

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-енергетичний факультет  
Кафедра загальнотехнічних дисциплін

**МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО І ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙ МАТЕРІАЛІВ**

Методичні рекомендації до розділу “Зварювальне виробництво”, модуль 3  
для виконання лабораторних робіт і самостійної роботи студентами  
денної і заочної форм навчання напряму підготовки:

6.100102 “Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва”

**Миколаїв**

**2015**

УДК 669.017

ББК 30.3

П 54

Друкується за рішенням науково-методичної комісії інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету.

Протокол № 9 від 28 «травня» 2015 року.

**Укладач:**

Полянський П.М. – кандидат економічних наук, доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін Миколаївського національного аграрного університету.

**Рецензенти:**

Марченко Д. Д. – кандидат технічних наук, асистент кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації та технічного сервісу Миколаївського національного аграрного університету;

Іванов Г. О. – кандидат технічних наук, доцент кафедри загальнотехнічних наук Миколаївського національного аграрного університету.

## Вступ

Навчальна дисципліна «Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів» дає студентам необхідні відомості про сучасні методи отримання і обробки металів та інших конструкційних матеріалів, про їх властивості й будову, способи обробки шляхом виливки, ковки, зварювання, різання і ін. для надання їм заданої форми і розмірів.

Вивчення даного курсу є передумовою до успішного засвоєння ряду спеціальних дисциплін, які формують технічний кругозір інженера-механіка. Ознайомлення з сучасними способами отримання чорних та кольорових металів й інших конструкційних матеріалів, знання їх основних властивостей і методів обробки, які надають їм потрібні експлуатаційні властивості, необхідні для правильного вибору та використання цих матеріалів.

Перед початком вивчення даної дисципліни необхідно мати навчальну літературу та методичні рекомендації.

За основними розділами курсу «Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів» програмою передбачаються лабораторно-практичні заняття, які проводяться в лабораторіях університету.

## **ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ**

При проведенні зварювання необхідно дотримуватися наступних основних правил з попередження нещасних випадків

Від ураження струмом:

1. ретельно заземлювати обладнання для зварювання, та робочий стіл зварника;
2. забезпечувати справність електродротів;
3. драти повинні бути надійно ізольовані і захищені від механічних пошкоджень;
4. всі частини електродотримачів, які знаходяться під напругою, повинні бути добре захищені від випадкового дотику;
5. після закінчення роботи або під час відлучення зварника від робочого місця електричний струм повинен бути вимкнений;
6. при проведенні зварювання в вологому приміщенні або при зварюванні металевих резервуарів, крупних металоконструкцій потрібно користуватися дерев'яними підмостками, гумовими килимками для ізоляції тіла зварника від землі;
7. у випадку ураження працюючого електричним струмом необхідно, не торкаючись потерпілого, вимкнути струм та надати допомогу потерпілому (зробити штучне дихання).

Від ураження променями електричної дуги:

1. закрити обличчя і шию захисним щитком або шоломом з спеціальними темними скельцями та надіти рукавиці;
2. відгородити місце зварювання кабінами, переносними щитками для захисту від випромінювання зварювальної дуги оточуючих людей;
3. попередити оточуючих людей про початок зварювання.

Від опіків каплями розплавленого металу і шлаку

1. працювати в комбінезоні із міцної матерії або в брезентових куртці та брюках навипуск. При автоматичному зварюванні працювати в гумових калошах та гумових рукавицях.

Від вибухів ємностей і вибухонебезпечних речовин;

1. не виконувати зварювання ємностей, які знаходяться під тиском;
2. зварювання тари, резервуарів із-під нафтопродуктів виконувати після попереднього очищення їх шляхом промивання гарячою водою і пропарювання паром протягом декількох годин, або після промивання 10-20 відсотковим розчином каустичної соди і наступним продуванням. Отвори в таких резервуарах при зварюванні повинні бути відкритими;
3. прибрати із зварювального приміщення легкоспалахуючих речовин - гас, бензин та ін.;
4. не виконувати зварювальні роботи поблизу (ближче 5 м) легкоспалахуючих і вибухонебезпечних речовин;
5. ретельно слідкувати за тим, щоб на кисневе обладнання не потрапляло мастило та жири;
6. при виявленні під час роботи нещільностей в вузлах пальника або різака слід негайно погасити полум'я і усунути нещільність;
7. при зворотних ударах або частих хлопках, які викликаються нагріванням або забрудненням мундштука, необхідно швидко закрити спочатку ацетиленовий, потім кисневий вентиль і занурити пальник у воду;
8. не відігрівати замерзлі вентилялі полум'ям пальника або іншим джерелом відкритого полум'я;
9. балони, які наповнені газами, повинні знаходитись у вертикальному положенні та їх слід закріпити до стіни хомутами або ланцюгами.

Для видалення шкідливих газів та пилу з робочих місць зварювання і для подачі чистого повітря необхідно мати поступально-витягувальну вентиляцію.

Витягувальною вентиляцією при дуговому зварюванні повинно видалятися із зварювального приміщення 4000-6000 м<sup>3</sup> повітря на 1 кг електродів, які витрачаються, а при газовому зварюванні або кисневому різанні - 1000-1500 м<sup>3</sup>/год на 1м<sup>3</sup> ацетилену, що витрачається

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

**Тема:** Обладнання для електродугового зварювання

**Мета роботи:** Вивчити обладнання для електродугового зварювання та набути навички з налаштування його на оптимальний режим за якістю зварного шва.

### Теоретичні відомості

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

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

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

Всі джерела зварювального струму повинні забезпечувати легке запалювання і стійке горіння дуги, обмежувати струм короткого замкнення і бути безпечними в роботі. В зв'язку з тим, що у момент запалювання дуги, коли електрод, зварювальний виріб та повітряний проміжок між ними ще не досить нагріті, для іонізації повітряного проміжку потрібна більша кінетична енергія електронів, а отже, і більш висока напруга ніж при горінні дуги. Напруга, що потрібна для запалювання дуги, яку називають напругою холостого ходу джерела зварювального струму, повинна бути не нижчою за 30...35В для джерел постійного струму і не меншою за 50...55В для джерел змінного струму. З міркувань безпеки вона не повинна перевищувати 80В. Для джерел постійного та змінного струму вона становить приблизно 60..80В. Для стійкого горіння відкритої дуги в більшості випадків досить напруги 18...30В.

Зварювальні трансформатори ТД-303 та ТД-504 (номінальні зварювальні струми 300 та 500А) мають однакову конструкцію й відрізняються розмірами та потужністю (табл. 1), вони класифікуються як зварювальні трансформатори із

збільшеним магнітним розсіюванням. На рис. 1 наведена принципова схема зварювального трансформатора ТД-303. На осерді 1 внизу розміщені нерухомі котушки 2 первинної обмотки, вгорі - рухомі котушки 3 вторинної обмотки. Первинна обмотка ввімкнена у силову мережу, а вторинна - у зварювальний ланцюг. Силу зварювального струму регулюють змінюючи відстань  $h$  між первинною та вторинною обмотками. При збільшенні відстані її магнітний потік розсіюється, тобто не цілком йде по осердю 1, ЕРС самоіндукції та індуктивний опір збільшується й відповідно зменшується струм у зварювальному ланцюзі. Із збільшенням зварювального струму (наприклад, при замиканні) магнітний потік розсіювання зростає і у вторинній обмотці трансформатора збільшуються ЕРС самоіндукції та індуктивний опір, відбувається різке падіння напруги (круто падаюча зовнішня характеристика джерела живлення дуги).

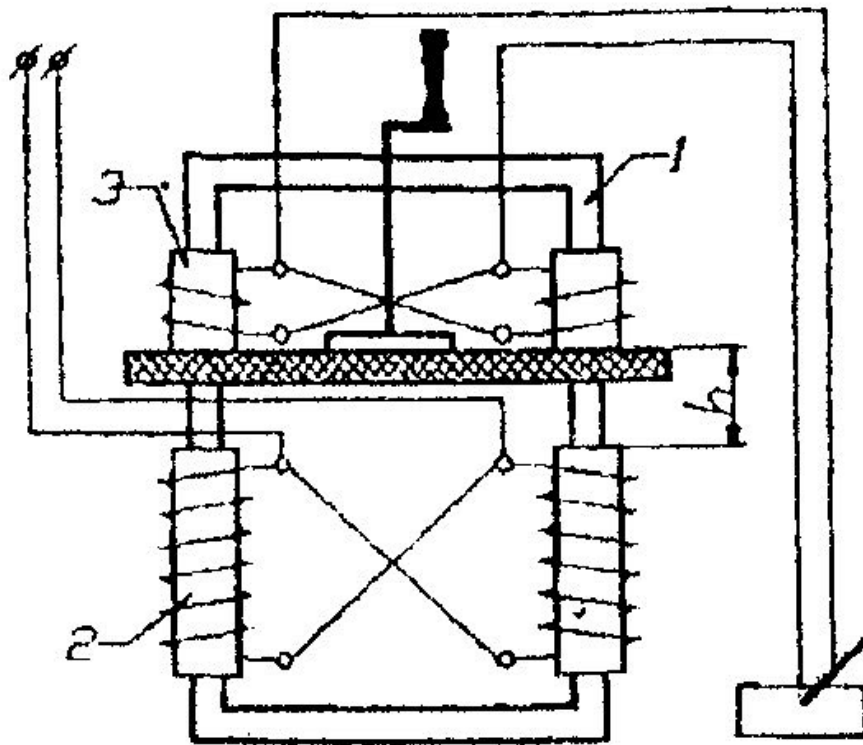


Рис. 1 Схема зварювального трансформатора ТД-303:

1 - стрижень осердя, 2 - первинна обмотка, 3 - вторинна обмотка

При зварюванні на постійним струмом зварювальна дуга відрізняється тривалістю, можливе зварювання середньовуглецевих сталей, кольорових металів та сплавів, сталей малої товщини.

Однопостові зварювальні генератори постійного струму (табл. 1) мають падаючу зовнішню V-A-характеристику, яка утворюється безпосередньо в самому

генераторі. Це досягається розмагнічуванням основного магнітного потоку генератора магнітним потоком послідовної обмотки збудження або магнітним потоком обмоток якоря (реакцією якоря).

Принципову електричну схему однопостового генератора, що працює за принципом намагнічувальної дії паралельної і розмагнічувальної дії послідовної обмоток збудження, подано на рис. 2а. Генератор має обмотку 3, що приєднана до головної щітки  $b$  і допоміжної щітки  $c$ , а також обмотку 1, яка пов'язана з головними щітками  $a$  і  $b$ . Напруга між щітками  $b$  і  $c$  при холостому ході й на всіх режимах навантаження залишається сталою. Тому сталим є і магнітний потік  $\Phi_n$ , що створюється обмоткою 3, яка приєднується до цих щіток (генератор з самозбудженням). Під час холостого ходу ЕРС генератора і напруга на головних щітках  $a$ ,  $b$  і на дузі залежатимуть тільки від магнітного потоку паралельної обмотки. При горінні дуги зварювальний струм проходить послідовну (серієсну) обмотку 1, увімкнену так, що її магнітний потік  $\Phi_n$  направлений проти магнітного потоку  $\Phi_n$ . Тому ЕРС генератора, яка індукується в обмотці якоря генератора результирующим магнітним потоком, також знизиться, і це обумовить зниження напруги на дузі. При короткому замкненні потік  $\Phi_c$  буде майже дорівнюватиме потоку  $\Phi_n$ . Тому результируючий магнітний потік і напруга на головних щітках  $a$ ,  $b$  і на дузі також знизяться майже до нуля.

Зварювальний струм у генераторах цього типу регулюється зміною струму збудження паралельної обмотки за допомогою реостату 2 або зміною числа витків паралельної і серієсної обмоток.

Багатопостові зварювальні генератори постійного струму (рис. 2б) мають послідовну 1 і паралельну 3 обмотки збудження, які створюють магнітні потоки відповідно  $\Phi_c$  і  $\Phi_n$  одного напрямку. Тому зовнішня характеристика у цих генераторах не спадаюча, а жорстка. Щоб мати спадаючу характеристику на дузі, на кожному робочому місці послідовно з дугою вмикають баластні реостати 4. При замкненні зварювального кола частина напруги генератора втрачається на баластному реостаті за рівнянням

$$U_p = IR,$$

де  $U_p$  - втрата напруги на реостаті, В;  $R$  - опір реостату, Ом;  $I$  - зварювальний струм.



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

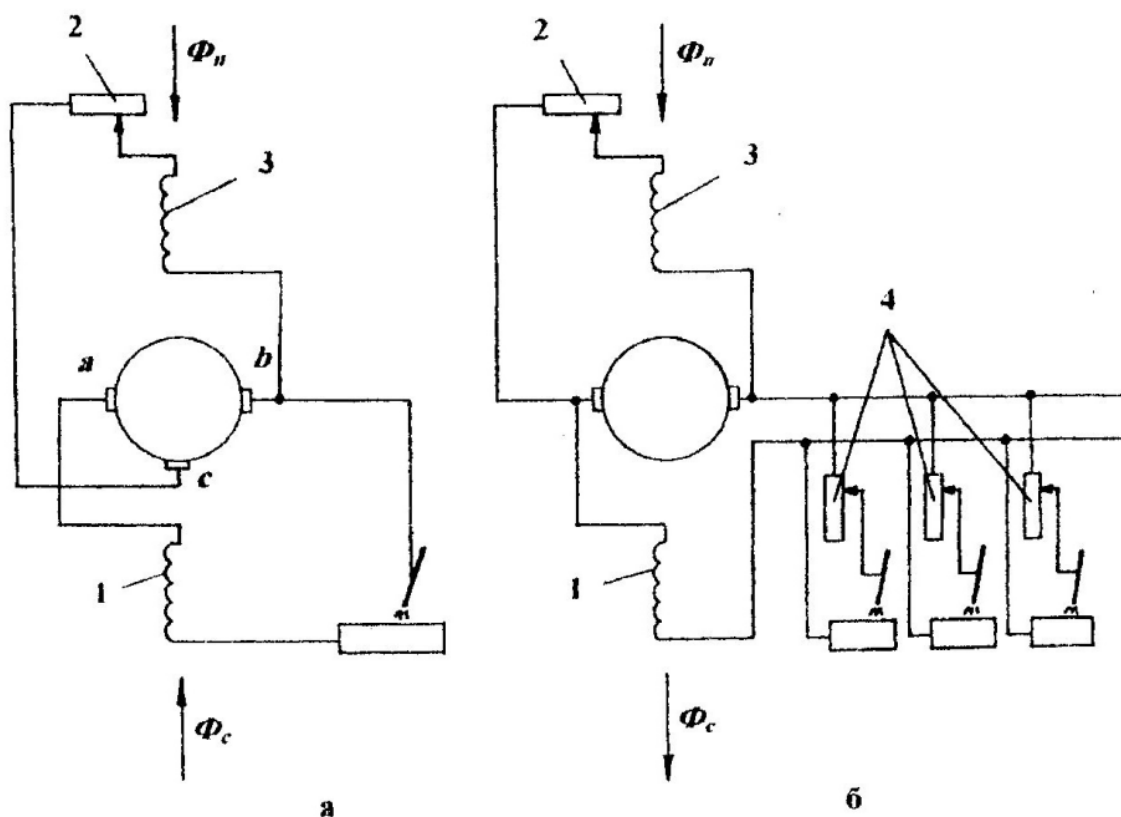


Рис. 2 Схеми зварювальних генераторів постійного струму

Зварювальні випрямлячі складають із напівпровідникових елементів-вентилів. Напівпровідниковий вентиль добре проводить струм тільки в одному напрямі. Для зварювальних випрямлячів в основному використовують селенові вентиля на алюмінієвій основі. На даний час розроблені й випускаються германієві та кремнієві випрямлячі, які краще від селенових за технічними даними.

Випрямні установи складаються з трансформатора і напівпровідникового випрямляча. Всі випрямлячі мають високий ККД і невеликі розміри, дають змогу плавно регулювати струм і забезпечують стабільне горіння дуги.

Для виконання ручного дугового електрозварювання, окрім джерела живлення дуги струмом, необхідно мати: робочий стіл або складально-зварювальне обладнання, на якому виконується складання та зварювання виробів; гнучкий кабель для підведення зварювального струму до електродотримача; електродотримач, який призначений для затиснення електроду і підведення до нього струму; запобіжний

щиток або маска для захисту очей та обличчя від променів зварювальної дуги та розбризкування розплавленого металу.

Для зварювання конструкційних сталей застосовують електроди, які виготовлені з дроту довжиною від 225 до 450 мм та діаметром від 1,6 до 12 мм (ГОСТ 9466-60). Найбільш часто використовують електроди довжиною 350, 400, 450 мм та діаметром 3, 4, й 5 мм.

У таблиці 3 наведені технічні дані електродів для зварювання конструкційних сталей (ГОСТ 9466-60).

Якість та продуктивність зварювальних робіт залежать від режиму зварювання. Режим ручного дугового зварювання визначається діаметром електроду, величиною зварювального струму та довжиною дуги

Діаметр електроду вибирається в основному в залежності від товщини зварювального металу (табл. 4).

Таблиця 1

### Однопостові зварювальні трансформатори

Тип	Напруга, В			Номінальна величина зварювального струму, А	Границі регулювання зварювального струму, А	Номінальна потужність, кВт
	Первинна	Холостого ходу	Номінальна			
ТДП-1 (переносний)	220 або 380	65...75	26	160	55... 175	4,2
СТШ-250 (переносний)	380	60	25	250	80...260	15,3
ТС-120 (пересувний)	220 або 380	68	25	120	50...160	9,6
ТС-300 (пересувний)	220 або 380	63	30	300	110...385	20,0
ТД-303 (пересувний)	220 або 380	65	35	300	110...385	19,4

Важливим параметром електродугового зварювання є величина зварювального струму. При недостатній величині зварювального струму зварний шов утворюється тонким, з непроварами, при надлишковій силі - виникають подрізи,

перепали, погіршується структура металу. У даній роботі величина зварювального струму  $I_{зв}$  при ручному електродуговому зварюванні сталі у нижньому положенні орієнтовно визначається за формулою академіка К.К. Хрінова

$$I_{зв} = (20+6de)de$$

де  $de$  - діаметр металевого електроду, мм.

Таблиця 2

### Однопостові зварювальні перетворювачі

Тип перетворювача	Зварювальний генератор				Двигун			Характеристика генератора
	Тип генератора	Номінальна напруга, В	Номінальний струм, А	Межі регулювання струму, А	Тип двигуна	Потужність, кВт	Частота обертання, об/хв	
ПСО-500	ГСО-500	40	500	120...600	АВ-72/4	28	2900	Генератор з незалежним збудженням і послідовною розмагнічувальною обмоткою
ПСО-120	ГСО-120	25	120	30...120	АВ-42-2	4	2900	
ПС-500	ГСО-500	40	500	120...600	А-72/4	27	1450	Генератор з намагнічувальною паралельною і розмагнічувальною послідовною обмоткою збудження
ПСО-300	ГСО-300	30	300	75...320	АВ-62-4	14	1450	
ПС-500П	ГСО-500П	40	500	120...600	А-72/4	27	1450	
ПС-300М	ГСО-300	30	340	80...380	А-64/2	15	1450	Генератор з розщепленими полюсами

## Електроди для зварювання конструкційних сталей

Тип електроду і обмазки	Марка	Рід струму і полярність
1	2	3
E42-P	СМ-5	Змінний чи постійний, будь-яка полярність
E42-P	СМ-7	
E42-T	АНО-6	
E42-0	ОМА-2	
E42-0	ВЦО-2	
E46-T	ОЗС-4	
E46-T	МР-3	
E46-T	ОЗС-6	
E46-T	ЗРС-1	
E46-T	АНО-4	
E42-Ф	СМ-11	Змінний чи постійний, пряма полярність
E42-Ф	УОНИ-13/45	
E42-Ф	УП-1/45	
E50A-Ф	УОНИ-13/55	Постійний. Зворотна полярність
E50A-Ф	ДСК-50	
E50A-Ф	УП-2/55	

Таблиця 4

## Залежність діаметру електроду від товщини зварювального металу

Товщина зварювального металу, мм	0,5-1	1-2	2-5	5-10	Більше 10
Діаметр електроду, мм	1-1,5	1,5-2,5	2,5-4	4-6	5-8

## Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з технікою безпеки при електродуговому зварюванні.
2. Вивчити обладнання, прилади і пристрої для дугового зварювання.
3. Набути практичних навичок запалювання дуги у різних положеннях зварного шву при зварюванні стикового з'єднання сталевих пластин.
4. Визначити вплив величини зварювального струму на якість шва при зварюванні сталевих пластин різної товщини у такій послідовності:
  - а) визначити орієнтовно величину зварювального струму для зварювання сталевих пластин електродом діаметром  $D_e = 3$  мм;
  - б) очистити металеву щіткою пластини із сталі Ст.3 товщиною 1, 3 та 6 мм і зібрати їх для зварювання;
  - в) прихватити та зварити пластини товщиною 1, 3 та 6 мм в один прохід (режим, див. пункт а);
  - г) усунути зі швів шлак (після повного охолодження) та візуально оцінити якість швів, які утворилися на пластинах різної товщини, заміряти ширину шва;
  - д) зламати по шву зварені пластини, заміряти висоту підсилення й глибину провару шва;
  - е) візуально оцінити по ширині шва та зламу його якість.

## Зміст звіту

До звіту необхідно включити: схему зварювального перетворювача ПС-500; схему зварювального трансформатора ТД-303, ТД-504; розрахунки діаметру електроду та величини зварювального струму. У висновках зазначити, як впливає величина зварювального струму на якість шва в залежності від товщини пластин, що зварюються.

## Тестові питання

1. Яка основна умова отримання надійних зварних з'єднань за допомогою холодного зварювання тиском?
2. До якого виду зварювання належить точкове зварювання?
3. До якого виду зварювання належить зварювання у середовищі  $CO_2$ ?
4. Які сталі мають найкращу зварюваність?

5. Яка зварюваність у Сталі 35?
6. Яка зварюваність у Сталі 70?
7. Вкажіть хімічний склад Сталі 20 ХН?
8. До якої групи інгредієнтів електродного покриття належить крейда?
9. До якої групи інгредієнтів електродного покриття належить феротитан?
10. Який хімічний склад зварювального дроту Св12 ГС?
11. До якого виду зварювання належить зварювання тертям?
12. До якого виду зварювання належить пресове зварювання ?
13. Яка принципова різниця між видами зварювання плавленням і тиском?
14. Яка зварюваність у Сталі 15?
15. Яка зварюваність у Сталі 45Г?
16. Вкажіть хімічний склад Сталі 18 ХГТ?
17. На скільки груп поділяються вуглецеві сталі в залежності від їх зварюваності?
18. До якої групи інгредієнтів електродного покриття належить крохмаль?
19. Який хімічний склад зварювального дроту Св 08А?
20. Який зварювальний агрегат є джерелом змінного струму?
21. До якого виду зварювання належить холодне зварювання ?
22. Скільки зон зварювального з'єднання?
23. До якого виду зварювання належить електрошлакове зварювання ?
24. Яка зварюваність у Ст.0?
25. Яка зварюваність у Сталь 65?
26. Вкажіть хімічний склад Сталі 36 Г2С?
27. Скільки існує варіантів дугового електрозварювання в залежності від ступеня механізації зварювального процесу?
28. До якої групи інгредієнтів електродного покриття належить целюлоза?
29. Який хімічний склад зварювального дроту Св 10Г2?
30. Які дві групи інгредієнтів електродного покриття обов'язкові?
31. До якого виду зварювання належить дифузійне зварювання?
32. Які зварні шви найбільш прості по виконанню?
33. До якого виду зварювання належить стикове зварювання ?
34. Яка зварюваність у Сталі 20?

35. Яка зварюваність у Ст. 6?
36. Вкажіть хімічний склад Сталі 35 СГ?
37. Скільки груп інгредієнтів має електродне покриття?
38. До якої групи інгредієнтів електродного покриття належить титанова руда?
39. Який хімічний склад зварювального дроту Св 10ХГ2С?
40. Яке джерело змінного струму використовується для ручного електродугового зварювання?
41. До якого виду зварювання належить аргано - дугове зварювання ?
42. Яка зварюваність у Сталі 30Г?
43. Яка зварюваність у Сталь 70Г?
44. До якого виду зварювання належить газове зварювання?
45. Вкажіть хімічний склад Сталі 15 Х2ГН2ТА?
46. До якої групи інгредієнтів електродного покриття належить поташ?
47. Який хімічний склад зварювального дроту Св 12 ХГС?
48. Як вибирається діаметр електричного дроту? (записати формулу)
49. Вкажіть хімічний склад Сталі 20 ХНЗА?
50. Як визначається сила зварювального струму? (записати формулу)
51. До якого виду зварювання належить ультразвукове зварювання?
52. У чому полягає різниця між індукційним і контактним нагріванням?
53. До якого виду зварювання належить електронпроменеве зварювання ?
54. Яка зварюваність у Сталі 10?
55. Яка зварюваність у Сталі 45?
56. Вкажіть хімічний склад Сталі 30 ХГС?
57. На скільки груп поділяються вуглецеві сталі в залежності від їх зварюваності?
58. До якої групи інгредієнтів електродного покриття належить крохмаль?
59. Який хімічний склад зварювального дроту Св 08АА?
60. Який зварювальний агрегат є джерелом змінного струму?
61. До якого виду зварювання належить холодне зварювання ?
62. Коли можна зварювати листовий метал без розділки кромки?
63. До якого виду зварювання належить електродугове зварювання?

64. Яка зварюваність у Ст.3?
65. Яка зварюваність у Сталі 80?
66. Вкажіть хімічний склад Сталі 50 ХН?
67. Який спосіб електродугового зварювання має найбільша виробнича значення?
68. До якої групи інгредієнтів електродного покриття належить марганцева руда?
69. Який хімічний склад зварювального дроту Св 10Г2С?
70. Чім відрізняється зварювальні генератори від звичайних електричних генераторів для освітлення?
71. До якого виду зварювання належить роликкове зварювання?
72. Який фактор найбільш впливає на зварюваність вуглецевих сталей?
73. До якого виду зварювання належить лазерне зварювання?
74. Яка зварюваність у Сталі 20Г?
75. Яка зварюваність у Сталь 60?
76. Вкажіть хімічний склад Сталі 30 ХНЗА?
77. До якої групи інгредієнтів електродного покриття належить плавиковий шпат?
78. Який хімічний склад зварювального дроту Св 12ХГСНА?
79. Який зварювальний трансформатор використовується у якості багатопостового джерела змінного струму?
80. До якого виду зварювання належить електродугове зварювання під шлаком флюсу?
81. До якого виду зварювання належить гелієво-дугове зварювання?
82. Яка зварюваність у Сталі 60Г?
83. Вкажіть хімічний склад Сталі 12ХНЗА?
84. До якої групи інгредієнтів електродного покриття належить калієва селітра?
85. Яка зварюваність у Сталь 35?
86. До якої групи інгредієнтів електродного покриття належить феромарганець?
87. Вкажіть хімічний склад Сталі 10Х20НІ5?
88. До якого виду зварювання належить холодне зварювання?
89. На скільки груп поділяються існуючі методи зварювання?
90. Скільки зон зварного з'єднання?



## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

**Тема:** Обладнання для газового зварювання та різання металів

**Мета роботи:** Вивчити обладнання для газового зварювання та різання металів і ознайомитися з практичним визначенням режимів зварювання.

### **Завдання:**

Вивчити конструкцію і роботу ацетиленового генератора, кисневого редуктора, інжекторного пальника та кисневого різачка.

Користуючись рекомендаціями методичних вказівок, підібрати для зварного шва параметри режиму зварювання і діаметр присадного дроту, потужність пальника, витрати ацетилену, кисню і карбіду кальцію. Скласти звіт.

### **Обладнання, пристрої, інструменти та необхідні матеріали:**

Ацетиленовий генератор АСП-1.25; кисневий редуктор, кисневий балон, пальник й кисневий різак; гайкові ключі, викрутки та ін.

### **Теоретичні відомості**

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

Як горючий газ, найчастіше застосовують ацетилен, який при згорянні в кисні дає температуру полум'я 3150...3200 °С (рис 1), достатню для зварювання металів (свинцю, алюмінію тощо), температура плавлення яких нижча за температуру плавлення сталі; можуть бути використані й інші горючі гази, наприклад, водень, природний газ тощо, які дають більш низьку температуру полум'я.

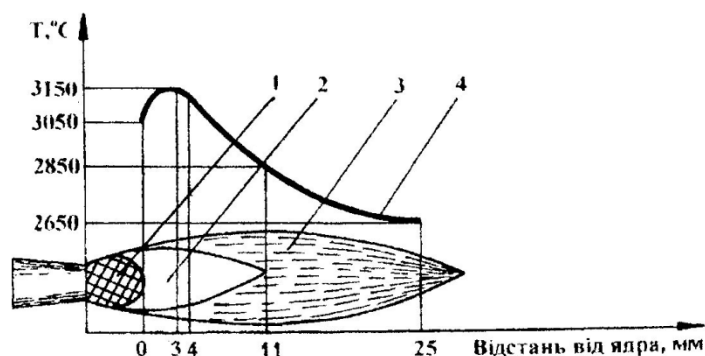


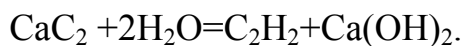
Рис 1. Схема нормального киснево-ацетиленового полум'я:

1—ядро; 2—основна зона; 3—факел; 4—крива зміни температури по довжині полум'я.

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

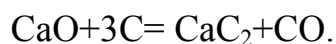
Для зберігання та перевезення кисню, що отримують з атмосферного повітря шляхом глибокого його охолодження, використовують кисневі балони. Стандартні кисневі балони мають місткість 40 л, в яких при тиску 15 МПа розміщується 6000 л кисню. Фарбують кисневі балони у блакитний колір. На не пофарбованій частині вибирають паспортні дані балону: марку заводу виготовника, тип балону, масу, місткість у дм<sup>3</sup>. робочий та випробувальний тиск н/м<sup>2</sup>, дату виготовлення, термін випробування, тавро ОТК та держтехнагляду. Для зниження високого тиску кисню, що знаходиться в балоні або в трубопроводі, до робочого 0,2...0,4 МПа при зварюванні або 1,2...1,4 МПа при різанні, а також для підтримання його постійної величини, незалежно від витрати кисню з балону чи трубопроводу і зниження в них тиску, застосовують кисневі редуктори. їх встановлюють на балоні чи магістральному трубопроводі.

Основним способом добування ацетилену є розкладання карбіду кальцію водою за рівнянням:



При розкладанні 1 кг хімічно чистого карбіду кальцію виділяється близько 340 л ацетилену і 1675 кДж теплоти. З технічного карбіду кальцію залежно від його сорту і грануляції утворюється 230...300 л/кг ацетилену

Карбід кальцію виробляють в електродугових печах сплавленням коксу або антрациту з випаленим вапняком:



Розплавлений карбід виливають з печі в чавунні виливниці й після охолодження подрібнюють на шматки розміром 2...120 мм. Транспортують карбід кальцію в герметично закритих барабанах.

Ацетилен, як і кисень, можна зберігати і транспортувати в балонах, що по конструкції та розміру аналогічні кисневим. Для зберігання в них ацетилену їх заповнюють пористою масою у вигляді активованого деревинного вугілля, заливають ацетон, а потім наповнюють ацетиленом до тиску 1,5...1,6 МПа.

Фарбують ацетиленові балони у білий колір і пишуть на них надпис „АЦЕТИЛЕН". При тиску 1,5...1,6 МПа у балоні місткістю 40 дм<sup>3</sup> міститься 0,6 м<sup>3</sup> ацетилену.

На практиці співвідношення кисню та горючого газу, що подаються до пальника, залежить від необхідного характеру полум'я. Розрізняють три основних видів полум'я - нормальне, окислювальне, відновлювальне.

Нормальне утворюється при подачі в газовий пальник на 1 об'єм ацетилену 1,05...1,1 об'єму кисню. Це полум'я застосовують для зварювання сталі та кольорових металів.

Окислювальне полум'я утворюється, коли в горючій суміші співвідношення на 1 об'єм ацетилену більше 1,1 об'єму кисню. Для захисту зварної напни від окислювальної дії полум'я зварювання ведуть із застосуванням присадного дроту, який містить підвищену кількість розкислювачів (марганцю і кремнію). Таким полум'ям зварюють також латуні, так як утворення на цинку окисної плівки приводить до зменшення його випаровування.

Відновлювальне полум'я має співвідношення на 1 об'єм ацетилену 0,8...0,95 об'єму кисню. Відновлювальним полум'ям зварюють чавун, а також наплавляють тверді сплави.

### **Порядок виконання роботи**

Генератор АСІ 1-1,25 (рис. 2) - системи „карбід у воду з витисненням води", середнього тиску, продуктивністю 1,25 м<sup>3</sup>/год.

Генератор складається з циліндричного конуса І, поділеного перегородкою на дві частини: верхня – газоутворююча та нижня - промивач, де відбувається охолодження ацетилену і часткове розчинення шкідливих домішок (сірководню, аміаку). В середині газу утворювача розташована камера витиснення води. Зверху на генераторі є люк, через який завантажуються заповнений карбідом кальцію сітчатий кошик 6. На генераторі встановлюється манометр 7, запобіжний клапан 13. До комплекту генератора входить водяний затвор ЕСП - 1,25.

При завантаженні генератора воду заливають через люк до рівня контрольної пробки 2. Потім встановлюють кошик з карбідом кальцію і люк щільно закривають. Ацетилен, що виділився в результаті реакції карбїду кальцію з водою, по трубіці 3 надходить до промивача та крізь воду, вентиль 16 і водяний затвор 15 надходить до

пальника. Створений ацетиленом тиск в генераторі діє на мембрану, що переміщує кошик вгору, завдяки цьому зменшується кількість змоченого карбїду кальцію і тиск поступово падає. При зниженні тиску ацетилену кошик опускається вниз і знову змочується карбїд кальцію. При значному підвищенні тиску вода повністю витискується з газо утворювача в камеру витиснення, а при зменшенні тиску займає своє попереднє положення, і реакція повторюється.

Якщо тиск зростає в генераторі вище припустимого, то спрацьовує запобіжний клапан 13 і ацетилен виходить в атмосферу.

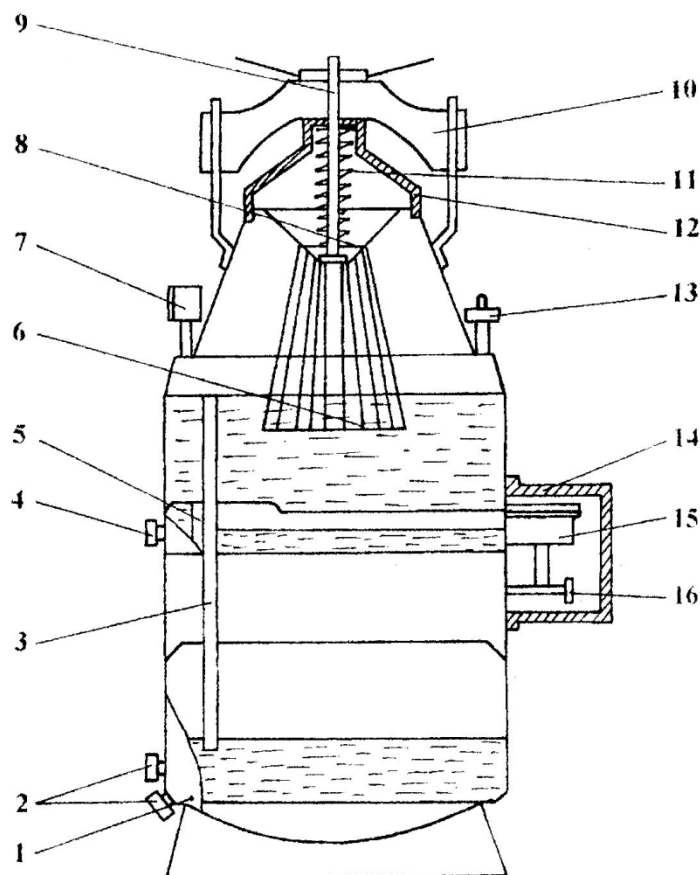


Рис. 2. Зварювальний генератор АСП – 1,25:

- 1 – корпус; 2 – пробки; 3 – переливна трубка; 4 – зливний штуцер;  
 5 – патрубок витиснення; 6 – кошик; 7 – манометр; 8 – мембрана; 9 – гвинт;  
 10 – траверса; 11 – пружина; 12 – кришка; 13 – запобіжний клапан;  
 14 – теплозахисний кожух; 15 – затвор; 16 – вентиль.

Водяний затвор призначений для запобігання від вибуху генератора чи зварювального посту при зворотному ударі, тобто при поширенні вибухової газокисневої суміші від пальника по гумовому шлангу до генератора.

Розрізняють затвори низького (до 0,01 МПа) та середнього (до 0,15 МПа) тиску. Затвори низького тиску відкритого тину, середнього - закритого.

Водяний затвор низького тиску (рис.3) складається з корпусу 1, газопровідної трубки та з'єднувальної труби 2. На корпусі є контрольна пробка 6 і кран з ніпелем 7 для відбору газу. Для нормальної роботи затвора його треба заповнити водою до рівня контрольної пробки. Ацетилен від генератора по газопровідній трубці через вхідний вентиль 4 надходить до затвору, проходить крізь воду і виходить через ніпель в ацетиленовий шланг. При зворотному ударі тиск у затворі різко збільшується (приблизно у 15 разів), і вода через з'єднувальну трубу 2 викидається в лійку 3 до повного виходу вибухової хвилі до атмосфери. Водночас у газопровідній трубці 5 утвориться водяна пробка, що відокремлює газ та вибухову хвилю. Після зворотного удару затвор заповнюють водою до контрольного рівня 6 і, усунувши причину зворотного удару, ним користуються знову.

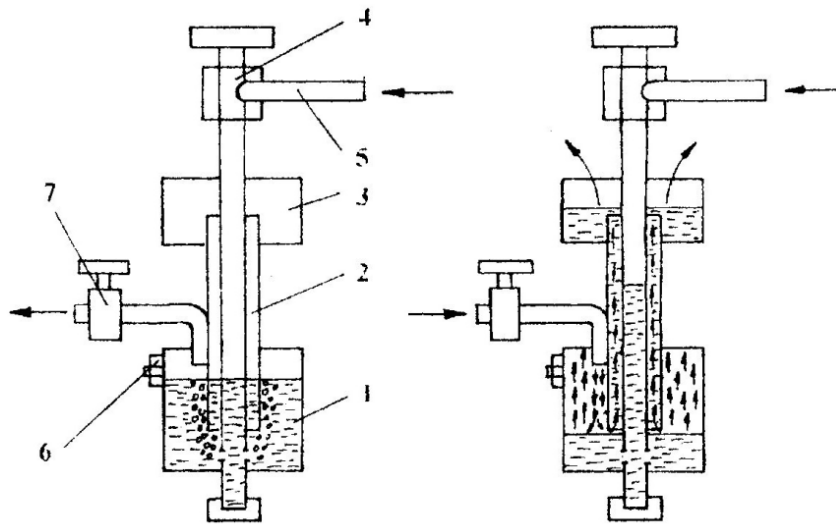


Рис. 3. Водяний затвор низького тиску:

- 1 – корпус; 2 – з'єднувальна трубка; 3 – лійка; 4 – вхідний вентиль;  
5 – газовідвідна трубка; 6 – контрольний кран; 7 – вихідний вентиль.

Кисневий редуктор (рис.4) складається з корпусу 1, мембрани 7, регулюючого точного гвинта 9, пружин 2 та 8, штока 6, клапани високого тиску 4, вхідного та вихідного вентилів. Працює редуктор таким чином: через вхідний вентиль кисень з балону надходить до камери високого тиску 3. При закручуванні регулюючого гвинта головна пружина 8 тисне на мембрану 7 і піднімає її, мембрана в свою чергу через шток 6 підіймає клапан високого тиску 4, який стискає пружину 2 і завдяки цьому дає можливість кисню надходити в камеру низького тиску 5. Робочий тиск в цій камері визначає відповідний манометр. З камери низького тиску кисень надходить до пальника. При зростанні тиску в камері 5 кисень діє на мембрану 7, що

стискає пружину 8, а клапан високого тиску 4 перекриває надходження кисню в камеру низького тиску; при зменшенні тиску в камері низького тиску 5 спрацьовує пружина 8, клапан високого тиску 4 знову відкривається і нова порція кисню потрапляє до камери низького тиску 5.

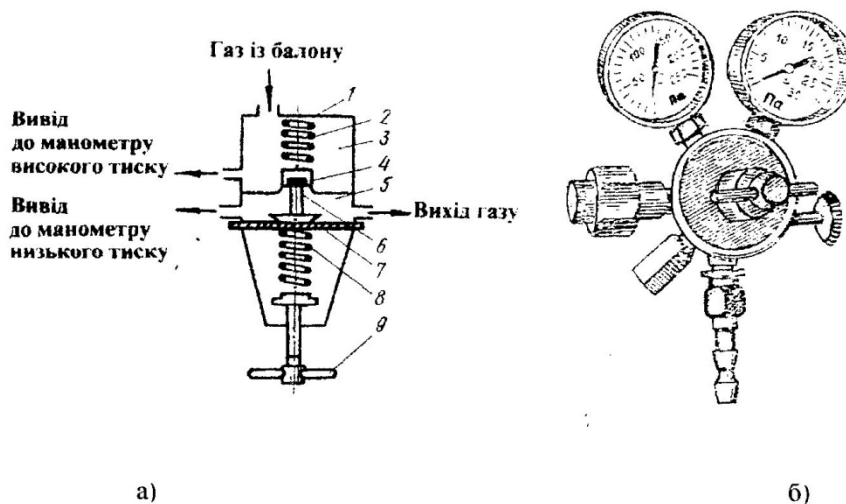


Рис. 4. Схема кисневого редуктора:

а) схема редуктора: 1 – корпус; 2 – пружина клапану; 3 – камера високого тиску; 4 – клапан високого тиску; 5 – камера низького тиску; 6 – шток; 7 – мембрана; 8 – пружина мембрани; 9 – регулюючий гвинт.

б) загальний вид редуктора РК 53.

Зварювальний пальник призначений для змішування кисню та горючого газу у необхідному співвідношенні, регулювання цього співвідношення та утворення стійкого полум'я.

Інжекторний пальник (рис. 5) складається з корпусу 4, трубки-наконечника 2, кисневого, 7 та ацетиленового 8 штуцерів, кисневого 5 та ацетиленового 9 вентилів, інжектору 10, змішувальної камери 3, з'єднувальної трубки 1 і мундштука 11.

Кисень надходить у пальник під тиском від 0,1 до 0,5 МПа та проходить по кисневій трубці до інжектору. Після інжектору струмінь кисню потрапляє в змішувальну камеру, створюючи розрідження в ацетиленовому каналі. Завдяки створеному розрідженню ацетилен примусово засмоктується в змішувальну камеру і змішується з киснем, утворюючи горючу суміш.-Далі горюча суміш виходить через отвір мундштука; при запалюванні цієї суміші й утворюється зварювальне полум'я.

Пальник завжди запалюють у такій послідовності: відкривають кисневий вентиль, а потім - ацетиленовий, після чого запалюють і регулюють зварювальне полум'я. Гасити пальник слід у зворотному порядку - спочатку закрити ацетиленовий вентиль, потім - кисневий, інакше можливі удари і навіть зворотний удар.

Існують такі інжекторні пальники: „Москва“, „Малютка“, „Звезда“. До повного комплекту пальника входить сім змінних мундштуків.

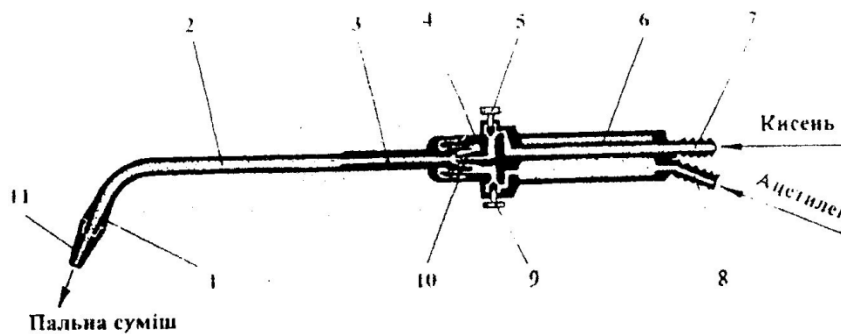


Рис. 5. Схема інжекторного пальника:

1 – з'єднувальний ніпель; 2 – трубка мундштука; 3 – змішувальна камера;  
4 – корпус; 5 – кисневий вентиль; 6 – трубка тримача; 7 – кисневий штуцер;  
8 – ацетиленовий штуцер; 9 – ацетиленовий вентиль; 10 – інжектор; 11 – мундштук.

При газокисневому різанні відбувається запалювання металу в струмі чистого кисню та видування струмом кисню окисів та розплавленого металу, що згорів на площині різання.

Не всі метали, що використовуються в техніці, можна різати цим способом: одні з них різються добре, другі обмежено, а деякі - взагалі не підлягають кисневому різанню.

Для кисневого різання застосовується та ж апаратура, що й для газового зварювання, тільки замість газового пальника потрібний газовий різак.

Ручний кисневий різак (рис. 6) за своєю будовою відрізняється від звичайного газового пальника тим, що має окремий канал, який закінчується соплом, для подачі чистого кисню.

Кисень шлангом під робочим тиском через ніпель 3 та вентиль 2 надходить до інжектора 8, звідти з великою швидкістю виходить в змішувальну камеру 9. В наслідок утворення розрідження в ацетиленовому каналі ацетилен засмоктується в змішувальну камеру. З неї суміш газів через трубку 10 надходить в кільцеподібний

канал, який оснащений внутрішнім 12 і зовнішнім 13 мундштуками, і виходить зовні, де утворює полум'я підігріву. Коли відкрити вентиль І, кисень через трубку починає надходити у внутрішній мундштук 9, який утворить різальний струмінь, що зпалює метал та видуває окисли під час різання.

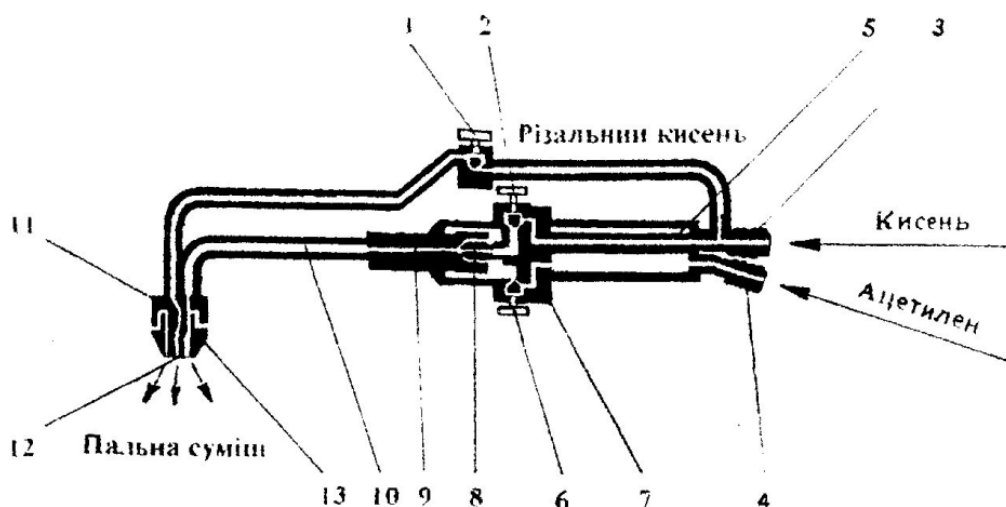


Рис. 5. Схема ручного різачка:

- 1 – вентиль різального кисню; 2 – кисневий вентиль; 3 – кисневий ніпель;  
 4 – ацетиленовий ніпель; 5 – утримувач; 6 – ацетиленовий вентиль; 7 – корпус;  
 8 – інжектор; 9 – змішувальна камера; 10 – єднальна трубка; 11 – головка різачка;  
 12 – внутрішній мундштук для різального кисню;  
 13 – зовнішній мундштук для газової суміші.

При виборі режимів зварювання необхідно пам'ятати, що діаметр присадного дроту вибирають в залежності від товщини металу та методу зварювання за формулою:

$$d = S/2 + 1 \text{ (мм)},$$

де  $S$  - товщина зварювального металу, мм.

Потужність пальника вибирається в залежності від тих же факторів згідно формули:

$$A = K S \text{ (дм}^3\text{/год)},$$

де  $K$  - питома витрата газу на 1 мм товщини металу, який зварюється, дм<sup>3</sup>/мм·год.

Для сталей, які мають вміст вуглецю до 0.25%,  $K=100 \dots 150$  дм<sup>3</sup>/мм·год.

Витрата горючого газу на період зварювання визначають за формулою:

$$Q = (1,05 \dots 1,1) A \cdot T_0 \text{ (дм}^3\text{)}.$$

де  $T_0$  - основний час зварювання деталі, год.



## Зміст звіту

Скласти звіт, що повинен містити: сутність процесу газового зварювання для різних металів, схеми ацетиленового генератора, водяного затвора, газового пальника та різачка, кисневого редуктора.

### Тестові питання

1. У якого з горючих газів максимальна температура полум'я в робочій зоні?
2. Скільки розрізняють видів газового полум'я?
3. У якій зоні полум'я найвища температура?
4. Який об'єм ацетиленового балону?
5. Який колір ацетиленового редуктора?
6. Скільки змінних мундштуків входить у комплект газового пальника?
7. У якого матеріалу найвища питома теплова потужність полум'я?
8. Яка зварюваність у Сталі 35?
9. Вкажіть хімічний склад Сталі 30ХМА?
10. Який хімічний склад присадного зварювального дроту Св 08?
11. На скільки видів поділяється газове полум'я в залежності від співвідношення ацетилену і кисню в газовій суміші?
12. Яке співвідношення кисню і ацетилену у нормальному газовому полум'ї?
13. Якою зоною газового полум'я виконується зварювання?
14. Якого кольору ацетиленовий балон ?
15. Який стан ацетилену у ацетиленовому балоні ?
16. Який тиск різального кисню використовується при газовому зварюванні?
17. Яка зварюваність у Сталі 10?
18. Вкажіть хімічний склад Сталі 36 Г2С?
19. Який хімічний склад присадного зварювального дроту Св 08АА?
20. Яка зварюваність у Сталі 45?
21. При якій товщині зварювального матеріалу застосовується газове зварювання?
22. З чого отримуються технічний ацетилен?
23. У чому вимірюється теплова потужність зварювального полум'я?
24. Скільки манометрів на ацетиленовому редукторі?
25. Який стан кисню в кисневому балоні?

26. Який робочий тиск кисню використовується при газовому зварюванні?
27. Яка зварюваність у Сталі 15?
28. Вкажіть хімічний склад Сталі 30 ХГС?
29. Який хімічний склад присадного зварювального дроту Св - 08А?
30. Яка зварюваність у Сталі 45Г?
31. Скільки має зон киснево-ацетиленове нормальне полум'я?
32. Яке співвідношення кисню і ацетилену в окислювальному газовому полум'ї?
33. Як регулюється теплова потужність газового полум'я?
34. Якого кольору кисневий балон ?
35. У якому стані знаходиться природний газ у балоні?
36. Який флюс використовують при газовому зварюванні?
37. Яка зварюваність у Ст.0?
38. Вкажіть хімічний склад Сталі 50 ХН?
39. Який хімічний склад присадного зварювального дроту Св 10Г2?
40. Яка зварюваність у Ст. 6?
41. Скільки має зон киснево-ацетиленове відновлювальне полум'я?
42. У якому виді газового полум'я співвідношення кисню до ацетилену менш ніж 1,0?
43. При якому тиску перевіряють кисневі гумові шланги?
44. Скільки літрів кисню вміщує кисневий балон?
45. Якого кольору редуктор на балоні з природнім газом?
46. З якого матеріалу виготовлений газовий пальник?
47. Яка зварюваність у Сталі 20?
48. Вкажіть хімічний склад Сталі 30ХН3А?
49. Який хімічний склад присадного зварювального дроту Св 10ХГ2С?
50. Яка зварюваність у Сталі 80?
51. У яких випадках при газовому зварюванні використовується окислювальне полум'я?
52. У якому виді газового полум'я співвідношення кисню до ацетилену більше ніж 1,1?
53. Що заливають у ацетиленовий балон?

54. Який тиск газу у повному кисневому балоні?
55. З якого матеріалу виготовлений кисневий вентиль?
56. Чому дорівнює питома теплова потужність полум'я для сталі?
57. Яка зварюваність у Сталі 30Г?
58. Вкажіть хімічний склад Сталі 20ХНЗА?
59. Який хімічний склад присадного зварювального дроту Св 12 ХГС?
60. Яка зварюваність у Сталі 70Г?
61. На яку відстань віддаляють балони з газом і ацетиленовий генератор від робочого місця зварника?
62. Якого газу теплотворна здатність?
63. Скільки літрів ацетилену вміщує ацетиленовий балон?
64. Який колір кисневого редуктора?
65. Маса якого балону найбільша?
66. Чому дорівнює питома теплова потужність полум'я для алюмінію?
67. Який хімічний склад присадного зварювального дроту Св 12ГС?
68. Вкажіть хімічний склад Сталі 18 ХГТ?
69. Який хімічний склад присадного зварювального дроту Св 10 ХГС?
70. Яка зварюваність у Сталі 35?
71. Скільки має зон киснево-ацетиленове окислювальне полум'я ?
72. Яке співвідношення кисню і ацетилену у відновлювальному газовому полум'ї?
73. Який зварювальний дріт необхідний для зварювання низько вуглецевих сталей окислювальним полум'ям?
74. Який об'єм кисневого балону?
75. Який колір балону з природним газом?
76. Який робочий тиск ацетилену використовується при газовому зварюванні?
77. Яка зварюваність у Ст.3?
78. Вкажіть хімічний склад Сталі 35 СГ?
79. Який хімічний склад присадного зварювального дроту Св 10Г2С?
80. Яка зварюваність у Сталі 65?
81. У яких випадках при газовому зварюванні використовується нормальне полум'я?

82. У якому виді газового полум'я співвідношення кисню до ацетилену 1.05-1.1?
83. Чим заповнюють ацетиленові балони?
84. Яка ємність кисневого балону?
85. Скільки манометрів на редукторі балону з природнім газом?
86. З якого матеріалу виготовлений газовий різак?
87. Яка зварюваність у Сталі 20Г?
88. Вкажіть хімічний склад Сталі 15Х2ГН2ТА?
89. Який хімічний склад присадного зварювального дроту Св 12ХГСНА?
90. Яка зварюваність у Сталі 60?
91. Яка ємність ацетиленового балону?
92. Скільки манометрів на кисневому редукторі?
93. З якого матеріалу виготовлений кисневий редуктор?
94. Чому дорівнює питома теплова потужність полум'я для міді?
95. Яка зварюваність у Сталі 30?
96. Вкажіть хімічний склад Сталі 12ХНЗА?
97. Який хімічний склад присадного зварювального дроту Св 10 Х20Н15?
98. Яка зварюваність у Сталі 60Г?
99. Для зварювання якої товщини використовується газове зварювання?
100. У яких випадках при газовому зварюванні використовується відновлювальне полум'я?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

**Тема:** Дефекти зварного шву.

**Мета роботи:** Вивчити зовнішні та внутрішні дефекти зварних швів та ознайомитися із засобами їхнього виявлення.

### **Теоретичні відомості**

Щодо розміщення у шві, дефекти поділяються на зовнішні та внутрішні.

#### *Зовнішні дефекти.*

До зовнішніх дефектів відносяться поздовжні та поперечні тріщини, підрізи, кратери, залишки шлаку, нерівна поверхня шва, напливи та ін.

**Тріщини.** Тріщини (рис. 1) найчастіше утворюються з-за внутрішніх напружень, що виникають внаслідок нерівномірного нагрівання та охолодження металу, зміни його структури при зварюванні та наявності в ньому підвищеного вмісту сірки, фосфору, водню, кисню та ін.

**Підрізи.** Підрізи (рисі) характеризуються наявністю канавки біля краю шва. Підрізи виникають при зварюванні струмом великої величини чи пальником великої потужності.

**Кратери.** Кратери (не заправлені заглиблення), залишки шлаку та нерівна поверхня шва є наслідком низької кваліфікації або недбалості зварника.

**Напливи.** Напливи (рисі) з'являються при занадто швидкому плавленні електроду або присадного дроту і при недостатньому прогріванні металу, який зварюється.

**Перепади.** Перепад - це окислений крупнозернистий метал шва, що виникає внаслідок застосування струму великої величини або пальника великої потужності, занадто окислювального середовища, повільного переміщення електрода або пальника.

#### *Внутрішні дефекти.*

До внутрішніх дефектів відносять внутрішні тріщини, непровар кореня зварного шву або його кромки, пори, шлакові включення, раковини, перепад металу шва та ін. Внутрішні тріщини звичайно виникають з тих же причин, що й зовнішні.

### **Не провар кореня шва або його кромки.**

Не провар кореня шва або його кромки (рисі) характеризується поганим сплавленням або, навіть, відсутністю зчеплення наплавленого металу з основним металом. Цей дефект виникає з-за недостатнього прогрівання зварюваного металу, неякісної підготовки кромок (малий кут зрізу).

**Пори.** Пори (рисі) частіше всього заповнені газом (воднем, окисом вуглецю та ін.) та утворюються здебільшого з-за вологості електродного покриття чи нерівномірного регулювання газового пальника, неякісного очищення поверхні, яка зварюється, від бруду, мастила, іржі та окалини.

**Раковини.** Шлакові включення - раковини (рис. 1) виникають при зварюванні довгою дугою або окислювальним полум'ям. При такому зварюванні з-за недостатнього прогрівання рідкого металу він недостатньо інтенсивно перемішується, швидко твердіє й з нього погано вилучається шлак.

Зовнішні дефекти швів звичайно визначають візуально або через лупу при невеликому збільшенні (у 10...20 разів). Інколи, наприклад, для виявлення тріщин вдаються до травлення шва 10%-м розчином азотної кислоти.

Для виявлення внутрішніх дефектів зварних швів застосовують просвічування шва рентгенівськими або гамма-променями (тріщини, не провари, пори, шлакові включення), ультразвуковий метод (тріщини, пори), магнітний метод (тріщини, непровари), металографічний метод та ін.

*Щільність* швів, тобто їхню непроникність, перевіряють гідравлічним або пневматичним навантаженням зварних виробів або гасовою пробою.

У цій роботі використаний металографічний метод, при якому вироби розрізають вздовж та поперек шва або вирізають з нього зразки. Після цього цей виріб або зразки шліфують, полірують, травлять та виконують макро- й мікроаналіз.

Мікроаналіз внутрішніх дефектів зварного шва по перерізу деталі чи вирізанню зразка проводять візуально або крізь лінзу при найбільшому збільшенні, що дозволяє виявити тріщини, пори, раковини, шлакові включення, не провари, границю розділу шва та основного металу, дендритність шва спрямування та величину стовбчастих кристалів. Вздовж самих стовбчастих, кристалів та місця закінчення їхньої кристалізації нерідко утворюються тріщини.

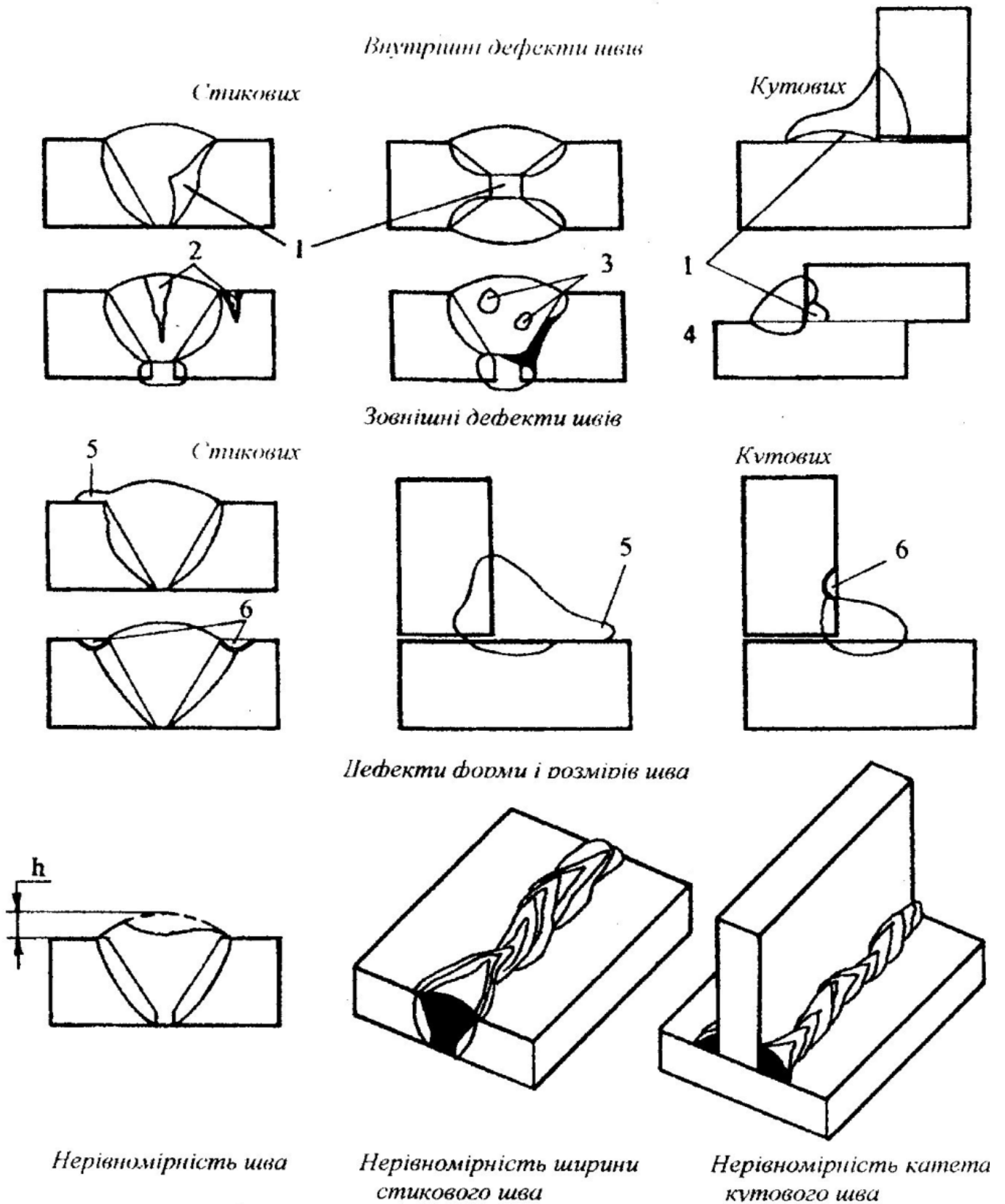


Рис. 1. Дефекти зварних швів: 1 – непрова; 2 – тріщини; 3 – пори; 4 – шлакові включення; 5 – наплив; 6 – підріз;  $h$  – необхідна висота випуклості (посилення) шва.

При мікроаналізі, що виконують на мікроскопі при збільшенні у 100... 1000 разів, у структурі шва можна виявити мікротріщини, перегрів або перепал металу, границю розділу шва та основного металу.

## **Порядок виконання роботи**

1. Роздивитись дефектні та бездефектні зразки зварних з'єднань, виконаних способами зварювання (ручне, автоматичне та газове зварювання).
2. Створити для дослідження комплект макро- та мікрошліфів, зварених з зовнішніми та внутрішніми дефектами (тріщини, подрізи, кратери, шлакові включення, напливи, пори, непровари, перепали та дендритність) та без дефектів з зазначенням хімічного складу металу шва та основного металу, використати при цьому лупу та металографічний мікроскоп.
3. Вивчити та замалювати зовнішні дефекти зварних швів.
4. Вивчити та замалювати макро- та мікроструктуру внутрішніх дефектів зварних швів.
5. Вивчити та замалювати макро- та мікроструктуру якісного зварного шву.
6. При дослідженні відзначити вигляд дефекту, вказати його розмір, місце розташування, причину виникнення, визначити границю розділу шва та основного металу (щодо мікро- та макроструктури) та дати оцінку дефектної та якісної структури зварного шва.
7. Результати досліджень внести до протоколу звіту.

### **Зміст звіту**

До звіту необхідно включити: опис основних дефектів зварних з'єднань та причини їхнього утворення; малюнки зовнішніх дефектів; макро- та мікроструктуру внутрішніх дефектів і якісного шва та їхній опис. У висновках по роботі дати порівняльну оцінку вивченим зварним швам, вказати, які дефекти найбільш небезпечні та якою повинна бути макро- та мікроструктура якісного шва.

### **Тестові питання**

1. До яких дефектів відносяться непровари кореня зварного шву?
2. Які дефекти утворюються при підвищеному вмісту сірки у зварювальному металі?
3. В наслідок чого утворюються залишки шлаку?
4. В наслідок чого утворюються раковини?
5. В наслідок чого утворюються подрізи?



6. В наслідок чого утворюються непровари?
7. До яких дефектів відносяться поздовжні тріщини?
8. До яких дефектів відносяться порожнини?
9. При яких внутрішніх напруженнях утворюються пластична деформація зварного з'єднання?
10. В наслідок чого утворюються пори?
11. До яких дефектів відносяться подрізи?
12. До яких дефектів відносяться раковини?
13. В наслідок чого утворюються напливи?
14. В наслідок чого утворюються шлакові включення?
15. До яких дефектів відносяться залишки шлаку?
16. 16.Яким газом частіше всього заповнені пори?
17. В наслідок чого утворюються перепали?
18. До яких дефектів відносяться непровари стику зварного шву?
19. Які дефекти утворюються при підвищеному вмісту фосфору у зварювальному металі?
20. В наслідок чого утворюються непровари кромки зварного шву?
21. В наслідок чого утворюються раковини?
22. До яких дефектів відносяться пори?
23. При яких внутрішніх напруженнях утворюються тріщини?
24. До яких дефектів відносяться поперечні тріщини?
25. До яких дефектів відносяться шлакові включення?
26. В наслідок чого утворюються кратери?
27. До яких дефектів відносяться кратери?
28. До яких дефектів відносяться перепал?
29. В наслідок чого утворюються пори?
30. В наслідок чого утворюються шлакові включення?
31. До яких дефектів відносяться напливи?
32. Яким газом частіше всього заповнені порожнини?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

**Тема:** Контроль якості зварного шва

**Мета роботи:** Вивчити основні методи контролю якості зварних з'єднань.

### Теоретичні відомості

До основних видів контролю зварних з'єднань належать такі: випробовування зварних швів на щільність, механічне випробовування металу шва і зварних з'єднань, металографічні дослідження і просвічування швів рентгенівськими і гамма-променями; ультразвуковий і магнітний методи контролю.

Випробовують шви на щільність тоді, коли зварювальні вироби являють собою посудини, призначені для зберігання або транспортування рідини чи газів. Залежно від умов роботи посудини піддають гідравлічному або пневматичному випробуванню чи лише гасовій пробі. *Гідравлічному випробуванню* підлягають усі ємкості, котли і трубопроводи, які працюють під тиском. Ємкість заповнюють водою, а потім гідравлічним пресом у ній створюють тиск, що в 1,5 рази перевищує робочий. Під цим тиском ємкість витримують протягом 5 хв, після чого тиск знижують до робочого, а ємкість обстукують молотком і старанно оглядають.

При *пневматичних випробуваннях* у ємкість подають стиснене повітря до контрольного тиску, після чого шви змочують мильним розчином або ж виріб повністю занурюють у воду. Якщо є наскрізні дефекти, то на поверхні швів з'являються газові бульбашки.

*Гасовою пробою* перевіряють ємкості, що працюють в умовах надлишкового тиску. Один бік шва забілюють крейдою, а другий - змочують гасом. Якщо у шва є наскрізні дефекти, на забіленій крейдою поверхні виникають темні гасові плями, які свідчать про нещільність зварного з'єднання.

Механічні випробовування призначені для визначення механічних властивостей зварних з'єднань. Властивості (границі міцності та текучості, відносне видовження і поперечне звуження) наплавленого металу перевіряють на круглих стандартних зразках, виготовлених з наплавленого металу, а властивості зварних з'єднань - плоских зразках. Перевірка зварних з'єднань на статичне згинання до утворення першої тріщини дає уявлення про в'язкість наплавленого металу. Із зварних з'єднань вирізують зразки, на яких роблять надрізи.

Металографічні дослідження полягають у проведенні макро- і мікроаналізу зварних швів. Мікроаналізом виявляють у металі шва пори, тріщини, шлакові включення, не провари та інші дефекти. Мікроструктурним аналізом визначають структуру і структурні складові, наявність мікро тріщин, включення оксидів, нітридів тощо.

Рентгенівським просвічуванням (рисі) у зварних швах без їхнього руйнування знаходять пори, тріщини, не провари і шлакові включення. Рентгенівський контроль зварних швів ґрунтується на здатності рентгенівського проміння, випромінюваного рентгенівською трубкою, інтенсивніше проникати крізь дефектні місця і більше засвічувати рентгенівську плівку, прикладену із зворотного боку шва.

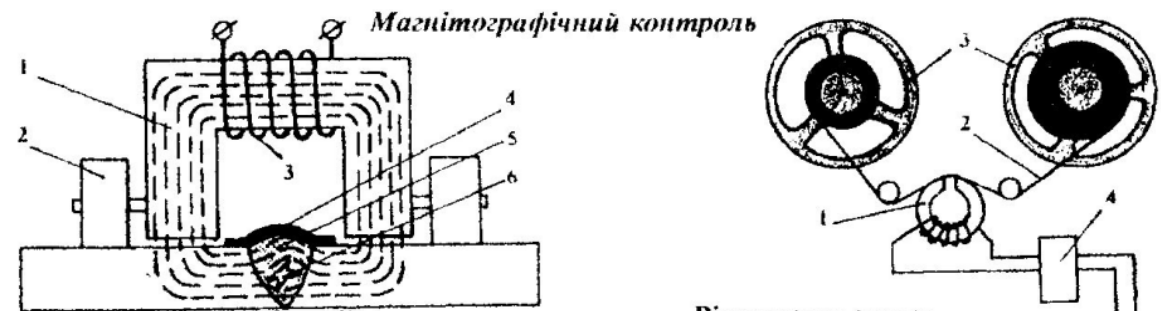
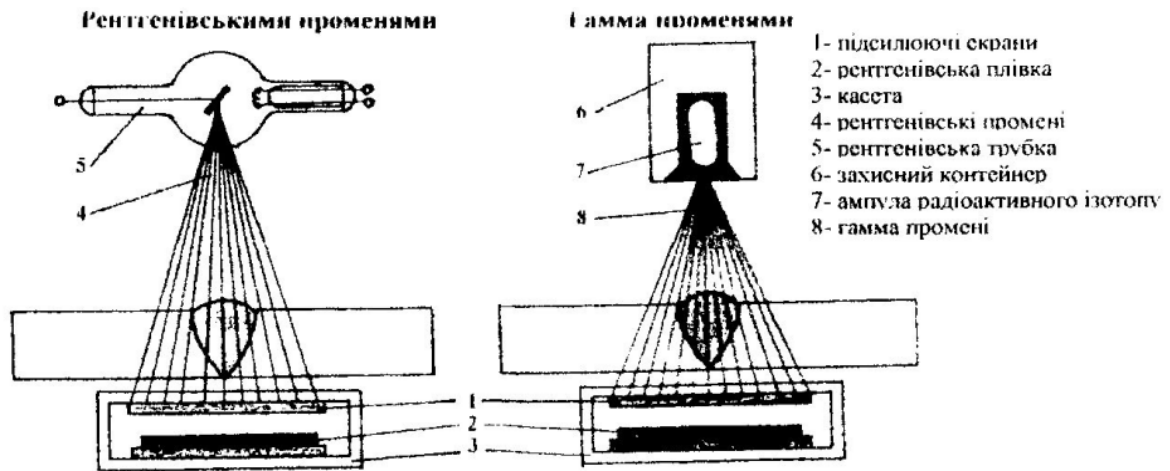
За допомогою електронно-оптичного перетворювача невидиме рентгенівське проміння можна перетворити на видиме світлове і рентгенівське просвічування зварних швів спостерігати візуально.

Просвічування гамма-випромінюванням (рис 1). Рентгенівське просвічування потребує складної установки, яка дорого коштує. Для виявлення внутрішніх дефектів у зварних швах магістральних газо- і нафтопроводів метод рентгенівського контролю малоприматний. Тому використовують простіший метод контролю - просвічування гамма випромінюванням різних радіоактивних елементів: радію, мезоторію, еманції радію і штучних ізотопів кобальту, цезію, іридію, європію та ін. Здебільшого використовують ізотопи кобальту. Радіоактивний елемент розміщують у спеціальній ампулі, яка зберігається в свинцевому футлярі, призначеному для захисту обслуговуючого персоналу від шкідливого впливу гамма-випромінювання на організм людини. Фіксують дефекти в зварних швах при просвічуванні гамма-випромінюванням, як і при рентгенівському просвічуванні, за допомогою рентгенівської плівки.

Ультразвуковий метод контролю (рис 1) застосовують при визначенні дефектів у металі завтовшки 5...3600 мм. Сутність методу полягає в здатності ультразвукових коливань, що збуджуються в кварцових пластинах змінною напругою високої частоти (вище 20 кГц), проникати в метал на велику глибину і відбиватися від тріщин, не проварів, шлакових включень та інших дефектів, що лежать на їхньому шляху. Коливання, що відбиваються на поверхні металу,

уловлюються спеціальними електронними пристроями і перетворюються на світлові сигнали, які передаються на екран дефектоскопу. У місцях дефектів з'являється пік сигналу.

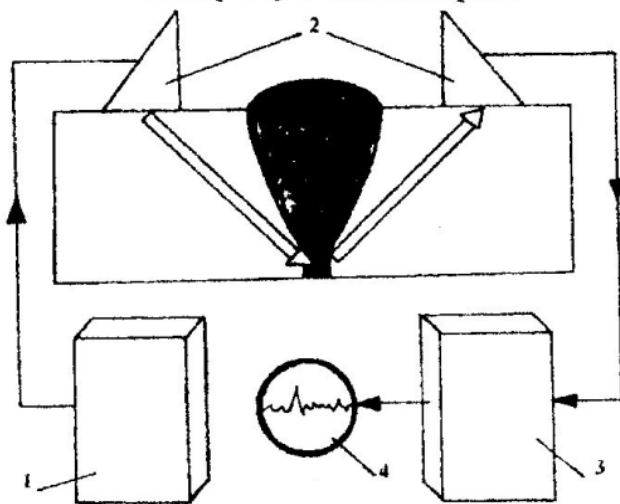
**Радіаційний контроль**



**Запис дефектів на магнітну плівку**

- 1- рухомий намагнічувальний пристрій
- 2- опорні немагнітні ролики
- 3- обмотка електромагніта
- 4- магнітна плівка
- 5- зварний шов
- 6- дефект

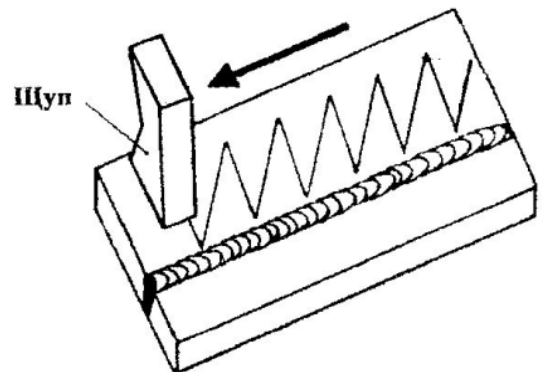
**Ультразвуковий контроль**



- 1- генератор ультразвукових коливань
- 2- п'єзоелектричний щуп
- 3- підсилювач сигналів
- 4- екран ультразвукового дефектоскопа

**Відтворення запису дефектів на екран**

- 1- магнітна головка
- 2- магнітна плівка
- 3- касети
- 4- підсилювач
- 5- екран магнітографічного дефектоскопа



**Рух щупа по поверхні зварного з'єднання**

Рис. 1. Контроль якості зварного шву.

Магнітні методи контролю (рис. 1) ґрунтуються на принципі магнітного розсіювання (замкнення магнітних потоків через повітря), що виникає в місцях дефектів під час намагнічування випробуваного зразка. Дефекти зумовлюють утворення потоків розсіювання і виявляються за допомогою магнітного порошку або індукційним методом. Відшуковуючи дефекти першим способом, використовують властивість магнітного порошку втягуватися в потік розсіювання і скупчуватись над дефектом. Коли ж дефекту немає, магнітний потік не відхиляється і не змінює свого напрямку.

Порошок виготовляють із залізної окалини. Магнітні потоки розсіювання спостерігають візуально або фіксують на феромагнітній плівці з наступним відтворенням „записаних” дефектів на освітленому екрані електронного осцилографа. За величиною і формою відхилення променя на екрані осцилографа судять про характер дефекту. Такий метод контролю називається магнітографічним.

Індукційний метод контролю ґрунтується на використанні ЕРС, яка індукується в спеціальній котушці потоком магнітного розсіяння, що виникає в місцях дефектів. Наведена в котушці ЕРС посилюється і передається на спеціальний магнітоелектричний прилад, в якому дефект визначають за посиленням звуку, запалюванням сигнальної лампи або відхиленням стрілки.

Магнітні методи контролю використовують для виявлення в зварних швах тріщин, не проварів та інших дефектів.

### **Порядок виконання роботи**

1. Вивчити та замалювати схеми основних методів контролю якості зварних з'єднань.

2. При дослідженні відзначити вигляд дефекту, вказати його розмір, місце розташування, причину виникнення, визначити границю розділу шва та основного металу (щодо мікро- та макроструктури) та дати оцінку дефектної та якісної структури зварного шва.

3. Результати досліджень внести до протоколу звіту.

### **Зміст звіту**

До звіту необхідно включити: опис основних методів контролю якості зварного шва. У висновках по роботі дати порівняльну оцінку вивченим методам

контролю якості зварного шва, вказати, які методи найбільш негативно впливають людський організм, вказати, які методи найбільш ефективні для визначення якості зварного шва.

### Тестові питання

1. На скільки груп поділяються методи контролю?
2. До якої групи методів контролю належить випробування металу шва і зони термічного впливу на ударну в'язкість?
3. Яким методом контролю визначається щільність цистерни для аміачної води?
4. Яким методом контролю визначається щільність резервуару для зберігання рідкого мазуту?
5. У якому методі контролю використовуються радіоактивні ізотопи?
6. До якої групи методів контролю належить технологічні проби?
7. До якої групи методів контролю належить визначення твердості?
8. Яким методом контролю визначається щільність ділянки водогону?
9. Яким методом контролю визначається щільність паливних баків автомобілів?
10. Які промені випромінюються рентгенівськими апаратами?
11. Яким методом контролю просвічують зварні вироби із алюмінію товщиною більше ніж 300 мм?
12. До якої групи методів контролю належить хімічний аналіз?
13. Як визначають вміст тих чи інших інгредієнтів у основному і електродному металів?
14. Яким методом контролю визначається щільність молочної цистерни?
15. Яким методом контролю визначається щільність паливних баків комбайнів?
16. Яке обладнання використовуються при гамма-методі контролю?
17. До якої групи методів контролю належить випробування на зварюваність?
18. Якими випробуваннями оцінюються стійкість зварних з'єднань проти загальної і міжкристалічної корозії?
19. Яким методом контролю визначається щільність нафтової цистерни?
20. До якої групи методів контролю належить гамма - метод?
21. Яке обладнання використовуються при ультразвуковому методі контролю?

22. До якої групи методів контролю належить випробування зварних з'єднань на розтяг?
23. Яким методом контролю визначається щільність водяного котла?
24. Яким методом контролю визначається щільність резервуару для гасу?
25. До якої групи методів контролю належить магнітний метод?
26. Який метод контролю найбільш шкідливий для людини?
27. До якої групи методів контролю належить механічні випробування ?
28. До якої групи методів контролю належить випробування зварного з'єднання?
29. Яким методом контролю визначається щільність ділянки газопроводу?
30. Яким методом контролю визначається щільність резервуарів для зберігання рідких мінеральних добрив?
31. Який метод контролю використовується для зварних з'єднань дуже великої товщини?
32. Яким методом контролю просвічують зварні вироби із сталі товщиною більше ніж 200 мм?
33. До якої групи методів контролю належить металографічні дослідження?
34. Якими дослідженнями встановлюються форма і розміри зварного шву, величина зерен, розмір біля шовної зони, характер і розмір дефектів?
35. Яким методом контролю визначається щільність водяного баку?
36. Яким методом контролю визначається щільність паливних баків тракторів?
37. Проходження яким променем зварні з'єднання чинять найменший опір?
38. У якому методі контролю використовуються звукові хвилі частотою кілька кГц або МГц?
39. До якої групи методів контролю належить корозійні випробування?
40. Як перевіряється міцніші і пластичні показники зварних з'єднань?
41. Яким методом контролю визначається щільність ділянки нафтопроводу?
42. До якої групи методів контролю належить рентгенівський метод?
43. Яке обладнання використовуються при рентгенівському методі контролю?
44. До якої групи методів контролю належить випробування металу зварного шву на розтяг (на зразках Гагаріна)?
45. Скільки існує методів контролю щільності зварних баків, цистерн, ресиверів?

46. Яким методом контролю визначається щільність резервуару для бензину?
47. До якої групи методів контролю належить ультразвуковий метод?
48. Яке обладнання використовуються при магнітному методі контролю?
49. Яким методом контролю визначається щільність повітряного ресиверу?
50. Яким методом контролю визначається щільність резервуару для зберігання дизельного палива?
51. До якої групи методів контролю належить люмінесцентний метод?
52. Який метод контролю найменш шкідливий для людини?
53. Який метод контролю визначає місце розташування і характер дефекту?



## ТЕСТОВІ ПИТАННЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ МОДУЛЯ

1. Яка основна умова отримання надійних зварних з'єднань за допомогою холодного зварювання тиском?
2. До якого виду зварювання належить точкове зварювання?
3. До якого виду зварювання належить зварювання у середовищі  $\text{CO}_2$ ?
4. Які сталі мають найкращу зварюваність?
5. Яка зварюваність у Сталі 35?
6. Яка зварюваність у Сталі 70?
7. Вкажіть хімічний склад Сталі 20 ХН?
8. До якої групи інгредієнтів електродного покриття належить крейда?
9. До якої групи інгредієнтів електродного покриття належить феротитан?
10. Який хімічний склад зварювального дроту Св12 ГС?
11. До якого виду зварювання належить зварювання тертям?
12. До якого виду зварювання належить пресове зварювання ?
13. Яка принципова різниця між видами зварювання плавленням і тиском?
14. Яка зварюваність у Сталі 15?
15. Яка зварюваність у Сталі 45Г?
16. Вкажіть хімічний склад Сталі 18 ХГТ?
17. На скільки груп поділяються вуглецеві сталі в залежності від їх зварюваності?
18. До якої групи інгредієнтів електродного покриття належить крохмаль?
19. Який хімічний склад зварювального дроту Св 08А?
20. Який зварювальний агрегат є джерелом змінного струму?
21. До якого виду зварювання належить холодне зварювання ?
22. Скільки зон зварювального з'єднання?
23. До якого виду зварювання належить електрошлакове зварювання ?
24. Яка зварюваність у Ст.0?
25. Яка зварюваність у Сталь 65?
26. Вкажіть хімічний склад Сталі 36 Г2С?
27. Скільки існує варіантів дугового електрозварювання в залежності від ступеня механізації зварювального процесу?
28. До якої групи інгредієнтів електродного покриття належить целюлоза?

29. Який хімічний склад зварювального дроту Св 10Г2?
30. Які дві групи інгредієнтів електродного покриття обов'язкові?
31. До якого виду зварювання належить дифузійне зварювання?
32. Які зварні шви найбільш прості по виконанню?
33. До якого виду зварювання належить стикове зварювання ?
34. Яка зварюваність у Сталі 20?
35. Яка зварюваність у Ст. 6?
36. Вкажіть хімічний склад Сталі 35 СГ?
37. Скільки груп інгредієнтів має електродне покриття?
38. До якої групи інгредієнтів електродного покриття належить титанова руда?
39. Який хімічний склад зварювального дроту Св 10ХГ2С?
40. Яке джерело змінного струму використовується для ручного електродугового зварювання?
41. До якого виду зварювання належить аргоно - дугове зварювання ?
42. Яка зварюваність у Сталі 30Г?
43. Яка зварюваність у Сталь 70Г?
44. До якого виду зварювання належить газове зварювання?
45. Вкажіть хімічний склад Сталі 15 Х2ГН2ТА?
46. До якої групи інгредієнтів електродного покриття належить поташ?
47. Який хімічний склад зварювального дроту Св 12 ХГС?
48. Як вибирається діаметр електричного дроту? (записати формулу)
49. Вкажіть хімічний склад Сталі 20 ХН3А?
50. Як визначається сила зварювального струму? (записати формулу)
51. До якого виду зварювання належить ультразвукове зварювання?
52. У чому полягає різниця між індукційним і контактним нагріванням?
53. До якого виду зварювання належить електронпроменеве зварювання ?
54. Яка зварюваність у Сталі 10?
55. Яка зварюваність у Сталі 45?
56. Вкажіть хімічний склад Сталі 30 ХГС?
57. На скільки груп поділяються вуглецеві сталі в залежності від їх зварюваності?

58. До якої групи інгредієнтів електродного покриття належить крохмаль?
59. Який хімічний склад зварювального дроту Св 08АА?
60. Який зварювальний агрегат є джерелом змінного струму?
61. До якого виду зварювання належить холодне зварювання ?
62. Коли можна зварювати листовий метал без розділки кромки?
63. До якого виду зварювання належить електродугове зварювання?
64. Яка зварюваність у Ст.3?
65. Яка зварюваність у Сталі 80?
66. Вкажіть хімічний склад Сталі 50 ХН?
67. Який спосіб електродугового зварювання має найбільше виробниче значення?
68. До якої групи інгредієнтів електродного покриття належить марганцева руда?
69. Який хімічний склад зварювального дроту Св 10Г2С?
70. Чим відрізняються зварювальні генератори від звичайних електричних генераторів для освітлення?
71. До якого виду зварювання належить роликоне зварювання?
72. Який фактор найбільш впливає на зварюваність вуглецевих сталей?
73. До якого виду зварювання належить лазерне зварювання?
74. Яка зварюваність у Сталі 20Г?
75. Яка зварюваність у Сталь 60?
76. Вкажіть хімічний склад Сталі 30 ХН3А?
77. До якої групи інгредієнтів електродного покриття належить плавиковий шпат?
78. Який хімічний склад зварювального дроту Св 12ХГСНА?
79. Який зварювальний трансформатор використовується у якості багатопостового джерела змінного струму?
80. До якого виду зварювання належить електродугове зварювання під шлаком флюсу?
81. До якого виду зварювання належить гелієво-дугове зварювання?
82. Яка зварюваність у Сталі 60Г?
83. Вкажіть хімічний склад Сталі 12ХН3А?
84. До якої групи інгредієнтів електродного покриття належить калієва селітра?
85. Яка зварюваність у Сталь 35?

86. До якої групи інгредієнтів електродного покриття належить феромарганець?
87. Вкажіть хімічний склад Сталі 10Х20НІ5?
88. До якого виду зварювання належить холодне зварювання?
89. На скільки груп поділяються існуючі методи зварювання?
90. Скільки зон зварного з'єднання?
91. У якого з горючих газів максимальна температура полум'я в робочій зоні?
92. Скільки розрізняють видів газового полум'я?
93. У якій зоні полум'я найвища температура?
94. Який об'єм ацетиленового балону?
95. Який колір ацетиленового редуктора?
96. Скільки змінних мундштуків входить у комплект газового пальника?
97. У якого матеріалу найвища питома теплова потужність полум'я?
98. Яка зварюваність у Сталі 35?
99. Вкажіть хімічний склад Сталі 30ХМА?
100. Який хімічний склад присадного зварювального дроту Св 08?
101. На скільки видів поділяється газове полум'я в залежності від співвідношення ацетилену і кисню в газовій суміші?
102. Яке співвідношення кисню і ацетилену у нормальному газовому полум'ї?
103. Якою зоною газового полум'я виконується зварювання?
104. Якого кольору ацетиленовий балон ?
105. Який стан ацетилену у ацетиленовому балоні ?
106. Який тиск різального кисню використовується при газовому зварюванні?
107. Яка зварюваність у Сталі 10?
108. Вкажіть хімічний склад Сталі 36 Г2С?
109. Який хімічний склад присадного зварювального дроту Св 08АА?
110. Яка зварюваність у Сталі 45?
111. При якій товщині зварювального матеріалу застосовується газове зварювання?
112. З чого отримуються технічний ацетилен?
113. У чому вимірюється теплова потужність зварювального полум'я?
114. Скільки манометрів на ацетиленовому редукторі?
115. Який стан кисню в кисневому балоні?

116. Який робочий тиск кисню використовується при газовому зварюванні?
117. Яка зварюваність у Сталі 15?
118. Вкажіть хімічний склад Сталі 30 ХГС?
119. Який хімічний склад присадного зварювального дроту Св - 08А?
120. Яка зварюваність у Сталі 45Г?
121. Скільки має зон киснево-ацетиленове нормальне полум'я?
122. Яке співвідношення кисню і ацетилену в окислювальному газовому полум'ї?
123. Як регулюється теплова потужність газового полум'я?
124. Якого кольору кисневий балон ?
125. У якому стані знаходиться природний газ у балоні?
126. Який флюс використовують при газовому зварюванні?
127. Яка зварюваність у Ст.0?
128. Вкажіть хімічний склад Сталі 50 ХН?
129. Який хімічний склад присадного зварювального дроту Св 10Г2?
130. Яка зварюваність у Ст. 6?
131. Скільки має зон киснево-ацетиленове відновлювальне полум'я?
132. У якому виді газового полум'я співвідношення кисню до ацетилену менш ніж 1,0?
133. При якому тиску перевіряють кисневі гумові шланги?
134. Скільки літрів кисню вміщує кисневий балон?
135. Якого кольору редуктор на балоні з природнім газом?
136. З якого матеріалу виготовлений газовий пальник?
137. Яка зварюваність у Сталі 20?
138. Вкажіть хімічний склад Сталі 30ХН3А?
139. Який хімічний склад присадного зварювального дроту Св 10ХГ2С?
140. Яка зварюваність у Сталі 80?
141. У яких випадках при газовому зварюванні використовується окислювальне полум'я?
142. У якому виді газового полум'я співвідношення кисню до ацетилену більше ніж 1,1?
143. Що заливають у ацетиленовий балон?

144. Який тиск газу у повному кисневому балоні?
145. З якого матеріалу виготовлений кисневий вентиль?
146. Чому дорівнює питома теплова потужність полум'я для сталі?
147. Яка зварюваність у Сталі 30Г?
148. Вкажіть хімічний склад Сталі 20ХНЗА?
149. Який хімічний склад присадного зварювального дроту Св 12 ХГС?
150. Яка зварюваність у Сталі 70Г?
151. На яку відстань віддаляють балони з газом і ацетиленовий генератор від робочого місця зварника?
152. Якого газу теплотворна здатність?
153. Скільки літрів ацетилену вміщує ацетиленовий балон?
154. Який колір кисневого редуктора?
155. Маса якого балону найбільша?
156. Чому дорівнює питома теплова потужність полум'я для алюмінію?
157. Який хімічний склад присадного зварювального дроту Св 12ГС?
158. Вкажіть хімічний склад Сталі 18 ХГТ?
159. Який хімічний склад присадного зварювального дроту Св 10 ХГС?
160. Яка зварюваність у Сталі 35?
161. Скільки має зон киснево-ацетиленове окислювальне полум'я ?
162. Яке співвідношення кисню і ацетилену у відновлювальному газовому полум'ї?
163. Який зварювальний дріт необхідний для зварювання низько вуглецевих сталей окислювальним полум'ям?
164. Який об'єм кисневого балону?
165. Який колір балону з природним газом?
166. Який робочий тиск ацетилену використовується при газовому зварюванні?
167. Яка зварюваність у Ст.3?
168. Вкажіть хімічний склад Сталі 35 СГ?
169. Який хімічний склад присадного зварювального дроту Св 10Г2С?
170. Яка зварюваність у Сталі 65?
171. У яких випадках при газовому зварюванні використовується нормальне полум'я?

172. У якому виді газового полум'я співвідношення кисню до ацетилену 1.05-1.1?
173. Чим заповнюють ацетиленові балони?
174. Яка ємність кисневого балону?
175. Скільки манометрів на редукторі балону з природнім газом?
176. З якого матеріалу виготовлений газовий різак?
177. Яка зварюваність у Сталі 20Г?
178. Вкажіть хімічний склад Сталі 15Х2ГН2ТА?
179. Який хімічний склад присадного зварювального дроту Св 12ХГСНА?
180. Яка зварюваність у Сталі 60?
181. Яка ємність ацетиленового балону?
182. Скільки манометрів на кисневому редукторі?
183. З якого матеріалу виготовлений кисневий редуктор?
184. Чому дорівнює питома теплова потужність полум'я для міді?
185. Яка зварюваність у Сталі 30?
186. Вкажіть хімічний склад Сталі 12ХНЗА?
187. Який хімічний склад присадного зварювального дроту Св 10 Х20Н15?
188. Яка зварюваність у Сталі 60Г?
189. Для зварювання якої товщини використовується газове зварювання?
190. У яких випадках при газовому зварюванні використовується відновлювальне полум'я?
191. До яких дефектів відносяться непровари кореня зварного шву?
192. Які дефекти утворюються при підвищеному вмісту сірки у зварювальному металі?
193. В наслідок чого утворюються залишки шлаку?
194. В наслідок чого утворюються раковини?
195. В наслідок чого утворюються подрізи?
196. В наслідок чого утворюються непровари?
197. До яких дефектів відносяться поздовжні тріщини?
198. До яких дефектів відносяться порожнини?
199. При яких внутрішніх напруженнях утворюються пластична деформація зварного з'єднання?

200. В наслідок чого утворюються пори?
201. До яких дефектів відносяться подрізи?
202. До яких дефектів відносяться раковини?
203. В наслідок чого утворюються напливи?
204. В наслідок чого утворюються шлакові включення?
205. До яких дефектів відносяться залишки шлаку?
206. 16. Яким газом частіше всього заповнені пори?
207. В наслідок чого утворюються перепали?
208. До яких дефектів відносяться непровари стику зварного шву?
209. Які дефекти утворюються при підвищеному вмісту фосфору у зварювальному металі?
210. В наслідок чого утворюються непровари кромки зварного шву?
211. В наслідок чого утворюються раковини?
212. До яких дефектів відносяться пори?
213. При яких внутрішніх напруженнях утворюються тріщини?
214. До яких дефектів відносяться поперечні тріщини?
215. До яких дефектів відносяться шлакові включення?
216. В наслідок чого утворюються кратери?
217. До яких дефектів відносяться кратери?
218. До яких дефектів відносяться перепал?
219. В наслідок чого утворюються пори?
220. В наслідок чого утворюються шлакові включення?
221. До яких дефектів відносяться напливи?
222. Яким газом частіше всього заповнені порожнини?
223. На скільки груп поділяються методи контролю?
224. До якої групи методів контролю належить випробування металу шва і зони термічного впливу на ударну в'язкість?
225. Яким методом контролю визначається щільність цистерни для аміачної води?
226. Яким методом контролю визначається щільність резервуару для зберігання рідкого мазуту?
227. У якому методі контролю використовуються радіоактивні ізотопи?



228. До якої групи методів контролю належить технологічні проби?
229. До якої групи методів контролю належить визначення твердості?
230. Яким методом контролю визначається щільність ділянки водогону?
231. Яким методом контролю визначається щільність паливних баків автомобілів?
232. Які промені випромінюються рентгенівськими апаратами?
233. Яким методом контролю просвічують зварні вироби із алюмінію товщиною більше ніж 300 мм?
234. До якої групи методів контролю належить хімічний аналіз?
235. Як визначають вміст тих чи інших інгредієнтів у основному і електродному металів?
236. Яким методом контролю визначається щільність молочної цистерни?
237. Яким методом контролю визначається щільність паливних баків комбайнів?
238. Яке обладнання використовуються при гамма-методі контролю?
239. До якої групи методів контролю належить випробування на зварюваність?
240. Якими випробуваннями оцінюються стійкість зварних з'єднань проти загальної і міжкристалічної корозії?
241. Яким методом контролю визначається щільність нафтової цистерни?
242. До якої групи методів контролю належить гамма - метод?
243. Яке обладнання використовуються при ультразвуковому методі контролю?
244. До якої групи методів контролю належить випробування зварних з'єднань на розтяг?
245. Яким методом контролю визначається щільність водяного котла?
246. Яким методом контролю визначається щільність резервуару для гасу?
247. До якої групи методів контролю належить магнітний метод?
248. Який метод контролю найбільш шкідливий для людини?
249. До якої групи методів контролю належить механічні випробування ?
250. До якої групи методів контролю належить випробування зварного з'єднання?
251. Яким методом контролю визначається щільність ділянки газопроводу?
252. Яким методом контролю визначається щільність резервуарів для зберігання рідких мінеральних добрив?
253. Який метод контролю використовується для зварних з'єднань дуже великої

товщини?

254. Яким методом контролю просвічують зварні вироби із сталі товщиною більше ніж 200 мм?
255. До якої групи методів контролю належить металографічні дослідження?
256. Якими дослідженнями встановлюються форма і розміри зварного шву, величина зерен, розмір біля шовної зони, характер і розмір дефектів?
257. Яким методом контролю визначається щільність водяного баку?
258. Яким методом контролю визначається щільність паливних баків тракторів?
259. Проходження яким променем зварні з'єднання чинять найменший опір?
260. У якому методі контролю використовуються звукові хвилі частотою кілька кГц або МГц?
261. До якої групи методів контролю належить корозійні випробування?
262. Як перевіряється міцніші і пластичні показники зварних з'єднань?
263. Яким методом контролю визначається щільність ділянки нафтопроводу?
264. До якої групи методів контролю належить рентгенівський метод?
265. Яке обладнання використовуються при рентгенівському методі контролю?
266. До якої групи методів контролю належить випробування металу зварного шву на розтяг (на зразках Гагаріна)?
267. Скільки існує методів контролю щільності зварних баків, цистерн, ресиверів?
268. Яким методом контролю визначається щільність резервуару для бензину?
269. До якої групи методів контролю належить ультразвуковий метод?
270. Яке обладнання використовуються при магнітному методі контролю?
271. Яким методом контролю визначається щільність повітряного ресиверу?
272. Яким методом контролю визначається щільність резервуару для зберігання дизельного палива?
273. До якої групи методів контролю належить люмінесцентний метод?
274. Який метод контролю найменш шкідливий для людини?
275. Який метод контролю визначає місце розташування і характер дефекту?

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лахтин Ю. М. Металловедение и термическая обработка металлов. / Ю. М. Лахтин. – М. : Металлургия, 1977, – 407 с.
2. Лахтин Ю. М. Материаловедение / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьев. – М. : Машиностроение, 1980.
3. Гуляев А. П. Металловедение / А. П. Гуляев. – М. : Металлургия, 1997, – 647 с.
4. Жадан В. Т. Технология металлов и других конструкционных материалов / В. Т. Жадан, Б. Г. Гринберг, В. Я. Никонов. – М. : Высшая школа, 1970.
5. Дальський А. М. Технология конструкционных материалов / А. М. Дальський. – М. : Машиностроение, 1977.
6. Солнцев Ю. П. Металловедение и технология металлов / Ю. П. Солнцев. – М. : Металлургия, 1988.
7. Кнорозов В. В. Технология металлов и материаловедение / В. В. Кнорозов. – М. : Металлургия, 1987.
8. Технология металлов и других конструкционных материалов. Под ред. Г.А. Глазова. – Л. : Машиностроение, 1978.
9. Мозберг Р. К. Материаловедение / Р. К. Мозберг. – М. : Металлургия, 1991.

## ЗМІСТ

	Стр.
<b>Вступ</b> .....	3
<b>ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ</b> .....	4
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1</b> .....	6
<b>Тестові питання</b> .....	13
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2</b> .....	17
<b>Тестові питання</b> .....	25
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3</b> .....	29
<b>Тестові питання</b> .....	32
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4</b> .....	34
<b>Тестові питання</b> .....	38
<b>ТЕСТОВІ ПИТАННЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ МОДУЛЯ</b> .....	41
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	51



**Навчально-методичне видання**

**МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО І ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ  
МАТЕРІАЛІВ**

Методичні рекомендації  
до розділу “Зварювальне виробництво”, модуль 3  
для виконання лабораторних робіт і самостійної роботи студентами  
денної і заочної форм навчання напряму підготовки:  
6.100102 “Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва”

**Укладач:** Полянський Павло Миколайович

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 3,4.  
Тираж 50 прим. Зам № \_\_\_\_.

Надруковано у видавничому відділі  
Миколаївського національного аграрного університету  
54020, м. Миколаїв, вул. Паризької комуни, 9.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.