

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля**

КАФЕДРА БУДІВНИЦТВА, УРБАНІСТИКИ ТА ПРОСТОРОВОГО ПЛАНУВАННЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з дисципліни
«МЕТАЛОЗНАВСТВО ТА ЗВАРЮВАННЯ»

*(для здобувачів вищої освіти
спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія»)*

(Електронне видання)

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри будівництва,
урбаністики та просторового
планування

Протокол № 2 від 16.09.2025 р.

Київ - 2025

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Металознавство та зварювання» (для здобувачів вищої освіти спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія») (Електронне видання) / Уклад.: М.В. Білошицький. – Київ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2025. – 37 с.

Методичні вказівки до самостійної роботи спрямовано на вивчення і засвоєння здобувачами на підставі лекційного матеріалу практичних основ з дисципліни «Металознавство та зварювання», з метою формування знань і навичок з визначення проблем, резервів та напрямків ознайомлення здобувачів з принципами і методами вирішення проблем дослідження внутрішньої будови металів і сплавів зварних з'єднань, пов'язаних зі стрімким розвитком методів отримання і дослідження зварних з'єднань в будівельній галузі, а також нормативної документації в галузі.

Методичні вказівки охоплюють широкий спектр тем, вивчення яких є обов'язковим для фахівців зі спеціальності G19 "Будівництво та цивільна інженерія": питання основних положень металознавства та зварювання, основні марки металів та сплавів які використовуються у будівництві, питання вибору електродів та вибору зварювального обладнання.

Укладач: М.В. Білошицький, к.т.н., доцент кафедри БУПП

Рецензент: Г.О. Татарченко, д.т.н., професор завідувач кафедри БУПП

ВСТУП

Сучасне будівництво пред'являє все більш високі вимоги до конструкційних матеріалів у зв'язку з підвищенням багатьох параметрів конструкцій: напружень, тисків, температур та ін. Здобувачі повинні вміти для конкретних конструкцій, виходячи з умов їх роботи, методів їх зварювання, домогтися зниження металоємності без зниження міцності.

Для правильного вибору матеріалу необхідно вивчити кристалічну будову металів, їх загальну характеристику, атомно-кристалічну структуру, дефекти кристалічної будови.

Не маловажним для отримання якісного зварного з'єднання і конструкції в цілому є вивчення особливостей металургійного процесу при електричному зварюванні, найбільш вживаному у будівництві. Знання будови зварного шва дає можливість визначити зони можливого руйнування зварного з'єднання і вжити заходів для усунення причин руйнування.

У будівництві останнім часом застосовуються різні метали і сплави, використання яких неможливо без застосування зварювання. Залежно від концентрації в сплавах різних елементів, температури нагрівання та охолодження зварюваність різнорідних сплавів буде різною. У зв'язку з цим виникає необхідність вивчення різних діаграм стану сплавів і визначення зварюваності сталі, чавуну, кольорових металів і їх сплавів в залежності від їх хімічного складу.

Особлива увага приділяється питанню вибору методу зварювання, оскільки від цього вибору залежить ефективність виготовлення металоконструкцій, якість, безпека виробника і споживача.

Для правильного вибору обладнання і методу зварювання необхідно вивчити особливості дугового зварювання основних видів конструкцій: листових, ґратчастих і балочних, труб і трубопроводів, арматури залізобетону, окрім того – види зварних з'єднань і швів.

Для реалізації цих завдань потрібні кваліфіковані спеціалісти. Тому в програмі підготовки спеціалістів у будівельній галузі є необхідним вивчення дисципліни

«Металознавство та зварювання».

За статусом дисципліна «Металознавство та зварювання», згідно навчального плану підготовки здобувачів вищої освіти спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія», є дисципліною вибірковою.

Програма вивчення вибіркової навчальної дисципліни «Металознавство та зварювання» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки здобувачів вищої освіти спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія».

Мета викладання дисципліни – вивчити загальні положення металознавства та зварювання та вміти застосувати ці знання на практиці.

Задачі вивчення дисципліни – ознайомити здобувачів з металургійними процесами при електричному зварюванні різних металів і сплавів.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен:

знати: основні положення металознавства та зварювання, основні марки металів та сплавів які використовуються у будівництві, найбільш поширені види зварювання термічного класу які використовуються у будівництві, особливості дугового зварювання різних конструкцій, технологію ручного дугового зварювання.

вміти: вибрати зварювальне обладнання, підібрати електроди та режим зварювання різних конструкцій з конкретного металу або сплаву.

мати уявлення: про нові сплави, які застосуються у будівництві, та методи їх зварювання.

Мета виконання самостійної роботи: Використовуючи діючі на території України нормативні документи, вміти визначати хімічний склад металів та сплавів. Виявити здатність металу а бо сплаву до зварювання. Вміти підібрати зварювальне обладнання, електроди та режими зварювання відштовхуючись від заданої конструкції, оцінювати якість отриманого зварного з'єднання. Закріпити теоретичні знання лекційного матеріалу отримані при вивченні дисципліни «Металознавство та зварювання».

Для успішного виконання самостійної роботи необхідно опанувати наступні розділи лекційного матеріалу.

ПРОГРАММА

1. Вступ

Історія розвитку матеріалознавства та технологій зварювання. Стан і перспективи застосування нових металів та сплавів та технологій їх зварювання з урахуванням тенденцій розвитку сучасного будівництва.

2. Кристалічна будова металів

Поняття о металах. Атомно-кристалічне структура металів. Поняття про зварюваність. Фізичні процеси та властивості електричної зварювальної дуги. Плавлення та кристалізація сплавів і металів зварювальної ванни. Плавлення. Первина кристалізація. Закономірності кристалізації зварювального шва. Вторинна кристалізація.

3. Основні відомості про електричне зварювання

Класифікація зварювання. Способи нагріву металу при електричному зварюванні. Нагрів при дуговому зварюванні, електрошлаковому зварюванні, контактному зварюванні. Характеристика основних видів зварювання. Ручна дугова. Види зварюваних з'єднань та швів. Особливості зварювання у різних положеннях у просторі. Дугове зварювання плавким електродом в захисних газах. Точкове зварювання. Стикове зварювання оплавленням. Зварювальна проволока для плавких електродів.

4. Теорія сплавів

Теорія сплавів. Загальна характеристика сплавів. Тверда сполука. Хімічне з'єднання. Механічна сполука. Правило відрізків. Діаграма становища для сплавів с необмеженої розчинності у твердому становище (II роду). Діаграма становища для сплавів с обмеженою розчинністю твердому становищі (III роду) – *діаграма с евтектикою та діаграма с перитектикою*. Діаграма становища для сплавів, відтворюючих хімічне з'єднання (IV роду). Діаграми становища подвоєних систем и їх значення при кристалізації металу зварних з'єднань.

5. Залізо та сполуки на його основі

Компоненти та фази у системі залізо-вуглець. Діаграма становища залізо-

цементит. Фазові та структурні зміни в сплавах Fe-Fe₃C після твердіння. Побудова кривих нагріву та охолодження. Вплив вуглецю та постійних сполук на властивості сталі. Значення фазового та структурного становища сплавів при зварюванні.

6. Сталі та чавуни

Стали різних способів виробництва. Вуглецева сталь загального значення. Класифікація та маркування сталей. Арматурні сталі. Вуглецеві сталі для зварних конструкцій. Зварювання вуглецевих сталей. Діаграма стану залізо-графіт. Структура чавуну. Форма графіту. Структура и властивості чавуну. Марка сірих и високоміцних чавунів. Ковкий чавун.

7. Леговані сталі

Маркування легованих сталей. Класифікація легованих сталей. Вплив легованих елементів на поліморфізм заліза. Розподіл легованих елементів у сталі. Карбідна фаза в легованих сталях. Зварювання сталі у залежності від її хімічного складу.

8. Особливості дугового зварювання різних конструкцій

Зварювання листових конструкцій, решітчастих и балочних конструкцій, труб та трубопроводів, арматури залізобетону. Режими зварювання кольорових металів.

САМОСТІЙНА РОБОТА

Самостійна робота складається з семи питань:

– перші п'ять – це, в основному, теоретичні питання про будову металів і сплавів, формуванні кристалічної решітки в зварній ванні, технології зварювання, призначення електродів, механічні властивості при пластичній деформації;

– питання з п'ятого по сьомий відносяться до застосування теоретичної частини курсу до практики інженерної діяльності. Вони призначені для придбання навичок вибору матеріалу для зварювання конструкцій, призначення для них видів і режимів зварювання з метою отримання необхідних властивостей з використанням діаграми залізо-вуглець. Одне питання присвячено розшифруванню марок сплавів і класифікації арматури.

У додатку наведені:

- діаграма стану залізо-цементит;
- розшифровка сталей, чавунів та інших сплавів відповідно до державних стандартів;
- питання для контролю;
- список рекомендованої літератури.

Варіанти завдань для самостійної роботи обираються згідно порядкового номеру в журналі академічної групи.

Варіант 1

1. Що таке ліквіація? Види ліквіації, причини їх виникнення та способи усунення.

2. Технологія ручного дугового зварювання. Особливості та прийоми зварювання в різних просторових положеннях. Зварювання в горизонтальному положенні.

3. Особливості дугового зварювання різних конструкцій. Зварювання листових конструкцій.

4. Призначення електродів типу Е42, марки АНО-1.

5. Дайте визначення ударної в'язкості (КСУ). Опишіть методику вимірювання цієї характеристики механічних властивостей металу.

6. Викресліть діаграму стану залізо-карбід заліза, вказати структурні складові у всіх областях діаграми, описати фазові перетворення і побудуйте криву охолодження (із застосуванням правила фаз) для сплаву, що містить 3,6% С. Яка структура цього сплаву при кімнатній температурі і як такий сплав називається?

7. Розшифруйте марки сплавів і класифікуйте арматуру:

Ст 2	ДСТУ 2651:2005
С245	ДСТУ 8539:2015
10ХСНД	ДСТУ 7806:2015
А6	ДСТУ 2839-94
ВЧ50	ДСТУ 3925-99
А500С Ø12	ДСТУ 3760:2019.

Варіант 2

1. Як і чому швидкість охолодження при кристалізації впливає на будову зварного шва?

2. Технологія ручного дугового зварювання. Особливості та прийоми зварювання в різних просторових положеннях. Зварювання в похилому положенні.

3. Особливості дугового зварювання різних конструкцій. Зварювання ґратчастих та балкових конструкцій.

4. Призначення електродів типу Е42А, марки СМ-11.

5. З листа свинцю шляхом прокатки при кімнатній температурі була отримана тонка фольга. Твердість і міцність цієї фольги виявилися такими ж, як у вихідного листа. Поясніть, які процеси відбувалися при пластичній деформації свинцю і якими змінами структури і властивостей вони супроводжувалися.

6. Викресліть діаграму стану залізо-карбід заліза, вказати структурні складові у всіх областях діаграми, описати фазові перетворення і побудуйте криву охолодження (із застосуванням правила фаз) для сплаву, що містить 0,8% С. Яка структура цього сплаву при кімнатній температурі і як такий сплав називається?

7. Розшифруйте марки сплавів і класифікуйте арматуру:

Ст 3	ДСТУ 2651:2005
С345Т	ДСТУ 8539:2015
15ХСНД	ДСТУ 7806:2015
АД0	ДСТУ 2839-94
ВЧ100	ДСТУ 3925-99
А600С Ø24	ДСТУ 3760:2019.

Варіант 3

1. Опишіть види твердих розчинів. Наведіть приклади.

2. Технологія ручного дугового зварювання. Особливості та прийоми зварювання в різних просторових положеннях. Зварювання в вертикальному положенні.

3. Особливості дугового зварювання різних конструкцій. Зварювання труб.

4. Призначення електродів типу Е46, марки ОЗС-4.

5. Дайте визначення твердості. Якими методами вимірюють твердість металів і сплавів? Опишіть їх.

6. Викресліть діаграму стану залізо - карбід заліза, вказати структурні складові у всіх областях діаграми, описати фазові перетворення і побудуйте криву охолодження (із застосуванням правила фаз) для сплаву, що містить 2,2% С. Яка структура цього сплаву при кімнатній температурі і як такий сплав називається?

7. Розшифруйте марки сплавів і класифікуйте арматуру:

Ст 4	ДСТУ 2651:2005
С390К	ДСТУ 8539:2015
14Г2	ДСТУ 7806:2015
АМц	ДСТУ ISO 209-1:2002
СЧ35	ДСТУ 8833:2019
А500СК Ø12	ДСТУ 3760:2019.

Варіант 4

1. Що таке обмежені і необмежені тверді розчини? Вкажіть умови утворення необмежених твердих розчинів.

2. Технологія ручного дугового зварювання. Особливості та прийоми зварювання в різних просторових положеннях. Зварювання в нижньому положенні.

3. Особливості дугового зварювання різних конструкцій. Зварювання арматури залізобетону.

4. Призначення електродів типу Е46А, марки УОНИ-13/45.

5. Дайте визначення відносного звуження. Опишіть методику вимірювання цієї характеристики механічних властивостей металу.

6. Викресліть діаграму стану залізо - карбід заліза, вказати структурні складові у всіх областях діаграми, описати фазові перетворення і побудуйте криву охолодження (із застосуванням правила фаз) для сплаву, що містить 3,2% С. Яка структура цього сплаву при кімнатній температурі і як такий сплав називається?

7. Розшифруйте марки сплавів і класифікуйте арматуру:

Ст 4кп	ДСТУ 2651:2005
С245	ДСТУ 8539:2015
14Г2	ДСТУ 7806:2015
АЛ2	ДСТУ 2839-94
СЧ10	ДСТУ 8833:2019
А600СК Ø14	ДСТУ 3760:2019.

Варіант 5

1. Опишіть явище поліморфізму (алотропії) в додатку до заліза.
2. Технологія ручного дугового зварювання. Класифікація зварних швів.
3. Технологія ручного дугового зварювання. Підготовка металу до зварювання.
4. Призначення електродів типу Е50, марки ВСЦ-4А.
5. Дайте визначення ударної в'язкості. Опишіть методику вимірювання цієї характеристики механічних властивостей металу.
6. Викресліть діаграму стану залізо - карбід заліза, вказати структурні складові у всіх областях діаграми, описати фазові перетворення і побудуйте криву охолодження (із застосуванням правила фаз) для сплаву, що містить 1,2% С. Яка структура цього сплаву при кімнатній температурі і як такий сплав називається?
7. Розшифруйте марки сплавів і класифікуйте арматуру:

ВСт 3сп	ДСТУ 2651:2005
С345Т	ДСТУ 8539:2015
10Г2ФБД	ДСТУ 7806:2015
МНЖ5-1	ДСТУ 3474-96
СЧ10	ДСТУ 8833:2019
Ат-IVК	ДСТУ 3760:2019.

Варіант 6

1. Охарактеризуйте особливості металевого типу зв'язку і основні властивості металів.
2. Технологія ручного дугового зварювання. Види зварних з'єднань і швів.
3. Технологія ручного дугового зварювання. Вибір режиму зварювання.
4. Призначення електродів типу Е50А, марки УОНИ-13/55.
5. Дайте визначення твердості. Опишіть методику вимірювання твердості за методом Роквелла.
6. Викресліть діаграму стану залізо - карбід заліза, вказати структурні складові у всіх областях діаграми, описати фазові перетворення і побудуйте криву

оохолодження (із застосуванням правила фаз) для сплаву, що містить 5,2% С. Яка структура цього сплаву при кімнатній температурі і як такий сплав називається?

7. Розшифруйте марки сплавів і класифікуйте арматуру:

ВСт 5пс	ДСТУ 2651:2005
С390К	ДСТУ 8539:2015
18Г2С	ДСТУ 7806:2015
Л90	ДСТУ ГОСТ 15527:2005
КЧ35-10	ДСТУ EN 1562:2017
Ат-IVСК	ДСТУ 3760:2019.

Варіант 7

1. Плавлення і кристалізація сплавів і металу зварювальної ванни.

2. Характеристика основних видів електричного зварювання. Плазмове зварювання.

3. Способи виправлення деформованих зварних конструкцій.

4. Призначення електродів типу Е55, марки УОНИ-13/55У.

5. Дайте визначення твердості. Опишіть методику вимірювання твердості за методом Брінелля.

6. Викресліть діаграму стану залізо - карбід заліза, вказати структурні складові у всіх областях діаграми, описати фазові перетворення і побудуйте криву оохолодження (із застосуванням правила фаз) для сплаву, що містить 0,2% С. Яка структура цього сплаву при кімнатній температурі і як такий сплав називається?

7. Розшифруйте марки сплавів і класифікуйте арматуру:

ВСт 5пс	ДСТУ 2651:2005
С390К	ДСТУ 8539:2015
09Г2С	ДСТУ 7806:2015
КЧ50-5	ДСТУ EN 1562:2017
МА17	ДСТУ ISO 3116:2013
Ат-IVС	ДСТУ 3760:2019.

Варіант 8

1. Атомно-кристалічна структура металів.
2. Характеристика основних видів електричного зварювання. Шовне зварювання.
3. Технологія ручного дугового зварювання. Особливості та прийоми зварювання в різних просторових положеннях. Зварювання в стельовому положенні.
4. Призначення електродів типу E70, марки НИАТ-ЗМ.
5. Дайте визначення границі пропорційності. Опишіть методику через виміри цієї характеристики механічних властивостей металу.
6. Викресліть діаграму стану залізо - карбід заліза, вказати структурні складові у всіх областях діаграми, описати фазові перетворення і побудуйте криву охолодження (із застосуванням правила фаз) для сплаву, що містить 2,14% С. Яка структура цього сплаву при кімнатній температурі і як такий сплав називається?
7. Розшифруйте марки сплавів і класифікуйте арматуру:

35ХС	ДСТУ 7806:2015
С390К	ДСТУ 8539:2015
16Г2АФ	ДСТУ 7806:2015
БрОЦ4-3	ДСТУ ГОСТ 5017:2007
СЧ40	ДСТУ 8833:2019
А800СК Ø40	ДСТУ 3760:2019.

Варіант 9

1. Опишіть лінійні недосконалості кристалічної будови. Як вони впливають на властивості металів і сплавів?
2. Характеристика основних видів електричного зварювання. Точкове зварювання.
3. Класифікація видів дугового зварювання по виду дуги і виду електрода.
4. Визначити призначення електродів типу E09МХ, марки ЦЛ-14 і призначити термічну обробку виробів.
5. Якими стандартними характеристиками механічних властивостей

оцінюється міцність металів і сплавів? Як ці характеристики визначаються?

6. Викресліть діаграму стану залізо - карбід заліза, вказати структурні складові у всіх областях діаграми, описати фазові перетворення і побудуйте криву охолодження (із застосуванням правила фаз) для сплаву, що містить 0,8%С. Яка структура цього сплаву при кімнатній температурі і як такий сплав називається?

7. Розшифруйте марки сплавів і класифікуйте арматуру:

Ст3кп	ДСТУ 2651:2005
С245	ДСТУ 8539:2015
14Г2СФБ	ДСТУ 7806:2015
ЛС59-1	ДСТУ ГОСТ 15527:2005
СЧ10	ДСТУ 8833:2019
А600К Ø30	ДСТУ 3760:2019.

Варіант 10

1. Опишіть будову зварного з'єднання.

2. Характеристика основних видів електричного зварювання. Стикове зварювання оплавленням.

3. Класифікація видів дугового зварювання по роду і полярності зварювального струму і способу формування шва.

4. Визначити призначення електродів типу Е09МХ, марки ОЗС-6 і призначити термічну обробку виробів.

5. Які механічні властивості визначаються при динамічних випробуваннях? Опишіть методику випробувань.

6. Викресліть діаграму стану залізо - карбід заліза, вказати структурні складові у всіх областях діаграми, описати фазові перетворення і побудуйте криву охолодження (із застосуванням правила фаз) для сплаву, що містить 4,3%С. Яка структура цього сплаву при кімнатній температурі і як такий сплав називається?

7. Розшифруйте марки сплавів і класифікуйте арматуру:

22Х2Г2АЮ	ДСТУ 2651:2005
С345Т	ДСТУ 8539:2015

Ст0пс	ДСТУ 2651:2005
ВЧ80	ДСТУ 3925-99
БрАЖН10-4-4	ДСТУ ГОСТ 18175-78
А240	ДСТУ 3760:2019.

Варіант 11

1. Опишіть процес кристалізації. Що таке переохолодження і як воно впливає на величину зерна металу, що кристалізується?

2. Характеристика основних видів електричного зварювання. Контактне стикове зварювання опором.

3. Зварюваність сталі в залежності від її хімічного складу.

4. Визначити призначення електродів типу Е09М1Х, марки ТМЛ-1 і призначити термічну обробку виробів.

5. Що таке статичні випробування? Які механічні властивості визначаються при цьому виді випробувань? Дайте їх характеристику.

6. Викресліть діаграму стану залізо - карбід заліза, вказати структурні складові у всіх областях діаграми, описати фазові перетворення і побудуйте криву охолодження (із застосуванням правила фаз) для сплаву, що містить 4,3%С. Яка структура цього сплаву при кімнатній температурі і як такий сплав називається?

7. Розшифруйте марки сплавів і класифікуйте арматуру:

Ст1пс	ДСТУ 2651:2005
С345Т	ДСТУ 8539:2015
12Х13	ДСТУ ГОСТ 5632-2014
БрОЦ4-3	ДСТУ ГОСТ 5017:2007
АК12(АЛ2)	ДСТУ 2839-94
А300	ДСТУ 3760:2019.

Варіант 12

1. Фізичні процеси і властивості електричної зварювальної дуги.

2. Характеристика основних видів електричного зварювання. Електрошлакове

зварювання.

3. Вплив елементів, що містяться в сталях, на їх зварюваність.

4. Визначити призначення електродів типу E09X1MФ, марки ЦЛ-20 і призначити термічну обробку виробів.

5. Що таке діаграма розтягування? За яких випробуваннях вона отримує і для розрахунку яких механічних властивостей використовується?

6. Викресліть діаграму стану залізо - карбід заліза, вказати структурні складові у всіх областях діаграми, описати фазові перетворення і побудуйте криву охолодження (із застосуванням правила фаз) для сплаву, що містить 2,3%С. Яка структура цього сплаву при кімнатній температурі і як такий сплав називається?

7. Розшифруйте марки сплавів і класифікуйте арматуру:

Ст4пс	ДСТУ 2651:2005
ВЧ50	ДСТУ 3925-99
13ХГТ	ДСТУ 7806:2015
Л60	ДСТУ ГОСТ 15527:2005
АК7(АЛ9)	ГОСТ 1583 -93
А400	ДСТУ 3760:2019.

Варіант 13

1. Що таке сплав? Дайте характеристику фаз які можуть утворювати компоненти сплавів?

2. Характеристика основних видів електричного зварювання. Дугове зварювання електродом, що плавиться в захисних газах.

3. Особливості металургійного процесу при електричному зварюванні.

4. Визначити призначення електродів типу E09X1M, марки ЦЛ-38 і призначити термічну обробку виробів.

5. Що таке рекристалізація і рекристалізаційний відпал? Як впливає рекристалізаційний відпал на властивості деформованого металу?

6. Викресліть діаграму стану залізо - карбід заліза, вказати структурні складові у всіх областях діаграми, описати фазові перетворення і побудуйте криву

охолодження (із застосуванням правила фаз) для сплаву, що містить 1,3%С. Яка структура цього сплаву при кімнатній температурі і як такий сплав називається?

7. Розшифруйте марки сплавів і класифікуйте арматуру:

БСт5сп	ДСТУ 2651:2005
СЧ20	ДСТУ 8833:2019
80С	ДСТУ 7806:2015
Л60	ДСТУ ГОСТ 15527:2005
20ХГС2	ДСТУ 3953-2000
А500	ДСТУ 3760:2019.

Варіант 14

1. Які кристалічні решітки утворюють метали? Нарисуйте їх і опишіть основні їх характеристики. Наведіть приклади металів на кожен тип кристалічної решітки.

2. Характеристика основних видів електричного зварювання. Дугове зварювання неплавким електродом в захисних газах.

3. Вкажіть існуючі дефекти зварного з'єднання.

4. Визначити призначення електродів типу Е-10Х3М1БФ, марки ЦЛ-39 і призначити термічну обробку виробів.

5. Що таке гаряча і холодна пластична деформація? Як вони впливають на властивості сталі?

6. Викресліть діаграму стану залізо - карбід заліза, вказати структурні складові у всіх областях діаграми, описати фазові перетворення і побудуйте криву охолодження (із застосуванням правила фаз) для сплаву, що містить 0,3%С. Яка структура цього сплаву при кімнатній температурі і як такий сплав називається?

7. Розшифруйте марки сплавів і класифікуйте арматуру:

Ст3Гпс	ДСТУ 2651:2005
КЧ30-6	ДСТУ EN 1562:2017
20ХГ2С	ДСТУ 7806:2015
ЛЖМц59-1-1	ДСТУ ГОСТ 15527:2005
С345Т	ДСТУ 8539:2015

Варіант 15

1. Опишіть точкові недосконалості кристалічної будови металу. Який їх вплив на властивості металу?
2. Характеристика основних видів електричного зварювання. Автоматичне зварювання під флюсом.
3. Металеві покриті електроди для зварювання.
4. Визначити призначення електродів типу Е-10Х5МФ, марки ЦЛ-17 і призначити термічну обробку виробів.
5. Яка температура розділяє райони холодної та гарячої пластичної деформації і чому? Розгляньте на прикладі заліза.
6. Викресліть діаграму стану залізо - карбід заліза, вказати структурні складові у всіх областях діаграми, описати фазові перетворення і побудуйте криву охолодження (із застосуванням правила фаз) для сплаву, що містить 0,7%С. Яка структура цього сплаву при кімнатній температурі і як такий сплав називається?
7. Розшифруйте марки сплавів і класифікуйте арматуру:

Ст6сп	ДСТУ 2651:2005
КЧ 70-2	ДСТУ EN 1562:2017
23Х2Г2Т	ДСТУ 7806:2015
АЛ11	ДСТУ 2839-94
С245	ДСТУ 8539:2015
А800	ДСТУ 3760:2019.

Варіант 16

1. Опишіть лінійні дефекти кристалічної будови металу. Який їх вплив на властивості?
2. Характеристика основних видів електричного зварювання. Напівавтоматичне зварювання під флюсом.
3. Призначення електродних покриттів.

4. Призначення електродів типу Е-10Х25Н13Г2, марки ЗРС-2.

5. Якими стандартними характеристиками механічних властивостей оцінюється пластичність металів і сплавів? Як вони визначаються?

6. Викресліть діаграму стану залізо - карбід заліза, вказати структурні складові у всіх областях діаграми, описати фазові перетворення і побудуйте криву охолодження (із застосуванням правила фаз) для сплаву, що містить 0,85%С. Яка структура цього сплаву при кімнатній температурі і як такий сплав називається?

7. Розшифруйте марки сплавів і класифікуйте арматуру:

ВСт 4кп ДСТУ 2651:2005

КЧ55-4 ДСТУ EN 1562:2017

30ХС2 ДСТУ 7806:2015

АЛ11 ДСТУ 2839-94

С245 ДСТУ 8539:2015

А1000 ДСТУ 3760:2019.

Варіант 17

1. Описати сутність та призначення макроаналізу.

2. Характеристика основних видів електричного зварювання. Ручне дугове зварювання неплавким електродом.

3. Фізичні процеси і властивості електричної зварювальної дуги.

4. Призначення електродів типу Е-11Х15Н25М6АГ2, марки НИАТ-5.

5. У чому сутність явища наклепу і яке він має практичне використання?

6. Викресліть діаграму стану залізо - карбід заліза, вказати структурні складові у всіх областях діаграми, описати фазові перетворення і побудуйте криву охолодження (із застосуванням правила фаз) для сплаву, що містить 4,3%С. Яка структура цього сплаву при кімнатній температурі і як такий сплав називається?

7. Розшифруйте марки сплавів і класифікуйте арматуру:

Ст3Гпс ДСТУ 2651:2005

ВЧ45 ДСТУ 3925-99

45ХН ДСТУ 7806:2015

ЛАЖ60-1-1	ДСТУ ГОСТ 15527:2005
С245	ДСТУ 8539:2015
Ат-VCK	ДСТУ 3760:2019.

Варіант 18

1. Як впливає пластична деформація металів на будову і властивості металів?
2. Характеристика основних видів електричного зварювання. Ручне дугове зварювання електродом, що плавиться.
3. Загальні відомості про джерела живлення. Вимоги до джерел живлення.
4. Призначення електродів типу Е-08Х16Н8М2, марки ЦТ-26-1.
5. Опишіть шляхи підвищення міцності металів.
6. Викресліть діаграму стану залізо - карбід заліза, вказати структурні складові у всіх областях діаграми, описати фазові перетворення і побудуйте криву охолодження (із застосуванням правила фаз) для сплаву, що містить 2,3%С. Яка структура цього сплаву при кімнатній температурі і як такий сплав називається?
7. Розшифруйте марки сплавів і класифікуйте арматуру:

Ст2	ДСТУ 2651:2005
ВЧ 70	ДСТУ 3925-99
10Г2С1Д	ДСТУ 7806:2015
БрА7	ДСТУ ГОСТ 18175-78
С245	ДСТУ 8539:2015
Ат-IVK	ДСТУ 3760:2019.

Варіант 19

1. Які з найбільш поширених металів мають гранецентровану кубічну решітку? Накресліть елементарну комірку і вкажіть її параметри, координаційне число.
2. Способи нагріву металу при електричному зварюванні. Нагрівання при контактному зварюванні.
3. Загальні відомості про джерела живлення. Режим роботи джерел

65	ДСТУ 7809:2015
ВЧ 100	ДСТУ 3925-99
25С2Р	ДСТУ 7806:2015
БрОЦ4-3	ДСТУ ГОСТ 5017:200
15ХМ	ДСТУ 7806:2015
А1000СК Ø32	ДСТУ 3760:2019.

Варіант 21

1. Як впливає ступінь переохолодження на величину зерна при кристалізації?
2. Особливості зварювання високолегованих сталей.
3. Загальні відомості про джерела живлення. Електричні характеристики джерел живлення
4. Призначення електродів типу Мідь, «Комсомолец-100».
5. Яка температура розділяє райони холодної та гарячої пластичної деформації і чому? Розгляньте на прикладі заліза.
6. Викресліть діаграму стану залізо - карбід заліза, вказати структурні складові у всіх областях діаграми, описати фазові перетворення і побудуйте криву охолодження (із застосуванням правила фаз) для сплаву, що містить 4,3%С. Яка структура цього сплаву при кімнатній температурі і як такий сплав називається?
7. Розшифруйте марки сплавів і класифікуйте арматуру:

Р6М5	ДСТУ 3953-2000
40	ДСТУ 7809:2015
Ст5пс	ДСТУ 2651:2005
ВЧ80	ДСТУ 3925-99
БрАЖН10-4-4	ДСТУ ГОСТ 18175-78
А800К Ø32	ДСТУ 3760:2019.

Варіант 22

1. Вторинна кристалізація зварного шва.
2. Способи нагріву металу при електричному зварюванні. Нагрівання при

7. Розшифруйте марки сплавів і класифікуйте арматуру:

БСт6сп	ДСТУ 2651:2005
КЧ 65-3	ДСТУ EN 1562:2017
10Г2С2Д	ДСТУ 7806:2015
АМг6	ДСТУ ГОСТ 4784-97
15ХМ	ДСТУ 7806:2015
А300С Ø16	ДСТУ 3760:2019.

Варіант 24

1. Що таке твердий розчин? Види твердих розчинів, приклади.
2. Класифікація зварювання з технічних ознак.
3. Способи попередження та зменшення внутрішніх напружень і деформацій при зварюванні.
4. Призначення електродів типу Е46, марки МР-3.
5. Що таке ударна в'язкість? Як визначається ця характеристика механічних властивостей металу?
6. Викресліть діаграму стану залізо - карбід заліза, вказати структурні складові у всіх областях діаграми, описати фазові перетворення і побудуйте криву охолодження (із застосуванням правила фаз) для сплаву, що містить 4%С. Яка структура цього сплаву при кімнатній температурі і як такий сплав називається ?

7. Розшифруйте марки сплавів і класифікуйте арматуру:

Ст3пс	ДСТУ 2651:2005
КЧ35-10	ДСТУ EN 1562:2017
08Г2С	ДСТУ 7806:2015
АЛ4	ДСТУ 2839-94
С245	ДСТУ 8539:2015
А800СК Ø30	ДСТУ 3760:2019.

Варіант 25

1. Як впливає швидкість охолодження на будову металу, що кристалізується?

ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ

1. Назвіть кристалічні решітки металів і вкажіть їх характеристики: параметр, щільність упаковки і координаційне число.
2. Що таке поліморфізм (алотропія), поясніть на прикладі заліза.
3. Реальне будова металів, що таке вакансії і дислокації, їх вплив на властивості.
4. Що таке переохолодження? Який зв'язок між величиною зерна, швидкістю зародження, швидкістю росту кристалів і ступенем переохолодження?
5. Форми кристалів і вплив реального середовища на процес кристалізації. Утворення дендритної структури.
6. Що таке компонент, фаза, система, число ступенів свободи?
7. Що являють собою тверді розчини впровадження, умови їх утворення.
8. Що представляють собою тверді розчини заміщення, умови їх утворення.
9. Поясніть принцип побудови кривих нагрівання і охолодження, правило фаз.
10. У чому відмінність між пружною і пластичною деформаціями?
11. У чому сутність явища наклепу і яке він має практичне використання?
12. Як змінюється щільність дислокацій при пластичній деформації, їх вплив на міцність металу.
13. Що таке твердість? Які є методи її визначення?
14. Які характеристики механічних властивостей визначаються при випробуванні на розтяг?
15. Що таке межа міцності? Поясніть методику визначення і приведіть формулу для розрахунку.
16. Що таке межа плинності? Поясніть методику визначення і приведіть формулу для розрахунку.
17. Що таке відносне подовження? Поясніть методику визначення і приведіть формулу для розрахунку.

18. Що таке відносне звуження? Поясніть методику визначення і приведіть формулу для розрахунку.
19. Що таке ударна в'язкість? Як вона визначається?
20. Як змінюються будова і властивості деформованого металу при нагріванні?
21. У чому відмінність між холодною і гарячою пластичними деформаціями?
22. Яке призначення рекристалізаційного відпалу і як він здійснюється?
23. Що таке ферит, аустеніт і цементит?
24. Перетворення в системі залізо - цементит: евтектоїдне, евтектичне і перитектичне.
25. Які перетворення відбуваються в сталях при температурах A_1 , A_3 , A_{cm} ?
26. Як класифікують вуглецеві сталі по структурі в рівноважному стані?
27. Як класифікують леговані сталі за структурою в рівноважному стані?
28. Будова, властивості, застосування і маркування сірих чавунів.
29. Будова і властивості білих чавунів.
30. Як отримують високоміцний чавун? Його будова, властивості і маркування.
31. Як отримують ковкий чавун? Його будова, властивості і маркування.
32. Механізм утворення аустеніту при нагріванні сталі.
33. Конструкційні сталі звичайної якості, їх склад, властивості, класифікація за ступенем розкислення, маркування.
34. Якісні вуглецеві конструкційні сталі, їх склад, властивості, термічна обробка, маркування.
35. Властивості і застосування алюмінію, класифікація алюмінієвих сплавів.
36. Ливарні алюмінієві сплави. Наведіть їх марки, склад, обробку, властивості.
37. Деформуємі алюмінієві сплави, що не зміцнюються термічною обробкою.
38. Деформуємі алюмінієві сплави, що зміцнюються термічною обробкою.
39. Вкажіть марки, склад, обробку, властивості і призначення різних сплавів на основі магнію.

40. Які сплави відносяться до латуней? Наведіть приклади марок латуні, вкажіть їх склад, структуру, властивості і призначення.

41. Які сплави відносяться до бронзи? Наведіть приклади марок бронзи, вкажіть їх склад, структуру, властивості і призначення.

42. Бериллові бронзи, їх склад, термічна обробка, структура, властивості і призначення.

43. Маркування сталей, чавунів, твердих сплавів і кольорових сплавів.

44. Класифікація і маркування електродів.

ЛІТЕРАТУРА, ЩО РЕКОМЕНДУЄТЬСЯ

Основна література

1. Власенко А.М. Матеріалознавство та технологія металів: підручник для здобувачів професійної освіти. – Київ: Літера ЛТД, 2019. – 224 с.
2. Бурда, М.Й. Металознавство і зварювання [Текст]: лаб. практикум / М.Й. Бурда, О.М. Матвієнків. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021. – 69 с.
3. Спеціальні способи зварювання: підручник / І.В. Кривцун, В.В. Квасницький, С.Ю. Максимов, Г.В. Єрмолаєв, за загальною редакцією академіка НАН України, доктора технічних наук, професора Б.Є. Патона. – Миколаїв: НУК, 2017.– 346 с.
4. Металознавство: навч. посібник / І.В. Прокопович. – Одеса: Екологія, 2020. – 308 с.
5. Матеріалознавство: навчальний посібник / І. Савуляк, О.П. Шиліна, В.Й. Шенфельд / ВНТУ – Вінниця: 2019.-34 с.
6. Матеріалознавство. Сталь: класифікація, виробництво, споживання, маркування. За ред. Криля Я.А. Новий світ-2000: 2021. – 267 с.
7. Пахаренко В.Л., Марчук М.М., Пахаренко О.В. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство (обробка металів різанням) НУВГП Рівне: 2018. – 252 с.
8. Бодрова Л.Г. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство, розділ Матеріалознавство: Навчальний посібник / Л.Г. Бодрова, Г.М. Крамар, Я.О. Ковальчук, І.В. Коваль – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. – 157 с.

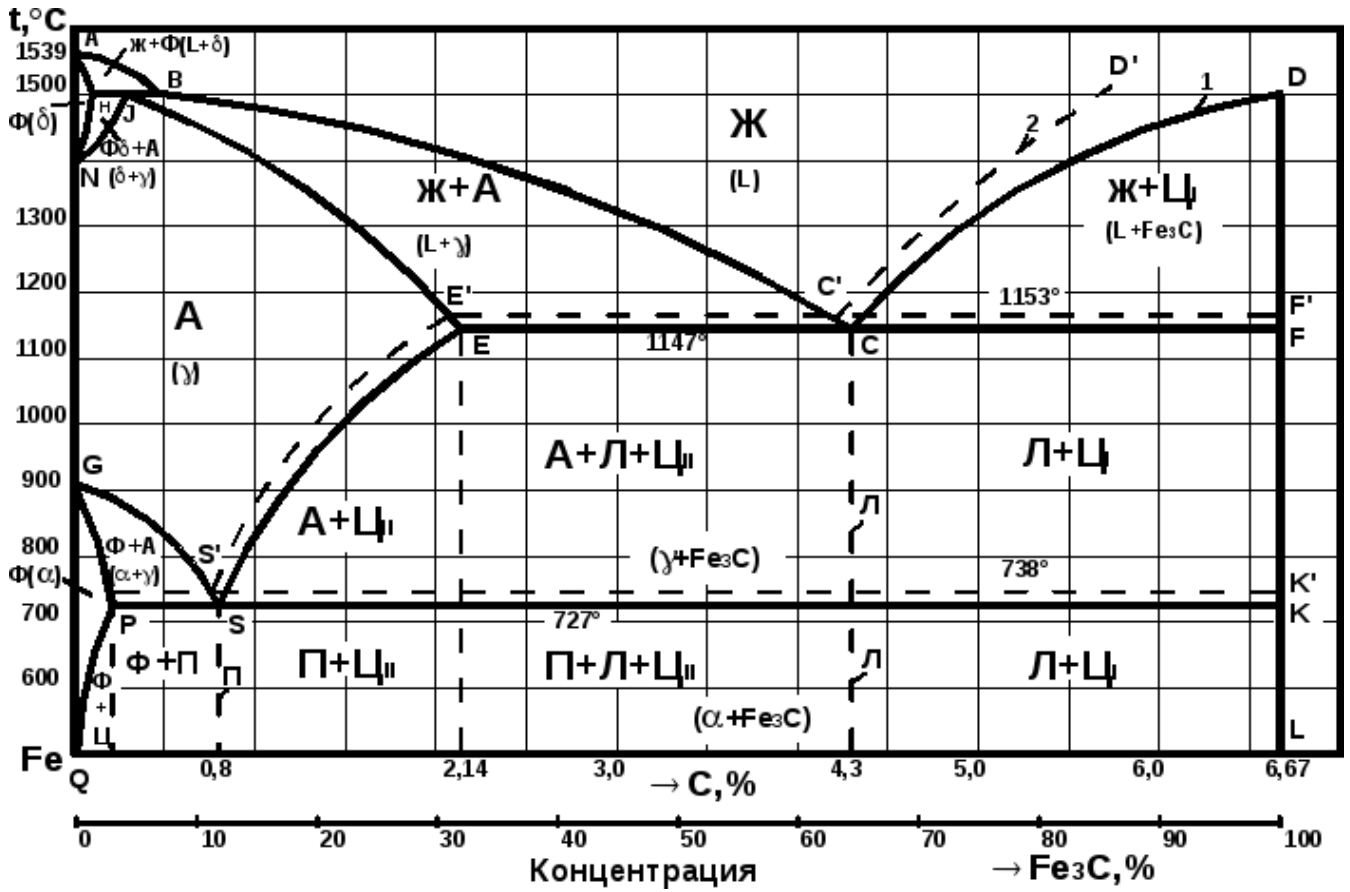
Нормативні джерела:

1. ДСТУ 2651:2005 Сталь вуглецева звичайної якості. Марки. Київ. Держспоживстандарт України 2006.
2. ДСТУ 4484:2005/ГОСТ 535-2005 Прокат сортовий і фасонний зі сталі вуглецевої звичайної якості. Загальні технічні умови. Київ. Держспоживстандарт України 2005.
3. ДСТУ 7806:2015 Прокат із легованої конструкційної сталі. Технічні умови. Київ. (ДП «УкрНДНЦ») 2016.

4. ДСТУ 8833:2019 Виливки із сірого чавуну з пластинчастим графітом. Загальні технічні умови. Київ. (ДП «УкрНДНЦ») 2019.
5. ДСТУ 3925-99 Чавун з кулястим графітом для виливків. Марки. З поправками (ІПС № 9-2002, ІПС № 8-2006). Київ. Держстандарт України 2000.
6. ДСТУ ГОСТ 15527:2005 Сплави мідно-цинкові (латунні), оброблювані тиском. Марки (ГОСТ 15527-2004, ІДТ). З Поправками (ІПС № 6-2005), (ІПС № 9-2005). Київ. Держспоживстандарт України 2005.
7. ДСТУ ГОСТ 5017:2007 Бронзи олов'яні, оброблювані тиском. Марки (ГОСТ 5017-2006, ІДТ).
8. ДСТУ ISO 209-1:2002 Алюміній та алюмінієві сплави здеформовні. Хімічний склад та види продукції. Частина 1. Марки (ISO 209-1:1989, ІДТ). Київ. Держспоживстандарт України 2004.
9. ДСТУ EN ISO 3834-1:2022 «Вимоги до якості для зварювання плавленням металевих матеріалів. Частина 1. Критерії вибору належного рівня вимог до якості». — Діючий (набрав чинності 31.12.2023).
10. ДСТУ EN ISO 9606-1:2018 «Кваліфікаційні випробування зварників. Зварювання плавленням. Частина 1. Сталі». — Діючий.

ДОДАТКИ

Д 1.



Маркування сталей

Сталь	Позначення марки сталі	Розшифровка марки сталі
1	2	3
1. Сталь вуглецева звичайної якості. Марки ДСТУ 2651:2005	Ст та цифри 0, 1, 2, 3, 4, 5 або 6 (Ст2, Ст3пс)*	Ст – сталь, цифра – умовний номер марки в залежності від хімічного складу
2. Прокат сортовий, калібрований зі спеціальним обробленням поверхні з вуглецевої якісної конструкційної сталі. Загальні технічні умови ДСТУ 7809:2015	Дві цифри (40, 10кп, 55пс)*	Середній вміст вуглецю в сотих долях відсотка
3. Сталь сортова і калібрована корозійностійка, жаростійка і жароміцна. Технічні вимоги. ДСТУ 7807:2015; ДСТУ ГОСТ 5949-2018 та ін.	Дві цифри, поєднання, букв і цифр (20ХН, 20ХНЗА, 18Х2Н4МА - Ш, 30ХГСА - СШ)*	Дві цифри – вміст вуглецю в сотих долях відсотка, букви – легуючі елементи, цифри після букви – вміст легуючого елемента в цілих відсотках, відсутність цифри після букви – легуючого елемента менше 1,5%
4. Прокат з конструкційної сталі високої оброблюваності і різанням. Технічні умови. ДСТУ 8968:2019	А або АС, дві цифри, поєднання букв та цифр (А11, АС14, АС45Г2)	А – автоматна сірчана АС – автоматна свинцевовмісна, дві цифри – вміст вуглецю в сотих долях процента, інші позначення відповідають легованим конструкційним сталям
5. Сталь підшипникова. Технічні умови ДСТУ 8942:2019	Літери ШХ, цифра (ШХ4, ШХ15СГ)	Ш – підшипникова, Х – легована хромом, цифри 4, 15, 20 – вміст хрому (0,4; 1,5; 2,0%). Додатково може бути легована кремнієм і марганцем
6. Прутки, штаби та мотки з інструментальної нелегованої сталі. Загальні технічні умови. ДСТУ 3833-98	У, одна або дві цифри (У8, У12А)*	У – вуглецева, цифри – вміст вуглецю в десятих долях процента

1	2	3
7. Прутки, штаби та мотки з інструментальної легованої сталі. Загальні технічні умови. ДСТУ 3953-2000	Поєднання букв і цифр (9ХС, Х12Ф1)	Цифра – вміст вуглецю в десятих долях відсотка. Якщо сталь починається з букви, то вміст вуглецю близько 1%, буква – легуючий елемент, цифри після букв – вміст легуючого елемента в цілих процентах, відсутність цифри - вміст легуючого елемента 1% або < 1,8%
8. Прутки та смуги зі швидкорізальної сталі. Технічні умови. ДСТУ EN ISO 4957:2007 ДСТУ ГОСТ 19265-73 ДСТУ 7304:2013	Р, цифра, поєднання букв і цифр (Р9М4К6,	Р – швидкорізальна, цифра – вміст вольфраму в цілих відсотках, решта позначення відповідає легованим конструкційним сталям
9. Прокат для будівельних сталевих конструкцій. Загальні технічні умови. ДСТУ 8539:2015	С, тризначна цифра (С245, С345Т, С390К)*	С – будівельна, цифра – значення границі текучості (Н /мм ²)
10. Сталь електротехнічна нелегована тонколистова і стрічки. Технічні умови ГОСТ 3836 - 83	П'ять цифр (І0832, 2І895)	Перша цифра – клас по структурному стану і виду прокатки. Друга – тип за вмістом кремнію. Третя – група за основною нормованою характеристикою. Четверта і п'ята – значення коерцитивної сили в цілих одиницях, А/М
11. Сталь електротехнічна нелегована тонколистова і стрічки. Технічні умови ДСТУ ГОСТ 21427.1-83	Чотири цифри (І211, 1511)	Перша цифра – клас за структурним станом і виду прокату. Друга – за вмістом кремнію. Третя – група за основною нормованою характеристикою. Четверта – порядковий номер типу сталі

* Наприкінці кінці марки сталі можуть бути додаткові позначення: ступінь розкислення сталі – кп (кипляча), сп (спокійна), пс (напівспокійна), цифра після позначення ступеня розкислення – категорія нормованого показника за механічними властивостями. Якщо ступінь розкислення не вказана – сталь спокійна. ПП – сталь підвищеної прожарюваності, А – високоякісна, Ш – особовисокоякісна, СШ – оброблена синтетичним шлаком, Т – термічно оброблена, Н – нагартована, Л – ливарна, К – сталь для котлів (в будівельних сталях – варіант хімічного складу)

Позначення легуючих елементів в сталях

Назва легуючого	Хімічний символ	Позначення	Назва легуючого	Хімічний символ	Позначення
1	2	3	4	5	6
Азот	N	А	Мідь	Cu	Д
Ніобій	Nb	Б	Селен	Se	Е
Вольфрам	W	В	Кобальт	Co	К
Марганець	Mn	Г	Молібден	Mo	М
Нікель	Ni	Н	Вуглець	C	У
Фосфор	P	П	Хром	Cr	Х
Бор	B	Р	Цирконій	Zr	Ц
Кремній	Si	С	Алюміній	Al	Ю
Титан	Ti	Т	Ванадій	V	Ф

Маркування чавунів

Чавун	Позначення марки чавуну	Розшифровка марки чавуну
Сірий. ДСТУ 8833:2019	СЧ – цифра (СЧ35, СЧ10)	С – сірий, Ч – чавун, цифра – мінімальне значення тимчасового опору (σ_B),
Високоміцний ДСТУ 3925-99	ВЧ – цифра (ВЧ50, ВЧ100)	В – високоміцний, Ч – чавун, цифра – аналогічно сірому чавуну (ВЧ100, $\sigma_B = 1000$ МПа)
Ковкий ДСТУ EN 1562:2019	КЧ – дві цифри через тире (КЧ35-10, КЧ70-2)	К – ковкий, Ч – чавун. Перша цифра – аналогічно сірому чавуну, друга – відносне подовження (δ , %)

Таблиця Д 5

Маркування твердих сплавів (ДСТУ ГОСТ 3882 – 74)

Група	Позначення марки твердого сплаву	Розшифровка марки твердого сплаву
Вольфрамова	ВК, цифра (ВК3, ВК8)	В – карбід вольфраму; К – кобальт, цифра – його кількість в процентах, решта WC
Титановольфрамова	Т, цифра; К, цифра (Т15К6, Т30К4)	Т – карбід титана, К – кобальт, цифри – їх кількість в процентах, решта – WC
Титанотантало-вольфрамова	ТТ, цифра; К, цифра (ТТ7К12, ТТ20К9)	ТТ – карбіди титана і танталу, цифра – їх сумарна кількість в процентах, К – кобальт, цифра – його кількість в процентах, решта – WC

Таблиця Д 6

Маркування сплавів на основі магнію, міді та алюмінію

Сплави	Позначення марки сплаву	Розшифровка марки сплаву
1	2	3
Магнієві ДСТУ ISO 16220:2008 ДСТУ ISO 3116:2013	М, букви А або Л, цифра (МА1, МЛ12)	М – магнієвий А – деформуємий Л – ливарний цифра – номер сплаву
Сплави мідно-цинкові (латунні) ДСТУ ГОСТ 15527:2005 ДСТУ ГОСТ 17711 - 93	Л, цифра (Л60, Л96)	Латунь деформуєма, цифра – вміст Cu, решта Zn, %
	Л, букви, цифри, відділені дефісом (ЛАЖ60-1-1)	Латунь деформуєма. Букви – легуючі елементи, перша цифра – вміст міді, наступні – легуючих елементів, решта Zn, %
	Л, буква, цифра, буква, цифра і т.д. (ЛЦ30А3, ЛЦ40Мц3Ж)	Латунь деформуєма. Букви – легуючі елементи, перша цифра – вміст міді, наступні – легуючих елементів, решта Zn, %
Мідні (бронзи) ДСТУ ГОСТ 5017:2007 ДСТУ 3474-96	Бр, букви, цифри, відділені дефісом (БрОЦ4-3, БрАЖ9-4)	Бронза деформуєма, букви – легуючі елементи, цифри – їх вміст, %. Вміст міді визначається різницею від 100%
	Бр, поєднання букв і цифр (БРА10Ж3Мц2)	Бронза ливарна, буква – легуючий елемент, цифра – його вміст, %

1	2	3
Алюмінієві ливарні ДСТУ 2839-94	А, поєднання букв і цифр (АМ5, АК12ММгН) або АЛ, цифра (АЛ9, АЛ27)	А – алюмінієвий, ливарний, буква – легуючий елемент, цифра – його вміст у % А – алюмінієвий, ливарний, цифра – номер сплаву
Алюмінієві деформівні. ГОСТ 4784 - 97	АК, цифра (АК4) АМг, цифра (АМг2) Д, цифра (Д16)	Алюмінієвий кований, цифра – номер сплаву Алюмінієвий, системи АL-Mg, цифра – номер сплаву Дюралюміній, цифра – номер сплаву

Таблиця Д 7

Позначення легуючих елементів в кольорових сплавах

Назва легуючого елемента	Хімічний символ	Позначення	Назва легуючого елемента	Хімічний символ	Позначення
І	2	3	4	5	6
Алюміній	Al	А	Мідь	Cu	М
Берилій	Be	Б	Нікель	Ni	Н
Залізо	Fe	Ж	Олово	Sn	О
Кремній	Si	К	Свинець	Pb	С
Магній	Mg	Мг	Фосфор	P	Ф
Марганець	Mn	Мц	Цинк	Zn	Ц

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з дисципліни
«МЕТАЛОЗНАВСТВО ТА ЗВАРЮВАННЯ»

*(для здобувачів вищої освіти
спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія»)
(Електронне видання)*

Укладач: БІЛОШИЦЬКИЙ Микола Володимирович

Оригінал - макет Н.І. Білошицька

Підписано до друку _____
Формат 60×84¹/₁₆. Папір типограф. Гарнитура Times.
Друк офсетний. Умов. друк. арк. ____ . Обл.-вид.арк. ____ .
Тираж ____ прим. Вид. № ____ . Замовл. № ____ . Ціна договірна.

Видавництво Східноукраїнського національного університету
імені Володимира Даля

Адреса видавництва: м. Київ, вул. Іоанна Павла II буд 17, Телефон: +38(050) 218
04 78, факс (064 52) 4 03 42
E-mail: vidavnictvosnu.ua@gmail.com