначені для виготовлення потужних магнітів, вводять 12 – 15 % алюмінію.

Кобальт (К) - підвищує жароміцність, збільшує опір під час ударів, підвищує магнітні властивості. У значній кількості кобальт входить до швидкорізальних сталей.

Титан (Т) - підвищує міцність, корозійну стійкість сталі, сприяє подрібненню зерен (утворенню карбідів), є добрим розкислювачем, підвищує оброблюваність.

Бор (Р) - підвищує прогартовуваність лише доевтектоїдних сталей, які містять менше 0,5 % вуглецю, але не поліпшує їх цементованого шару, його вводять у мікродозах 0,002 - 0,005 %. Легування бором підвищує механічні властивості після гартування і низького відпуску, дещо знижує в'язкість і пластичність.

Мідь (Д) - збільшує антикорозійні властивості, найчастіше її додають у будівельні сталі.

Ніобій (Б)- підвищує кислотостійкість і сприяє зменшенню корозії у зварних конструкціях.

Цирконій (Ц) - впливає на ріст і величину зерен у сталі (подрібнює зерна) та дає змогу одержати сталь з попередньо заданою зернистістю.

При достатній кількості вуглецю в сталі такі легуючі елементи, як Cr, W, V, Si, Mo, Ti, Co, Mn утворюють хімічні сполуки карбіди (наприклад, Cr₄C, WC, VC, MoC, TiC, Mn₃C та інші). Всі карбіди мають високу твердість, тому й сталі набувають високої твердості.

Такі елементи утворюють у сталі карбіди і входять у твердий розчин — ферит, зміцнюючи його.

Леговані сталі позначають літерами і цифрами. Легуючі елементи літерами:

| | | | |
|-------------|--------------|--------------|-------------|
| Н – нікель | К – кобальт | Х - хром | Б - ніобій |
| С - кремній | В - вольфрам | Г – манган | Р - бор |
| Ф- ванадій | Ю - алюміній | М – молібден | Ц- цирконій |
| Т- титан | Б - ніобій | Д - мідь | П - фосфор |

Марка сталі складається з цифр і літер: якщо на початку марки стоять дві цифри (позначають конструкційні сталі), то вони вказують на середній вміст вуглецю в сотих частках відсотка; якщо одна цифра — вміст вуглецю в десятих частках відсотка і якщо спереду марки цифри немає, то це означає, що вуглецю в цій сталі 1 % (позначають інструментальні сталі). Цифри, які стоять за літерами, вказують на вміст певної домішки (легувального елемента) у відсотках. Якщо після літери легувального елемента немає цифри, то вміст цього елемента становить до 1,5 %. Літери в кінці марки означають: А — високоякісна сталь; літера Ш (через дефіс) вказує, що сталь особливо високоякісна (з обмеженим вмістом сірки і фосфору); Л — сталь, призначена для лиття; Я — сталь, розлита у вакуумі. Наприклад, сталь марки 12Х2Н4А — хромонікелева високоякісна сталь з вмістом 0,12 % вуглецю, хрому 2 %, нікелю 4 %; 5ХНМ — легована інструментальна сталь з вмістом 0,5 % вуглецю, хрому, нікелю і молібдену до 1,5 % кожного легувального елемента.

Деякі леговані сталі виділено в окремі групи і на початку марки позначаються літерами: Ш — підшипникові, ШХ15 (підшипникова хромиста сталь з вмістом 15 % хрому); Р — швидкорізальні, Р18 (Р — швидкорізальна сталь, 18 — вміст вольфраму 18 %); Л — лемішна сталь Л65 (65...0,65 % вуглецю); Е — магнітні сталі; ЕХЗ — магнітотверда хромована сталь (з вмістом 3 % хрому); С_в — зварювальна сталь; Н_п — наплавлювальна сталь тощо.

Леговані конструкційні сталі

Конструкційні леговані сталі застосовують для виготовлення різних відповідальніших деталей машин. Залежно від умов роботи вони повинні мати потрібні механічні властивості: високу міцність при значних статичних навантаженнях;

пластичність і в'язкість при динамічних навантаженнях; твердість і зносостійкість при спрацюванні тертям.

Із сталей нормальної і підвищеної міцності найбільше застосовують сталі з підвищеною твердістю поверхні і в'язким осердям (цементовані, азотовані і зміцнені СВЧ сталі), які містять не більше ніж 5 % легувальних елементів.

Низьковуглецеві (0,1...0,3 % С) леговані сталі зазнають цементації і нітроцементації. Цими технологічними методами зміцнюють шестерні, зубчасті колеса, черв'яки, осі, важелі, поршневі пальці та інші деталі.

Як легувальні елементи використовують хром, нікель, манган, молібден, титан та ін. Для деталей, які працюють в умовах спрацювання при терті (поршневі пальці, шліци), застосовують сталі марок І5Х, 20Х, 15ХФ, 20ХФ, 18ХГ, а також сталі підвищеної міцності, в'язкості марок 20ХН, 12ХН2М та ін. Для важконавантажених зубчастих коліс з високою міцністю осердя зуба використовують сталі 18ХГТ, 25ХГТ, 25ХГМ, 30ХГТ. Сталі 20ХГР, 27ХТР, 20ХНР з додаванням бору застосовують для виробів, які працюють на тертя (черв'яки, кулачки, шарніри). Деталі машин, виготовлені з цих сталей, зазнають термічної обробки (гартування і низького відпускання). Низьковуглецеві сталі крім твердої поверхні (58...63 HRC) мають достатньо міцне і в'язке осердя, стійке до навантажень.

Сталі 38Х2Ю і 38Х2МЮА після азотування використовують для виготовлення деталей з великою твердістю і зносостійкістю поверхні (валики водяних насосів, плунжери та ін.).

Для зміцнення поверхневим гартуванням, тобто нагріванням струмом високої частоти (СВЧ), вибирають середньовуглецеві сталі 40Х, 45Х, ШХ4, які застосовують для виготовлення зубчастих коліс, хрестовин, деталей підшипників кочення.

Леговані сталі з вмістом вуглецю 0,4...0,5 % застосовують для великої групи деталей машин, які працюють не тільки при статичних, а й при ударних навантаженнях (вали, штоки, шатуни тощо).

Хромисті сталі 40Х, 45Х, 50Х належать до дешевих конструкційних матеріалів. Із збільшенням вмісту вуглецю в них підвищується міцність, але знижується пластичність і в'язкість.

Хромосиліцієманганові сталі 30ХГСА, 35ХГСА містять по 1 % Сг, Мп і Si, мають високі технологічні і механічні властивості, їх широко застосовують в автомобілебудуванні (вали, деталі рульового керування).

Хромонікелеві сталі 40ХН, 45ХН, 50ХН мають високий температурний запас в'язкості і меншу схильність до крихкого руйнування порівняно з хромистими.

Для виготовлення пружин і ресор використовують леговані сталі 50С2, 55С2, 50ХФА, 60С2ХА та ін., які характеризуються високою пружністю, стійкістю, достатньою в'язкістю і пластичністю. Для знищення концентраторів напружень (волосових тріщин, рисок тощо) ресори і пружини піддають дробоструминному наклепу, що підвищує строк роботи у 5...8 разів.

Підшипникові сталі ШХ6, ШХ9, ШХ15, ШХ15СГ використовують для виготовлення підшипників кочення. Вони мають високу твердість і витримують велику кількість циклів високих контактних напружень. Перелічені хромисті сталі подібні до вуглецевих сталей приблизно з 1 % вуглецю.

Корозійностійка підшипникова сталь ШХ15 (Ш — підшипникова сталь) призначена для виготовлення деталей, які працюють за температури до 500 °С.

Манганова сталь марки 110Г13Л (Л — ливарна сталь) добре протистоїть

абразивному спрацьовуванню. З неї відливають ланки гусениць тракторів, а також деталі землерийних машин.

Низьколеговані будівельні сталі застосовують для виготовлення конструкцій зварюванням. Ці сталі працюють без термообробки в процесі виготовлення, тобто в такому стані, в якому випускаються металургійними заводами. Вони мають добре штампуватися, зварюватися, не давати напружень і тріщин біля зварного шва. Найчастіше застосовують високоміцні сталі таких марок: 14ГА, 14ХГС і 15ХГС.

Леговані інструментальні сталі

Леговані інструментальні сталі залежно від умов роботи і вимог поділяють на три групи: для різальних інструментів; для штампувальних інструментів; для вимірювальних інструментів.

Сталі для різальних інструментів, у свою чергу, поділяють на дві групи: низьколеговані — для інструментів малої і середньої швидкості різання; високолеговані — для інструментів високої швидкості різання.

Низьколеговані інструментальні сталі легують хромом, манганом, ванадієм і вольфрамом (загальною кількістю до 3...5 %) головним чином для забезпечення високої твердості при гартуванні в мінеральній оліві. Це такі марки сталі: Х, 9ХС — для виготовлення різців, свердел, фрез, зенкерів, розверток; ХВГ, 9Х5ВФ — для свердел, мітчиків, розверток; ХВ5 — для інструментів, які обробляють (ріжуть) твердий матеріал. Твердість цих сталей зберігається при нагріванні до 200...300 °С, а сталь 8Х4В3М3Ф2 має високу теплостійкість (300...400 °С). Після гартування і низького відпускання низьколеговані сталі мають твердість 60...62 HRC, а сталь ХВ5 — до 65 HRC.

Високолеговані інструментальні сталі — це швидкорізальні сталі, які мають мартенситно-карбідну структуру, зберігають твердість при високих швидкостях різання і тому називаються швидкорізальними, або рапідними (rapid — швидкий). Ці сталі здатні зберігати твердість у нагрітому стані до температури 600...640 °С, оскільки структура відпалених швидкорізальних сталей має до 25 % карбідів. Щоб надати сталі найкращих різальних властивостей, потрібно максимальну кількість легувальних елементів перевести з карбідів у твердий розчин. Цього досягають гартуванням швидкорізальної сталі за температури 1200... 1300 °С. Після такого гартування структура сталі складається з мартенситу, карбідів і залишкового аустеніту (близько 30 %). Наступним дво- або триразовим відпусканням за температури 560 °С зменшують вміст залишкового аустеніту до 3...5 %.

Сталь марок Р9, Р12, Р18 застосовують для виготовлення всіх видів різальних інструментів при обробці конструкційних матеріалів: Р6М5 — для різьбонарізних інструментів, які працюють з ударними навантаженнями. Сталі марок Р18К5Ф2, Р9М4К8, Р6М5К5 призначені для обробки корозійностійких, жароміцних сталей і твердих матеріалів. Сталь із підвищеним вмістом ванадію (Р9Ф5, Р14Ф14, Р9К5Ф5) застосовують для обробки титанових сплавів і матеріалів: пластмас, фібри, ебоніту. Штампові сталі повинні бути твердими, міцними і мати достатню в'язкість для запобігання поломкам штампів при ударному навантаженні, а сталі для гарячого штампування мають зберігати свою твердість і міцність за підвищених температур (до 900...1200 °С).

Для виготовлення штампів гарячого штампування металів (ковальських штампів) застосовують сталі марок 5ХНМ, 5ХНТ, які мають велику в'язкість (наявність нікелю), а також сталі марок 3Х2В8Ф, 4Х2В5ФМ, які характеризуються значною стійкістю за

високих температур.

Для виготовлення штампів холодного деформування металів застосовують сталі марок Х, 9ХС, ХГ, Х8Г, які мають високу твердість.

Запровадження сталей марок 4ХМФС, 5Х2СФ і 4ХСПМФЦР (замість 5ХНМ) для штампування вуглецевих і низьколегованих сталей дало змогу підвищити стійкість інструментів у 2...3 рази. Для виготовлення великогабаритних пресових і молотових штампів застосовують сталь 5Х2НМФС, яка забезпечує підвищення стійкості більш як удвічі.

Запровадження сталі марки 4Х2Н5М3К5Ф (замість сталі 3Х2В8Ф) при виготовленні матриць для пресування мідних сплавів дало змогу підвищити їхню стійкість у 10 разів.

Сталі для вимірювального інструменту повинні мати високу стійкість до спрацювання, невеликий коефіцієнт лінійного розширення і здатність тривалий час зберігати задані розміри. Цим вимогам відповідають низьколеговані сталі марок Х, ХГС, ХВГ, 9ХС. Зі сталей цих марок виготовляють вимірювальний інструмент високого класу точності (калібри, мікрометри, вимірювальні плитки).

2.6.5. Сталі й сплави з особливими властивостями

Неіржавні (корозійностійкі) сталі. Неіржавні сталі мають високу корозійну стійкість у хімічно активних газових і рідких середовищах. Висока корозійна стійкість цих сталей забезпечується великим вмістом хрому, нікелю і мангану. Неіржавна сталь, яка добре протистоїть корозії та окисненню, містить приблизно 13... 19 % хрому і 8... 13 % нікелю.

Хромисті неіржавні сталі 08Х13, 12Х13, 20Х13 належать до мартенситного класу, тому вони призначені для виготовлення деталей з підвищеною пластичністю, які зазнають ударних навантажень і працюють у середовищах слабкої агресивності (повітря, вода, пара): клапани гідравлічних пресів, вали, штоки, лопатки турбін, клапани та ін. Сталі марок Х17, Х28, Х25Т належать до феритного класу, а тому термообробкою зміцнити їх не можна. Призначені в основному для виготовлення деталей штампуванням.

Хромонікелеві неіржавні сталі додатково легують титаном, молібденом, ніобієм і деякими іншими елементами (Х18Н9Т, Х16Н15М3 та інші). Ці сталі високопластичні, добре штамнуються і зварюються. Застосовують їх для виготовлення апаратури, яка працює в контакт з водяною парою, кислотами та іншими хімічно активними середовищами. Сталі типу Х18Н9Т належать до аустенітного класу, тому зміцнювальній термічній обробці їх не піддають. Гартування у воді сприяє підвищенню їхньої пластичності. Сталі марок 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т застосовують у середовищах підвищеної і високої агресивності для виготовлення зварних виробів, які працюють в азотних, кислотних і азотнокислих середовищах за підвищених температур.

Зносостійкі сталі. Довговічність машин значною мірою залежить від зносостійкості матеріалу, із якого виготовлені її деталі.

Зносостійкість сталі залежить від її хімічного складу, структури, термічної обробки, твердості структурних складових.

На спрацювання деталей, які працюють на тертя, значно впливають характер роботи, умови спрацювання, а також хімічний склад сплаву. Наприклад, графіт є внутрішнім змащуванням, зменшується тертя і спрацювання поверхні деталі.

Структура мартенситу має високу зносостійкість завдяки наявності твердих і рівномірно розміщених карбідів.

До зносостійких належать вуглецеві інструментальні сталі У10 — У13, хромисті, хромовольфрамкові, швидкорізальні сталі. Зносостійкими є також графітізовані сталі ЕИ293, ЕИ336, ЕИ366, які мають високий вміст вуглецю і силіцію (1,30... 1,75 % С, 0,7...1,25 % Si). Вони підвищують здатність сталі до графітізації при відпалюванні. Такі сталі за міцністю переважають вуглецеву якісну конструкційну сталь 50.

Широко запроваджується високоманганова ливарна аустенітна сталь марки 110Г13Л з вмістом 1,0... 1,4 % С, 11... 14 % Мп. Вона характеризується високою в'язкістю, зносостійкістю в умовах ударних навантажень і великих тисків. Цю сталь застосовують для виготовлення гусениць тракторів, ковшів екскаваторів. Її важко обробляти різанням.

Жаростійкі й жароміцні сталі та сплави. Під жароміцністю розуміють здатність сплавів зберігати міцність за високих температур, а під жаростійкістю — здатність сплавів чинити опір впливу хімічних речовин та газового середовища за високих температур.

Жаростійкість (окалиностійкість) залежить від непроницності і міцності плівки оксидів, які утворилися на поверхні сплавів у процесі газової корозії за високих температур.

Для одержання міцної непроничної плівки сталь легують хромом, а також силіцієм або алюмінієм. Плівка стає щільною, добре прилягає до металу, що погіршує дифузію кисню.

Щільні захисні оксидні плівки одержують при введенні в сталь достатньої кількості хрому. Внаслідок цього неіржавні сталі є водночас жаростійкими. При цьому жаростійкі властивості зростають зі збільшенням вмісту хрому в сталі. Наприклад, сталь з вмістом 5 % хрому зберігає окалиностійкість до 600 °С (15Х5), 9 % — до 800 °С (40Х9С2), 17 % — 900 °С (08Х17Т).

Жароміцні сталі і сплави класифікують за температурою експлуатації. Для роботи при 500...550 °С використовують сталі марок 20Х13, 15Х11МФ, 13Х14Н3В2ФР, з яких виготовляють лопатки парових турбін, важконавантажених деталей (диски, вали, стяжні болти), що працюють в умовах підвищеної вологості.

Для роботи при 650...850 °С застосовують сталі марок 40Х9С2, 40Х10С2Н, 45Х14Н14В2М, з яких виготовляють клапани автомобільних і тракторних двигунів.

Для роботи при 900...1100 °С використовують сплави марок ХН62МВКЮ, ХН56МВКЮ, ХН60ВТ, з яких виготовляють лопатки і листові деталі газових турбін.

Магнітні сталі й сплави. Залежно від призначення розрізняють магнітнотверді і магнітном'які матеріали.

Магнітнотверді сталі й сплави застосовують для виготовлення постійних магнітів. До магнітнотвердих сталей належать сталі марок ЕХ3 (1 % С, 3 % Сг), ЕХ5К5 (1 % С, 5 % Сг, 5 % Со), що підлягають гартуванню на мартенсит. Одним із кращих матеріалів для магнітів вважають сплав алніко (8 % А1, 14 % Ні, 24 % Со, решта — Fe). Магніти із алніко виготовляють ливарним способом, оскільки вони погано обробляються різанням. Літери ЕХ характеризують магнітну сталь.

Магнітном'які сталі позначають 31, 32 та ін. Літера 3 характеризує м'яку магнітну сталь, яку використовують для роботи в умовах безперервного перемагнічування. Магнітном'які матеріали призначені для виготовлення осердь трансформаторів, реле, магніто-проводів. До магнітном'яких матеріалів належать технічне чисте залізо,

електротехнічні феритні сталі з вмістом до 4 % Si, а також спеціальні сплави — пермалой, альсифер та ін. Пермалой — це сплав заліза з 45...80 % Ni та деякими іншими елементами (Cr, Mo, Si, Cu). Альсифер — сплав заліза з 5,5 % Al і 9,5 % Si. Електротехнічну сталь і пермалой випускають у вигляді листів.

Електротехнічні сталі і сплави. Сталі і сплави цього типу використовують як матеріал, що має мінімальний електроопір, або, навпаки, для перетворення електричної енергії на теплову. Друга група електротехнічних сплавів має високий електроопір і використовується для виготовлення електронагрівальних елементів і реостатів.

Для провідникових матеріалів застосовують мідь, алюміній, рідко — срібло. Провідникові матеріали повинні містити мало домішок, оскільки легувальні домішки підвищують електроопір.

Особливу групу провідникових матеріалів становлять спеціальні провідники. Зі зниженням температури відбувається монотонне падіння електроопору. Проте за температур, що наближаються до абсолютного нуля (такі температури називають критичними), опір деяких металів і сплавів різко зменшується. Для таких провідників використовують сплави Nb — Ti, Nb — Zn, Nb — Zn — Cu, Nb — Ge та ін.

Для електронагрівників використовують феритні низьковуглецеві сталі, леговані хромом і алюмінієм (хромалі), й сплави нікелю і хрому (ніхроми), які працюють в умовах температур 1100... 1200 °С. Молібденові нагрівники, хоча і мають високу допустиму температуру експлуатації (до 1500 °С), через низьку жаростійкість можуть працювати тільки у вакуумі або в середовищі інертних газів.

Для реостатів використовують мідно-нікелеві сплави з додаванням мангану (константан), електроопір яких мало змінюється за коливальних температур. Константан МНМц40-1,5 містить 40 % Ni і 1,5 % Mn.

Сплави з малим температурним коефіцієнтом лінійного розширення. Малий температурний коефіцієнт лінійного розширення мають сплави системи Fe — Ni в інтервалі концентрації 29...45 % Ni.

Залежність температурного коефіцієнта лінійного розширення від вмісту нікелю наведено на рис. 2.31. Найменше значення коефіцієнта α має інвар 36Н — сплав, який містить 36 % нікелю ($\alpha = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$). Ще нижче значення коефіцієнта лінійного розширення ($\alpha = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) в температурному інтервалі від -60 до $+100$ °С досягається при використанні еуперінвару 32НКД — сплаву, додатково легованого кобальтом і міддю (31,5...33,0 % Ni, 3,2...4,2 % Co, 0,6...0,8 % Cu).

Сплави з високим електроопором. Ці сплави призначені для виготовлення електронагрівних елементів, приладів, електричних печей і для реостатів (реостатні сплави). Сплави з високим електроопором повинні мати високий питомий опір; низький температурний коефіцієнт електроопору.

ТЕСТ №3

1. Які сталі називаються легованими ?

1. Сталь, яка містить, крім постійних домішок (манган, силіцій), один або кілька спеціальних елементів з вмістом понад один відсоток
2. Сталь, яка містить, кілька спеціальних елементів з вмістом понад один відсоток
3. Сталь, яка містить, домішки (манган, силіцій), і кілька спеціальних елементів

2 Що збільшує в сплавах манган ?

1. є шкідливою домішкою і сприяє відбілюванню чавуну, значно знижує його текучість та зумовлює крихкість і схильність до утворення тріщин
2. сприяє графітизації чавуну, тобто утворенню сірого чавуну
3. збільшує крихкість чавуну, поліпшує рідко текучість, сприяє відбілюванню

3. Чому сприяє силіцій в сплавах ?

1. надає сталі холодноламкості - підвищує її крихкість за нормальної, особливо, за знижених температур.
2. збільшує крихкість чавуну, поліпшує рідко текучість, сприяє відбілюванню
3. сприяє графітизації чавуну, тобто утворенню сірого чавуну

4. Як впливають у сплавах сірка?

1. є шкідливою домішкою і сприяє відбілюванню чавуну, значно знижує його текучість та зумовлює крихкість і схильність до утворення тріщин
2. надає сталі холодноламкості - підвищує її крихкість за нормальної, особливо, за знижених температур.
3. збільшує крихкість чавуну, поліпшує рідко текучість, сприяє відбілюванню

5. Як впливають у сплавах фосфор ?

1. є шкідливою домішкою і сприяє відбілюванню чавуну, значно знижує його текучість та зумовлює крихкість і схильність до утворення тріщин
2. надає сталі холодноламкості - підвищує її крихкість за нормальної, особливо, за знижених температур.
3. сприяє графітизації чавуну, тобто утворенню сірого чавуну

6. Як поділяють леговані сталі за призначенням ?

1. конструкційні сталі;
2. інструментальні сталі, сталі і сплави з особливими властивостями
3. низьколеговані 3 % легуючих елементів; середньолеговані 3 % 10 % легуючих елементів.

7. Як поділяють леговані сталі за кількістю легуючих елементів ?

1. конструкційні сталі;
2. низьколеговані 3 % легуючих елементів; середньолеговані 3 % 10 % легуючих елементів; високолеговані > 10 % легуваних елементів
3. інструментальні сталі, сталі і сплави з особливими властивостями

8. Як впливають легуючі елементи на властивості сталі?

1. поліпшує механічні властивості виробів, їх довговічність, сприяє економії сталі
2. поліпшує механічні властивості виробів
3. поліпшує довговічність, сприяє економії сталі

9. Як маркуються конструкційні леговані сталі ?

1. 12X13
2. 8ХН3А
3. Р6М5

10. Як маркуються інструментальні низьколеговані сталі ?

1. 9ХС
2. ЕХ3
3. 12ХН3А

11. Як маркуються неіржавні леговані сталі ?

1. Р6М5
2. 12Х13

3. Р6М5

12. Як маркуються магнітні леговані сталі ?

1. Сталь Р9
2. 12ХН3А
3. ЕХ3

13. Перші цифри марки (конструкційна легована сталь) вказують

1. середній вміст легуючого елемента в сталі в цілих процента, коли його вміст перевищує 1,5 %.
2. що вуглецю в сталі міститься близько 1 %.
3. середній вміст вуглецю в сотих частках процента

14. Цифри, які стоять за літерами, означають

1. середній вміст вуглецю в сотих частках процента
2. середній вміст легуючого елемента в сталі в цілих процента, коли його вміст перевищує 1,5 %.
3. вмісту хрому в десятих частках процента

15. Одна цифра перед маркою (інструментальні леговані сталі) відповідає

1. вмісту вуглецю в десятих частках процента
2. що вуглецю в сталі міститься близько 1 %.
3. що вуглецю в сталі міститься близько 1,5 %.

16. Відсутність цифр перед маркою сталі вказує...

1. вмісту вуглецю в сотих частках процента
2. що вуглецю в сталі міститься близько 1 %.
3. вмісту хрому в десятих частках процента

17. Розшифруйте марку сталі 25ХГМ

1. низьколегована, конструкційна сталь з 0,25%С, до 1,5% хрому, мангану, молібдену
2. низьколегована, конструкційна сталь з 25%С, до 1,5% хрому, мангану, молібдену
3. низьколегована, конструкційна сталь з 2,5%С, до 1,5% хрому, молібдену

18. Розшифруйте марку сталі 9Х5ВФ

1. Низьколегована інструментальна сталь з 9%С, до 5% хрому, 1,5% вольфраму
2. Низьколегована інструментальна сталь з 9%С, до 5% хрому, 1,5% ванадію
3. Низьколегована інструментальна сталь з 0,9%С, до 5% хрому, 1,5% вольфраму і ванадію

19. Як поділяються сталі залежно від вмісту вуглецю ?

1. низьковуглецеві - вуглецю менше 0,25 %. середньовуглецеві - вуглецю 0,25 - 0,6 % . високовуглецеві - вуглецю більше 0,6 %.
2. середньовуглецеві - вуглецю 0,25 - 0,6 % . високовуглецеві - вуглецю більше 0,6 %.
3. низьковуглецеві - вуглецю менше 0,25 %. середньовуглецеві - вуглецю 0,25 - 0,6 %.

20. Як поділяють вуглецеві сталі за призначенням ?

1. вуглецеві та інструментальні.
2. конструкційні та інструментальні.
3. конструкційні та вуглецеві

21. Як маркуються вуглецеві сталі звичайної якості ?

1. Сталь 60
2. Сталь 10кп
3. Ст.1кп

22. Як маркуються вуглецеві якісні сталі ?

1. Сталь 10кп
2. Сталь А30
3. Ст.1кп

23. Як маркуються вуглецеві інструментальні сталі ?

1. Сталь 60
2. Сталь У10А
3. Сталь 10кп

24. Як маркуються вуглецеві ресорно-пружинні сталі?

1. Сталь 60
2. Сталь А30
3. Сталь У10А

25. Як маркуються вуглецеві автоматні сталі?

1. Сталь У10А
2. Сталь 60
3. Сталь А30

26. Сталь У10А містить вуглецю

1. 1%
2. 10%
3. 13%

27. Сталь А30 містить вуглецю

1. 3%
2. 30%
3. 0,3%

28. Сталь 60 містить вуглецю

1. 0,6%
2. 6%
3. 60%

Загальні відомості про виробництво чавуну і сталі

1. Що називають шихтою і її складові ?
2. Які вогнетривкі матеріали застосовують в плавильних агрегатах ?
3. Які види енергії застосовують при виплавленні сталі ?
4. Які сплави виплавляють у доменних печах ?
5. Яка технологія збагачення залізної руди ?
6. У чому полягає сутність переробки чавуну в сталь ?
7. Які основні методи виробництва сталі ?
8. Переваги і недоліки різних методів виробництва сталі ?
9. Як і чим проводять розкислення сталі ?
10. У чому полягає сутність виплавляння сталі в індукційній печі?



Короткі теоретичні відомості

Чавуном називається сплав заліза з вуглецем, масова частка вуглецю в якому від 2,14 до 6,67 %, решта залізо та різні домішки.

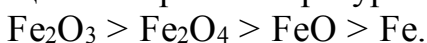
Вихідні матеріали для одержання чавуну: руда, паливо і флюси, відповідно підготовлені та змішані в пропорції 3:2:1, називають **шихтою**.

Загальні відомості про виробництво чавуну. Чавун і сталь називають чорними металами, а процеси їх виробництва чорною металургією. Основними способами одержання чавуну є пірометалургійний і електрометалургійний процеси. Пірометалургійним способом чавун одержують із руд при високих температурах.

Чавун виплавляють із залізних руд у доменних печах. У рудах залізо перебуває у вигляді окислу Fe_2O_3 (червоний залізняк, або гематит, він містить до 65% заліза); магнітного окислу Fe_2O_4 (магнітний залізняк, або магнетит, він містить до 72% заліза); водного окислу $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ (бурий залізняк, або лимоніт, в якому міститься до 60% заліза); вуглезалізної солі Fe_2CO_3 (шпатовий залізняк, що містить до 42% заліза). В Україні великі запаси червоного залізняку знаходяться в Кривому Розі, а бурого залізняку - на Керченському півострові.

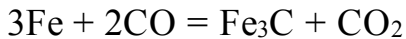
Паливом у доменній печі є кам'яновугільний кокс і природний газ для зниження витрат коксу. Флюс (вапняк $CaCO_3$) у доменній плавці застосовують для зниження температури плавлення пустої породи (кремнезему, глинозему) і сплавлення її та золи палива в шлак.

Основними операціями підготовки руд до плавки, тобто збільшення вмісту заліза в шихті, є збагачення, агломерація, обкатування. **Збагачення** полягає у збільшенні вмісту заліза в руді методами промивки, гравітації та магнітної сепарації. **Агломерація** - це спікання порошкоподібної залізної руди з подрібненим коксом і флюсом при температурі 1300 - 1500° С у пористі шматки розміром 80 - 100 мм, які називають агломератом. **Обкатування** полягає в грануляторах на кульки подрібнених зволжених концентратів, флюсу і палива. Чавун виплавляють у доменних печах. Суть доменної плавки полягає у відновленні заліза з окислів руди за допомогою оксиду вуглецю CO при температурі 400 - 950 °С за схемою:



При температурах 1000 – 1200 °С закінчується відновлення оксидів заліза й слідом

за його відновлення починається науглецювання з утворенням карбіду заліза за реакцією:



Розплавлений чавун стікає вниз і збирається у горні печі. Через кожні 3-4 години на добу випускають чавунне литво у чавуновози і транспортують у сталеплавильний цех для переробки на сталь (75 -80%) або подають ковшами на розливальну машину для виливання чавунних чушок (15 - 20%). Головними продуктами доменного виробництва є чавуни і феросплави, побічними - шлак і колосниковий газ. У доменних печах виплавляють такі види чавунів: переробний (або білий), який переробляють на сталь, ливарний (або сірий), спеціальний (або феросплави), які використовуються для розкислення і легування сталей. Розрізняють також феромарганець, феросиліцій, дзеркальний чавун, ферохром тощо.

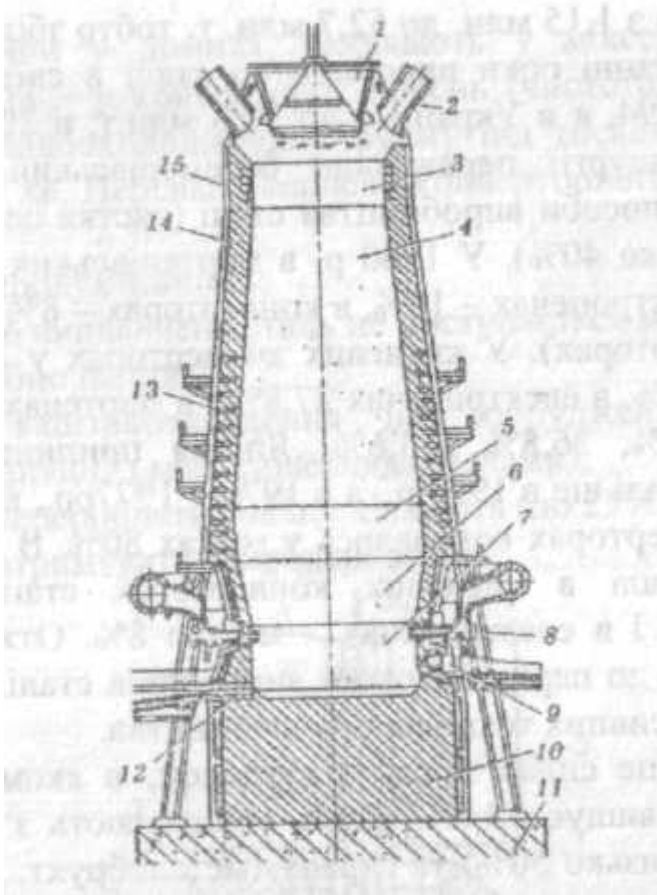


Рис. 14. Схема доменної печі для виплавляння чавуну: 1— засипний апарат; 2 - газовідвідні труби; 3 - колосник; 4 — шахта; 5 - розпар; 6 - заплечики; 7 - горн; 8 - фурми; 9 - шлакова льотка; 10 - піч; 11 - фундамент печі; 12 - канал вентиляційний; 13 - холодильники; 14 - вогнетривка цегла; 15-сталевий кожух.

Шлак використовують у виробництві будівельних матеріалів. Колосникові гази (CO , CO_2 , H_2 , CH_4N_2), що утворюються в печі, використовують як паливо для нагрівання повітрянагрівників.

Основними техніко-економічними показниками роботи доменної печі є її продуктивність, яка характеризується добовою виплавкою чавуну в тоннах, коефіцієнтом використання корисного об'єму доменної печі (КВКО) та питомою витратою коксу. Величина КВКО (м^3) визначається відношенням корисного об'єму

печі (У) у кубічних метрах до добової її продуктивності (Т) у тоннах. Для різних печей цей коефіцієнт змінюється в межах 0,43 - 0,65 м³/т. Чим менша його величина, тим краще працює домна.

Промислове виробництво сталі у світі протягом ХХ століття розвивалось високими темпами. Якщо в 1900 р. загальна кількість виплавленої сталі становила близько 28 млн. т, то в 1990 р. вона зросла до 770 млн. т, тобто виробництво сталі збільшилось майже в 28 разів, а в Україні зросло з 1,15 млн. до 52,7 млн. т, тобто збільшилося майже в 48 разів. За останні роки виробництво сталі в світі зменшилося до 730 млн. т, в 1994, а в Україні - до 31,8 млн.т, в 2000 р. На початку ХХ ст. у металургії переважали бесемерівський, томасівський і мартенівський способи виробництва сталі (частка останнього способу становила близько 40%). У 1960 р. в мартенівських печах виробляли 82% сталі, в електропечах - 10%. в конверторах - 8% (зокрема 3,55% в кисневих конверторах). У кисневих конверторах у 1990 р. уже було виплавлено 56,6%, в електропечах 27,8% і в мартенах 15,6%, а в США, відповідно 59,6%, 36,8% і 3,6%. Японія припинила виробництво мартенівської сталі ще в 1977 р., а в 1970— 1977рр., виробництво сталі в кисневих конверторах коливалось у межах 80%. В Україні в 1990 р. виробництво сталі в кисневих конверторах становило 40,4%, в мартенах - 52% і в електропечах - менше 8%. Отже, попри те, що Україна ввійшла до першої десятки виробників сталі, вона відстає від сучасних прогресивних технологій виробництва.

Сталь - це сплав заліза з вуглецем, в якому масова частка вуглецю не перевищує 2,14%. Сталь виплавляють з білого (переробного) чавуну (близько 50%) та скрапу (металобрухт, металеві відходи металургійних та машинобудівних заводів).

Для одержання сталі з чавуну необхідно зменшити вміст вуглецю і допоміжних елементів шляхом їх оксидації. Вуглець, що міститься в чавуні, сполучається з киснем, перетворюючись у вуглекислий газ СО, і виходить в атмосферу. Манган і кремній утворюють із киснем нерозчинні сполуки MnO і SiO₂. Фосфор оксидується до P₂O₅ сполучається з флюсом СаО і переходить у нерозчинний у сталі фосфат кальцію (СаО)₃P₂O₅. Сірку переводять у сульфід кальцію СаS. Сполуки MnO, SiO₂, (СаО)₃P₂O₅, які мають меншу, ніж сталь, густішу, впливають на поверхню у вигляді шлаку.

Основними сучасними способами виплавки сталі є **киснево-конверторний, мартенівський та електрометалургійний** (дуговий та індукційний).

На сучасному етапі в **кисневих конверторах** сталь отримують із рідкого білого чавуну, в мартенівських печах переважно з білого чавуну і брухту (скрапу) (близько 50%) і в електропечах переважно з брухту (близько 85%).

Найбільш прогресивний і перспективний спосіб виробництва сталі - це киснево-конверторний. Шихтою для цього способу служить рідкий переробний чавун (понад 70%), скрап (до 25%), залізна руда (до 10%) і флюс (вапняк СаО + плавиковий шпат СаF₂). Переробний чавун, виплавлений у домнах, заливають у міксери, а звідти за допомогою ковшів у конвертори. Кисень (чистотою 99,5 - 99,8%) вдувають через водоохолоджувану фурму під тиском 0,9 - 1,4 МПа протягом 12-25 хв. Переваги **киснево-конверторного** способу виробництва сталі:

- висока продуктивність;
- за якістю виплавлена сталь не поступається мартенівській;
- не потрібно палива;
- низькі капіталовкладення на спорудження конверторів (особливо в

порівнянні з мартенівськими печами);

- можна переробляти значну кількість (до 25%) скрапу;
- можна отримувати і леговані сталі,.....

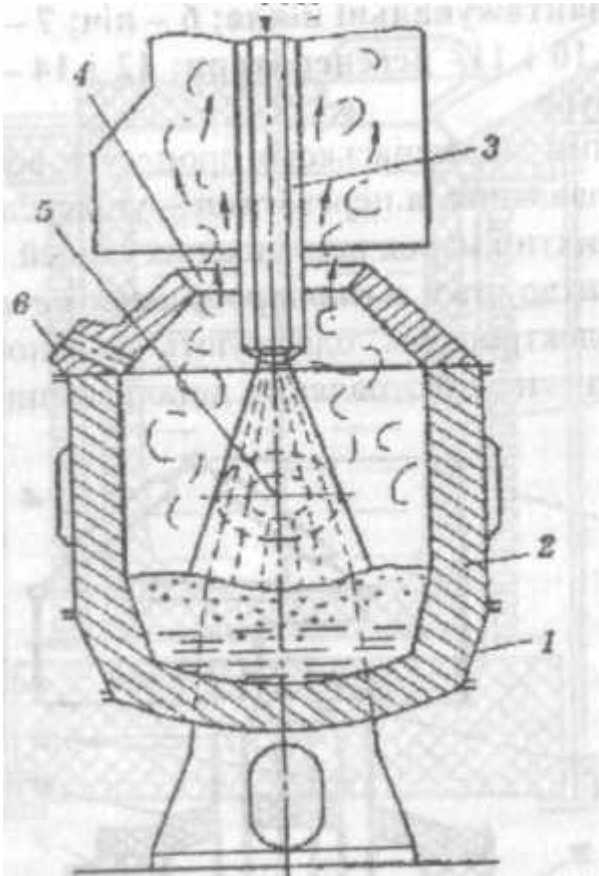


Рис. 15. Схема кисневого конвертора: 1 - корпус; 2 - вогнетривка цегла; 3 - водоохолоджувана фурма; 4 - горловина; 5 - цапфа; 6 - стальна льотка.

Мартенівська піч — це регенеративна полуменева піч симетричної конструкції, в якій температура становить 1750-1800 °С. Мартенівська плавка - це процес виробництва сталі з твердого чи рідкого чавуну, сталевого брухту, залізної руди з додаванням флюсу.

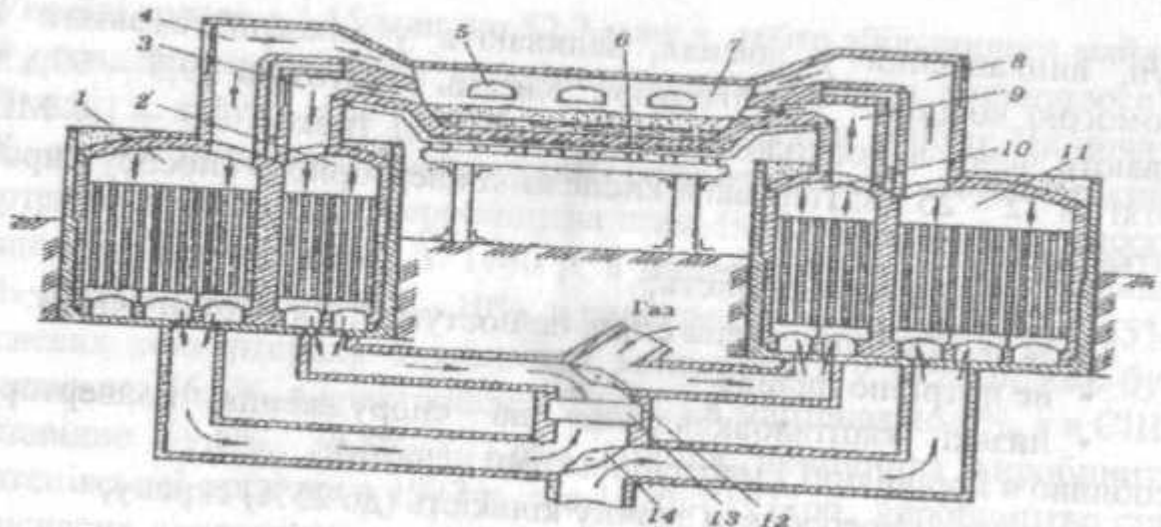


Рис. 16. Схема мартенівської печі: 1-2 - регенератори; 3-4 - канали; 5 -

завантажувальні вікна; 6 - піч; 7 - плавильний простір; 8-9 - канали; 10 і 11-регенератори; 12 і 14 - перекидні клапани; 13 —димова труба

Недоліками мартенівського процесу є велика витрата палива і тривалість виплавляння, а перевагами - універсальність процесу щодо застосування шихти і марок виплавлених сталей.

Виробництво сталі в **електродугових печах** є найдосконалішим способом. В електропечах одержують в основному леговані сталі високої якості, з яких виготовляють деталі машин та інструменти.

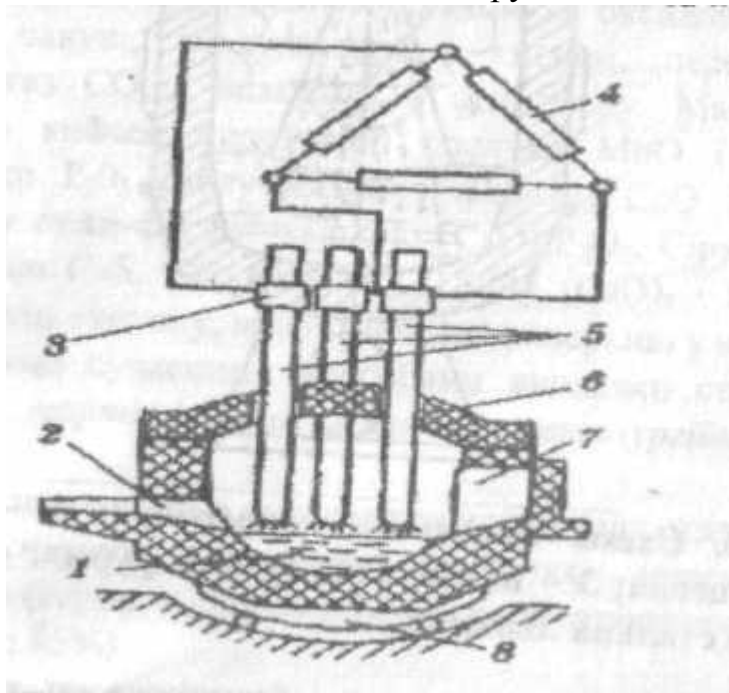


Рис. 17. Схема електродугової печі для виплавляння сталі: 1 - шихта; 2 - лютка; 3 - електродотримачі; 4 - вторинна обмотка трансформатора; 5 - графітові електроди; 6 - змінне склепіння; 7 — робоче вікно; 8 - сегменти.

Електродугові печі є найпоширенішими завдяки високому коефіцієнту корисної дії, виплавлянню різних сортів сталі, простоті будови і зручності в обслуговуванні.

В **електроіндукційних печах** виплавляють високоякісні високолеговані сталі. Ці сталі мають менше кисню, азоту, водню, шкідливих і неметалевих домішок.

Індукційні печі, порівняно з дуговими, мають низку переваг: відсутність електродуги дає змогу виплавляти сталь з малим вмістом вуглецю і газів, поліпшений хімічний склад сталі, невеликі розміри печі дають змогу вміщувати їх у спеціальні камери і створювати будь яку атмосферу.

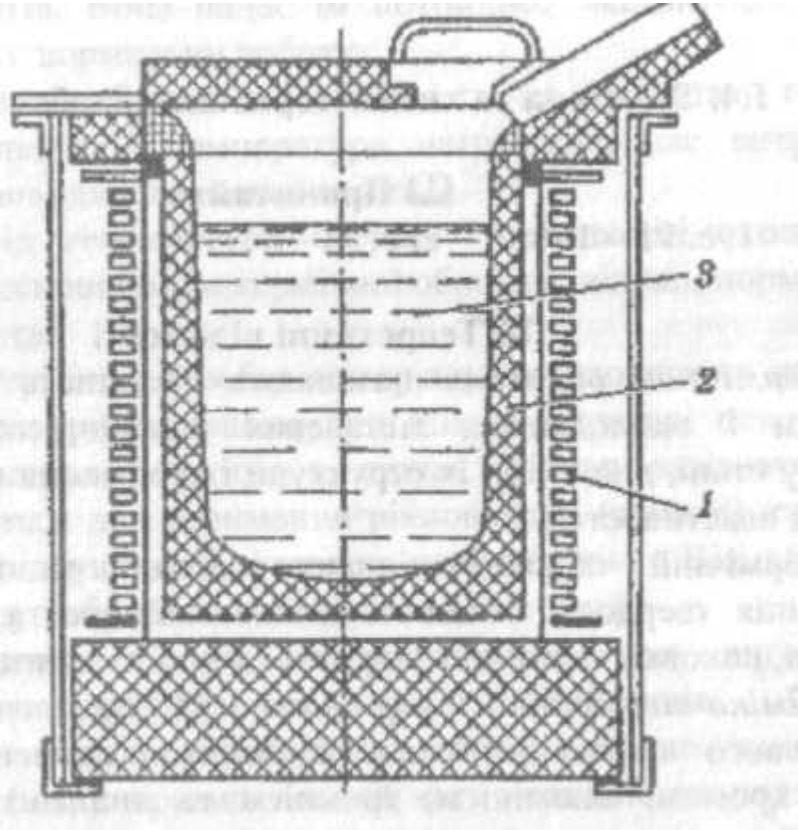


Рис. 18. Схема індукційної печі: 1~ індуктор; 2- вогнетривкий тигель; 3 - шихта

Термічна і хіміко – термічна обробка металів

1. Який процес називають термічною обробкою ?
2. Де застосовують термічну обробку ?
3. Який процес називають хіміко-термічним ?
4. Яка обробка металів називається термічною ?
5. Які чинники впливають на результат термічної обробки ?
6. Що називається відпалом і його види ?
7. Який процес називають нормалізацією і гартуванням ?
8. Що називають відпуском, його види ?
9. Які точки називаються критичними ?
10. Як впливає швидкість охолодження на структуру сталі ?
11. Які структури можливо отримати при термічних обробках сталі ?
13. Призначення відпалу і технологія його проведення ?
12. Призначення нормалізації і технологія її проведення ?
14. Призначення гартування і технологія її проведення ?
15. Призначення відпуску і технологія його проведення ?
16. Який процес називають хіміко-термічною обробкою ?
17. Які основні види хіміко-термічної обробки ?
18. Який процес називається цементацією і коли застосовується цементація ?
19. Яка технологія проведення цементації ?
20. Які процеси називають азотуванням і ціануванням, їх застосування ?
21. Що називається дифузійною металізацією і її застосування ?
22. Які дефекти виникають під час проведення термічної обробки ?
23. Які фактори впливають на якість проведення термічної обробки ?



Короткі теоретичні відомості

Термічною обробкою називають сукупність операцій нагріву, витримки і охолодження металевих сплавів, які знаходяться в твердому стані, для зміни їх структури і отримання потрібних фізико-хімічних властивостей.

Термічній обробці піддають деталі та інструменти для підвищення твердості, міцності і зносостійкості, а також заготовки (вилівки, поковки тощо) для підготовки до механічної обробки.

Хіміко-термічною обробкою (ХТО) називають процес поверхневого насичення сталі хімічними елементами (вуглецем, азотом, хромом, алюмінієм, кремнієм та іншими) для підвищення зносостійкості, твердості, жаростійкості та інших властивостей.

Термічною обробкою металів називають сукупність операцій нагрівання, витримки і наступного охолодження заготовок або готових виробів за певними режимами для зміни механічних, фізичних або хімічних властивостей. Основою термічної обробки сталей є структурні перетворення при нагріванні й охолодженні. Термічна обробка сталі є дуже важливою заключною операцією при виготовленні деталей та інструментів. Вона надає їм потрібних механічних властивостей і забезпечує нормальну роботу.

Основними чинниками, які впливають на результати термічної обробки, є швидкість і температура нагрівання, час витримки в нагрітому стані і швидкість охолодження.

Залежно від температури нагріву і швидкості охолодження розрізняють такі основні види термічної обробки: відпал, нормалізація, гартування і відпуск.

Відпал - термічна обробка матеріалу, яка полягає в нагріванні до певної температури, витримці при цій температурі певний час і повільному охолодженні разом з піччю. Відпал залізовуглецевих сплавів здійснюється для отримання рівноважної (стійкої) структури. При відпалі не відбувається фазових перетворень. Відпал знижує твердість, покращує оброблюваність різанням сталей.

Графітуючий відпал використовують при виготовленні виробів з ковкого чавуну, сталевих штамів, підшипників.

Відпуск - нагрів гартованого сплаву нижче температури фазових перетворень, витримка певний час і повільне охолодження на повітрі. Відпуск є завершальною термічною операцією для зняття гартувальних напружень, підвищення в'язкості. Існують три етапи відпуску: низький, середній, високий.

Гартування - термічна обробка матеріалів, яка полягає у нагріві до певної температури, витримка певний час з подальшим охолодженням і визначеною швидкістю для підвищення твердості, міцності.

Нормалізація - термічна обробка сталі або чавуну, яка полягає в нагріванні вище температури фазових перетворень, витримці певний час і подальшому охолодженні на повітрі для отримання дрібнозернистої структури, поліпшення властивостей.

Нагрівання сталі до температури, яка нижча за температури лінії PSK, точки A_{c1} не супроводжується якими-небудь фазовими перетвореннями. Вони починаються лише при переході через точку A_{c1} , тобто коли перліт перетворюється на аустеніт. Це перетворення є процесом кристалізаційного типу. Зародження зерен аустеніту починається по краях феритних і цементитних часточок перліту.

Фазові перетворення в залізовуглецевих сплавах при нагріві і охолодженні спостерігаються тільки при визначених температурах, які називаються критичними точками.

Змінюючи швидкість охолодження сплаву, нагрітого до визначеної температури, можна отримати різні структури і властивості, тобто провести різну термообробку. Ступінь переохолодження аустеніту залежить від швидкості охолодження: чим вона вища, тим більший ступінь переохолодження.

Регулюючи ступінь переохолодження аустеніту, можна змінювати характер продуктів його розпаду і отримати такі структури: **перліт, сорбіт, троостит, мартенсит**. Перліт, сорбіт, троостит є сумішшю фериту й цементиту з різною дисперсністю. Сорбіт і троостит отримують при підвищених швидкостях охолодження. Структура сорбіту близька до перліту, має хорошу в'язкість і пружність. При охолодженні з критичною швидкістю, яка більше за $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ в секунду, створюється мартенсит, який є перенасиченим твердим розчином вуглецю в α -залізі. Мартенсит має голчасту будову, високу твердість, велику крихкість і внутрішні напруги.

Відпал проводять для зниження твердості і підвищення в'язкості сталі, досягнення хімічної і структурної однорідності, зняття внутрішніх напруг. **Дифузійний відпал** проводять для великих сталевих виливків для зменшення хімічної

неоднорідності (ліквації). **Повний відпал** характеризується нагрівом сталі на 30-50 °С вище температури перетворень $A_{с3}$ (доевтектоїдні сталі) і наступним повільним охолодженням. Застосовують для утворення дрібнозернистої структури сталевих виробів, виготовлених гарячим штампуванням, куванням і литтям. **Неповний відпал** характеризується нагрівом сталі до температур в інтервалі перетворень $A_{с1}$ - $A_{с3}$ (доевтектоїдні сталі) $A_{с1}$ і – $A_{сm}$ (заевтектоїдні сталі) і наступне повільне охолодження. Застосовують для доевтектоїдних і заевтектоїдних сталей для зниження твердості, зняття внутрішніх напруг і одержання однорідної структури.

Нормалізація - найекономічніший термічний процес, ніж відпал.

Нормалізація - нагрів сталі вище температури фазових перетворень з наступним охолодженням на повітрі (в нормальних умовах) для покращення мікроструктури сталі і підвищення механічних властивостей, а також для підготовки до наступної термічної обробки. Вона більш продуктивна і дає кращі результати. При нормалізації подрібнюється зерно перліту, руйнується сітка цементиту в заевтектоїдних сталях і підвищуються механічні властивості сталі. **Гартування** — нагрів сталі вище температури фазових перетворень з наступним охолодженням за визначеним режимом для отримання потрібної структури і підвищення твердості і міцності. Гартування застосовують для підвищення твердості і міцності сталі, залежно від хімічного складу, механічних властивостей сталей і розмірів виробів, що гартуються. Застосовують гартування в одному охолоднику, гартування в двох охолодниках, ступінчасте та ізотермічне гартування, гартування з самовідпуском, поверхневе.

Відпуск - нагрів гартованої сталі нижче температури фазових перетворень для зняття температурних напружень і отримання більш рівнозвážеної структури. Відпуск застосовують для зменшення внутрішніх напруг і твердості, а також для підвищення ударної в'язкості гартованих виробів. **Низький відпуск** характеризується нагрівом сталі до температури 150 - 250 °С, витримкою певний час і охолодженням на повітрі. Застосовується переважно для інструментальних сталей. **Середній відпуск** характеризується нагрівом сталі до температури 350 - 450 °С, витримкою певний час і охолодженням на повітрі. Застосовується переважно для пружинних і ресорних сталей. **Високий відпуск** характеризується нагрівом сталі до температури 550 - 650 °С, витримкою певний час і охолодженням на повітрі. Застосовується переважно для конструкційних сталей.

Хіміко-термічною обробкою (ХТО) називають процес зміни хімічного складу, мікроструктури та властивостей поверхневого шару заготовки під дією теплоти. Хіміко-термічна обробка полягає у дифузійному насиченні поверхневих шарів сталевих виробів різними елементами для зміни структури і властивостей. Основними видами хіміко-термічної обробки є *цементация, азотування, ціанування і дифузійна металізація*. Крім цих видів, застосовують *хромування, алітування, силіціювання* тощо.

Цементация сталі - це процес насичення поверхневого шару сталевих виробів вуглецем. Мета цементации - одержати вироби з твердою поверхнею і в'язким осердям. Такі вироби добре витримують навантаження і мало спрацьовуються навіть при великих навантаженнях. Цементации зазнають вироби з маловуглецевої і легованої сталі з вмістом вуглецю 0,15 - 0,35 %. Речовини, які призначені для науглецювання сталі, називають карбюризаторами. Розрізняють цементацию в твердому, рідинному і газоподібному карбюризаторах (сумішах, які містять вуглець). Цементацию виконують

після кінцевої механічної обробки з невеликим припуском на шліфування. Глибина науглецьованого шару тим більша, чим вища температура цементації і чим більший час витримки виробу в печі. Вміст вуглецю у цементованому шарі зменшується від поверхні до серцевини. Цементований шар виробу набуває потрібної твердості і зносостійкості тільки в результаті термічної обробки у вигляді гартування і низького відпуску.

Азотування - це процес насичення поверхневого шару сталі азотом для підвищення твердості, стійкості до спрацювання і корозії. Азотування застосовують при виготовленні точних деталей дизельної апаратури, вимірювальних інструментів, а також деталі машин, які працюють при високих температурах (поршневі пальці, гільзи циліндрів).

Ціанування процес одночасного насичення поверхневого шару сталі вуглецем і азотом для підвищення твердості, стійкості до спрацювання і корозії. Застосовують рідке і газове ціанування.

Дифузійна металізація - процес насичення поверхневого шару сталі алюмінієм, хромом, силіцієм та іншими металами. **Алітування** - це поверхневе насичення сталевих і чавунних виробів алюмінієм з утворенням твердого розчину алюмінію в залізі і підвищення жаростійкості. **Хромування** - насичення поверхневого шару виробу хромом для підвищення твердості, стійкості до спрацювання і корозії. **Силіціювання** - насичення поверхневого шару сталі силіцієм для підвищення стійкості проти корозії і розчинення в кислотах.

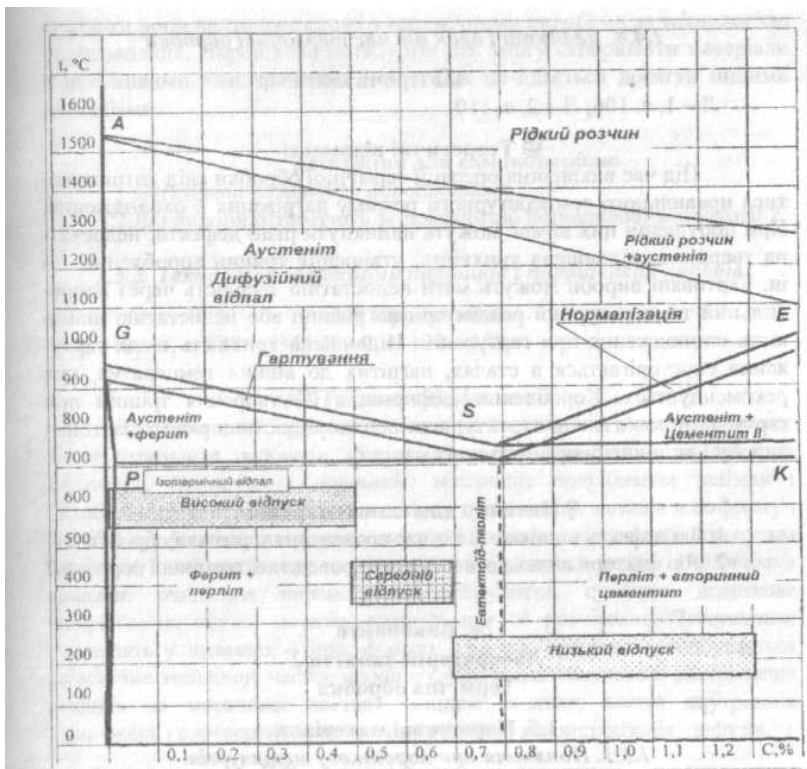


Рис. 19. Температура нагріву сталі за різних видів термічної обробки.

Під час виконання операції термічної обробки слід дотримуватися правильного температурного режиму нагрівання й охолодження. При порушенні цих вимог можуть виникнути різні дефекти: недостатня твердість, підвищена крихкість, утворення тріщин

короблення та ін. Гартовані вироби можуть мати недостатню твердість через неправильний температурний режим при нагріванні або недостатню швидкість охолодження при гартуванні. Підвищена крихкість після гартування спостерігається в сталях, нагрітих до вищих температур, ніж рекомендується. Короблення, деформація й утворення тріщин при гартуванні пов'язані зі структурною неоднорідністю в різних частинах виробу і виникненням внутрішніх напруг.

ТЕСТ №4

1. Який процес називають термічною обробкою ?

1. сукупність операцій нагріву, витримки і охолодження металевих сплавів, які знаходяться в твердому стані.
2. сукупність операцій нагріву, витримки і охолодження металевих сплавів, які знаходяться в твердому стані, для зміни їх структури і отримання потрібних фізико-хімічних властивостей.
3. сукупність операцій для зміни їх структури і отримання потрібних фізико-хімічних властивостей

2. Де застосовують термічну обробку ?

1. для підвищення твердості, міцності і зносостійкості деталей та інструментів
2. для підвищення твердості, міцності і зносостійкості заготовки для підготовки до механічної обробки
3. для підвищення твердості, міцності і зносостійкості деталей та інструментів, а також заготовки для підготовки до механічної обробки

3. Який процес називають хіміко-термічним ?

1. процес поверхневого насичення сталі хімічними елементами для підвищення зносостійкості, твердості, жаростійкості та інших властивостей
2. процес поверхневого насичення сталі хімічними елементами для підвищення зносостійкості, твердості, жаростійкості та інших властивостей
3. процес поверхневого насичення сталі хімічними елементами для підвищення зносостійкості, твердості, жаростійкості та інших властивостей

4. Які чинники впливають на результат термічної обробки ?

1. швидкість і температура нагрівання, час витримки в нагрітому стані і швидкість охолодження
2. швидкість і температура нагрівання
3. час витримки в нагрітому стані і швидкість охолодження

5. Що називається відпалом?

1. термічна обробка матеріалів, яка полягає у нагріві до певної температури, витримка певний час з подальшим охолодженням в охолоднику з визначеною швидкістю.
2. термічна обробка матеріалу, яка полягає в нагріванні до певної температури, витримці при цій температурі певний час і повільному охолодженні разом з піччю
3. термічна обробка сталі або чавуну, яка полягає в нагріванні вище температури фазових перетворень, витримці певний час і подальшому охолодженні на повітрі

6. Який процес називають нормалізацією?

1. термічна обробка сталі або чавуну, яка полягає в нагріванні вище температури фазових перетворень, витримці певний час і подальшому охолодженні на

повітрі

- нагрів гартованого сплаву нижче температури фазових перетворень, витримка певний час і повільне охолодження на повітрі
- термічна обробка матеріалу, яка полягає в нагріванні до певної температури, витримці при цій температурі певний час і повільному охолодженні разом з піччю

7. Який процес називають гартуванням ?

- нагрів гартованого сплаву нижче температури фазових перетворень, витримка певний час і повільне охолодження на повітрі
- термічна обробка матеріалів, яка полягає у нагріві до певної температури, витримка певний час з подальшим охолодженням в охолоднику з визначеною швидкістю.
- термічна обробка сталі або чавуну, яка полягає в нагріванні вище температури фазових перетворень, витримці певний час і подальшому охолодженні на повітрі

8. Що називають відпуском?

- нагрів гартованого сплаву нижче температури фазових перетворень, витримка певний час і повільне охолодження на повітрі
- термічна обробка матеріалів, яка полягає у нагріві до певної температури, витримка певний час з подальшим охолодженням в охолоднику з визначеною швидкістю.
- термічна обробка матеріалу, яка полягає в нагріванні до певної температури, витримці при цій температурі певний час і повільному охолодженні разом з піччю

9. Низький відпуск характеризується ...

- нагрівом сталі до температури 550 - 650 °С, витримкою певний час і охолодженням на повітрі
- нагрівом сталі до температури 150 - 250 °С, витримкою певний час і охолодженням на повітрі
- нагрівом сталі до температури 350 - 450 °С, витримкою певний час і охолодженням на повітрі.

10. Які основні види хіміко-термічної обробки ?

- цементация, азотування, ціанування і дифузійна металізація, хромування, алітування, силіціювання.
- цементация, азотування.
- дифузійна металізація, хромування, алітування, силіціювання

11. Який процес називається цементациєю ?

- це процес насичення поверхневого шару сталі азотом
- це процес насичення поверхневого шару сталевих виробів вуглецем
- процес одночасного насичення поверхневого шару сталі вуглецем і азотом

12. Які процеси називають азотуванням ?

- це процес насичення поверхневого шару сталі азотом для підвищення твердості, стійкості до спрацювання і корозії.
- процес насичення поверхневого шару сталі алюмінієм, хромом, силіцієм та іншими металами
- процес одночасного насичення поверхневого шару сталі вуглецем і азотом

для підвищення твердості, стійкості до спрацювання і корозії

13. Які процеси називають ціануванням?

1. процес насичення поверхневого шару сталі алюмінієм, хромом, силіцієм та іншими металами
2. це процес насичення поверхневого шару сталі азотом для підвищення твердості, стійкості до спрацювання і корозії
3. процес одночасного насичення поверхневого шару сталі вуглецем і азотом для підвищення твердості, стійкості до спрацювання і корозії

Порошкові матеріали

1. Які сплави називають порошковими ?
2. Які вироби отримують за допомогою порошкової металургії ?
3. За якою технологією отримують порошкові матеріали ?
4. Як за призначенням ділять порошкові матеріали ?
5. Які матеріали відносяться до спеціальних порошкових матеріалів ?
6. Що виготовляють із антифрикційних порошкових матеріалів, фрикційних порошкових матеріалів, пористих порошкових матеріалів, вакуумних порошкових матеріалів, контактних порошкових матеріалів, металокерамічних порошкових матеріалів ?
7. Як маркуються металокерамічні тверді сплави ?



Короткі теоретичні відомості

Поняття про порошкову металургію

Сплави, отримані з металевого порошку шляхом пресування і наступним спіканням без розплавлення, називають **порошковими**, а спосіб їх отримання - порошковою металургією. Порошкова металургія дозволяє отримувати готові вироби, які звичайними методами лиття і обробки тиском отримати не можливо. Цим методом отримують вироби з особливо тугоплавких металів, сплави і вироби з металів, які не розчиняються один в одному (вольфрам, залізо, титан, тантал тощо), вироби з композицій металів із різними неметалічними матеріалами. Інколи такі сплави порівнюють з металокерамічними, оскільки вони надто вже схожі з керамічними виробами за технологією виготовлення. Порошкова металургія дає змогу створювати матеріали з особливими властивостями, чого ніяк не вдається досягти іншими способами.

Технологія одержання порошків і порошкових виробів

Технологічний процес виробництва порошкових матеріалів передбачає отримання порошків, підготовку шихти, пресування та спікання заготовки. **Отримання порошків:** механічне подрібнення залізної і сталеві стружки; відновлення з оксидів тугоплавких металів вольфраму і молібдену; розпилення рідкого металу алюмінію, міді, олова стиснутим повітрям; електролітичне осадження міді, олова, заліза. **Підготовка шихти:** очищення порошку від забруднень, сушіння, додаткове подрібнення, відпал металів, класифікація за розмірами. **Пресування:** проводять у штампах - прес-формах. Під час пресування відбувається механічне зчеплення часток порошків. **Спікання заготовок:** відновлення оксидів на металевих частках, міцний контакт; зняття внутрішніх напружень і спотворень кристалічної решітки, рекристалізація, дифузія.

Класифікація, маркування і застосування металокерамічних порошкових сплавів

Відповідно до призначення порошкові матеріали ділять на антифрикційні, фрикційні, пористі, щільні, тугоплавкі, електротехнічні та тверді.

Сплави, отримані з металічних порошків пресуванням і наступним спіканням без розплавлення, називають порошковими, а метод отримання - порошковою металургією.

До порошкових матеріалів зі спеціальними властивостями відносяться антифрикційні, фрикційні, пористі, магнітні, вакуумні, контактні.

З **антифрикційних** матеріалів виготовляють пористі підшипники ковзання і біметалічні вкладиші. Наявність рідкого й твердого мастил забезпечує надійну роботу антифрикційних спечених матеріалів в умовах обмеженого підведення ззовні рідкого мастила або за відсутності такого підведення.

Фрикційні матеріали повинні мати стабільний коефіцієнт тертя, достатню міцність, високу теплопровідність, корозійну стійкість. Вони передають крутний момент. Ці матеріали використовують в літакобудуванні, автомобілебудуванні та інших машинах для виготовлення деталей гальмових вузлів та вузлів щеплення. Накладки зі спечених фрикційних матеріалів різної форми скріплюють зі сталевим каркасом.

Пористі матеріали широко використовуються для виготовлення металічних фільтрів з порошків міді, заліза, латуні, бронзи, алюмінію. Їх використовують для очищення рідин і газів від твердих частинок у діапазоні температур від 273 до 900 °С. Ресурс таких фільтрів великий.

Методами порошкової металургії отримують тверді **магнітні** матеріали (постійні магніти), м'які магнітні матеріали, магнітодіелектрики.

Для потужних повітряних вимикачів виготовляють **контакти** на основі карбиду вольфраму, а для щіток і колекторних - мідно-графітові композиції, які спроможні працювати при великих струмах.

Вакуумні порошкові матеріали використовують для виготовлення ламп розжарювання, рентгенівських трубок, катодних ламп. Для їх виготовлення використовуються вольфрам, молібден, тантал, залізо високої чистоти, сплави з нікелем, молібденом, кобальтом, міддю.

Поширеними інструментальними матеріалами є **металокерамічні тверді сплави**. Твердосплавними інструментами при механічному обробленні зрізується 70% усієї стружки.

Металокерамічні тверді сплави, що випускаються вітчизняною промисловістю, поділяються на три групи: однокарбідні (вольфрамокобальтові), двокарбідні (титановольфрамокобальтові), трикарбідні (титанотанталовольфрамокобальтові).

Залежно від складу карбідної фази тверді сплави поділяються на

Три групи:

- > однокарбідні сплави типу ВК (WC + Co);
- > двокарбідні сплави типу ТК (WC + TiC + Co);
- > трикарбідні сплави типу ТТК (WC + (TiC + TaC) + Co).

Однокарбідні сплави застосовуються для виготовлення ріжучих інструментів, призначених для обробки крихких матеріалів: чавуну, кольорових сплавів, неметалічних сплавів, нержавіючих, жароміцних сталей, титанових сплавів. В позначенні число вказує вміст кобальту в процентах, решта карбіди вольфраму. Літера М в кінці позначення вказує, що сплав виготовлений з використанням дрібного і особливого зерна карбідів вольфраму.

Приклад 17. Сплав ВК10-М ГОСТ 3882-74 - однокарбідний вольфрамокобальтовий твердий сплав, який містить 10% кобальту, решта карбід

вольфраму з дрібнозернистою структурою.

Двокарбідні сплави завдяки високій твердості і зносостійкості використовуються переважно при високошвидкісній обробці сталей різанням. У позначенні число після літери Т вказує вміст карбіду титану, після літери К - вміст кобальту в процентах, решта – карбід вольфраму.

Приклад 18. Сплав *T5K10* ГОСТ 3882 74 - двокарбідний титановольфрамокобальтовий твердий сплав, який містить 5% карбіду титану, 10% кобальту, решта - карбід вольфраму.

Трикарбідні сплави використовуються для чорнової і чистової обробки важкооброблюваних матеріалів, зокрема жароміцних сплавів і сталей. В марках літери ТТ і число вказують сумарний вміст карбідів титану і танталу, після літери К - кобальту, решта - карбід вольфраму.

Приклад 19. Сплав *TT7K12* ГОСТ 3882-74 - трикарбідний, твердий, титанотанталовольфрамокобальтовий сплав, який містить 7 % карбіду титану і карбіду танталу, 12 % кобальту, решта - карбід вольфраму.

ТЕСТИ

1. Які сплави називають порошковими

1. Сплави, отримані з металевого порошку шляхом пресування і наступним спіканням без розплавлення
2. Сплави, отримані з металевого порошку шляхом спіканням без розплавлення
3. Сплави, отримані з металевого порошку шляхом пресування і розплавлення потім пресуванням

2. Які вироби отримують за допомогою порошкової металургії ?

1. вироби з металів, сплави і вироби з металів, які не розчиняються один в одному
2. вироби з металів, сплави і вироби з композиційних металів із різними неметалічними матеріалами
3. обидва перелічені варіанти

3. За якою технологією отримують порошкові матеріали ?

1. передбачає отримання порошоків, підготовку шихти, пресування та спікання заготовки
2. передбачає отримання порошоків, пресування та спікання заготовки
3. передбачає отримання порошоків, підготовку шихти, пресування, очищення порошку від забруднень, сушіння, додаткове подрібнення

4. Що передбачає отримання порошоків?

1. всі перелічені варіанти
2. механічне подрібнення залізної і електролітичне осадження
3. очищення порошку від забруднень, сушіння, додаткове подрібнення

5. Що передбачає підготовка шихти?

1. очищення порошку від забруднень, сушіння, додаткове подрібнення, відпал металів, класифікація за розмірами
2. відновлення оксидів на металевих частках, міцний контакт; зняття внутрішніх напружень і спотворень кристалічної решітки, рекристалізація, дифузія
3. відновлення оксидів на металевих частках, міцний контакт;

6. Як проводять процес пресування?

1. проводять у пресах

2. проводять у штампах - прес-формах
3. проводять у печах

7. Що передбачає процес спікання заготовок

1. очищення порошку від забруднень, сушіння, додаткове подрібнення, відпал металів, класифікація за розмірами
2. відновлення оксидів на металевих частках, міцний контакт; зняття внутрішніх напружень і спотворень кристалічної решітки, рекристалізація, дифузія
3. очищення порошку від забруднень, сушіння, додаткове подрібнення

8. Які матеріали відносяться до спеціальних порошкових матеріалів ?

1. антифрикційні, фрикційні, пористі, магнітні, вакуумні, контактні
2. антифрикційні, фрикційні, пористі
3. антифрикційні, вакуумні, контактні

9. Вкажіть тип сплаву ВК10-М

1. трикарбідний, твердий, титанотанталовольфрамкобальтовий сплав, який містить 7 % карбіду титану і карбіду танталу, 12 % кобальту, решта - карбід вольфраму.
2. двокарбідний титановольфрамкобальтовий твердий сплав, містить 5% карбіду титану, 10% кобальту, решта - карбід вольфраму
3. однокарбідний вольфрамкобальтовий твердий сплав, містить 10% кобальту, решта карбід вольфраму

10. Вкажіть тип сплаву Т5К10

1. двокарбідний титановольфрамкобальтовий твердий сплав, містить 5% карбіду титану, 10% кобальту, решта - карбід вольфраму
2. трикарбідний, твердий, титанотанталовольфрамкобальтовий сплав, який містить 7 % карбіду титану і карбіду танталу, 12 % кобальту, решта - карбід вольфраму.
3. однокарбідний вольфрамкобальтовий твердий сплав, містить 10% кобальту, решта карбід вольфраму

11. Вкажіть тип сплаву ТТ7К12

1. двокарбідний титановольфрамкобальтовий твердий сплав, містить 5% карбіду титану, 10% кобальту, решта - карбід вольфраму
2. однокарбідний вольфрамкобальтовий твердий сплав, містить 10% кобальту, решта карбід вольфраму
3. трикарбідний, твердий, титанотанталовольфрамкобальтовий сплав, який містить 7 % карбіду титану і карбіду танталу, 12 % кобальту, решта - карбід вольфраму

12. Як поділяються порошкові сплави залежно від складу карбідної фази

1. тверді сплави поділяються на однокарбідні, двокарбідні, трикарбідні
2. тверді сплави поділяються на однокарбідні, двокарбідні
3. тверді сплави поділяються на двокарбідні, трикарбідні

14. Двокарбідні сплави використовуються для ...

1. чорнової і чистової обробки важкооброблюваних матеріалів, зокрема жароміцних сплавів і сталей
2. переважно при високошвидкісній обробці сталей різанням завдяки високій твердості і зносостійкості
3. виготовлення ріжучих інструментів, призначених для обробки крихких

матеріалів: чавуну, кольорових сплавів, неметалічних сплавів, нержавіючих

Сплави титану і магнію. Антифрикційні сплави. Виробництво міді й алюмінію

1. Які властивості має титан ?
2. Які сплави отримують на основі титану ?
3. Де застосовуються і як маркуються титанові сплави ?
4. Які властивості має магній ?
5. Де застосовуються і як маркуються магнієві сплави ?
6. Які матеріали називаються антифрикційними ?
7. Які сплави відносяться до антифрикційних ?
8. Де застосовуються антифрикційні матеріали ?
9. Які сплави відносяться до сплавів з великим питомим електричним опором?
10. Який процес називається паянням ?
11. На які групи діляться припої ?
12. Які руди застосовуються для виробництва міді ?
13. Яка технологія отримання міді ?
14. Які руди застосовуються для виробництва алюмінію?
15. Яка технологія отримання алюмінію?



Короткі теоретичні відомості

Сплави титану і магнію, їх використання і маркування

Титан - високоміцний, корозійностійкий метал. Температура плавлення 1668 °С, щільність 4,5 г/м³. Поліпшення механічних властивостей титану досягають легуванням деякими елементами. Найбільше практичне значення мають два титанових сплави: ВТ5 (4,0-5,5 % алюмінію, решта - титан) і ВТ4 (4,0-5,0 % алюмінію, 1,0-2,0 % мангану, решта - титан). Крім деформованих, застосовують ливарні титанові сплави ВТ14Л, ВТ3-1Л.

Магній - це метал із температурою плавлення 651 °С і щільністю г/м³. Механічні властивості магнію невисокі, тому для виготовлення деталей його не використовують. Широко застосовують деформовані магнієві сплави, марок МА2, МА5 (сплав алюмінію, мангану, цинку і магнію) у літакобудуванні, електро-, радіотехніці. Ливарні магнієві сплави марок МЛП, МЛ5 (сплав алюмінію, мангану, цинку і магнію) застосовують для лиття навантажених великогабаритних виливків.

Антифрикційні чи підшипникові сплави використовуються для виготовлення підшипників ковзання. До них відносяться антифрикційні бронзи, чавуни, олов'яні і свинцеві бабіти, підшипникові сплави на алюмінієвій та магнієвій основі, металокерамічні пористі підшипникові сплави. Літерою **Б** позначають бабіти, число вказує процент олова, решта сурма та мідь. У деякі бабіти вводять нікель - **Н** (марка БН) для підшипників тракторних і автомобільних двигунів, парових іурбін, відцентрових насосів; і телур - **Т** (марки БТ) - для корінних і шатунних підшипників тракторних і автомобільних двигунів.

Приклад 24. Бабіт БС6 ГОСТ 1320-74- свинцевий бабіт, який містить 6% олова, 6% сурми, решта - інші елементи, використовується для підшипників тракторних і автомобільних двигунів.

Паяння - технологічний процес з'єднання металів у твердому стані за допомогою розплавленого сплаву (припою), температура плавлення якою нижча температури плавлення з'єднувальних металів. Припої діляться на тверді (тугоплавкі і високоміцні температура плавлення > 500 °С) та м'які (легкоплавкі, які мають меншу міцність, температура плавлення < 500 °С).

Легкоплавкі припої широко використовуються в машинобудуванні, особливо олов'яно-свинцеві. Легкоплавкі припої служать для паяння сталі, міді, цинку, свинцю, олова та їх сплавів, сірого чавуну, алюмінію, кераміки, скла та ін. Для одержання спеціальних властивостей до олов'яно-свинцевих припоїв додають сурму, вісмут, кадмій, індій, ртуть та інші метали. У позначенні марки літери вказують: ПОС -припій олов'яно-свинцевий; перше число - вміст олова у відсотках; наступні - вміст міді чи сурми у відсотках, решта свинець.

Тугоплавкі і високоміцні припої на основі міді цинку та срібні (срібло, решта - мідь і цинк).

Сплави з великим питомим електричним опором

Манганін - сплав, який широко застосовується для виготовлення зразкових резисторів і містить 85 % міді, 12 % мангану, 3 % нікелю.

Константан - сплав, який містить близько 60% міді, 40 % нікелю та 1,5% мангану, має постійний питомий електричний опір при зміні температури.

Сплави **залізо - нікель - хром** називаються **ніхромами**, сплави **залізо - хром - алюміній** називаються **фехралями** та **хромалями**. Ці сплави в основному використовуються для електронагрівальних елементів. Для виготовлення термопар, які призначені для визначення температур критичних точок металів, використовують сплави: **копель** (56% міді і 44% нікелю); **алюмель** (95% нікелю, решта алюміній, кремній, магній); **хромель** (90 % нікелю і 10 % хрому).

Руди кольорових металів значно бідніші від залізних. Алюміній - срібло-білий метал, який має добру електропровідність і теплопровідність. За електропровідністю алюміній поступається тільки сріблу і міді. На повітрі за вологи алюміній покривається синьо-сірою плівкою. Щільність алюмінію 658 °С. Головні природні запаси алюмінію містяться в бокситах, алунітах, нефелінах і глинах. У земній корі міститься до 8,8% алюмінію. Металевий алюміній отримують електролізом глинозему, розчиненого в кріоліті.

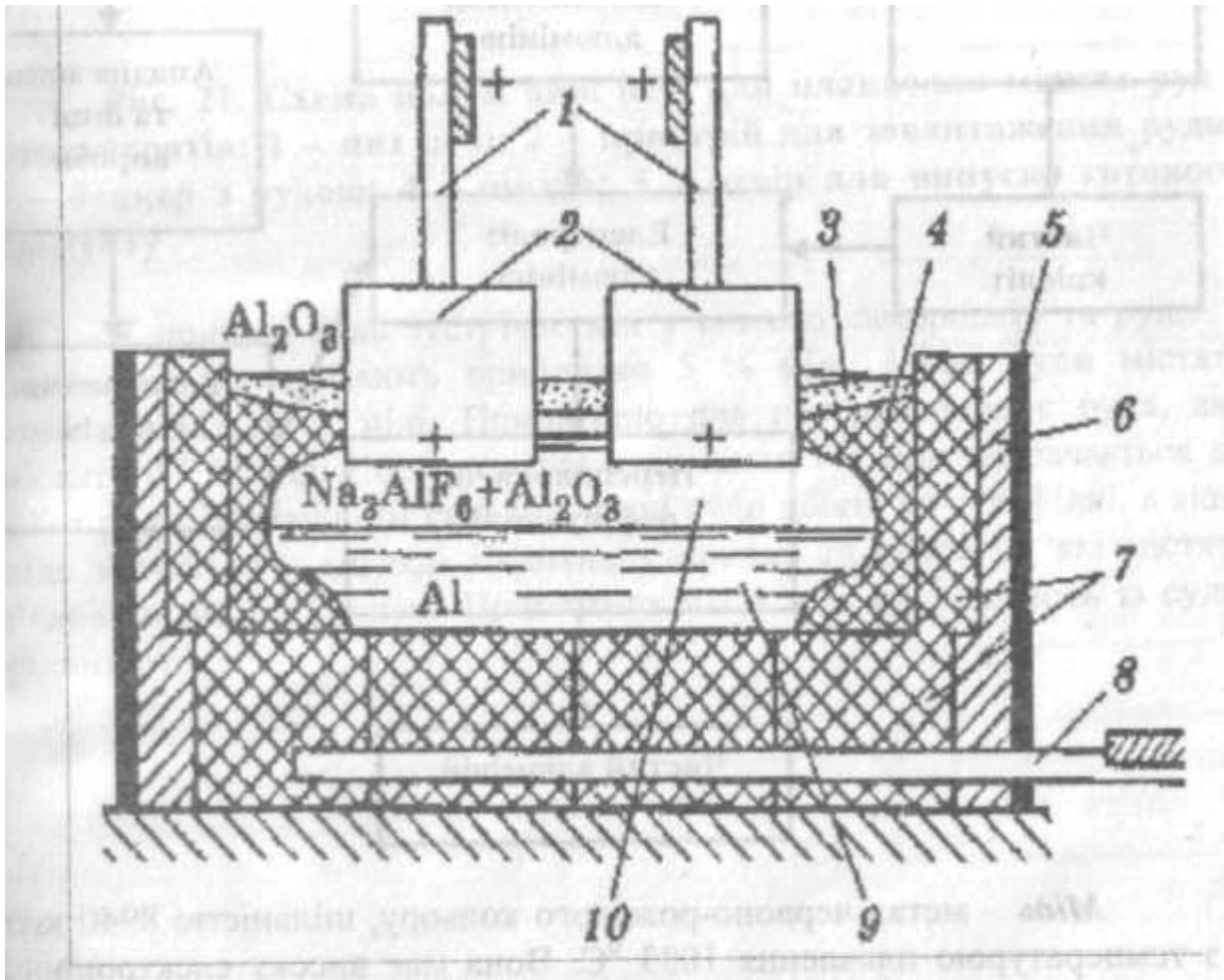
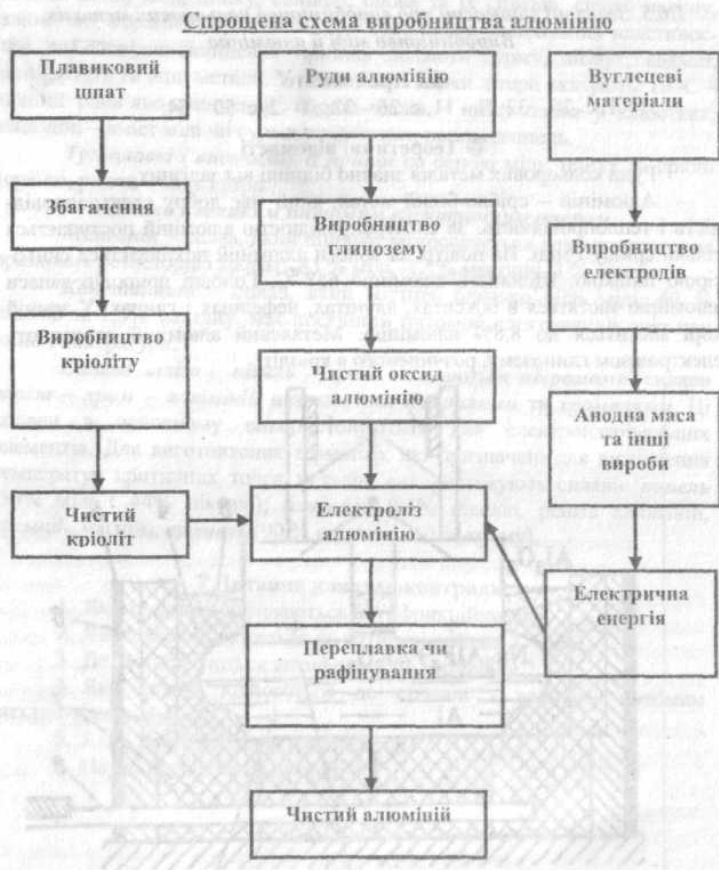


Рис. 20. Схема електролізної ванни для одержання алюмінію: 1 - анодні стержні; 2 - вугільні блоки; 3 - глинозем; 4 - кірка кріоліту; 5 - сталевий кожух; 6 - вогнетривка цегла; 7 - стінки; 8 - анодні шини; 9-рідкий алюміній; 10-розплавлений кріоліт



Мідь метал червоно-рожевого кольору, тільністю 8940 кг/м^3 , з температурою плавлення $1083 \text{ }^\circ\text{C}$. Вона має високу електропровідність, теплопровідність, добре піддається куванню, прокатується, але погано відливається. Мідь у чистому вигляді використовують для виготовлення проводів, шин та інших деталей в електротехніці. За електропровідністю мідь поступається тільки сріблу. Її широко застосовують для виготовлення різних сплавів.

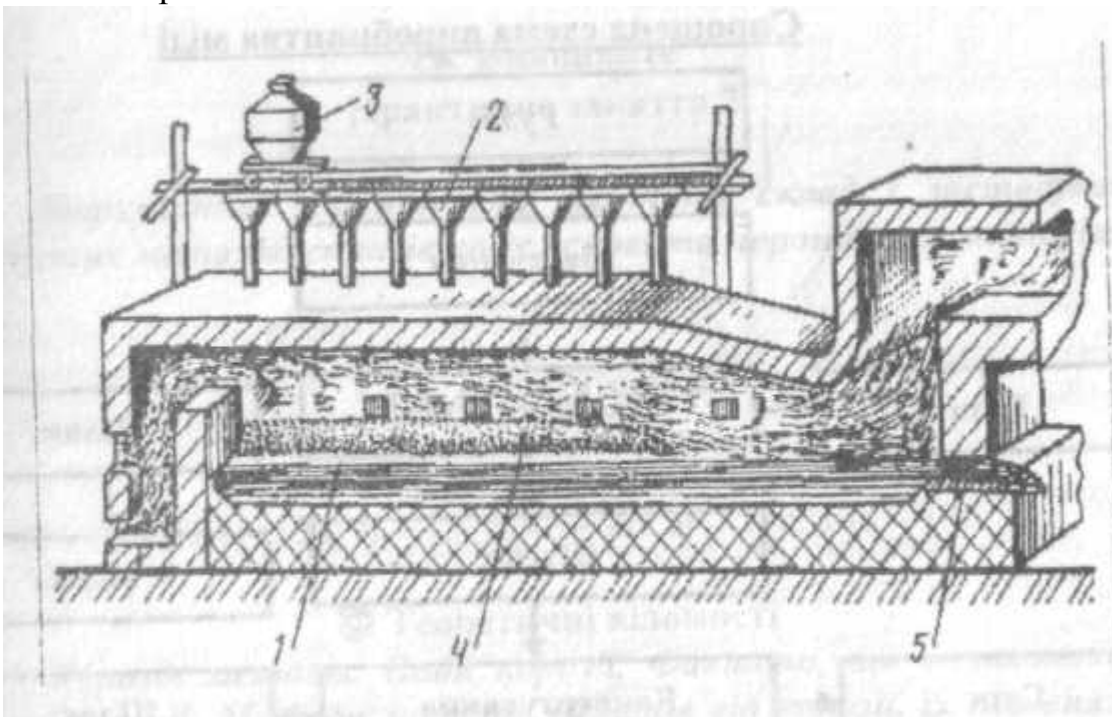
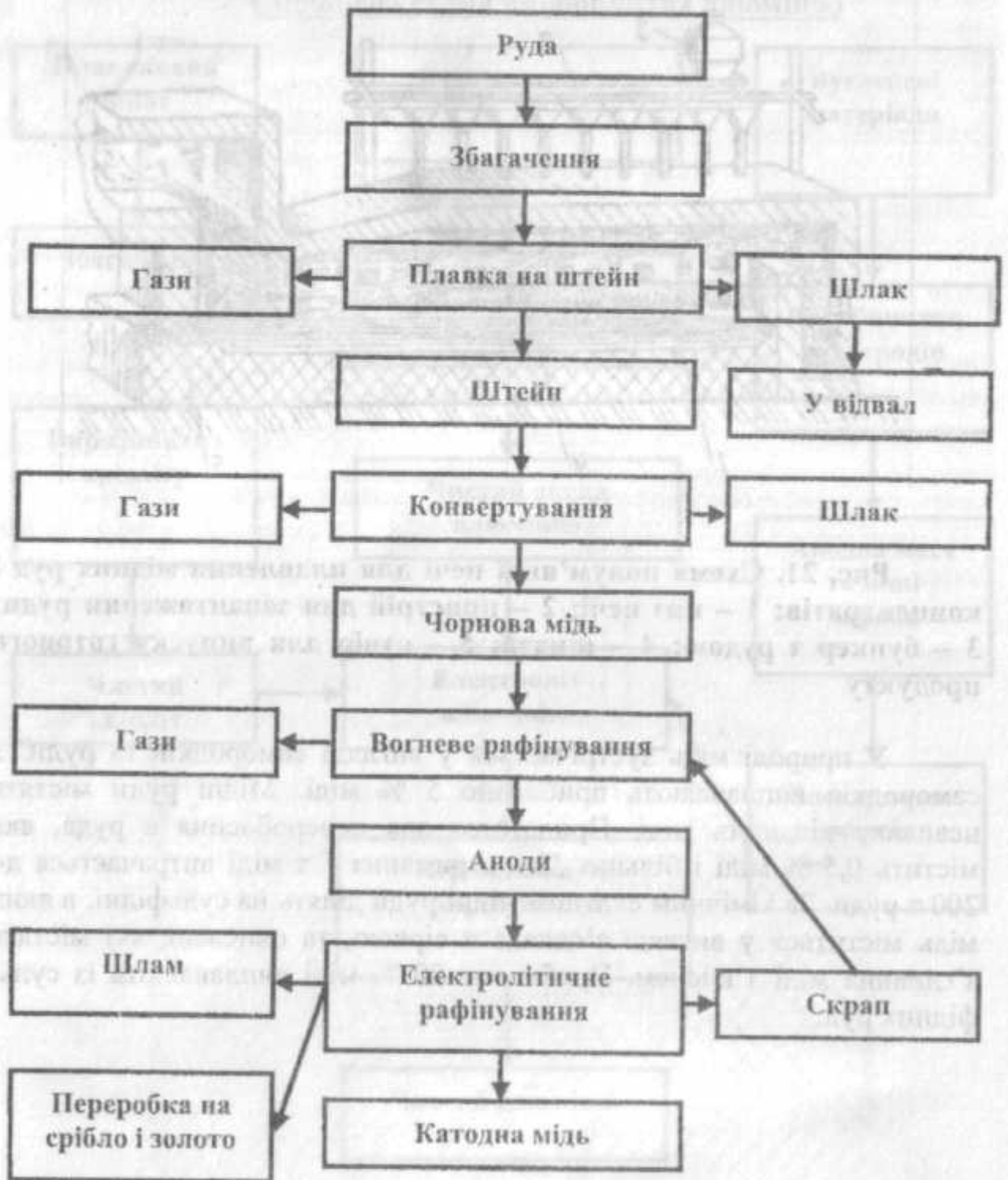


Рис. 21. Схема полум'яної печі для плавлення мідних руд і концентратів: 1 - низ

печі; 2 - пристрій для завантаження руди; 3 - бункер з рудою; 4 - шихта; 5 - отвір для випуску готового продукту

У природі мідь зустрічається у вигляді самородків та руди. З самородків виплавляють приблизно 5 % міді. Мідні руди містять невелику кількість міді. Придатною для перероблення є руда, яка містить 0,5 % міді і більше. Для отримання 1 т міді витрачається до 200 т руди. За хімічним складом мідні руди ділять на сульфідні, в яких мідь міститься у вигляді з'єднань з сіркою, та окислені, які містять з'єднання міді з киснем. Приблизно 80 % міді виплавляють із сульфідних руд.

Спрощена схема виробництва міді



ТЕСТ №5

1. Бабіти - це

1. сплави на основі олова і міді.
2. сплави на основі олова і свинцю.

3. сплави алюмінію з міддю і магнієм, в які додатково вводять марганець.
- 2. Які сплави мають високу теплопровідність, малий коефіцієнт тертя?**
1. бабіти
 2. бронзи;
 3. латуні;
- 3. Чи мають бабіти низьку температуру плавлення?**
1. не мають;
 2. мають, але велику.
 3. мають
- 4. В марках бабітів (Б83) є цифри, що йдуть за буквою Б. Що вони показують?**
1. середній вміст олова у відсотках;..
 2. середній вміст свинцю у відсотках;
 3. наявність інших добавок (нікелю, кальцію, сурми).
- 5. В марках бабітів (Б88С) є букви, що йдуть за цифрами. Що вони означають?**
1. середній вміст олова у відсотках;..
 2. середній вміст свинцю у відсотках;
 3. наявність добавок (нікелю, кальцію, сурми)....
- 6. Що є основою для цих бабітів –БС6 ?**
1. свинець
 2. сурма;
 3. сталь.
- 7. Які сплави називаються ніхромами**
1. нікель - хром
 2. залізо - нікель - хром
 3. залізо - хром - алюміній
- 8. Які сплави називаються фехралями та хромалями**
1. залізо - хром - алюміній
 2. залізо - нікель - хром
 3. хром - алюміній
- 9. Паяння - ...**
1. технологічний процес з'єднання металів у твердому стані за допомогою розплавленого сплаву
 2. технологічний процес з'єднання металів у твердому стані за допомогою розплавленого сплаву, температура плавлення якого нижча температури плавлення з'єднувальних металів
 3. технологічний процес з'єднання металів температура плавлення нижча температури плавлення з'єднувальних металів
- 10. Які руди застосовуються для виробництва міді ?**
1. зустрічається у вигляді самородків та мідної руди
 2. зустрічається у вигляді самородків
 3. в бокситах, алунітах, нефелінах і глинах
- 11. Які руди застосовуються для виробництва алюмінію?**
1. зустрічається у вигляді самородків та руди
 2. в бокситах, алунітах, нефелінах і глинах
 3. в бокситах, алунітах
- 12. Яка технологія отримання алюмінію?**

1. отримують електролізом глинозему, розчиненого в кріоліті.
2. отримують електролізом глинозему, потім очищають.
3. отримують чорнову мідь в конверторах, потім очищають

13. Яка технологія отримання міді ?

1. отримують електролізом глинозему, розчиненого в кріоліті.
2. Отримують чорнову мідь в конверторах, потім очищають
3. отримують чорнову мідь в конверторах, розчиненого в кріоліті.

Корозія металів.

1. Що таке корозія ?
2. Які є види корозії ?
3. Які види захисту від корозії?



Короткі теоретичні відомості

Вироби з металевих порошків набувають все ширшого застосування в різних галузях промисловості, оскільки їх виробництво економічно вигідне. До основних видів порошкових сплавів відносять: антифрикційні, фрикційні, пористі (фільтри), електротехнічні (контакти), магнітні, інструментальні металокерамічні.

Особливу увагу зверніть на металокерамічні тверді сплави. Запам'ятайте, що означають буквені позначення, які стоять в кінці назви марки: М – дрібнозерниста структура, К - крупнозерниста структура, В - одержана спіканням в атмосфері водню, Ш - особливо дрібна структура.

Розгляньте суть процесу, що протікає при хімічній і електрохімічній корозії.

Потрібно знати способи хімічного захисту, технологію утворення окисних плівок, способи механічного захисту, покриття металів лаками, фарбами, маслами, петролатумами, використання інгібіторів та ін., а також вміти вибирати їх для деталей сільськогосподарської техніки.

Відомо, що 50% простоїв сільськогосподарської техніки у період сезонних робіт (посівної, збирання врожаю та ін.), пов'язані з корозією металів, що є результатом недбалого зберігання цієї техніки на відкритих майданчиках.

Корозія (з латинської - "роз'їдання") - це процес руйнування металів під дією оточуючого середовища. Під час роботи або зберігання метали і металеві вироби підпадають під дію вологого повітря, води, пари, газів, а також кислот, лугів, солей або їх розчинів. Внаслідок взаємодії металів із середовищем на поверхні металу виникають зміни структури хімічних і фізичних властивостей. Внаслідок корозії метали частково або повністю руйнуються, якість виробів гіршає, і вони можуть стати непридатними для використання.

Корозія металів завдає народному господарству великої шкоди. Особливо великої шкоди завдає корозія в сільському господарстві, де зберігання сільськогосподарських машин не перебуває на належному рівні (дуже часто вони зберігаються під відкритим небом). Підрахунки показали, що близько однієї десятої всього металу, який щороку надходить у народне господарство у вигляді різних виробів, машин, втрачається безповоротно через руйнівну дію корозії. Щоб уявити всю економічну шкоду від корозії, слід взяти до уваги ще більші збитки від припинення виробництва через корозію деталей, а також великі кошти, які витрачають на ремонт або на заміну зіпсованих деталей (виробів), наприклад на заміну або ремонт непридатних деталей тракторів, комбайнів, кормо переробних машин, водопровідних труб, кабелів тощо.

Щоб успішно боротися з корозією металів, треба насамперед знати суть цього явища та способи захисту металевих виробів від корозії в конкретних умовах.

В залежності від середовища, в якому працюють деталі машин, може виникати **електрохімічна**, або **хімічна** корозія.

Електрохімічною корозією називається руйнування металу при його контактуванні з електролітами. Електролітами можуть бути різні електропровідні рідини, найчастіше вода від атмосферних опадів або іншого походження, розчини солей, кислот, луги тощо. При контактуванні металу з електролітом іони з поверхні металу переходять в електроліт, зумовлюючи виникнення між ними електрорушійних сил. Цей процес розчинення металів у електроліті подібний до принципу роботи гальванічного елементу. Це пояснюється тим, що метали і сплави неоднорідні за хімічним складом і є сукупністю різних складових (фаз): тверді розчини, хімічні сполуки (карбіди). Вони володіють різним електродним потенціалом, причому фаза з більш від'ємним потенціалом є анодом, частинки якого переходять у розчин, а фаза з високим потенціалом є катодом і зберігається незмінною.

З цього випливає, що однофазні сплави і чисті метали мають вищу корозійну стійкість, ніж сплави, що складаються із суміші фаз. Проте й однофазні сплави піддаються корозії через наявність різних дефектів структур.

При утворенні гальванічної пари двох металів руйнуватися буде метал, потенціал в якого менший.

Наприклад, у парі «мідь-залізо» руйнується залізо, а в парі «цинк-залізо» руйнується цинк.

Хімічною корозією називають руйнування металів у сухих газах щ високої температурі, у рідинах — неелектролітах (бензин, масло, смола). При хімічній корозії під дією кисню повітря на поверхні металу утворюється тонкий шар оксидів. Міцність такого шару неоднакова. Наприклад, шар оксиду заліза (Fe_2O_3) неміцний і легко руйнується, алюмінію (Al_2O_3) - дуже міцний і захищає його від подальшого руйнування. Хімічна корозія спостерігається нечасто. Прикладом може ти підгоряння клапанів двигунів внутрішнього згорання, окалина їй гарячій обробці тиском, термообробці тощо.

За видом корозійного середовища корозію поділяють на атмосферну, ґрунтову, підводну (або корозію в морській воді). За характером корозійних руйнувань виділяють суцільну, поверхневу, місцеву, міжкристалічну корозію.

Найбільш небезпечною є міжкристалічна корозія, яка виникає і поширюється границями зерен і малопомітна під час огляду.

Застосовують такі способи захисту металів і техніки від корозії: талеві покриття; хімічні покриття; неметалеві покриття; електрохімічний захист; застосування хімічно стійких металів і сплавів.

Кожний з них має свої особливості і галузь застосування. Для металевих покриттів застосовують головним чином цинк (оцинкування), свинець (свинцювання), олово (лудіння), мідь (обміднення), нікель (нікелювання), хром (хромування) тощо.

Металеві покриття можуть бути нанесені різними способами: гарячим, гальванічним, дифузійним, металізацією (напилюванням), термомеханічним тощо.

Гарячий спосіб застосовують для нанесення тонкого шару легкоплавких металів: олова, свинцю, цинку. За цим способом старанно очищений від іржі, окалини, жиру виріб занурюють у ванну з розплавленим металом, який змочує його. Гаряче покриття застосовують при нанесенні олова на мідний посуд, для виготовлення білої жерсті, оцинкованої покрівельної сталі, дроту, труб,

освинцьованої хімічної апаратури.

Гальванічний спосіб покриття полягає в осадженні поверхні виробів захисного металу (олова, цинку, нікелю, хрому тощо) за допомогою електричного струму. Розрізняють анодні й катодні гальванічні покриття.

Анодне покриття проводять металами, потенціал яких нижчий ніж потенціал основного металу. Прикладом анодного покриття є покриття сталі цинком.

Якщо потенціал захисних металів вищий від потенціалу основного металу, то роблять **катодне покриття**, яке захищає основний метал, поки вони залишаються суцільними. Найчастіше катодним покриттям є нікелювання сталевих виробів.

Дифузійний спосіб полягає в поглинанні поверхневим шаром виробів захисного металу (алюмінію, хрому, кремнію) при високих температурах. Результатом процесу є одержання стійкої проти корозії поверхні виробів не тільки при звичайній температурі, а й при високих температурах (до 900°C). Алітування, хромування і силіціювання належать до хіміко-термічної обробки.

Металізація - це покривання поверхні виробу дрібними краплями розплавленого металу (алюмінію, цинку тощо). Металопокриття виконують за допомогою металізатора, в якому дріт плавиться за допомогою електричної дуги або горючого газу, а стиснуте повітря розпилює розплавлений метал на поверхню виробу.

Термомеханічний спосіб полягає в сумісному гарячому прокатуванні основного і захисного металу (алюмінію, міді, латуні, нержавіючої сталі). Цей процес називають *плануванням*.

Хімічне покриття полягає в тому, що на поверхні виробу штучно створюють хімічні сполуки (найчастіше оксидні плівки). *Оксидування* використовують для захисту від корозії чорних металів, алюмінію, магнію та їх сплавів. При оксидуванні вироби занурюють у розчин азотнокислих солей або розчину лугів і двоокис марганцю при температурі 135—145°C. Оксидування інколи називають **воронінням**, оскільки вироби набувають синьо-чорного кольору.

Крім оксидних плівок на сталевих виробках наводять плівки фосфорнокислих солей заліза і марганцю. Такий спосіб захисту металу від корозії називають **фосфатуванням**.

Неметалеві покриття — найбільш поширений і доступний метод захисту металів від корозії як при виробництві нових машин, так і в процесі їх експлуатації. Неметалеві покриття виконують фарбами, лаками, емалями, мастилами, а також пластичними масами, гумою. Нанесення цих речовин на поверхню виробів ізолює метал від руйнівного середовища і збільшує термін їх служби.

Електрохімічний захист поділяють на *протекторний* і *катодний*.

Суть **протекторного захисту** полягає в тому, що до поверхні, яка підлягає захисту, прикріплюють протектор, виготовлений з металу, який має менший потенціал, ніж потенціал виробу (наприклад, цинк у залізних виробках). При цьому утворюється гальванічна пара: виріб - протектор, в якій анодом буде протектор (який поступово руйнуватиметься), катодом - виріб, який захищається протектором, а електролітом - середовище. Після руйнування протектор замінюють новим (так за допомогою цинкового протектора захищають підводну частину суден від корозії).

Катодний захист застосовують для підземних трубопроводів, електропроводів тощо, які приєднують до негативного полюса джерела постійного струму, а позитивний полюс заземлюється.

Застосування хімічно стійких сплавів (наприклад, нержавіючих хромових і хромонікелевих сталей) є найбільш надійним засобом захисту від корозії. Стійкими проти корозії є також жаростійкі, кислототривкі сталі та сплави. Проте застосувати їх не завжди можна через високу вартість або з технічних міркувань.

ТЕСТ №6

1. Корозія -...

1. процес руйнування металів під дією оточуючого середовища.
2. процес руйнування під дією оточуючого середовища.
3. процес руйнування металів

2. Як здійснюється корозія?

1. Внаслідок взаємодії металів із середовищем на поверхні металу виникають структури
2. Внаслідок взаємодії металів із середовищем на поверхні металу виникають змінні структури хімічних і фізичних властивостей
3. Внаслідок взаємодії металів із середовищем на поверхні металу виникають леговані сплави

3. Електрохімічною корозією називається

1. руйнування металів у сухих газах при високій температурі, у рідинах бензин, масло, смола
2. руйнування металу при його контактуванні з електролітами
3. руйнування металу при його контактуванні з зовнішнім середовищем

4. Хімічною корозією називають

1. руйнування металів у сухих газах при високій температурі, у рідинах бензин, масло, смола
2. руйнування металів при високій температурі, у рідинах бензин, масло, смола
3. руйнування металу при його контактуванні з електролітами

5. Які способи захисту техніки від корозії:

1. металеві покриття, хімічні покриття, неметалеві покриття
2. металеві покриття, хімічні покриття, неметалеві покриття, електрохімічний захист, застосування хімічно стійких металів і сплавів.
3. електрохімічний захист, застосування хімічно стійких металів і сплавів

6. Металеві покриття – це...

1. утворення на поверхні металів оксидних плівок або фосфатування поверхневого шару металу, яких потрібно захистити від корозії
2. Гума і ебоніт
3. покриття нестійких до корозії металів і сплавів чистими стійкими металами: цинком, оловом, нікелем, хромом, кадмієм.

7. Які матеріали використовують для неметалевого покриття металів від корозії?

1. Гума і ебоніт
2. цинком, оловом, нікелем, хромом, кадмієм
3. хімічно стійкі метали і сплави

8. Хімічне покриття – це ...

1. покриття нестійких до корозії металів і сплавів чистими стійкими металами:

цинком, оловом, нікелем, хромом, кадмієм

2. утворення на поверхні металів оксидних плівок або фосфатування поверхневого шару металу, яких потрібно захистити від корозії
3. покриття нестійких до корозії металів і сплавів чистими стійкими металами

Формоутворення деталей і виробів з композиційних матеріалів

1. Які матеріали називаються композитними ?
2. З яких матеріалів складаються композитні матеріали ?
3. Де застосовуються композитні матеріали ?



Короткі теоретичні відомості

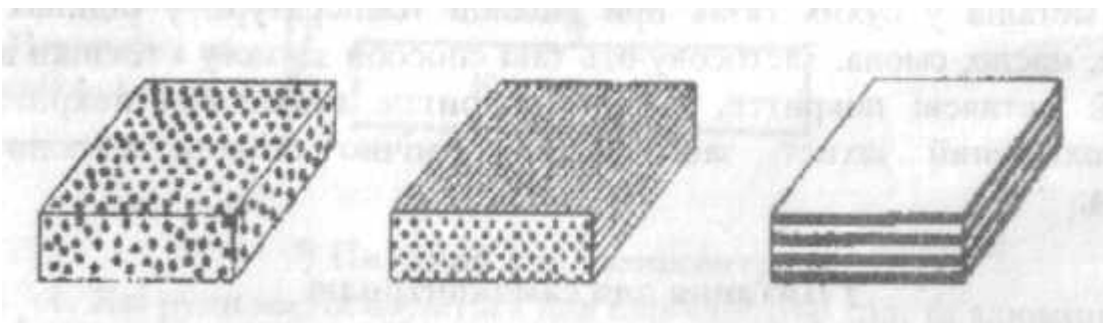
Композитними називаються штучно створені матеріали, що складаються з двох або більше хімічних компонентів, істотно відмінних за властивостями й розділених добре вираженою міжкомпонентною меж. Будь-який композитний матеріал складається з безперервної в усьому його об'ємі матриці й зміцнювального компонента (арматури), розміщеного в ній за заданою закономірністю.

Матриця, як правило, є відносно пластичним матеріалом, вона надійно з'єднана зі зміцнювальним компонентом, надає готовому виробу потрібної форми н захищає зміцнювальний компонент від можливих пошкоджень. Водночас матриця надає виробу запроєктовані міцність і жорсткість.

Матеріал матриці водночас визначає загальну назву композита, з огляду композитні матеріали з **металевою матрицею** або металеві композитні матеріали, з **полімерною матрицею** полімерні композитні матеріали та з **керамічною матрицею** - керамічні композитні матеріали.

Зміцнювальний компонент повинен визначатись високими міцністю і жорсткістю, малою густиною, доброю хімічною й температурною тривкістю, а також максимально досяжною технологічністю.

Для армування композитних матеріалів застосовують порошкові компоненти, волокнисті й пластмасові компоненти.



а

б

в

Рис. Схема будови композитних матеріалів: а - дисперсно зміцнені; б - волокнисті; в - шаруваті

ТЕСТ №7

1. Композитними називаються ...

1. штучно створені матеріали, що складаються з двох або більше хімічних компонентів, істотно відмінних за властивостями й розділених добре вираженою міжкомпонентною меж

2. матеріали, що складаються з двох або більше хімічних компонентів,
3. штучно створені матеріали відмінних за властивостями

2.3 яких матеріалів складаються композитні матеріали ?

1. складається з зміцнювального компонента (арматури), розміщеного в ній за заданою закономірністю.
2. складається з безперервної в усьому його об'ємі матриці й зміцнювального компонента (арматури), розміщеного в ній за заданою закономірністю.
3. складається з матриці й зміцнювального компонента (арматури).

- Ливарне виробництво. Суть, технологія, переваги і галузь застосування спеціальних видів лиття
- Обробка металів тиском
- Дугове зварювання
- Газове зварювання
- Спеціальні способи зварювання. Поняття та технологія паяння і лудіння
- Основні види слюсарної обробки металів
- Вимірювання деталей інструментом. Робоче місце слюсаря
- Вибір інструментів для слюсарної обробки, прийоми виконання операцій
- Різання металів.
- Загальні відомості про металооброблювальні верстати
- Електрофізичні і електрохімічні методи обробки металів

Ливарне виробництво.

Суть, технологія, переваги і галузь застосування спеціальних видів лиття

1. Яке виробництво називається ливарним ?
2. Що отримують у результаті лиття ?
3. Які матеріали називаються формувальними ?
4. Склад формувальних матеріалів ?
5. Які суміші називаються стержневими ?
6. Які властивості мають ливарні сплави ?
7. З яких елементів складається ливникова система ?
8. Яка технологія заливання рідкого металу в ливарну форму ?
9. У чому полягає суть кокільного лиття ?
10. У чому полягає суть лиття за виплавленими моделями?
11. У чому полягає суть під тиском?
12. У чому полягає суть в оболонкові форми?
13. У чому полягає суть відцентрового лиття ?
14. Які плавильні агрегати застосовуються в ливарних цехах ?
15. Яка будова вагранки і її призначення ?
16. Яка технологія отримання чавуну у вагранці ?
17. У чому полягає сутність дуплекс-процесу



Короткі теоретичні відомості

Для лиття використовують ливарні сплави - всі види чавунів, ливарні алюмінієві сплави, бронзи (близько 80% усіх видів бронз), латуні (близько 20%), інші кольорові метали і сплави, а також сталі (близько 20%) та пластмаси.

Ливарне виробництво є одним із основних способів одержання заготовок (виливків) деталей у сучасному машинобудуванні. За допомогою лиття можна одержати як прості, так і складної форми вироби з різноманітними пустотами, які іншими способами одержати важко або неможливо (наприклад, блоки і головки двигунів, корпуси паливних, водяних, масляних насосів, корпуси редукторів, електродвигунів, станини металорізальних верстатів тощо). Маса виливків може становити величину від кількох грамів до сотень тон, товщина стінок - від десятих долей міліметра до сотень міліметрів і довжина - до кількох метрів.

У загальному машинобудуванні маса виливків становить до 60%, у верстатобудуванні — до 80%, у тракторному машинобудуванні — до 60% від усієї маси машин, верстатів, тракторів.

Суть ливарного виробництва полягає в тому, що розплавлений метал заливають у форму, порожнина якої за розмірами і конфігурацією відповідає деталі. Після затвердіння виливки вибивають із форми, очищують і піддають механічній обробці.

Технологічний процес виготовлення виливок. Близько 90% виливків виготовляють у разових піщаноглинистих формах.

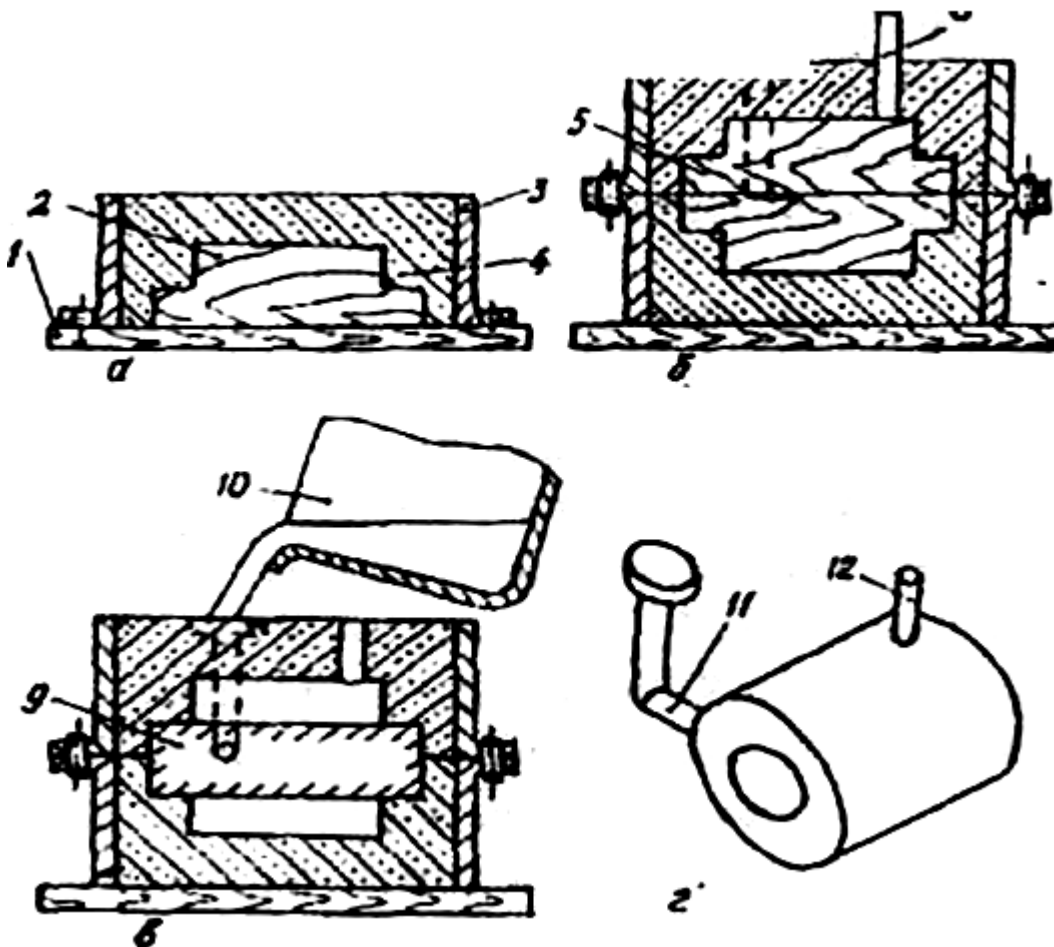
Формові та стержневі суміші повинні мати пластичність (здатність набирати форму без руйнування), міцність (здатність не руйнувати струменем рідкого металу),

газопроникність (здатність пропускати гази, які утворюються у формі), вогнетривкість (здатність протистояти дії високих температур розплавленого металу), піддатливість (здатність зменшуватися в об'ємі при усадці металу), непригарність (здатність не пригоряти до поверхні виливка).

Приготування формових і стержневих сумішей складається з таких операцій:

- *підготовка нових матеріалів (піску і глини);*
- *підготовка відпрацьованої суміші;*
- *змішування і зволоження суміші.*

Для виготовлення ливарної форми використовують модельний комплект, до складу якого входить модель виливка, стержневий ящик, модель ливникової системи, підмодельна дошка або плита.



Послідовність виготовлення форми (а, б) і відливки(в):

1 – модельна дошка; 2,5 -півмодель; 3,6 - опока; 4 - формова суміш; 7 - модель стояка; 8 — модель випору; 9 - стрижень; 10 - ківш з розтопленим металом; 11 - ливникова система; 12 - випор

Для виготовлення разових ливарних форм використовують ручне і машинне формування. Ручне формування використовують при виготовленні невеликої кількості виливок, а машинне — в серійному і масовому виробництві. Застосовують такі різновиди ручного формування: в ґрунті без опок, в фунті з однією (або декількома) опоками, у двох і більше опоках, за шаблоном тощо. Найпоширенішими є пішані форми. Рідкий метал заливають у порожнину форми через систему каналів, що називається *ливниковою системою*. Формування буває ручне і машинне. При

машинному формуванні застосовують пневматичні формувальні машини.

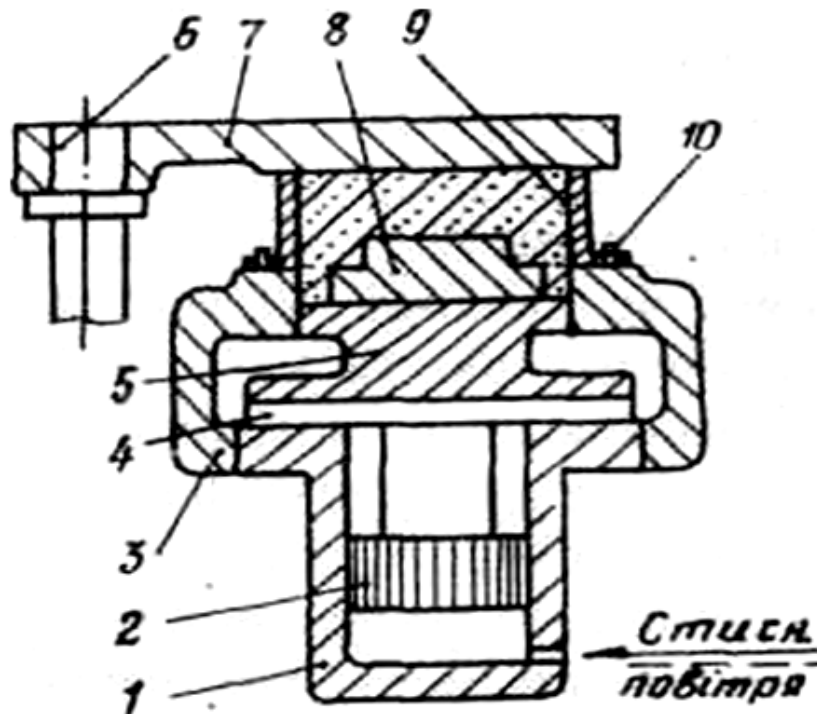


Схема формової машини нижнього пресування:

1— циліндр; 2 — поршень; 5 - корпус; 4-стіл; 5 - накладка; 6 - колона; 7—траверса; 8-модель; 9-опока; 10- штифт

Формувальними матеріалами називають сукупність природних і штучних матеріалів, які застосовуються для приготування формувальних і стержневих сумішей, формувальних фарб, рослинних сумішей та припилів. Формувальна суміш - багатокomпонентна суміш формувальних матеріалів, яка відповідає умовам технологічного процесу виготовлення неметалевих ливарних форм. Склад формувальних сумішей залежить від ливарного сплаву, маси виливків і складається з кварцового піску, глини, молотого вугілля, різних закріплювачів, спеціальних добавок. Формувальні суміші, які застосовують для виготовлення одноразових форм, повинні мати такі властивості: пластичність, міцність, газопроникність, вогнетривкість, непригарність, піддатливість. Крім того, формувальні суміші мають зберігати свої властивості при багаторазовому використанні.

Як ливарні сплави застосовують сірі чавуни, білі чавуни, сталь, ливарні бронзи, ливарні латуні, ливарні алюмінієві, магнієві сплави. **Заливають рідкий метал** у чашу ливникової системи ливарної форми з використанням спеціальних ковшів, які в середині обмазані вогнетривкою глиною до появи рідкого металу з контрольного отвору ливарної форми. Виливки вибивають з опоки разом з формувальною сумішшю з подальшим обрубанням ливникової системи і очищенням у спеціальних обертаючих барабанах разом з металевими кульками і зачищенням загінців на обдирно-шліфувальних верстатах.

У ливарному виробництві для виготовлення заготовок найчастіше використовують чавуни (77% від маси всіх відливок), сталі (21%) і кольорові сплави (2%). Заготовки з чавуну, силуміну, бабіту та більшості бронз виготовляють тільки методом лиття. Найбільшу кількість лиття (близько 70% від маси всіх відливок) виробляють із сірого (включаючи модифікований і високоміцний) чавуну.

Для лиття придатні лише сплави з високими ливарними властивостями. Найважливішими ливарними властивостями є рідкотекучість, усадка і ліквіація.

Рідкотекучість — це здатність сплаву заповнювати порожнину ливарної форми, завдяки чому можна виготовити тонкостінні виливки. Ця властивість залежить від складу сплаву. Чим більше вуглецю, кремнію і особливо фосфору, тим краща рідкотекучість залізовуглецевих сплавів.

Усадка - це зменшення лінійних розмірів (об'єму) виливка при його охолодженні від температури заливання до кімнатної. З усадкою пов'язана поява у виливках усадочних раковин, пористості, короблення, тріщин. Величина лінійної усадки для сплавів становить від 0,5 до 2,8%.

Літація - це неоднорідність хімічного складу сплаву в різних частинах відливка.

Литтям у кокіль називається процес одержання фасонних виливок у металевих формах. Для утворення у виливках внутрішніх порожнин або отворів стержні роблять металеві або піщані. У кокілях виготовляють виливки з кольорових сплавів, чавуну і рідко із сплавів. Кокілі роблять в основному із сірого чавуну марки СЧ18, високоміцного чавуну ВЧ50-2 і вуглецевих сталей 25, 30, 35. Для запобігання відбілювання і для більшої стійкості форм застосовують вогнетривкі покриття: цим уповільнюється швидкість охолодження чавуну. Крім того, перед заливанням рідкого чавуну кокілі підігрівають до 100—300°C, щоб вони краще заповнювалися металом.

Підвищення точності і чистоти поверхні виливків досягають використовуючи спеціальні методи лиття, до яких належать: лиття в кокіль, під піском, за виплавленими моделями, в оболонковій формі, відцентрове тощо. Суть лиття в металеві форми полягає у отриманні виливків у багаторазових рознімних формах - кокілях, яке застосовують для отримання виливків, як правило, з кольорових сплавів.

Суть **лиття під тиском** полягає в тому, що рідкий метал подають у ливарну форму під тиском, яке відрізняється високою точністю.

Суть цього способу лиття під тиском полягає в тому, що рідкий метал заповнює металеву форму не самопливом, а під тиском поршня або повітря. Лиття під тиском застосовують в основному для алюмінієвих, цинкових, магнієвих сплавів, рідше для мідних сплавів; освоюється лиття сталі і чавуну.

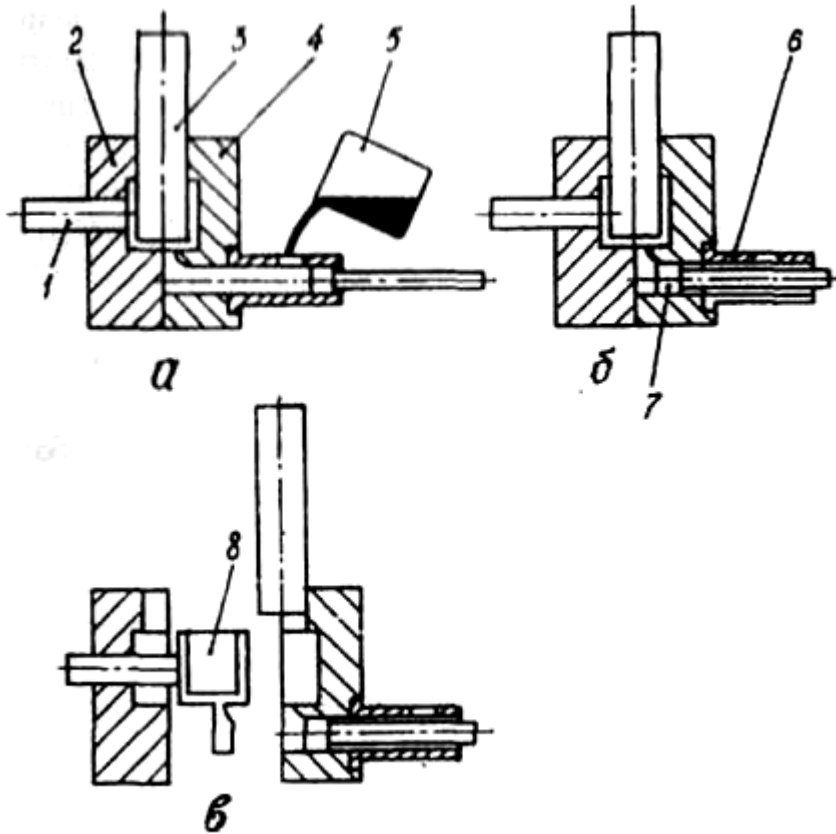


Схема машини для лиття під тиском з холодною горизонтальною камерою пресування:

1- виштовхувач; 2-рухома і 4-нерухома половини прес-форми; 3-стержень; 5-ківш;
6-циліндр; 7-поршень.

Під час лиття під тиском виливки виходять точними (11-13 квалітети) і чистими ($K_{21,25} = 0,63$), масою від кількох грамів до десятків кілограмів.

Лиття за виплавленими моделями полягає в тому, що моделі виготовляють з легкоплавкого матеріалу, які обмазують смолою з подальшим обсипанням дрібним піском. Обжарювання моделі і отримання ливарної форми з подальшим заливанням рідкого металу і отриманням виливка.

Суть способу лиття за виплавленими моделями полягає в тому, що форму виготовляють за допомогою моделей, які роблять з легкоплавких матеріалів (50% парафіну і 50% стеарину). Заформовані моделі виплавляють, а в утворені порожнини заливають метал.

Лиття в оболонковій формі полягає у виготовленні ливарної оболонки (форми) з використанням термореактивної смоли і дрібного піску, які наносяться на поверхню моделі. У результаті нагрівання смола розплавляється в суміші піску і переходить у твердий стан, створюючи тверду оболонку.

Лиття в оболонковій формі дещо нагадує процес виготовлення виливок у піщано-глинисті форми з тією різницею, що формова суміш складається з дрібного кварцового піску і термореактивної фенолфор-мальдегідної (бакелітової) смоли (6-8%) в порошкоподібному стані, з додаванням уротропіну. Суть способу полягає в тому, що формова суміш насипається на нагріту до 150—200°C модель. При цьому смола плавиться і зв'язує зерна піску, внаслідок чого на чисто обробленій металевій моделі

утворюється точний відбиток у вигляді піщано-смоляної оболонки, яка після нагріву до 300-350°C остаточно твердне і набуває великої міцності.

Відцентрове лиття полягає у заповненні порожнини ливарної форми, яка обертається. Цим методом отримують виливки безшовних труб, гільз, коліс тощо.

Суть способу відцентрового лиття полягає в тому, що рідкий метал заливають у форму, яка обертається навколо горизонтальної осі або навколо вертикальної осі. За цим способом можна виливати деталі, які мають форму тіл обертання.

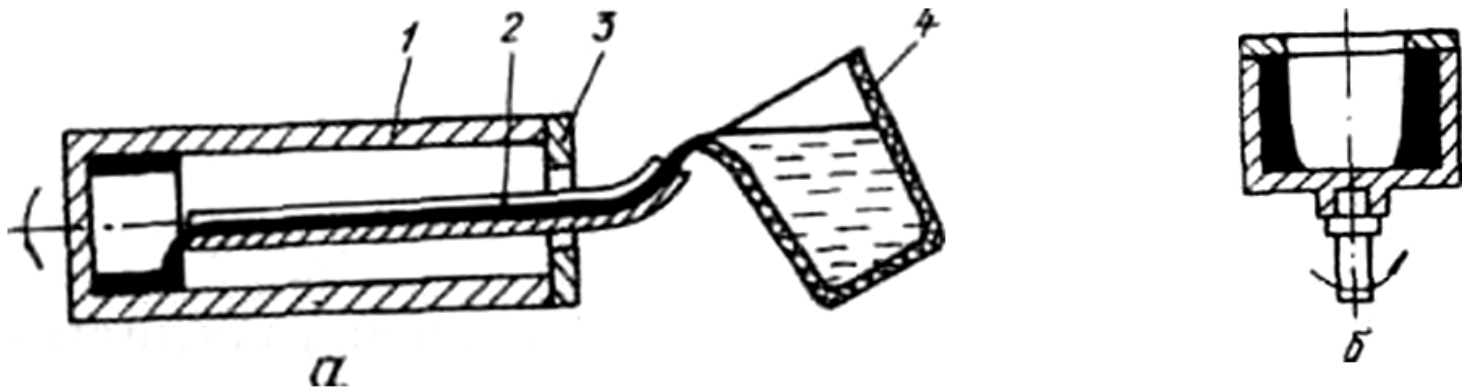


Схема машини відцентрового лиття з горизонтальною (а) і вертикальною (б) віссю обертання: 1 — форма; 2 - жолоб; 3 — кришка; 4 — ківш

Лиття в оболонкові форми дещо нагадує процес виготовлення виливок у піщано-глинисті форми з тією різницею, що формова суміш складається з дрібного кварцового піску і термореактивної фенолфор-мальдегідної (бакелітової) смоли (6-8%) в порошкоподібному стані, з додаванням уротропіну. Суть способу полягає в тому, що формова суміш насипається на нагріту до 150—200°C модель. При цьому смола плавиться і зв'язує зерна піску, внаслідок чого на чисто обробленій металевій моделі утворюється точний відбиток у вигляді піщано-смоляної оболонки, яка після нагріву до 300-350°C остаточно твердне і набуває великої міцності.

Суть способу лиття за виплавлюваними моделями полягає в тому, що форму виготовляють за допомогою моделей, які роблять з легкоплавких матеріалів (50% парафіну і 50% стеарину). Заформовані моделі виплавляють, а в утворені порожнини заливають метал.

Суть способу лиття за випаленими моделями полягає в тому, що моделі виготовляють з пінополістиролу, які випалюються при безпосередньому заливанні рідкого металу у форму. Модель із ливниковою системою формується піщано-глинистою сумішшю в металевих опоках.

Плавильні агрегати

У ливарних цехах рідкий метал виплавляють в електричних дугових печах, індукційних печах, **вагранках**, електричних печах. Основним плавальним агрегатом для отримання рідкого чавуну в ливарних цехах є вагранка. Плавлення в вагранці - найбільш простий і економічний спосіб отримання чавуну. Для отримання рідкого чавуну застосовують дуплекс-процес, який полягає у плавленні спочатку чавуну в вагранці з подальшим накопиченням, перегрівом і розкисленням в електродуговій печі.

Якісні і високоякісні сталі плавлять в індукційних печах, а ливарний алюмінієвий сплав- електрпечах.

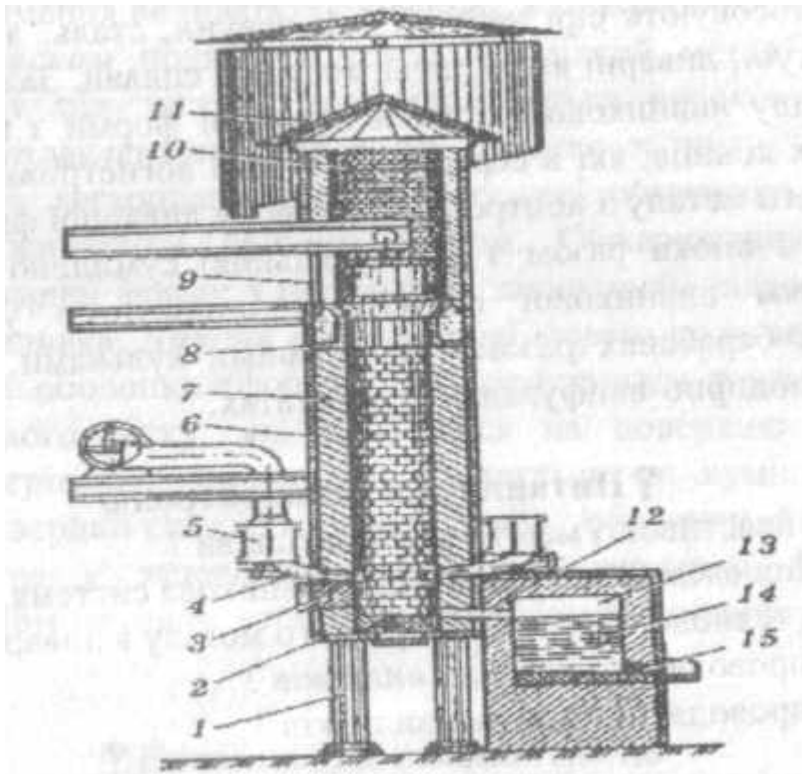


Рис. 23. Схема вагранки: 1- чотири колони; 2 - кільцева плита; 3 - робоче вікно; 4 - фурми; 5 - кільцева коробка; 6 - сталений кожух; 7 шамотна цегла; 8 - чавунні плити; 9 - шахта з завантажувальним вікном; 10 - газовивідна груба; 11 - іскрогасник; 12 накопичувач; 13 наконичувач; 14 - шлакова льотка; 15 - чавунна льотка

ТЕСТ

1. Для яких металів і сплавів застосовують лиття під тиском?

1. для пластмаси;
2. для алюмінієвих, цинкових сплавів;...
3. для сталі і чавуна.

2. В чому полягає суть способу лиття за виплавлюваними моделями?

1. полягає в тому, що форму виготовляють за допомогою моделей, які роблять з легкоплавких матеріалів;...
2. полягає в тому, що формова суміш насипається на нагріту до 150-200 °С модель.
3. полягає в тому, що моделі виготовляють з пінополістиролу, які випалюються при безпосередньому заливанні рідкого металу у форму;

3. Як проводять вибивання виливків ?

1. Виливки вибивають з опоки разом з формувальною сумішшю
2. Виливки вибивають з подальшим обрубанням ливникової системи
3. Виливки вибивають з опоки разом з формувальною сумішшю з подальшим обрубанням ливникової системи і очищенням

4. Відцентрове лиття полягає у ...

1. тому що, рідкий метал подають у ливарну форму під тиском, яке відрізняється високою точністю
2. заповненні порожнини ливарної форми, яка обертається
3. впливі на метал зовнішніх сил, які спричиняють у металі напруження, що

перевищують межу текучості, в результаті чого металева заготовка пластично деформується

5. Лиття під тиском полягає в тому...

1. що рідкий метал подають у ливарну форму під тиском, яке відрізняється високою точністю
2. що, заповненні порожнини ливарної форми, яка обертається
3. що, впливом на метал зовнішніх сил, які спричиняють у металі напруження, що перевищують межу текучості, в результаті чого металева заготовка пластично деформується

6. Для лиття використовують ливарні сплави – всі види чавунів, ливарні алюмінієві сплави, бронзи, інші кольорові метали і сплави. А чи використовують для лиття тугоплавкі сплави?

1. використовують;..
2. не використовують;
3. використовують близько 2%

7. Підготовка нових матеріалів (піску і глини), підготовка відпрацьованої суміші, змішування і зволоження суміші. Що це за операції?

1. приготування формових і стержневих сумішей;...
2. підготовка до заливки розплавленого металу;
3. операції, які проводяться після затвердіння металу.

8. Для виготовлення разових ливарних форм використовують ручне і машинне формування. Коли використовують ручне формування?

1. в серійному виробництві та масовому виробництві;
2. при виробництві простих виробів;
3. при виготовленні невеликої кількості виливок....

9. Що використовують найчастіше у ливарному виробництві для виготовлення заготовок?

1. сталі;
2. кольорові сплави;
3. чавуни...

8. Для лиття придатні лише сплави з високими ливарними властивостями. Найважливішими ливарними властивостями є рідко текучість. Що це за властивість?

1. це зменшення лінійних розмірів (об'єму) виливка при його охолодженні від температури заливання до кімнатної;
2. це не однорідність хімічного складу в різних частинах відливка;
3. це здатність сплаву заповнювати порожнину ливарної форми, завдяки чому можна виготовити тонкостінні виливки....

9. Що таке усадка?

1. це здатність сплаву заповнювати порожнину ливарної форми, завдяки чому можна виготовити тонкостінні виливки;
2. це зменшення лінійних розмірів (об'єму) виливка при його охолодженні від температури заливання до кімнатної;...
3. це не однорідність хімічного складу в різних частинах відливка;

Обробка металів тиском

1. Які основні закони пластичного деформування ?
2. Які види пластичною деформування ?
3. Які метали піддають обробці тиском ?
4. Що отримують під час обробки металів тиском ?
5. У чому полягає суть прокатування, пресування, волочіння, вільного кування, об'ємного і листового штампування ?
6. Що називається пластичністю ?
7. Як температура впливає на процес деформації металу ?
8. Як впливає хімічний сплав металу на його пластичність ?
9. Де застосовується холодна та гаряча обробки металів тиском ?
10. Які інтервали температур нагрівання при обробці тиском вуглецевих сталей та кольорових металів?
11. Для чого проводять нагрівання металу при обробці тиском ?
12. Як поділяють прокатні стани ?
13. Які прокатні стани називають блюмінгами і слябінгами ?
14. У чому полягає сутність прокатування, волочіння, пресування, вільного кування, штампування та їх видів ?
15. Які метали і сплави піддаються обробці тиском ?
16. Які фактори впливають на пластичні властивості металів?
18. Що називається сортаментом та його види ?



Короткі теоретичні відомості

Обробку металів тиском здійснюють впливом на метал зовнішніх сил, які спричиняють у металі напруження, що перевищують межу текучості, в результаті чого металева заготовка пластично деформується. При цьому форма заготовки змінюється за рахунок переміщення (зсувів) часточок металу без порушення цілісності. Обробка металів тиском є подальшим етапом обробки зливків і прокатування чорних і кольорових металів та їхніх сплавів. Із зливків одержують напівфабрикати у вигляді різних профілів прокату: квадратні і круглі заготовки, листи, фасонні профілі, труби, дріт, ковані і штамповані поковки, штамповки.

Основними видами обробки металів тиском є прокатування, пресування, волочіння, вільне кування, об'ємне і листове штампування.

Прокатуванням називають обтискування металу обертовими валками прокатного стану.

При цьому утворюються вироби з однаковою по всій довжині формою поперечного перерізу (прутки, дріт, балки, рейки, листи, труби) або з формою, що періодично змінюється по довжині.

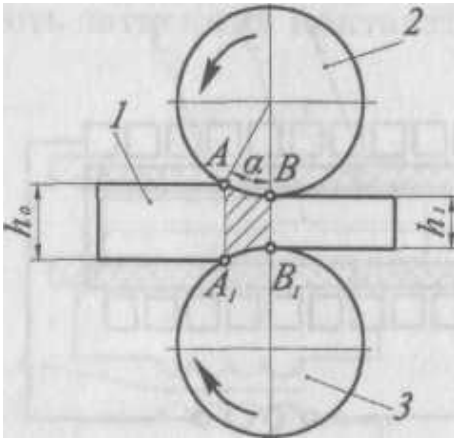


Рис.1. Схема вальцювання металу:

1 — заготовка; 2,3 - валок; h_0 - початкова і h_t -кінцева висота заготовки; α - кут захоплювання

Пресуванням здійснюють витиснення нагрітого або холодного металу із замкненої порожнини крізь отвір матриці.

Залежно від форми цього отвору утворюються прутки різного профілю, дріт і труби (переважно з кольорових металів і сплавів).Пресування виконують двома методами – прямим і зворотним (рис. 2).

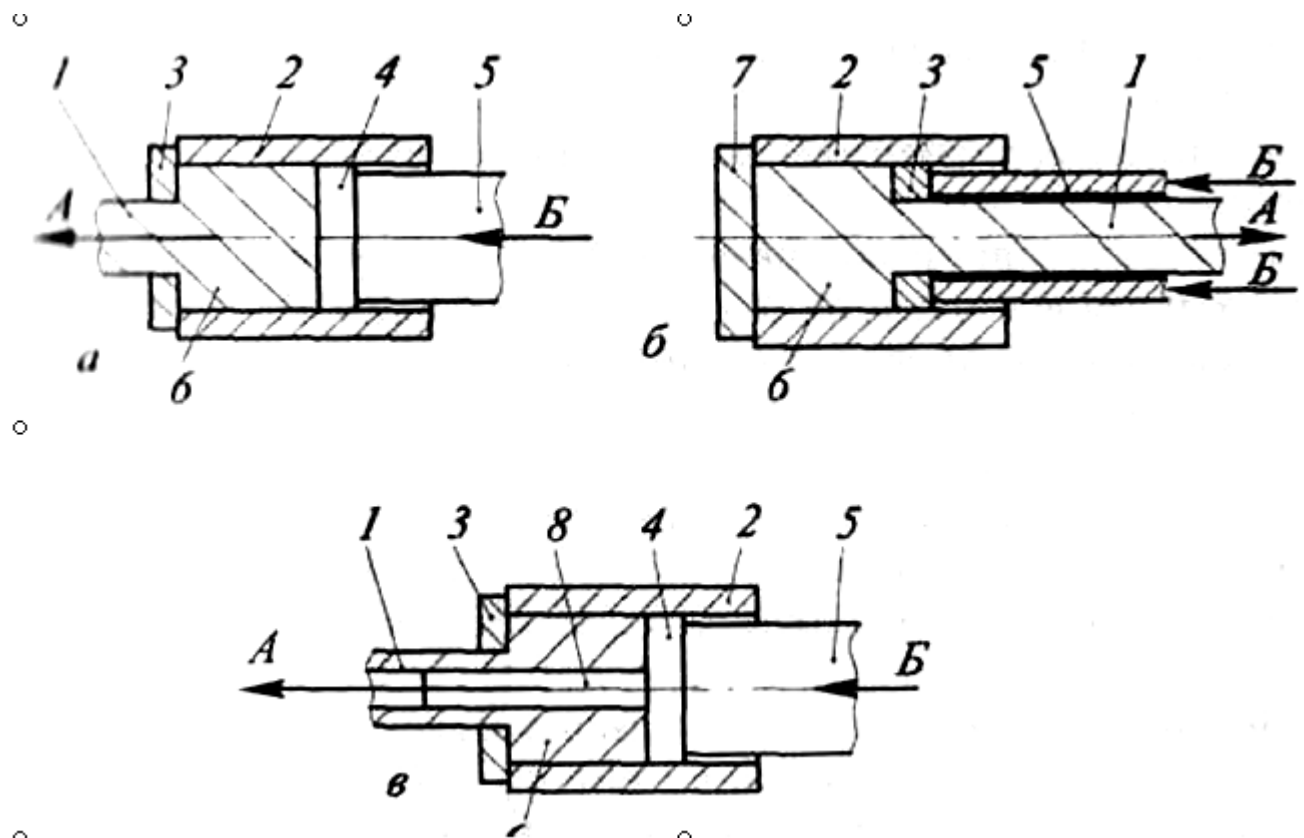


Рис.2. Прямий (а, в) і зворотний методи пресування: 1- виріб; 2 - контейнер; 3 - матриця; 4 - прес-шайба; 5 — пуансон; 6 — заготовка; 7 — кришка; 8 — голка

Під час прямого пресування напрям виходу з матриці 3 (рис. 2) виробу 1 (стрілка А) співпадає з напрямом руху пуансона 5 (стрілка Б). Зворотнє пресування характеризується тим, що напрям виходу з матриці 3 виробу 1 (стрілка А) протилежний напрямові руху пуансона 5 (стрілка Б).

Волочіння це протягування металевї заготовки крізь калібрований отвір (фільтеру).

Волочіння застосовують для виготовлення тонких сортів дроту, тонкостінних труб і каліброваних прутків з прокатоної або пресованої заготовки. Інструмент для волочіння – волока має робочий отвір, що складається з чотирьох зон: вхідної або мастильної I, де формувальної II, калібрувальної III та вихідної IV/

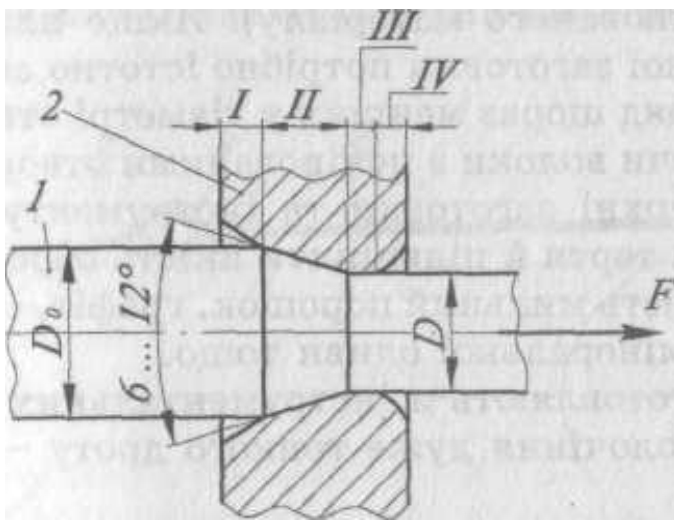


Рис. 3. Схема волочіння:

1-заготовка; 2 - волока; I - вхідна, II - деформувальна, III-калібрувальна і IV - вихідна зони; D_0 і D – діаметри заготовки до і після волоки відповідно; F- тягова сила

Вільне кування - це деформування заготовки плоскими або фасонними бойками під молотом або пресом із застосуванням різноманітних ковальських інструментів.

При цьому нагрітий метал вільно переміщується від центра заготовки в сторони (рис.4). Цим методом виготовляють поковки порівняно простої форми.

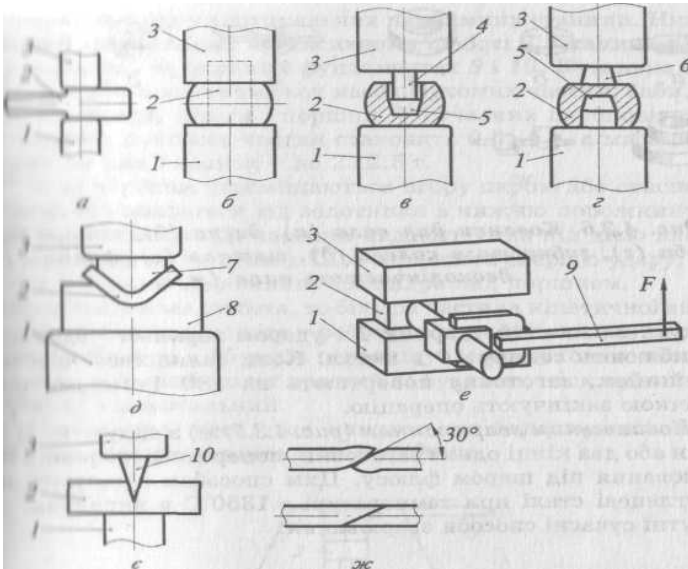


Рис. 4. Схеми видовження (а); сплющування (б); пробивання (в,г); гнуття (д); кручення (е); рубання (є) і ковальського зварювання (ж): 1- нижній ударник; 2 — заготовка; 3 - верхній ударник; 4 - надставка; 5, 6 - прошивень; 7, 8- половини підкладного штампа; 9 - вилка; 10 - сокира; F – сила.

Об'ємне штампування застосовують при деформуванні одночасно всієї заготовки за допомогою спеціальних бойків - штампів пластично деформується, набираючи конфігурацію і розміри порожнини (Рис. 5). Це процес серійного і масового виробництва однакових поковок.

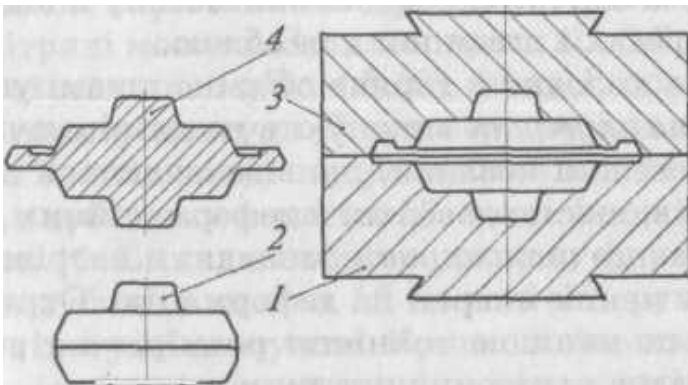


Рис. 5. Схеми об'ємного штампування:

1-нижня частина штампа; 2 - кованка; 3 - верхня частина штампа; 4 - кованка з невідокремленим облоєм

Листове штампування - це обробка листового прокату в штампах на пресах. Вироблювані деталі за формою бувають плоскі -і вирізуванні з листа, або порожнисті - при витягуванні з листа.

На опір деформуванню і пластичність впливає температура деформації, хімічний склад металевого сплаву, вид напруженого стану, швидкість деформації. Операції листового штампування поділяють на:

- роздільні, коли відокремлюють частину матеріалу від листа, стрічки або штаби за заданим контуром;

-формозмінні, коли утворюють об'ємну конфігурацію деталі;
штампо-складальні, що використовуються для з'єднання кількох деталей в один вузол
запресуванням, клепанням, гнуттям

Пластичністю називають здатність металу за певних умов зазнавати остаточної (пластичної) деформації без руйнування.

Найбільшу пластичність мають чисті метали. Вуглець у сталі значно підвищує міцність, одночасно знижуючи пластичність. Кувати сталі, що містять понад 1% вуглецю, досить важко, оскільки при цьому необхідно повільно нагрівати заготовки, температурний інтервал кування помітно звужується, а отже, при ударах не можна допускати великого ступеня деформації. Сталь, що містить понад 1,5% вуглецю, кувати дуже важко.

При гарячій обробці майже одночасно відбуваються два протилежних процеси:

- **зміцнення**, зумовлене деформацією;
- **рекристалізація**, що знімає зміцнення.

Залежно від того, як відбуваються процеси зміцнення і знеміцнення, розрізняють *гарячу деформацію* (при повному знеміцненні), *неповну гарячу* (при частковому знеміцненні) і *холодну деформацію* (при відсутності знеміцнення).

Пластична деформація призводить до значних змін механічних, фізичних і хімічних властивостей металу. Ці зміни характеризуються такими явищами: зміною форми зерен, їх діленням і подрібненням; зміною орієнтування зерен, утворенням волокнистої будови, або текстури; підвищенням опірності деформуванню, збільшенням границі пружності, текучості й міцності, а також твердості, зниженням пластичності; збільшенням залишкових напружень; зміною фізико-хімічних властивостей (збільшується електроопірність, знижується теплопровідність, опір корозії тощо).

Сукупність явищ, пов'язаних зі зміною механічних і фізико-хімічних властивостей металу в процесі холодної пластичної деформації, називається **зміцненням**, або **наклепом**.

Відновити пластичні властивості зміцненого металу можна термічною обробкою: *зворотом* або *рекристалізаційним відпалюванням*.

Зворотом називається процес часткового зняття механічного зміцнення (на 20 - 30%).

Від температури деформації залежить механізм пластичної деформації, зміцнювальні процеси, фазовий склад, механічні показники пластичності, опір деформуванню і розмір зерна сталі.

Хімічний склад. Найбільшу пластичність мають чисті метали. Складові елементи в металевому сплаві значно впливають на його пластичність. Вуглець у сталі підвищує міцність при одночасному зниженні пластичності. При обробці тиском на молотах і пресах **швидкість деформації** металу заготовки є різною внаслідок різної швидкості поступального руху робочого органу машини. Підвищення швидкості відносної деформації за одиницю часу призводить до зниження пластичності збільшення опору деформуванню.

Нагрівання є одним із основних чинників підвищення пластичності, який у багато разів знижує опір деформуванню. Тому при значній деформації, якої зазнає метал при прокатуванні, пресуванні, куванні й об'ємному штампуванні, вихідна заготовка нагрівається до оптимальної температури. При прокатуванні нагріті або холодні заготовки пропускають між обертовими валками прокатного стану. Волочіння - спосіб

холодної обробки металів тиском, при якому метал, який обробляється, протягують через калібрований отвір.

При нагріванні металу його міцність зменшується, а пластичність збільшується, тому опір деформації значно менший, ніж при холодній обробці. Для сталі температура нагрівання має бути на 150-200 С нижчою за температуру початку плавлення. Температурні інтервали гарячої обробки тиском вуглецевої сталі можуть становити: для сталі, яка містить 0,2-0,7 % вуглецю 1200-850 °С, а для сталі з вмістом 0,8-1,3 % вуглецю - 1100-820 °С. Кольорові метали і сплави слід нагрівати на 100-150 °С нижче від температури початку плавлення.

Прокатування здійснюють на металургійних і машинобудівних заводах. При **прокатуванні** нагріті або холодні заготовки пропускають між обертовими валками прокатних станів. Продукція, яка виготовляється прокатуванням, називається прокатом. Прокат отримують із сталі, міді, латуні та інших сплавів. Прокатні стани за видом продукції діляться на обтискні, заготівельні, рейкобалкові, листопрокатні, сортові, дровові та спеціальні. До обтискних статів відносяться **блюмінги і слябінги**. Вони призначені для обтискання нагрітих до температури прокатування злиwkів квадратного перерізу (**блюми**) і прямокутного перерізу (**сляби**). Блюми в подальшому застосовують для виготовлення сортового, а сляби - листового прокату. За кількістю валків прокатні стани ділять на двовалкові, тривалкові, чотиривалкові .

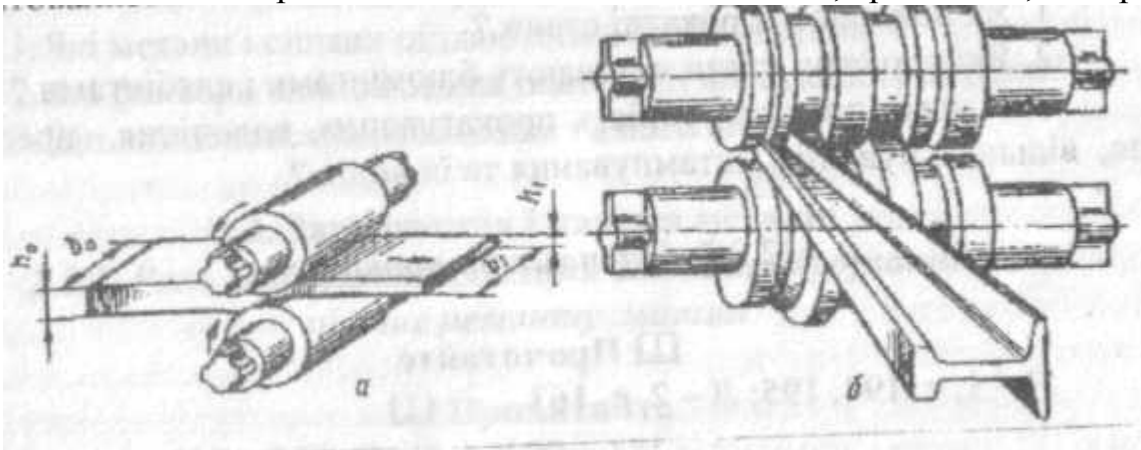


Рис. Прокатування металів: а - листове прокатування; б - профільне прокатування

Прокатні стани класифікують за трьома ознаками: за призначенням; за кількістю валків і їх розміщенням у робочих клітках; за кількістю і взаємним розміщенням робочих клітей.

За призначенням прокатні стани поділяються на два основні типи:

■ стани для виробництва заготовок - напівпродукту для дальшого прокатування різних виробів (обтискні стани - блюмінги та слябінги і заготовочні стани);

• стани для прокатування готових виробів (сортові, у тому числі рейкобалкові, дровові, листові, трубопрокатні, спеціального призначення).

За кількістю валків і їх розміщенням у робочих клітках прокатні стани бувають з горизонтальними валками, з горизонтальними і вертикальними валками, з косо розміщеними валками тощо.

Стани з **горизонтальними валками** виконані за такими схемами:

Двовалковий може бути нереверсивний і реверсивний. Нереверсивний стан

має сталий напрям обертання валків. У реверсивного стана напрям обертання валків після кожного пропускання заготовки змінюється, тобто штаба прокатується в обидві сторони. **Тривалковий (трио) стан** має в робочій кліті один над одним три валки зі сталим напрямом обертання. Прокатувана заготовка після пропускання між нижнім і середнім валками піднімається і повертається назад між середнім і верхнім валками.

Чотиривалковий стан має два робочих валки невеликого діаметра (середні) і два опорних валки великого діаметра (крайні). Опорні валки оберігають середні тонкі валки від прогину і збільшують тиск на метал, що особливо важливо при прокатуванні тонких широких листів.

♦ **Універсальні стани** мають *горизонтальні* і *вертикальні* валки, їх використовують для прокатування широкої штаби, для обтискання злитків у сляби (на слябінгах) і остаточного прокатування широкополицевих двотаврових балок з висотою вертикальної стінки 500 - 1200 мм. Вертикальні валки обтискають прокатувану заготовку з боків.

♦ **Стани з косо розміщеними валками** призначені для гвинтового поперечного прокатування і застосовуються для виробництва безшовних труб періодичного прокату і куль.

• **За взаємним розміщенням робочих клітей** розрізняють декілька типів станів. Основними з них є *одноклітьові*, *лінійні* та *неперервні*.

Прикладом одноклітьового стана є *блюмінг*. Лінійні стани мають малу продуктивність. Швидкість штаби на виході з останньої кліті в них становить 2-4 м/сек. Неперервні стани забезпечують рух штаби лише в одному напрямі. Швидкість штаби на виході з останньої кліті становить 18-42 м/сек. Продуктивність повністю механізованого неперервного стана досягає 1-4 млн. т прокату на рік.

Прокат класифікують за сортаментом (профілями та розмірами) і якістю (хімічним складом і механічними властивостями).

Профілем прокатоного виробу називається форма його поперечного перерізу. Сукупність профілів і розмірів становить сортамент прокату. Увесь сортамент прокатаних виробів можна розбити на чотири групи:

- спеціальний і періодичний прокат;
- листовий прокат;
- сортовий прокат;
- труби.

Волочіння - спосіб холодної обробки металів тиском, при якому метал, який оброблюється, протягується через калібрований отвір у волоці для зменшення перерізу вихідної заготовки. Волочильні стани залежно від характеру роботи пристрою, який тягне заготовку, ділять на барабанні і з прямолінійним рухом. Волочінням виготовляють дрот, трубки, фасонні вироби.

Величина обтискання при волочінні залежить від пластичності й міцності матеріалу.

Волочильним інструментом є волочильна матриця, яка має й інші назви: волочильна дошка, волока, філь'єр. Волочильні матриці звичайно виготовляють складеними. Вони мають зовнішню оправку і робочу частину (вставку), а також можуть складатися з окремих частин. Робочі вставки матриць виготовляють зі сталей марок У10, У12, У13, Х12, Х12М, твердих сплавів ВК8, ВК6, ВК3. Вставки з діаметром очка менше 0,3мм

виготовляють зі штучних алмазів і мінералокераміки

Пресування - спосіб отримання виробів шляхом видавлювання нагрітого до температури гарячої обробки тиском металу, або холодного, який знаходиться в спеціальному штампі. Використовуються два методи пресування: прямий і зворотний. Пресуванням виготовляють прут і труби в більшості з кольорових металів.

Останнім часом пресуванням почали обробляти вуглецеві і спеціальні сталі, титанові сплави і мало пластичні метали, що є великою перевагою пресування порівняно з іншими способами.

Існує прямий і зворотний метод пресування.

При **прямому пресуванні** напрям переміщення металу збігається з напрямом руху пуансона.

При **зворотному пресуванні** переміщення металу і рух пуансона з матрицею не збігаються. Метал заготовки всередині контейнера залишається нерухомим, що усуває тертя металу об стінки контейнера і знижує потрібну потужність преса: прес-залишок зменшується до 6-10%. Під час **пресування труб** на кінці пуансона закріплюють голку. Залежно від конструкції преса кріплення голки буває нерухомим і рухомим. У першому випадку голка переміщається разом з пуансоном, а в другому вона рухається самостійно

Кування - обробка тиском за допомогою універсального підкладного інструменту чи бойків. Кування буває ручне і машинне. Цей вид обробки металів тиском широко використовують під час ремонтних робіт, виготовлення нескладних деталей та інструментів. Операції ручного і машинного кування ділять на роз'єднувальні та формозмінні. До обладнання для кування відносять кувальні молоти, горизонтальні кувальні машини і гідравлічні кувальні преси.

Вільним куванням виготовляють поковки масою від 0,1 кг до 300 т. Поковки понад 1,5 т виготовляють тільки вільним куванням, бо штампувати їх важко. Вільне кування застосовують в індивідуальному і малосерійному виробництві.

Основними операціями вільного кування є протяжка, осадка, прошивка, гнуття, закручування, рубання, ковальське зварювання, випрямлення, обробні операції.

Протяжка застосовується для збільшення довжини заготовки при зменшенні її поперечних розмірів.

Осадкою називають кувальну операцію, за допомогою якої досягається зменшення висоти заготовки і збільшення її поперечних розмірів. Місцеве потовщення заготовки називається *висадкою*.

Прошивка застосовується для утворення в поковці заглибини або наскрізного отвору.

Гнуття застосовують при виготовленні гаків, колінчастих валів, скоб, якорів тощо. Для гнуття використовують підкладки і спеціальні пристрої. Особливим випадком гнуття є *передача* - зміщення частини заготовки відносно її поздовжньої осі.

Закручування застосовують для того, щоб повернути на певний кут одну частину поковки відносно іншої. За допомогою цієї операції виготовляють вали з колінами, розміщеними під кутом 90° і 120°, вилки, важелі тощо.

Рубання застосовують для розділення заготовки на частини (рубання), часткового розділення (надрубання), відокремлення частини матеріалу по зовнішньому (обрубання) або внутрішньому (вирубання) контуру поковки.

Ковальське зварювання полягає у з'єднуванні в одне ціле частин поковки за допомогою нагрівання їх під шаром флюсу до температури зварювання (1350°C) і дальшого проковування. В наш час ковальське зварювання витіснило газове і електричне зварювання.

Машинне кування здійснюють на молотах і пресах. Молоти діють динамічно (ударом), а преси розвивають статичний тиск.

Молот має падаючі частини, найважча з яких називається *бабою*; до її нижньої поверхні прикріплюють верхній бойок. До падаючих частин належать також *шток* і *поршень*. Сумарна маса падаючих частин визначає тоннаж молота.

Падаючі частини молота переміщуються вниз під дією тільки своєї ваги (в молотах односторонньої, або простої дії) або під дією своєї ваги і додаткового зусилля (в молотах двосторонньої, або подвійної дії. Додаткове зусилля створюється тиском пари або повітря на верхню поверхню поршня. Для вільного кування застосовують молоти подвійної дії.

Молоти поділяють на *приводні* і *пароповітряні*.

Приводні кувальні молоти поділяються на важільні, ресорні (пружинні) і пневматичні, їх використовують для кування малих поковок. Падаючі частини пневматичних молотів приводяться в рух стисненням повітрям з тиском 0,3—0,4 Мн/м' (3-4 ат), яке подається компресором, вбудованим у станину молота; маса падаючих частин - 50-1000 кг.

Падаючі частини парових молотів можна приводити в дію стисненням повітрям замість пари; тому ці молоти називаються пароповітряними. Пароповітряні молоти за конструкцією станин поділяють на одностоякові (маса падаючих частин 0,5-1 т) і двостоякові. Двостоякові бувають арочні (1-5 т) і мостові, що мають станину у вигляді букви "П" (3-8 т). На них кують поковки масою до 3 т.

Преси поділяються на гідравлічні і парогідравлічні.

Об'ємним штампуванням на молотах виготовляють близько 65% штампованих поковок. Цим методом штампують поковки найскладніших форм; колінчасті вали, передні осі й шатуни автомобілів, важелі, шестерні, фланці тощо.

Вихідним матеріалом для об'ємного штампування є сортовий прокат: кругла сталь діаметром 10-225 мм; квадратна сталь зі стороною квадрата 12—150 мм; штабова сталь завтовшки 10-60 мм, а також прокатні прутки з кольорових металів і сплавів. Застосування періодичного прокату знижує трудомісткість виготовлення поковок на 30% і дає 15% економії металу.

Прокат доставляють у вигляді прутків завдовжки 4-8 м. У заготівельному відділенні ковальсько-штампувального цеху їх розрізають на мірні заготовки заданої довжини (60—1500 мм). Заготовку можна різати різними способами: механічними пилами, анодно-механічним способом, на кривошипних прес-ножицях, ламанням на холодноламах і газом

Штамування - спосіб обробки металів тиском за допомогою штампів. Штамування буває холодним і гарячим. Гарячим штампуванням виготовляють заготовки сталей колінчастих валів, розподільних валів, шатунів тощо. Холодне штампування виконується без нагріву металу. Виготовляють деталі в основному з прокату різних профілів. Обладнанням для гарячої штамповки служать молоти, преси, горизонтальні кувальні машини, а інструментами є штампи.

Сукупність форм і розмірів профілів, які отримані прокатом, називають **сортаментом**, який виготовляється згідно з ГОСТом. Залежно від виду прокат буває

сортовий, листовий, трубний, періодичний і спеціальний. Круглу сталь прокатують діаметром 5 250 мм, листову - від 0,2 мм (фольга) до 160 мм. безшовні труби - діаметром 30 650 мм з товщиною стінки 2 160 мм. зварні труби діаметром 5 2500 мм з товщиною стінки 0,5-16 мм з вуглецевих і легованих сталей.

При маркуванні прокату круглого профілю вказують його діаметр в міліметрах, квадратного розмір сторони квадрату, кутника - номер.

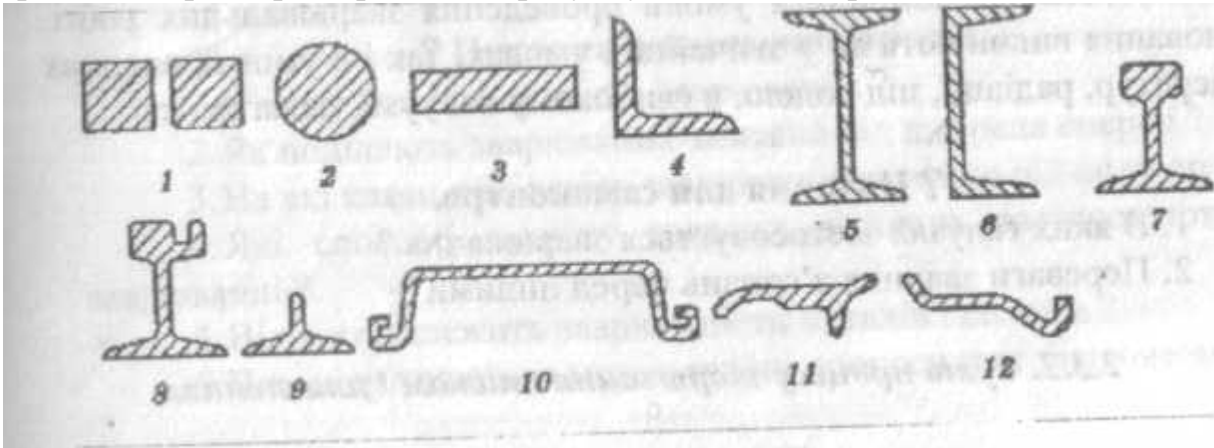


Рис. 25. Види сортового прокату:

Загального призначення: 1 - квадратний; 2 - круглий; 3 - штабовий; 4 — кутовий; 5 - двотавровий; 6 — швелерний; деякі види сортового прокату спеціального призначення: 7 і 8 - рейковий; 9 - однитавровий; 10 - шпунтовий; 11 - штаба для башмаків гусениць і траків; 12 - штаба для ободів коліс автомобілів

Обтискання — це місцеве зменшення поперечного перерізу порожнистого виробу, виготовленого витягуванням. У цій операції робочим інструментом є матриця, в яку зштовхується обтискувана заготовка виробу. Величина обтискання за один перехід становить 20-30%.

Формування застосовують для того, щоб виріб набув остаточної форми (профілю) і щоб надати попередньо вирубаному або витягнутому виробу точніших розмірів. Прикладом формування є утворення на виробках різних опуклостей, западин, орнаментів, ребер жорсткості тощо.

Випучування - це формування зсередини, коли утворення опуклостей і орнаментів досягають за рахунок тиску зсередини гуми, рідини або сипких матеріалів.

Розбортовування полягає в утворенні борта в заготовці з попередньо пробитим отвором. Розбортовуванням можна виготовляти порожнисті заклепки, фланці, люки в днищах котлів тощо.

Листове карбування застосовують для доведення товщини плоских деталей до потрібного розміру або для утворення на поверхні деталей рельєфного рисунка, написів (монети, ордени, значки, емблеми), а також художніх зображень на виробках і предметах широкого вжитку (деталі годинника, ложки, виделки тощо).

Холодним ударним видавлюванням виготовляють порожнисті деталі різної форми з кольорових металів і сплавів (свинцю, олова, алюмінію, міді, цинку, дюралюмінію, латуні). Можливість обробки сталевих заготовок обмежена стійкістю інструмента.

ТЕСТ №9

1. Обробку металів тиском здійснюють...

1. впливом на метал зовнішніх сил, які спричиняють у металі напруження, що перевищують межу текучості, в результаті чого металева заготовка пластично деформується
2. заповненням порожнини ливарної форми, яка обертається
3. подаванням рідкого металу у ливарну форму під тиском, яке відрізняється високою точністю

2. Які види пластичною деформування ?

1. прокатування, вільне кування, об'ємне і листове штампування
2. прокатування, пресування, волочіння
3. прокатування, пресування, волочіння, вільне кування, об'ємне і листове штампування

3. Прокатуванням називають ...

1. обтискання металу обертовими валками прокатного стану
2. процес деформування нагрітої заготовки між бойками молота або преса
3. видавлювання нагрітого металу з замкнутої порожнини (контейнера) крізь отвір у матриці

4. Пресування полягає у ...

1. процесі обробки листового прокату в штампах на пресах
2. видавлюванні нагрітого металу з замкнутої порожнини (контейнера) крізь отвір у матриці
3. обтисканні металу обертовими валками прокатного стану

5. Волочіння — це ...

1. протягування металевої заготовки крізь отвір у волочильній матриці
2. обтискання металу обертовими валками прокатного стану
3. видавлювання нагрітого металу з замкнутої порожнини (контейнера) крізь отвір у матриці

6. Об'ємним штампуванням називають ...

1. процес деформування нагрітої заготовки між бойками молота або преса
2. процес обробки листового прокату в штампах на пресах
3. процес внаслідок якого заготовка, поміщена в робочу порожнину спеціального інструмента - штампа, пластично деформується, набираючи конфігурацію і розміри порожнини

7. Листове штампування - ...

1. процес обробки листового прокату в штампах на пресах
2. обтискання металу обертовими валками прокатного стану
3. видавлювання нагрітого металу з замкнутої порожнини (контейнера) крізь отвір у матриці

8. На опір деформуванню і пластичність впливає ...

1. температура деформації, вид напруженого стану, швидкість деформації
2. температура деформації, хімічний склад металевого сплаву
3. температура деформації, хімічний склад металевого сплаву, вид напруженого стану, швидкість деформації

9. Пластичністю називають ...

1. здатність металу в певних умовах римувати залишкову (пластичну) деформацію без руйнування
2. процес деформування нагрітої заготовки між бойками молота або преса
3. процес обробки листового прокату в штампах на пресах

10. Для чого проводять нагрівання металу при обробці тиском ?

1. його міцність зменшується, а пластичність збільшується, тому опір деформації значно менший, ніж при холодній обробці
2. його міцність збільшується, а пластичність зменшується, тому опір деформації значно менший, ніж при холодній обробці
3. його міцність збільшується, а пластичність також збільшується

11. Кування - ...

1. спосіб холодної обробки металів тиском, при якому метал, який оброблюється, протягується через калібрований отвір у волоці для зменшення перерізу вихідної заготовки
2. обробка тиском за допомогою універсального підкладного інструменту чи бойків
3. спосіб обробки металів тиском за допомогою штампів

12. Штампування - ...

1. спосіб обробки металів тиском за допомогою штампів
2. спосіб холодної обробки металів тиском, при якому метал, який оброблюється, протягується через калібрований отвір у волоці для зменшення перерізу вихідної заготовки
3. спосіб отримання виробів шляхом видавлювання нагрітого до температури гарячої обробки тиском металу, або холодного, який знаходиться в спеціальному штампі

13. Обробка металів тиском можлива завдяки чому?

1. твердості;
2. пластичності
3. міцності;

14. Залежно від температури обробки й температури рекристалізації розрізняють холодне й гаряче деформування металів. При яких температурах відбувається холодне деформування?

1. при температурах середніх від температури рекристалізації;
2. при температурах нижчих від температури рекристалізації;..
3. при температурах вищих від температури рекристалізації.

15. Що таке прокатування металевої заготовки?

1. даний вид обробки тиском полягає у видавлюванні нагрітого металу з замкнутої порожнини (контейнера) крізь отвір у матриці
2. даний вид обробки називають обтискання металу обертовими валками прокатного стану
3. цей вид обробки тиском полягає в протягуванні металевої заготовки крізь отвір у волочильній матриці

16. Перегрітий метал після кування, штампування або прокатування можна виправити. Як виправити?

1. термічною обробкою;...
2. процесом азотування.
3. процесом переплавлення;

Дугове зварювання

1. У чому полягає сутність дугового зварювання ?
2. Що називається зварювальним постом ?
3. З яких етапів складається процес запалювання зварювальної дуги ?
4. Яка історія винаходу дугового зварювання ?
5. З чого складається електрична дуга, пост дугового зварювання постійним та змінним струмом ?
6. Які бувають і як вибирають зварювальні електроди ?
7. Як приблизно визначається зварювальний струм ?



Короткі теоретичні відомості

Класифікація способів дугового зварювання

Дугове зварювання можна класифікувати за різними ознаками. Найістотнішими з них є характер впливу дуги на присадний і основний метали. Такий вплив може бути прямим, непрямим і комбінованим. За цією ознакою розрізняють такі основні види дугового зварювання: метод Бенардоса, метод Слав'янова, аргондугове зварювання і зварювання трифазною дугою.

Зварювання методом Бенардоса. При цьому методі зварювання (рис. 5.4, а) дуга постійного струму при прямій полярності (мінус на електроді і плюс на виробі) горить між вугільним або графітовим електродом 3 і зварюваним виробом або основним металом 1. Присадний метал 2 у зварювальне коло не ввімкнений, тому дуга прямо діє лише на основний метал і побічно на присадний.

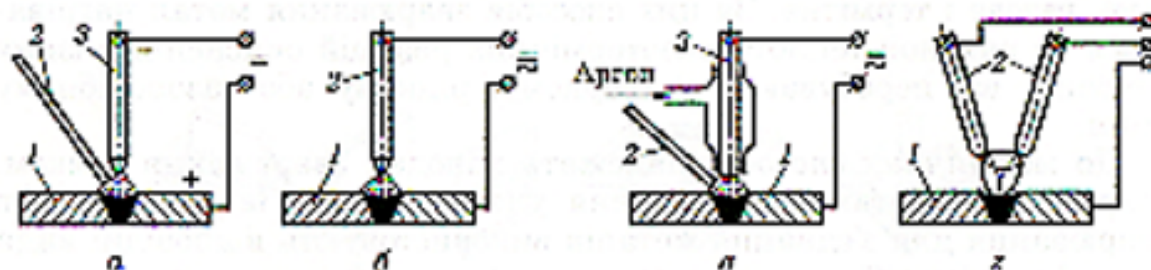


Рис. 5.4. Методи зварювання

При зворотній полярності, тобто коли електрод стає анодом (плюс на електроді), а виріб катодом (мінус на виробі) вугільна дуга стає нестійкою і відбувається науглецьовування металу.

Зварювання методом Бенардоса має незначне застосування, переважно при наплавленні порошковими твердими сплавами деталей, які зазнають швидкого спрацювання, і при виправленні дефекту в чавунних і бронзових виливках.

Зварювання методом Слав'янова. При такому методі дуга постійного (при прямій чи зворотній полярності) або змінного струму (рис. 5.4, б) горить між металевим плавким електродом 2, який одночасно є присадним металом, і зварюваним виробом 1. Цей метод застосовують при ручному, напівавтоматичному та автоматичному зварюванні і наплавленні чорних і кольорових металів.

Для захисту розплавленого металу від впливу кисню й азоту повітря при

ручному зварюванні використовують шлако- і газозахисні електродні покриття, а при напівавтоматичному і автоматичному зварюванні — різні флюси і захисні гази.

Аргонодугове зварювання. При аргонодуговому зварюванні (рис. 5.4, в) дуга постійного або змінного струму горить між зварюваним виробом *1* і неплавким вольфрамовим або плавким металевим електродом *3* в середовищі аргону, який підводиться в зону дуги для захисту розплавленого металу від оточуючого повітря. Присадний метал *2* у зварювальне коло не включений. У зв'язку з високою температурою плавлення (3400 °С) і кипіння (5900 °С) вольфраму, а також охолоджувальною дією аргону, що подається концентрично навколо вольфрамового електрода, ці електроди в дузі не плавляться. Аргонодугове зварювання застосовують переважно при зварюванні виробів з магнієвих і титанових сплавів, алюмінію та його сплавів, а також високолегованих сталей завтовшки до 5 мм.

Зварювання трифазною дугою (рис. 5.4, з) характеризується комбінованим впливом дуги на присадний і основний метали. При трифазному зварюванні одночасно горять три дуги: одна — між двома ізольованими один від одного металевими плавкими електродами *2*, а дві інші — між кожним з цих електродів *2* і зварюваним виробом *1*. Цей вид зварювання характеризується вищою продуктивністю порівняно зі способом Слав'янова.

Проте зварювання трифазною дугою має і низку недоліків. Основними з них є швидка втомлюваність зварника при ручному зварюванні внаслідок великих розмірів і маси електродотримача, необхідність виготовлення нестандартних спарених електродів, потреба в спеціальних трифазних зварювальних трансформаторах та ін. Тому цей метод застосовують в основному при автоматичному зварюванні металу великої товщини.

Характеристика зварювальної дуги

Фізична суть дуги. Зварювальна дуга — це потужний електричний розряд у газах, який супроводжується виділенням значної кількості теплоти і світла. З фізичного погляду вона є складним іонним і електронним процесом перенесення електричних зарядів через повітря. Повітря, як відомо, в звичайних умовах не проводить електричного струму. Якщо в повітрі з'являються заряджені часточки, тобто позитивні й негативні іони і вільні електрони, то воно стає провідником.

Для виникнення електронної емісії до катода й анода підводять певну різницю потенціалів, тобто підключають їх до джерела зварювального струму, а потім для розігрівання катода між катодом і анодом створюють короткочасне коротке замикання.

Після відривання електрода від виробу з розігрітого катода, яким при зварюванні постійним струмом залежно від полярності може бути і електрод, і виріб (при змінному струмі полярність змінюється), відбудеться випромінювання електронів, тобто електронна емісія. Електрони, що вилетіли з поверхні катода, направляються на анод і на своєму шляху, зіштовхуючись із молекулами і атомами газу, іонізують їх. Утворювані в дуговому проміжку негативні іони й електрони переміщуються до анода, а позитивні іони до катода. На поверхні катода й анода нейтралізуються заряджені часточки і електрична енергія перетворюється на теплову.

Електричні параметри дуги. Оскільки в момент короткого замикання електрод, виріб і повітряний проміжок між ними недостатньо нагріті, то для запалювання дуги потрібна вища напруга, ніж при її горінні. При зварюванні **змінним**

струмом напруга, потрібна для запалювання дуги, становить **55...80 В**. Для підтримання сталого горіння дуги достатньою є напруга **18...30 В** при ручному і **30...45 В** при автоматичному зварюванні. При зварюванні постійним струмом дуга запалюється при напрузі від **45 до 50 В**, а горить при напрузі **16...30 В**.

Значення зварювального струму становить від 30...50 до 600 А при ручному і від 100 до 4000 А при автоматичному зварюванні.

Будова дуги та її теплові властивості. Зварювальна дуга (рис. 5.5) складається з трьох частин: катодної, анодної і стовпа дуги. Майже весь простір займає стовп дуги 1, в якому відбуваються процеси іонізації і переміщення заряджених часточок до катода й анода. Температура стовпа дуги становить близько 6000 °С. Стовп дуги оточений ореолом 2, який є розжареною газоподібною сумішшю пари електродного і зварюваного металів та продуктів реакції цих парів з навколишнім газовим середовищем.



Рис. 5.5 Зварювальна дуга

При зварюванні постійним струмом розрізняють пряму і обернену полярність. У разі прямої полярності електрод вмикають у негативний полюс і він є катодом, а виріб під'єднують до позитивного полюса і він є анодом. При оберненій полярності — навпаки. Обернену полярність використовують для зварювання тонких та легкоплавких матеріалів.

Плавлення і перенесення електродного металу. При дуговому зварюванні металевим плавким електродом після запалювання дуги на торці електрода створюється краплина рідкого металу, яка при переході на основний метал зумовлює коротке замикання дугового проміжку. Після відривання краплини від електрода між електродом і виробом знову запалюється дуга.

Кількість цих краплин, що переносяться з короткими замиканнями, залежить від діаметра електрода, його марки, довжини дуги, значення струму, а також від інших умов і становить від 5 до 40 за секунду. Не весь розплавлений електродний метал переходить у шов. Приблизно від 10 до 20 % становлять втрати на вигар і розбрикування.

При ручному зварюванні коефіцієнт наплавлення залежить переважно від марки електрода, а також від значення і роду струму; для більшості електродів він становить $(10... 16) \cdot 3,6 \cdot 10^{-6}$ кг/А*с.

Плавлення основного металу і утворення наплавленого валика. При розплавленні основного металу в зоні зварювання утворюється зварювальна ванна 5 (рис. 5.6), в яку зі швидкістю до 40 м/с безперервним потоком надходять краплини електродного металу. Під дією тиску газів дуги у зварювальній ванні створюється заглиблення, що називається *кратером*. За глибиною кратера визначають також глибину проварювання. Остиглий розплавлений метал утворює наплавлений валик, або зварний шов 1, з дендритною структурою, властивою вилитому металу. Безпосередньо до нього прилягає перехідна зона 2, яка називається *зоною термічного*

впливу, або навколошовною зоною.

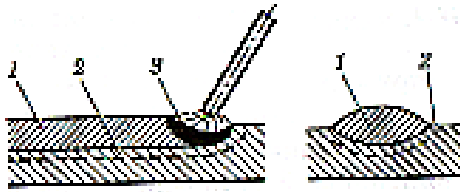


Рис. 5.6.

Зона термічного впливу є ділянкою основного металу, в якому внаслідок високого нагрівання і швидкого охолодження відбуваються явища нормалізації, загартування або відпускання.

Джерела струму для дугового зварювання

Для дугового зварювання застосовують як постійний, так і змінний струм. Джерелом постійного струму є зварювальні генератори постійного струму і зварювальні випрямлячі. Розрізняють селенові, германієві і силіцієві випрямлячі.

Генератори постійного струму будують стаціонарними і пересувними з приводом від електродвигуна (перетворювачі) і від двигуна внутрішнього згорання (агрегати).

При зварюванні змінним струмом використовують переважно зварювальні трансформатори.

Зварювальні трансформатори. Зварювальний трансформатор знижує високу напругу електромережі (220 або 380 В) до напруги холостого ходу трансформатора (55...80 В), що досягається за рахунок відповідного добору витків первинної і вторинної обмоток трансформатора.

Крім цього, трансформатор створює на дузі спадну зовнішню характеристику. З цією метою послідовно з дугою і вторинною обмоткою трансформатора вмикають так звану дросельну, або реактивну, обмотку. При проходженні зварювального струму у витках дросельної обмотки індукується ЕРС (електрорушійна сила) самоіндукції, яка має напрямок, протилежний основній ЕРС трансформатора. Тому напруга, підведена до дуги, знижується від значення холостого ходу до 18...45 В під час горіння дуги і майже до нуля при короткому замиканні.

Застосовують дві схеми вмикання дросельної обмотки з трансформаторними обмотками. При першій схемі (рис. 5.8, а) первинна I і вторинна II обмотки знижувального однофазного трансформатора розміщені на залізному осерді 1, а дросельна обмотка III — на осерді 2, які є двома окремо виконаними апаратами.

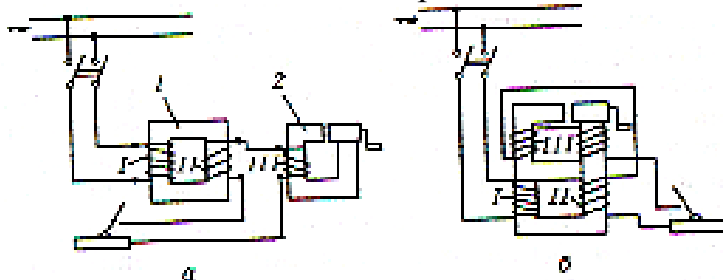


Рис. 5.8. Зварювальні трансформатори

При другій схемі вмикання (рис. 5.8, б) трансформаторні (I-II) і дросельна (III)

обмотки розміщені на спільному залізному осерді і є одним апаратом. Причому та частина осердя, на якій розміщені обмотки I і II , є власне трансформатором, а частина, на якій розміщена обмотка III , — дроселем.

У зварювальних трансформаторах струм регулюють зміною самоіндукції дроселя, тобто збільшенням або зменшенням повітряного зазору між рухомою і нерухомою частинами осердя дроселя.

При збільшенні зазору самоіндукція дроселя, яка залежить від магнітного потоку осердя дроселя, зменшується, а напруга на дузі і, отже, зварювальний струм збільшуються. Зі зменшенням зазору відбувається зворотне явище.

У зварювальних трансформаторах ТСК-500 (часто трапляються в ремонтних майстернях) струм регулюють переміщенням котушки

вторинної обмотки по спільному осердю спеціальним гвинтом. Для підвищення коефіцієнта потужності такі трансформатори мають у первинному ланцюгу конденсатор великої потужності.

Спеціальні зварювальні трансформатори трифазного струму застосовують для багатопостового зварювання змінним струмом і при зварюванні трифазною дугою.

Однопостові зварювальні генератори постійного струму. Спадну зовнішню характеристику у однопостових зварювальних генераторів постійного струму одержують безпосередньо в самому генераторі. Це досягається за рахунок розмагнічування основного потоку генератора магнітним потоком послідовної обмотки збудження або за рахунок реакції якоря.

Принципову електричну схему генератора, що працює за принципом розмагнічувальної послідовної обмотки збудження, зображено на рис. 5.9, а.

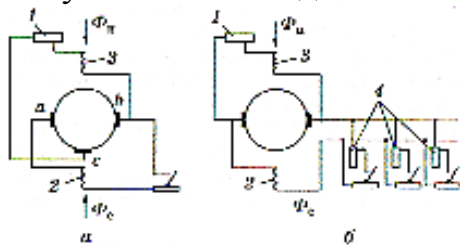


Рис. 5.9. Однопостові зварювальні генератори постійного струму

Генератор має дві обмотки збудження: обмотку 3 , що підключена до головної щітки B і допоміжної щітки c , і обмотку 1 — до головних щіток a і b .

Напруга між щітками B і c при холостому ході і всіх режимах навантаження залишається постійною. Тому постійними є і магнітний потік Φ_n , який створюється обмоткою 3 , що підключається до цих щіток. Обмотка 5 називається також *обмоткою незалежного збудження*. Під час холостого ходу ЕРС генератора, а отже, і напруга на головних щітках a , b і на дузі залежатиме тільки від магнітного потоку незалежної обмотки.

При запалюванні дуги зварювальний струм проходить через послідовну обмотку 1 , ввімкнену таким чином, що її магнітний потік Φ_c напрямлений проти магнітного потоку Φ_n . Тому ЕРС генератора, індукована в обмотці якоря генератора результирующим магнітним потоком, також знизиться, а це зумовить зниження напруги на дузі.

Під час короткого замикання потік Φ_c майже дорівнюватиме потоку Φ_n . Тому результирующим магнітний потік, а отже, і напруга на головних щітках a і b та на дузі також знизяться майже до нуля.

Зварювальний струм у генераторах такого типу регулюється зміною струму збудження незалежної обмотки за допомогою реостата 2 або за рахунок зміни кількості витків незалежної і серієсної обмоток.

Багатопостові зварювальні генератори постійного струму (рис. 5.9, б) мають послідовну 1 і паралельну 5 обмотки збудження, які створюють відповідно магнітні потоки Φ_c і Φ_n одного напрямку. Тому ці генератори мають не спадну характеристику, а жорстку.

При короткому замиканні втрата напруги в баластному реостаті майже дорівнює напрузі на затискачах генератора, тому напруга на дузі падає майже до нуля. Баластним реостатом користуються також для регулювання зварювального струму, а реостат 2 призначений для зміни напруги холостого ходу генератора.

Електроди для дугового зварювання

При дуговому зварюванні застосовують вугільні та металеві електроди. Вугільні електроди використовують при зварюванні методом Бенардоса, їх випускають у вигляді стрижнів діаметром від 6 до 30 мм. Металеві електроди використовують при зварюванні методом Слав'янова, їх виготовляють діаметром від 0,3 до 12 мм і до 450 мм завдовжки.

При дуговому зварюванні в інертних газах використовують переважно вольфрамові електроди.

Зварювальний дріт. Електроди, що застосовуються для дугового зварювання сталей, виготовляють зі сталевого зварювального дроту. За хімічним складом стандартом передбачено 77 марок дроту для зварювання і 31 марку для наплавлення з вуглецевої, легованої і високолегованої сталей. Усі вони мають обмежений вміст вуглецю, сірки і фосфору.

Позначення марок дроту складається з літер Св чи Нп, які характеризують призначення (зварювальна чи наплавлення), і далі через дефіс зазначається марка матеріалу.

Дріт постачається діаметром від 0,3 до 12 мм (для наплавлення від 0,3 до 8 мм) у мотках, котушках чи касетах із внутрішнім отвором 150...750 мм та масою від 1,5 до 40 кг.

Покриття електродів. Дугове зварювання стрижнями зі сталевого дроту (голими електродами) внаслідок незадовільної стійкості дуги, як правило, не застосовують. Для підвищення стабілізації зварювальної дуги на електродні стрижні наносять так звані тонкі, або стабілізуювальні, покриття. До них належать різні сполуки лужних і лужноземельних металів, які в дузі легше іонізуються, ніж кисень і азот повітря.

Обмазувальну масу виготовляють з тонкомелених і просіяних електродних компонентів у суміші з рідким склом.

При машинному нанесенні покриття обмазувальну масу виготовляють густою, подібною до віконної замазки, а при ручному нанесенні — подібною до сметани.

Позначення електродів. Для зварювання і наплавлення різних сталей у промисловості застосовують багато марок електродів. Умовне позначення електродів складається з позначення марки, типу, діаметра стрижня, типу покриття тощо, наприклад

Э46А-УОНИИ-13/45-3.0-УД2 ГОСТ 9466-75; 3432(5)-Б10 ГОСТ 9467-75,

яке розшифровується так: Э46А — тип електрода (3 — електрод для дугового

зварювання; 46 — границя міцності металу шва (460 МПа); А — гарантується одержання пластичного шва); УОНИИ-13/45 — марка електрода (з російської Универсальная обмазка Научно-исследовательского института — мається на увазі НДІ електрозварювання ім. Є.О. Патона АН України). До складу покриття електродів марки УОНИИ-13/45 входять такі компоненти: 53 % мармуру, 18 % плавикового шпату, 9 % кремнезему, 15 % феротитану, 3 % феросиліцію, 2 % феромангану і рідке скло в кількості 25 % від маси сухих компонентів; 3,0 — діаметр стрижня; У — для зварювання вуглецевих сталей; Д2 — з товстим покриттям другої групи; 432(5) — група індексів, які зазначають характеристику наплавленого металу і металу шва; 43 — тимчасовий опір на розрив — не менш як 460 МПа; 2 — відносне видовження не менш як 22 %; 5 — має ударну в'язкість не менш як 34,3 Дж/см² за температури мінус 40 °С; Б — основне покриття; 1 — для зварювання в усіх просторових положеннях; 0 — на постійному струмі оберненої полярності.

Вибір режиму зварювання

Основними параметрами режиму ручного дугового зварювання є **діаметр електрода і сила зварювального струму**. Швидкість зварювання і напруга дуги при ручному зварюванні, як правило, не регламентуються. Ці дані встановлює зварник залежно від марки електрода і положення шва в просторі.

Діаметр електрода вибирають залежно від товщини зварювального металу, катета шва і положення швів у просторі

Сила зварювального струму залежить в основному від діаметра електрода

Дуга може збуджуватися двома способами: дотиком впритул і відведенням перпендикулярно вгору або «чирканням» електродом як сірником. Другий спосіб зручніший, але непридатний у вузьких і незручних місцях.

З'єднання під зварювання складають у пристроях, найчастіше з прихватками.

Електродотримачі призначені для кріплення електрода та підведення до нього струму в процесі ручного дугового зварювання. Вони випускаються для струму 125, 315 та 500 А та дроту перерізом 25, 50 і 70 мм² відповідно. За конструкцією розрізняють вилкові, пасатижні ЗП-3, важільні ЗР-1, гвинтові ЗВ-4 та заціпні ЗУ-3001 електродотримачі.

Зварювальні дроти призначені для подачі струму від джерела живлення до електродотримача та зварюваної деталі. Переріз дроту вибирають із розрахунку 5...7 А/мм², наприклад для зварювання струмом 200 А потрібно дріт перерізом 30...40 мм².

Зварювальні шоломи та щитки і маски застосовують для захисту очей і шкіри обличчя від проміння зварювальної дуги та бризок розплавленого металу. Їх виготовляють із фібри або пластмас. Для спостереження за дугою в них роблять прямокутний виріз, облямований рамкою зі світлофільтром, який не пропускає ультрафіолетового та інфрачервоного проміння. Зовні світлофільтр прикритий захисним склом.

ТЕСТИ

1. Дуговим зварюванням називають ...

1. зварювання плавленням, при якому нагрів створюється електричною дугою
2. зварювання плавленням, при якому нагрів створюється паянням
3. зварювання плавленням, при якому нагрів створюється механічно

2. Електрична дуга - це ...

1. тривалий стійкий електричний розряд між двома електродами
2. тривалий стійкий електричний розряд між двома електродами в іонізованій атмосфері газів і парів металу
3. тривалий стійкий електричний розряд між газами і парами металу

3. Дуга складається ...

1. з двох частин: катодної, анодної
2. з чотирьох частин: катодної, анодної, електронної і стовпа дуги
3. з трьох частин: катодної, анодної і стовпа дуги.

4. Електричні властивості дуги характеризуються такими параметрами: ...

1. напругою, струмом
2. напругою, довжиною дуги
3. напругою, струмом і довжиною дуги

5. Зварювальний пост для ручного дугового зварювання змінним чи постійним струмом складається ...

1. із столу зварника, джерела живлення зварювальної дуги, гнучких зварювальних проводів, електродопримача, зварного шолома чи маски з світлофільтром
2. із столу зварника, джерела живлення зварювальної дуги, гнучких зварювальних проводів
3. із столу зварника, джерела живлення електродопримача, зварного шолома чи маски з світлофільтром

6. Для дугового зварювання застосовують ...

1. апарати постійного (зварювальні генератори і випрямлячі) або змінного (зварювальні трансформатори) струмів
2. апарати постійного (зварювальні генератори і випрямлячі)
3. змінного (зварювальні трансформатори) струмів

7. Для запалювання дуги потрібна напруга (напруга холостого ходу) при змінному струмі

1. 40-60 В (максимальна 90 В).
2. 50-70 В (максимальна 80 В),
3. 18 30 В

8. Для стійкого горіння відкритої дуги достатньою є напруга

1. 50-70 В (максимальна 80 В),
2. 40-60 В (максимальна 90 В).
3. 18 30 В

9. Електроди для дугового зварювання поділяють ...

1. на вугляні (графітові) й металеві
2. на вугляні (графітові)
3. на металеві

10. Процес різання відбувається за допомогою ...

1. електричної дуги,
2. ножівки
3. електричної дуги, яка розплавляє метал

11. Основними параметрами режиму ручного дугового зварювання є ...

1. діаметр електрода і сила зварювального струму.
2. сила зварювального струму

3. діаметр електрода

Газове зварювання

1. У чому полягає сутність газового зварювання металів ?
2. З яких частин складається зварювальне полум'я і його види ?
3. З чого складаються пости газового зварювання першого та другого типів, а також газового різання металів ?
4. Які витратні матеріали застосовуються при газовому зварюванні і різанні металів ?



Короткі теоретичні відомості

Газове зварювання почали застосовувати з кінця XIX століття, коли були розроблені промислові способи виробництва ацетилену і кисню. Порівняльна простота устаткування і велика універсальність дозволяють застосовувати газове зварювання для з'єднання тонколистових і тонкостінних виробів зі сталей, для наплавлення спрацьованих деталей під час їх ремонту, для зварювання виробів із чавуну, кольорових металів і сплавів, а також для нагрівання деталей під час поверхневого гартування, для місцевого підігріву заклепок при клепанні, при вигинанні труб, прутків, для розплавлення пристроїв під час твердого паяння тощо.

При газовому зварюванні (плавленні) кромки зварювальних виробів і присаджувальний метал розплавляються і зливаються у ванночку, яка при охолодженні кристалізується й утворює зварний шов. Для розплавлення металу використовують тепло, що виділяється при спалюванні **горючих газів** (ацетилену, метану, природного газу, водню, пропан-бутану), а також пари бензину і гасу. Найчастіше використовують ацетилен, який дає найбільшу температуру полум'я (3200° С). У якості **присадного металу** використовують сталевий дріт, чавунні прутки, дріт, прутки або стрічки з кольорових металів і сплавів, які за хімічним складом близькі до зварювального металу. **Зварювальні флюси** призначені для поліпшення якості зварювання. У процесі зварювання флюси, що вводять у зварювальну ванну, розплавляються і утворюють з окислами зварювальних металів легкоплавкі шлаки, які спливають на поверхню зварювальної ванни. Плівка розплавленого флюсу захищає розплавлений метал від окислення. Найчастіше в якості флюсів використовують буру та борну кислоту.

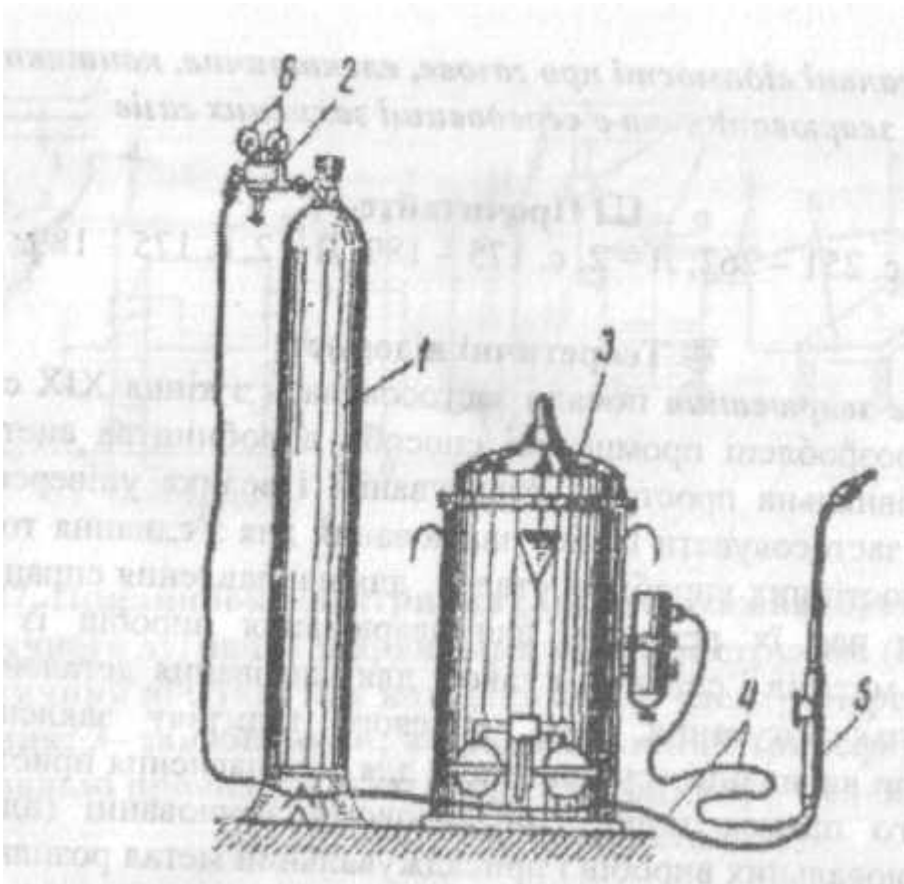


Рис. 28. Газозварювальна установка з ацетиленовим переносним газогенератором: 1 - кисневий балон; 2 - редуктор; 3 - ацетиленовий газогенератор; 4 — гумові рукави; 5 - зварювальний пальник; 6 - манометри

Склад флюсу вибирають залежно від виду зварювального металу. Флюси застосовують також для легування зварного шва при зварюванні легуваних сталей. Спеціально обладнане місце для зварювання називають *зварювальним постом*. У ремонтних майстернях використовують два типи газозварювальних постів. Пост першого типу складається з ацетиленового генератора і кисневого балона з редуктором. Пост другого типу складається з ацетиленового і кисневого балонів із відповідними редукторами.

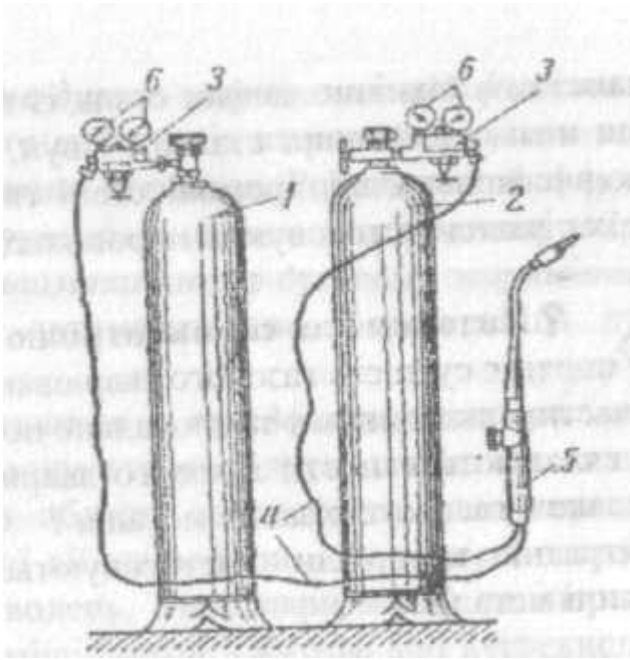


Рис. 29. Газозварювальна установка з кисневим і ацетиленовим балонами: 1 - кисневий балон; 2 - ацетиленовий балон; 3 - редуктори; 4 - гумові рукави; 5 - зварювальний пальник; 6 -- манометри

На ремонтних заводах, у великих ремонтних майстернях використовують пости з централізованим трубопровідним живленням пальників ацетиленом і киснем.

Газове різання можливе тільки для тих металів, у яких температура займання нижча від температури плавлення.

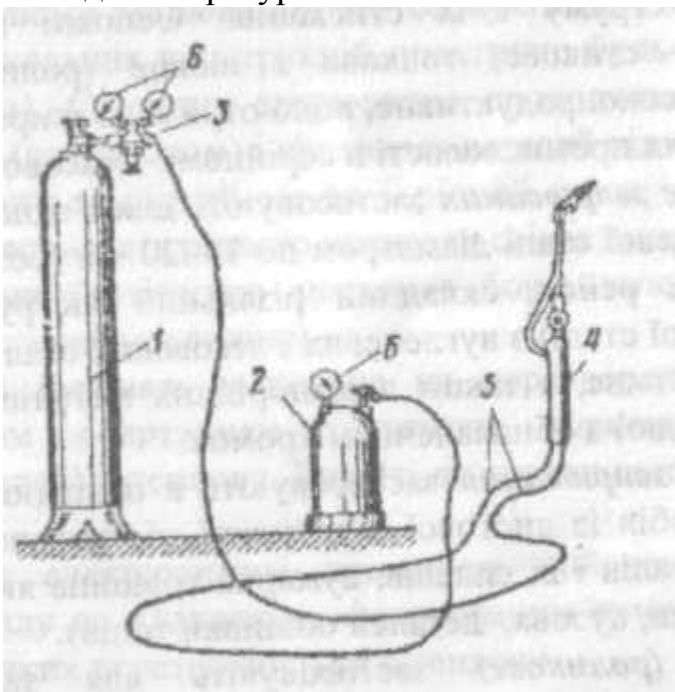


Рис. 30. Гасокиснева установка для різання металів: 1 - кисневий балон; 2 - бачок з гасом; 3 - редуктор; 4 - гасовий різак; 5 - гумові рукави; 6 - манометри

До них належить технічне залізо, сталь із вмістом вуглецю до 0,7% і деякі види низьколегованих сталей. Чавун, мідь, алюміній і їх сплави, а також високолеговані хромові сталі газовому різанню не піддаються. Для їх різання застосовують порошкові

флюси.

ТЕСТИ

1. У чому полягає сутність газового зварювання металів ?

4. кромки зварювальних виробів розплавляються і зливаються у ванночку, яка при охолодженні кристалізується й утворює зварний шов
5. кромки зварювальних виробів і присаджувальний метал розплавляються і зливаються у ванночку, яка при охолодженні кристалізується й утворює зварний шов.
6. кромки зварювальних виробів розплавляються і зливаються у ванночку

2. Для розплавлення металу використовують тепло, що виділяється при спалюванні горючих газів ...

4. ацетилену, метану, природного газу, водню, пропан-бутану
5. ацетилену, водню, пропан-бутану
6. ацетилену, метану, природного газу

3. Зварювальний пост першого типу ...

4. складається з ацетиленового і кисневого балонів із відповідними редукторами
5. складається з генератора і кисневого балонів із відповідними редукторами
6. складається з ацетиленового генератора і кисневого балона з редуктором.

4. Зварювальний пост другого типу ...

4. складається з ацетиленового і кисневого балонів із відповідними редукторами
5. складається з ацетиленового генератора і кисневого балона з редуктором.
6. складається з генератора і кисневого балона з редуктором.

Спеціальні способи зварювання. Поняття та технологія паяння і лудіння

1. У чому полягає сутність електричного контактного зварювання і застосування ?
2. У чому полягає сутність електричного стикового зварювання і застосування?
3. У чому полягає сутність електричного точкового зварювання і застосування?
4. У чому полягає сутність електричного шовного зварювання і застосування ?
5. У чому полягає сутність електричного напіваавтоматичного дугового зварювання і застосування ?
6. У чому полягає сутність електричного зварювання в середовищі і застосування?
7. У чому полягає сутність електричного індукційного зварювання і застосування?
8. У чому полягає сутність зварювання ультразвуком, і застосування ?
9. У чому полягає сутність електрошлакового зварювання і застосування ?
10. У чому полягає сутність зварювання тертям і застосування ?
11. У чому полягає сутність зварювання електронним променем і застосування?
12. У чому полягає сутність зварювання лазером і застосування ?
13. У чому полягає сутність паяння металів ?
14. . Які матеріали використовують для паяння ?
15. Які інструменти застосовують для паяння ?
16. . Яка технологія проведення паяння металів ?
17. У чому полягає сутність лудіння ?



Короткі теоретичні відомості

Електричне контактне зварювання ґрунтується на використанні тепла, що виділяється на стиску зварювальних виробів під час проходження струму і їх стискання. Основні види контактного зварювання - стикове, точкове і шовне (роликове). Контактне зварювання високопродуктивне, воно отримало широке застосування в багатьох галузях промисловості в серійному і масовому виробництві.

Стикове зварювання застосовують для з'єднання дроту, прутів з низьковуглецевої сталі діаметром до 15-20 мм (без оплавлення або опором), труб, рейок, складний різальний інструмент (свердла з швидкорізальної сталі) з вуглецевих і легованих сталей із перерізом до 50000 мм² і більше, а також з різнорідних металів (мідь зі сталлю, алюміній із міддю) з оплавленням кромок.

Точкове зварювання застосовують в основному при з'єднанні внапусток виробів із листової вуглецевої або легованої сталі, різних кольорових металів і їх сплавів, сумарна товщина яких не перевищує 10-12 мм (кабіни, кузова, деталей обшивки тощо).

Шовне (роликове) застосовують для зварювання баків тракторів, автомобілів, тари, посудини для зберігання і транспортування рідин, газів та інших продуктів, а також труб та інших герметичних виробів із тонких металевих листів (до 1,5 мм товщини).

Автоматичне дугове зварювання під флюсом полягає в тому, що зварювальна

дуга горить під шаром флюсу між голим зварювальним дротом і основним металом. Розплавлений флюс не дає металу окислятися, а це сприяє підвищенню якості металу зварного шва.

При напіваавтоматичному дуговому зварюванні подачу дроту і флюсу до виробу автоматизовано, переміщення дуги здійснюють вручну.

Дугове зварювання в середовищі захисних газів характеризується тим, що в зону горіння дуги подається захисний газ, який витісняє повітря з області зварювання, чим захищає зварювальну ванну від шкідливої дії атмосфери. Як захисні застосовують активні (вуглекислий газ, водень, азот, пари води) та інертні (аргон, гелій) гази, а також їх суміші (аргон з азотом або вуглекислим газом тощо). Найчастіше використовують вуглекислий газ, аргон.

Індукційне зварювання або зварювання металу струмами високої частоти виконують нагріваючи метал до пластичного стану або до оплавлення за допомогою індукційних струмів середньої (2-10 кГц) або високої (70-500 кГц) частоти з подальшим стисканням деталей.

Зварювання ультразвуком базується на руйнуванні окисних плівок у місці контакту двох виробів за допомогою ультразвукових коливань (15 100 кГц) і стисканні їх невеликими зусиллями.

Електрошлакове зварювання застосовують для з'єднання листів, штаб, литих і кованих конструкцій практично будь-якої товщини (від 40 до 400 мм). Спочатку зварювання проводиться дугою, яка горить між дротом (електродом) і кромками деталей під шаром флюсу. Потім, коли утвориться рідкий метал і рідкий шлак, дуга зникає, і електрод розплавляється від рідкого шлаку та стікає вниз, заповнюючи зазор між деталями (витіканню металу з боків запобігають мідні повзуни, які охолоджуються водою).

Зварювання тертям засноване на перетворенні механічної енергії (відносним обертанням і тертям торцевих поверхонь циліндричних деталей) в теплову. Нагріті до пластичного стану деталі стискаються.

Зварювання електронним променем здійснюється шляхом нагрівання матеріалу до плавлення сфокусованим пучком електронів, кінетична енергія яких перетворюється в теплову.

Зварювання лазером концентрованим світловим променем, який утворюється в установці, що називається **лазером** (оптичний генератор). Найчастіше використовують рубіновий лазер.

Паяння широко застосовується у різних галузях промисловості. У машинобудуванні його використовують при виготовленні лопатей і дисків турбін, трубопроводів, радіаторів, ребер двигунів повітряного охолодження, рам велосипедів, посудин промислового призначення, газової апаратури тощо. В електропромисловості та приладобудуванні паяння є в ряді випадків єдиним можливим методом з'єднання деталей. Його застосовують при виготовленні електро- і радіоапаратури, телевізорів, деталей електромашин, плавких запобіжників тощо.

Перевагами паяння є незначне нагрівання з'єднаних частин, що зберігає структуру й механічні властивості металу; чистота з'єднання, яка не потребує подальшої обробки; збереження розмірів і форми деталі; міцність з'єднання.

Сучасні способи дають змогу паяти вуглецеві, леговані нержавіючі сталі, кольорові метали та їх сплави.

Паяння - це процес виготовлення нероз'ємного з'єднання матеріалів з нагріванням нижче температури їх автономного плавлення (змочування, розтікання й заповнення зазору між ними розплавленим припоєм і зчеплення їх при кристалізації шва). Якість, міцність та експлуатаційна надійність паяного з'єднання, в першу чергу, залежать від правильного вибору **припою**.

Не всі метали і сплави можуть бути припоями. Вони повинні мати такі властивості:

- температуру плавлення нижчу за температуру плавлення матеріалів, що паяють;
- у розплавленому стані (у захисному середовищі, під флюсом або у вакуумі) добре змочувати матеріал, що паяється, і легко розтікається по його поверхні;
- забезпечувати досить високу зчеплюваність, міцність, пластичність і герметичність паяного з'єднання;
- мати коефіцієнт термічного розширення, близький до відповідного коефіцієнта матеріалу, що паяється.

У результаті тривалого практичного відбору і численних наукових досліджень були підібрані групи припоїв, що мають оптимальне поєднання властивостей.

Залежно від температури плавлення припої поділяються на тверді (тугоплавкі) - високоміцні, що мають температуру плавлення понад 500°C, та м'які (легкоплавкі) менш міцні, що мають температуру плавлення нижче 500°C.

Перевагами паяння є незначне нагрівання з'єднуваних частин, що зберігає структуру й механічні властивості металу; чистота з'єднання, яка не потребує подальшої обробки; збереження розмірів і форми деталі; міцність з'єднання. Сучасні способи дають змогу паяти вуглецеві, леговані й нержавіючі сталі, кольорові метали та їх сплави.

Основним інструментом для паяння є паяльник (рис. 1). Паяльники, що нагріваються полум'ям паяльної лампи, в горні, муфельній печі, належать до паяльників періодичного нагрівання, а електричним струмом, газом або рідким паливом – безперервного. Широко застосовують електричні паяльники, де мідний стрижень нагрівається теплотою, що виділяється в обмотці при проходженні струму і добре зберігає сталу температуру (400°C). Для нагрівання паяльників періодичного нагрівання застосовують паяльні лампи (рис. 2).

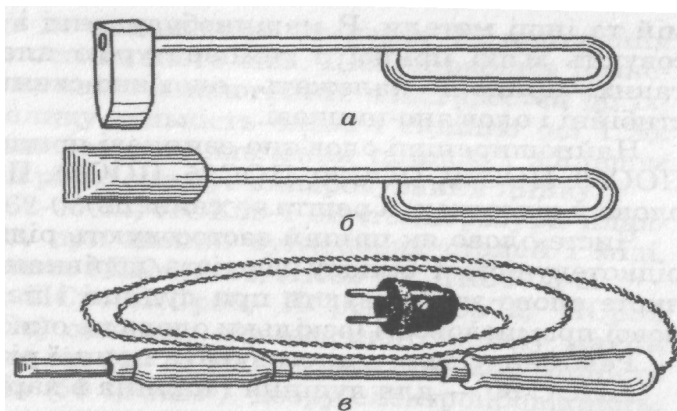


Рис. 1 Паяльники
а- молотковий; б — торцевий; в — електричний

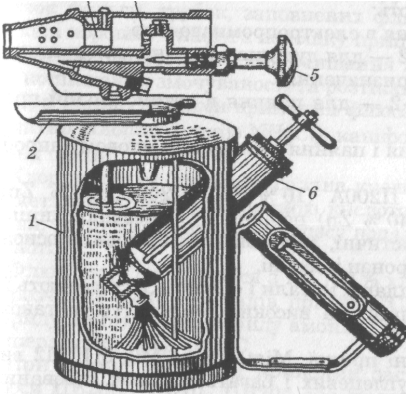


Рис. 2 Паяльна лампа:

1- резервуар для палива; 2- ванночка для розпалювання лампи; 3- змішувальна камера; 4- сопло; 5- ручка регулятора; 6- насос.

Якість, міцність та експлуатаційна надійність паяного з'єднання в першу чергу залежать від правильного вибору **припою**.

Не всі метали і сплави можуть бути припоями. Вони повинні мати такі властивості:

- температуру плавлення нижчу за температуру плавлення матеріалів, що паяють;
- у розплавленому стані (у захисному середовищі, під флюсом або у вакуумі) добре змочувати матеріал, що паяється, і легко розтікатися по його поверхні;
- забезпечувати досить високу зчіплюваність, міцність, пластичність і герметичність паяного з'єднання;
- мати коефіцієнт термічного розширення, близький до відповідного коефіцієнта матеріалу, що паяється.

У результаті тривалого практичного відбору і численних наукових досліджень були підбрані групи припоїв, що мають оптимальне поєднання властивостей.

Залежно від температури плавлення припої поділяються тверді (тугоплавкі) - високоміцні, що мають температуру плавлення понад 500°C, та м'які (легкоплавкі) - менш міцні, що мають температуру плавлення нижче 500°C.

З підвищенням температури швидкість окислення поверхонь деталей, що паяються, значно зростає, в результаті чого припій не пристає до деталі. Для видалення оксиду застосовують хімічні речовини, які називаються **флюсами**. Флюси поліпшують умови змочування поверхні металу, що паяється, розплавленим припоєм, захищають поверхню паяного металу та розплавленого припою від окислення при нагріванні та в процесі паяння, розчиняють існуючі на поверхні металу, що паяється, та припою оксидні плівки.

Покриття поверхні металевих виробів топким шаром сплаву (олова зі свинцем тощо), який відповідає призначенню виробу, називається **лудінням**, а шар, що наноситься, - **полудою**. Лудіння, як правило, застосовують під час підготовки деталей до паяння, а також для захисту виробів від корозії, окислення. Лудіння здійснюють двома способами - зануренням у полуду (невеликі вироби) і розтиранням (великі вироби).

Лудіння зануренням здійснюють у чистому металевому посуді, до якого закладають, а потім розплавляють полуду, насипаючи на поверхню дрібні шматочки деревного вугілля для запобігання окисленню. Повільно зануривши виріб у розплавлену полуду, тримають його у ній до прогрівання, а потім виймають, швидко

обтрушуючи. Залишки полуди знімають, протираючи клаптиком, обсипаним порошкоподібним нашатирем. Потім виріб промивають у воді й сушать у тирсі.

Лудіння розтиранням виконують попередньо нанісши на очищене місце хлористий цинк. Потім рівномірно нагрівають поверхню виробу до температури плавлення полуди, яка наноситься прутком припою. Обсипавши клаптик нашатирем, розтирають ним нагріту поверхню так, щоб полуда розподілялася рівномірно. Після цього нагрівають і в тому самому порядку лудять інші місця. Після лудіння охолоджений виріб протирають змоченим водою піском, промивають водою і сушать.

ТЕСТ №10

1. Стикове зварювання застосовують для ...
 1. для з'єднання внапусток виробів із листової вуглецевої або легованої сталі, різних кольорових металів і їх сплавів, сумарна товщина яких не перевищує 10-12 мм
 2. з'єднання дроту, прутів з низьковуглецевої сталі діаметром до 15-20 мм труб, рейок, складний різальний інструмент, а також з різнорідних металів (мідь зі сталлю, алюміній із міддю) з оплавленням кромки
 3. зварювання баків тракторів, автомобілів, тари, посудини для зберігання і транспортування рідин, газів та інших продуктів, а також труб та інших герметичних виробів із тонких металевих листів
2. Точкове зварювання застосовують ...
 1. в основному при з'єднанні внапусток виробів із листової вуглецевої або легованої сталі, різних кольорових металів і їх сплавів, сумарна товщина яких не перевищує 10-12 мм
 2. на використанні тепла, що виділяється на стиску зварювальних виробів під час проходження струму і їх стискання
 3. нагріваючи метал до пластичного стану або до оплавлення за допомогою індукційних струмів
3. Шовне (роликоне) зварювання застосовують для ...
 1. використання тепла, що виділяється на стиску зварювальних виробів під час проходження струму і їх стискання
 2. зварювання баків тракторів, автомобілів, тари, посудини для зберігання і транспортування рідин, газів та інших продуктів, а також труб та інших герметичних виробів із тонких металевих листів
 3. з'єднання листів, штаб, литих і кованих конструкцій практично будь-якої товщини
4. Автоматичне дугове зварювання під флюсом полягає в...
 1. тому, що зварювальна дуга горить під шаром флюсу між голим зварювальним дротом і основним металом
 2. в основному при з'єднанні внапусток виробів із листової вуглецевої або легованої сталі,
 3. на руйнуванні окисних плівок у місці контакту двох виробів за допомогою ультразвукових коливань
5. При напівавтоматичному дуговому зварюванні ...
 1. подачу дроту до виробу автоматизовано, переміщення дуги здійснюють

вручну

2. здійснюється з'єднання листів, штаб, литих і кованих конструкцій практично будь-якої товщини
3. подачу дроту і флюсу до виробу автоматизовано, переміщення дуги здійснюють вручну

6. Дугове зварювання в середовищі захисних газів характеризується тим, ...

1. що в зону горіння дуги подається захисний газ, який витісняє повітря з області зварювання, чим захищає зварювальну ванну від шкідливої дії атмосфери
2. що зварювальна дуга горить під шаром флюсу між голим зварювальним дротом і основним металом
3. що зварювальна дуга горить під шаром флюсу між голим зварювальним дротом і основним металом

7. Зварювання ультразвуком базується ...

1. на руйнуванні окисних плівок у місці контакту двох виробів за допомогою ультразвукових коливань (15 100 кГц) і стисканні їх невеликими зусиллями.
2. в основному при з'єднанні внапусток виробів із листової вуглецевої або легованої сталі, різних кольорових металів і їх сплавів, сумарна товщина яких не перевищує 10-12 мм
3. тим, що зварювальна дуга горить під шаром флюсу між голим зварювальним дротом і основним металом

8. Електрошлакове зварювання застосовують ...

1. для зварювання баків тракторів, автомобілів, тари, посудини для зберігання і транспортування рідин, газів та інших продуктів, а також труб та інших герметичних виробів із тонких металевих листів
2. для з'єднання листів
3. для з'єднання листів, штаб, литих і кованих конструкцій практично будь-якої товщини

9. Паяння - це ...

1. ділянка зварного з'єднання, що утворилась у результаті зварювання на межі з'єднувальних деталей
2. процес виготовлення нероз'ємного з'єднання матеріалів з нагріванням нижче температури їх автономного плавлення
3. покриття поверхні металевих виробів тонким шаром сплаву (олова, сплаву олова зі свинцем тощо), який відповідає призначенню виробу

10. Як здійснюється процес паяння матеріалів?

1. змочування, розтікання й заповнення зазору між ними розплавленим припоєм і зчеплення їх при кристалізації шва
2. змочування, розтікання й заповнення зазору між ними
3. змочування розплавленим припоєм і зчеплення їх при кристалізації шва

11. Які властивості припоїв ви знаєте?

1. температуру плавлення нижчу за температуру плавлення матеріалів
2. температуру плавлення вищу за температуру плавлення матеріалів, що паяють
3. температуру плавлення нижчу за температуру плавлення матеріалів, що паяють; у розплавленому стані добре змочувати матеріал, що паяється, і легко розтікатися по його поверхні

12. Що таке лудіння ?

1. Покриття поверхні металевих виробів тонким шаром сплаву (олова, сплаву олова зі свинцем тощо), який відповідає призначенню виробу
2. Процес виготовлення нероз'ємного з'єднання матеріалів з нагріванням нижче температури їх автономного плавлення
3. Ділянка зварного з'єднання, що утворилась у результаті зварювання на межі з'єднувальних деталей

Основні види слюсарної обробки металів.

1. Охарактеризуйте інструменти, які застосовують для рубання металу
2. Як вибирають інструменти, які застосовують для рубання металу?
3. Які інструменти застосовують для ручного різання металу ?
4. Як вибирають інструменти, які застосовують для ручного різання металу ?
5. Які є види напилків, де їх застосовують?
6. Які ви знаєте способи обпилювання?
7. Які є інструменти для виготовлення отворів?
8. Як вибрати діаметр свердла для виготовлення гайки і діаметр стрижня для виготовлення болта?
9. Охарактеризуйте особливості обробки металів шабруванням.?
10. Охарактеризуйте особливості обробки металів притиранням, .?
11. Охарактеризуйте особливості обробки металів поліруванням.?
12. Що таке процес обпилювання?
13. При якій товщині металу застосовуються звичайні ручні ножиці?
14. Який інструмент виготовляють із сталі У10А або У13А?
15. Що таке процес зенкування?



Короткі теоретичні відомості

Рубання здійснюють тоді, коли за умовами виробництва верстатну обробку важко або нераціонально виконувати через низьку точність. **Рубанням** називається слюсарна операція, коли за допомогою різального (зубила, крейцмейселя та інших) та ударного (слюсарного молотка) інструментів з поверхні заготовки видаляють зайвий шар металу або розрубують заготовку на частини. **Слюсарне** зубило - найпростіший різальний інструмент, у якому форма клина виражена особливо чітко. Залежно від того, як буде загострено різальний клин, як він буде встановлений щодо площини (поверхні) заготовки, напрямку спрямованої сили, що витрачається в процесі різання, можна знизити шорсткість оброблюваної поверхні, збільшити термін служби різального інструмента. **Крейцмейсель** відрізняється від зубила різальною кромкою. Він призначений для вирубування вузьких канавок, шпонкових пазів тощо. Однак досить часто ним користуються для зрубання поверхневого шару з широкої плити: спочатку крейцмейселем прорубують канавки, а виступи, що залишилися, зрубують зубилом. **Слюсарний молоток** це інструмент для ударних роби. Він має ударник і рукоятку. Виготовляють молотки двох типів: з квадратним і круглим бойками. Основною характеристикою молотка є його маса. Під час рубання використовують поворотні й неповоротні лещата з паралельними губками. Під час важкої ковальської роботи використовують стільцеві лещата, які прикріплюють на спеціальній тумбі.

Положення корпусу і ніг. Правильне положення корпусу і утримання (хватка) інструмента під час рубання - важливі умови високопродуктивної праці.

Під час рубання металу зубилом положення корпусу і ніг має забезпечити якнайбільшу стійкість працюючого при нанесенні удару.

Тримання (хватка) зубила. Зубило беруть у ліву руку за середню частину на відстані 15-20 мм від кінця ударної частини; сильно стискувати в руці зубило не слід. Удари наносять правою рукою. При рухах правої руки, що наносить удари по зубилу, ліва рука відіграє роль балансу при послідовному встановленні інструмента. Робота зубилом вручну потребує виконання основних правил рубання і відповідної тренуваності. **Під час розрубання металу** зубило встановлюють вертикально і рубають плечовим ударом. Листовий метал завтовшки до 2 мм розрубують з одною удару. При цьому під нього підкладають підкладку з м'якої сталі. Листовий метал завтовшки більш як 2 мм або штабовий матеріал надрубують приблизно на половину товщини з обох боків, а потім або відбивають, ламають, перегинаючи його то в один, то в інший бік. **Вирубання заготовок із листового металу.** Після розмічений контуру виготовлюваної деталі заготовку кладуть на плиту і знімають вирубанням (не по лінії розмітки, а відступивши від неї 2-3 мм - припуск на обпилювання). **Рубання листового і штабового металу** виконують у лещатах. Рубання листового матеріалу, як правило, проводять на рівні губок лещат. Заготовку (виріб) міцно затискають у лещатах так, щоб розмічальна лінія збігалася з рівнем губок. **Рубання широких поверхонь** — трудомістка і малопродуктивна операція, яка використовується тоді, коли неможливо зняти шар металу на стругальному або фрезерному верстаті.

Випрямлення та рихтування - це операції з випрямлення металу, заготовок і деталей, що мають вм'ятини, хвилястість, жолоблення, викривлення тощо. Ці операції мають одне й те ж призначення, але різняться прийомами виконання та інструментами, які використовуються.

Згинання це спосіб обробки металу, при якому заготовці або її частині надається зігнута форма. Слюсарне згинання виконується молотками (краще з м'якими бойками) у лещатах, на плиті або за допомогою спеціальних пристроїв. Тонкий листовий метал згинають дерев'яними молотками.

Різанням називають відокремлення частини заготовок від сортового або листового металу. Різання виконують як зі зняттям стружки, так і без нього. Різання зі зняттям стружки здійснюють ручною ножівкою, на ножівкових, круглопиляльних, токарно-відрізних верстатах, воно також може бути газове, дугове. Без зняття стружки матеріали розрізують ручними важільними і механічними ножицями, гострозубцями, труборізами, прес-ножицями, у штампах. До різання належить також надрізування металу.

Звичайні ручні ножиці застосовують, для різання листів сталі завтовшки 0,5-1 мм і листів з кольорових металів завтовшки до 1,5 мм. Ручні ножиці виготовляють із прямими і кривими різальними лезами.

Обпилюванням називається операція з обробки металів та піших матеріалів зняттям незначного шару напилками вручну або на обпилювальних верстатах.

Напилками слюсар надає деталям потрібної форми і розмірів, припасовує одну до одної деталі, підготовлює кромки деталей до зварювання тощо.

Напилки - це сталевий брусок певного профілю і довжини, на поверхні якого є насічки (нарізки), що утворюють западини і гостро заточені зубці, які у перерізі мають форму клина. Напилки виготовляють зі сталі У10А або У13А (допускається легрована хромиста сталь ШХ15 або 13Х).

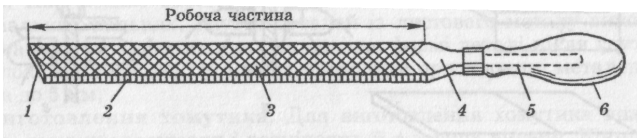


Рис.1 Напилка:

1-носик; 2-ребро; 3-робоча поверхня; 4-пятка; 5-хвостовик; 6-ручка.

Вибір напилка. Для певної роботи вибирають тип напилка, його довжину і номер насічки. Тип напилка визначається формою оброблюваної поверхні, довжина її розмірами. Довжина напилка повинна бути на 50 мм більшою за розмір оброблюваної поверхні. Для обпилювання тонких пластин, припасовувальних і оздоблювальних робіт беруть короткі напилки з дрібною насічкою. Коли потрібно зняти великий припуск, працюють напилками завдовжки 300-400 мм з крупною насічкою.

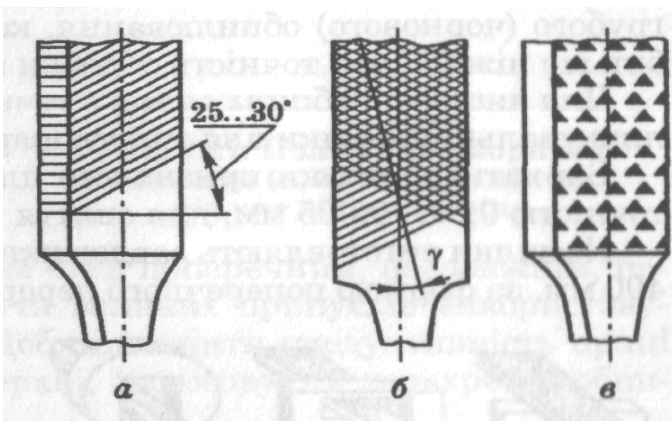


Рис. 2 Насічки напилків:

а — одинарна; б — подвійна;

в — рашпільна

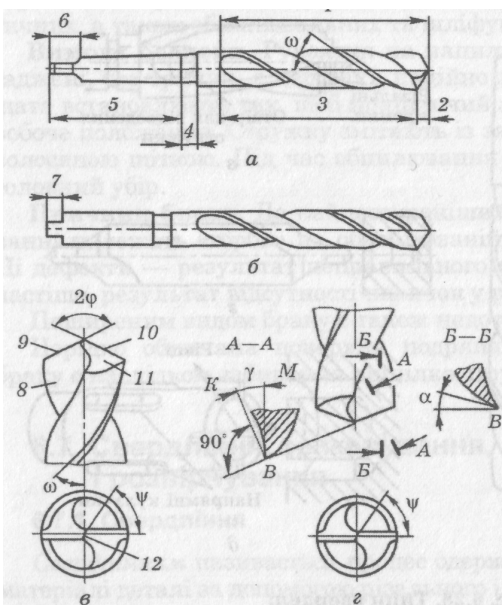


Рис. 3 Спіральне свердло, його частини та геометричні параметри

Свердління отворів здійснюється в основному на свердлильних верстатах. Якщо деталь неможливо встановити на верстат або отвори розміщені у важкодоступних місцях, їх свердлять за допомогою коловоротів, тріскачок, дрилів, ручних електричних і пневматичних свердлильних машинок.

Свердлінням називається утворення отворів у суцільному матеріалі за допомогою різального інструмента - свердла, якому надають обертального та поступального руху відносно осі.

Свердління застосовують, щоб зробити незначні отвори невисокого ступеня точності й значної шорсткості, наприклад, під кріпильні болти, заклепки, шпильки тощо; зробити отвори під нарізання різьби, розвірчування та зенкерування.

Розсвердлюванням називається збільшення розміру отвору в суцільному матеріалі, яке дістали литтям, штампуванням, куванням чи іншими способами.

Свердлінням та розсвердлюванням можна зробити отвори з точністю до 10-го, а в окремих випадках - до 11-го квалітету та шорсткістю поверхні Ra 320-80. Якщо потрібна вища якість поверхні отвору, його (після свердління) додатково зенкують і розвертають.

Зенкування - це процес обробки спеціальним інструментом циліндричних або конічних заглиблень і фасок просвердлених отворів під головки болтів, гвинтів і заклепок.

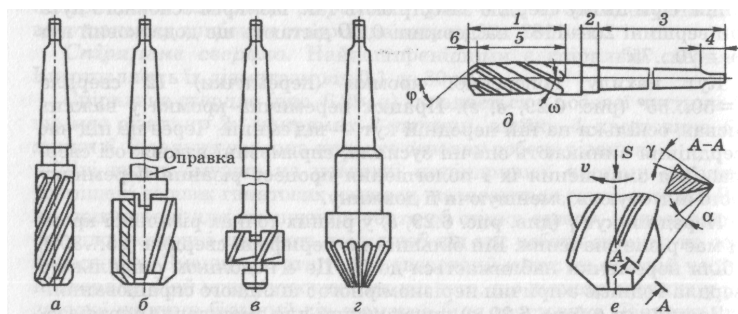


Рис. 4. Зенкери, їх типи, елементи та геометричні параметри

Розвертання - це процес чистової обробки отворів, який забезпечує точність за 7-9-м квалітетами і шорсткість поверхні Ra 1,25-0,63. Отвори розвірчують тоді, коли до них ставлять підвищені вимоги щодо точності і шорсткості поверхні. Інструментом для цієї операції є розвертки (рис. 6.31).

Залежно від способу застосування розвертки поділяють на ручні і машинні.

За конструктивними особливостями розвертки бувають хвостові і насадні, суцільні і з вставними ножами.

За формою оброблюваного отвору розрізняють розвертки циліндричні, конічні і ступінчасті.

Тепер широко застосовують розвертки, оснащені твердими сплавами ВК6, ВК8 для обробки чавуну і Т15К6 — для обробки сталі.

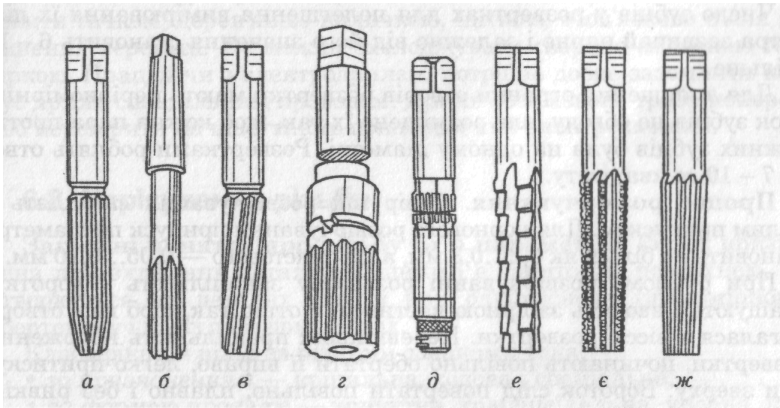


Рис. 5 Розвертки:

а- прямозуба; б- машинна прямозуба; в- спіральна; г- циліндрично-насадна; д- регульована; е- конічна чорнова; є- конічна проміжна; ж- конічна чистова

ТЕСТ №11

1. Рубанням називається ...

1. слюсарна операція, коли за допомогою різального інструментів з поверхні заготовки видаляють зайвий шар металу
2. слюсарна операція, коли за допомогою ударного інструментів розрубують заготовку на частини.
3. слюсарна операція, коли за допомогою різального та ударного інструментів з поверхні заготовки видаляють зайвий шар металу або розрубують заготовку на частини.

2. Яке призначення крейцмейселя

1. Він призначений для вирубування вузьких канавок, шпонкових пазів тощо
2. Він призначений для вирубування вузьких канавок
3. Він призначений для вирубування шпонкових пазів тощо

3. Чим відрізняється крейцмейсель від слюсарного зубила?

1. крейцмейсель беруть лівою рукою, а зубило правою
2. відрізняється ударною частиною
3. відрізняється різальною кромкою.

4. Для чого призначений крейцмейсель?

1. для вирубування вузьких канавок, шпонкових пазів тощо.
2. для зниження шорсткості оброблюваної поверхні
3. для ударних робіт

5. Різанням називають...

1. це процес обробки спеціальним інструментом циліндричних або конічних заглиблень
2. відокремлення частини заготовок від сортового або листового металу
3. операція з обробки металів та інших матеріалів зняттям незначного шару напилками вручну або на обпилювальних верстатах.

6. Обпилюванням називається ...

1. збільшення розміру отвору в суцільному матеріалі, яке дістали литтям,

- штампуванням, куванням чи іншими способами
- операція з обробки металів та інших матеріалів зняттям незначного шару напилками вручну або на обпилювальних верстатах.
 - це процес обробки спеціальним інструментом циліндричних або конічних заглиблень і фасок просвердлених отворів під головки болтів, гвинтів і заклепок

7. Свердлінням називається ...

- утворення отворів у суцільному матеріалі за допомогою різального інструмента - свердла, якому надають обертального та поступального руху відносно його осі
- операція з обробки металів та інших матеріалів зняттям незначного шару напилками вручну або на обпилювальних верстатах
- збільшення розміру отвору в суцільному матеріалі, яке дістали литтям, штампуванням, куванням чи іншими способами

8. Зенкування —

- операція з обробки металів та інших матеріалів зняттям незначного шару напилками вручну або на обпилювальних верстатах
- це процес обробки спеціальним інструментом циліндричних або конічних заглиблень і фасок просвердлених отворів під головки болтів, гвинтів і заклепок
- збільшення розміру отвору в суцільному матеріалі, яке дістали литтям, штампуванням, куванням чи іншими способами

9. Розвертання - ...

- це процес чистової обробки отворів, який забезпечує точність за 7-9-м квалітетами і шорсткість поверхні
- утворення отворів у суцільному матеріалі за допомогою різального інструмента - свердла, якому надають обертального та поступального руху відносно його осі
- це процес обробки спеціальним інструментом циліндричних або конічних заглиблень і фасок просвердлених отворів під головки болтів, гвинтів і заклепок

10. Різьби на деталях виготовляють ...

- нарізуванням на свердлильних, різьбонарізних і токарних верстатах, а також накатуванням, тобто методом пластичних деформацій
- нарізуванням на свердлильних, різьбонарізних і токарних верстатах
- накатуванням, тобто методом пластичних деформацій

11. Внутрішню різьбу нарізують ...

- плашками, прогонками
- плашками
- мітчиком

12. Шабруванням називається ...

- операція зняття (зіскоблювання) з поверхонь деталей дуже тонких часток металу спеціальним різальним інструментом - шабером
- процес з'єднання двох або кількох деталей за допомогою заклепок
- обробка деталей, що працюю парі, для забезпечення контакту їх робочих поверхонь

13. Притиранням називається ...

- процес з'єднання двох або кількох деталей за допомогою заклепок
- обробка деталей, що працюю парі, для забезпечення контакту їх робочих поверхонь
- операція зняття (зіскоблювання) з поверхонь деталей дуже тонких часток металу спеціальним різальним інструментом - шабером

14. Що таке процес обпилювання?

1. це зняття незначного шару металу вручну.
2. це зняття незначного шару стружки металу
3. це процес чистової обробки металу, який забезпечує точність

15. Який інструмент виготовляють із сталі У10А або У13А?

1. шабери
2. напилки
3. ручні ножиці

Вимірювання деталей інструментом. Робоче місце слюсаря

1. Які основні інструменти та пристосування застосовують при розмічанні?
2. Яке призначення зубила та крейцмейселя?
3. Які інструменти застосовують для різання листового матеріалу і труб?
4. Для чого служать рисувалки?
5. Поясніть, що таке рейсмус?
6. Чим відрізняється крейцмейсель від слюсарного зубила?
7. Для чого призначений крейцмейсель?
8. Який інструмент використовують для ділення відрізків і геометричних побудов?
9. Які основні вимоги повинно відповідати робоче місце слюсаря?
10. Назвіть види слюсарних робіт.
11. Що таке робоче місце слюсаря?
14. Яке обладнання, інструменти повинні бути на робочому місці слюсаря?
15. Що розуміють під слюсарними роботами?
16. Який типовий набір допоміжного інструменту повинен мати слюсар?



Короткі теоретичні відомості

Щоб знати, де і до яких розмірів обробляти заготовку, її спочатку розмічають. Розміченням виконують точно і охайно, бо помилки, допущені при цьому, можуть призвести до браку. Буває і навпаки: неточно відлиту, а тому забраковану заготовку можна виправити ретельним розміченням, перерозподіливши припуски на кожному оброблювану поверхню.

Розміченням називається операція нанесення на оброблювану заготовку розмічальних ліній (рисок), що визначають контури майбутньої деталі чи місця, яке потрібно обробляти. Залежно від форми розмічуваних заготовок і деталей розмічення поділяють на **площинне** та **просторове** (об'ємне). **Площинне розмічення**, що виконують, звичайно, на поверхнях плоских деталей, па штабовому і листовому матеріалі полягає у нанесенні на заготовку контурних паралельних і перпендикулярних ліній (рисок), кіл, дуг, кутів, осьових ліній, різноманітних геометричних фігур за заданим розміром чи контурів різних отворів за шаблонами. **Просторове розмічення** найчастіше застосовується в машинобудуванні; за прийомами воно суттєво відрізняється від площинного. Складність просторового розмічання полягає в тому, що доводиться не тільки розмічати окремі поверхні деталей, розміщені в різних площинах і під різними кутами одна до одної, а й ув'язувати розмітки цих окремих поверхонь між собою. Для проведення розмічення використовують розмічальні плити, підкладки, поворотні пристрої, домкрати тощо.

Підкладки служать для забезпечення правильного встановлення деталей при розміченні, а також для захисту розмічальних плит від подряпин. Залежно від призначення підкладки бувають різних конструкцій.

Рисувалки (голки) служать для нанесення ліній (рисок) на розмічувану поверхню за допомогою лінійки, кутника чи шаблона.

Кругла рисувалка — це сталевий стержень завдовжки 150-200 мм і діаметром 4-5 мм, один кінець якого загартовано на довжину 20-30 мм і загострено під кутом 15° , а другий зігнуто в кільце діаметром 25-30 мм.

Рисувалка з відігнутих кінцем — це загострений з обох сторін сталевий стержень, один кінець якого відігнуто під кутом 90° .

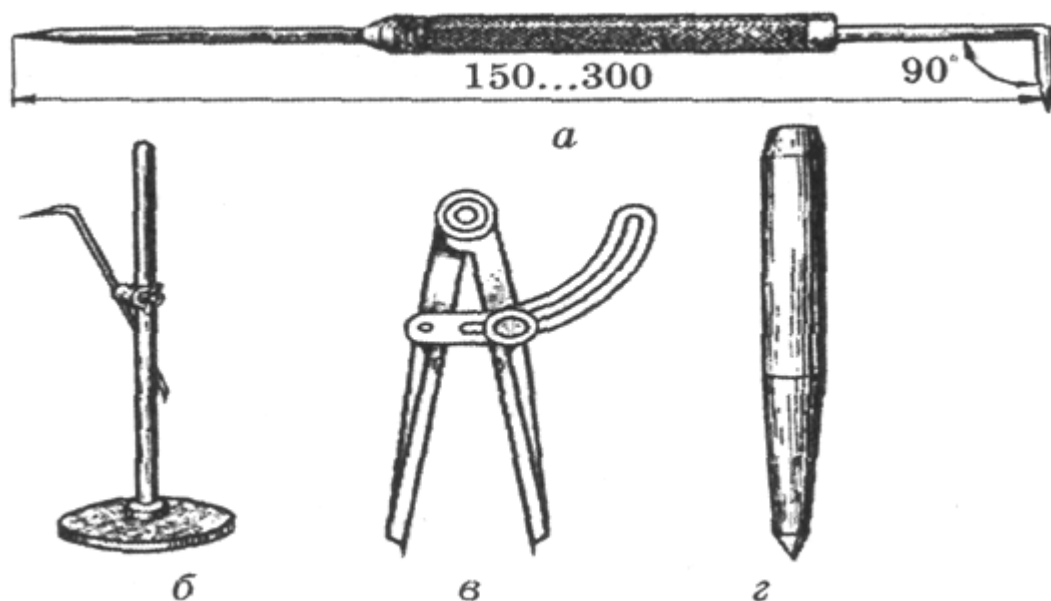


Рис.1 Розмічувальні інструменти:

а — рисувалка; б — рейсмус з рисувалкою; в — розмічувальний циркуль; г — кернер

Кернер — слюсарний інструмент для нанесення заглиблень (кернів) на попередньо розмічених лініях (керни роблять для того, щоб риски були нанесені помітно та не стиралися в процесі обробки деталі).

Циркулі використовують для розмічених кіл і дуг, ділення відрізків і кіл, а також для геометричних побудов. Циркулями користуються і для перенесення розмірів з вимірювальних лінійок на деталь.

Розмічальний штангенциркуль призначений для точного розмічення прямих ліній і центрів, а також для кіл великих діаметрів.

Рейсмус є основним інструментом для просторового розмічення і служить для нанесення паралельних, вертикальних і горизонтальних ліній, а також для перевірки встановлення деталей на плиті.

Перед розміченням необхідно виконати такі операції:

- сталюю щіткою очистити заготовку від пилу, бруду, окалини, слідів корозії тощо;
- ретельно оглянути заготовку. При виявленні раковин, пухирів, тріщин, точно виміряти їх і, складаючи план розмічення, вжити заходів щодо видалення цих дефектів у процесі подальшої обробки (якщо це можливо);
- усі розміри заготовки мають бути ретельно розраховані, щоб після обробки на поверхні не залишилося дефектів;
- вивчити креслення розмічуваної деталі, з'ясувати її особливості та призначення;

- уточнити розміри, уявно накреслити план розмічення (встановлення деталі на плиті, спосіб і порядок роботи);
- особливу увагу приділити припускам на обробку (їх беруть з довідників залежно від матеріалу і розмірів деталі, її форми, способу встановлення при обробці);
- визначити базові поверхні (базис) заготовки, від яких слід відкладати розміри у процесі роботи;
- при площинному розміченні базами можуть бути оброблені кромки заготовки або осьові лінії, які наносять у першу чергу.

Для фарбування поверхонь використовують різноманітні барвники.

Нанесення розмічальних рисок. Розмічальні риси наносять у такій послідовності: спочатку проводять горизонтальні, потім - вертикальні, після цього - похилі, останніми кола, дуги та заокруглення. Креслення дуг, в останню чергу, дає змогу проконтролювати точність проведення прямих рисок: якщо вони нанесені точно, дуга замкне їх і сполучення вийде плавним. **Відшукування центрів кіл** здійснюють за допомогою центровшукачів та центронамітників. **Розмічення за шаблонами.** Для підвищення продуктивності праці застосовують вдосконалені прийоми розмічення та спеціальні пристрої. Розмічення за шаблоном застосовують при виготовленні великих партій однакових за формою і розмірами деталей. **Розмічення за зразком** відрізняється тим, що не потребує виготовлення шаблона. Цей спосіб використовують під час ремонтних робіт, коли розміри знімають безпосередньо з деталі, що вийшла з ладу, і переносять на розмічуваний матеріал. **Точне розмічення (розмічення за кресленням)** виконують за тими самими правилами, що й звичайне, але використовують точніші вимірювальні та розмічальні інструменти.

Слюсарне зубило - найпростіший різальний інструмент, у якому форма клина виражена особливо чітко. Залежно від того, як буде загострено різальний клин, як він буде встановлений щодо площини (поверхні) заготовки, напрямку спрямованої сили, що витрачається в процесі різання, можна знизити шорсткість оброблюваної поверхні, збільшити термін служби різального інструмента. **Крейцмейсель** відрізняється від зубила різальною кромкою. Він призначений для вирубування вузьких канавок, шпонкових пазів тощо. Однак досить часто ним користуються для зрубання поверхневого шару з широкої плити: спочатку крейцмейселем прорубують канавки, а виступи, що залишилися, зрубують зубилом

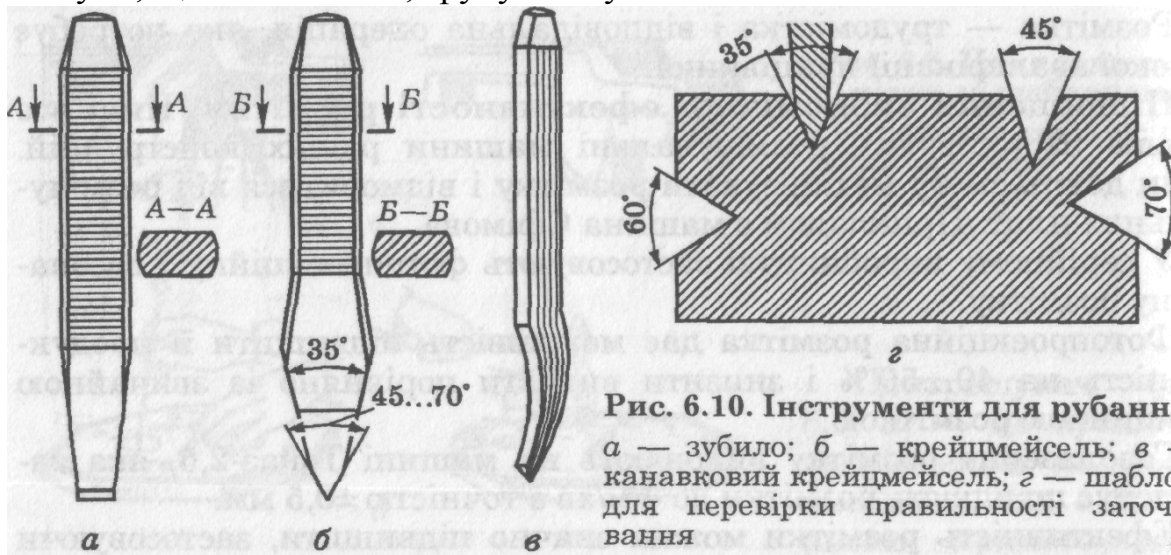


Рис. 6.10. Інструменти для рубання:
 а — зубило; б — крейцмейсель; в — канавковий крейцмейсель; г — шаблон для перевірки правильності заточування

Стан і перспективи розвитку слюсарної обробки. Слюсарні роботи застосовуються в усіх галузях промисловості. Особливо різноманітні вони за характером і складністю в сільському господарстві. Слюсар, який ремонтує та обслуговує сільськогосподарську техніку, повинен знати будову і роботу різноманітної сільськогосподарської техніки, вміти виготовляти інструмент, пристрої й окремі деталі від початку до кінця, припасовувати деталі одну до одної і скласти їх у вироби.

У результаті застосування механізованого інструменту, пристроїв і верстатів професія слюсаря наблизилася до професії робітників-верстатників.

Види слюсарних робіт. Під слюсарними роботами розуміють обробку металів у холодному стані, яку слюсар виконує ручним способом за допомогою різних інструментів; складання; регулювання і ремонт різних машин і механізмів.

Слюсарні роботи складаються з таких основних технологічних операцій: розмічання, рубання, виправлення і гнуття металів, розрізування металів ножівкою і ножицями, нарізування різьби, клепання, шабрування, паяння, лудіння тощо.

Під час виконання слюсарних робіт користуються різноманітним інструментом і пристроями. Робочий інструмент слюсаря поділяється на ручний і механізований. **Типовий набір ручного інструменту** складається з таких інструментів: різальних — зубила, набір напилків, ножівка, свердла, шабери, мітчики, плашки, бруски та ін.; допоміжних — рисувалка, циркуль, плашкотримач, вороток; слюсарно-складальних — викрутки, гайкові ключі, плоскогубці, ручні лещата; вимірювальних і перевірних — масштабна лінійка, кронциркуль, кутомір, штангенциркуль, мікрометр, нутромір та ін.

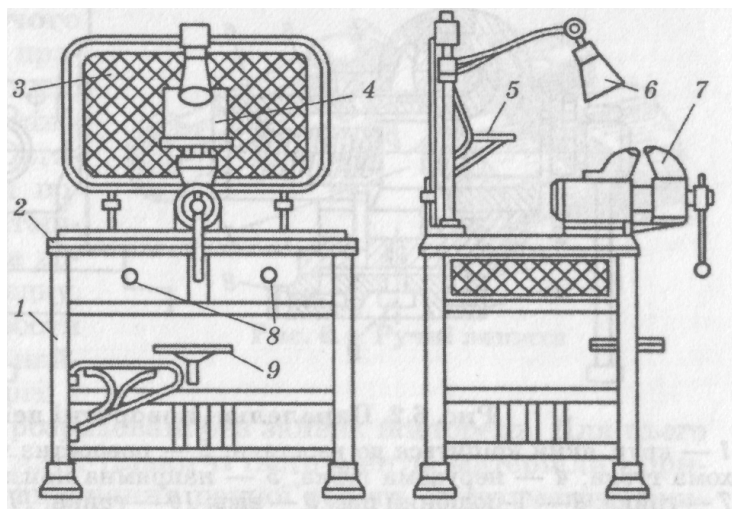


Рис. 1 Одномісний верстак: 1 — каркас; 2 — стіл верстака; 3 — запобіжна сітка (екран); 4 — планшет для креслення; 5 — поличка для контрольно-вимірювальних приладів; 6 — світильник; 7 — лещата; 8 — ящики; 9 — сидіння

Робоче місце. Робочим місцем називається ділянка цеху або майстерні з усім розміщеним на ній машинним та іншим устаткуванням, обладнанням, інструментами і приладдям, відведена для виконання певних операцій.

Верстак з установленими на ньому лещатами (рис. 1) є основним устаткуванням робочого місця слюсаря.

Верстак — це металевий або дерев'яний стіл, кришку якого виготовляють з дощок

завтовшки 50...60 мм твердих порід дерева і покривають листовим залізом. Висота верстака становить 800...**900** мм, довжина — 1000...1200 мм, ширина — 70...800 мм. Одномісні верстаки часто виготовляють з ніжками, які регулюються по висоті, для встановлення верстака відповідно до зросту працюючого. Щоб захистити працівників від осколків, які розлітаються під час рубання металу, на верстак встановлюють дротяні сітки 3 (див. рис. 6.1).

Одномісні верстаки є найпоширенішими і найзручнішими, оскільки на багатомісних верстаках при одночасній роботі кількох працівників якість виконання точних робіт погіршується.

Лещата. Для тримання і закріплення оброблюваних предметів на верстаку встановлюють затискні пристрої, які називають верстаковими лещатами. В слюсарній справі застосовують паралельні, стільцеві і ручні лещата.

Паралельні лещата так називаються тому, що рухома губка їх пересувається паралельно нерухомій, а внутрішні рифлені поверхні губок залишаються паралельними при будь-якій відстані між ними. Паралельні лещата поділяють на нерухомі і поворотні.

Паралельні поворотні лещата (рис. 6.2) відрізняються від нерухомих тим, що в нижній частині їх є нерухомий круг 1, прикріплений до верстака. По цьому кругу лещата можуть обертатися навколо вертикальної осі 9. Поворотні лещата є зручнішими при виконанні точних робіт і обробці деталей складної конфігурації.

Стільцеві лещата (рис. 6.3) мають нерухому 2 і рухома 3 губки. Нерухома губка має видовжену ногу 5 для кріплення лещат до верстака 1. Губки розводять і зближують за допомогою затискного гвинта 4. Стільцеві лещата виготовляють із м'якої сталі. Для підвищення твердості робочих частин губок наварюють шар твердішої сталі або на гвинтах установлюють загартовані пластини 6 зі сталі У7, У8. Робочі поверхні пластин насікають хрестоподібною насічкою і загартовують.

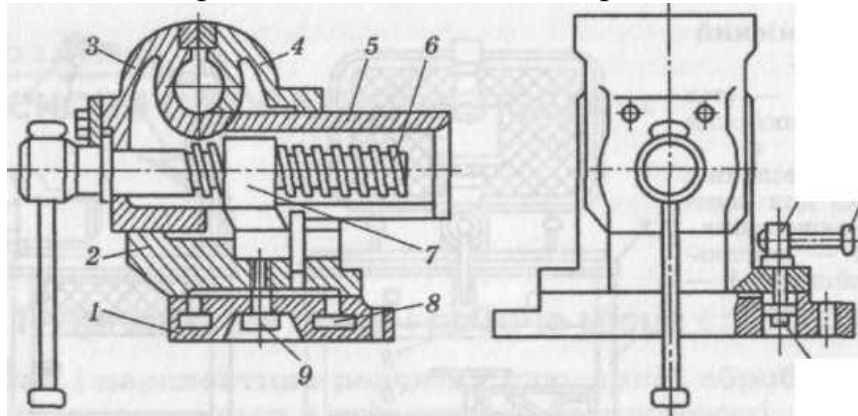


Рис. 2 Паралельні поворотні лещата:

1 — круг, який кріпиться до верстака; 2 — поворотна частина лещат; 3 — рухома губка; 4 — нерухома губка; 5 — напрямна призма; 6 — ходовий гвинт; 7 — гайка; 8 — Т-подібний пас; 9 — вісь; 10 — гайка; 11 — болт.

Позитивна якість стільцевих лещат полягає в їхній міцності, яка дає змогу виконувати в них важкі слюсарні роботи, наприклад зрубання товстих шарів металу, випрямлення і гнуття товстого матеріалу, холодне і гаряче клепання. Недоліком стільцевих лещат є те, що поверхні їхніх губок при розсуванні не залишаються

паралельними між собою.

Організація робочого місця. Слюсар може працювати високопродуктивно лише при належній організації робочого місця. Організація робочого місця полягає в розміщенні матеріалів та інструментів на верстаку в такому порядку, при якому слюсарні роботи можна виконувати з найменшою витратою енергії і часу. Рухи мають бути розраховані без зайвих повторень. Для цього на робочому місці слід мати тільки ті інструменти, матеріали і пристрої, які потрібні для виконання певної роботи. Інструменти, якими користуються часто, треба класти ближче, а ті, що застосовуються рідко, далі. Інструменти, які під час роботи беруть правою рукою, мають лежати праворуч, а інструменти, які беруть або тримають лівою рукою, — ліворуч.

Підлога під верстаком і біля нього має бути рівною, без пошкоджень. Висоту встановлених лещат підганяють до зросту працюючого. Вибираючи висоту встановлення лещат, зігнутому в лікті ліву руку ставлять на губки лещат так, щоб кінці випрямлених пальців руки досягали підборіддя.

Робоче місце має бути добре освітлене. Верстаки рекомендується розміщувати поблизу вікон. Світло від електричної лампи, встановленої на робочому місці, не повинно падати прямо в очі робітникові, а спрямовується на оброблювану деталь.

Закінчивши роботу, слюсар повинен очистити від забруднень інструмент і пристрої і акуратно скласти їх, а робоче місце старанно прибрати від відходів.

ТЕСТ №12

1. Які основні інструменти та пристосування застосовують при розмічанні ?

1. Рисувалки, рисувалка з відігнутих кіпцем
2. Рисувалки, рисувалка з відігнутих кіпцем , кернер, циркулі
3. кернер, циркулі

2. Розмічальний штангенциркуль призначений ...

1. для точного розмічання прямих ліній і центрів, а також для розмічання кіл великих діаметрів
2. для точного розмічання прямих ліній і центрів
3. для розмічання кіл великих діаметрів

3. Для чого служать рисувалки?

1. для нанесення ліній на розмічувану поверхню за допомогою лінійки, кутника.
2. для нанесення заглиблень на попередньо розмічених лініях
3. для просторового розмічання і нанесення паралельних, вертикальних і горизонтальних ліній

4. Поясніть, що таке рейсмус?

1. це інструмент для точного розмічання прямих ліній і центрів
2. це інструмент для просторового розмічання і нанесення різних ліній.
3. це інструмент для нанесення заглиблень

5. Який інструмент використовують для ділення відрізків і геометричних побудов?

1. рейсмус
2. кернер
3. циркулі

6. Слюсарна обробка –

1. це обробка матеріалів, яка звичайно доповнює верстатну механічну обробку
2. це обробка матеріалів, яка звичайно доповнює верстатну механічну обробку, або виготовлення виробів ручними методами, складання машин і механізмів, а також їх регулювання
3. це обробка матеріалів виготовлення виробів ручними методами, складання машин і механізмів, а також їх регулювання

7. Чи повинен слюсар виготовляти інструмент, пристрої, деталі?

1. ні, не повинен
2. так, повинен.
3. тільки по вимозі адміністрації

8. Що розуміють під слюсарними роботами?

1. розуміють обробку металів у гарячому стані, яку слюсар виконує ручним способом
2. розуміють обробку металів у холодному стані, яку слюсар виконує ручним способом.
3. це роботи виконані слюсарем в ковальському відділенні

9. Який типовий набір допоміжного інструменту повинен мати слюсар?

1. рисувалка, циркуль, плашко тримач, вороток.
2. зубило, напилки, ножівка, свердла і т.д
3. лінійка, кронциркуль, кутомір, мікрометр, нутромір і т.д

10. Яка висота верстата повинна бути для слюсаря?

1. 650-700мм
2. 800-900мм.
3. 1000-1100мм

11. Яка сталь застосовується в робочих частинах губок лещат?

1. P12, P18
2. P18K5
3. У7, У8.

12. Назвіть види слюсарних робіт

1. складання машин і механізмів.
2. регулювання різних машин і механізмів.
3. складання; регулювання і ремонт різних машин і механізмів.

13. Що таке робоче місце слюсаря?

1. Робочим місцем називається ділянка цеху або майстерні з усім розміщеним на ній машинним та іншим устаткуванням, обладнанням, інструментами і приладдям, відведена для виконання певних операцій
2. Робочим місцем називається ділянка цеху або майстерні з усім розміщеним на ній машинним та іншим устаткуванням
3. Робочим місцем називається ділянка цеху або майстерні з обладнанням, інструментами і приладдям, відведена для виконання певних операцій

Вибір інструментів для слюсарної обробки, прийоми виконання операцій.

1. Вибір інструментів, пристроїв і матеріалів та послідовність виконання розмітки?
2. Вибір інструментів, пристроїв і матеріалів та послідовність виконання рубання?
3. Вибір інструментів, пристроїв і матеріалів та послідовність виконання різання ?
4. Вибір інструментів, пристроїв і матеріалів та послідовність виконання обпилювання поверхонь?
5. Вибір інструментів, пристроїв і матеріалів та послідовність виконання нарізання різьби ?
6. Вибір інструментів, пристроїв і матеріалів та послідовність виконання клепання?
7. Вибір інструментів, пристроїв і матеріалів та послідовність виконання шабрування?
8. Вибір інструментів, пристроїв і матеріалів та послідовність виконання притирання та доводки?



Короткі теоретичні відомості

Нанесення розмічальних рисок. Розмічальні риси наносять у такій послідовності: спочатку проводять горизонтальні, потім - вертикальні, після цього - похилі, останніми кола, дуги та заокруглення. Креслення дуг, в останню чергу, дає змогу проконтролювати точність проведення прямих рисок: якщо вони нанесені точно, дуга замкне їх і сполучення вийде плавним. **Відшукування центрів кіл** здійснюють за допомогою центрошукачів та центронамітників. **Розмічення за шаблонами.** Для підвищення продуктивності праці застосовують вдосконалені прийоми розмічення та спеціальні пристрої. Розмічення за шаблоном застосовують при виготовленні великих партій однакових за формою і розмірами деталей. **Розмічення за зразком** відрізняється тим, що не потребує виготовлення шаблону. Цей спосіб використовують під час ремонтних робіт, коли розміри знімають безпосередньо з деталі, що вийшла з ладу, і переносять на розмічуваний матеріал. **Точне розмічення (розмічення за кресленням)** виконують за тими самими правилами, що й звичайне, але використовують точніші вимірвальні та розмічальні інструменти.

Найпоширенішими з'єднаннями деталей машин є різьбові. Широке застосування різьбових з'єднань пояснюється їхньою простотою і надійністю, зручністю регулювання затяжки, а також можливістю розбирання і повторного складання деталей механізму чи вузла.

Нарізуванням різьби називається її утворення зняттям стружки (а також пластичним деформуванням) на зовнішніх або **внутрішніх** поверхнях заготовок деталей. **Різьби** на деталях виготовляють нарізуванням на свердлильних, різьбонарізних і токарних верстатах, а також накатуванням, тобто методом пластичних

деформацій. Інструментом для накатування різьби є накатні плашки, ролики й головки. Інколи різьбу нарізують вручну. Внутрішню різьбу нарізують мітчиком, зовнішню — плашками, прогонками та іншими інструментами. Мітчиком вручну нарізують різьбу по 6-10-му квалітетам. Плашками вручну нарізують різьбу за 8-9-м квалітетами.

Клепанням називається процес з'єднання двох або кількох деталей за допомогою заклепок. Цей вид з'єднання належить до групи нероз'ємних, бо роз'єднання склепаних деталей можливе лише внаслідок руйнування заклепки.

При ручному клепанні застосовують слюсарні молотки з квадратним бойком, підтримки, обтискачі, натяжки і чекани.

Підтримки служать опорою при розклепуванні стержня заклепок. Форма і розміри підтримок залежать від конструкції склепуваних деталей і діаметра стержня заклепки, а також від обраного методу клепання (прямий чи зворотний). **Підтримка** має бути в 3—5 разів масивнішою за молоток.

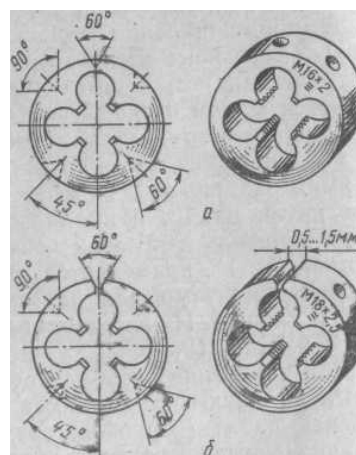


Рис. 1 Круглі плашки:
а — цільна; б — розрізна канавка;

Рис. 2 Елементи мітчика

Обтискачі служать для надання замикаючій головці заклепки після осаджування необхідної форми. На одному кінці обтискача є заглиблення за формою головки заклепки.

Натяжка - це бородок з отвором на кінці; вона застосовується для осаджування листів перед клепанням.

Чекан - слюсарне зубило з плоскою робочою поверхнею, що застосовується для створення геометричності заклепкового шва, що досягається обтискуванням (підчеканюванням) замикаючої головки та краю листа.

Види й методи клепання. Розрізняють два види ручного клепання з двобічним підходом, коли є вільний доступ як до замикаючої, так і до закладної головок, та з однібічним підходом, коли доступ до замикаючої головки неможливий. У зв'язку з цим розрізняють два методи клепання - **відкритий** або **прямий**, і **закритий** або **зворотний**.

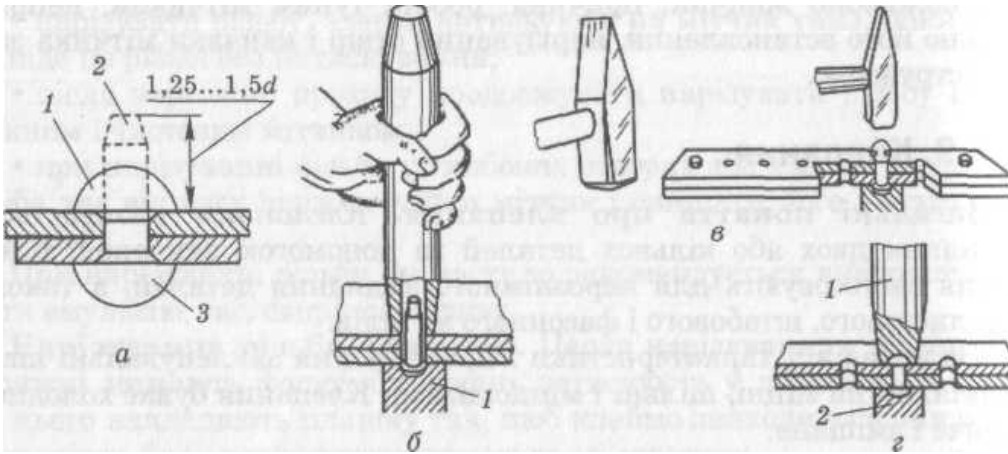


Рис. 3. Клепання: а — склепані листи: 1 — затискальна головка; 2 — стрижень заклепки; 3 — закладна головка; б — осаджування склепуваних листів: 1 — підтримка; в — осаджування стрижня; г — остаточна обробка головки: 1 — обтискач; 2 — підтримка.

Шабруванням називається операція зняття (зіскоблювання) з поверхонь деталей дуже тонких часток металу спеціальним різальним інструментом — шабером. Мета шабрування забезпечення щільного прилягання спряжених поверхонь і герметичності (непроникності) з'єднання. Шабруванням обробляють прямолінійні й криволінійні поверхні вручну або на верстатах.

Прийоми шабрування. Процес шабрування полягає у поступовому знятті металу з ділянок, де є сірі плями. Правою рукою шабер тримають за рукоятку, а лівою натискають на кінець шабера. До оброблюваної поверхні шабер встановлюють під кутом 25-30°; різальна кромка повинна знаходитися на пофарбованій поверхні. Метал знімають скоблінням. Робочим ходом при шабруванні є рух вперед, тобто від себе, а при роботі плоским шабером з відігнутих вниз кінцем рух назад, тобто на себе. При холостому ході шабер припіднімають. Шабрування поверхонь, розмішених під гострими кутами, супортів, кареток, консолей, станин та інших частин металообробних верстатів, які є спряженням типу "ластівчин хвіст" - виконують тригранними шаберами.

Притиранням називається обробка деталей, що працюють у парі, для забезпечення контакту їх робочих поверхонь.

Доводка це чистова обробка деталей для одержання точних розмірів і малої шорсткості поверхонь.

Притирання й доводку здійснюють абразивними порошками або пастами, які наносять або на оброблювані поверхні, або на спеціальний інструмент - притир.

Припуск на притирання становить 0,01-0,02 мм. на доводку -0,001-0,0025 мм. Точність притирки - 0,001-0,002 мм.

У машинобудуванні притирають гідравлічні пари, пробки й корпуси кранів, клапани та їх сідла у двигунах внутрішнього згоряння, робочі поверхні вимірювальних інструментів тощо.

Оброблені доводкою поверхні добре чинять опір спрацьованості та корозії, що дуже важливо під час експлуатації вимірювальних та перевірювальних інструментів і дуже точних деталей.

Форма притира мас відповідати формі оброблюваної поверхні. За формою притири поділяють на плоскі, циліндричні (стержні й кільця), різьбові й спеціальні

(кульові, **асиметричні** й неправильної форми). Притири можуть бути рухомими й нерухомими. Рухомий притир при доводці переміщується, а деталь залишається нерухомою, або переміщується відносно притира. Такими притирами є циліндри, диски, конуси тощо.

Абразивні матеріали (абразиви) - це дрібнозернисті, кристалічні, порошкоподібні, а також масивні тверді тіла, які використовують для механічної обробки різних матеріалів.

Прийоми притирання та доводки. Для продуктивного і точного притирання треба правильно вибирати й суворо дозувати кількість абразивних матеріалів та мастила. Зайва кількість абразивного порошку або мастила перешкоджає сполученню поверхонь, що притираються, від чого продуктивність і якість притирання знижуються.

Під час остаточного притирання підвищення продуктивності та якості досягають додаванням у зону обробки абразивного порошку в суміші з розведеним у гасі стеарином. Під час притирання слід враховувати тиск на деталі, що притираються. При його підвищенні збільшується швидкість процесу, але тільки до певної міри. При надто великому тиску зерна роздавлюються, поверхня деталі виходить із задирками й інколи стає непридатною. Тиск під час притирання становить 150-400 кПа (1,5—4 кгс/см²). При остаточному притиранні тиск слід зменшувати.

Обпилюванням називається операція з обробки металів та інших матеріалів зняттям незначного шару напилками вручну або на обпилювальних верстатах.

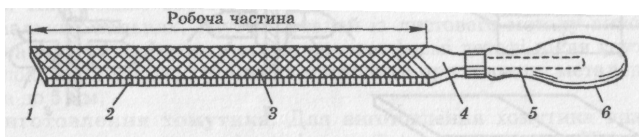


Рис. 1 Напилка:

1-носик; 2-ребро; 3-робоча поверхня; 4-пятка; 5-хвостовик; 6-ручка.

Напилками слюсар надає деталям потрібної форми і розмірів, припасовує одну до одної деталі, підготовлює кромки деталей до зварювання тощо.

Напилка - це сталевий брусок певного профілю і довжини, на поверхні якого є насічки (нарізки), що утворюють западини і гостро заточені зубці, які у перерізі мають форму клина. Напилки виготовляють зі сталі У10А або У13А (допускається легувана хромиста сталь ШХ15 або 13Х).

Рис. 2 Насічки напилків:

а — одинарна; б — подвійна; в — рашпільна

Вибір напилка. Для певної роботи вибирають тип напилка, його довжину і номер насічки.

Тип напилка визначається формою оброблюваної поверхні, довжина - її розмірами. Довжина напилка повинна бути на 150 мм більшою за розмір оброблюваної поверхні. Для обпилювання тонких пластин, припасовувальних і доводочних робіт беруть короткі напилки з дрібною насічкою. Коли потрібно зняти великий припуск, працюють напилками завдовжки 300-400 мм з крупною насічкою.

Зенкування — це процес обробки спеціальним інструментом циліндричних або конічних заглиблень і фасок просвердлених отворів під головки болтів, гвинтів і заклепок. Залежно від призначення розрізняють такі типи зенкерів: спіральні — застосовують для обробки наскрізних циліндричних отворів (рис. 4,а); циліндричні з напрямною цапфою (цеківка) (рис. 4,в) призначені для обробки торцевих площин (цекування) або отворів під циліндричні головки гвинтів, болтів тощо; конічні (зенківка) (рис. 4, г) застосовують для зенкування конічного заглиблення під головки гвинтів і центрових отворів, для зняття фасок у циліндричних отворах. За способом кріплення розрізняють хвостові (рис.4,а) і насадні (рис.4,б).

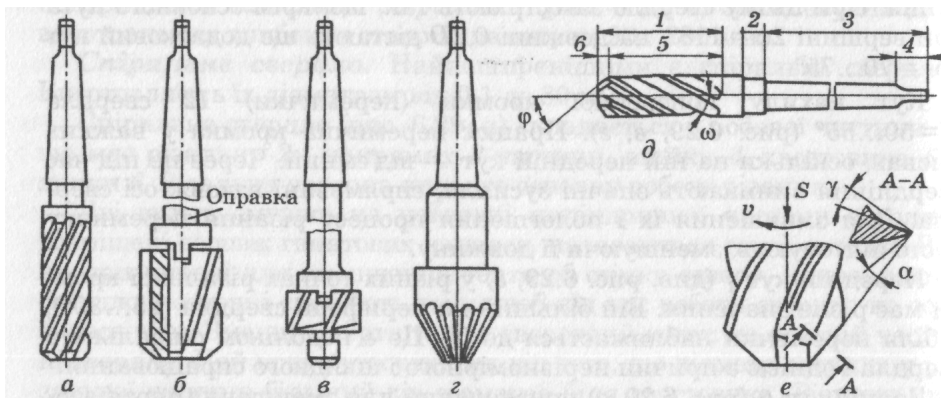


Рис. 4 Зенкери, їх типи, елементи та геометричні параметри

Розвертання - це процес чистової обробки отворів, який забезпечує точність за 7-9-м квалітетами і шорсткість поверхні Ra 1,25-0,63. Отвори розвірчують тоді, коли до них ставлять підвищені вимоги щодо точності і шорсткості поверхні. Інструментом для цієї операції є розвертки (рис. 6.31).

Залежно від способу застосування розвертки поділяють на ручні і машинні.

За конструктивними особливостями розвертки бувають хвостові і насадні, суцільні і з вставними ножами.

За формою оброблюваного отвору розрізняють розвертки циліндричні, конічні і ступінчасті.

Тепер широко застосовують розвертки, оснащені твердими сплавами ВК6, ВК8 для обробки чавуну і Т15К6 — для обробки сталі.

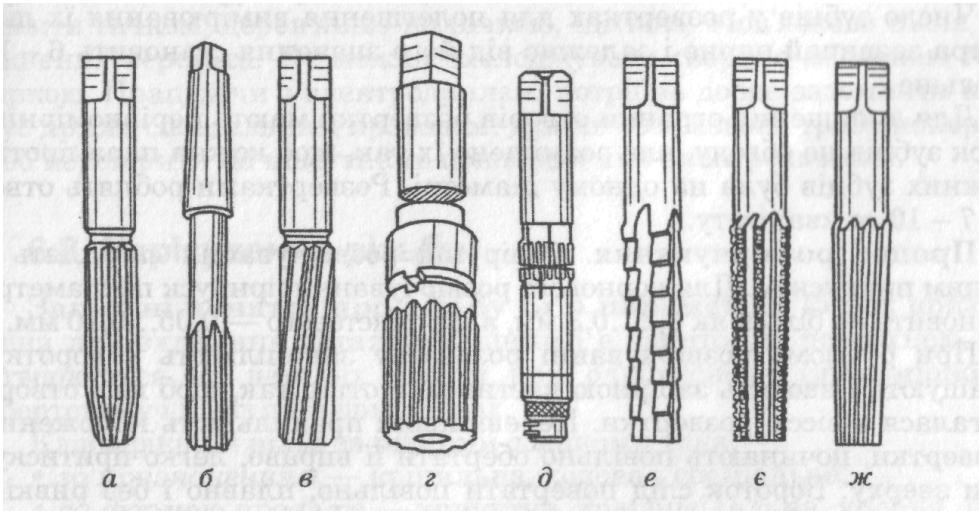


Рис. 5 Розвертки:

а- прямозуба; б- машинна прямозуба; в- спіральна; г- циліндрично-насадна; д- регульована; е- конічна чорнова; є- конічна проміжна; ж- конічна чистова

Найпоширенішими з'єднаннями деталей машин є різьбові. Широке застосування різьбових з'єднань пояснюється їхньою простотою і надійністю, зручністю регулювання затяжки, а також можливістю розбирання і повторного складання деталей механізму чи вузла.

ТЕСТ №13

1. Для чого призначений крейцмейсель?

1. для зниження шорсткості оброблюваної поверхні
2. для ударних робіт
3. для вирубування вузьких канавок, шпонкових пазів тощо

2. Різанням називають...

1. відокремлення частини заготовок від сортового або листового металу
2. це процес обробки спеціальним інструментом циліндричних або конічних заглиблень
3. операція з обробки металів та інших матеріалів зняттям незначного шару напилками вручну або на обпилювальних верстатах.

3. Обпилюванням називається ...

1. збільшення розміру отвору в суцільному матеріалі, яке дістали литтям, штампуванням, куванням чи іншими способами
2. це процес обробки спеціальним інструментом циліндричних або конічних заглиблень і фасок просвердлених отворів під головки болтів, гвинтів і заклепок
3. операція з обробки металів та інших матеріалів зняттям незначного шару напилками вручну або на обпилювальних верстатах.

4. Різьби на деталях виготовляють ...

1. нарізуванням на свердлильних, різьбонарізних і токарних верстатах, а також накатуванням, тобто методом пластичних деформацій
2. нарізуванням на свердлильних, різьбонарізних і токарних верстатах
3. накатуванням, тобто методом пластичних деформацій

5. Внутрішню різьбу нарізують ...

1. плашками, прогонками
2. мітчиком

3. плашками

6. Що таке процес обпилювання?

1. це зняття незначного шару металу вручну.
2. це зняття незначного шару стружки металу
3. це процес чистової обробки металу, який забезпечує точність

7. Які основні інструменти та пристосування застосовують при розмічанні ?

1. Рисувалки, рисувалка з відігнутих кіпцем
2. кернер, циркулі
3. Рисувалки, рисувалка з відігнутих кіпцем , кернер, циркулі

8. Розмічальний штангенциркуль призначений ...

1. для точного розмічання прямих ліній і центрів, а також для розмічання кіл великих діаметрів
2. для точного розмічання прямих ліній і центрів
3. для розмічання кіл великих діаметрів

9. Для чого служать рисувалки?

1. для нанесення заглиблень на попередньо розмічених лініях
2. для нанесення ліній на розмічувану поверхню за допомогою лінійки, кутника.
3. для просторового розмічання і нанесення паралельних, вертикальних і горизонтальних ліній

10. Поясніть, що таке рейсмус?

1. це інструмент для точного розмічання прямих ліній і центрів
2. це інструмент для нанесення заглиблень
3. це інструмент для просторового розмічання і нанесення різних ліній.

11. Який інструмент використовують для ділення відрізків і геометричних побудов?

1. рейсмус
2. кернер
3. циркулі

Різання металів

1. Які рухи розрізняють в процесі обробки різанням ?
2. Які рухи надаються інструменту і заготовці під час точіння, свердління, стругання, фрезерування, шліфування?
3. Яка будова токарного різця ?
4. Які поверхні розрізняють на заготовці ?
5. Які координатні площини при точінні ?
6. Які основні типи токарних різців ?
7. Які сили діють на різець під час точіння і по них розраховують ?



Короткі теоретичні відомості

Рух робочих органів у верстаті та основні види обробки металів різанням

Для здійснення обробки різанням заготовка і різальний інструмент мають виконувати один відносно одного певні рухи, які поділяють на основні, або робочі, і допоміжні. Основними називають рухи, при яких із заготовки знімається стружка; допоміжними — рухи, при яких стружка не знімається (підведення інструменту до оброблюваної заготовки перед початком обробки, відведення).

Основний рух поділяють на головний рух і рух подачі. Головним рухом називається такий, швидкість якого є найбільшою. На більшості верстатів стружка знімається лише при поєднанні цих двох рухів, оскільки рух подачі дає змогу розпочати процес різання і поширити його на необроблені ділянки поверхні заготовки.

У металорізальних верстатах використовують два основних **види головного руху** — **обертальний** (у токарних, свердлильних, фрезерних, шліфувальних верстатах) і **зворотно-поступальний** (у стругальних і довбальних верстатах). У верстатах з обертальним головним рухом рух подачі безперервний і завдяки цьому процес різання також безперервний. У верстатах із зворотно-поступальним головним рухом робочий хід чергується з холостим, рух подачі здійснюється перед початком робочого ходу, тому процес різання є переривчастий.

Залежно від виконуваної роботи і різального інструменту є такі основні види обробки металів різанням (рис. 1.): *точіння, свердління, фрезерування, стругання, протягування, шліфування.*

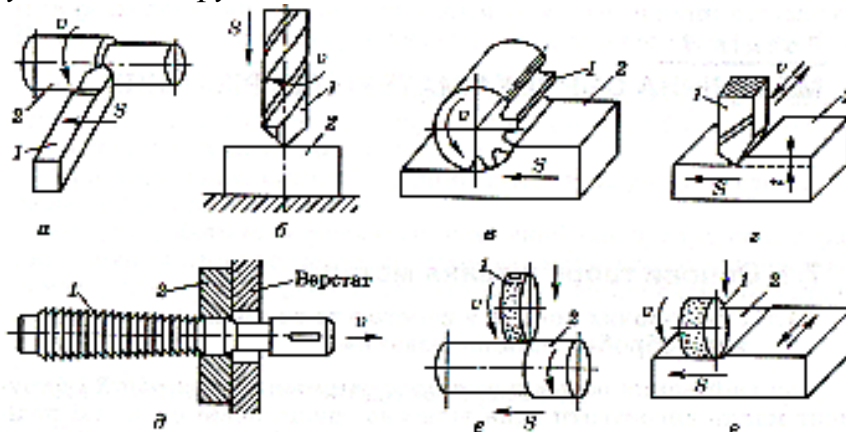


Рис. 1 Схеми основних видів обробки металів різанням

Точіння (рис. 1, а). Під час точіння головним рухом зі швидкістю v є обертання заготовки 2 навколо її осі, а рухом подачі S — поступальне переміщення різця 1 відносно заготовки.

Свердління (рис. 1, б). При свердлінні отворів на свердлильних верстатах головний рух (обертальний) і рух подачі в осьовому напрямку дістає свердло і.

Фрезерування (рис. 1, в). При фрезеруванні головним рухом є обертання фрези 1, а рухом подачі — поступальне переміщення заготовки 2.

Стругання (рис. 1, г). На поперечно-стругальних верстатах головний рух (прямолінійний зворотно-поступальний) здійснює різець 1, а рух подачі (прямолінійний, перпендикулярний до головного руху, переривчастий) — заготовка 2.

Протягування (рис. 1, д). Здійснюють за допомогою спеціального різального інструменту — протяжки 1, що має на робочій частині зубці, які рівномірно підвищуються вздовж протяжки. Головним рухом є поздовжнє переміщення інструменту, а руху подачі немає. Протягування — продуктивний метод обробки, що забезпечує високу точність і малу шорсткість оброблюваної поверхні заготовки 2.

Шліфування на круглошліфувальних верстатах (рис. 1, е). Тут різальний інструмент 1 (шліфувальний круг) дістає головний обертальний рух і поперечну переривчасту подачу (встановлення на глибину різання t), заготовка 2 — колову і поздовжню подачу.

Шліфування на плоскошліфувальних верстатах (рис. 1, є). Головний (обертальний) рух дістає шліфувальний круг І; поздовжню подачу (зворотно-поступальний рух) і поперечну переривчасту подачу здійснює заготовка 2, вертикальну переривчасту подачу (встановлення на глибину різання t) здійснює шліфувальний круг 1.

Частини і елементи різця, поверхні оброблюваної деталі та координатні площини

Різець (рис. 2) складається з двох частин — робочої частини 1, або головки, і стрижня (тіла) 2, потрібного для закріплення різця у різцетримачі.

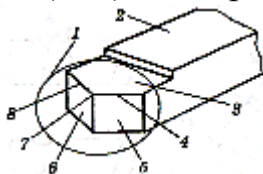


Рис. 2. Частини і елементи різання.

Головка є робочою частиною різця і складається з таких елементів: передньої поверхні 3; головної різальної кромки 4, головної задньої поверхні 5, допоміжної задньої поверхні 6, допоміжної різальної кромки 8, вершини 7.

Передня поверхня призначена для того, щоб у процесі різання по ній сходила стружка.

Головна задня поверхня проходить через головну різальну кромку і обернена до поверхні різання.

Допоміжна задня поверхня проходить через допоміжну різальну кромку і обернена до обробленої поверхні.

Головна різальна кромка утворюється перетином передньої і головної задньої

поверхонь.

Допоміжна різальна кромка утворюється перетином передньої і допоміжної задньої поверхонь.

Вершина різця — це перетин головної і допоміжної кромки. Практично вершина різця завжди заокруглена. Радіус заокруглення становить 0,5...5,0 мм.

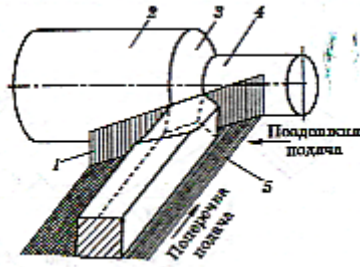


Рис. 3. Поверхні оброблювальної заготовки і координатні площини.

При обробці заготовки на верстаті на ній розрізняють такі поверхні (рис. 3): оброблювану 2, оброблену 4, різання 3 — поверхня, що утворюється в процесі різання безпосередньо різальною кромкою. Оброблюваною називають поверхню, яка підлягає обробці. Оброблену поверхню дістають після видалення зрізаного шару. З метою визначення кутів різця встановлено такі координатні і січні площини: різання 1 і основну 5 (див. рис. 3); головну А - А і допоміжну Б — Б січні площини.

Площиною різання називають площину, яка дотична до поверхні різання, проходить через головну різальну кромку і перпендикулярна до основної площини.

Основною площиною називають площину, паралельну напрямкам поздовжньої і поперечної подач.

Елементи режиму різання і переріз зрізаного шару

Основними елементами режиму різання є глибина різання, подача і швидкість різання.

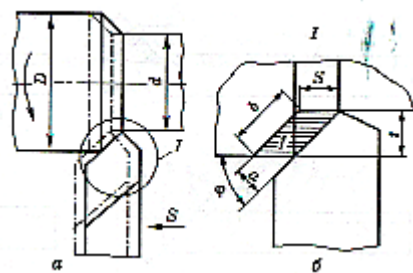


Рис. 4. Елементи перерізу зрізаного шару

Глибиною різання t (рис. 4) називають товщину шару металу, що знімається за один прохід. Її визначають як відстань між оброблюваною і обробленою поверхнями, виміряну по перпендикуляру до обробленої.

Подачею S , мм/об, називають величину переміщення різця в напрямку руху подачі за один оберт заготовки.

Швидкістю різання v , м/хв, називають швидкість головного руху. Швидкість різання — це шлях, який проходить точка, що лежить на оброблюваній поверхні заготовки, відносно різальної кромки інструменту за одиницю часу

На рис. 4, а суцільною лінією показано вихідне положення різця, а штрихпунктирною — друге його положення після переміщення на величину S подачі

за час, коли заготовка зробить один оберт, а на рис. 4, б — поперечний переріз зрізаного шару. Основними елементами перерізу зрі- і зуваного шару є його ширина і товщина, глибина різання і подача.

Шириною зрізаного шару називається відстань між оброблюваною і обробленою поверхнями, виміряна по поверхні різання.

Товщина зрізаного шару — це відстань між двома послідовними положеннями головної різальної кромки за один оберт заготовки, виміряна в напрямку, перпендикулярному до ширини зрізаного шару.

Сили різання і потужність, що витрачається при точінні

При зрізуванні стружки різець долає опір оброблюваного матеріалу різанню і сил тертя.

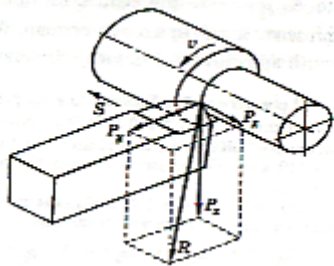


Рис. 5. Складові сили різання при точінні

Рівнодійну сил, що діють на різець у процесі різання, називають рівнодійною силою різання R . При поздовжньому точінні рівнодійну R розкладають на три взаємно перпендикулярні складові P_r , P_y , P_x (рис. 5): P_z — сила різання, або тангенціальна (дотична), що діє в площині різання, P_y — радіальна, що діє перпендикулярно до осі заготовки; P_x — осьова сила (аксіональна), або сила подачі, що діє вздовж осі заготовки паралельно і протилежно напрямку поздовжньої подачі.

Рівнодійна R є діагоналлю паралелепіпеда, побудованого на складових силах, і визначається

за формулою
$$R = \sqrt{R_z^2 + R_y^2 + R_x^2}$$

Вибір режиму різання

Вибір режиму різання значною мірою впливає на продуктивність обробки. Призначення елементів режиму різання виконують у такій послідовності. **Вибирають глибину різання t** з таких міркувань, щоб весь припуск на обробку зняти за один прохід, якщо чистова обробка не потрібна. Якщо після чорнової обробки проводять чистову обробку для досягнення потрібної шорсткості поверхні і точності, то припуск слід видаляти при мінімальній кількості проходів, залишаючи для чистового точіння невеликий припуск.

Подачу S визначають після встановлення максимально можливої глибини різання. З метою підвищення продуктивності процесу різання і одночасного зменшення машинного часу треба встановлювати максимальну технологічно допустиму подачу, яка залежить від таких основних чинників: необхідної чистоти і точності оброблюваної поверхні; міцності і жорсткості виробу, потужності верстата; стійкості і жорсткості різця.

Швидкість різання вибирають після встановлення глибини різання і подачі. Оптимальну швидкість різання v_0 визначають за емпіричною формулою залежно від призначеної стійкості різального інструменту або за таблицями.

ТЕСТИ

46. Токарний різець складається ...

1. з ріжучої частини і корпусу (стрижень, державка, хвостовик)
2. з ріжучої частини, який виготовляється з конструкційної сталі і призначений для закріплення різця.
3. з ріжучої частини і корпусу (стрижень, державка, хвостовик), який виготовляється з конструкційної сталі і призначений для закріплення різця.

47. Які основні типи токарних різців ?

1. Прохідні, підрізні, відрізні, прорізні, розточувальні, фасонні, для чистової обробки, різьбові
2. Прохідні, підрізні, відрізні, прорізні
3. Прохідні, для чистової обробки, різьбові

48. Глибина різання t (мм)...

1. вибирають за прийнятою глибиною різання діаметра оброблюваної заготовки, матеріалу заготовки, враховуючи при цьому ступінь чистоти обробки
2. шар металу, який знімається за один прохід різця
3. лінійна швидкість точки, розташованої на оброблюваній поверхні заготовки, відносно головного різального ребра

49. Глибину різання визначають

1. $h = \frac{D-d}{2}$ мм, D - діаметр заготовки, мм; d - діаметр деталі, мм.
2. $h = \frac{1000}{\pi \cdot D \cdot n}$ де D - діаметр заготовки, мм; n — частота обертання заготовки, об/хв.
3. $h = 2 \cdot \frac{1000}{\pi \cdot D \cdot n}$ де D - діаметр заготовки, мм; n — частота обертання заготовки, об/хв.

50. Подачу (S), мм/об, ...

1. шар металу, який знімається за один прохід різця
2. лінійна швидкість точки, розташованої на оброблюваній поверхні заготовки, відносно головного різального ребра
3. вибирають за прийнятою глибиною різання діаметра оброблюваної заготовки, матеріалу заготовки, враховуючи при цьому ступінь чистоти обробки

51. Швидкістю різання називається

1. шар металу, який знімається за один прохід різця
2. лінійна швидкість точки, розташованої на оброблюваній поверхні заготовки, відносно головного різального ребра
3. вибирають за прийнятою глибиною різання діаметра оброблюваної заготовки, матеріалу заготовки, враховуючи при цьому ступінь чистоти обробки

52. Швидкість різання визначають...

1. $V =$ м/хв; де D - діаметр заготовки, мм; n — частота обертання заготовки, об/хв.
2. $V =$ де D - діаметр заготовки, мм; d - діаметр деталі, мм.

3. $V = \frac{D-d}{2} \cdot 2$ де D - діаметр заготовки, мм; d - діаметр деталі, мм.

53. Вибір режиму різання складається з ...

1. глибина різання, подача, та швидкість різання
2. глибина різання та швидкість різання
3. подача та швидкість різання

Загальні відомості про металооброблювальні верстати

1. Призначення, будова, робота токарно – гвинторізного верстата ?
2. Призначення, будова, робота свердлильного верстата ?
3. Призначення, будова, робота розточувального верстата ?
4. Призначення, будова, робота стругального верстата ?
5. Призначення, будова, робота довбального верстата ?
6. Призначення, будова, робота фрезерного верстата ?
7. Призначення, будова, робота шліфувального верстата ?
8. Основні роботи, які виконуються на верстатах



Короткі теоретичні відомості

Позначення металорізальних верстатів

Прийнята класифікація дає змогу присвоювати кожному верстату індекс моделі з трьох або чотирьох цифр, іноді а додаванням літер, якими позначають додаткову характеристику верстата. Перша цифра вказує номер групи верстата, друга — тип верстата у цій групі, третя або третя і четверта цифри разом характеризують тип-порозмір чи основний параметр обробки. Для токарних верстатів ці цифри означають висоту центрів; для револьверних верстатів і токарних автоматів — максимальний діаметр оброблюваного прутка; для свердлильних верстатів — найбільший діаметр отвору, який можна просвердлити одним свердлом на цьому верстаті в сталі середньої твердості. У фрезерних та шліфувальних остання цифра — умовний розмір стола.

Наприклад, індекс 2Н135 означає: 2 — свердлильний; 1 — вертикальний; 35 — найбільший діаметр отвору, який можна просвердлити у сталі середньої твердості; літера Н означає модернізацію верстата базової моделі 2135. Алфавітний порядок літер відповідає числу модифікацій. Літера, яка стоїть в кінці номера, означає модифікацію (видозміни) базової моделі. Наприклад, індекс вертикально-фрезерного верстата — 6Н12, але на базі цієї моделі створений копювальньо-фрезерний верстат і верстат з програмним керуванням, яким відповідно і присвоєний індекс 6Н12К і 6Н12Ф1. У моделях верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК) у кінці шифру вводять літеру Ф з цифрою: Ф1 — верстати з цифровою індексацією і попереднім набором координат; Ф2 — з позиційною системою керування; Ф3 — з контурною системою; Ф4 — з універсальною системою для позиційної і контурної обробки, наприклад індекс 16К20Ф3 — токарно-гвинторізний верстат з висотою центрів 200 мм і контурною системою програмного керування.

Приводи, ряди частот обертання шпинделя

Приводом називають сукупність пристроїв, які передають рух від джерела руху до робочих органів верстата.

У сучасних металорізальних верстатах як джерело руху застосовують один або кілька електродвигунів, тобто може бути індивідуальний привід головного руху, приводу подачі, привід допоміжних рухів. Приводи верстатів можуть бути

механічними, гідравлічними й електричними.

Змінювати частоту обертання шпинделя верстата або подачу можна безступінчастим або ступінчастим регулюванням. При безступінчастому регулюванні можна дістати будь-яку частоту обертання в установлених межах, при ступінчастому — певний ряд чисел частоти обертання, які дають ступінчастий перепад. Безступінчастий спосіб регулювання забезпечує вибір найвигіднішої швидкості різання або подачі. При ступінчастому регулюванні здебільшого доводиться вибирати частоту обертання за хвилину або подачу, більшу або меншу за найвигідніші через відсутність у ряду потрібної частоти обертання або подачі.

Діапазоном частоти обертання шпинделя називається відношення максимальної і мінімальної частот. Для токарних, фрезерних, розточувальних верстатів $C=50\dots 100$; свердлильних $C=15\dots 30$, шліфувальних $C=1\dots 3$. Чим більший діапазон частот обертання шпинделя, тим універсальніший верстат (дає змогу обробляти заготовки на режимах, близьких до розрахункових).

У ремонтних майстернях найчастіше застосовують токарно-гвинторізні верстати шостого типу (моделі 1К62, 16К20 тощо). Токарні верстати потрібно вивчити більш детально, оскільки їх типові вузли і механізми часто зустрічаються у верстатах інших груп. На прикладі верстата моделі 16К20 необхідно вивчити основні вузли та кінематичну схему, уважно ознайомитися з механізмами головного руху і подачі. Потрібно чітко знати призначення вузлів верстата, методику розрахунку режимів різання.

Докладно ознайомтеся з основними видами робіт, пристосуваннями, налагодженням та настроюванням верстата на заданий режим.

Після вивчення теми відвідайте слюсарно-механічне відділення майстерні, ознайомтеся з робочим місцем токаря, вивчіть основні вузли верстата та налагодження і настроювання на обробку деталі; особливу увагу зверніть на визначення режиму різання. Під керівництвом токаря виконайте необхідні переходи для виготовлення простої деталі (болта, гайки, шпильки, фланця тощо).

Токарно-гвинторізний верстат моделі 16К20 є високопродуктивним верстатом нормальної точності та призначений для токарної обробки зовнішніх, внутрішніх, циліндричних, конічних, фасонних та торцевих поверхонь, нарізання метричних, дюймових, модульних та інших спеціальних різьб. На його базі випущено ряд модифікацій, у тому числі 16К20Г — для обробки заготовок діаметром до 600 лш; 16К20П — підвищеної точності; 16К20Т1 - з числовим програмним керуванням.

До основних вузлів верстата (рис.1.) належать основа ОС, станина СТ, коробка швидкостей КШ, задня бабка ЗБ, коробка подач КП, супорт СП.

Верстат складається з шини 8, яка має жорстку коробчасту форму з загартованими направляючими, встановленої на монолітній основі 9, і служить для монтажу усіх вузлів верстата. В основі 9 верстата розташовані електродвигун приводу головного руху та руху подачі. Передня (шпиндельна) бабка 1 закріплена на лівій стороні станини. В її корпусі розташована коробка швидкостей, механізми якої змінюють частоту обертання шпиндельного вала 2, який призначений для закріплення заготовки і надання їй головного (обертового) руху.

Режим різання під час точіння складається з окремих його елементів - глибини різання, подачі і швидкості різання.

Глибина різання t (мм) шар металу, який знімається за один прохід різця. Глибину

різання вибирають залежно від величини припуску і ступеня чистоти обробки. Глибина різання при чистовому проході приймається в межах від 0,5 до 2 мм.

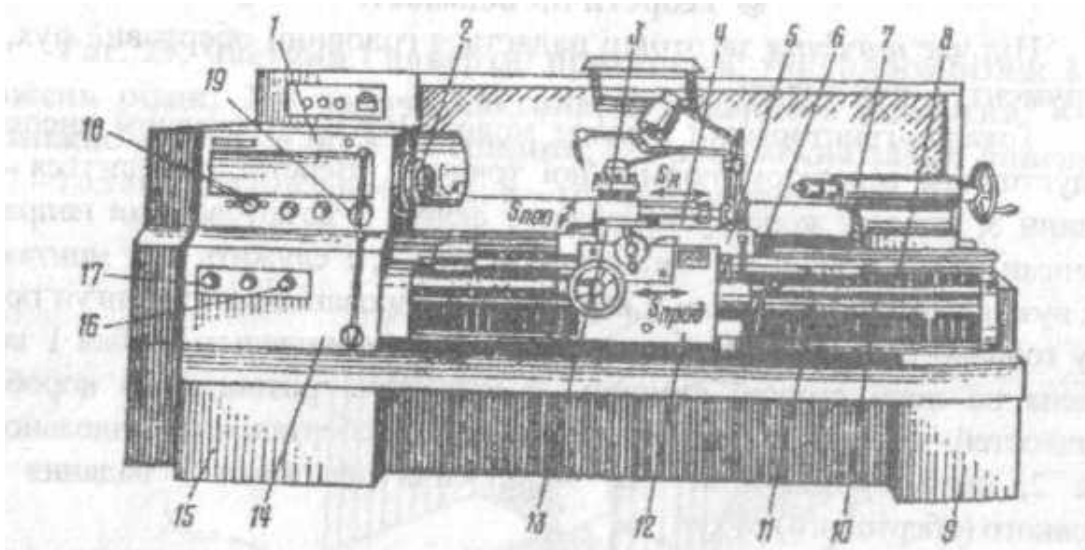


Рис. 1. Загальний вигляд токарно-гвинторізного верстата моделі 16K20: 1 - передня бабка; 2 - шпindelний вал; 3 - супорт з різцетримачем; 4 - верхні повздовжні полози; 5 - рукоятка вмикання механічного переміщення каретки та поперечних полозок супорта; 6 - нижні повздовжні полози; 7 - задня бабка; 8 - станина; 9 - основа; 10 - ходовий гвинт; 11 - ходовий валик; 12 - фартук; 13 - поперечні полози; 14 - коробка подач; 15,16,17 - рукоятки встановлення подачі, кроку різьби, виключений механізму коробки подач; 18,19 - рукоятка встановлення частоти обертання шпинделя

Свердлильні верстати. Верстат моделі 2Н135-1, який випускається взамін верстата моделі 2Н135 і відрізняється від нього наявністю "плаваючого" обертово-пересувного столу, який дозволяє вести обробку декількох отворів без перезакріплення оброблюваної деталі.

На фундаментній плиті кріпиться станина. В її верхній частині розташований корпус, в якому змонтовані коробка швидкостей, подач і шпindelний вал, а також механізм переміщення корпусу по вертикальним направляючим станини. Заготовку та пристрій встановлюють на столі. Головний рух передається від електродвигуна потужністю 4,5 кВт з частотою обертання вала 1440 об/хв. Через коробку швидкостей за такою схемою: рух від вала I на вал II передається через зубчасті колеса 28 і 40, (28/40). З вала II обертання передається на вал 111 при переключенні потрібного блока 25--30- 35 з передаточним відношенням 25/35, 30/30, 35/25. Рух від вала III на вал IV передається при переключенні блока 35-42 і зачепленні коліс: 35 з 35 чи 15 з 42, 35/35 чи 15/42. Вал IV отримує (3х2-6) шість різних частот обертання. Далі обертання передається з вала IV па шпindelний вал VI при переключенні блока 15 50, встановленого на валу V, зачепленні його зубчастими колесами вала IV і шпindelного вала VI з передаточним відношенням 25/50, 15/60, 25/50, 50/25. Шпindelний вал отримує (3х2х2) дванадцять різних частот обертання від 32 до 1410 об/хв.

Глибина різання ($t_{св}$) при свердлінні отвору в суцільному матеріалі складає половину діаметра свердла:

Подача величина переміщення свердла вздовж осі за один його оберт. Величина подачі при свердлінні отвору (S_{CB}), мм/об, залежить від заданої чистоти і точності обробки, матеріалу заготовки, діаметра свердла, міцності і жорсткості системи верстат - інструмент заготовка.

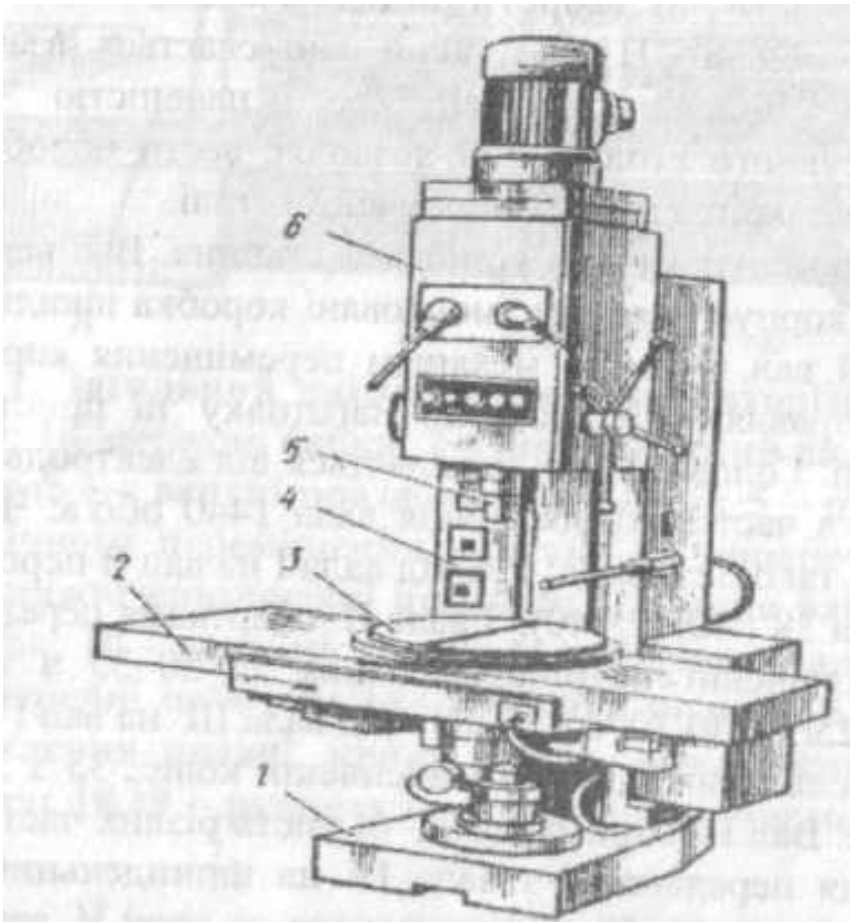


Рис. 2. Загальний вигляд верстата моделі 2H135-1: 1 - фундаментна плита; 2 - плаваючий стіл; 3 - обертовий стіл; 4 - колона; 5 - шпindel; 6 - свердлильна бабка.

Фрезерування є одним із найбільш розповсюджених і високопродуктивних способів механічної обробки різанням. Обробка ведеться багатолезовими різальними інструментами **фрезами**. Під час фрезерування головний обертовий рух різання - обертання інструмента, рух подачі переміщення заготовки, закріпленої на столі фрезерного верстата.

Найбільше розповсюдження в ремонтних майстернях серед фрезерних верстатів отримав горизонтально-фрезерний верстат моделі 6M82.

У горизонтально - фрезерного консольного верстата 6M82 шпindelний вал 1 розташований горизонтально. Стіл 5 може переміщуватися в горизонтальному (повздовж нього та поперечному) і вертикальному напрямках. Основою верстата 6M82 служить фундаментна плита 8, на якій закріплена станина 4 коробчастої форми і електродвигун. По вертикальним направляючим станини 4 переміщується консоль 7 з поперченими направляючими, яка служить для переміщення нижніх полозків. На нижніх полозках встановлені поворотні верхні полозки, які при налагодженні верстата можуть бути повернені навколо вертикальної вісі на кут $\pm 45^{\circ}$. Направляючі верхніх поворотних полозків дозволяють переміщувати поперек 6 в повздовжньому

горизонтальному напрямленні.

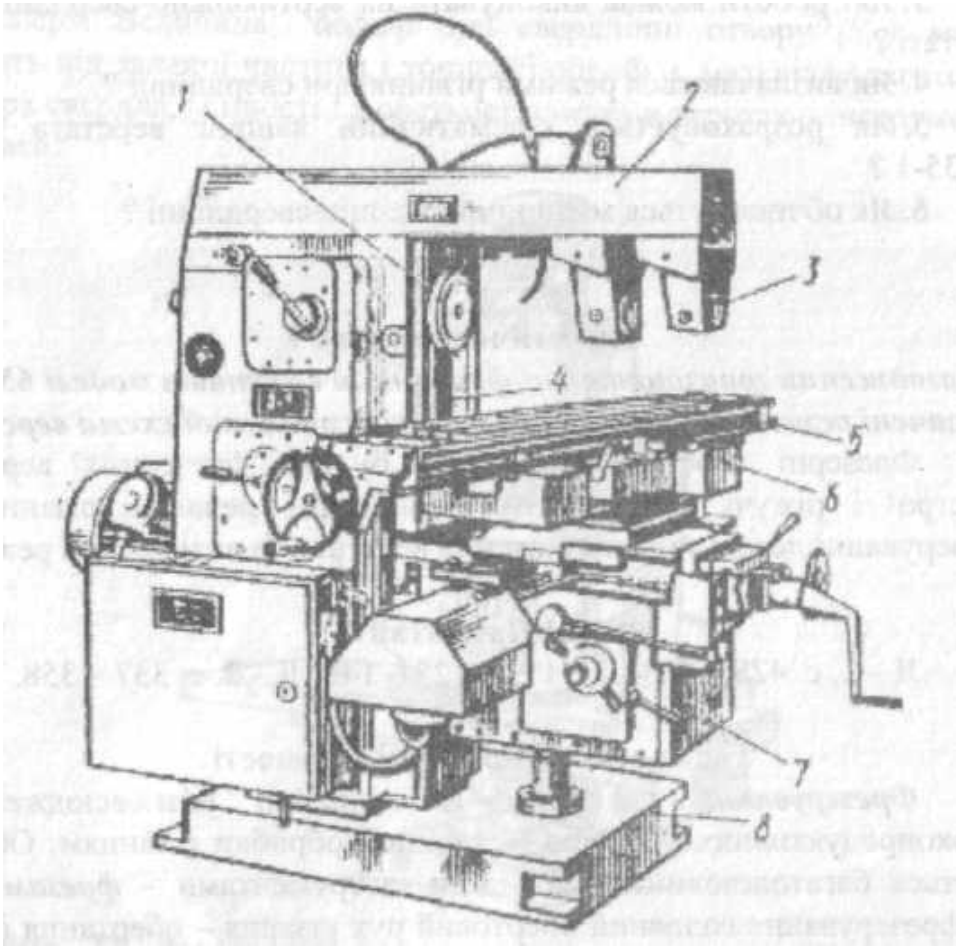


Рис. 3. Загальний вигляд консольного горизонтально-фрезерного верстата моделі 6М82: 1 - шпindel; 2 - хобот; 3 - підвіска; 4 - станина; 5 — стіл; 6 — каретка; 7 — консоль; 8 - фундаментна плита

Хобот 2 вставлений на горизонтальних направляючих станини і по ним переміщуватись на визначену відстань. Хобот також служить для встановлення і закріплення підвіски 3, необхідної для закріплення кінця оправки з інструментом. Привід шпинделя 1 створюється від електродвигуна через коробку швидкостей. До консолі кріпиться двигун для приводу подачі. В середині консолі розташований привід механізму подач, який складається з коробки передач і механізмів для створення повздовжньої, поперечної та вертикальної подачі.

Частоту обертання шпинделя можна підрахувати множенням частоти обертання вала електродвигуна на передаточні відношення тих зубчастих коліс, які знаходяться в зачепленні.

Подача поступальне або обертальне переміщення оброблюваної заготовки відносно фрези. При фрезеруванні розрізняють подачу на один зуб фрези, подача на один оберт фрези, хвилинна подача.

Швидкість різання - колова швидкість найбільш віддаленої точки від осі обертання різальної кромки фрези.

Радіально-свердлильні верстати призначені для свердління, зенкування, розвертання отворів, нарізування різьб мітчиками у великих корпусних деталях в

умовах одиничного і багатосерійного виробництва. Застосування спеціального оснащення дозволяє вирізувати круглі пластини з листа або внутрішні круглі канавки, виконувати операції, характерні для розточувальних верстатів.

Розточувальні верстати призначені для обробки отворів як у невеликих, так і у великих деталях і широко застосовуються у сільськогосподарському машинобудуванні. Вони дозволяють виконувати точіння торцевих поверхонь і обточування циліндричних, фрезерування плоских і фасонних поверхонь тощо.

Класифікація розточувальних верстатів на типи наступна:

- координатно-розточувальні;
- горизонтально-розточувальні;
- алмазно-розточувальні.

На свердлильних верстатах виконують наступні технологічні операції:

- *свердління* - один з найпоширеніших способів утворення циліндричних отворів у суцільному матеріалі за допомогою свердла;
- *розсвердлювання* - процес збільшення свердлом наявних отворів;
- *зенкерування* - обробка циліндричних литих, штампованих або попередньо просвердлених отворів зенкером для надання їм правильної геометричної форми, потрібних розмірів і чистоти поверхні;
- *розточування* отворів різцями здійснюють тоді, коли осі отворів повинні бути розміщені за точними координатами;
- *розвірчування* - процес остаточної обробки отворів для надання їм точних розмірів і високої чистоти поверхні;
- *зенкування* - утворення циліндричних або конічних заглиблень у попередньо просвердлених отворах під головки болтів, гвинтів та інших деталей за допомогою циліндричних і конічних зенкерів (зенківок);
- *цекування* — обробка торцевих поверхонь під гайки, шайби і кільця ножами (пластинками) або торцевими зенкерами;
- *нарізання різьби* в отворах можна здійснити на свердлильних верстатах мітчиками.

ТЕСТ №14

1. Токарно-гвинторізний верстат складається...

1. з верхньої частини в якому змонтовані коробка швидкостей, подач і шпindelний вал, а також механізм переміщення
2. з основи, станина, коробка швидкостей, задня бабка, коробка подач, супорт.
3. з верхньої частини в якому змонтовані коробка швидкостей

2. Вертикально - свердлильного верстата складається ...

1. з верхньої частини в якому змонтовані коробка швидкостей, подач і шпindelний вал, а також механізм переміщення корпусу по вертикальним направляючим станини
2. з основи, станина, коробка швидкостей, задня бабка, коробка подач, супорт
3. з основи, станина, коробка швидкостей

3. Фрезерування...

1. є одним із найбільш розповсюджених і високопродуктивних способів механічної обробки різанням

2. спосіб обробки поверхонь заготовки різцем завдяки двом прямолінійним горизонтальним рухам
3. для виконання різноманітних операцій на різних деталях.

4. Радіально-свердлильні верстати призначені ...

1. для обробки зовнішніх, внутрішніх, циліндричних, конічних, фасонних та торцевих поверхонь, нарізання метричних, дюймових, модульних та інших спеціальних різьб.
2. для свердління, зенкування, розвертання отворів, нарізування різьб мітчиками у великих корпусних деталях в умовах одиничного і багатосерійного виробництва
3. для обробки отворів як у невеликих, так і у великих деталях і широко застосовуються у сільськогосподарському машинобудуванні

5. Розточувальні верстати призначені ...

1. для обробки отворів як у невеликих, так і у великих деталях і широко застосовуються у сільськогосподарському машинобудуванні
2. для свердління, зенкування, розвертання отворів, нарізування різьб мітчиками у великих корпусних деталях в умовах одиничного і багатосерійного виробництва
3. для обробки різних пазів, шпонкових і шліцьових канавок, вертикальних поверхонь

6. Стругальні верстати застосовують ...

1. обробки зовнішніх, внутрішніх, циліндричних, конічних, фасонних та торцевих поверхонь, нарізання метричних, дюймових, модульних та інших спеціальних різьб.
2. для обробки площин, прямолінійних фасонних поверхонь, різних пазів і канавок
3. для свердління, зенкування, розвертання отворів, нарізування різьб мітчиками у великих корпусних деталях в умовах одиничного і багатосерійного виробництва

7. Довбальні верстати застосовують...

1. для обробки різних пазів, шпонкових і шліцьових канавок, вертикальних поверхонь
2. обробки зовнішніх, внутрішніх, циліндричних, конічних, фасонних та торцевих поверхонь, нарізання метричних, дюймових, модульних та інших спеціальних різьб.
3. для обробки різних пазів, шпонкових і шліцьових канавок, вертикальних поверхонь

8. Стругання - ...

1. спосіб обробки поверхонь заготовки різцем завдяки двом прямолінійним горизонтальним рухам - головному рухові різання V різця або заготовки й періодичному рухові подачі в напрямку, перпендикулярному до головного руху різання
2. є одним із найбільш розповсюджених і високопродуктивних способів механічної обробки різанням
3. спосіб обробки поверхонь заготовки різцем завдяки двом прямолінійним горизонтальним рухам

9. Токарно-гвинторізний верстат призначений...

1. для обробки різних пазів, шпонкових і шліцьових канавок, вертикальних

поверхонь

2. обробки зовнішніх, внутрішніх, циліндричних, конічних, фасонних та торцевих поверхонь, нарізання метричних, дюймових, модульних та інших спеціальних різьб.
3. для обробки отворів як у невеликих, так і у великих деталях і широко застосовуються у сільськогосподарському машинобудуванні

10. Для чого призначений токарно-гвинторізний верстат?

1. для обробки однотипних деталей різних розмірів
2. для обробки певної деталі
3. для виконання різноманітних операцій на різних деталях.

Електрофізичні і електрохімічні методи обробки металів

1. У чому полягає сутність обробки поверхні пластичним деформуванням: обкатка і розкатування поверхні, алмазне вигладжування, калібрування, дробострумена обробка?

2. Призначення і переваги електрофізичних і електрохімічних методів обробки ?

3. У чому полягає сутність електроіскрової обробки?

4. У чому полягає сутність електроімпульсної обробки?

5. У чому полягає сутність електроконтактної обробки?

6. У чому полягає сутність анодно – механічної обробки?

7. У чому полягає сутність електрохімічного полірування?

8. У чому полягає сутність електрохімічну розмірну обробку?

9. У чому полягає сутність електроабразивної і електроалмазної обробки?

10. У чому полягає сутність ультразвукового методу обробки?

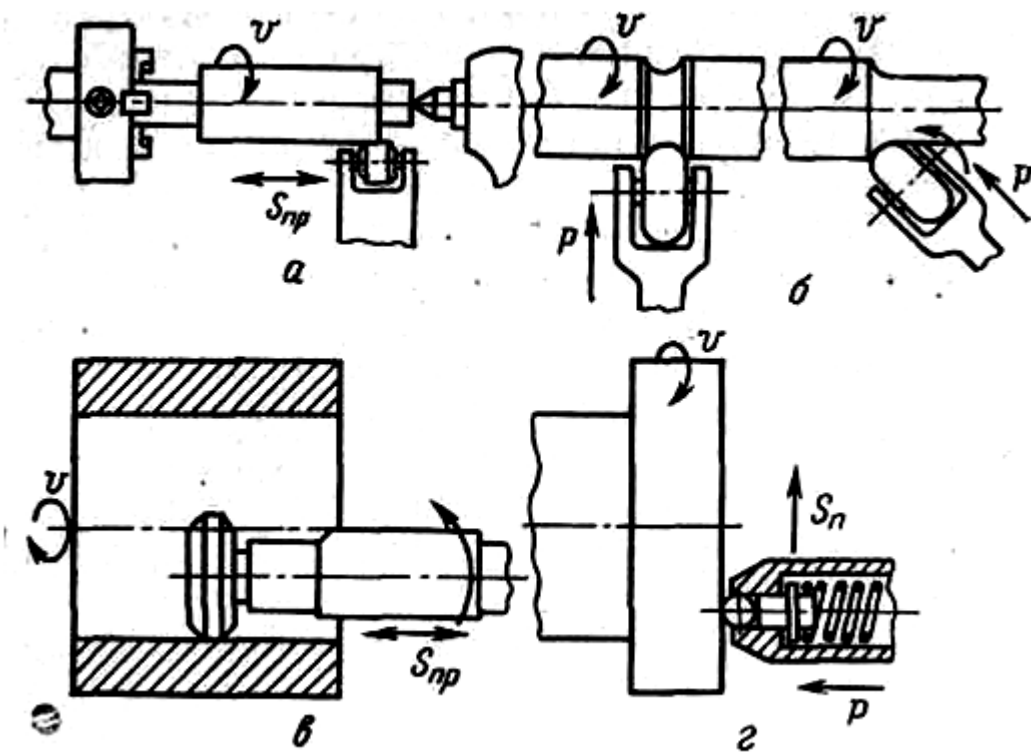
11. У чому полягає сутність променевого методу обробки?



Короткі теоретичні відомості

Методи обробки без знімання стружки застосовують як при виготовленні деталей машин, так і для чистової обробки поверхні деталей. Ці методи основані на використанні пластичних властивостей металів, тобто здібності металевих заготовок приймати залишкові деформації без порушення цілісності. Поверхня заготовки приймає необхідну форму, розміри і шорсткість поверхні в результаті перерозподілу елементарних об'ємів металу під впливом інструменту. Обробка методами пластичної деформації супроводжується зміцненням поверхні, що сприяє підвищенню довговічності роботи деталей, знижує чутливість до втомного руйнування, підвищує зносостійкість і корозійну стійкість, видаляються ризики і мікротріщини, що залишилися від попередньої обробки.

Обробка поверхонь пластичним деформуванням - обкатка і розкатування поверхонь, алмазне вигладжування й інші види обробки. Електроерозійні методи обробки - електроіскрова, електроімпульсна, електроконтактна. Електрохімічні методи обробки - анодно-механічна, ультразвукова, променева.



Мал.1 Схеми обкатування і розкочування поверхнь заготовок:

а — обкатування поверхні валу роликом; б — обкатування поверхнь радіусів роликом; в — розкочування отвору роликом; г — обкатування поверхні кулькою

Обробка поверхневим пластичним деформуванням забезпечує підвищення експлуатаційних властивостей деталей: збільшення стійкості до спрацювання, антикорозійну стійкість, міцність. Обробка заготовок методом пластичного поверхневого деформування відбувається без зняття стружки. Цей метод відзначається високою продуктивністю праці, точністю і якістю обробленої поверхні, меншою витратою матеріалу й вартістю виконаної роботи, підвищеними механічними і експлуатаційними характеристиками оброблених поверхнь.

Електроерозійні методи полягають у руйнуванні електропровідних матеріалів - електродів під час пропускання між ними імпульсів електричного струму. Коли різниця потенціалів між електродами (заготовкою та інструментом) досягає певної величини, газове або рідинне середовище між ними іонізується й утворюється канал провідності, по якому проходить електричний струм у вигляді імпульсного електричного або дугового розрядів.

Методи обробки без знімання стружки застосовують як при виготовленні деталей машин, так і для чистової обробки поверхні деталей. Ці методи основані на використанні пластичних властивостей металів, тобто здібності металевих заготовок приймати залишкові деформації без порушення цілісності. Поверхня заготовки приймає необхідну форму, розміри і шорсткість поверхні в результаті перерозподілу елементарних об'ємів металу під впливом інструменту. Обробка методами пластичної деформації супроводжується зміцненням поверхні, що сприяє підвищенню довговічності роботи деталей, знижує чутливість до втомного руйнування, підвищує зносостійкість і корозійну стійкість, видаляються риси і мікротріщини, що залишилися від попередньої обробки.

Обкатуванням і розкочуванням обробляють і зміцнюють циліндрові, конічні, плоскі і фасонні зовнішні і внутрішні поверхні (мал. 1).

Алмазним вигладжуванням знижують шорсткість поверхні і зміцнюють її, тим самим підвищують експлуатаційні властивості обробленої поверхні.

Калібруванням підвищують точність отворів і одержують поверхню високої якості шляхом згладжування нерівностей і виправленням погрішностей попередньої обробки, а також за рахунок зміцнення поверхні.

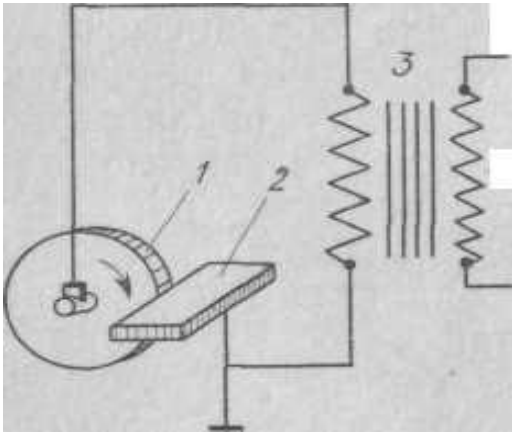
Електричні методи обробки металів набувають все більше поширення в різних галузях промисловості і в ремонтному виробництві. Важливе значення ці методи набувають при обробці заготовок із струмопровідних матеріалів, металокерамічних твердих сплавів, жароміцних сталей і важкооброблюваних сплавів.

Електрообробку поділяють на наступні види: електроіскрову, електроімпульсну, анодно-механічну і електроконтактну.

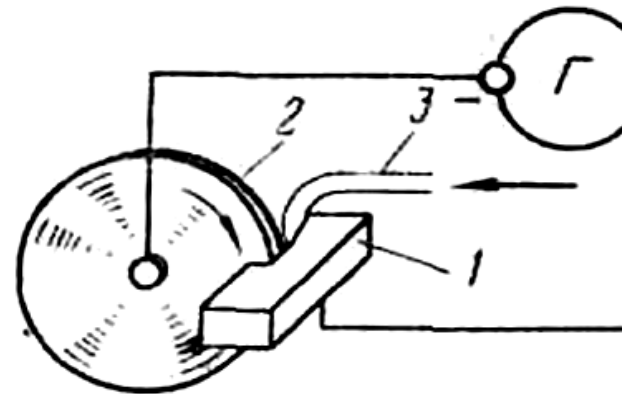
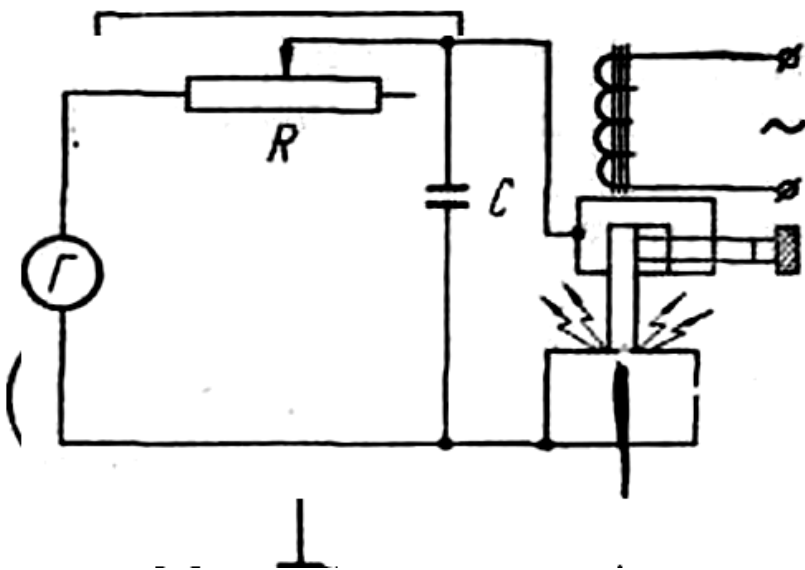
Електроіскрова обробка найбільш ефективна для загартованих металів, твердих сплавів і інших важкооброблюваних струмопровідних матеріалів. Суть методу полягає у тому, що між двома металевими електродами, що знаходяться під напругою і зближують до пробивного проміжку, відбувається миттєвий (іскровий) розряд. При цьому на позитивно зарядженому електроді (аноді) спостерігається руйнування (ерозія) металу, а на негативно зарядженому електроді (катоді) частинки металу осідають. Якщо оброблювану заготовку приєднати до позитивного полюса джерела струму і підвести до неї інструмент, сполучений з негативним полюсом так, щоб між ними проходив електроіскровий розряд, то в результаті ерозії відбуватимуться місцеві руйнування поверхні металу оброблюваної заготовки. До достоїнств електроіскрової обробки можна віднести можливість витягання із заготовок свердел, що зламалися, мітчиків, розгортки, а також зміцнення і нарощування деталей при ремонті (мал. 2).

Електроімпульсна обробка є різновидом електроіскрової і має ряд переваг: висока продуктивність, менший знос електродів і менша витрата електричної енергії. Поліпшення технологічних характеристик обумовлене застосуванням спеціальних високоякісних генераторів імпульсів.

Анодно-механічна обробка металів заснована на знятті шару, що утворюється в електроліті на поверхні деталі, включеної в ланцюг як анод (мал.3). Електролітом служить розчин рідкого скла або глини. Електроінструмент, що має форму диска, обертається і знімає плівку, що утворюється на поверхні деталі. Направлене руйнування металу пов'язане з сумісною електрохімічною і електротермічною дією струму, що проходить між заготовкою і диском.



Мал. 2. Схема електроіскрової установки



Мал.3. Схема анодно-механічної обробки: 1- деталь; 2-диск; 3- трубка для підводу електроліту

Обробка електроконтактна полягає у тому, що між оброблюваною заготовкою і інструментом, виготовленим з тугоплавкого матеріалу, створюється електричний контакт з дуже великою густиною струму (мал. 4). Виникаючі термічні процеси розм'якшують матеріал заготовки, а тугоплавкий електрод (інструмент) знімає розм'якшені **шари металу**.

Електрохімічне полірування і хіміко-механічна обробка засновані на використуванні електролізу і поляризації. Електрохімічне полірування металевих поверхонь зводиться до видалення плівки з верхівок нерівностей деталі (анода) силами електричного поля. Хіміко-механічний метод заснований на пропусканні постійного струму через електроліт.

В цьому випадку на деталі за рахунок електрохімічної взаємодії з електролітом утворюється нерозчинний осад (плівка), що знімається механічним шляхом — щіткою або скребком. Щітка або скребок є електродом — інструментом, що включається як катод. Цей спосіб застосовується для обробки твердих сплавів і інших матеріалів.

Ультразвукова обробка

Одна з важливих переваг ультразвукового методу обробки на відміну від електроерозійного методу полягає у тому, що їм можна обробляти отвори будь-якого профілю в матеріалах як струмопровідних, так і ізоляційних. При ультразвуковій обробці використовують магнітострикційні випромінювачі. Принцип роботи їх заснований на тому, що під дією магнітного поля такі метали, як залізо, кобальт, нікель і їх сплави, зменшуються по довжині, а при знятті магнітного поля первинний їх розмір відновлюється. Ця властивість металів називається магнітострикцією. Воно використовується для отримання ультразвукових коливань. Ультразвукові коливання вібратора через приєднаний до нього інструмент можуть бути передані будь-якому іншому середовищу. Під дією ультразвуку частинки рідини з абразивним порошком одержують великі прискорення. Якщо під інструмент помістити оброблюваний матеріал, то частинки абразиву, ударяючи по ньому з великою силою і великою частотою відповідно до частоти коливання вібратора, вириватимуть із заготовки частинки матеріалу.

Електронно-променева і лазерна обробка

Електронно-променева обробка основана на використанні кінетичної енергії сфокусованого пучка електронів, який в точці зіткнення нагріває поверхню оброблюваної заготовки до 6000°C в результаті перетворення кінетичної енергії в теплову. При цій температурі матеріал плавиться і випаровується, що дозволяє одержувати прорізи і отвори з діаметром до $0,001$ мм. Установка для електронно-променевої обробки складається з електронної пушки, в якій формується могутній електронний промінь, вакуумної (робочої) камери, високовольтного джерела енергії і системи для контролю і управління процесом.

Лазерна обробка заснована на використанні внутрішньої енергії атомів і молекул деяких речовин. Лазери працюють в імпульсному режимі, і енергія їх світлового імпульсу невелика. Якщо ж цю енергію сфокусувати в промені діаметром близько $0,01$ мм і виділити в мільйонні частки секунди, то оброблюваний матеріал розплавиться і випарується. Найбільше поширення набули лазери, в яких активним елементом є синтетичний рубін або неодимове скло. Даний спосіб застосовують для свердлення, розрізання, зварки.

ТЕСТИ № 15

1. Яким методом обробітку деталі знижують шорховатість поверхні і зміцнюють її?

1. Алмазним вигладжуванням.
2. Калібруванням
3. Обкатуванням і розточуванням

2. Що відбувається з поверхнею деталі під час алмазного вигладжування?

1. Підвищуються точність отворів і одержують поверхню високої якості шляхом згладжування нерівностей і виправленням погрішностей попередньої обробки
2. Зміцнюються циліндрові, конічні, плоскі і фасонні зовнішні і внутрішні
3. Знижуються шорсткість поверхні і зміцнюють її, тим самим підвищуються

експлуатаційні властивості обробленої поверхні.

3. В чому полягає суть методу електроіскрового обробітку металів?

1. Між двома металевими електродами, що знаходяться під напругою, відбувається миттєвий (іскровий) розряд.
2. Між двома металевими електродами, що знаходяться на великій відстані відбувається іскровий розряд
3. Між двома металевими електродами, що знаходяться під напругою, відбувається подовжений іскровий розряд.

4. Для яких металів найбільш ефективний електроіскровий обробіток?

1. Для м'яких, не загартованих матеріалів
2. Для загартованих металів, твердих сплавів і інших важкооброблюваних струмопровідних матеріалів.
3. Для кольорових металів

5. Які переваги електроімпульсної обробки металів в порівнянні з електроіскровою?

1. Застосування не спеціальних генераторів імпульсів
2. Висока продуктивність, менший знос електродів, менша витрата електричної енергії.
3. Можна обробляти отвори будь-якого профілю в матеріалах як струмопровідних так і ізоляційних

6. Що таке електронно-променева обробка металів?

1. Обробка з використанням електролізу і поляризації
2. Обробка з використанням магнітострикційних випромінювачів електронів.
3. Обробка металів основана на використанні кінетичної енергії сфокусованого пучка

- Магнітний гістерезис. Магнітні втрати
- Магнітні властивості спеціальних сплавів та матеріалів

Магнітний гістерезис. Магнітні втрати .

1. Яка характеристика називається магнітним гістерезисом ?
2. Що називають петлею гістерезису ?
3. Яка величина називається магнітним насиченням ?
4. Як називається найбільше значення магнітної індукції ?
5. Яку силу називають коерцитивною ?
6. Як називається енергія, яка витрачається в матеріалі на його перемагнічування ?
7. Чим викликаються динамічні магнітні втрати



Короткі теоретичні відомості

Найбільш показовою характеристикою залежності магнітної індукції феромагнітного матеріалу від напруженості магнітного поля намагнічування є **петля гістерезису**.

Криву циклічного перемагнічування називають **петлею гістерезису** (грец. hysteresis - спізнювання), або петлею перемагнічування. Ця крива характеризує, що зміни магнітної індукції відстають від змін напруженості магнітного поля. Це відставання називається **магнітним гістерезисом** і властиве всім магнітним матеріалам.

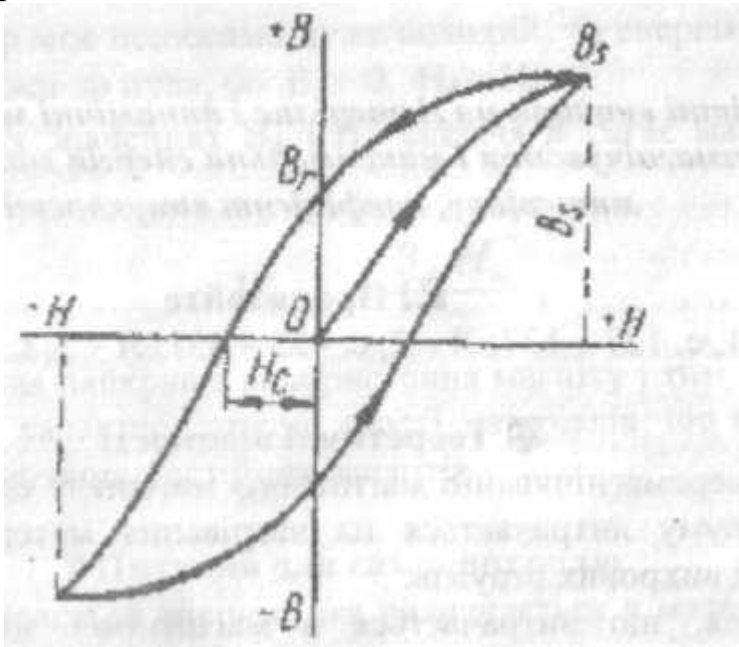


Рис. Петля гістерезису

При початковому намагнічуванні матеріалу індукція в ньому росте по початковій кривій намагнічування до величини **магнітного насичення** B_s (ділянка OB_s). Найбільше значення магнітної індукції B_s є **індукцією насичення**. При зменшенні напруженості H зміна B буде відбуватися не по початковій кривій, а буде запізнюватись (ділянка $B_s B_r$). При $H = 0$ індукція в феромагнітному матеріалі не буде дорівнювати нулю. Магнітна індукція, яка залишається в матеріалі, коли напруженість .

магнітного поля дорівнює нулю, називається *залишковою індукцією* B_r , вона характеризується відрізком OB_r . Для того, щоб розмагнітити попередньо намагнічений матеріал (зменшити B_r до нуля), необхідно прикласти обернено направлену напруженість магнітного поля. Напруженість поля, необхідна для зменшення залишкової магнітної індукції до нуля, називається *коерцитивною* (затримуючою) *силою* H_c . Величина коерцитивної сили характеризується відрізком OH_c .

При перемагнічуванні магнітного матеріалу електрична енергія джерела струму витрачається на нагрівання матеріалу за рахунок гістерезису і вихрових струмів.

Енергія, що витрачається в магнітному матеріалі на його перемагнічування, називається *магнітними втратами на гістерезис*. Її величина чисельно (у масштабі) дорівнює площі петлі гістерезису з урахуванням частоти струму.

Динамічні магнітні втрати викликаються вихровими струмами, індуктованими в масі магнітного матеріалу. Втрати на вихрові струми залежать від електричного опору феромагнетика. Чим більший питомий опір феромагнетика, тим менші втрати на вихрові струми.

Характеристиками матеріалів для постійних магнітів (магнітотверді матеріали) є коерцитивна сила, залишкова індукція і максимальна енергія, що віддається магнітом у зовнішній простір. У постійних магнітів чим вища коерцитивна сила, тим менша магнітна проникність. Магнітний потік, а відповідно, і енергія магніту в замкненому стані (у вигляді кільцевого осердя) знаходяться всередині нього. При наявності повітряного зазору між полюсами частина енергії стає зв'язаною з полем ззовні матеріалу магніту. Величина її залежить від довжини зазору. Причому індукція B_d в проміжку буде меншою залишкової індукції B_r внаслідок розмагнічуючої дії полюсів магніту. Питома магнітна енергія в повітряному зазорі

$$W_d = \frac{B_d \cdot H_d}{2}$$

де H_d - напруженість поля, що відповідає індукції B_d , А/м.

Чим менша довжина магніту і чим більший зазор, тим більше розмагнічуюче поле полюсів і тим менше B_d .

При замкненому магніті $B_d = B_r$; причому енергія дорівнює нулю, бо $H_d = 0$.

Якщо зазор між полюсами дуже великий, то енергія за цих умов також наближається до нуля, бо $B_d = 0$, $H_d = H_c$

При деяких значеннях B_d і H_d енергія досягає максимального значення:

$$W_{\text{макс}} =$$

яке визначає найкраще використання магніту і тим самим є найбільш важливою характеристикою якості матеріалів, що використовуються для виготовлення постійних магнітів.

ТЕСТ №26

1. Петля гістерезису це...

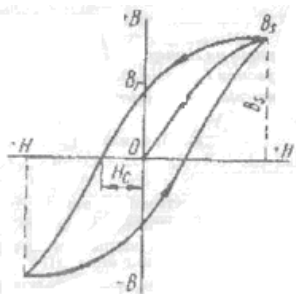
1. залежності магнітної індукції феромагнітного матеріалу
2. залежності напруженості магнітного поля намагнічування
3. залежності магнітної індукції феромагнітного матеріалу від напруженості

магнітного поля намагнічування.

2. Петля гістерезису ...

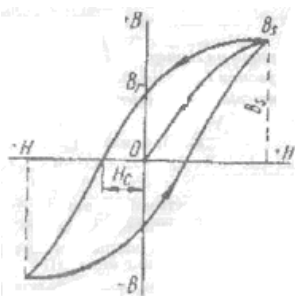
1. характеризує, що зміни магнітної індукції відстають від змін напруженості магнітного поля
2. характеризує, що зміни магнітної індукції випереджають від змін напруженості магнітного поля
3. характеризує, що зміни магнітної індукції незмінюються від змін напруженості магнітного поля

3. Вкажіть за допомогою графіка ділянку магнітного насичення



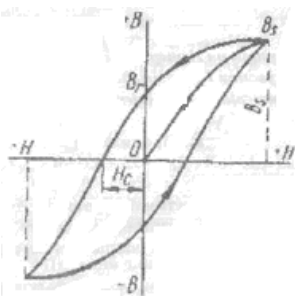
1. Ділянка OB_p
2. Ділянка OH_c
3. ділянка OB_s

4. Вкажіть за допомогою графіка індукцію насичення



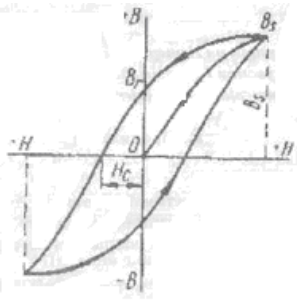
1. Точка B_s
2. Ділянка OB_p
3. Ділянка OH_c

5. Вкажіть за допомогою графіка ділянку залишкової індукцією



1. Ділянка OH_c
2. ділянка OB_s
3. Ділянка OB_p

6. Вкажіть за допомогою графіка величину коерцитивної сили



1. Ділянка OH_c
2. ділянка OB_s
3. Ділянка OB_r

7. При зменшенні напруженості H зміна B буде відбуватися не по початковій кривій

1. буде випереджати
2. буде запізнюватись
3. буде незмінюватись

8. Коерцитивною (затримуючою) силою називається ...

1. напруженість поля, необхідна для зменшення залишкової магнітної індукції до нуля
2. енергія, що витрачається в магнітному матеріалі на його перемагнічування
3. листові електротехнічна сталь, одержана шляхом прокатки в одному напрямі листів або стрічок з сильним обтискуванням

9. Магнітними втратами на гістерезис називається ...

1. напруженість поля, необхідна для зменшення залишкової магнітної індукції до нуля
2. енергія, що витрачається в магнітному матеріалі на його перемагнічування
3. листові електротехнічна сталь, одержана шляхом прокатки в одному напрямі листів або стрічок з сильним обтискуванням

10. Динамічні магнітні втрати викликаються ...

1. феромагнетиком
2. вихровими струмами, індукованими в масі магнітного матеріалу
3. електричним опором

11. Втрати на вихрові струми залежать від ...

1. вихрових струмів
2. електричного опору феромагнетика
3. залишкової індукції

12. Чим більший питомий опір феромагнетика, тим ...

1. менші втрати на вихрові струми
2. більші втрати на вихрові струми
3. незмінні втрати на вихрові струми

Магнітні властивості спеціальних сплавів та матеріалів .

1. Назвіть основні параметри магнітних матеріалів?
2. Що таке діамагнетики і парамагнетики?
3. Якими властивостями характеризуються феромагнетики?
4. Від чого залежать магнітні характеристики магнітних матеріалів?
5. Поясніть, на які основні групи поділяють магнітні матеріали?
6. В якості чого використовують магнітомягкі магнітні матеріали?
7. Де використовують магнітотверді матеріали?
8. Поясніть групи, на які розділяють магнітомягкі матеріали?
9. Що означають цифри в марці сталі: 10848 ?
10. Литі висококоерцетивні сплави, леговані сталі, сплави, що пластично деформуються, металокерамічні магнітні матеріали, їх склад, властивості, магнітні характеристики і застосування.
11. Гартування, намагнічування, старіння магнітів?
12. Магнітні матеріали для високочастотної техніки, вимоги, що ставляться до них ?
13. Ферити, їх склад, структура, характерні властивості, застосування і маркування?



Короткі теоретичні відомості

Всі феромагнетики характеризуються: 1) кристалічною будовою; 2) великим позитивним значенням магнітної сприйнятливості (магнітної проникності), а також істотною і нелінійною її залежністю від напруженості поля і температури; 3) здатністю намагнічуватися до насичення при звичних температурах навіть в слабких полях; 4) гістерезисом — залежністю магнітних властивостей від попереднього магнітного стану («магнітної передісторії»); 5) точкою Кюрі, тобто температурою, вище якій матеріал втрачає феромагнітні властивості (для чистого заліза 768 °С, для нікелю 358 °С, для кобальту 1131°С).

Магнітні характеристики магнітних матеріалів залежать від хімічного складу, виду термічної обробки, внутрішньої будови, способу виготовлення і інших чинників. Легко намагнічуються (мале значення H) хімічно чисті феромагнітні метали і однофазні сплави на їх основі. Кількість кристалічних дефектів в них повинна бути мінімальною, наприклад межі кристалів повинні мати мінімальну протяжність, що забезпечується великокристалічною структурою. Більшість технічних магнітних матеріалів має складний хімічний склад, оскільки ці матеріали створюються у вигляді подвійних або потрійних сплавів з додаванням легуючих елементів. У цих випадках склад вибирається з метою отримання магнітних матеріалів з певними властивостями.

Крім високої магнітної проникності і малої коерцитивної сили, магнітомягкі матеріали повинні володіти великою індукцією насичення, тобто пропускати максимальний магнітний потік через задану площу поперечного перетину магнітопровода. Виконання цієї вимоги дозволяє зменшити габаритні розміри і масу магнітної системи.

Класифікація магнітних матеріалів

Магнітні матеріали залежно від коерцитивної сили і магнітної проникності ділять на дві основні групи: магнітомягкі і магнітотверді. Згідно ГОСТ 19693—74 до магнітомягким відносяться матеріали з $H_c < 4$ кА/м, а до магнітотвердих — матеріали з $H_c > 4$ кА/м. Терміни «магнітомягкий» і «магнітотвердий» не відносяться до характеристики механічних властивостей матеріалу. Існують механічно м'які, але магнітотверді матеріали і навпаки. У окрему групу виділяють (матеріали спеціалізованого призначення).

До магнітомягких відносять магнітні матеріали з малою коерцитивною силою і високою магнітною проникністю. Вони володіють здатністю намагнічуватися до насичення в слабких магнітних полях, характеризуються вузькою петлею гістерезису і малими втратами на перемагнічування. Вони використовуються в якості різних магнітопроводів: сердечників дроселів, трансформаторів, електромагнітів, магнітних систем електровимірювальних приладів, магнітних екранів і т.д. Для того, щоб одержувати великі магнітні потоки при малій площі матеріалів (малій масі), рекомендується застосовувати магнітомягкі матеріали з високою магнітною проникністю і індукцією насичення.

Магнітотверді матеріали застосовують для виготовлення постійних магнітів, вони мають велику коерцитивну силу, магнітну індукцію і незначну магнітну проникність. Магнітотверді матеріали використовують в електро- і радіоапаратурі (вимірювальні прилади, реле, пристрої магнітної пам'яті).

До групи магнітних матеріалів спеціалізованого призначення відносяться: спеціальні феромагнетики, ферити, магнітодіелектрики, конструкційні чавуни і сталі. Дані матеріали мають особливі магнітні властивості, які визначаються структурою і складом.

Магнітомякі матеріали

Магнітний матеріал, використовуваний в змінних полях, повинен мати можливо менші втрати на перемагнічування, які складаються в основному з втрат на гістерезис і вихрові струми. Для зменшення втрат на вихрові струми в трансформаторах вибирають магнітомягкі матеріали з підвищеним питомим опором. Звичайно магнітопроводи збирають з окремих ізольованих один від одного тонких листів.

Магнітомягкі матеріали можна розділити на три групи.

1. Сталь електротехнічна тонколистова і сортова нелегована ГОСТи 3836—83, 11036—75 (технічне залізо).
2. Сталь електротехнічна крем'яниста ГОСТи 21427.0—75; 21427.3—75 і 21427.4—78.
3. Сплави прецизійні магнітомягкі ГОСТи 10160—75, 10994—74.

Основним компонентом більшості магнітних матеріалів є залізо. Саме по собі залізо в елементарному вигляді є типовим магнітом'яким матеріалом, магнітні властивості якого істотно залежать від змісту домішок. Технічно чисте залізо звичайно містить невелику кількість домішок вуглецю, сірки, марганцю, кремнію і інших елементів, погіршуючи його магнітні властивості. Внаслідок порівняно низького питомого опору технічно чисте залізо використовують досить рідко, в основному для виготовлення магнітопроводів постійного магнітного потоку.

Для магнітопроводів, призначених для роботи на постійному струмі і невисоких

технічних частотах (сердечники реле, трансформатори, електричні машини), найбільш відповідними є різні сорти нелегованих і електротехнічних сталей.

Малий питомий електроопір заліза обмежує його застосування в потужних пристроях на змінному струмі через зростання втрат на вихрові струми з підвищенням частоти. Тому в змінних полях низької частоти (приблизно до 25 кГц) застосовують електротехнічні крем'янисті сталі, що містять до 4,8% сірки.

Для застосування електротехнічних крем'янистих сталей на вищих частотах рекомендується вибирати листи товщиною до 0,1 мм. Зменшення товщини листа різко знижує втрати на вихрові струми. Для динамомашин часто вибирають крем'янисті сталі із вмістом кремнію до 3%, для трансформаторів — від 3 до 4,8%.

Сталь електротехнічна нелегована тонколистова виготовляється наступних марок: 10848, 20848, 10895, 10880, 20880, 10864, 20864, 20895, 20832. Значення цифр в марці: 1 — гарячокатана ізотропна; 2 — холоднокатана ізотропна; 0 — вміст кремнію не більш 0,03%; 8 — група по основній нормованій характеристиці — коерцитивній силі; четвертий і п'ятий знаки — значення коерцитивної сили в А/м. Наприклад, 10895 ($H_c=95$ А/м), 20832 ($H_c=32$ А/м). Ці сталі застосовують для виготовлення сердечників електромагнітів, електромагнітних реле, що працюють на постійному струмі, вимірювальних приладів, динамічних репродукторів, мембран, магнітних екранів.

Сталь сортова електротехнічна нелегована виготовляється 12 марок. Цифри в марці означають: перша: 1 — гарячекатана, 2 — калібрована; друга: 0 — нелегована без нормування коефіцієнта старіння, 1 — нелегована із заданим коефіцієнтом старіння; третя: 8 — група по основній нормованій характеристиці (коерцитивній силі); четверта і п'ята — значення коерцитивної сили в А/м.

Коефіцієнт старіння визначають на зразках, узятих для визначення магнітних властивостей і підданих старінню протягом 120 ч при 120 °С. Коефіцієнт старіння (відсоток збільшення коерцитивної сили зразка після старіння) сталей 11880, 21880, 11895 і 21895 не повинен бути більше 10 %. Сталі 11864 і 21864 виготовляються з нормованим коефіцієнтом старіння. Дані сталі застосовують для виготовлення сердечників електромагнітів, електромагнітних реле, що працюють на постійному струмі.

Сталь електротехнічна тонколистова крем'яниста: за діючими стандартами виготовляється 44 марок гарячокатаної і холоднокатаної. Перша цифра в марці означає структурний стан і вид прокату (плющення), друга — відсотковий вміст кремнію (1 — до 0,8%, 5 — до 4,8%). третя — основну нормовану характеристику (питомі втрати на гістерезис і теплові втрати, Вт/кг), четверта — порядковий номер типу сталі. Сталі по ГОСТ 21427.1—75 марок 3411, 3412, 3413, 3414 і інші із вмістом кремнію 2,8...3,8% використовують для магнітних кіл електричних машин, трансформаторів і приладів.

Сталь електротехнічна холоднокатана по ГОСТ 21427.2—75 марок 2011, 2012, 2111, 2112 і ін. із вмістом кремнію 0,4...3,8% використовують для магнітних кіл електричних машин (якорів і полюсів машин постійного струму), для роторів, і статорів асинхронних двигунів потужністю до 100 кВт.

Сталі електротехнічні гарячокатані по ГОСТ 21427.3—75 марок 1211, 1212, 1213, 1311, 1312 і інші використовують для роторів і статорів асинхронних двигунів потужністю 100...400 кВт і роторів синхронних двигунів вищої потужності. Сталі цих марок містять до 4,8% кремнію.

Прецизійні магнітомягкі сплави (типу пермалой), ГОСТ 10160—75, по складу

можна розділити на дві групи: низьконікелеві із вмістом 45...50% нікелю, що мають високу магнітну проникність при відносно високій індукції насичення (1,5 Тл), і високонікелеві із вмістом 79...83% нікелю з надзвичайно високою магнітною проникністю, але меншою індукцією насичення 0,75 Тл.

Для поліпшення електромагнітних і технологічних властивостей ці сплави додатково легують Мо, Сг, Со, Si, V і ін. Всі легуючі елементи збільшують магнітну проникність. Сплави поділяють по рівню основних властивостей на дев'ять груп. У кожній групі їх розділяють на класи. У групу сплавів з найвищою проникністю в слабких магнітних полях входить високо нікелевий легований пермалой 79НМ (78,5... 80,0% №, 3,8...4,1% Мо) і 81НМА. У групу сплавів з високою магнітною проникністю і підвищеною індукцією входить низьконікелевий нелегований пермалой 45Н і 50Н. Представником групи сплавів з високою магнітною проникністю і підвищеним питомим електричним опором є пермалой 50НХС (48,5...51,0% №, 1.1.. Л.4 — 51, 3,8...4,2% Сг). Особливу групу складає пермалой з прямокутною петлею гістерезису 50НП, 65НП, 79НМП і ін., які широко використовуються в обчислювальній техніці і пристроях автоматичного управління. Відмінна особливість таких матеріалів— велика залишкова індукція. У сплаві 50НП прямокутник петлі досягається прокатом (плющенням), а у сплавів 65НП і 79НМП — шляхом обробки в магнітному полі.

Магнітотверді матеріали

По складу, стану і способу отримання магнітотверді матеріали класифікують на: 1) литі магнітотверді сплави; 2) магніти з порошків; 3) магнітотверді ферити; 4) леговані мартенитні сталі; 5) сплави, що пластично деформуються, і магнітні стрічки.

По застосуванню магнітотверді матеріали можна підрозділити на матеріали для постійних магнітів і матеріали для запису і тривалого зберігання звуку, зображення і т. п.

Сплави магнітотверді литі для постійних магнітів по ГОСТ 17809—72 випускають 25 леговані міддю, титаном, ніобієм і деякими іншими елементами. Основний недолік литих сплавів — висока твердість і крихкість, тому вони обробляються шліфуванням і електроіскровим способом. Для постійних магнітів з невисокими магнітними властивостями застосовують сплави ЮНД4 і ЮНД8 (11,3% Al, 28,4 —N1, 8,2% Сг, Fe — інше).

Порошкові магнітотверді матеріали призначені для виготовлення магнітів, які підрозділяють на ряд груп:

металокерамічні магніти, одержувані з металевих порошків пресуванням без зв'язуючого матеріалу і спіканням при високій температурі;

металопластичні магніти, що виготовляються, як і металокерамічні, з металевих порошків, але з ізолюючою зв'язкою;

барієві магніти (БІ), призначені для магнітних, періодично фокусуєчих систем і для електродвигунів, експлуатованих при температурі до— 50 °С.

Промисловістю випускається 11 марок металокерамічних магнітів (ММК1... ММК11) ГОСТ 13596—68. Букви ММК позначають: магніт металокерамічний, а цифра .в марці є порядковим номером. Магнітні властивості металопластичних магнітів набагато нижчі через вміст немагнітної зв'язуючої речовини. Металопластичні магніти володіють високим електричним опором, що дозволяє застосовувати їх в апаратурі з наявністю змінного магнітного поля підвищеної

частоти.

Барієві магніти (барієві ізотропні) і БА (барієві анізотропні) випускаються по ГОСТ 24063—80 і відрізняються високою стабільністю відносно дії зовнішніх магнітних полів. Окрім барієвих феритів, використовують кобальтові ферити, які характеризуються більшою температурною стабільністю.

Леговані мартенситні сталі, що містять до 1 % вуглецю і легуючі елементи (хром, вольфрам, молібден, кобальт), по ГОСТ 6862—71 включають наступні марки: EX3 (0,9...1,1% C, 2,8...3,6% Cr), EB6 (0.68...0.78 % C, 0.3...0.5 % Cr, 5,2...6,2 % W), EX5K5, EX9K15M2.

Великою гідністю сталей для постійних магнітів є їх низька вартість і технологічність відносно гарячої обробки тиском і різанням. У зв'язку з цим вони успішно використовуються в магнітах великих розмірів.

Сплави, що пластично деформуються, випускають у вигляді стрічок, листів, дроту для виготовлення дрібних магнітів вимірювальних приладів, стрілок компасів, стрічок магнітного запису.

Матеріалам для виготовлення магнітних стрічок служать суцільні металеві стрічки з корозійностійкої сталі, біметалічні стрічки і стрічки на пластмасовій основі з порошковим робочим шаром.

Еластичні магніти — магніти на гумовій основі — використовують як листи магнітної пам'яті для обчислювальних машин, магнітів для відхилюючих систем в телебаченні, коректуючих магнітів і ін. Вони можуть бути будь-якої форми, яку допускає технологія обробки гуми (у виді шнурів, довгих смуг, листів і т. п.).

Відносно магнітних властивостей чавуни і сталі можна поділити на матеріали магнітні і немагнітні. До перших відносяться сірий чавун, вуглецеві та леговані сталі, до других - немагнітні сталі та немагнітний чавун.

Сірий чавун застосовується для виливків корпусів електричних машин, закріплювальних деталей, плит тощо. Іноді їм потрібна термічна обробка, така як відпал. Вали, обертаючі деталі електричних машин, станини машин, які піддаються вібраціям, не бажано виготовляти з чавуну. Для цих деталей необхідна **сталь**, яка має підвищену міцність. Для виливків, звичайно, застосовується вуглецева сталь з вмістом від 0,08 до 0,2 % вуглецю, які піддають повільному відпалу при температурі 850-900 °С. Для особливо відповідальних і спеціальних електричних машин, а також для машин з полегшеною конструкцією потрібна легована сталь з підвищеними механічними властивостями - легована нікелем, ванадієм, хромом, молібденом. Вироби із легованої сталі після гартування для зняття напружень повинні піддаватися високому відпуску 550-650°C.

Немагнітний чавун застосовується в тих випадках, коли наявність магнітних властивостей в конструкційному матеріалі може пошкодити роботі приладу чи апарату.

Немагнітну сталь виготовляють шляхом додавання до складу сталі нікелю і мангану, які зменшують температуру алотропічних перетворень на 20 °С. Немагнітна сталь застосовується для виготовлення тих деталей, які раніше виготовлялись з кольорових металів.

Особливу роль відіграють спеціальні марки феритів для СВЧ. В цій області частот, в першу чергу, використовуються можливості керування електричними і

магнітними параметрами феритів. На СВЧ застосовуються нікелеві, магнієві ферити, магнієві фероамонікати тощо.

Ферити - це магнітна кераміка з незначною електропровідністю. Великий питомий опір, який перевищує питомий опір заліза в 10^6 10^{11} разів, а відповідно, невеликі втрати енергії забезпечують дуже широке застосування при підвищених і високих частотах та достатньо високі магнітні властивості.

Ферити - це система з оксидів заліза і оксидів двовалентних, рідше одновалентних металів. Ферити мають кубічну кристалічну решітку, цікаві магнітні властивості, які є твердими розчинами декількох простих з'єднань, зокрема немагнітних. Ферити, які застосовуються в техніці, називають **оксіферами**, тобто, складними оксидними феромагнетиками. Технологія виготовлення феритів впливає дуже суттєво на властивості готових виробів. Ферити - тверді та крихкі матеріали, дозволяють проводити обробку різанням і допускають тільки шліфування та полірування. Ферити з невисокою точкою Кюрі останнім часом стали застосовувати як термомагнітні матеріали. Для запам'ятовувальних пристроїв обчислювальної техніки особливий інтерес становлять ферити, які мають прямокутну форму петлі гістерезису.

Сплави, що пластично деформуються, випускають у вигляді стрічок, листів, дроту для виготовлення дрібних магнітів вимірювальних приладів, стрілок компасів, стрічок магнітного запису.

Матеріалам для виготовлення магнітних стрічок служать суцільні металеві стрічки з корозійностійкої сталі, біметалічні стрічки і стрічки на пластмасовій основі з порошковим робочим шаром.

Еластичні магніти — магніти на гумовій основі — використовують як листи магнітної пам'яті для обчислювальних машин, магнітів для відхилюючих систем в телебаченні, коректуючи магнітів і ін. Вони можуть бути будь-якої форми, яку допускає технологія обробки гуми (у виді шнурів, довгих смуг, листів і т. п.).

ТЕСТИ №27

1. Де використовують магнітомягкі матеріали?

1. сердечники дроселів, трансформаторів, електромагнітів.
2. в легкій промисловості
3. вимірювальні прилади, реле, магніти

2. Де використовують магнітотверді матеріали?

1. сердечники трансформаторів
2. в електромагнітах
3. вимірювальні прилади, реле, прилади магнітної пам'яті.

3. Які види магнітом'якої сталі застосовуються в електротехніці ?

1. технічно чисте залізо, пермалой, альсифер і високочастотні феромагнетики.
2. технічно чисте залізо, пермалой
3. альсифер і високочастотні феромагнетики

4. Листова електротехнічна сталь застосовується...

1. в електродвигунах, генераторах, трансформаторах всіх видів
2. в електродвигунах, генераторах, трансформаторах всіх видів і призначень, в дроселях, реле змінного струму, вимірювальних приладах,
3. в дроселях, реле змінного струму, вимірювальних приладах

5. Які види магнітотвердої сталі застосовуються в електротехніці ?

1. загартована вуглецева сталь, альнісі (залізо - алюміній - нікель - кремній), альніко (залізо - алюміній - нікель - кремній кобальт), сплав магніко (альніко з домішкою міді)
2. загартована вуглецева сталь, альнісі (залізо - алюміній - нікель - кремній)
3. альніко (залізо - алюміній - нікель - кремній кобальт), сплав магніко (альніко з домішкою міді)

6. Магнітотверді сталі застосовуються...

1. для виготовлення постійних магнітів
2. для виготовлення постійних магнітів, а також у виробництві стрічок для магнітного запису.
3. для виготовлення стрічок для магнітного запису

7. Постійні магніти застосовуються у...

1. вимірювальних приладах, осцилографах, телевізорах, сепараторах, поляризованих реле, лічильниках, магнето, електричних генераторах, підйомниках, магнітних муфтах зчеплення, магнетронах та інших приладах електроніки і зв'язку
2. вимірювальних приладах, осцилографах, телевізорах, сепараторах, поляризованих реле
3. лічильниках, магнето, електричних генераторах, підйомниках, магнітних муфтах зчеплення, магнетронах

8. Пермалої це ...

1. один із різновидів магнітних матеріалів, які призначені для використання при підвищених і високих частотах
2. залізонікелеві сплави, які мають дуже велику початкову магнітну проникність
3. залізонікелеві сплави, які призначені для використання при підвищених і високих частотах

9. Які властивості і застосування альсіферів ?

1. сплави заліза з кремнієм і алюмінієм мають твердість і крихкість, але з них можуть бути виготовлені фасонні виливки
2. залізонікелеві сплави
3. характеризуються великим питомим електричним опором,

10. Перминвар ..

1. залізонікелеві сплави, які мають дуже велику початкову магнітну проникність
2. недостатньо стабільний у магнітному відношенні, чутливий до впливу температури і механічних напруг
3. сплави заліза з кремнієм і алюмінієм

11. Які матеріали відносяться до магнітних?

1. немагнітні сталі та магнітний чавун
2. сірий чавун, вуглецеві та леговані сталі
3. сірий чавун, немагнітні сталі

12. Які матеріали відносяться до немагнітних?

1. немагнітні сталі та немагнітний чавун
2. сірий чавун, немагнітні сталі
3. вуглецеві та леговані сталі

13. Немагнітна сталь застосовується ...

1. для виготовлення тих деталей, які раніше виготовлялись з кольорових металів
 2. Для валів, обертаючих деталей електричних машин, станини машин, які піддаються вібраціям
 3. для виливків корпусів електричних машин, закріплювальних деталей, плит тощо
- 14. Які магнітні матеріали застосовуються для СВЧ ?**
1. магнітна кераміка з незначною електропровідністю
 2. тверді та крихкі матеріали
 3. застосовуються нікелеві, магнієві ферити, магнієві фероамонікати тощо
- 15. Ферити - це ...**
1. залізонікелеві сплави, які мають дуже велику початкову магнітну проникність
 2. сплави заліза з кремнієм і алюмінієм
 3. магнітна кераміка з незначною електропровідністю

- Вугільні матеріали і вироби, контактні матеріали
- Монтажні обмотувальні проводи і кабелі
- Прості напівпровідники. Напівпровідникові хімічні з'єднання

Вугільні матеріали і вироби, контактні матеріали

1. Що таке електротехнічне вугілля ?
2. Де застосовують електротехнічне вугілля ?
3. Які бувають електроди з електротехнічного вугілля ?
4. Що таке вугільні електроди ?
5. Яку сировину застосовують для виробництва електровугільних виробів ?
6. Яке призначення мають контактні матеріали ?
7. Яких двох типів бувають контакти ?
8. Які матеріали застосовують для виготовлення контактів ?
9. Яке призначення мають щітки на основі графіту ?



Короткі теоретичні відомості

У основі електротехнічних вугільних матеріалів лежать графіт і вугілля — різновиди майже чистого вуглецю, що є напівпровідником, внаслідок чого графіт і вугілля мають негативний температурний коефіцієнт питомого опору, хоча по провідності вони небагато чим поступаються металам і їх сплавам, через що в різних електротехнічних пристроях вугільні вироби використовуються як провідні елементи. Найважливішими видами електротехнічних вугільних виробів є: 1) щітки для електричних машин; 2) вугільні електроди (для електричних печей, електролітичних ванн і зварки); 3) освітлювальне вугілля; 4) недротяні опори; мікрофонні порошки, мембрани і інші деталі техніки зв'язку; 5) частини гальванічних елементів; 7) деталі електровакуумних приборів (анооди, сітки).

З електротехнічного **вугілля** (графіт і вугілля) виготовляють щітки для електричних машин, електроди для печей і електричних ванн, контактні деталі, аноди гальванічних елементів. Вугільні порошки використовуються в мікрофонах. З вугілля виготовляють високоомні активні опори, розрядники для телефонних мереж. Вугільні вироби використовують в електровакуумній техніці. Сировиною для виробництва електровугільних виробів є сажа, природний графіт і антрацит.

Електроди бувають **вугільні та графітні**. **Вугільні електроди** та інші вугільні вироби мають негативний температурний коефіцієнт питомого опору (при підвищенні температури опір виробу зменшується). При виготовленні їх обпалюють при високій температурі. **Вугільні порошки** для мікрофонів виготовляють з антрациту. Вугільні резистори відрізняються від проволочених меншими розмірами і високою межею номінального опору, широко використовуються в автоматиці, вимірювальній і обчислювальній техніці. В якості сировини для виробництва електровугільних виробів можна використовувати **сажу, графіт та антрацит**. При виготовленні їх обпалюють при високій температурі.

Більше всього контакти, які застосовуються в електротехніці, служать для періодичного замикання і розмикання електричних кіл (розривні, ковзаючі контакти). В якості контактних матеріалів для розривних контактів, крім чистих тугоплавких матеріалів, застосовуються різні сплави і металокерамічні композиції. Для їх

виготовлення застосовують сплав срібла і кадмію. Для розривних контактів в установках великої потужності застосовують композиції срібло-кобальт, нікель, хром, вольфрам, молібден, тантал, мідь з вольфрамом і молібденом, золото з вольфрамом і молібденом. **Щітки** служать для одержання рухомого контакту між нерухомою частиною і частиною, яка обертається, електричної машини. Щітки з вмістом порошкового металу мають малий питомий електричний опір і дають незначний спад напруги між щіткою і колектором.

Самоспікаюче вугілля відрізняється тим, що їх випалення виробляється безпосередньо в печах в процесі роботи у міру обгорання. Для такого вугілля печі забезпечені спеціальними залізними кожухами, в які набивається електродна маса. Ця конструкція дозволяє застосовувати електроди діаметром до 1 м при змінному струмі і 2,5 м при постійних.

Зварювальні вугільні електроди застосовують при постійному струмі, і також для різання металів. Вугілля для різання виготовляється діаметром від 6 до 12 мм з питомим опором не більш 100-10~6 Ом-м.

Вугільні електроди для дугових електричних печей і електрохімічних процесів бувають трьох видів: обпалені, графітовані і самоспікаючі

Освітлювальне вугілля по основних видах їх застосування можна розділити на наступні види: прожекторні, проєкційні, світлокопірувальні і спектральні. Освітлювальне вугілля виготовляють звичайно з коксу, графіту, сажі у вигляді циліндрових стержнів, часто з осьовим набиванням з м'якшої маси, так званим гнітом. Ця маса швидше випаровується, завдяки чому підвищується світлова стійкість дуги.

Широко використовуються недротяні **вуглецеві резистори**, які бувають поверхневі і об'ємні. По-перше опором служить тонкий вуглецевий шар — плівка на електроізоляційній основі; їх називають тонкоплівкові; об'ємні є стрижнями з маси, що складається з суміші вуглецю з органічною і неорганічною зв'язкою. Вуглецеві резистори бувають постійні і змінні; опір останніх змінюється в заданих межах. Недротяні постійні резистори випускають з номінальними значеннями в межах 1—10¹² Ом. У радіоелектронній апаратурі використовують **плівкові резистори ВС** у вигляді керамічних циліндрових стрижнів або трубок, на поверхню яких нанесений шар вуглецю, покритий лаковою плівкою. Завдяки малій вартості застосовуються вельми широко. Умови роботи резисторів ВС: постійна, змінна і імпульсна напруги; діапазон робочих температур: від -60 до +100° С; відносна вогкість до 98%.

Вуглецеві резистори ВС поступово витісняються металоплівковими резисторами, які при, тих же розсіюваних потужностях мають менші розміри і до того ж більш нагрівостійка.

З великого числа об'ємних **вугільних резисторів** велике значення мають резистори для високочастотних пристроїв, високовольтні резистори для генераторів імпульсних напруг і спеціальні резистори для придушення радіоперешкод у високовольтних ланцюгах автотракторних систем запалення. Для радіоелектронної апаратури випускають постійні об'ємні резистори ТВО, струмопровідні елементи яких укладені в керамічні оболонки прямокутного перерізу.

1. Як використовуються вугільні вироби в електротехнічних пристроях?

1. Як деталі техніки зв'язку
2. Як провідні елементи.
3. Для виготовлення магнітопроводів постійного магнітного потоку

2. Продовжити речення: «Графіт — природний викопний кристалічний матеріал із вмістом вуглецю...»

1. До 60% з температурою плавлення біля 2500° С; при вільному доступі кисню і високій температурі не окислюється
2. До 90% і вище з температурою плавлення біля 3900° С; при вільному доступі кисню і високій температурі окислюється.
3. До 50% з температурою плавлення біля 1100° С; при вільному доступі кисню і високій температурі окислюється

3. Що таке кокс?

1. Це продукт, що виробляється безпосередньо в печах в процесі роботи у міру обгорання
2. Це продукт, який одержують шляхом термообробки антрацитів при 900—1200° С
3. Це продукти термічного розкладання кам'яного вугілля, кам'яновугільних смол.

4. Для чого у вугільну масу часто вводять різні добавки, наприклад в щітки для електричних машин?

1. Для покращення магнітних властивостей
2. Вводять мідний або бронзовий порошок з метою підвищення провідності.
3. Для створення великої коерцитивної сили

5. При якому струмі застосовують зварювальні вугільні електроди?

1. При постійному струмі.
2. При будь-якому
3. При змінному струмі

Монтажні обмотувальні проводи і кабелі

1. Як поділяють обмоткові проводи ?
2. Що називають проводом, шнуром ?
3. Які основні елементи проводів, шнурів і кабелів ?
4. Які матеріали застосовуються для виготовлення проводів, шнурів і кабелів ?
5. Де застосовуються неізольовані проводи ?
6. Яких марок виготовляють проводи повітряних ліній електропередач ?
7. Яка конструкція називається кабелем ?
8. Яке призначення силових, контрольних кабелів ?
9. Як поділяють кабелі за родом ізоляції ?
10. Яке призначення маслонаповнених кабелів ?



Короткі теоретичні відомості

Обмотувальні проводи залежно від ізоляції поділяються на проводи з емалевою, волокнистою та плівковою ізоляціями. Їх випускають із жилами з провідникової міді, провідникового алюмінію і сплавів з великим питомим опором (манганін, константан, ніхром).

Жили обмоткових проводів можуть мати емалеву, плівкову, волокнисту та емалево-волокнисту ізоляції. За формою - на **круглі та прямокутні**. Ізоляція проводів зроблена з волокнистих матеріалів або з шару електроізоляційного лаку, що нанесений безпосередньо на поверхню міді або алюмінію.

Провід конструкція з однієї або кількох ізольованих струмоведучих жил, зверху яких можуть бути накладені легкі захисні покриття. До них належать також неізольовані проводи для повітряних ліній електропередач, антен і контактних ліній електрифікованого транспорту. **Шнур** - дві або кілька ізольованих гнучких струмоведучих жил, скручених або покладених паралельно, зверху яких можуть бути накладені легкі захисні покриття.

Основними елементами всіх типів кабелів, проводів і шнурів є струмоведучі **жили, ізоляція, екран, оболонка і зовнішні захисні покриття**. Залежно від призначення і умов експлуатації кабелів та проводів окремих елементів (екран і зовнішні захисні покриття) може не бути.

Проводи і шнури розрізняються матеріалом струмоведучої жили (мідь, алюміній), ізоляції (папір, гума, поліхлорвініл та ін.), кількістю жил (одножильний, двошильний тощо), гнучкістю (нормальні, гнучкі, особливо гнучкі), захищеністю від агресивної дії середовища та від механічних пошкоджень.

Неізольовані мідні, алюмінієві та сталевалюмінієві проводи, які застосовуються в повітряних електричних лініях для передачі електричної енергії, виготовляють таких марок: М мідні, для повітряних ліній електропередач. А - алюмінієві теж; АС сталевалюмінієві теж, коли вимагається підвищена механічна

міцність проводу; АСО - сталеалюмінієві полегшеної конструкції для ліній електропередач напругою 220-380 кВ; АСУ - сталеалюмінієві підсиленої конструкції для повітряних ліній електропередач, коли вимагається підвищена механічна міцність проводу.

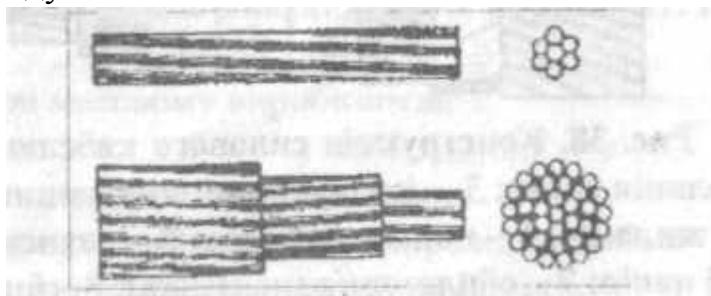


Рис. Конструкції неізолюваних проводів для повітряних ліній електропередачі

Вони повинні мати достатню механічну міцність і високу електропровідність. Неізолювані проводи здебільшого виготовляють з алюмінію, сталі або комбінованими.

Алюмінієві проводи використовують у мережах напругою до 20 кВ. Оскільки алюмінієві проводи мають низьку межу напруження втомленості, щоб зменшити пошкодження проводів внаслідок вібрації, для повітряних ліній їх виготовляють лише багатодротовими з твердотягнутого дроту.

Стійкість алюмінієвих проводів проти хімічних впливів висока, бо вони покриваються міцною плівкою окису алюмінію. Проте ця плівка збільшує перехідний опір контактних з'єднань. У тих районах, де в повітрі багато хімічних сполук, що містять хлор, алюмінієві проводи не використовують через їх підвищену чутливість до електрохімічної корозії. Тому біля морського берега, солоних озер і хімічних підприємств використовують захищені проводи (сталеалюмінієві корозієстійкі). Останнім часом, для того щоб запобігти Електрохімічній корозії алюмінієвих проводів, застосовують спеціальні жирові і пластикові покриття. У цих проводах міждротовий простір заповнюється нейтральним мастилом підвищеної термостійкості. Для підвищення механічної міцності використовують алюмінієвий сплав АВЕ. Його провідність наближається до провідності алюмінію, а механічна міцність у 1,5 рази більша.

Стальні проводи мають досить високу механічну міцність, їх тимчасовий опір на розрив становить 600...700 МПа, а для тросів — 1200 МПа. Великим недоліком цих проводів є їх низька електропровідність, а також те, що вони легко піддаються корозії. Для зменшення корозії стальні проводи покривають цинком і дають присадку міді (до 0,2 %). Використовують стальні проводи лише в електричних мережах напругою до 10 кВ при передачі малих потужностей (до десятків кіловат) на невеликі відстані (до одиниць кілометрів) або на переходах лінії через водяний простір. Із застосуванням алюмінієвих проводів сфера використання сталих проводів значно зменшилася.

Мідь порівняно з алюмінієм має більшу електропровідність ($\gamma = 54 \cdot 10^6$ СМ/м) і вищий тимчасовий опір на розрив (390 МПа). Оксид міді, що прикриває поверхню про-вода, надійно захищає його від корозії. Проте мідь — метал дефіцитний, а тому мідні проводи для повітряних ліній використовують лише там, де не можна використати проводи з інших металів (наприклад, в електричних мережах міського електротранспорту). Із сплавів міді найчастіше використовують бронзу (наприклад, на довгих переходах, у місцях, де потрібна висока механічна або хімічна

стійкість).

За конструктивним виконанням неізольовані проводи поділяються на: 1) однодротові; 2) багатодотові з одного металу, які (залежно від перерізу) складаються з 7, 19, 37, 61 скручених між собою дротин; 3) багатодотові з двох металів — алюмінію і сталі або бронзи і сталі.

Багатодотові проводи з різних металів (наприклад, сталеалюмінієві) поєднують високу механічну міцність сталевих дротин, з яких виконується центральна частина провoda, з доброю електропровідністю зовнішніх алюмінієвих. Відношення перерізів алюмінієвої і сталевих частин у проводів різних марок перебуває в межах від 0,65... 0,95 (для провoda АС 95/141, АС 70/72) до 20 (для провoda АС 400/18).

Маркують голі проводи буквено-цифровими позначеннями. Буква позначає матеріал, а цифра — переріз провoda в квадратних міліметрах (сталевих однодротових проводів — діаметр у міліметрах). Наприклад, А35 — провід алюмінієвий перерізом 35 мм²; ПС25 — провід сталевий перерізом 25 мм² (але ПСТ5 — провід сталевий оцинкований телеграфний діаметром 5 мм).

Алюмінієвий провід марки А виготовляється з алюмінієвих дротин марки АТ. Якщо для виготовлення провoda використовуються алюмінієві дротини марки АТп, то марка провoda буде позначатися Ап (наприклад Ап50).

Сталеалюмінієві проводи залежно від марки алюмінієвих дротин АТ або АТп маркують відповідно АС і АпС (наприклад, проводи АС35, АпС35).

Провід, виготовлений з алюмінієвого нетермообробленого сплаву АВЕ, маркують АН (наприклад, провід АН16), а з термообробленого сплаву АВЕ — провід марки АЖ (наприклад, А/К50).

Для маркування корозієстійких проводів, якщо міждротовий простір заповнений нейтральним настилом підвищеної термостійкості, додають позначення КП (проводи АКП, АпКП, АСКП, АпСКП, АНКП, АЖКП); для маркування проводів, у яких нейтральним мастилом заповнений лише міждротовий простір сталевих осердя, включаючи його зовнішню поверхню, додають позначення КС (проводи АСКС, АпСКС). Якщо сталеве осердя, крім нейтрального мастила, ізольоване двома стрічками полі-етилентерефталатної плівки, то в маркування додають позначення К (проводи АСК, АпСК). В марках сталевих проводів зазначаються номінальні перерізи алюмінієвої частини і сталевих осердя. Наприклад, провід АСК.С50/8,0 має номінальний переріз алюмінієвої частини 50 мм², а сталевих осердя — 8,0 мм². У відповідності з ГОСТ 839—80 встановлений строк служби не менше: 45 років — для проводів марок М, А, Ап, АС, АпС; 25 — АКП, АпКП, АН, АНКП, АЖ, АЖКП, АпСКП; 10 — АСКС, АпСКС, АСК, АпСК.

Ізольовані проводи

Для внутрішніх електричних мереж (усередині приміщень), а також для обмоток електричних машин і апаратів використовують *ізольовані* проводи. Від неізольованих проводів ізольовані відрізняються тим, що мають ізоляцію, розраховану на робочу напругу. Використовують ізоляцію гумову і найритову, полівінхлоридну, поліетиленову, покриття просоченою пряжею тощо.

Струмоведачу частину ізольованих проводів виготовляють з м'якого мідного або алюмінієвого дроту. М'який дріт має меншу механічну міцність, ніж

твердотягнутий (у неізолюваних проводах), зате відзначається більшою гнучкістю і електричною провідністю.

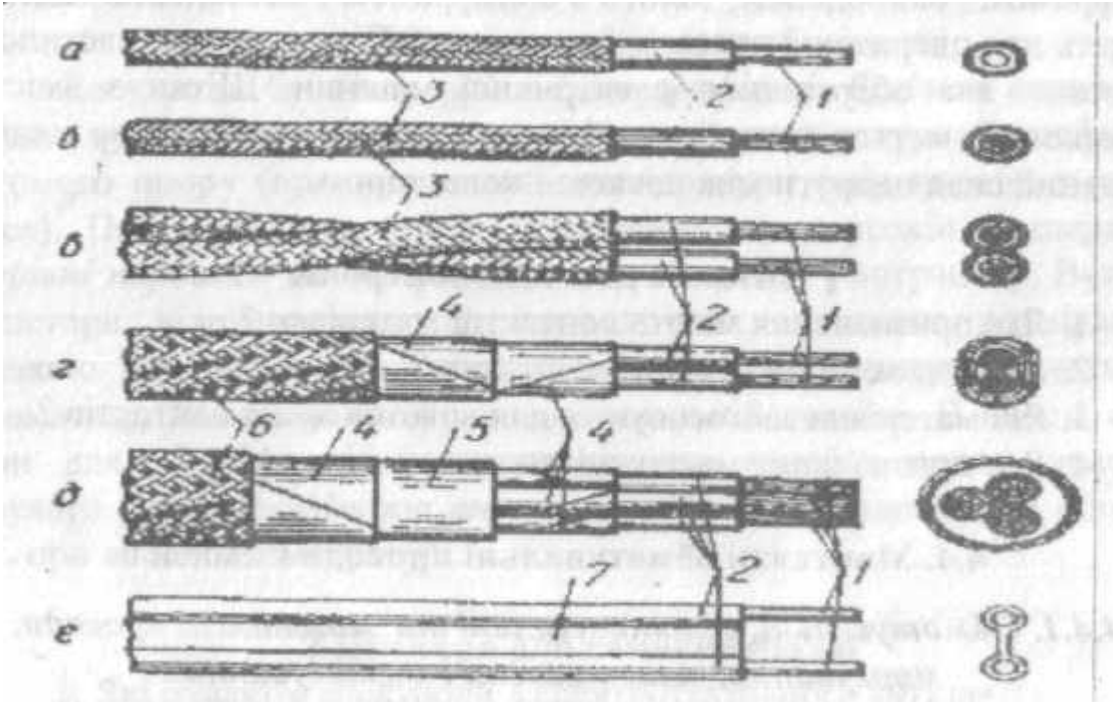


Рис. Ізолювані проводи: а - марки ПР, АПР однодротові; б - марки ПРГ багатодротовий гнучкий; в - марки ПРД; г - марки ПРП; д - марки ПРШП; е - марки ППВ; 1- струмоведуча жила; 2 - ізоляція жили; 3 - оплітка з пряжі; 4 - прогумова бавовняна стрічка; 5 - шлангова гумова оболонка; 6 - оплітка зі сталюого оцинкованого дроту; 7 - ізоляційна перепонка.

Основні марки ізолюваних проводів, які рекомендовані для використання в сільськогосподарських виробничих приміщеннях, житлових будинках і культурно-побутових приміщеннях, наведено в [1].

При маркуванні ізолюваних проводів позначають їх робочу напругу і переріз у квадратних міліметрах. Наприклад, позначення АППР-660-10 розшифровується так: провід з алюмінієвими жилами і гумовою, що не поширює горіння, ізоляцією, розрахований на робочу напругу 660 В, перерізом 10 мм².

Шнуром називається ізолюваний провід, що складається з двох або більше ізолюваних гнучких жил, які розміщуються в спільній оболонці (в одному обплетені або шланзі).

Кабель являє собою одну або кілька скручених ізолюваних жил, розміщених у захисній герметичній оболонці з металу (свинцю або алюмінію), гуми або полівінілхлориду. Кабелі напругою до 10 кВ включно мають поясну ізоляцію і спільну оболонку для всіх жил. При напрузі 20 і 35 кВ кожна жила має окрему оболонку.

Кабелі прокладають у землі, воді і повітрі. Марки кабелів, що використовуються для нерухокої проводки в житлових, культурно-побутових і виробничих приміщеннях..

Для приєднання рухомих електрифікованих сільськогосподарських машин і механізмів (навантажувачів, конвеєрів, зерноочисних машин, електричних таль, різноманітного переносного електрифікованого інструменту) використовують

шлангові кабелі з алюмінієвими або мідними жилами в гумовій ізоляції і гумовій оболонці.

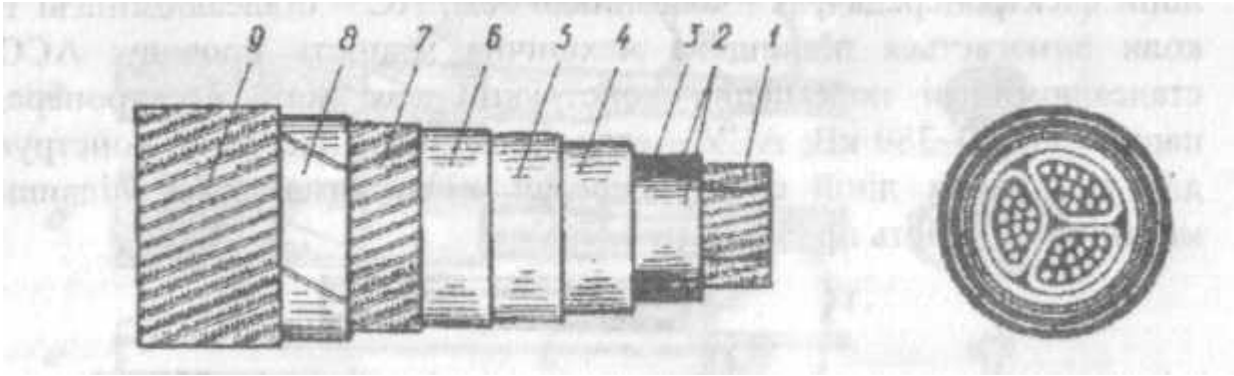


Рис. Конструкція силового кабелю: 1 - струмоведуча жила; 2 — ізоляція жили; 3 — ізоляція для заповнення проміжків між ізольованими жилами; 4 - поясна ізоляція; 5 - захисна оболонка; 6 - бітумінований папір; 7 - обплетення (подушка); 8 - броня; 9 — захисне зовнішнє покриття

Використовується кабель КРПС, який вирівнюється від КРПСН лише тим, що має не маслобензостійку, а звичайну оболонку. Розроблений останніми роками для сільськогосподарського виробництва кабель КРПГН-СХ з гнучкими мідними жилами відзначається вібростійкою міцністю проти розтягуючих зусиль (за рахунок введеного джгута з лавсанового волокна). Цей кабель не поширює горіння, стійкий в агресивному середовищі і має п'яту жилу для дистанційного керування пускорегулюючою апаратурою та приєднання датчиків. Він у півтора рази довговічніший, ніж, наприклад, кабель КРПТ.

Для зовнішніх підземних кабельних мереж високо напруги використовують *силові* трижильні кабелі АСБ СБ, ЦААБ, ААШВ напругою 6—10 кВ (з перерізом] 10 мм² і більше).

Крім силових, промисловість виготовляє *контрольні* кабелі, які використовують в електричних мережах напругою до 660 В змінного і до 1000 В постійного струму. Вони можуть мати до кількох десятків жил з перерізом не більше 10 мм². У траншеях прокладають контрольні кабелі АКВПБ, АКВВБ, КВПБ і КВВБ, в каналах, тунелях по естакадах в приміщеннях — АКВПГ, АКВВГ КВПГ і КВВТ. Порівняно з повітряними, кабельні лінії мають ряд переваг — прихованість траси, недоступний їй для сторонніх осіб і атмосферних впливів (ожеледі, грози, вітру).

ТЕСТИ №24

1. Як забезпечується стійкість алюмінієвих проводів проти хімічних впливів?
 1. міцною плівкою міді
 2. міцною плівкою хрому
 3. міцною плівкою окису алюмінію.
2. Які проводи використовують біля солоних озер, морського берега?
 1. ізольовані проводи
 2. сталюалюмінієві корозієстійкі.
 3. кабелі
3. Чи використовують в електричних мережах сталіні проводи?

1. так, в мережах міського електротранспорту
2. так, в мережах напругою до 10 кВТ на невеликі відстані.
3. так, в мережах напругою більше 10 кВТ

4. В яких електромережах використовують мідь?

1. в мережах міського електротранспорту
2. в мережах напругою до 10 кВТ на невеликі відстані
3. в мережах напругою більше 10 кВТ

5. Що означає буква в маркуванні голих проводів?

1. матеріал.
2. переріз проводу в квадратних міліметрах
3. місце застосування

6. Обмотувальні проводи залежно від ізоляції поділяються на ...

1. проводи з емалевою,
2. проводи з емалевою, волокнистою та плівковою ізоляціями.
3. проводи з волокнистою та плівковою ізоляціями,

7. Жили обмоткових проводів можуть мати ...

1. емалеву, плівкову, волокнисту та емалево-волокнисту ізоляції.
2. емалеву, плівкову, волокнисту
3. волокнисту та емалево-волокнисту ізоляції

8. Провід ...

1. дві або кілька ізольованих гнучких струмоведучих жил, скручених або покладених паралельно, зверху яких можуть бути накладені легкі захисні покриття
2. конструкція з однієї або кількох ізольованих струмоведучих жил, зверху яких можуть бути накладені легкі захисні покриття
3. конструкція з однієї або кількох ізольованих струмоведучих жил, вміщених в герметичну оболонку, поверх якої можуть бути накладені захисні покриття

9. Шнур - ...

1. конструкція з однієї або кількох ізольованих струмоведучих жил, зверху яких можуть бути накладені легкі захисні покриття
2. дві або кілька ізольованих гнучких струмоведучих жил, скручених або покладених паралельно, зверху яких можуть бути накладені легкі захисні покриття
3. конструкція з однієї або кількох ізольованих струмоведучих жил, вміщених в герметичну оболонку, поверх якої можуть бути накладені захисні покриття

10. Кабель - ...

1. конструкція з однієї або кількох ізольованих струмоведучих жил, вміщених в герметичну оболонку, поверх якої можуть бути накладені захисні покриття
2. дві або кілька ізольованих гнучких струмоведучих жил, скручених або покладених паралельно, зверху яких можуть бути накладені легкі захисні покриття
3. конструкція з однієї або кількох ізольованих струмоведучих жил, зверху яких можуть бути накладені легкі захисні покриття

11. Основними елементами всіх типів кабелів, проводів і шнурів є...

1. струмоведучі жили, ізоляція, екран
2. струмоведучі жили, оболонка і зовнішні захисні покриття

3. струмоведучі жили, ізоляція, екран, оболонка і зовнішні захисні покриття.

12. Проводи і шнури розрізняються ...

1. матеріалом струмоведучої жили (мідь, алюміній), ізоляції (папір, гума, поліхлорвініл та ін.), кількістю жил (одножильний, двожильний тощо),
2. матеріалом струмоведучої жили (мідь, алюміній), ізоляції (папір, гума, поліхлорвініл та ін.), кількістю жил (одножильний, двожильний тощо), гнучкістю (нормальні, гнучкі, особливо гнучкі), захищеністю від агресивної дії середовища та від механічних пошкоджень.
3. гнучкістю (нормальні, гнучкі, особливо гнучкі), захищеністю від агресивної дії середовища та від механічних пошкоджень

13. Де застосовуються неізольовані проводи ?

1. застосовуються в повітряних електричних лініях для передачі електричної енергії
2. застосовуються в повітряних електричних лініях
3. застосовуються для передачі електричної енергії

14. Як розшифровується неізольований провід - АС?

1. Алюмінієві, для повітряних ліній електропередач
2. сталеві алюмінієві, коли вимагається підвищена механічна міцність проводу;
3. мідні, для повітряних ліній електропередач

15. Кабелі застосовуються для...

1. передачі та розподілу електроенергії (силові),
2. передачі та розподілу електроенергії (силові), контрольно-вимірювальних приладів, апаратів керування та захисту (контрольні), для різних видів зв'язку
3. контрольно-вимірювальних приладів, апаратів керування та захисту (контрольні),

Прості напівпровідники. Напівпровідникові хімічні з'єднання.

1. Які напівпровідники називають простими ?
2. Властивості і застосування германію, кремнію, селену ?
3. Які напівпровідникові матеріали називаються складними ?
4. Які атоми домішок називаються домішками заміщення ?
5. Які атоми домішок називаються домішками впровадження ?



Короткі теоретичні відомості

Простих напівпровідників існує, близько десятка. До них належать бор, кремній, германій, фосфор, селен.

Германій - елемент четвертої групи періодичної системи елементів. Щоб він мав електропровідність *n*- чи *p*- типу, в розплавлений очищений германій вводять відповідно донорну чи акцепторну суміш. Елемент має яскраво-сірий колір, густину 5320 кг/м³ і температуру плавлення 937,2°C. Германій твердий і крихкий матеріал. Його використовують для виготовлення діодів і фотоелементів.

Кремній також належить до четвертої групи періодичної системи. У природі він буває у вигляді кремнезему, який є однією з вихідних речовин для одержання технічних сортів кремнію. Внаслідок очищення зливків кремнію методом зонного плавлення одержують монокристалічний кремній і електропровідність *n*- чи *p*- типу залежно від введених легованих домішок. Кремній, як і германій, є крихким матеріалом. Густина очищеного нелегованого кремнію становить 2330 кг/м³ ; температура плавлення 1417 °C. Кремній застосовують ширше, ніж германій, тому що верхня межа робочої температури напівпровідникових приладів на його основі становить 130 200 °C.

Селен елемент шостої групи періодичної системи. Вихідними матеріалами для його одержання є рештки, які одержують при електролітичному рафінуванні міді. Твердий селен має аморфну чи кристалічну будову. Селен застосовують для виготовлення селенових випрямлячів фотоелементів і фоторезисторів.

Складними напівпровідниками є з'єднання елементів різних груп, а також деякі оксиди і складні речовини. Коли атоми домішок знаходяться в вузлах кристалічної решітки, то вони називаються **домішками заміщення**, коли проміж вузлів - **домішками впровадження**.

ТЕСТ №25

1. Германій - ...

1. він має електропровідність *n*- чи *p*- типу
2. він має електропровідність *n*- чи *p*- типу, в розплавлений очищений вводять відповідно донорну чи акцепторну суміш
3. очищений вводять відповідно донорну чи акцепторну суміш

2. Германій використовують ...

1. для виготовлення діодів і фотоелементів

2. в напівпровідникових приладах з робочою температурою на його основі становить 130 200 °С
3. для виготовлення селенових випрямлячів фотоелементів і фоторезисторів.

3. Кремній застосовують ...

1. в напівпровідникових приладах з робочою температурою на його основі становить 130 200 °С
2. для виготовлення діодів і фотоелементів
3. для виготовлення селенових випрямлячів фотоелементів і фоторезисторів.

4. Селен застосовують ...

1. для виготовлення діодів і фотоелементів
2. для виготовлення селенових випрямлячів фотоелементів і фоторезисторів.
3. в напівпровідникових приладах з робочою температурою на його основі становить 130 200 °С

5. Які напівпровідникові матеріали називаються складними ?

1. з'єднання елементів різних груп
2. оксиди і складні речовини.
3. з'єднання елементів різних груп, а також деякі оксиди і складні речовини.

- Види пробою діелектриків. Властивості діелектриків
- Особливості пробою газу на межі з твердим діелектриком
- Методи очистки і регенерація трансформаторного масла
- Воскоподібні діелектрики
- Волокнисті діелектрики
- Плівкові матеріали. Гума
- Технологія виготовлення керамічних електроізоляційних
- Властивості і склад скла, характеристика виробів із скла

Види пробою діелектриків. Властивості діелектриків

1. Поясніть явище пробою діелектрика.
2. Що називається пробивною напругою ?
3. Що таке електрична міцність діелектрика ?
4. Поясніть явище теплового пробою діелектрика.
5. Поясніть явище електрохімічного пробою.
6. Які властивості відносяться до механічних та технологічних ?
7. Як визначають твердість матеріалів ?
8. Назвіть основні фізичні властивості діелектриків ?
9. Назвіть основні хімічні властивості діелектриків ?
10. Назвіть основні теплові параметри діелектриків ?
11. Як впливає кислотне число діелектрика на його якість ?
12. Як впливає в'язкість діелектрика на його електричні властивості ?
13. Як впливає водопоглинання діелектрика на його електричні властивості ?
14. Що таке тропічна стійкість діелектрика ?



Короткі теоретичні відомості

Діелектрик, який знаходиться в електричному полі, втрачає властивості електроізоляційного матеріалу, коли напруженість поля перевищує деяке критичне значення. Це явище має назву **пробою діелектрика** чи порушення його електричної міцності. Значення напруги, при якій відбувається пробій діелектрика, називається **пробивною напругою**, а відповідне значення напруженості поля - **електричною міцністю діелектрика**. З фізичної точки зору, пробій діелектрика буває трьох видів: тепловий, електричний та електрохімічний. **Тепловий пробій** зв'язаний з місцевим нагріванням діелектрика за рахунок втрат електричної енергії. При підвищенні температури оточуючого середовища можливість теплового пробою збільшується. Тепловий пробій спостерігається як в твердих, так і в рідких діелектриках. **Електричний пробій** пояснюється безпосереднім руйнуванням структури діелектрика силами електричного поля. Він виникає раптово при вмиканні напруги або при різкому її стрибку, коли напруженість електричного поля досягає величини, достатньої для вилітання з атомів речовини електронів і утворення вільних електронів: Він може відбуватися в твердих, рідких і газоподібних діелектриках. **Електрохімічний пробій** викликається фізико-хімічними змінами в діелектрику під дією прикладеної до нього напруги, коли в матеріалі розвиваються електрохімічні процеси, що обумовлюють зменшення опору діелектрика, погіршення його механічних якостей (так зване старіння матеріалу).

До **механічних властивостей** належать: міцність, пружність, пластичність, в'язкість, твердість, зносостійкість, стомленість та ін.

Для визначення механічних властивостей із матеріалу виготовляють спеціальні стандартні зразки встановленої форми і розмірів, які випробовують на спеціальних машинах. Випробування матеріалів бувають статичні та динамічні.

Випробування на міцність (розтяг) дає досить повну характеристику механічних

властивостей металу або сплаву; при цьому можна визначити міцність, пружність, пластичність, а також в'язкість металу або сплаву. Від твердості металу або сплаву залежить міцність деталей та їх стійкість проти спрацювання. На твердість випробовують усі найважливіші деталі машин, двигунів, приладів. У практиці застосовують такі методи випробування:

- > вдавлення сталюї кульки (метод Брінелля);
- > вдавлення алмазного або твердосплавного конуса (метод Роквелла);
- > вдавлення алмазної піраміди (метод Віккерса).

Щоб виміри були рівнозначними, сила і час вдавлення, діаметр кульок, кути конусів і пірамід стандартизовані.

Технологічні випробування (проби) застосовують для визначення технологічних властивостей металів або сплавів, тобто для виявлення придатності їх для того чи іншого виду обробки (лиття, обробка тиском, зварювання, обробка різанням).

Фізичні властивості - питома вага, температура плавлення, теплопровідність, електропровідність, коефіцієнт розширення, магнітні властивості.

Хімічні властивості - корозійна стійкість, стійкість проти окислення в агресивних середовищах.

Основними тепловими параметрами є температура плавлення і розм'якшення, теплостійкість, нагрівостійкість, морозостійкість, температура спалаху.

Температуру плавлення визначають у матеріалах кристалічної структури, які можуть переходити з твердою етапу в рідкий при певній температурі.

Температура розм'якшення характерна для матеріалів аморфної структури (смоли, бітуми та ін.). У цих матеріалів перехід з твердого стану в рідкий відбувається не при певній температурі, а в деякому інтервалі температур.

Теплостійкість - стійкість матеріалу проти короткочасного нагрівання. Її визначають за початком механічних деформацій розтягування чи вигинання при нагріванні діелектрика.

Величина, обернена тепловому опору, **називається теплопровідністю**. Чим більша теплопровідність електроізоляційного матеріалу, тим менша температура перегрівання активного матеріалу та ізоляції відносно навколишнього середовища.

Здатність електроізоляційних матеріалів та виробів витримувати дію високої температури, а також коливання температури називається **нагрівостійкістю**. Матеріали для ізоляції електричних машин та апаратів за величиною тривало допустимою робочої температури поділяють на дев'ять класів нагрівостійкості.

Морозостійкість - властивість електроізоляційного матеріалу працювати без погіршення експлуатаційної надійності, еластичності і утворення тріщин при низьких температурах.

Температура спалаху рідких діелектриків - це температура, при якій пари і газу, які утворилися при нагріванні певного об'єму рідкого діелектрика, спалахують при зіткненні їх з відкритим полум'ям. До основних фізико-хімічних характеристик діелектриків відносять кислотність, в'язкість і водопоглинення.

Кислотність - важлива характеристика рідких діелектриків. Чим менше кислотне число діелектрика, тим вища якість ізоляції.

В'язкість - характерна для рідких діелектриків, які використовуються в електроустановках як ізоляційний матеріал, охолодна рідина і дугогасильне середовище.

Водопоглинення - здатність ізоляції вбирати вологу при безпосередньому зіткненні з водою. При зволоженні діелектриків їх електричні властивості різко погіршуються.

Тропічну стійкість визначають в електроізоляційних матеріалах, призначених для електрообладнання, яке працює в умовах тропічного клімату.

ТЕСТ №16

1. Пробивна напруга та електрична міцність ізоляції вказує ...

1. зміну питомого електричного опору матеріалу залежно від температури
2. опір, який чинить ізоляція проходженню струму, який протікає (I_s) по її поверхні
3. що ізоляція не може витримувати без пошкодження необмежено велику напругу

2. Висока пробивна напруга ізоляції може бути одержана способами

1. збільшенням товщини ізоляції між струмопровідними частинами, що знаходяться під напругою, або вибором якіснішого електроізоляційного матеріалу з високою електричною міцністю $E_{пр}$.
2. збільшенням товщини ізоляції між струмопровідними частинами, що знаходяться під напругою
3. вибором якіснішого електроізоляційного матеріалу з високою електричною міцністю

3. Діелектричні втрати це - ...

1. втрати електричної потужності
2. втрати електричної потужності в діелектрику під дією прикладеної змінної напруги
3. втрати електричної потужності в діелектрику під дією механічних і хімічних втрат

4. Що називається пробивною напругою?

1. Значення напруги, при якому відбувається пробій діелектрика,
2. Значення напруги, при якому відбувається зміна властивості діелектрика
3. Значення напруги, при якому відбувається тепловий пробій діелектрика

5. Що таке електрична міцність діелектрика ?

1. відповідне значення напруженості електричного поля
2. відповідне значення механічної міцності
3. відповідне значення напруженості зовнішнього однорідного електричного поля

6. Тепловий пробій зв'язаний ...

1. фізико-хімічними змінами в діелектрику під дією прикладеної до нього напруги
2. безпосереднім руйнуванням структури діелектрика силами електричного поля.
3. з місцевим нагріванням діелектрика за рахунок втрат електричної енергії

7. Електричний пробій пояснюється ...

1. безпосереднім руйнуванням структури діелектрика силами електричного поля.
2. з місцевим нагріванням діелектрика за рахунок втрат електричної енергії
3. фізико-хімічними змінами в діелектрику під дією прикладеної до нього напруги, коли в матеріалі розвиваються електрохімічні процеси

8. Електрохімічний пробій викликається...

1. фізико-хімічними змінами в діелектрику під дією прикладеної до нього напруги, коли в матеріалі розвиваються електрохімічні процеси, що обумовлюють зменшення опору діелектрика, погіршення його механічних якостей (так зване

старіння матеріалу).

2. фізико-хімічними змінами в діелектрику під дією прикладеної до нього напруги, коли в матеріалі розвиваються електрохімічні процеси
3. безпосереднім руйнуванням структури діелектрика силами електричного поля.

9. До механічних властивостей належать...

1. питома вага, температура плавлення, теплопровідність, електропровідність, коефіцієнт розширення, магнітні властивості.
2. міцність, пружність, пластичність, в'язкість, твердість, зносостійкість, стомленість та ін.
3. корозійна стійкість, стійкість проти окислення в агресивних середовищах.

10. Фізичні властивості - ...

1. питома вага, температура плавлення, теплопровідність, електропровідність, коефіцієнт розширення, магнітні властивості.
2. корозійна стійкість, стійкість проти окислення в агресивних середовищах.
3. властивість електроізоляційного матеріалу працювати без погіршення експлуатаційної надійності,.

11. Хімічні властивості - ...

1. властивість електроізоляційного матеріалу працювати без погіршення експлуатаційної надійності,.
2. корозійна стійкість, стійкість проти окислення в агресивних середовищах.
3. стійкість матеріалу проти короткочасного нагрівання. її визначають за початком механічних деформацій розтягування чи вигинання при нагріванні діелектрика

12. Основними тепловим параметрами ...

1. є температура плавлення , морозостійкість, температура спалаху.
2. є температура плавлення і розм'якшення, теплостійкість, нагртостійкість, морозостійкість, температура спалаху.
3. є теплостійкість, нагрівостійкість, морозостійкість, температура спалаху.

13. Теплостійкість - ...

1. стійкість матеріалу проти короткочасного нагрівання. її визначають за початком механічних деформацій розтягування чи вигинання при нагріванні діелектрика.
2. властивість електроізоляційного матеріалу працювати без погіршення експлуатаційної надійності
3. корозійна стійкість, стійкість проти окислення в агресивних середовищах.

14. Морозостійкість - ...

1. корозійна стійкість, стійкість проти окислення в агресивних середовищах.
2. властивість електроізоляційного матеріалу працювати без погіршення експлуатаційної надійності, еластичності і утворення тріщин при низьких температурах.
3. стійкість матеріалу проти короткочасного нагрівання. її визначають за початком механічних деформацій розтягування чи вигинання при нагріванні діелектрика

Особливості пробою газу на межі з твердим діелектриком

1. Назвіть явище поверхневого розряду?
2. Поясніть особливості пробою газу на межі з твердим діелектриком?



Короткі теоретичні відомості

Діелектрик, який знаходиться в електричному полі, втрачає властивості електроізоляційного матеріалу, коли напруженість поля перевищує деяке критичне значення. Це явище має назву **пробою діелектрика** чи порушення його електричної міцності

Будь-який діелектрик може бути використаний тільки при напругах, які не перевищують допустимих значень, характерних для нього у визначених умовах. При напругах вище цих значень настає пробій діелектрика - повна втрата ним діелектричних властивостей. Значення напруги, при якому відбувається **пробій діелектрика**, називається пробивною напругою, а відповідне значення напруженості зовнішнього однорідного електричного поля - **електричною міцністю** діелектрика.

Особливим видом розряду в повітрі є **перекриття твердої ізоляції** (поверхневий розряд), тобто пробій шару повітря, який безпосередньо прилягає до поверхні твердої ізоляції, причому розряд розвивається вздовж цієї поверхні.

Розряд між двома електродами, на які подана напруга, можливий у вигляді пробою через товщу твердої і ізоляції, або у вигляді перекриття по найкоротшій відстані на поверхні твердої ізоляції між найближчими один до одного краями електродів.

При перекритті тверда ізоляція ще не пошкоджується, якщо тільки вона не була оплавлена або обвуглена іскрою чи дугою поверхневого розряду при великій потужності джерела струму. Величина напруги, при якій настає перекриття, залежить від тиску повітря, форми і стану поверхні ізолятора.

ТЕСТ № 17

1. Перекриття твердої ізоляції ...

1. пробій шару повітря, який безпосередньо прилягає до поверхні твердої ізоляції, причому розряд розвивається вздовж цієї поверхні
2. пробій шару повітря, який розвивається вздовж цієї поверхні.
3. пробій шару повітря, який безпосередньо прилягає до поверхні твердої ізоляції

2. Розряд між двома електродами, на які подана напруга, можливий

1. у вигляді пробою по найкоротшій відстані на поверхні твердої ізоляції між найближчими один до одного краями електродів.
2. у вигляді пробою через товщу твердої ізоляції, або у вигляді перекриття по найкоротшій відстані на поверхні твердої ізоляції між найближчими один до одного краями електродів.
3. у вигляді пробою через товщу твердої ізоляції,

3. При перекритті тверда ізоляція ...

1. не пошкоджується

2. пошкоджується
3. частково пошкоджується

Методи очистки і регенерація трансформаторного масла

1. Чим обумовлена електрична провідність рідких діелектриків ?
2. Як впливає якість масла на тангенс кута діелектричних втрат ?
3. Від чого залежить електрична міцність рідких діелектриків ?
4. Як проводять випробування трансформаторного масла ?
5. Яких правил необхідно дотримуватися під час експлуатації трансформаторного масла ?
6. Назвіть основні синтетичні рідкі діелектрики.
7. Які переваги і недоліки синтетичних діелектриків ?



Короткі теоретичні відомості

Колір свіжого трансформаторного масла світло-жовтий. В експлуатації під впливом нагрівання, забруднення смолами і осадами, що створюються при окисленні, масло темніє і набуває відтінків аж до темно-коричневого. Швидке і сильне потемніння масла в експлуатації вказує на його перегрівання. Сильне потемніння масла відбувається також від утворення в маслі вугілля. У лабораторних умовах визначають об'ємну вагу масла, його в'язкість, температуру спалаху, температуру застигання. **Кислотність**. Ця характеристика визначається величиною так званого кислотного числа. **Кислотним числом** називається кількість їдкого калію в міліграмах, яка необхідна для нейтралізації вільних кислот, що містяться в одному грамі рідкої ізоляції. Чим більше вільних кислот у рідкій ізоляції, тим більша її провідність. Механічні домішки - це речовини, які знаходяться в трансформаторному маслі у вигляді осаду або у завислому стані. Їх можна розбити на три групи:

- механічні домішки і забруднення, які потрапили в масло у результаті розчинення фарб, лаків, бакелітової смоли та з бавовною ізоляції;
- вугілля, яке утворилося в результаті горіння електричної дуги;
- осадок-шлам, який утворився при старінні масла.

Якщо масло в процесі експлуатації забруднилось різними механічними домішками, але не зазнало істотних змін, то для його очистки достатній один з таких способів:

1. Відстій у ємності, яка встановлена в сухому опалювальному приміщенні з чистим повітрям;
2. Центрифугування (на центрифугах), які відокремлюють воду і важкі від масла домішки;
3. Фільтрування (фільтрпресами) провадиться при температурі +20 °С, тому що при вищій температурі падає гігроскопічність фільтруючого картону. Повністю відновити якість масла, зробити його подібним за властивостями до свіжого сухого масла можна тільки за допомогою глибокої очистки, так званої **регенерації**.

Електрична провідність рідких діелектриків обумовлена переміщенням іонів. Останні створюються в результаті дисоціації (розпаду) молекул домішок (води, кислот тощо), а частково і молекул самого рідкого діелектрика. У чистого рідкого діелектрика ріст коефіцієнта втрат значно менший в порівнянні з діелектриком, який був в експлуатації. Це пояснюється значно меншою електропровідністю очищеного

діелектрика.

Електрична міцність рідких діелектриків у значній мірі залежить від наявних у ньому колоїдних часток води, смоляних речовин та інших зважених забруднень у рідкому діелектрику. Електрична міцність - це дуже важлива характеристика масла як електроізоляційного матеріалу. Правила технічної експлуатації встановлюють найменші значення електричної міцності свіжого сухого і експлуатаційного масла залежно від величини робочої напруги апарата, що заповнений маслом. Низька електрична міцність вказує на погану якість масла або на наявність у ньому домішок води і різних забруднень.

Згідно з Правилами технічної експлуатації електростанцій передбачається найменші значення електричної міцності трансформаторного масла. Відповідно до цих правил пробій зразка масла проводять між двома зануреними в масло металевими дисковими електродами діаметром 25 мм з закругленими краями при відстані між ними 2,5 мм; визначають діюче значення пробивної напруги при частоті 50 Гц. Електрична міцність трансформаторного масла для апаратів з робочою напругою до 6 кВ для сухого масла 25 кВ/мм не менше 25.

Крім нафтових масел, великою перевагою яких є їх доступність і дешевизна, мають деяке застосування і синтетичні рідкі електроізоляційні матеріали.

Совол - це прозора і безбарвна рідина, густина якої 1,5, діелектрична проникність близько 5, в зв'язку з чим інколи застосовують для просочування паперових конденсаторів. Недоліком яких є велике зниження ємності при низьких температурах. Совол має велику в'язкість і для заливання трансформаторів непридатний.

Совтол - це совол, розбавлений трихлорбензолом, його можна застосовувати для трансформаторів, але в масляних вимикачах совтол застосовувати не можна, тому що при розриві електричної дуги він виділяє багато сажі. Недоліком совтолу і соволу є їх токсичність, через це під час роботи з ними необхідно дотримуватися правил безпеки. Крім того, совол і совтол діють на смоли та інші тверді електроізоляційні матеріали як сильніший розчинник, ніж нафтове масло.

ТЕСТ №18

1. Механічні домішки в трансформаторному маслі - це...

1. механічні домішки і забруднення, які потрапили в масло у результаті розчинення фарб, лаків, бакелітової смоли та з бавовною ізоляції;
2. вугілля, яке утворилося в результаті горіння електричної дуги;
3. механічні домішки і забруднення, які потрапили в масло у результаті розчинення фарб, лаків, бакелітової смоли та з бавовною ізоляції; вугілля, яке утворилося в результаті горіння електричної дуги; осадок-шлам, який утворився при старінні масла.

2. Назвіть методи очистки масла.

1. Центрифугування (на центрифугах), які відокремлюють воду і важкі від масла домішки; Фільтрування
2. Відстій у ємності, яка встановлена в сухому опалювальному приміщенні з чистим повітрям; Центрифугування (на центрифугах), які відокремлюють воду і важкі від масла домішки; Фільтрування
3. Відстій у ємності, яка встановлена в сухому опалювальному приміщенні з

чистим повітрям, Фільтрування

3. Що таке регенерація трансформаторного масла ?

1. глибока очистка і повне відновлення якості масла,
2. глибока очистка
3. повне відновлення якості масла,

4. Електрична міцність рідких діелектриків залежить ...

1. від наявних у ньому колоїдних часток води
2. від наявних у ньому колоїдних часток води, смоляних речовин та інших зважених забруднень у рідкому діелектрику
3. від наявних у ньому смоляних речовин та інших зважених забруднень у рідкому діелектрику

5. Совол -

1. це прозора і безбарвна рідина, густина якої 1,5, діелектрична проникність близько 5, і застосовують для просочування паперових конденсаторів
2. тверда речовина світло-жовтого кольору, розчиняється у багатьох розчинниках; не розчиняється у воді
3. розчиняється у бензолі, бензині, мінеральних маслах, але у спирті і у воді не розчиняється, негігроскопічний

6. Совтол -

1. тверда речовина світло-жовтого кольору, розчиняється у багатьох розчинниках; не розчиняється у воді
2. це совол, розбавлений трихлорбензолом, його можна застосовувати для трансформаторів
3. розчиняється у бензолі, бензині, мінеральних маслах, але у спирті і у воді не розчиняється, негігроскопічний

Воскоподібні діелектрики

1. Назвіть основні воскоподібні діелектрики ?
2. З яких матеріалів одержують воскоподібні діелектрики ?
3. Назвіть основні властивості і застосування бджолиного воску та парафіну, озокериту та церезину ?
4. Які речовини називають емалями?
5. Де застосовуються емалі ?
6. Які речовини називають смолами ?
7. На які групи поділяють смоли ?
8. Які матеріали називають бітумами ?
9. Які речовини називаються лаками, плівкоутворюючими ?
10. На які групи поділяють електроізоляційні лаки ?
11. Які речовини називають компаундами ?
12. На які групи поділяються компаунди і їх властивості ?
13. За яких умов призначають сушку електричної ізоляції ?
14. Яке обладнання використовують під час сушки лаків ?



Короткі теоретичні відомості

Воски речовини складного органічного складу, що здатні розм'якшуватись при нагріванні і твердіні при охолодженні. Воски механічно не міцні і м'які на дотик. Від смол воски відрізняються кристалічною будовою і різко вираженою температурою плавлення. Воски (природні та штучні) мають обмежене застосування. **Бджолиний віск** одержують з вощини бджолиних сотів, витоплюючи її у воді. Бджолиний віск - тверда речовина світло-жовтого кольору. **Парафін** - суміш твердих вуглеводів, які містяться у нафті. Це безбарвний, без запаху, з яскраво вираженою в зламі кристалічною структурою, трохи жирний на дотик матеріал. **Озокерит** - копалина темного кольору з специфічним нафтовим запахом. Озокерит, або гірський віск, за хімічним складом г сумішню твердих вуглеводнів парафінового ряду з деяким вмістом смолистих речовин. **Церезин** - продукт переробки та очистки озокериту або парафінової пробки. **Галовакс** - продукт хлорування нафталіну, соскоподібна речовина від темно-сірого до світло-зеленого кольору, з дрібнокристалічною структурою у зломі.

Бджолиний віск тверда речовина світло-жовтого кольору. Розчиняється у багатьох розчинниках; не розчиняється у воді і в хлорному спирті; застосовується для просочування пряжі та обплетення і падає їм блиску. **Парафін** розчиняється у бензолі, бензині, мінеральних маслах, але у спирті і у воді не розчиняється, негігроскопічний. Застосовується парафін для просочування паперових конденсаторів низької напруги, ізоляційних дерев'яних деталей, електрокартону тощо. У кабельному виробництві парафін застосовується в суміші з озокеритом для просочування бавовняного обплетення проводів і кабелів. **Озокерит** розчиняється у бензині, толуолі, хлороформі, сірковуглеці та легко змішується з маслами, смолами і восками. У кабельному виробництві озокерит застосовується в якості просочувальної

складової для бавовняно-паперового облещення проводів і кабелів, запобігання їх гниттю, а також композицію озокериту з парафіном застосовують як розм'якшувач гумових сумішей. **Церезин** як діелектрик має цінніші властивості, ніж парафін, більш високу температуру плавлення і більшу стійкість проти окислення. Церезин застосовується для просочування металопанерових конденсаторів, волокнистої ізоляції кабелів, надає гумі підвищеної стійкості проти сонячного світла. **Галовакс** добре розчиняється в ароматичних вуглеводах і бензині, у воді та спирті не розчиняється. Промислове застосування галоваксу - для просочування паперових конденсаторів.

Емалі - це лаки, в які введені пігменти (барвники) - неорганічні речовини, головним чином, окиси цинку, титану, залізний сурик та ін. Введення пігменту збільшує твердість покриття, нагрівостійкість, вологостійкість та лугостійкість. В якості пігментів застосовують неорганічні речовини, переважно оксиди металів (оксид цинку, залізний сурик, суміш сірчистого цинку з сірчаноокислим барієм, які надають емалі білий колір та ін.). У результаті висихання емалей пігменти вступають у хімічні реакції з лаковою основою, створюючи щільне покриття з підвищеною твердістю. Емалі застосовуються для створення на поверхні вже просочених виробів захисної вологостійкої і малостійкої плівки. Емалі бувають нічної та повітряної сушки.

Смоли - речовини органічного походження, що мають аморфну (некристалічну) будову. Тільки деякі смоли виявляють кристалічну структуру, що перемежуються з аморфними ділянками (каніфоль, поліетилен та ін.). За походженням смоли поділяються на **природні** та **синтетичні**, за своїми властивостями - **термопластичні** і **термореактивні**. **Термопластичні смоли** характеризуються тим, що при нагріванні і наступному охолодженні властивості їх не міняються і вони зберігають плавкість та розчинність в тих чи інших розчинниках. Термопластичні смоли полімери лінійної будови, тобто їх молекули мають подовжений, ниткоподібний вигляд. З такою будовою пов'язана і плавкість, і розчинність, і підвищена еластичність цих смол та їх здатність утворювати тонкі та гнучкі нитки та плівки. **Термореактивні смоли** характеризуються тим, що при нагріванні до досить високої температури протягом тривалого часу вони втрачають властивості плавкості та розчинності. Термореактивні смоли у запеченому стані - полімери просторової будови, молекули яких при полімеризації розвиваються у різних напрямках. Цією особливістю будови пояснюється і підвищена жорсткість, майже повна втрата плавкості та розчинності термореактивних смол і практична нездатність їх утворювати гнучкі нитки та плівки.

До смол належать каніфоль, шелак, фенол, формальдегідні смоли, гліфталі, синтетичні смоли, поліхлорвінілова смола, полістирол, органічне скло, епоксидні смоли. **Бітуми** - група аморфних матеріалів, які є сумішшю вуглеводнів з домішками. Розрізняють бітуми **природні (асфальти)** та **штучні (нафтові)**. Природні бітуми мають мінеральні домішки. Для електроізоляції з природних бітумів найчастіше застосовуються асфальти для виготовлення електроізоляційних покривних лаків повітряної сушки. Широко застосовуються нафтові тугоплавкі бітуми. Щоб знизити температуру пом'якшення, додають до бітуму нафтове масло для збільшення морозостійкості. Всі бітуми добре розчиняються в бензині, бензолі, сірковуглеводі. Деякі бітуми застосовують для виготовлення просочувальних лаків і виробництва компаундів.

Лаками називаються розчини плівкоутворюючих речовин у розчинниках, що вивітрюються.

Плівкоутворюючими називаються речовини, які в процесі вивітрювання розчинника і хімічної реакції твердіють і утворюють еластичну плівку. Плівкоутворюючими речовинами є природні та синтетичні смоли, рослинні олії, ефіри целюлози, бітуми та ін. Для падання лаковій плівці еластичності в лаковий розчин додають пластифікатори, а для прискорення сушки - сикативи. Для розбавлення лаків, що загустіли, вводять розчинники, які відрізняються від розчинників більш повільним випаровуванням.

За своїм призначенням лаки поділяються на **просочувальні, покривні, ключі та спеціальні**.

За складом лаки поділяються на олійні, **олійно-бітумні, смоляні, кремнієві, органічні** та ін.

За способом сушки - на лаки **гарячої** (пічної) та **холодної** (повітряної) сушки. **Просочувальні лаки** застосовуються для просочування ізоляції електричних машин, трансформаторів та інших електричних апаратів, а також лакопаперів, лакотканини та стрічок. **Покривні** лаки повинні мати такі самі властивості, що і просочувальні, а крім того, вони повинні мати високу липкість (адгезію) і стійкість проти атмосферного впливу. **Клеючі** лаки повинні мати належну адгезію, не розм'якшуватись під впливом робочої температури, бути вологостійкими і мати високі електроізоляційні властивості.

Компаундами називаються суміші та сплави смол, бітумів, носків, ефірів целюлози та масел. На відміну від лаків та емалей компаунди не мають легких розчинників. Компаунди у вихідному стані - тверді речовини, які при застосуванні потрібно нагрівати до досить високої температури, щоб одержати рідину, а при охолодженні компаунди тверднуть.

Залежно від складу компаунди бувають термопластичними і термореактивними. До термопластичних належать компаунди, одержані на основі бітумів, соскоподібних речовин і термопластичних смол. Термореактивні компаунди одержують на основі епоксидних, поліефірних та інших синтетичних смол.

За призначенням компаунди поділяються **на просочувальні, заливні та кабельні**. У процесі компаундування відбувається видалення з ізоляції вологи і розчинників; повітряні проміжки в ізоляції знищуються шляхом опресування їх компаундом; збільшується електрична міцність ізоляції; зменшуються діелектричні втрати; ізоляція стає більш стійкою проти дії оточуючого середовища і поліпшується тепловіддача.

Режим сушки лаку визначається як його основою, так і розчинником. Якщо основа лаку термореактивна, для сушки потрібна підвищена температура; лаки з термопластичною основою не потребують запікання плівки при високій температурі. Лаки, до складу яких входить розчинник, який кипить при високій температурі (наприклад, гас), потребують пічної сушки незалежно від виду лакової основи; лаки з розчинником, який легко випаровується при нормальній температурі (наприклад, бензин чи ацетон), можуть бути лаками повітряної сушки, коли тільки їх основа не потребує високої температури для запікання плівки. Як правило, лаки пічної сушки дають більш високоякісну плівку, ніж лаки повітряної сушки; останні використовують в основному під час ремонтних робіт.

ТЕСТ №19

1. Віск -...

1. розчиняється у бензолі, бензині, мінеральних маслах, але у спирті і у воді не розчиняється, негігроскопічний
2. це совол, розбавлений трихлорбензолом, його можна застосовувати для трансформаторів
3. речовини складного органічного складу, що здатні розм'якшуватись при нагріванні і твердіні при охолодженні

2. Бджолиний віск - ...

1. тверда речовина світло-жовтого кольору, розчиняється у багатьох розчинниках; не розчиняється у воді і в хлорному спирті; застосовується для просочування пряжі та обплетення і падає їм блиску
2. розчиняється у бензолі, бензині, мінеральних маслах, але у спирті і у воді не розчиняється, негігроскопічний
3. це прозора і безбарвна рідина, густина якої 1,5, діелектрична проникність близько 5, і застосовують для просочування паперових конденсаторів

3. Де застосовується парафін?

1. застосовується для просочування металопанерових конденсаторів, волокнистої ізоляції кабелів, надає гумі підвищеної стійкості проти сонячного світла
2. Застосовується для просочування паперових конденсаторів низької напруги, ізоляційних дерев'яних деталей, електрокартону тощо.
3. застосовується в якості просочувальної складової для бавовняно-паперового обплетення проводів і кабелів, запобігання їх гниттю, а

4. Де застосовується озокерит?

1. застосовується в якості просочувальної складової для бавовняно-паперового обплетення проводів і кабелів, запобігання їх гниттю, а також композицію озокериту з парафіном застосовують як розм'якшувач гумових сумішей.
2. застосовується для просочування металопанерових конденсаторів, волокнистої ізоляції кабелів, надає гумі підвищеної стійкості проти сонячного світла
3. Застосовується для просочування паперових конденсаторів низької напруги, ізоляційних дерев'яних деталей, електрокартону тощо.

5. Де застосовується церезин?

1. застосовується в якості просочувальної складової для бавовняно-паперового обплетення проводів і кабелів, запобігання їх гниттю, а
2. Застосовується для просочування паперових конденсаторів низької напруги, ізоляційних дерев'яних деталей, електрокартону тощо.
3. застосовується для просочування металопанерових конденсаторів, волокнистої ізоляції кабелів, надає гумі підвищеної стійкості проти сонячного світла

6. Емалі застосовуються для...

1. створення на поверхні вже просочених виробів захисної вологостійкої і малостійкої плівки
2. речовини, які в процесі вивітрювання розчинника і хімічної реакції твердіють

і утворюють еластичну плівку

3. для просочування металопанерокових конденсаторів, волокнистої ізоляції кабелів, надає гумі підвищеної стійкості проти сонячного світла

7. Термопластичні смоли характеризуються тим...

1. що при нагріванні до досить високої температури протягом тривалого часу вони втрачають властивості плавкості та розчинності.
2. що при нагріванні і наступному охолодженні властивості їх не міняються і вони зберігають плавкість та розчинність в тих чи інших розчинниках
3. що при нагріванні і наступному охолодженні властивості їх не міняються

8. Бітуми - ...

1. це лаки, в які введені пігменти (барвники) - неорганічні речовини, головним чином, окиси цинку, титану, залізний сурик та ін
2. група аморфних матеріалів, які є сумішшю вуглеводнів з домішками.
3. розчиняється у бензині, толуолі, хлороформі, сірковуглеці та легко змішується з маслами, смолами і воском.

9. До смол належать ...

1. каніфоль, шелак, фенол, формальдегідні смоли, гліфталі, синтетичні смоли, поліхлорвінілова смола, полістирол, органічне скло, епоксидні смоли
2. каніфоль, шелак, фенол, формальдегідні смоли, гліфталі.
3. Каніфоль, органічне скло, епоксидні смоли

10. Просочувальні лаки застосовуються для ...

1. належну адгезію, не розм'якшуватись під впливом робочої температури, бути вологостійкими і мати високі електроізоляційні властивості.
2. високу липкість (адгезію) і стійкість проти атмосферного впливу.
3. просочування ізоляції електричних машин, трансформаторів та інших електричних апаратів, а також лакопаперів, лакотканини та стрічок

11. Покривні лаки мають властивості ...

1. високу липкість (адгезію) і стійкість проти атмосферного впливу.
2. належну адгезію, не розм'якшуватись під впливом робочої температури, бути вологостійкими і мати високі електроізоляційні властивості.
3. просочування ізоляції електричних машин, трансформаторів та інших електричних апаратів, а також лакопаперів, лакотканини та стрічок

12. Компаундами називаються ...

1. гнучкий електроізоляційний матеріал, що є тканиною, просоченою електроізоляційним лаком.
2. суміші та сплави смол, бітумів, носків, ефірів целюлози та масел.
3. листовий матеріал, виготовлений з азбесту, каучуку і наповнювачів.

13. Чим визначається режим сушки лаку

1. визначається як його основою (термореактивна чи термопластична), так і розчинником.
2. визначається його основою (термореактивна чи термопластична).
3. визначається його розчинником.

Волокнисті діелектрики

1. Які матеріали відносяться до волокнистих діелектриків ?
2. Які електричні властивості мають волокнисті матеріали ?
3. Які електричні властивості має і де застосовується дерево ?
4. Які властивості у кабельного, електротехнічного, конденсаторного паперів ?
5. Назвіть основні властивості у мікастрічкового, просочувального, намотувального паперів.
6. Які існують види електротехнічного картону ?
7. Які електричні властивості і застосування має фібра ?
8. Назвіть природні та штучні волокна.
9. Які електричні властивості і застосування мають пряжа, тканина, стрічка?
10. Які властивості і застосування має натуральний і штучний шовк ?
11. Де застосовуються липкі стрічки ?
12. Назвіть, який матеріал називається лакотканиною?
13. Де застосовується лакотканина ?
14. Що таке лакопапір ?
16. Де застосовуються ізоляційні стрічки ?
17. Які властивості і застосування азбесту ?
18. Азбестовий папір і азбестові стрічки, їх властивості і застосування.
19. З чого виготовляють скловолокно, його властивості і застосування ?



Короткі теоретичні відомості

У електротехніці широко застосовуються волокнисті матеріали, тобто матеріали, які складаються з окремих частин (волокон) видовженої форми. Більшість волокнистих матеріалів має досить велику механічну міцність і гнучкість, їх зручно обробляти і вони дешеві; загальними недоліками є їх гігроскопічність та невелика електрична міцність. До волокнистих електроізоляційних матеріалів належать матеріали органічного походження (дерево, бавовняне волокно, папір, натуральний та штучний шовк тощо).

Завдяки широкому розповсюдженню, дешевизні та легкості механічної обробки **дерево** є одним з електроізоляційних і конструкційних матеріалів, що застосовуються в електротехніці з перших її кроків розвитку. **Деревина** має відносно високі механічні властивості, особливо якщо враховувати легкість. Міцність деревини впоперек волокон менша, ніж вздовж. Деревина гігроскопічна, у вологому стані має знижені електричні властивості, вироби з вологої деревини мають схильність до короблення і розтріскування. З розповсюджених деревних порід кращими, з точки зору як механічної міцності, так і здатності до просочування, є береза, бук і граб. Вироби з деревини застосовуються як електроізоляційний матеріал в електричних машинах (пазові клини), в трансформаторах (ярмові балки, різні прокладки, клини, пресовані стержні магнітопроводу, обмотки та ін.), у масляних вимикачах (роздільні перетинки

та обкладки).

Електротехнічний папір - це листовий або рулонний матеріал коротковолокнистої будови. Для виробництва наперу використовують, головним чином, найбільш дешеvu і доступну деревну целюлозу на спеціальних паперообробних машинах. **Конденсаторний папір** у просоченому вигляді застосовується як діелектрик паперових конденсаторів. **Кабельний папір** застосовується для ізоляції жил силових, контрольних кабелів. **Мікастрічковий папір** застосовується як підкладка при виготовленні мікастрічки. **Просочувальний папір** застосовується для виготовлення листового гетинаксу. **Намотувальний папір** застосовується для виготовлення паперово-бакелітових циліндрів трансформаторів, втулок масляних вимикачів. **Електротехнічний картон** є двох основних марок: марки ЕВ- більш твердий і пружний, призначений для роботи на повітрі, та масляний марки ЕМ — пухкіший і м'якіший, призначений для роботи у трансформаторному маслі. Масляні картони добре просочуються маслом і мають високу електричну міцність. **Фібра** виготовляється з тонкого паперу, який пропускають через теплий розчин хлористого цинку, намотують на сталевий барабан до одержання шару потрібної товщини, потім зрізують з барабану, промивають водою і пресують. Фібру застосовують для виготовлення стріляючих розрядників та корпусів плавких запобіжників, пазових клинів низьковольтних електричних машин, прокладок, розпірок, щитків та ін.

Пряжу та тканини одержують методами спеціальної обробки (прядіння, ткання) з довговолокнистої сировини. Тканини відрізняються від паперу цілком визначеною будовою (переплетіння ниток). Пряжі та тканини мають більшу механічну міцність, зокрема при перегині і стиранні, але вони дорожчі і мають меншу електричну міцність, ніж папери. **Пряжа** - це нитки, скручені з окремих волокон. Вона застосовується для ізоляції проводів і шнурів шляхом обмотування і обплетення. **Тканини і стрічки** застосовуються для захисту основної ізоляції електричних машин і апаратів від зовнішніх механічних дій. З рослинних волокон в електротехніці широко застосовуються **бавовняні**. В електротехніці використовуються бавовняні **кіперні** стрічки. **Натуральний шовк** одержують шляхом розмотування коконів черв'яка-шовкопряда. **Штучний шовк** одержують шляхом переробки ефірів целюлози. **Тафтяну** стрічку застосовують як тимчасову бандажну стрічку при компаундуванні катушок. **Липкі стрічки** виготовляють з сурового міткалю, промащеного липкою гумовою сумішшю з одного або двох боків. Смоляну стрічку виготовляють з бавовняної тканини, просоченої бітумінозною речовиною. Застосовують для ущільнення місць введів кабелів і проводів у з'єднувальних муфтах і коробках.

Лакотканиною називається гнучкий електроізоляційний матеріал, що є тканиною, просоченою електроізоляційним лаком. Лакотканини виготовляють з бавовняних (батист, полотно, шифон) і шовкових тканин, просочених електроізоляційними лаками. Шовкові лакотканини порівняно з бавовняними тонші і мають вищу електричну міцність. Тканина забезпечує значну механічну міцність, а лакова плівка - електричну міцність. Лакотканини поділяються на світлі, просочені олійними лаками, та чорні, просочені олійно-бітумними лаками. До лакотканин належать також лаковані трубки. Як заміник лакотканини може бути **лакопапір**. Він дешевший лакотканини і має кращі електроізоляційні властивості, але має меншу механічну міцність. Лакотканини застосовують для ізоляції пазових і лобових частин обмоток, з'єднань і вивідних проводів, для міжвиткової ізоляції обмоток

трансформаторів. *Поліхлорвінілова ізоляційна стрічка* - це стрічка з поліхлорвінілового пластикату з підклеючим шаром.

Азбест залягає у кам'яних гірських породах у вигляді жил, які складаються з пучків паралельних волокон. Чим довше волокно, тим вищий сорт азбесту. Перевагою азбесту над іншими матеріалами є висока нагрівостійкість. Тільки при температурі 300-400°C він втрачає механічну міцність. З азбесту виготовляють пряжу, стрічки, тканини, папери, картони та ін. *Азбестовий папір* застосовують для міжвиткової ізоляції обмоток збудження синхронних машин, шаруватих ізолюючих пластмас з підвищеною нагрівостійкістю.

Азбестові стрічки застосовують як зовнішній шар ізоляції у котушках і секціях обмоток електричних машин. Азбестові волокна використовують для виготовлення пластмас, а також у виробництві обмоткових проводів. Крім того, азбест застосовують у різних нагрівальних приладах як електричну і теплову ізоляцію. *Скловолокно* виготовляється з розплавленого скла шляхом витягування його через тонкі отвори (фільтри). З склотканини виготовляють нагрівостійкі склолакотканини і склотекстоліти. Коротке скловолокно використовується як наповнювач у прес-порошках. Скляна волокниста ізоляція нагрівостійка, механічно міцна, мало гігроскопічна, має хороші електроізоляційні властивості.

ТЕСТ №20

1. Волокнисті матеріали це матеріали

1. які складаються з окремих частин (волокон) видовженої форми
2. речовини у вихідному стані - тверді, які при застосуванні потрібно нагрівати
3. суміші та сплави смол, бітумів, носків, ефірів целюлози та масел

2. Які електричні властивості мають волокнисті матеріали ?

1. має відносно високі механічні властивості, особливо якщо враховувати легкість, міцність впоперек волокон менша, ніж вздовж; гігроскопічна, у вологому стані має знижені електричні властивості.
2. більш твердий і пружний, призначений для роботи на повітрі
3. має досить велику механічну міцність і гнучкість, їх зручно обробляти і вони дешеві; загальними недоліками є їх гігроскопічність та невелика електрична міцність

3. Вироби з деревини застосовуються як...

1. електроізоляційний матеріал в електричних машинах (пазові клини), в трансформаторах (ярмові балки, різні прокладки, клини, пресовані стержні магнітопроводу, обмотки та ін.), у масляних вимикачах (роздільні перетинки та обкладки).
2. як діелектрик паперових конденсаторів
3. для виготовлення паперово-бакелітових циліндрів трансформаторів, втулок масляних вимикачів

4. Конденсаторний папір застосовується...

1. у просоченому вигляді як діелектрик паперових конденсаторів
2. електроізоляційний матеріал в електричних машинах (пазові клини),
3. в трансформаторах (ярмові балки, різні прокладки, клини, пресовані стержні магнітопроводу),

5. Кабельний папір застосовується ...

1. для виготовлення паперово-бакелітових циліндрів трансформаторів, втулок масляних вимикачів
2. для ізоляції жил силових, контрольних кабелів
3. електроізоляційний матеріал в електричних машинах (пазові клини), в трансформаторах (ярмові балки, різні прокладки, клини, пресовані стержні магнітопроводу)

6. Електротехнічний картон марки ЕВ...

1. більш твердий і пружний, призначений для роботи на повітрі
2. пухкіший і м'якіший, призначений для роботи у трансформаторному маслі
3. у просоченому вигляді як діелектрик паперових конденсаторів

7. Фібра виготовляється...

1. з сурового міткалю, промащеного липкою гумовою сумішшю з одного або двох боків.
2. з тонкого паперу, який пропускають через теплий розчин хлористого цинку, намотують на сталевий барабан до одержання шару потрібної товщини, потім зрізають з барабану, промивають водою і пресують.
3. листовий матеріал, виготовлений з азбесту, каучуку і наповнювачів.

8. Пряжа - ...

1. гнучкий електроізоляційний матеріал, що є тканиною, просоченою електроізоляційним лаком.
2. це нитки, скручені з окремих волокон і застосовується для ізоляції проводів і шнурів шляхом обмотування і обплетення
3. стрічка з поліхлорвінілового пластикату з підклеючим шаром.

9. Тканини і стрічки застосовуються ...

1. для захисту основної ізоляції електричних машин і апаратів від зовнішніх механічних дій
2. для ізоляції пазових і лобових частин обмоток, з'єднань і вивідних проводів, для міжвиткової ізоляції обмоток трансформаторів
3. для виготовлення стріляючих розрядників та корпусів плавких запобіжників, пазових клинів низьковольтних електричних машин, прокладок, розпірок, щитків та ін.

10. Липкі стрічки виготовляють ...

1. з тонкого паперу, який пропускають через теплий розчин хлористого цинку, намотують на сталевий барабан до одержання шару потрібної товщини
2. з сурового міткалю, промащеного липкою гумовою сумішшю з одного або двох боків.
3. розплавленого скла шляхом витягування його через тонкі отвори (фільтри).

11. Лакотканини застосовують ...

1. для ізоляції пазових і лобових частин обмоток, з'єднань і вивідних проводів, для міжвиткової ізоляції обмоток трансформаторів
2. для захисту основної ізоляції електричних машин і апаратів від зовнішніх механічних дій
3. для виготовлення стріляючих розрядників та корпусів плавких запобіжників, пазових клинів низьковольтних електричних машин,

прокладок, розпірок, щитків та ін.

12. Поліхлорвінілова ізоляційна стрічка - це ...

1. листовий матеріал, виготовлений з азбесту, каучуку і наповнювачів.
2. гнучкий електроізоляційний матеріал, що є тканиною, просоченою електроізоляційним лаком
3. стрічка з поліхлорвінілового пластикату з підклеючим шаром.

13. Азбестовий папір застосовують ...

1. для міжвиткової ізоляції обмоток збудження синхронних машин, шаруватих ізолюючих пластмас з підвищеною нагрівостійкістю
2. як зовнішній шар ізоляції у котушках і секціях обмоток електричних машин.
3. для виготовлення пластмас, а також у виробництві обмоткових проводів

14. Скловолокно виготовляється з ...

1. як зовнішній шар ізоляції у котушках і секціях обмоток електричних машин.
2. розплавленого скла шляхом витягування його через тонкі отвори (фільтри).
3. для виготовлення пластмас, а також у виробництві обмоткових проводів

Плівкові матеріали. Гума

- 3.1. Назвіть призначення плівкових матеріалів.
- 3.2. Які види плівкових матеріалів ?
- 3.3. З чого одержують натуральний та синтетичний каучук ?
- 3.4. Яку технологію називають вулканізацією ?



Короткі теоретичні відомості

Електроцелюлозні плівки в електротехніці мають обмежене застосування через низьку теплостійкість та різке погіршення механічних властивостей під дією озону. Плівки з *триацетатної целюлози* застосовуються для виробництва високовольтних обмоткових проводів, їх успішно замінюють лавсановою плівкою, то має кращі механічні властивості і надійно забезпечує нагрівостійкість. Лавсанова плівка застосовується для пазової ізоляції. При склеюванні плівки з тонким електрокартоном одержують плівкоелектрокартон. При використанні двосторонньої підкладки з високоякісного азбестового паперу і просочування нагрівостійким лаком з плівкою можна одержати пазову ізоляцію класу В. Плівки з лавсану успішно замінюють лакотканини та міканіти під час виробництва та ремонту електричних машин.

Велике значення в електротехніці мають матеріали на основі каучуку і близьких за властивостями речовин - *еластомерів*.

Натуральний каучук одержують з соку рослин каучуконосів. За хімічним складом натуральний каучук - це полімерний вуглеводень.

Широко застосовується *синтетичний каучук* натрій бутадієновий, який одержують при полімеризації газоподібного вуглеводу бутадієну в присутності каталізатора (металевого натрію).

Для виготовлення електричної ізоляції з каучуку його вулканізують, тобто вводять у нього сірку і нагрівають. Це робить його термостійким, підвищує механічну міцність та стійкість проти дії розчинників. Вулканізований каучук називають *гумою*. Залежно від кількості сірки, що додається до каучуку, одержують м'яку гуму (1-3 % сірки), яка має високі еластичність, волого - та водостійкість і електроізоляційні властивості, та тверду гуму ебоніт (30-35 % сірки), який має високу стійкість проти ударного навантаження.

Природний каучук добувають із каучукового дерева (гевеї), яке росте в країнах Латинської Америки, а також в Африці. Його добувають також із молочайних рослин (тау-сагізу і кок-сагізу) у вигляді соку — латексу, але добувають надто мало, і він дуже дорогий. Тому основним матеріалом для виробництва гуми є *синтетичний каучук* (СК), який виготовляють переважно з нафтопродуктів.

Нині виготовляють понад 80 видів синтетичного каучуку, які мають специфічні властивості (підвищену стійкість до високих або низьких температур, бензину та інших нафтопродуктів).

Чистий каучук майже не застосовують, оскільки еластичність його зберігається лише у вузьких межах температури: нижче за 0 °С чистий каучук втрачає еластичність і стає крихким, а вище від 20 °С він стає дуже пластичним і липким.

У техніці широко застосовують основний продукт каучуку — гуму, для виготовлення якої до каучуку треба додати невелику кількість сірки (1...5 %) і підігріти цю суміш до температури 130...140 °С. Після короткочасного підігрівання суміш перетворюється на вулканізований каучук або гуму. Гума набуває нових властивостей: зберігає еластичність у межах від —30 до +180 °С, стає міцною і стійкою до води і кислот.

Якщо до каучуку додати більше сірки (20...25 %) і нагрівати довше, то в процесі вулканізації утвориться рогова гума — ебоніт. Це твердий ізоляційний матеріал, який випускають у вигляді листків, трубок і дротиків різного профілю.

Гуму ніколи не виготовляють тільки із суміші каучуку з сіркою, а обов'язково додають наповнювачі і спеціальні домішки.

Усі домішки до каучуку при виготовленні гуми залежно від його призначення поділяють на такі групи: інертні наповнювачі, вулканізатори, прискорювачі вулканізації, підсилювачі, помякшувачі, антиокисники і барвники.

Наповнювачі в порошкоподібному або рідкому стані додають, щоб збільшити вихід гуми. Тип наповнювача вибирають залежно від бажаних властивостей (твердості, міцності, кольору тощо).

Найчастіше застосовують такі наповнювачі: сажу, каолін, інфузорну землю, важкий шпат, барит, а також регенерат (відповідним чином оброблена стара гума).

Вулканізаторами можуть бути сірка, металевий натрій або діазомінобензол. Найчастіше застосовують сірку, вміст якої залежить від призначення гуми (3...15 %).

Прискорювачі скорочують час вулканізації, збільшують продуктивність агрегатів. Прискорювачами можуть бути оксид свинцю, магнію, кальцію.

Підсилювачі підвищують механічні властивості гуми (пружність, міцність, опір стиранню тощо). До підсилювачів належать газова сажа, оксид цинку, каолін.

Пом'якшувачі додають для пом'якшення гуми і полегшення її вальцювання. До них належать каніфоль, парафін, вазелін, мінеральні оливи тощо.

Антиокисники сповільнюють процес окиснення гуми, чим збільшують тривалість роботи гумових виробів.

Барвники додають, щоб мати гуму бажаного кольору. До них належать цинкове білило, вохра, ультрамарин, сажа тощо.

Поняття про виготовлення гумових виробів. Технологія виготовлення гумових виробів складається з таких операцій: пластифікація каучуку, додавання домішок, приготування суміші, формування або заготовка деталей, складання і вулканізація виробів.

Пластифікацію каучуку застосовують для одержання однорідної пластичної маси. Для цього його пропускають між гарячими вальцями з температурою 40...50 °С. Тривалість пластифікації становить 15...25 хв. Під час пластифікації каучук розм'якшується і стає пластичним.

Суміш готують перемішуванням пластикового каучуку з домішками на дво- або чотиривалкових вальцях. Готову суміш підігрівають до 100... 110 °С і прокатують у спеціальних машинах на листи або в спеціальних формах формують напівфабрикати, потім вулканізують їх за температури 120... 150 °С. Вироби з гуми дістають формуванням, литтям під тиском і намотуванням.

Схема процесу виготовлення гумових виробів пресуванням аналогічна пресуванню пластмас.

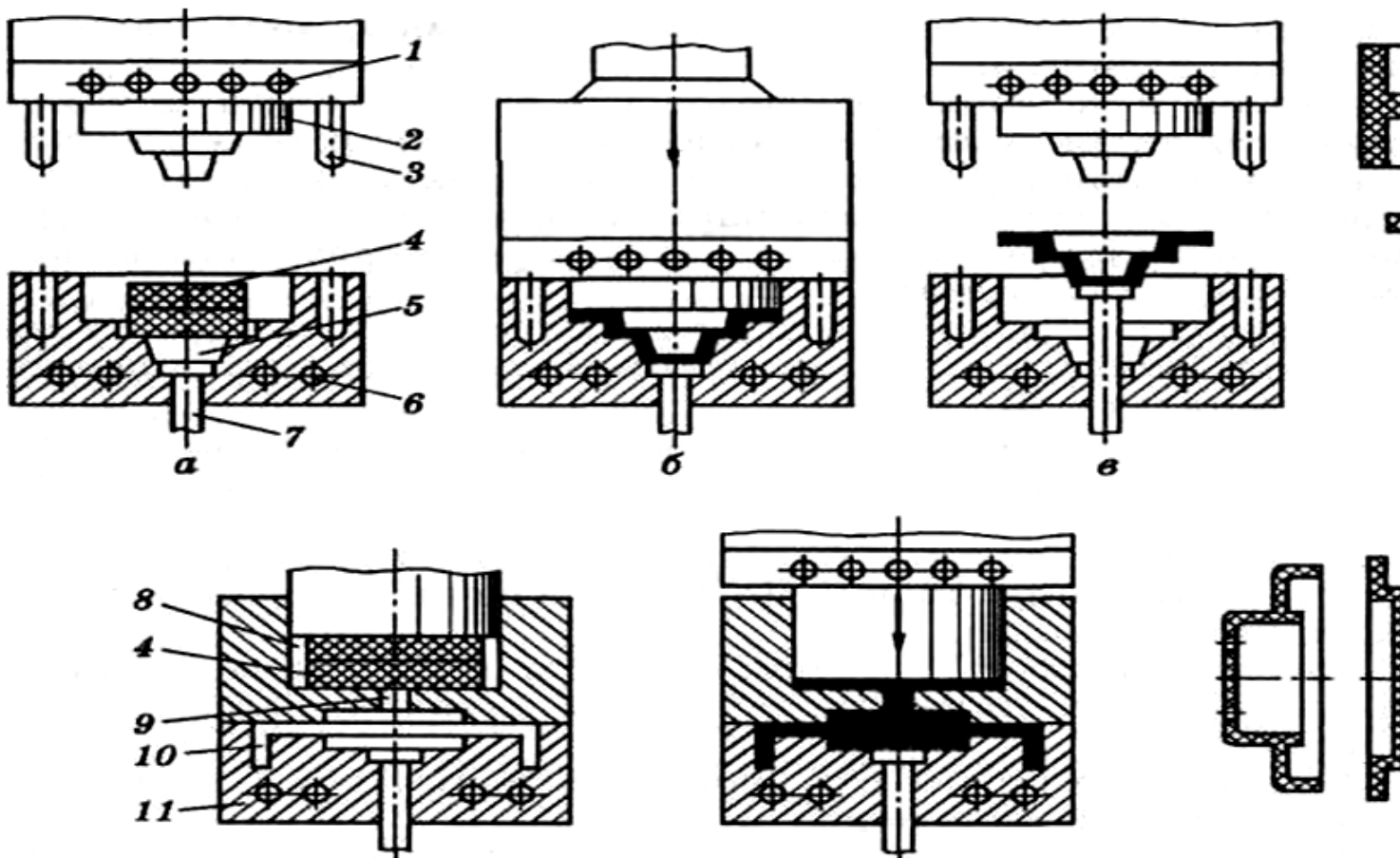


Рис.1. Схема виготовлення гумових виробів

Формування (пресування) застосовують, виготовляючи деталі складної форми. Гумову суміш 4 (рис. 1), а також текстильну тканину та металеву арматуру (якщо вони потрібні) вміщують у нагріту металеву матрицю 5. При низькому тиску преса пуансон 2 опускається, центруючись штифтами 5. Потім тиск підвищують. Під дією нагрівників 1 і 6 та тиску пуансона гумова суміш заповнює порожнину. Після певного витримування пуансон піднімається, а виштовхувач 7 викидає виріб із матриці. Зразки гумових виробів зображено на рис. 1, з, а схему процесу пресування — на рис. 1, а, б, в.

Лиття під тиском, виконують у прес-формах 11 (рис. 1, д, е), які мають камеру 8 для виливання, сполучену ливником 9, де матеріал 4 потрапляє в порожнину 10. Лиття під тиском застосовують для виготовлення виробів складної форми — з різною товщиною стінок, з маломіцною і наскрізною арматурою та ін. На рис.1, е зображено виріб із запресованим металевим кільцем 12.

Метод намотування застосовують при виготовленні покришок, шлангів, пасів та ін. При цьому на порожнисте осердя (дорн) намотують шари гуми і тканини, склеюють їх та вулканізують.

ТЕСТИ №21

1.Що називають гумою?

1. Продукт переробки термореактивних полімерів

2. Продукт переробки амінопластів
 3. Продукт переробки канчуків.
- 2. Чи характеризується гума високими електроізоляційними властивостями?**
1. Характеризується, але не високими
 2. Так, характеризується
 3. Характеризується тільки при низьких температурних режимах
- 3. Де використовується гума в електротехнічній промисловості?**
1. Мембрани, привідні паси
 2. Ущільнювальні прокладки, кільця, муфти
 3. Для ізоляції кабелів, проводів, ізоляційних труб.
- 4. Який головний матеріал застосовують для виготовлення гуми?**
1. Тверда еластична речовина світло-сірого або коричневатого кольору-каучук
 2. Термореактивні пластмаси
 3. Поліетилен
- 5. Чи застосовують чистий каучук для виготовлення гуми?**
1. Так, застосовують чистий каучук
 2. Ні, майже не застосовують.
 3. Застосовують при виготовленні технічних виробів
- 6. Що таке лиття під тиском?**
1. Це процес намотування, склеювання і вулканізації
 2. Це процес пресування
 3. Застосування прес-форм.

Технологія виготовлення керамічних електроізоляційних виробів

1. Які складові входять до фарфору ?
2. Яка технологія отримання виробів із фарфору ?
3. Яке призначення операції глазурування електротехнічного фарфору ?



Короткі теоретичні відомості

Керамікою називають матеріали, які одержані шляхом спікання при обпалюванні порошоків різних мінеральних речовин (каолін, глина, польовий шпат, кварц, гіпс, крейда та ін.), попередньо відформовані у вироби тим чи іншим способом. Керамічні електроізоляційні матеріали при відповідному виборі сировини і технологічних процесів виготовлення мають високу механічну міцність, малий кут діелектричних втрат, високу діелектричну проникність, нагрівостійкість, хімічну стійкість та інші позитивні якості.

Електрокерамічні матеріали це тверді каменеподібні речовини, які можливо оброблювати тільки абразивними матеріалами. Всі електрокерамічні матеріали за призначенням поділяють на три групи: ізоляційна, конденсаторна та сегнетоелектрична кераміка. Всі електрокерамічні матеріали негігроскопічні і атмосферостійкі. З керамічних матеріалів найширше застосовується в електротехніці **електротехнічний фарфор**. З фарфору виготовляють ізолятори високої напруги-лінійні (підвісні та штирові) та ін. Найважливішою характеристикою ізоляторів є розрядна напруга, то прикладена між електродами ізолятора (наприклад, проводом і штирем, на якому кріпиться ізолятор), викликає електричний розряд між ними (ізолятор перебивається).

Фарфор складається з каоліну (високоякісна світла глина), кварцу і польового шпату. Дуже подрібнені складові частини фарфору перемішують з водою. З цієї маси різними способами (обточуванням, пресуванням, відливанням у форми, видавлюванням через отвори) одержують вироби потрібної форми, сушать, глазурують і обпалюють. **Глазурування** - це операція, за якою на поверхню виробу наносять тонкий шар глазури, що після обпалювання перетворюється у блискуче склоподібне покриття. Воно перешкоджає проникненню у фарфор, який має слабо пористу будову, вологи і тим самим поліпшує електроізоляційні якості фарфору (особливо ізоляторів, що працюють на повітрі). Глазур надає будь-якого кольору виробам я фарфору, до них менше прилипає бруд. За складом глазур близька до скла.

Суть технології виготовлення фарфорових ізоляторів описана нижче.

Перша стадія: подрібнення сировини, змішування і отримання однорідної ущільненої, дегазованої пластичної маси, пластичного порошку, рідкого водного шлікера або парафінистого шлікера. Залежно від виду маси і форми виробу надалі застосовують те або інше метод формування. Вироби у вигляді тіл обертання (тарільчасті підвісні ізолятори, конусоподібні і чашоподібні штирові і опорні ізолятори; крупні порожнисті конусоподібні — покривки, циліндрові монолітні опорні і підвісні ізолятори і циліндрові пустотілі — прохідні ізолятори) формують в

гіпсових або сталевих формах на формувальних верстатах або формовочних верстатах типу токарних відповідних заготовок, які видавлюються через мундштук на особливих пресах. Циліндри і трубки звичайно формують також видавлюванням через мундштук екструзійної машини.

Низьковольтні і високовольтні деталі складного виду можна формувати методом литва під тиском з гарячого і парафіністого шлікера в сталевих роз'ємних охолоджених формах. У гарячому стані парафіністий шлікер має сметаноподібну консистенцію, під тиском заповнює форму і, охолоджуючись в ній, утворює досить щільний сирий виріб. Відформовані вироби проходячи попередню сушку (за винятком відлитих з гарячого шлікера) і глазуються. Для глазування застосовують рідкий водний глазурний шлікер, відмінний від складу фарфору добавкою плавнів (крейда, доломіт) і мінеральних фарбників (якщо потрібна кольорова глазур), наприклад окисли хрому для коричневої глазури. Глазування виробляється зануренням необпаленого виробу в глазурний шлікер або нанесенням його пульверизатором. Місця, що не підлягають глазуванню (наприклад, під арматуру), заздалегідь покривають парафіном.

Випалення виробів виробляється в, спеціальних тунельних, рідше камерних, печах по певному тепловому режиму: з визначеною швидкістю підйому, витримкою при максимальній температурі і швидкістю охолодження.

Глазурна маса, що знаходиться на поверхні обпалюваних виробів, завдяки наявності в ній плавнів плавиться і при охолодженні утворює рівномірний щільний блискучий склоподібний шар, що оберігає поверхню ізоляторів від забруднень в експлуатації і підвищує механічну міцність фарфорових виробів.

Важливо, щоб температурні коефіцієнти розширення глазури і фарфору були можливо ближчими, оскільки інакше неминуче розтріскування глазури навіть при невеликих температурних коливаннях. Слід також мати на увазі, що ізолятори в більшості випадків армуються металевими деталями (за допомогою цементу).

В результаті процесів, що відбуваються при випаленні, фарфорові вироби дають велику усадку, унаслідок чого отримання розмірів з точними допусками неможливе. На відповідальні розміри ізоляторів встановлюють спеціальні допуски.

ТЕСТ №22

1. Керамікою називають ...

1. тверді каменеподібні речовини, які можливо оброблювати тільки абразивними матеріалами
2. матеріали, виготовлені з щипаної слюди, листочки якої склеюють між собою лаками.
3. матеріали, які одержані шляхом спікання при обпалюванні порошоків різних мінеральних речовин (каолін, глина, польовий шпат, кварц, гіпс, крейда та ін.), попередньо відформовані у вироби тим чи іншим способом

2 Які електричні властивості має кераміка ?

1. високу механічну міцність, високу діелектричну проникність, нагрівостійкість, хімічну стійкість та інші позитивні якості
2. нагрівостійкість, хімічну стійкість та інші позитивні якості
3. високу механічну міцність, високу діелектричну проникність

3. Що таке електрокерамічні матеріали ?

1. матеріали, які одержані шляхом спікання при обпалюванні порошоків різних мінеральних речовин

2. матеріали, виготовлені з щипаної слюди, листочки якої склеюють між собою лаками.
3. це тверді каменеподібні речовини, які можливо оброблювати тільки абразивними матеріалами

4. З електротехнічного фарфору виготовляють ...

1. Шини трансформаторів та ін.
2. ізолятори високої напруги-лінійні (підвісні та штирові) та ін.
3. Виводи електродвигунів та ін.

5. Найважливішою характеристикою ізоляторів ...

1. є розрядна напруга, то прикладена між електродами ізолятора (наприклад, проводом і штирем, на якому кріпиться ізолятор), викликає електричний розряд між ними (ізолятор перебивається).
2. є розрядна напруга, то прикладена між електродами ізолятора (наприклад, проводом і штирем, на якому кріпиться ізолятор),
3. є розрядна напруга, яка викликає електричний розряд між ними (ізолятор перебивається).

6. Фарфор складається ...

1. з кварцу і польового шпату
2. з каоліну (високоякісна світла глина), кварцу і польового шпату
3. з каоліну (високоякісна світла глина)

7. Глазурування - ...

1. це операція, за якою на поверхню виробу наносять тонкий шар лаку, що після обпалювання перетворюється у блискуче склоподібне покриття
2. це операція, за якою на поверхню виробу наносять тонкий шар емалії, що після обпалювання перетворюється у блискуче склоподібне покриття
3. це операція, за якою на поверхню виробу наносять тонкий шар глазури, що після обпалювання перетворюється у блискуче склоподібне покриття

8. Для чого призначене глазурування фарфорових діелектричних виробів?

1. Воно перешкоджає проникненню у фарфор, який має слабо пористу будову, вологи і тим самим поліпшує електроізоляційні якості фарфору (особливо ізоляторів, що працюють на повітрі), надає будь-якого кольору виробам, до них менше прилипає бруд і за складом близька до скла
2. Воно перешкоджає проникненню у фарфор, який має слабо пористу будову, надає будь-якого кольору виробам, до них менше прилипає бруд і за складом близька до скла
3. Воно надає будь-якого кольору виробам, до них менше прилипає бруд і за складом близька до скла

Властивості і склад скла, характеристика виробів із скла.

1. Які складові входять до скла ?
2. Які види скла застосовуються в електротехніці ?
3. Які властивості скла ?
4. Яка технологія отримання електротехнічного скла ?
5. Що таке ситал ?
6. Яку речовину називають склокерамікою ?
7. Які властивості має ситал ?
8. Які речовини називають склоемалями ?
9. Як отримують емалі для скла ?
10. Яка технологія отримання склотканини ?



Короткі теоретичні відомості

Неорганічне скло є дешевим матеріалом. Скло - неорганічна аморфна речовина, що складається з окисів кремнію, бору, калію, барію, а також окислів свинцю, цинку, алюмінію та ін. Суміш цих речовин, які взяті у визначеному співвідношенні, називають **шихтою**.

Шихта завантажується в скловарну піч і при нагріванні до температури 1350-1600 С плавиться, створюючи рідку скломасу, з якої виготовляють різноманітні скляні вироби. Головну частину більшості типів скла становить окис кремнію. В електротехніці застосовується конденсаторне скло, органічне скло, лампове скло, скло емалі, скло з наповнювачем, скловолокно. Електротехнічні характеристики скла залежать від його складу. Скло стійке проти дії кислот (крім плавикової), але малостійке проти лугів. У звичайних умовах скло дуже крихке.

Ситали виготовляються шляхом кристалізації скла спеціального складу. Скло під назвою **ситал** займає проміжне місце між звичайним склом і керамікою, тому їх називають **склокерамікою**. Коли до складу скла, схильного до кристалізації, ввести добавки речовин, які утворюють зародок кристалізації, вдається стимулювати процес кристалізації скла по всьому об'єму і отримати матеріал, який має цінні хімічні та електроізоляційні властивості з однорідною мікрокристалічною структурою. На відміну від скла ситали непрозорі. Технологія полягає у виготовленні звичайними методами виробів з скломаси спеціального складу. Потім їх піддають двоступеневій термообробці. Ситали мають більш високі електроізоляційні параметри, чим аморфне скло, високу механічну міцність, меншу крихкість, точність розмірів виробів.

Склоемалями чи просто емалями називають скло, яке наноситься тонким шаром на поверхню металевих та інших виробів для захисту від корозії, надання визначеного кольору і кращого зовнішнього вигляду, створення дзеркальної поверхні. Емалі отримують сплавленням дрібних складових частин шихти, видавлуванням розплавленої маси тонким струменем у холодну воду та розмелюванням отриманої фрити на кульовому млині в дрібне борошно. На вироби, які нагріті в печі, наноситься порошок емалі, яка розплавлюється, покриває його міцним склоподібним шаром.

Скло в товстому шарі - крихкий матеріал, але тонкі скляні вироби мають підвищену гнучкість. Тонкі, діаметром 4-7 мкм, скляні **волокна** мають настільки високу гнучкість, що можуть оброблятися прийомами текстильної технології. Зі скляних ниток, які скручені з окремих волокон, виробляють **скляні тканини**, смужки, шланги, а також використовують для ізоляції обмотувальних проводів.

ТЕСТ №22

1. Скло - ...

1. неорганічна аморфна речовина, що складається з окисів кремнію, бору, калію, барію, а також окисів свинцю, цинку, алюмінію та ін.
2. тверді каменеподібні речовини, які можливо оброблювати тільки абразивними матеріалами
3. матеріали, виготовлені з щипаної слюди, листочки якої склеюють між собою лаками.

2. Яке скло застосовується в електротехніці ?

1. лампове скло, скло емалі, скло з наповнювачем, скловолокно.
2. конденсаторне скло, органічне скло, лампове скло, скло емалі, скло з наповнювачем, скловолокно.
3. конденсаторне скло, скло емалі, скло з наповнювачем, скловолокно.

3. Склокераміка виготовляються ...

1. шляхом кристалізації скла спеціального складу
2. шляхом кристалізації скла спеціального складу і займає проміжне місце між звичайним склом і керамікою
3. шляхом кристалізації кераміки спеціального складу

4. Склоемаліями чи просто емаліями називають ...

1. скло, яке наноситься тонким шаром на поверхню металевих та інших виробів для захисту від корозії, надання визначеного кольору і кращого зовнішнього вигляду, створення дзеркальної поверхні
2. неорганічну аморфну речовину, що складається з окисів кремнію, бору, калію, барію,
3. неорганічний матеріал, одержуваний з мінеральної сировини спіканням при високотемпературному випаленні в твердий більш менш щільний черепок

5. Які властивості мають скляні волокна ?

1. високу гнучкість,
2. високу гнучкість, що можуть оброблятися прийомами текстильної технології
3. високу світлопровідність

1. В.Ф.Ясюк, П.П.Тонкоглас « Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів» Київ « Вища школа» 2005
2. Ю.В.Корицький « Конструкційні і електротехнічні матеріали» М.: Агропромиздат, 1991
3. Онищенко В.И., Мурашкин С.У. Технология металлов и конструкционные материалы. – М.: Агропромиздат, 1991
4. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению /Под ред. С.С. Некрасова. – М.: Колос, 1983. – 253с.
5. Попович В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Львів – 2002. ISBN – 7763 – 1985 – 4. НМЦ вищої освіти Міністерства освіти і науки України, 2003, - Кн. 1

