

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до проведення практичних і лабораторних занять,
виконання розрахунково-графічної (контрольної) роботи
та самостійного вивчення дисципліни

«Металознавство та зварювання»

(для студентів 4 курсу денної та заочної форм навчання
напряму підготовки 6.060103 «Гідротехніка (водні ресурси)»)

Харків ХНАМГ 2011

Методичні вказівки до проведення практичних та лабораторних занять, виконання розрахунково-графічної роботи та самостійного вивчення дисципліни “Металознавство та зварювання” (для студентів 4 курсу денної та заочної форм навчання напряму підготовки 6.060103 «Гідротехніка (водні ресурси)») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: В.М. Беляєва, М.М. Яковенко – Х.: ХНАМГ, 2011 – 60 с.

Укладачі: В.М. Беляєва,
М.М. Яковенко

Методичні вказівки побудовані за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

Рецензент: доц. Колотило А.М.

Рекомендовано кафедрою водопостачання, водовідведення та очищення вод, протокол № 1 від 31.08.2009 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. ВКАЗІВКИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ	5
2. ВКАЗІВКИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ	33
3. ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ (КОНТРОЛЬНОЇ) РОБОТИ	41
4. ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ	49
СПИСОК ДЖЕРЕЛ	59

ВСТУП

Металознавство вивчає зв'язки між складом, структурою і властивостями металів. Зародження металознавства пов'язане з іменами П.П. Анасова і Д.К. Чернова, роботи яких вплинули на подальший розвиток металознавства. Значну роль у розвитку металознавства зіграли праці М.В. Ломоносова, Д.І. Менделєєва, Н.С. Курнакова і та ін.

Конструкційні металеві матеріали при експлуатації в агресивних середовищах руйнуються, тому застосування їх у техніці вимагає знання як теорії корозії, так і методів захисту від неї в умовах виробництва, збереження, транспортування й експлуатації.

Одна з важливих задач економіки – зниження металоємності на одиницю продукції в машинобудуванні, зменшення втрат від корозії - можна вирішити впровадженням у галузь машинобудування нових металевих матеріалів (якісних сталей, сплавів, кольорових металів), які мають стійкість до впливу агресивних середовищ. Для з'єднання металевих конструкцій і деталей у різних галузях промисловості і будівництві провідне місце займає зварювання. Важливою перевагою її є можливість при виготовленні виробу вибирати найбільш раціональну його конструкцію і форму.

Зварені з'єднання за міцністю не поступаються міцності металу, з якого зроблені вироби. Зварені конструкції застосовують при виготовленні виробів, що працюють при знакозмінних і динамічних навантаженнях, при високих температурах і тиску.

Особливо варто підкреслити, що робота при зварюванні значно менш трудомістка, ніж при клепанні й особливо при литті.

1. ВКАЗІВКИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

ЗМ.1.1. Основи металознавства та виробництва металів і сплавів

ТЕМА 1. Виконання хімічного аналізу складу металів і сплавів

Зі 107 елементів періодичної системи Д.І. Менделєєва, 83 складають метали. З них найбільше поширення в земній корі мають метали, що наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. - Наявність металів у земній корі

Метали	% до ваги земної кори	Метали	% до ваги земної кори	Метали	% до ваги земної кори
Алюміній	8,8	Натрій	2,6	Титан	0,6
Залізо	5,1	Калій	2,6	Марганець	0,09
Кальцій	3,6	Магній	2,1	Мідь	0,01

Кількість інших металів невелика й у загальному не перевищує 2,0 %. Такі важливі для техніки метали, як цинк, олово, свинець, нікель, кобальт, вольфрам, ванадій, молібден, уран, містяться в земній корі в тисячних частках відсотка.

Широко розповсюджені хімічно активні: кальцій, натрій і калій не можуть бути основою для створення конструкційних матеріалів. У техніці найбільше застосування: мають залізо, алюміній, мідь, свинець, цинк, олово, нікель. Це так звані технічні метали.

Деякі метали, наприклад, марганець, використовують у вигляді добавок для утворення сплавів. Хімічно стійкі - срібло, золото, платина, ртуть відносяться до групи шляхетних металів.

Важливу роль у народному господарстві відіграють сплави металів, оскільки вони мають більш високі механічні і технологічні властивості, ніж складові їхні - чисті метали.

У техніці найчастіше застосовують сплави на основі заліза - так звані чорні метали (чавун, сталь) і сплави кольорових металів - на основі міді, алюмінію, свинцю, цинку, олова, нікелю. Деякі сплави виробляють на основі вольфраму, титана, ванадію, молібдену й інших металів.

Вимоги до металів пред'являються в залежності від їхнього призначення. Наприклад, метал для рейок і бандажів коліс має бути міцним і стійким проти

зносу; метал ресор – пружним; метал для заклепок – пластичним; електропроводи - повинні добре проводити електричний струм; метал зварених конструкцій - добре зварюватися і не приймати загартування, а метал для деталей, що працюють в агресивних середовищах – не піддаватися корозії.

Властивості металів прийнято поділяти на фізичні, хімічні, механічні і технологічні.

Хімічні властивості - це властивість металів і металевих сплавів, що визначає їх відношення до хімічних дій активних речовин різних середовищ. Кожен метал або сплав володіє певною здатністю дії цих середовищ.

Хімічні дії середовища виявляються в різних формах: під впливом хімічної дії кисню, повітря і вологи метали піддаються корозії - чавун іржавіє, бронза покривається зеленим шаром окислу, сталь при нагріві в гартівних печах без захисної атмосфери окислюється, перетворюється на окалину, в сірчаній кислоті розчиняється. Тому для практичного використання металів і сплавів необхідно знати їх хімічні властивості.

Метали і сплави, що стійкі проти окислення при сильному нагріві, називають жаростійкими або окалино стійкими. Такі метали застосовуються для виготовлення різних деталей, труб, парових казанів, деталей турбін, що сильно нагріваються, компресорів.

Хімічними властивостями металів є: окислення, розчинність, корозійна стійкість, жаростійкість (окалиностійкість).

Метали легко вступають у взаємодію з неметалами, віддаючи валентні електрони. Це пояснюється тим, що в металів усі валентні електрони неміцно зв'язані з ядром і число їх велике. Ця ж властивість металу лежать в основі електричної провідності, тому що електрони, заряджені негативно, створюють незначну різницю потенціалів, що забезпечує їхнє переміщення до позитивно зарядженого полюса і тим самим викликає появу електричного струму. Таким чином, слабкий зв'язок валентних електронів з ядром, визначає фізичні і хімічні властивості металів.

Метали, як правило, добре проводять електрику і теплоту, мають характерний блиск, непрозорі, пластичні. Такі ж властивості мають і металеві

сплави - більш складні речовини, що складаються з декількох металів і неметалів.

Для визначення складу, властивостей і якості металевих виробів застосовують наступні методи випробування металів: хімічний аналіз, механічні випробування, металографічний аналіз і технологічні проби. Останнім часом усе більшого поширення одержують й інші, дуже ефективні методи - спектральний і рентгенографічний аналізи і дефектоскопія.

ТЕМА 2. Механічні випробування металів

До механічних властивостей металів відносять міцність, пружність, пластичність, в'язкість, твердість. Основні фізичні і механічні властивості найважливіших металів наведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 - Фізичні і механічні властивості деяких металів (МПа=0.1 кг/мм)

Метали	Щільність, ρ, кг/м ²	t _{плав} , З ⁰	t _{кип} , З ⁰	Межа міцності σ _у , МПа	Віднос. розтяг, δ, %	Тверд. по Бринеллю, НВ	Коеф. лін. розширення, λ x 10 ⁶
Залізо	7860	1539	2380	300	21-55	50-70	11.5
Алюміній	2700	660	2500	80-110	40	20-30	23.1
Мідь	8930	1083	2600	220	60	35	16.5
Магній	1740	651	110	170-200	10-12	25-30	25.7
Нікель	8900	1455	3080	400-500	40	60	13.9
Титан	4500	1665	3260	300-550	20-30	100	1.2
Молибден	10200	2620	4800	800-1200	46	150-160	5.8-6.2

Міцність – це здатність металу, не руйнуючись, чинити опір дії прикладених зовнішніх сил. При проектуванні обов'язково враховують цю властивість, тому що за нею визначають допустимі напруження і розраховують конструкції. Властивість металу відновлювати свою первісну форму і розміри після зняття навантаження, що викликає деформацію, називають *пружністю*.

Пластичність - властивість металу під дією зовнішніх сил деформуватися без руйнування і зберігати нову форму після припинення дії зовнішніх сил.

Здатність металу чинити опір ударним навантаженням називають *в'язкістю*. За своїм значенням вона зворотна крихкості.

Твердість - це здатність металів чинити опір проникненню в них іншого, більш твердого тіла.

До технологічних властивостей відносять ковкість, рідкоплинність,

зварюваність, оброблюваність різальним інструментом. Ці властивості впливають на виробничий процес виготовлення металевих деталей.

Ковкість - здатність металів піддаватися обробці тиском. Ця властивість металів пов'язана з їхньою пластичною деформацією, особливо при нагріванні. Ковкість визначає можливість застосування таких видів обробки, як прокатка, пресування, волочіння, кування і штампування.

Рідкоплинність - здатність металів легко розтікатися і заповнювати повністю ливарну форму. Мідь навіть при перегріві розплаву густа і погано розтікається, тому з неї не можна готувати вироби методом лиття, тоді як її сплави (бронза і латунь) і сплави інших металів (чавун, сталь, магнієві й алюмінієві) досить рідкоплинні.

Зварюваність - здатність металів давати міцні нероз'ємні з'єднання виготовлених з них деталей.

Здатність металу оброблятися різальним інструментом називають *оброблюваністю*. Це властивість широко використовують у техніці, незважаючи на великі відходи металу (стружка). Пояснюють це тим, що одержання обробкою різанням потрібної форми, точних розмірів і чистоти поверхні деталі набагато досконаліше в порівнянні з іншими методами.

Таким чином, метали (сплави), які використовують як конструкційні матеріали, мусять мати визначений комплекс властивостей для виготовлення машин і апаратів.

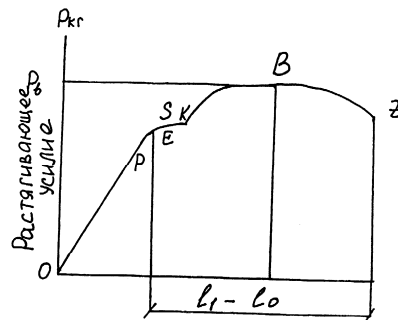
Найважливіше значення для визначення якості металів мають механічні випробування: статичні й динамічні, на витривалість, зносостійкість і технологічні проби.

Статичними називають випробування, за яких зразок піддається впливу постійної чи повільно зростаючої сили. Випробування, за яких зразок піддається впливу чи удару швидко зростаючої сили, називають динамічними.

Випробування металів на розтягання роблять за допомогою розривних машин різних конструкцій. Застосовують також універсальні машини.

Для випробування металів на розтягання використовуються круглі зразки діаметром 20 мм. Розрахункову довжину зразка беруть таку, що дорівнює десяти- чи п'ятикратному діаметру.

Випробовуваний зразок металу з первісною площею поперечного перерізу F мм поступово розтягують зростаючої силою P кг, спостерігаючи при цьому за його деформацією. Результати випробування зображують діаграмою розтягання (рис. 1.1).



Абсолютне подовження, мм

Рис. 1.1 - Діаграма розтягання зразка м'якої сталі при випробування на розтягання

На діаграмі по осі ординат відкладають силу, що розтягує P , а по осі абсцис - абсолютне подовження зразка (деформація). Зі зростанням навантаження росте і напруження, яке характеризується відношенням величини навантаження і площі поперечного перерізу зразка.

Пряма лінія OP на діаграмі показує, що крапка P подовження зразка зростає пропорційно росту навантаження. Цю залежність називають законом пропорційності. Найбільшу напругу, до якої випробовуваний зразок деформується без відхилення від закону пропорційності, називають межею пропорційності. У межах закону пропорційності деформація буває пружною, тому що вона цілком зникає після зняття навантаження. При подальшому розтяганні зразка спостерігається відхилення від закону пропорційності.

Точка U відповідає межі пружності, тобто напрузі, за якої зразок при знятті навантаження виявляє перші ознаки залишкової деформації.

При подальшому зростанні зусилля розтягання, в пластичних металах на діаграмі спостерігається горизонтальна ділянка SK , яка вказує на те, що зразок продовжує подовжуватися без помітного зростання навантаження (метал

«тече»). Напругу, за якою зразок продовжує деформуватися при тимчасовій сталості навантаження, називають *межею плинності*.

Високовуглецеві сталі не дають площадки плинності на діаграмі розтягання. Для таких металів за межу плинності умовно приймають напругу, що викликає залишкове подовження, яке дорівнює 0,2 % своєї початкової довжини. Це так звана умовна межа плинності.

Точка *B* показує найбільше значення зусилля розтягання під час випробування зразка. Умовну напругу, що відповідає найбільшому навантаженню, яка передує руйнуванню зразка, називають *межею міцності* при розтяганні (тимчасовий опір розриву). Межу міцності обчислюють за формулою

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0}, \quad (1.1)$$

де σ - межа міцності при розтяганні, кг/мм;

P_b - найбільший показник навантаження, кг;

F_0 - первинна площа поперечного перерізу зразка, мм.

У деяких металів розрив зразка відбувається при більш низькому навантаженні, ніж P_b (крапка *Z* на діаграмі). Це пояснюють утворенням «шийки», тобто різкого зменшення перетину зразка в одному місці, в якому напруга продовжує рости до моменту розриву зразка.

Діаграма розтягання дає уявлення щодо пластичності металу, що характеризується відносним подовженням δ і відносним звуженням площі поперечного перерізу зразка f (у відсотках).

Відносним подовженням називають відношення збільшення довжини зразка до первинної його довжини:

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100\%, \quad (1.2)$$

де l_0 - первинна розрахункова довжина зразка, мм;

l_1 - довжина зразка після розтягання, мм.

$$f = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \cdot 100\%, \quad (1.3)$$

де F_0 - первісна площа поперечного перерізу зразка, мм²;

F_1 - найменша площа поперечного перерізу зразка після розтягання, мм².

Випробування на ударний згин. При роботі машини, механізму деталі випробують ударні навантаження. Тому метали, які застосовували для їхнього виготовлення, піддають динамічним і статичним випробуванням.

При динамічних випробуваннях у лабораторних умовах метали випробують на маятниковому копрі (рис. 1.2)

Для цього зразок стандартної форми - 10x10x55 мм із надрізом установлюють на опорах копра, причому надріз розташовують проти того місця, де маятник ударить по зразку. Потім маятник вагою G піднімають на висоту H . У такому положенні запас потенційної енергії маятника дорівнює $A = GH$ кгм. Потім маятник звільняють. Падаючи, останній руйнує зразок. Невитрачена енергія піднімає маятник з іншого боку на висоту h , виконавши роботу $a = G \cdot h$ кгм.

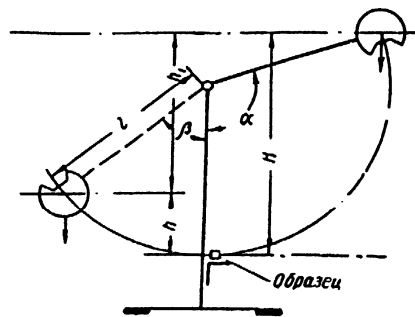


Рис. 1.2 - Схема випробування металів на маятниковому копрі

Робота, яка витрачена на руйнування зразка, буде дорівнювати

$$A_k = A - a = G(H - h) \text{ кгм} \quad (1.4)$$

Якщо цю роботу віднести до площі поперечного перерізу F , то вийде питома робота удару, чи ударна в'язкість a_k , яку обчислюють за формулою

$$a_k = \frac{A_k}{F} \text{ кгм/см}^2. \quad (1.5)$$

Метали, що легко руйнуються під дією удару, називають крихкими, а ті, що добре чинять опір удару - в'язкими.

Визначення твердості. При визначенні твердості широко застосовують методи, які засновані на здатності тіла (металу) протистояти проникненню в

нього іншого більш твердого тіла.

За методом Брінелля твердість отримують удавленням у виріб загартованої сталевий кульки визначеного діаметра (10; 5; 2.5 мм) (рис. 1.3).

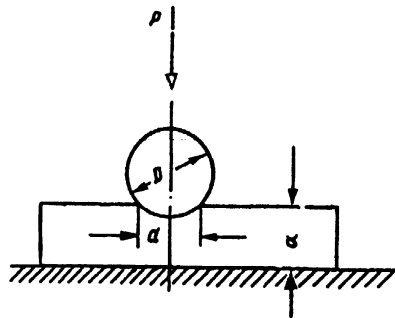


Рис. 1.3 - Схема визначення твердості за методом Брінелля

Число твердості за Брінеллем (НВ) характеризують відношенням навантаження, що діє на кульку:

$$HB = \frac{P}{F} = \frac{P}{\frac{\pi D}{2} \left(D - \left(\sqrt{D^2 - d^2} \right) \right)} \text{ кгм/мм}^2, \quad (1.6)$$

де P - навантаження на кульку Н; F - поверхня відбитка, мм²;

D – діаметр кульки, яку вдавлюють, мм;

d - діаметр відбитка, мм.

Для визначення твердості застосовують важільні (рис. 1.4) і гідравлічні преси.

Зразок, що встановлений на столику 1 за допомогою гвинта 9, притискають до кульки 2 так, щоб стискати пружину 3. Потім електродвигун надає руху ексцентрику 7, при обертанні якого шатун 6 опускається і вантажі 8 створюють тиск через систему важелів 4 н 5. Ексцентрик, обертаючи, піднімає шатун і в такий спосіб знімають тиск вантажів зі зразка. При перебуванні шатуна у верхнім положенні, електродвигун автоматично відключається. Потім визначають за допомогою спеціальної лупи діаметр відбитка, за яким обчислюють твердість за наведеною формулою, що вимагає багато часу. На практиці використовують спеціальну таблицю, в якій кожному діаметру відбитка відповідає число твердості НВ.

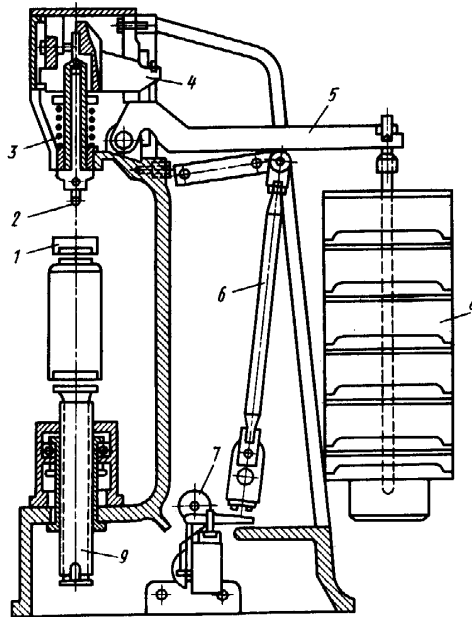


Рис. 1.4 - Схема преса Брінелля

Для багатьох матеріалів, визначивши число твердості НВ, можна знайти межу міцності σ_y , тому що твердість і міцність зв'язані простим відношенням: $\sigma_y = kHB$, де k - величина, що залежить від матеріалу (наприклад, для м'якої сталі $k = 0.34$, литий сталі $k = 0.3-0.4$, міді та її сплавів $k = 0.55$ і т.д.).

За методом Роквелла твердість визначають для відносно м'яких матеріалів втискуванням сталеві кульки діаметром 1,59 мм при твердості визначуваного металу не більше 2200 МПа (навантаження 1000 Н), для твердих металів - вдавненням алмазного конуса (чи алмазної піраміди) при навантаженні 1500 Н і при випробування надтвердих сплавів (навантаження 600 Н). Показання твердості спостерігають за допомогою індикатора, циферблат якого має дві шкали: червону B - для випробування сталеві кулькою і чорну Z - для випробування алмазним конусом.

Визначення витривалості. Витривалість – це здатність металу пручатися руйнуванню (втомі) від періодично повторюваної дії сил. При перемінному впливі сил (перемінних деформаціях і напругах) можуть утворюватися мікротріщини і тріщини, що концентруються в місцях великих напруг. Руйнування металу не відбудеться, якщо напруга буде менше визначеного значення. Найбільшу напругу, що при змінній дії сил не викликає утворення тріщин, називають *межею витривалості*. Її визначають на спеціальних машинах, випробуванням вигином при обертанні, розтяганні, стиску, крутінні.

ТЕМА 3. Діаграма стану залізовуглецевих сплавів

Залізо (Fe) належить до металів, що зазначають алотропічні перетворення, в цьому його цінність. $1539\text{ }^{\circ}\text{C}$ - температура плавлення заліза, щільність $7,8\text{ мг/м}^3$ (Рис. 1.5).

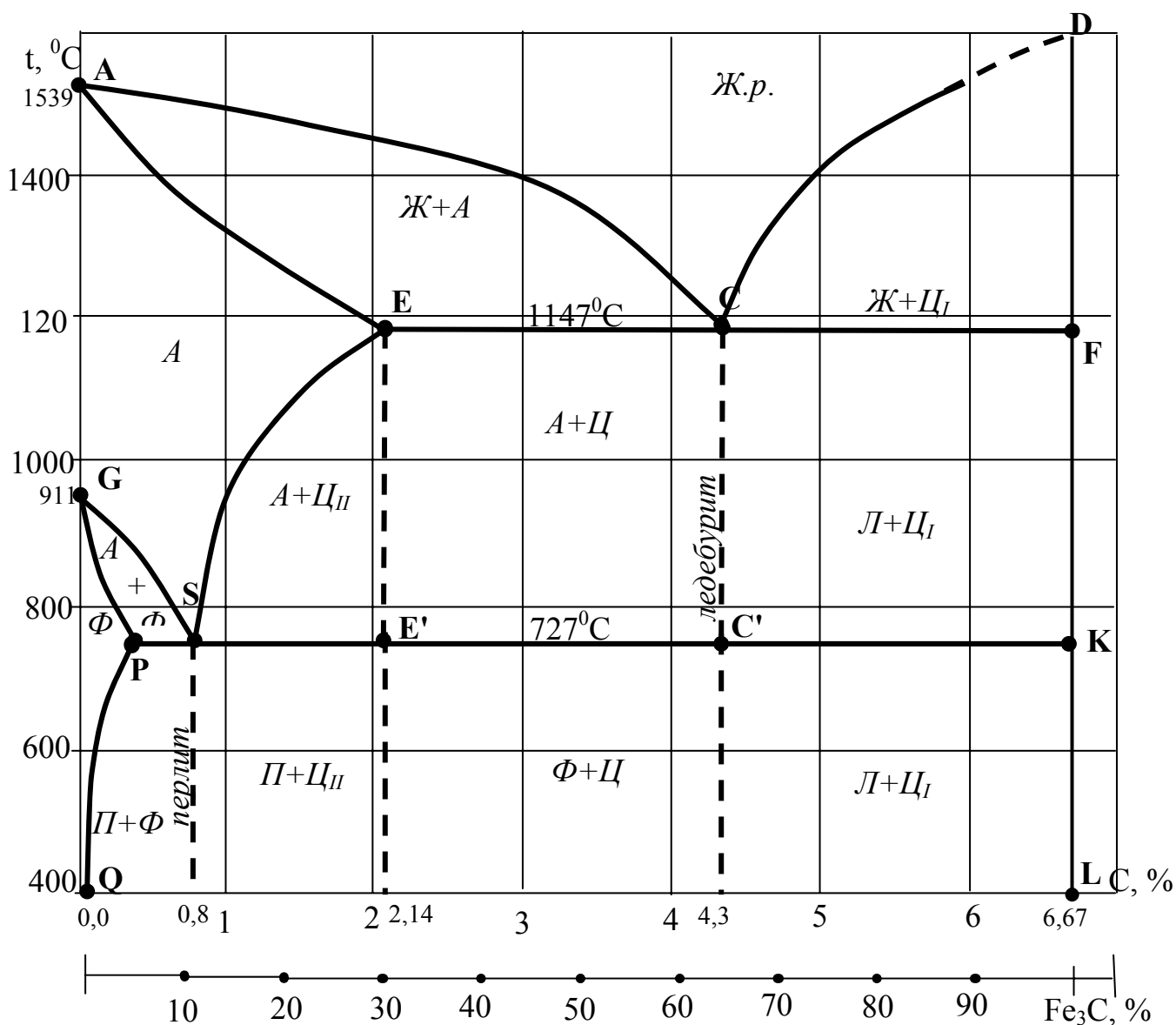


Рис.1.5 - Діаграма стану "Fe - C"

Залізо з вуглецем утворює хімічну сполуку Fe_3C - цементит - $6,67\%\text{C}$, це метастабільна фаза, може розпадатися з виділенням вільного вуглецю. Температура кристалізації цементиту $1535\text{ }^{\circ}\text{C}$. Решітка цементиту ромбічна ($a \neq b \neq c$); $\alpha = \beta = \gamma = 90^{\circ}$.

Вуглець в деяких модифікаціях Fe обмежено розчиняється. 1-й розчин - ферит - твердий розчин C в Fe_{α} .

Максимальна розчинність C в Fe_α - 0,02% при $t=723$ °C.

При кімнатній температурі (t 20 °C) розчинність падає до 0,006%.

2-й розчин Fe_β - практично не розчиняє вуглець.

3-й розчин A - аустеніт - твердий розчин C в Fe_γ .

2%С - максимальна розчинність при $t=1130$ °C.

4-й розчин - Fe_δ , максимальна розчинність $C \approx 0,1\%$ при 1485 °C.

Основою для визначення структури і властивостей залізовуглецевих сплавів є діаграма стану “залізо-вуглець” (цементит). Представимо її спрощений варіант: вісь концентрації подвійна, відображає вміст вуглецю і цементиту.

Діаграма Fe-Fe₃C є діаграмою метастабільної рівноваги. Залежно від вмісту C і температури, залізовуглецеві сплави утворюють ряд структурних складових (фаз) - ферит (Φ), аустеніт (A), цементит ($Ц$), графіт ($Гр$), перліт ($П$), ледебурит ($Л$).

Графіт - вільний вуглець, він м'який, володіє низькою міцністю і електропровідністю. У чавунах і графітізованих сталях міститься у вигляді включень. Форми графітових включень впливають на механічні й технологічні властивості сплавів.

Перліт - евтектоїдна механічна суміш фериту і цементиту, яка містить 0,83%С; утворюється при 727 °C в результаті розпаду аустеніту в процесі його охолодження $Fe_\gamma(C) \rightarrow Fe_\alpha(C) + Fe_3C$. Перліт буває пластинчастий і зернистий, що визначає механічні властивості сплавів заліза.

При кімнатній температурі зернистий перліт має міцність $\sigma_B = 800$ МПа, пластичність $\delta \approx 15\%$, твердість HB160-200.

Ледебурит - механічна суміш (евтектика) аустеніту і цементиту, що утворюється з рідкого розплаву при $t = 1147$ °C і при вмісті 4,3%С. Твердість HB600-700, крихкий. Оскільки при температурі нижче евтектоїдної (нижче 727 °C) аустеніт перетворюється на перліт, то ледебурит нижче евтектоїдної прямої EK складається з цементиту і перліту.

Окрім згаданих складових, у сплавах Fe-C можуть бути неметалічні включення (з'єднання CO_2 , N_2 , S , P та ін.), які із залізом утворюють різні фази.

Критичні точки на лініях діаграми прийнято позначати буквою A з індексом - r (при охолодженні) і C (при нагріві). При індексах ставлять цифру, що вказує положення цієї точки на лініях 211 °C - AC_3 - при нагріві і Ar_3 - при охолодженні.

Точка *A* на діаграмі відповідає температурі плавлення заліза, точка *D* - цементиту. У точці *C* (4,3%С і 1147 °С) утворюється евтектика (ледебурит).

Лінія *ACD* - лінія ліквідус (вище за неї існує рідкий розчин *L*) показує початок первинної кристалізації; по лінії *AC* з рідкого розчину починає кристалізуватися аустеніт, а по лінії *CD* - цементит. Тому в області *ACE* існує рідкий розчин і кристали аустеніту (*L+A*), а в області *CDF* - рідкий розчин і кристали цементиту (*L+Ці*).

Точка *E* показує максимальну розчинність вуглецю в аустеніті при 1147 °С; вона прийнята межею ділення залізовуглецевих сплавів на сталі (до 2,14%С) і чавуни (зверху 2,14%С).

Лінія *AECF* - лінія солідус - характеризує кінець первинної кристалізації. Вона також є початком вторинної кристалізації (перекристалізації), характерна для твердої фази. Пряму *ECF* називають лінією евтектичних перетворень.

Алотропія (поліморфізм) заліза визначає перетворення в сталях при їх охолодженні від аустенітного стану. Точка *G* діаграми відповідає температурі алотропічного перетворення чистого заліза (911 °С). З підвищенням вмісту вуглецю до 0,8% температура перетворення аустеніту у ферит, поступово знижуючись, досягає 727 °С. Лінія *GS* - початок, лінія *GP* - кінець перетворення аустеніту у ферит (Φ). Лінія *GS* може розглядатися як геометричне місце точок AC_3 , Ar_3 . У точці *S* (з концентрацією 0,8%С і температурою 727 °С) протікає реакція розпаду аустеніту, продуктом якої є евтектоїдна суміш, що називається перлітом. Тому пряму *PSK* називають прямою евтектоїдних перетворень, крім того, вона є геометричним місцем точок *AC*, і *Ar*. В області *GSP* існує аустеніт і ферит ($A+\Phi$), а в області *QPS* - перліт і ферит ($\Pi+\Phi$).

Лінія *SE* є лінією обмеженої розчинності вуглецю в аустеніті; із зниженням температури розчинність падає з 2,14 до 0,8%С. У зв'язку з цим у сплавах при їх охолодженні надмірний вуглець виділяється з аустеніту у вигляді карбіду заліза Fe_3C . Тому в області *SEE'* існують аустеніт і цементит вторинний ($A+Ц_{II}$). Його називають вторинним тому, що утворюється з твердої фази. Крива *SE* також є геометричним місцем точок *Ac_m*, *Ar_m*. В області 0,8 *SE'* 2,14 існує перліт і цементит ($\Pi+Ц_{II}$).

Залежно від вмісту вуглецю сталі ділять на доевтектоїдні ($C < 0,8\%$), їх можна також назвати конструкційними; евтектоїдні ($C = 0,8\%$) і заевтектоїдні ($C > 0,8\%$), останні дві групи можна назвати інструментальними сталями.

Структура доевтектоїдних сталей складається з фериту (білі включення) і перліту (темні включення). Із збільшенням вмісту вуглецю кількість фериту зменшується, а перліту - збільшується. Структура евтектоїдної сталі складається з перліту, а заевтектоїдних - з перліту (темні ділянки) і цементиту (світлі ділянки у вигляді сітки або голок).

У чавунах первинний аустеніт і аустеніт у складі евтектики до кінця кристалізації містять максимальну кількість вуглецю 2,14%. Із зниженням температури до 1147 °С і більш надмірний вуглець (по лінії SE) випадає з аустеніту у вигляді вторинного цементиту. Тому в області $ECC'E'$ існує аустеніт, ледебурит і вторинний цементит ($A+L+Ц_{II}$), а в області $CFKC'$ - ледебурит і первинний цементит ($L+Ц_I$). По прямій PSK і в чавунах аустеніт характеризують перлітовим перетворенням. Звідси в області 2,14 $E'C'$, 4,3 існує перліт, ледебурит і вторинний цементит - ($II+L+Ц_{II}$), а в області $C'K$ 6,67 4,3 - ледебурит і первинний цементит ($L+Ц_I$). Лінія $GPSK$ є кінцем вторинної кристалізації залізовуглецевих сплавів.

Залежно від вмісту C чавуни діляться на доевтектичні ($2,14 < C < 4,3$) евтектичні ($C = 4,34\%$) і заевтектичні ($C > 4,3\%$).

Структура *білих чавунів* складається з перліту, ледебуриту і цементиту. Свою назву білі чавуни отримали за виглядом зламу - матово-білий колір.

Структура доевтектичного чавуну при кімнатній температурі складається з ледебуриту, перліту і вторинного цементиту (ледебурит - світлі ділянки з розташуванням на них зерен перліту; перліт - крупніші темні зерна; вторинний цементит - світлі ділянки, що зливаються з цементитом ледебуриту).

Структура евтектичного чавуну складається з перліту і первинного цементиту (у вигляді крупних світлих довгастих кристалів). Структура заевтектичного чавуну складається з ледебуриту і первинного цементиту (у вигляді крупних сірих смуг).

ЗМ.1.2. Основи технології зварювання

ТЕМА 4. Вивчення будови зварювальних перетворювачів

Промисловість випускає наступні типи джерел живлення зварювальної дуги: зварювальні перетворювачі, зварювальні апарати змінного струму, зварювальні випрямлячі.

Зварювальні перетворювачі підрозділяються на наступні групи:

- за кількістю одночасно підключених постів – однопостові (призначені для живлення однієї зварювальної дуги); багатопостові (живлять одночасно кілька зварювальних дуг);

- за способом установки - стаціонарні (установлювані на візках);

- за родом двигунів, що приводять генератор в обертання, - машини з електричним приводом, машини з двигуном внутрішнього згорання (бензиновий чи дизельний);

- за способом виконання однокорпусні, в яких генератор і двигун вмонтовані в єдиний корпус; роздільні, в яких генератор і двигун встановлені в єдиній рамці, а привід здійснюється через спеціальну сполучну муфту.

Однопостові зварювальні перетворювачі складаються з генератора і електродвигуна чи двигуна внутрішнього згорання. Зварювальні генератори виготовляють за електромагнітними схемами, що забезпечують падаючу зовнішню характеристику й обмеження струму короткого замикання.

Найбільше поширення в будівництві одержали однопостові генератори з розщепленими полюсами і генератори з послідовною обмоткою, що розмагнічує. Генератори з розщепленими полюсами працюють за принципом використання магнітного потоку якоря для одержання падаючої зовнішньої характеристики (рис. 1.6).

Генератор має чотири основних (N_r , S_r - головні; N_n , S_n - поперечні) і два додаткових (N , S) полюси. При цьому однойменні основні полюси розташовані поруч, складаючи як би один роздвоєний полюс. Обмотки збудження мають дві секції: регульовану 1 і нерегульовану 2. Нерегульована обмотка розташована на всіх чотирьох основних полюсах, а регульована розміщена тільки на

поперечних полюсах генератора. До ланцюга регульованої обмотки збудження включений реостат. На додаткових полюсах розташована серієсна обмотка 4. По нейтральній лінії симетрії $O - O_P$ між різнойменними полюсами на колекторі генератора розташовані основні щітки a і b , до яких підключають зварювальний ланцюг. Додаткова щітка c служить для живлення обмоток збудження. При холостому ході генератора обмотки полюсів створюють два магнітних потоки головного $N_r S_r$ і поперечного $N_n S_n$ полюсів, що індукують Е.Р.С. в обмотці якоря. При замиканні зварювального ланцюга обмоткою якоря тече струм, що створює магнітний потік якоря, спрямований по лінії основних щіток і замикається через полюси генератора.

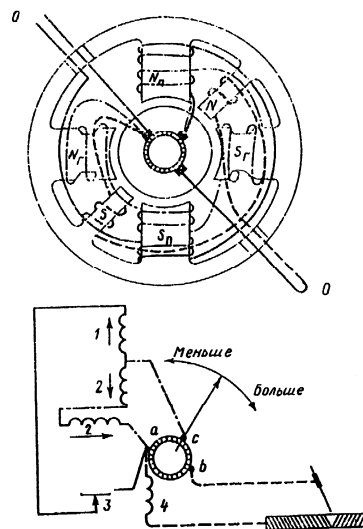


Рис. 1.6 – Генератор з розщепленими полюсами
 N_r, S_r - основні полюси; N_n, S_n - поперечні полюси; N, S додаткові полюси;
1 - регульована обмотка; **2** - нерегульована обмотка; **3** – реостат;
4 - додаткова обмотка (серієсна); **a, c, b** - щітки генератора

Багатопостовий зварювальний перетворювач. При роботі на будівельному майданчику чи заводі декількох зварювальних постів, що розташовані недалеко один від одного, застосовують багатопостові зварювальні перетворювачі. Зовнішня характеристика багатопостового генератора має бути твердою, тобто незалежно від кількості працюючих постів напруга генератора має бути постійною (рис. 1.7).

Для одержання постійної напруги багатопостовий генератор має паралельну обмотку збудження **1**, що створює магнітний потік Φ , і послідовну

обмотку 3, що створює магнітний потік Φ_2 того ж напрямку. Для одержання спадної зовнішньої характеристики зварювальні пости включають у ланцюг генератора через баластові реостати 4. Напругу генератора регулюють реостатом 2, що включений до ланцюга рівнобіжної обмотки збудження. Зварювальний струм установлюють зміною опору баластового опору.

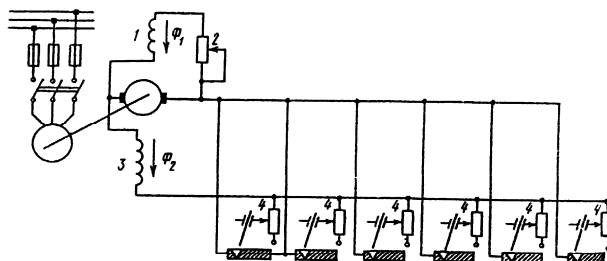


Рис. 1.7 – Схема багатопостового перетворювача

1 - рівнобіжна обмотка збудження; 2 – реостат; 3 - послідовна обмотка;
4 - баластові реостати; 5 – генератор; 6 - рубильник

Зварювальні апарати перемінного струму (рис. 1.8). складаються з понижуючого трансформатора і дроселя регулятора струму. Трансформатор Tr має осердя (магнітопровід) 2 з відштапованих пластин, які виготовлені з тонкої трансформаторної сталі товщиною 0,5 мм. На сердечнику розташовані первинна 1 і вторинна 3 обмотки. Первинну обмотку з ізолюваного дроту підключають до мережі змінного струму напругою 220 чи 380 В. У другій обмотці, виготовленій з мідної шини, індикують струм напругою 60...70 В. Невелике магнітне розсіювання і малий омичний опір обмоток забезпечують незначний внутрішній спад напруги і високий к.к.д. трансформатора. Послідовно вторинній обмотці в зварювальний ланцюг включена обмотка 4 (з голої мідної шини) дроселя Dr (регулятор струму). Осердя дроселя набране із пластин тонкої трансформаторної сталі і складається з двох частин: нерухомої - 5, на якій розташована обмотка дроселя, і рухливої - 6, що переміщується за допомогою гвинтової пари 7. При обертанні рукоятки за годинниковою стрілкою повітряний зазор "а" збільшується, а проти годинникової стрілки - зменшується.

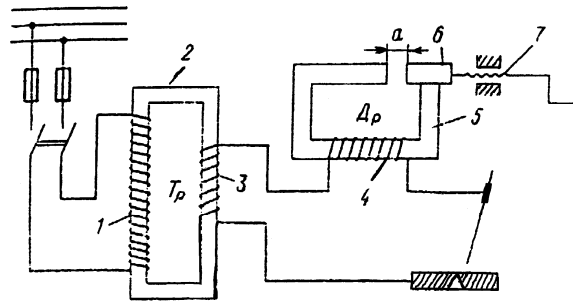


Рис. 1.8 – Зварювальний апарат з окремим дроселем
 1-магнітопровід (сердечник); 2 - первинна обмотка; 3 - вторинна обмотка; 4 - обмотка дроселя; 5 - нерухома частина дроселя; 6 - рухома частина дроселя; 7 - гвинтова пара

Зварювальні випрямлячі - це статичні перетворювачі енергії трифазної мережі змінного струму в енергію випрямляючого (пульсуючого постійного) струму. Випрямлення струму здійснюють, використовуючи властивості напівпровідникових елементів (селенових чи крем'яних вентилів) проводити струм тільки в одному напрямку(рис. 1.9).

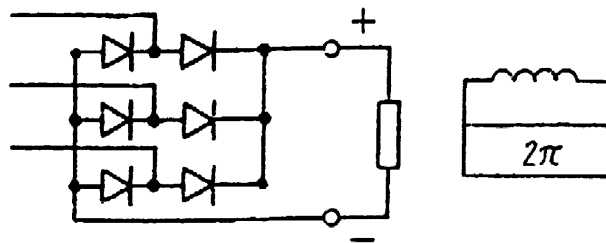


Рис. 1.9 – Зварювальний випрямляч

Випрямлення струму здійснюють по трифазною мостовою схемою, яка складається із шести пліч. У кожному плечі моста встановлені вентилі, що випрямляють обидва напівперіоди перемінного струму в трьох фазах. За кожен момент часу струм проходить через два вентилі і, таким чином, протягом одного періоду відбувається шість пульсацій випрямленого струму, що відповідає частоті пульсацій 300 Гц.

ТЕМА 5. Ацетиленовий генератор середнього та низького тиску

Ацетиленовий генератор призначений для одержання ацетилену при взаємодії карбіду кальцію з водою.

Ацетиленові генератори розрізняють за наступними ознаками:

- за тиском одержуваного ацетилену - генератори низького і середнього тиску;
- за принципом взаємодії карбіду кальцію з водою - генератори, що працюють за принципами «карбід у воду» (КВ), «вода в карбід» (ВК) і контактні (К).

Принцип КВ передбачає періодичну подачу у воду карбіду кальцію . При цьому досягається найбільший вихід ацетилену (95%).

Принцип ВК здійснюється періодичною подачею порцій води до завантажувального пристрою, куди заздалегідь насипають карбід кальцію.

Принцип К передбачає періодичне зіткнення і взаємодію карбіду кальцію з водою. Використовують в пересувних генераторах.

Ацетиленовий генератор низького тиску АНВ-1.25 (рис. 1.10), що працює за принципом «вода і карбід» у поєднанні з процесом «витиснення води» містить: корпус генератора 7 розділений горизонтальною перегородкою 8 на дві частини: водозбірник 6 і газозбірник 9. У нижню частину газозбірника вварена реторта 14, в яку вставляють завантажувальний кошик 13 з карбідом. Реторту щільно закривають кришкою 12 на гумовій прокладці. Через верхню відкриту частину корпусу генератор заповнюють водою до оцінки рівня. При відкриванні крана 10 вода з корпусу надходить до реторти і взаємодіє з карбідом. Ацетилен, що виділяється, трубою 11 збирається під перегородкою в газозбірнику і потім через осушувач 5 і водяний затвор 3 шлангом 2 надходить до зварювального пальника чи різачка. При зменшенні витрати газу тиск у газозбірнику підвищується і частина води витісняється з реторти в конусоподібну посудину-витиснювач 4. Рівень води в корпусі опускається нижче рівня крана 10, надходження води в реторту припиняється, газовиділення сповільнюється. У міру витрати ацетилену тиск знижується, рівень води в корпусі підвищується до крана 10, і вода знову надходить до реторти. Таким чином, автоматично регулюється процес взаємодії карбіду з водою і виділення ацетилену в залежності від його витрати.

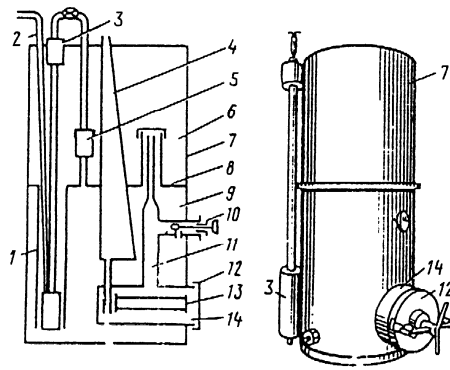


Рис. 1.10 – Ацетиленовий генератор низького тиску

- 1 - циркулююча трубка; 2 - трубка до газового пальника; 3 - водяний затвор;
 4 – витискувач; 5 - осушувач; 6 – водозбірник; 7 - корпус генератора; 8 - перегородка;
 9 - газозбірник; 10 – кран; 11 - трубка для ацетилену, що виділяється;
 12 - кришка реторти; 13 - навантажувальний кошик; 14 - реторта

У зимових умовах при температурі до -25° С генератор працює нормально, не замерзаючи, тому що його водоподаюча система розташована усередині корпусу, де вода нагрівається теплотою реакції взаємодії води з карбідом кальцію. Водяний затвор установлюють також усередині корпусу в циркуляційній трубці 1. Улітку водяний затвор монтується на корпусі генератора зовні.

Ацетиленовий генератор середнього тиску. Пересувний однополюсний генератор типу АСМ-1.25-3 працює за схемою процесу «витиснення води». Продуктивність генератора $1,25\text{м}^3/\text{год}$, моментальний тиск – 1,5 атм.

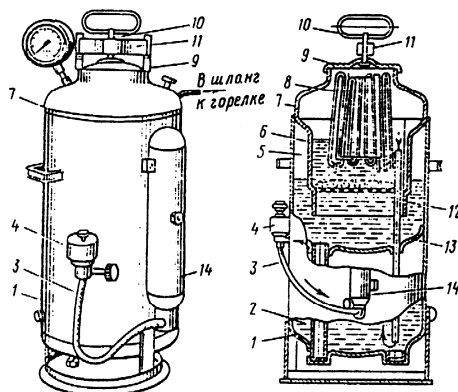


Рис. 1.11 – Ацетиленовий генератор середнього тиску

- 1 - корпус генератора; 2 - промивач; 3 - приєднувальний шланг; 4 - клапан;
 5 - газоутворювач; 6 - горловина шахти; 7 - верхнє днище газоутворювача, 8 - кошик з карбідом; 9 – кришка; 10 - гвинтовий важіль; 11 - важіль горловини; 12 - трубка для виділення ацетилену; 13 - внутрішня перегородка; 14 - водяний затвор

Корпус генератора 1 розділений внутрішньою перегородкою 13 на дві порожнини: верхню - газоутворювач 5 і нижню – промивач 2. До газоутворювача приварене верхнє днище 7 з горловиною для введення в шахту 6 кошика з карбідом 8. Кошик закріплюється кришкою 9, що притискається до горловини важелем 11 із гвинтом 10. Генератор заправляють водою через шахту. Після опускання кошика з карбідом у шахту і щільне закріплення кришки, карбід кальцію взаємодіє з водою, ацетилен, що виділяється проходить трубкою 12 до промивача 2. Проходячи через воду промивача, ацетилен охолоджується і через клапан 4 шлангом 3 надходить до водяного затвору 14 і потім до зварювального пальника чи різачка. Генератор має манометр для контролю тиску і ручки для переміщення. Разове завантаження карбіду – 2,2 кг. Генератор може працювати в зимових умовах на відкритому повітрі при -25°C .

Ацетилен поставляють до зварювальної пости або трубопроводом, або в ацетиленових балонах місткістю 40 л, в яких при максимальному тиску 1,9 МПа міститься близько 5,5 м ацетилену. Для забезпечення безпечного збереження і транспортування ацетилену балон заповнюють пористим активованим вугіллям, а для збільшення кількості ацетилену в балоні активізовану пористу масу просочують розчинником – ацетоном. Балон пофарбований у білий колір і на ньому зроблена напис «Ацетилен».

Кисень подається до пости зварювання або від кисневої рампи, або від кисневого балона місткістю 40 л, в якому при максимальному тиску 15,15 МПа міститься 6 м³ кисню. Балон пофарбований у блакитний колір і має чорний напис «Кисень».

При роботі газового зварювання і різання на балон нагвинчують редуктор для зниження тиску, що надходить з балона, до робочого тиску, подаваного через шланг до пальника і для підтримки постійного тиску в процесі зварювання (рис. 1.12).

Газ із балона через штуцер проходить до камери високого тиску корпуса - 10. В неробочому стані частин редуктора прохід газу з камери високого тиску 1 до камери низького тиску 4 закритого клапаном 2, притиснутим до сідла 3. При

вгвинчуванні регулювального гвинта 9 у кришку 7 корпуса натискна пружина 8 стискується і переміщає догори гумову мембрану 6 разом з передатним штифтом 5. Штифт відкриває клапан 2, з'єднуючи тим самим камеру високого тиску з камерою низького тиску. Газ надходить до камери 4 доти, доки тиск його на мембрану не зрівноважить зусилля натискної пружини. У цьому положенні витрата і надходження газу будуть рівні. Якщо витрата газу зменшується, то тиск у камері 4 підвищується. Тиск газу відіжме мембрану вниз і стисне пружину 8. Клапан 2 закриє отвір сідла і надходження газу до камери 4 припиниться. При збільшенні витрати газу тиск у камері 4 знижується, мембрана віджимає клапан від сідла і тим самим збільшується надходження газу з балона. Таким чином, автоматично підтримується постійний тиск газу, який подають до пальника.

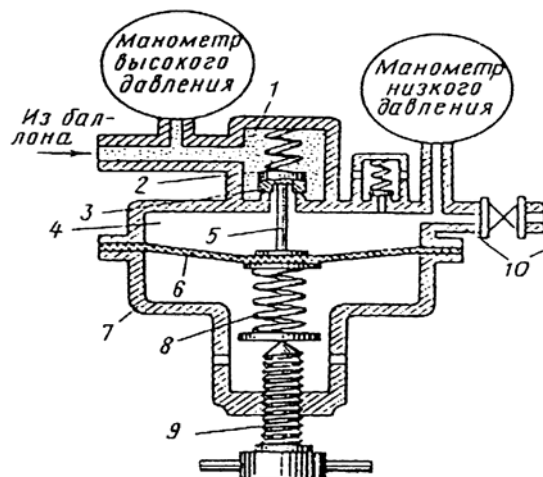


Рис. 1.12 – Однокамерний редуктор

- 1 - камера високого тиску; 2 - клапан; 3 - сідло клапана; 4 - камера низького тиску;
 5 - передатний штифт; 6 - мембрана; 7 - кришка корпуса; 8 - затискна пружина;
 9 - регулювальний гвинт; 10 - корпус

ТЕМА 6. Зварювальні пальники та утворення зварювального полум'я

Зварювальний пальник призначений для правильного змішування пального чи газу пальної рідини з киснем і одержання стійкого зварювального полум'я необхідної потужності.

Пальники класифікуються:

- 1) за способом подачі пального в змішувальну камеру:
 - інжекторні;
 - безінжекторні;
- 2) за призначенням:
 - універсальні для зварювання, наплавлення, пайки, підігріву й інших робіт;
 - спеціалізовані;
- 3) за родом застосовуваного пального;
- 4) за числом робочого полум'я:
 - однополум'яні;
 - багатополум'яні;
- 5) за потужністю, обумовленої витратою ацетилену (л/год), мікромогутні (5...60) л/год:
 - малопотужні (25...700) л/год;
 - середньопотужні (50...2500) л/год;
 - великої потужності (2500...7000) л/годч;
- б) за способом застосування:
 - ручні;
 - машинні.

При виготовленні ручної газополум'яної обробки широкого застосування здобули ацетиленокисневі інжекторні пальники (рис. 1.13). Вони працюють за принципом підсмоктування газу, тиск якого може бути нижче 0,01 МПа, тобто нижче мінімальних тисків, установлених для рухливих ацетиленових генераторів. Тиск кисню повинен бути в межах 0,15...0,5 Мпа.

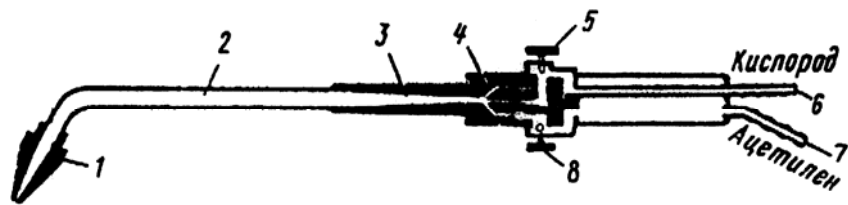


Рис. 1.13 - Схема ацетиленокисневого інжекторного пальника
 1 – мундштук; 2 - трубка наконечника; 3 - змішувальна камера; 4 – інжектор;
 5 - кисневий вентиль; 6 - ніпель для приєднання кисневого шланга; 7 - ніпель для
 приєднання ацетиленового шланга; 8 - ацетиленовий вентиль

Безінжекторні пальники працюють на пальному газі і кисні, що надходять у змішувальну камеру під однаковим тиском у межах 0,01...0,1 МПа, тобто вимагають живлення пальним середнього тиску. Для нормальної роботи такого пальника в систему живлення включають регулятор, що забезпечує рівність робочих тисків кисню і пального газу.

По шлангу і трубіці 6 до вентиля 5 і через нього в інжектор надходить кисень. Вириваючись з великою швидкістю з інжектора в змішувальну камеру 3, струм кисню створює розрідження, що викликає підсмоктування ацетилену. Ацетилен надходить шлангом до сполучного ніпеля 7, а потім через корпус пальника і вентиль 8 до змішувальної камери, де утворить з киснем пальну суміш. Отримана суміш по трубіці наконечника 2 надходить у мундштук 1 і, виходячи в атмосферу, при згорянні утворить зварювальне полум'я.

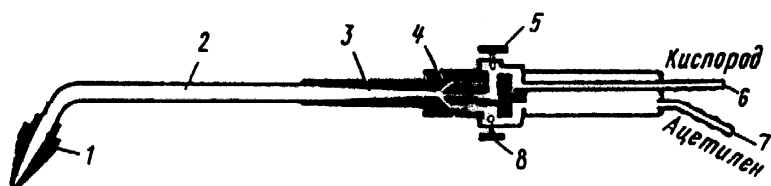


Рис. 1.13 - Схема ацетиленокисневого інжекторного пальника
 1 – мундштук; 2 - трубка наконечника; 3 - змішувальна камера;
 4 – інжектор; 5 - кисневий вентиль; 6 - ніпель для приєднання кисневого шланга;
 7 - ніпель для приєднання ацетиленового шланга; 8 - ацетиленовий вентиль.

Пальник складається зі стовбура і комплекту змінних наконечників, що приєднуються до стовбура накидною гайкою. Кожен наконечник забезпечує

відповідну потужність полум'я. ДСТ передбачено чотири типи пальників.

Пальника Г1 - мікромогутні, призначені для зварювання металів товщиною 0,1...0,5 мм;

Пальника Г2 - малої потужності, застосовуються для зварювання тонкостінних виробів від 0,2...7 мм і комплектують наконечниками № 0, 1, 2, 3, 4.

Пальника Г3 - середньої потужності, служать для зварювання металу товщиною 0,5...30 мм. До комплекту пальника входять: стовбур і сім наконечників № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

Пальника Г4 - великої потужності, призначений для зварювальних робіт і вогневої обробки виробів великої товщини (наконечники № 8 і 9).

Найбільшого застосування одержали пальника Г 2 і Г 3.

Зварювальне полум'я утворюється при згорянні вихідної з мундштука пальника суміші пального газу з киснем. Властивості зварювального полум'я залежать від того, яке пальне подається до пальника і при якому співвідношенні кисню і пального створюється газова суміш. Змінюючи кількість подаваного в пальник кисню і пального газу, можна одержати нормальне, окисне чи науглецювання зварювальне полум'я.

Нормальне полум'я теоретично має виходити при об'ємному відношенні кількості кисню до ацетилену $\beta = 1$. Практично, внаслідок забруднення кисню, нормальне полум'я виходить при трохи більшій кількості кисню, тобто при $\beta = 1,1...1,3$. Нормальне полум'я сприяє розкисленню металу зварювальної ванни й одержанню якісного звареного шва. Тому більшість металів і сплавів зварюють нормальним полум'ям (рис. 1.14).

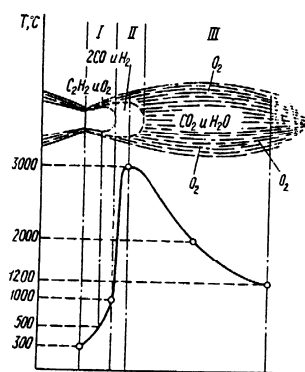


Рис. 1.14 – Діаграма зварювального полум'я

Нормальне ацетиленове полум'я складається з трьох зон: ядра I відбудовної зони II і смолоскипа III. Форма ядра I - конус із закругленою вершиною, що має світну оболонку. Ядро I складається з продуктів розпаду ацетилену з розпеченими частками вуглецю, що згоряють у зовнішньому шарі оболонки. Довжина ядра залежить від швидкості витікання пальної суміші з мундштука пальника. Чим більше тиск газової суміші, тим більше швидкість витікання, тим довше ядро полум'я.

Відбудовна зона II за своїм темним кольором помітно відрізняється від ядра II. Вона складається в основному з оксиду вуглецю і водню, що виходять у результаті часткового згоряння ацетилену: $C_2H_2 + O_2 = 2CO + H_2$.

У цій зоні створюється найвища температура полум'я ($3000^{\circ}C$) на відстані 3...5 мм від кінця ядра. Цією частиною полум'я виконують нагрівання і розплавлення металу, що зварюється. Частки оксиду вуглецю і водню, що знаходяться в цій зоні, можуть відновлювати оксиди металів, що утворюються.

Смолоскип III розташовується за відбудовною зоною і складається з вуглекислого газу і пари води, які виходять у результаті згоряння оксиду вуглецю і водню, що надходять з відбудовної зони. Згоряння відбувається за рахунок кисню, що міститься в навколишньому повітрі. Зона смолоскипа містить також азот, що попадає з повітря.

Регулювання зварювального полум'я здійснюють за його формою і кольором. Важливе значення має правильний вибір тиску кисню, його відповідність паспорту пальника і номера наконечника. За високого тиску кисню суміш виривається з великою швидкістю, полум'я відривається від мундштука, відбувається видування розплавленого металу зі зварювальної ванни. За недостатнього тиску кисню швидкість виривання пальної суміші падає, полум'я коротшає і виникає небезпека зворотних ударів. Характер полум'я вибирають залежно від металу, який зварюють.

ТЕМА 7. Зварювальний дріт та електроди

Зварювальний дріт. Для заповнення оброблення шва в зону дуги вводять присадний метал у вигляді прутка чи дроту. При ручному дуговому зварюванні застосовують електроди, що плавляться, у вигляді прутків чи стрижнів з покриттям. При механізованому зварюванні використовують електрод у вигляді дроту, що намотаний на касету.

Сталевий дріт, що йде на виробництво електродів або застосовують як зварювальний дріт, підрозділяють за хімічним складом металу на марки з певними розмірами, допусками і технічними вимогами.

Виготовляють сталевий холодно тягнутий дріт круглого перетину діаметром 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6 мм, що призначений в основному для напівавтоматичного й автоматичного зварювання в захисному газі.

Для автоматичного і напівавтоматичного зварювання під флюсом застосовують дріт діаметром 2; 2,5; 3; 4; 5; 6 мм.

Дріт діаметром 1,6...12,0 мм йде на виготовлення стержнів електродів. Поверхня дроту має бути гладкою, чистою, без окалини, іржі, бруду та мастила.

За хімічним складом ДСТ установлює для сталевих дроту три основні групи: *вуглецеві* 6 марок: Зв-80; Зв-0,8А; Зв-08АА; Зв-08ГА; Зв-10ГА; Зв-10М2 зі змістом вуглецю не більше 0,12%, призначені для зварювання низьковуглецевих, середньовуглецевих і деяких низьколегованих сталей;

леговані дроти 30 марок Зв-08ГС; Зв-15ГСТЮЦА; Зв-20ГСТЮА; Зв-10ХГ2СМА призначені для зварювання низьколегованих, конструкційних, теплостійких сталей;

високолеговані (41 марка) Зв-12Х13; Зв-06Х19Н9Т; Зв-10Х20Н15 і т.д. призначені для зварювання хромистих, хромонікелевих, нержавіючих і та ін. спеціальних нелегованих сталей.

Дріт маркірують індексом *Зв* (зварювальна), буквами і цифрами. Позначення легуючих домішок загальноприйняті: *Г* -марганець, *З* – кремній, *Х* – хром, *Н* – нікель, *М* – молібден, *У* -вольфрам, *Ф*- ванадій. Перші дві цифри вказують зміст вуглецю в сотих частках відсотка, а цифри після букви, що

вказує легуючі домішки, кількість даного елемента у відсотках.

Буква А в кінці марки вказує на знижений зміст шкідливих домішок (сірки і фосфору). Наприклад, зварювальний дріт марки Зв-08ХГ2С містить 0,08% вуглецю; до 1% хрому, до 2% марганцю і до 1 % кремнію.

Металеві електроди. Металеві електроди для дугового зварювання виготовляють відповідно до ДСТ з певним діаметром і довжиною. Починаючи з діаметра 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12 і довжини від 200 мм - 250 - 300 - 350 - 450.

Для зварювання вуглецевих і низьколегованих конструкційних сталей, передбачені дев'ять типів електродів Є38, Є42, Є42А, Є46, Є46А, Є50, Є50А, Є55, Є60; для зварювання легованих конструкційних сталей підвищеної і високої міцності, існує п'ять типів електродів Є70, Є85, Є100, Є125, Є150. Крім того, передбачені дев'ять типів електродів для зварювання теплотривких сталей.

Тип електрода позначають буквою Є і цифрою, що вказує гарантовану межу міцності металу шва. Буква А в позначенні вказує, що метал шва має підвищені пластичні властивості.

Кожному типу електрода відповідає кілька марок електродів. Наприклад, Є42 відповідають електроди ОМА-2, АНО-6, МЄЗ-04. Марка електрода - це його промислове позначення, як правило, що характеризує стрижень і покриття.

Електродні покриття поділяють на дві групи: тонкі (стабілізуючі й іонізуючі) і товсті (якісні).

Покриття складаються з речовини, атоми і молекули якої мають низький потенціал іонізації, тобто легко іонізуються в повітряному проміжку дуги. Такими речовинами є калій, натрій, кальцій, барій, літій, стронцій і та ін. Їх застосовують, як правило, у вигляді вуглекислих солей: крейда $CaCO_3$, поташ KCO_3 , вуглекислий барій $BaCO_3$. Як єднальну речовину - застосовують рідке скло.

Для одержання зварених з'єднань високої якості електродне покриття має містити наступні компоненти:

1. Іонізуючу речовину для зниження ефективного потенціалу іонізації, що забезпечує стабільне горіння дуги. Як іонізуючі компоненти в покриття вводять

такі речовини: крейду, мармур, поташ, польовий шпат.

2. Газоутворювані речовини, що при зварюванні розкладаються чи згоряють, виділяючи велику кількість газів, що створюють у зоні дуги газову оболонку. Завдяки цій оболонці метал шва захищений від впливу атмосферного кисню й азоту. Такими газоутворюючими речовинами є крохмаль, деревне борошно, целюлоза.

3. Розкислюючі речовини, що мають велику спорідненість з киснем і тому відновлюють метал шва. Розкислювачами служать феросплави, алюміній, графіт.

4. Шлакоутворюючі речовини, що створюють шлаковий захист розплавленого металу шва, а також краплі електродного металу, що проходять через дуговий проміжок. Крім того, шлаки активно беруть участь у металургійних процесах при зварюванні і сприяють отриманню якісного шва. В якості шлакоутворюючих речовин застосовують польовий шпат ($K_3O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$), кварц (SiO_2), мармур, рутил, марганцеву руду.

5. Легуючі речовини, що в процесі зварювання переходять з покриття в метал шва і легують його для додання тих чи інших фізико-механічних якостей. Гарними легуючими речовинами є феромарганець, феросиліцій, ферохром, феротитан. Рідше застосовують різні оксиди металів (міді, хрому).

6. Зв'язувальні речовини, що призначені для замісу всіх компонентів покриття у виді пасти, а також для зв'язування пасти на осерді електрода і додання визначеної міцності після висихання покриття. Такою речовиною є рідке скло. Рідше застосовують декстрин.

За видами покриття електроди підрозділяють: з кислим покриттям - умовна позначка А; з рутиловим - Р; з целюлозним - Ц; з основним - Б; з покриттям змішаного типу - відповідне подвійне позначення АЦ; з іншими видами покриття - П.

Кислі покриття	(АНО-1; СМ-5)
Рутилові покриття	(АНО-3; АНО-4; МР-3; ОЗС-4)
Целюлозні покриття	(ВСЦ-1; ВСЦ-2; ОМО-2)
Основні покриття	(УОНІІ-13; ДСК-50).

2. ВКАЗІВКИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Випробування сталевого зразка на розтяг

Тривалість роботи – 1 година

Мета роботи – одержання діаграми розтягу сталевого зразка, ознайомлення з методикою одержання механічної характеристики матеріалів на прикладі мало вуглецевої сталі і визначення марки сталі за одержаними характеристиками міцності й пластичності.

За даними випробувань необхідно визначити:

- межу плинності σ_m ;
- межу міцності розриву σ_{max} ;
- абсолютне подовження розрахункової довжини Δl ;
- відносне подовження ε ;
- відносне звуження після розриву ψ ;
- площу діаграми розтягу S ;
- повну роботу, що витрачена на розрив W ;
- питому роботу деформації w ;
- міру заповнення діаграми η ;
- марку сталі.

Машини та прилади для випробувань

Роботу виконують на універсальній випробувальній машині УВМ-50. Вимірювання розмірів зразка виконують за допомогою штангенциркуля.

Зразок для випробування

Як показали експерименти, межа міцності матеріалу не залежить від довжини й форми перерізу зразка.

При випробуваннях на розтяг для досягнення порівнюваних між собою результатів використовують нормальні циліндричні зразки семи типів і плоскі зразки двох типів. Тип зразка визначають конструкцією його кінцівок. У цій роботі використовують циліндричний зразок IV типу (рис. 2.1, фото2.1).

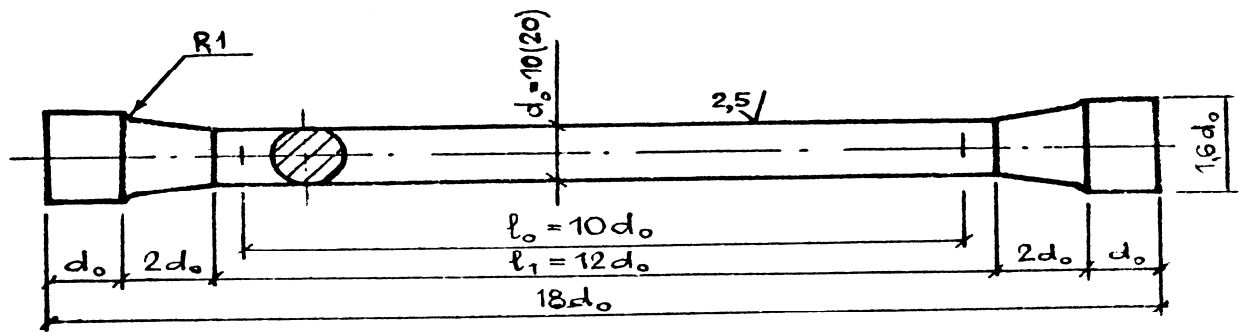


Рис. 2.1



Фото 2.1 - Циліндричний зразок для випробувань

Діаметр перерізу такого зразка може бути взятий від 3 до 25 мм.

Розрахункову довжину ℓ_0 на зразках помічають рисками. Ця довжина повинна бути меншою, ніж відстань між кінцівками, щоб виключити вплив способу прикладання зовнішніх сил і концентрації напруження в місцях зміни перерізу. Зона цього впливу на підставі принципу Сен-Венана не перевищує меншого розміру перерізу.

Основні відомості з теорії

Особливості поведінки зразка при випробуванні на розтяг наочно ілюструє діаграма розтягу – графіка залежності між навантаженням F та абсолютним подовженням $\Delta \ell$. Для маловуглецевої сталі вона має вигляд, що наведений на рис. 2.2.

На цій діаграмі можна виокремити три ділянки: лінійна AB ; горизонтальну CD та нелінійну DHG .

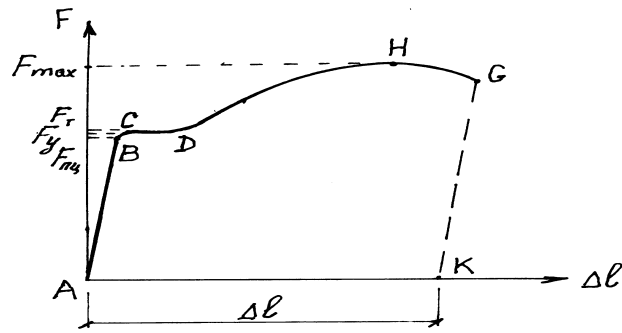


Рис. 2.2

На цій діаграмі можна виокремити три ділянки: лінійна AB ; горизонтальну CD та нелінійну DHG .

На ділянці AB подовження $\Delta\ell$ пропорційне навантаженню F , тобто дійсний закон Гука. Величина $F_{mц}$ визначає навантаження, що відповідає межі пропорційності. Дуже близьке до нього значення F_y , яке визначає межу пружної роботи матеріалу.

На ділянці CD подовження $\Delta\ell$ зростають при незмінному навантаженні F_m . Таке явище, що характерне для пластичних матеріалів, називається текучістю, а F_m – навантаження, що відповідає межі плинності матеріалу.

Коли зона плинності минає, навантаження знову зростає до F_{max} , після чого стрімко падає до миті розриву зразка (т. G). F_{max} – навантаження, що відповідає межі міцності матеріалу (тимчасовому опору).

Діаграму розтягу будують для даного зразка і її масштаб залежить від розмірів останнього. Тому на основі цієї діаграми будують діаграму напружень

– залежність між напруженнями $\sigma = \frac{F}{A_0}$ та відносним подовженням $\varepsilon = \frac{\Delta\ell}{\ell_0}$.

Ця діаграма є характеристикою матеріалу безвідносно до розмірів зразка. На діаграмі напружень зберігаються всі характерні точки діаграми розтягу.

Падіння навантаження після досягнення F_{max} обумовлене тим, що в цей час на зразку утворюється місцеве звуження – так звана шийка (рис. 2.3, фото 2.2). В результаті цього несуча здатність зразка знижується. На рис. 20 d – діаметр шийки.

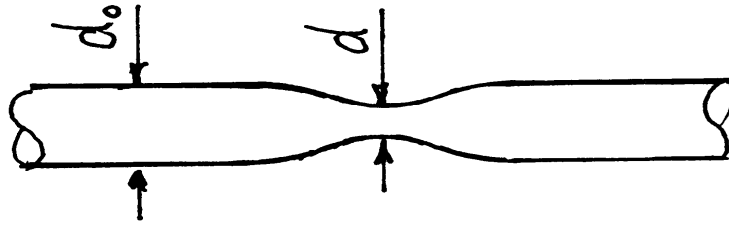


Рис. 2.3 - Місцеве звуження у процесі випробування



Фото. 2.2 - Зразок після випробувань

Послідовність виконання роботи

За допомогою штангенциркуля вимірюють діаметр d_0 та розраховують довжину l_0 зразка, після чого закладають його в зачіпки машини УВМ-50 (фото 2.3).

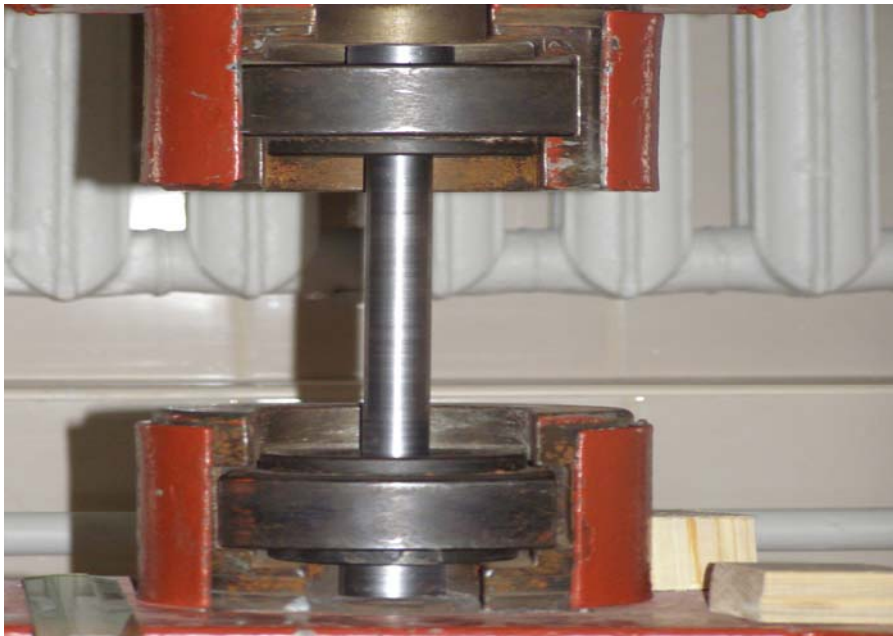


Фото 2.3 - Розміщення зразка у зачіпках машини УВМ-50.

Перед початком випробувань проводять попередній натяг, щоб виключити вплив люфтів та сковзання зразка в зачіпках. Далі виставляють на барабан діаграмного апарата олівець і створюють зростаюче навантаження F , доводячи зразок до розриву.

Упродовж експерименту на силовій шкалі машини відзначають навантаження F_m , що відповідає межі плинності та F_{max} . Навантаження F_m відповідає тій стадії навантаження, коли при зупиненні збільшення зусилля відзначається зростання деформації. Значення F_m та F_{max} одержують також за діаграмою, що записана на машині УВМ-50. На діаграмі вимірюють її площу S .

Після розриву зразка, його частини виймають з машини і вимірюють довжину розрахункової частини ℓ та діаметр зразка в зоні розриву – діаметр шийки d .

Далі за одержаними даними випробувань виконують обчислення:

– площа перерізу зразка до випробувань

$$A_0 = \frac{\pi d_0^2}{4};$$

– площа шийки зразка (в місці розриву)

$$A = \frac{\pi d^2}{4};$$

– межа плинності матеріалу $\sigma_m = F_m / A_0$;

– межа міцності $\sigma_{max} = F_{max} / A_0$;

– абсолютне подовження $\Delta\ell = \ell - \ell_0$

– ℓ - довжина розрахункової частини зразка після розриву;

– відносне подовження $\varepsilon = \Delta\ell / \ell_0$;

– коефіцієнт звуження шийки $\psi = \frac{A_0 - A}{A_0}$;

– робота, що витрачена на розрив зразка $W = S \cdot m \cdot n$

– S – площа діаграми розтягу, m та n – масштаби сил та переміщень, які наведені в паспорті машини;

– питома робота деформації $w = \frac{W}{A_0 l_0}$;

– межа заповнення діаграми $\eta = \frac{W}{F_{max}(\ell - \ell_0)}$.

Маючи межу міцності, відносне подовження і межу текучості, визначають марку сталі зразка.

Контрольні запитання

1. Яка мета роботи?
2. Які параметри характеризують міцність матеріалу?
3. Які параметри характеризують пластичність матеріалу?
4. Назвіть характерні точки діаграми розтягу?
5. Які деформації мають місце в процесі деформації зразка до руйнування?
6. Як за даними випробувань визначають марку матеріалу?
7. Яке призначення має машина УВМ-50?
8. Який принцип роботи машини УВМ-50?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Підготовка матеріалу для проведення зварювальних робіт

Тривалість роботи – 1 година

Мета роботи – Підготовка металу різної товщини для зварювання

Прилади для випробувань – електрична кутова шліфувальна машинка, напилек, наждачний папір, верстак із затискувачем, штангель-циркуль, мікрометр, зразки металу різної марки та товщини

Основні відомості з теорії - Перед зварюванням після підбору металу за розміром і маркою сталі необхідно виконати наступні операції:

- правку;
- різання;
- обробку кромки і зачищення під зварку.

Кромки готують термічним і механічним способами.

Залежно від товщини зварюваного металу його зварку можна вести як без оброблення кромки, так і з обробленням. Оброблення кромки металу починається з 5 мм.

Існують певні геометричні параметри оброблення кромки (рис. 2.4).

Обов'язково в процесі зварювання роблять зазор для проплавлення металу на всю його товщину (0,5-5 мм), в залежності від товщини зварюваного металу.

Притуплення кромки необхідне для формування кореня шва, і для того, щоб непроплавити тонкий метал. Його розміри 2-2,5 мм.

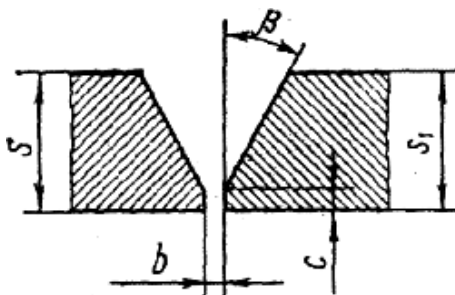


Рис. 2.4 - Підготовка металу під зварювання

B - кут скосу кромки ($15-45^\circ$);

S і S_1 — товщина металу

Оброблення кромки може бути різне залежно від товщина металу (рис. 2.5).

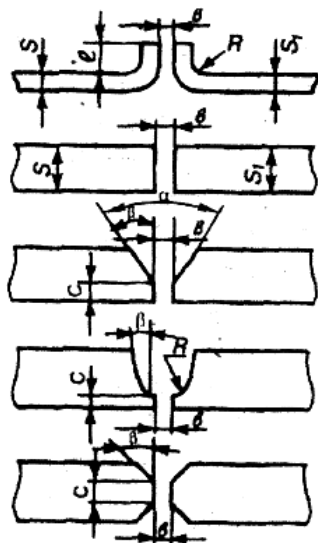


Рис. 2.5 - Приклади підготовки кромки:
l — висота відбортовки; R — радіус закруглень;
 β — кут скосу кромки; α — кут оброблення кромки;
S і S₁ — товщина металу

Послідовність виконання роботи

Перед початком виконання оброблення зразки зачищають від мастила, окалини, іржі та бруду, оскільки від стану поверхні зварюваних металів залежить якість зварного шва.

Залежно від товщини зварюваного металу зварення виробу може йти як з обробленням кромки, так і без нього. Оброблення кромки металу починається з товщини 5 мм, і вона необхідна для якнайкращого проварення металу на всю його товщину. В даному випадку оброблення здійснюють Y-образно, хоча можливі й інші види оброблення (залежно від товщини металу і виду конструкції). Після оброблення зачищають кромки зварюваних елементів, також прилеглі до них поверхні на довжину 15-20 мм.

Контрольні запитання

1. Як виконують підготовку металу для зварювання?
2. За допомогою якого приладу можна виміряти товщину металу?
3. Як виконують притуплення кромки металу?
4. Призначення зазору при зварюванні.
5. Що таке «зварюваність металу» та чим її визначають?

3. ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

Оформлення розрахунково–графічної роботи

Під час вивчення дисципліни «Металознавство та зварювання» студенти виконують розрахунково-графічну роботу (РГР) за індивідуальним завданням, які студент отримує від викладача або згідно з темами, що наведені в методичних вказівках (за порядковим номером в журналі групи)

Мета роботи – підбір зварювального обладнання, а також електродів для різних металів і сплавів. Підбір газозварювального обладнання в залежності від діаметра та товщини металу. Скласти діаграму залізовуглеводистих сплавів. Запроектувати установку випробування металів і зробити розрахунок для кожного виду металу.

У процесі виконання розрахунково-графічної роботи студенти закріплюють одержані теоретичні знання з металознавства та зварювання, опановують навички роботи з науково-технічною та довідковою літературою.

До складу РГР входять:

- **Титульний аркуш** – виконують згідно з додатком 9. На титульному листі мають бути вказані тема роботи, прізвища студента та викладача.
- **Зміст** - складається зі слідуючих основних пунктів:

Вступ.

Розділи РГР .

Висновок.

Список літератури.

- **Вступ.** Розкривається мета виконання роботи.
- **Розділи РГР.** Виконуються відповідно до індивідуального завдання студента.
- **Висновок.** Студент підводить підсумок проведеної ним роботи.
- **Список літератури.** Входить перелік джерел, які використовувалися під час виконання завдання.

Розрахунково-графічну роботу виконують відповідно до вимог оформлення записок згідно з ГОСТ:

- текст роботи виконується рукописно або шрифтом 14 пт. з полуторним інтервалом. Заголовки виділяються шрифтом 16пт.
- РГР виконують на аркушах формату А4 без рамки з полями : верхнє і нижнє – 20, лівє – 25, правє – 10 мм.
- всі розділи виконуються з нової сторінки;
- нумерацію сторінок проставляють в правому верхньому кутку арабськими цифрами без крапки.

Варіанти завдання для виконання РГР

Варіант 1

1. Викладіть методи механічних випробувань металів і сплавів.
2. За діаграмою стану «залізо-вуглець» розгляньте перетворення, що відбуваються в сплаві з вуглецем 0,6% при нагріві. Зобразіть криву нагріву даного сплаву і охарактеризуйте фази і структурні складові за температури: 250, 700, 1400⁰С.
3. Охарактеризуйте фізичну сутність і властивості зварювальної дуги. Зв'язок між електричною дугою і джерелом живлення.
4. Яким чином здійснюють зварювання арматурних сіток?

Варіант 2

1. Викладіть методику випробування металу на втому. Поясніть характер утомленого руйнування.
2. Охарактеризуйте види і призначення видів сталі, мікроструктуру, механічні і технологічні властивості.
3. Опишіть переваги автоматичного зварювання під шаром флюсу, а також принцип будови і роботу зварювального апарату.
4. Електроди для ручного дугового зварювання.

Варіант 3

1. Способи визначення твердості металів. Спосіб втискування. Опишіть методи для визначення макротвердості металів.
2. Вимоги, які пред'являють до охолоджуючих гартівних середовищ.

3. Опишіть склад і призначення електродних покриттів. Вкажіть класифікацію електродів.
4. У чому суть зварювання в середовищі захисних газів, автоматичною дугою, електрошлаковою? Сфера застосування цих видів зварювання.

Варіант 4

1. Дефекти кристалічної будови металів і сплавів. Шляхи підвищення міцності реальних сплавів.
2. Суть термічної обробки сталей. Основні її види. Опишіть технологічний процес відпалу і нормалізації, використовуючи діаграму стану «залізо-вуглець».
3. Опишіть дефекти зварювальних швів, причини їх утворення, методи і контроль якості зварювання.
4. Яким чином здійснюють зварювання арматурних каркасів?

Варіант 5

1. Методика побудови діаграм стану на прикладі діаграми, компоненти якої нерозчинні в твердому стані і утворюють механічну суміш.
2. Нагрівання сталі під термічну обробку. Наслідки недогрівання і перегріву.
3. Вольт-амперна характеристика зварювальної дуги і її основні зони. В якій зоні доцільно проводити автоматичне зварювання і чому?
4. Розробіть технологію електродугового зварювання несучих металевих конструкцій зі сталі БСт3кп2 за товщиною прокату 8 мм.

Варіант 6

1. Викладіть основи будови металів. Накресліть схеми кристалічних решіток і криві охолодження чистого заліза.
2. Опишіть перетворення в доєвтектоїдній сталі при нагріві, користуючись діаграмою стану «залізо-вуглець». Покажіть зростання зерна аустеніту.
3. Вкажіть різновиди стикового контактного зварювання.
4. Суть швидкісних методів ручного дугового зварювання. Джерела струму для ручного дугового зварювання, зовнішні вольт - амперні характеристики.

Варіант 7

1. Наведіть класифікацію сталей за хімічним складом, структурою, призначенням і якістю. Маркіровка конструкційних вуглецевих сталей відповідно до ГОСТів.
2. Опишіть ізотермічне перетворення аустеніту, перлитові перетворення аустеніту.

3. Опишіть властивості і методи отримання з карбіду кальцію ацетилену. Накресліть схему ацетиленового генератора.
4. Які функції виконує обмазка електродів? Види обмазки електродів.

Варіант 8

1. Охарактеризуйте методи визначення механічних властивостей металів і сплавів. Накресліть ескізи зразків, діаграму розтягування, схеми визначення твердості.
2. Опишіть перетворення аустеніту при різних швидкостях охолодження.
3. Опишіть принцип устрою і роботу зварювальних трансформаторів.
4. Зварювання алюмінію і його сплавів.

Варіант 9

1. Опишіть поліморфні перетворення заліза. Які фази утворюються в залізобуглецевих сплавах на основі різних модифікацій заліза, їх властивості?
2. Визначте температуру повного і неповного гартування для Сталі 40. Опишіть структури для кожного виду обробки.
3. Охарактеризуйте основні види електричного контактного зварювання. Наведіть схеми цього виду зварювання.
4. Зварювальне ацетиленокисневе полум'я. Наведіть хімічні реакції, схему будови нормального ацетиленокисневого полум'я.

Варіант 10

1. Опишіть процес кристалізації металів. Вкажіть фактори, що впливають на величину зерна в металі під час кристалізації.
2. Суть і призначення поверхневого високоякісного гартування сталі.
3. Опишіть наступні види зварювання: електронним променем у вакуумі, ультразвуком, дифузією.
4. Призначення флюсів при механічному дуговому зварюванні.

Варіант 11

1. Метод побудови діаграм стану двокомпонентних сплавів на прикладі діаграми стану сплавів, компоненти яких неорганічно розчинні в рідкому і твердому стані.
2. Опишіть суть і призначення цементації сталі. Наведіть схеми структур сталі в початковому стані, цементованою і термічно обробленою.

3. Види зварювальних з'єднань, що використовують при ручному дуговому зварюванні.
4. Вибір режиму при ручному дуговому зварюванні.

Варіант 12

1. Дефекти кристалічної будови металів. Що представляє собою вакансія і дислокація? Як вони утворюються і як впливають на міцність металів?
2. Накресліть і опишіть схему структур сталі при різних видах відпуску.
3. Які властивості та призначення кисню при газовому зварюванні і різанні металів? Отримання кисню з повітря.
4. Охарактеризуйте електрозварювання в середовищі захисних газів.

Варіант 13

1. опишіть проміжне перетворення аустеніту. Механічні властивості бейніту.
2. Класифікація і маркіровка легованих сталей. Визначте хімічний склад наступних марок сталі: 20ХН3А, 35ХГСА.
3. опишіть будову зварювального з'єднання.
4. властивості ацетилену і його призначення при газовому зварюванні. Методи отримання і зберігання ацетилену. Гази як замітники ацетилену і їх властивості.

Варіант 14

1. Назвіть типи сплавів. Принципова відмінність кристалізації сплавів від кристалізації металів.
2. Методика побудови діаграм стану двокомпонентних сплавів. Їх практичне застосування.
3. опишіть процес переходу металу електроду до зварювальної ванни при дуговому зварюванні.
4. Охарактеризуйте роботу однокамерного зварювального редуктора, мету його застосування.

Варіант 15

1. Вплив вуглецю і постійних домішок на властивість сталі.
2. Накресліть криву нагріву і опишіть перетворення для сплаву з вмістом вуглецю 0,55%. Зобразіть мікроструктуру сталі при $T = 3500^{\circ}\text{C}$ і дайте характеристику фаз.
3. Зварюваність металів. Класифікація сталей за зварюваністю.
4. Технологія кисневого різання. Суть процесу.

Варіант 16

1. Як утворюються сплави: твердий розчин, хімічна сполука і механічна суміш, їх властивості.
2. Опишіть кристалізацію сплаву за діаграмою стану «залізо-вуглець» із вмістом вуглецю 3,6%. Накресліть криву охолодження сплаву. Яка структура сплаву при $T=20^{\circ}\text{C}$, 780°C .
3. Структурні перетворення протікають при дуговому зварюванні сталей. Як вони впливають на механічні властивості зварних з'єднань?
4. Опишіть особливі види зварювання: термічне і зварювання тертям.

Варіант 17

1. Динамічні і статистичні випробування металів і сплавів. Накресліть ескізи зразків, схеми копра і діаграму розтягування низьковуглецевих сталей.
2. У чому суть повного і неповного гартування сталі? Які сталі піддаються повному гартуванню і чому?
3. Особливості зварювальної дуги: щільність струму, розподіл електричного поля, температура, вольт –амперна характеристика. Основні вимоги до джерела живлення.
4. Опишіть прогресивні види зварювання при виготовленні будівельних конструкцій.

Варіант 18

1. Практичне застосування діаграми стану «залізо – вуглець».
2. Опишіть процеси гартування в одному і в двох охолоджувачах, вкажіть переваги і недоліки цих способів.
3. Зварювання вуглецевої і легованої сталі.
4. Призначення водяного затвора. Устрій і принцип роботи водяного запобіжного затвора низького тиску.

Варіант 19

1. Викладіть діаграму стану сплавів, компоненти яких в рідкому і твердому станах необмежено розчинні.
2. Охарактеризуйте фазові перетворення при нагріві сталі.
3. Опишіть будову зварного шва. Користуючись діаграмою стану «залізо – вуглець», вкажіть зміну структури металу в зоні термічного впливу при зварюванні низьковуглецевої сталі.
4. Опишіть прогресивні методи ручного зварювання і зробіть ескізи.

Варіант 20

1. Вплив легуючих елементів на положення критичних точок діаграм стану «залізо – вуглець». Класи легованих сталей.
2. Приведіть класифікацію чавуну за структурою металевої основи.
3. Металургійні процеси, що відбуваються при дуговому зварюванні.
4. Опишіть процес плазмового зварювання і різання металів.

Варіант 21

1. Компоненти, фази і структурні складові залізобуглецевих сплавів. Дати характеристику структурним складовим.
2. Поверхнєве зміцнення. Опишіть технологічний процес гартування струмами високої частоти.
3. Опишіть джерела зварювальної дуги: генератори постійного струму і апарати змінного струму (трансформатори).
4. Призначення і склад електродних покриттів. Вкажіть класифікацію електродів.

Варіант 22

1. Виберіть на діаграмі стану «залізо – вуглець» температуру гартування Ст-60. Нагрівання сталі під гартування і в якому охолоджувачі необхідно виконати гартування? Яка структура при цьому вийде?
2. Суть перлітових перетворень. Дайте характеристику структурним складовим цього перетворення.
3. Опишіть будову зварного шва. Користуючись діаграмою «стану залізо – вуглець», укажіть зміну структури металу в зоні термічного впливу при зварюванні низьковуглецевої сталі.
4. Охарактеризуйте основні види електричного контактного зварювання. Наведіть схему цього виду зварювання.

Варіант 23

1. Способи отримання ковкого чавуну. Класифікація ковкого чавуну за структурою металевої основи; наведіть ескізи.
2. Особливості термічної обробки легової сталі.
3. Опишіть фізико-хімічні процеси за дугового зварювання.
4. Технологія кисневого різання. Суть процесу.

Варіант 24

1. Опишіть поліморфні перетворення заліза. Фази утворюються в залізовуглецевих сплавах на основі різних модифікацій заліза; їх властивості.
2. Поясніть криві охолодження і нагрівання чистого заліза. Вкажіть критичні точки.
3. Властивості кисню і його призначення при газовому зварюванні і різанні металів. Отримання кисню з повітря.
4. Опишіть особливі види зварювання: термічне і зварювання вибухом.

Варіант 25

1. Способи і мета розкислювання сталі. Як показують ступінь розкислювання при маркіровці сталі?
2. Класифікація і маркіровка інструментальних вуглецевих і легованих сталей.
3. Призначення водяного затвора. Устрій і принцип роботи водяного запобіжного затвора низького тиску.
4. Опишіть процес плазмового зварювання і різання металів.

4. ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

ЗМ 1.1. ОСНОВИ МЕТАЛОЗНАВСТВА ТА ВИРОБНИЦТВА МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ

ТЕМА 1. Основні властивості металів та сплавів

1. Завдання металознавства. Властивості металів і сплавів

Металознавство - наука про властивості металів і сплавів. Її основна задача - установлення зв'язку між складом, структурою і властивостями металів і сплавів, а також вивчення закономірностей їхньої зміни при теплових, механічних, фізико-хімічних і інших видах впливу. Властивості металів прийнято поділяти на фізичні, хімічні, механічні і технологічні.

2. Методи випробування металів.

Для визначення складу, властивостей і якості металевих виробів застосовують наступні методи іспиту металів: хімічний аналіз, механічні іспити, металографічний аналіз і технологічні проби. Останнім часом усе більшого поширення набувають і інші, дуже ефективні методи - спектральний і рентгенографічний аналізи і дефектоскопія.

3. Загальна характеристика металів

Найважливішого значення для визначення якості металів мають механічні іспити: статичні й динамічні, на витривалість, зносостійкість і технологічні проби. Усі метали можуть знаходитися в твердому, рідкому чи газоподібному стані. Практичного значення набувають перші два агрегатних стани: твердий і рідкий.

4. Кристалічна будова металів

Метали і сплави у твердому стані мають кристалічну структуру, що характеризується визначеним закономірним розташуванням атомів. Установлено, що кристалізація складається з двох елементарних процесів: перший - зародження центрів кристалізації, другий - зростання кристалів з цих центрів, причому обидва процеси відбуваються одночасно.

Контрольні запитання:

1. Викладіть сучасне поняття щодо атомно-кристалічної будови металів. Кристалічні ґрати, їхні основні параметри; кристалографічні ґрати.
2. Відтворіть діаграму стану «залізо-вуглецю». Укажіть фазу і структурні

складові системи, дайте їхню характеристику. Класифікація сталей і чавунів за структурою.

3. Викладіть методику випробування металів на утому. Поясніть характер утоми дозволу.

4. Які сплави прийнято називати сталлю і чавуном? Класифікація чавунів і маркування конструкційних чавунів.

5. Що таке метал? Які метали відносять до простих і перехідних?

6. Який сплав називають сталлю? Класифікація сталей за призначенням, структурою, хімічним складом, ступенем розкислення, якістю.

7. Властивості металів. Статичне іспиту металів.

8. Класифікація і маркування вуглецевих конструкційних і інструментальних сталей. Навести приклади маркування.

9. Що називають «легованою сталлю»? Вплив легуючих елементів на властивості і будову сталей. Класифікація і маркування сталей.

10. Іспит металів і сплавів при статичних і динамічних порушеннях.

ТЕМА 2. Виробництво, класифікація та застосування чавуну

1. Виробництво чорних металів

Близько 95 % виплавки всіх металів припадає на залізовуглецеві сплави - сталь і чавун, які ще називають чорними металами. Основні властивості чорних металів визначаються змістом вуглецю. У залежності від цього їх поділяють на сталі і чавуни. Сплави, що містять вуглецю до 2 %, називають сталлю, а більше 2 % - чавунами.

2. Методи одержання високоякісного чавуну

Основними вихідними матеріалами для одержання чавуну є залізні руди, паливо і флюси. Виплавляють чавун в доменних печах. Одержання чавуну визначеної якості забезпечують правильною шихтовкою, тобто відповідним підбором необхідних вихідних матеріалів при переплавлянні чавуну у вагранках.

3. Класифікація чавуну та доменних феросплавів.

Виплавлений у доменних печах чавун за призначенням поділяють на *передільні* і *ливарні*. Крім того, у доменних печах виплавляють феросплави. У

залежності від того, скільки в передільному і ливарному чавуні міститься:

- кремнію, його підрозділяються на марки;
- марганцю - на групи;
- фосфору - на класи;
- сірки - на категорії.

4. Застосування чавуну

Чавун широко використовують для одержання литих деталей, оскільки він володіє гарними ливарними якостями і є самим дешевим матеріалом для одержання зливок. У вузлах тертя чавунні деталі працюють особливо добре, тому що графітові включення самі змазують поверхню тертя і добре утримують спеціально нанесений шар змащення. З огляду на те, що швидкість охолодження дуже впливає на структуру і властивість чавуну, то при проектуванні деталей з чавуну необхідно всіляко домагатися одержання по можливості однакової товщини стінок деталей у всіх перетинах.

Контрольні запитання:

1. Який сплав прийнято називати чавуном?
2. Наведіть класифікацію чавуну за структурою металевої основи.
3. Опишіть способи оцінки в'язкості металів і сплавів.
4. Вплив фосфору, сірки, кремнію, титану, нікелю, міді, алюмінію і стану вуглецю на структуру чавуну.
5. Вплив швидкості охолодження на структуру чавуну.

ТЕМА 3. Виробництво, класифікація та позначення сталі

1. Способи виробництва сталі.

Сталь (у порівнянні з чавуном) має більш високі механічні властивості - міцність, пластичність і ударну в'язкість. Її можна кувати, штампувати і прокочувати. На сьогодні сталь виплавляють у бесемерівських і томасівських конвертерах, а також у мартенівських і електропечах. Найбільш розповсюдженим способом виробництва сталі є мартенівський.

2. Класифікація сталей

Сталь прийнято класифікувати за способом виробництва, методом додавання форми, хімічним складом і застосуванням. Класифікація сталей за хімічним складом є основною, тому що від хімічного складу залежать і якість, і режим обробки сталі.

3. Позначення конструкційних та легованих сталей

Сталь вуглецеву звичайну і підвищеної якості застосовується для сортового і листового прокату, ковальських заготовок, труб, дроту. У залежності від призначення і гарантованої характеристики вуглецеву сталь звичайної і підвищеної якості підрозділяється на групи I – II – III. Маркірування легованих сталей засновані на застосуванні буквено-цифрової системи. Букви позначають легуючі елементи: Н - нікель, Х - хром, ДО - кобальт, З - кремній, У - вольфрам, Ф - ванадій, Г - марганець, М - молібден, Д - мідь, П - фосфор, Т - титан, Ю - алюміній.

4. Термічна обробка сталі.

Основні види термічної обробки сталі полягають у загартуванні, відпустці, випалі і цементації.

Контрольні запитання:

1. Легуючі елементи та їхній вплив на положення критичних точок по діаграмі стану «залізо-вуглець». Аустенітні сталі.
2. Які ви знаєте методи іспиту і контролю якості металів і сплавів, сфера їх застосування? Види іспитів технологічних властивостей металів.
3. Класифікація і маркірування інструментальних сталей (вуглецевих і легованих), сфера їх застосування; сталі і сплави з особливими властивостями: нержавіючі, жароміцні, магнітні й ін.
4. У чому сутність термічної обробки сталі?
5. Яке загартування називають повним і неповним? Що таке загартованість?
6. Хіміко-термічна обробка. Цементация сталі. Структура сталі. Структура сталі після процесу науглецювання.
7. Опишіть основні види термічної обробки. У чому їхня сутність. Які

сталі піддають загартуванню?

8. Види випалу. Відпустка сталі, види відпустки.

ТЕМА 4. Кольорові метали та сплави

1. Кольорові метали

До кольорових відносять усі метали, за винятком заліза і його сплавів. З кольорових металів найбільш розповсюджені: мідь, нікель, олово, свинець, цинк, алюміній, магній.

2. Кольорові сплави

До кольорових сплавів відносять усі сплави, що виготовлені на основі кольорових металів.

Контрольні запитання:

1. Опишіть процес одержання кольорових сплавів.
2. Опишіть процес розливання сталі.
3. Які метали називають кольоровими?
4. Які метали називають кольоровими сплавами?

Рекомендована література:

1. Волчок И.П. и др. Технология конструктивных материалов. Лабораторные работы. - К.: Вища школа, 1990. - 150 с.
2. Крижановський В.І. та інші. Довідник по нормуванню ремонтних робіт. - К.: Урожай, 1987. - 173 с.
3. Лахтин Ю.М. Материаловедение. - М.: Машиностроение, 1980.- 511 с.
4. Самокотцкий А.Н., Кунявский М.Н. Лабораторные работы по металловедению. - М.: Машиностроение, 1981. -183 с.
5. Фетисов М.Г., Карпман В.М. и др. Материаловедение и технология металлов. – М.: Высшая школа, 2000. - 640 с.

ЗМ 1.2. ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ПРО ЗВАРЮВАННЯ

ТЕМА 5. Основні види зварювання

1. Класифікація зварювання

Класифікують різні види зварювання за основними фізичними, технічними і технологічними ознаками. За фізичними ознаками, в залежності від форми використовуваної енергії, передбачають три класи зварювання: термічний, термомеханічний і механічний.

2. Термічний клас зварювання

Термічний клас включає види зварювання з використанням теплової енергії (дугова, електрошлакова, газова, електронно-променева, плазменна і та ін.).

3. Термомеханічний клас зварювання

Термомеханічний клас поєднує види зварювання, за яких використовують тиск і теплову енергію (контактна, дифузійна і різні пресові види).

4. Механічний клас зварювання

Механічний клас включає види зварювання, які здійснюються механічною енергією (холодна, тертям, ультразвукова, вибухом і та ін.).

Контрольні запитання:

1. За якими ознаками визначають зварювання? Дати визначення кожному з трьох класів.
2. Що таке «автоматичне і напівавтоматичне зварювання»? Які електроди застосовують для цього зварювання?
3. Що таке «зварювання плавленням»? Опишіть ознаки дугового зварювання.
4. Принцип дії електронно-променевого зварювання.
5. Що таке «плазмене зварювання», принцип дії його?

ТЕМА 6. Класифікація і сутність видів електричного зварювання

1. Дугове зварювання плавленням

Дуговим зварюванням називають зварювання плавленням, за якого нагрівши крайок, що зварюють, здійснюється теплотою електричної дуги. Ручне дугове зварювання може виконуватися двома способами - що не плавляться і плавляться електродами.

2. Джерела живлення зварювальної дуги

Важливою умовою одержання зварювального шва високої якості є стійкість процесу зварювання. Для цього джерела живлення дуги повинні забезпечити її стабільне горіння.

Промисловість випускає наступні типи джерел живлення зварювальної дуги: зварювальні перетворювачі, зварювальні апарати змінного струму, зварювальні випрямлячі.

3. Регулятори зварювального струму.

Зварювальний струм регулюють у два прийоми - грубо і точно. Грубе регулювання роблять змішанням щіткової траверси, на якій розташовані всі три щітки генератора. Таким чином, встановлюють інтервали великих і малих струмів. Плавне і точне регулювання струму роблять реостатом, включеним у ланцюг обмотки збудження. Зменшуючи чи збільшуючи реостатом струм збудження в обмотці поперечних полюсів, змінюють магнітний потік, тим самим змінюючи напругу генератора і зварювальний струм.

Контрольні запитання:

1. Охарактеризуйте фізичну сутність і властивості зварювальної дуги. Зв'язок між дугою і джерелом живлення.

2. Опишіть принцип пристрою і роботу зварювального перетворювача і генератора з розщепленими полюсами.

3. Чим здійснюється регулювання зварювального струму? Які перетворювачі застосовують у будівництві і монтажі водопровідно-каналізаційних мереж?

4. Чим здійснюється електричне зварювання в польових умовах?

5. Як здійснюється зварювання багатопостовим перетворювачем?
6. Які зварювальні апарати перемінного струму бувають? Опишіть їхню будову, дайте характеристику.
7. На чому заснований зварювальний випрямляч?

ТЕМА 7. Газове зварювання і кисневе різання

1. Обладнання газозварювальних постів

Для проведення робіт з газового зварювання зварювальні пости повинні мати наступне устаткування й інвентар: ацетиленовий генератор чи балон з палим газом; кисневий балон; редуктори (кисневий і для пального газу); зварювальний палик з набором змінних наконечників; шланги для подачі пального газу і кисню до палика; зварювальний стіл; пристосування, що необхідні для зборки деталей під зварювання; комплект інструментів зварника; окуляри із захисними скельцями; спецодяг зварника.

2. Сутність процесу кисневого різання

Кисневе різання засноване на властивості металів і їхніх сплавів згоряти в струмені технічно чистого кисню. Розділяють два основних види кисневого різання: роздільне і поверхневе:

3. Зварювання полімерів і пластмас

Для зварювання полімерів і пластмас застосовують наступні способи: зварювання нагрітим газом і зварювання нагрітим інструментом.

При зварюванні нагрітим газом поверхонь, які з'єднуються, розігрівають струменем гарячого газу чи повітря до визначеної в'язкості і потім притискають одну до одного під деяким тиском.

Зварювання нагрітим інструментом полягає в тім, що поверхні, які зварюють, контактуючи зі спеціальним нагрівальним інструментом, розігріваються до визначеної температури і зварюються під тиском з подальшим охолодженням.

Контрольні запитання:

1. Описати класифікацію газового зварювання. Які ацетиленові генератори бувають? Принцип дії ацетиленового генератора низького тиску.
2. Пристрій і принцип дії ацетиленового генератора середнього тиску.
3. Які властивості кисню? В якому вигляді одержують кисень?
4. Призначення однокамерного редуктора. Його будова.
5. За якими ознаками класифікують газові пальники? Пристрій інжекторного пальника.
6. Опишіть діаграму зварювального полум'я.
7. Сутність процесу кисневого різання. Наведіть схему інжекторного пальника та опишіть його будову.
8. Опишіть технологію кисневого різання.

ТЕМА 8. Техніка безпеки при проведенні зварювальних робіт

1. Основні положення техніки безпеки при електричному зварюванні

Для гарантування безпечних умов при виконанні зварювальних робіт, потрібно виконувати наступні заходи:

- захист від ураження електричним струмом;
- захист зору від електричної дуги;
- захист відкритої поверхні тіла;
- захист від отруєння .

2. Захист від отруєнь шкідливими газами

Видалення шкідливих газів і пилу із зони зварювання, а також подачу чистого повітря, здійснюють місцевою і загальною вентиляцією. При устаткуванні зварювальних кабін обов'язково передбачається місцева витяжна вентиляція з верхнім, бічним чи нижньою отсосом. пил, що видаляє газу і, безпосередньо з зони зварювання. Загальна вентиляція повинна бути приточно-витяжною, виробляючої отсос забруднюючого повітря з робочих приміщень і подачу свіжого.

Контрольні запитання:

1. Які покриття застосовують для електродів у залежності від складу металу, що зварюється.
2. Які інструменти і приналежності застосовуються зварником для роботи?
3. Які міри техніки безпеки повинні дотримувати електрозварювач?
4. Які захисні міри передбачені від поразки шкіри і зору електродуговим зварюванням?
5. Міри захисту від отруєнь шкідливими газами, пилом і випарами.

Рекомендована література:

1. Геворняк В.Г. Основы сварочного дела. – М.: Высш. шк., 1991. – 239 с.
2. Жуков А.П., Малахов А.И. Основы металловедения и теория коррозии. – М.: Высш. шк., 1991. – 168 с.
3. Лахтин В.Г. Металловедение и термическая обработка. – М.: Металлургия, 1987. – 405 с.
4. Стеилов О.И. Основы сварочного производства. – М.: Высш. шк., 1996. – 224с.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Аверченко П.А. Технология конструкционных материалов. Терминологический справочник. - К.: Вища школа, 1984. – 112 с.
2. Виноградов В.С. Оборудование и технология автоматической и механизированной сварки. – М.: Высшая школа, 2000. — 240с.
3. Китаев А.М., Китаев Я.А. Дуговая сварка. — М.: Машиностроение, 1983. — 272с.
4. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. — М.: Машиностроение, 1980. — 493с.
5. Маслов В.И. Сварочные работы – М.: И.Р.П.О., 1998. — 180с.
6. Никифоров В.В. Технологія металів і конструкційні метали. – К.: Вища школа, 1984. – 340 с.
7. Никифоров И.И. Справочник газосварщика и газорезчика. – М.: Высшая школа, 1999. — 260 с.
8. Попович В.В. , Голубець В.Г. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Суми: Університетська книга, 2002. – 259 с.
9. Рыбаков В.М. Дуговая и газовая сварка. – М.: Высшая школа, 1986. — 156 с.
10. Соколов И.И. Газовая сварка и резка металлов. – М.: Высшая школа, 2003. — 234 с.
11. Фетисов М.Г., Карпман В.М. и др. Материаловедение и технология металлов. — М.: Высшая школа, 2000. — 640с.

Навчальне видання

Методичні вказівки до проведення практичних та лабораторних занять, виконання розрахунково-графічної роботи та самостійного вивчення дисципліни “Металознавство та зварювання” (для студентів 4 курсу денної та заочної форм навчання напряму підготовки 6.060103 «Гідротехніка (водні ресурси)»)

Укладачі: БЄЛЯЄВА Валентина Михайлівна,
ЯКОВЕНКО Микола Михайлович

Редактор Д.Ф. Курильченко

Комп'ютерне верстання Степась Ю.П.

План 2009, поз. 136 М

Підп. до друку 04.11.2010
Друк на ризографі
Зам. №

Формат 60x84 1/16
Ум. друк. арк. 2,6
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК №731 від 19.12.2001