

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

щодо засвоєння кредитного модуля М1

«Виробництво зварних конструкцій»

дисципліни «Виробництво зварних конструкцій»

для студентів всіх форм навчання

напряму підготовки 6.050504 «Зварювання»

професійного спрямування «Технології та устаткування зварювання»

*Затверджено Вченою радою зварювального факультету НТУУ «КПІ»*

Київ – 2012

Методичні рекомендації щодо засвоєння кредитного модуля М1 «Виробництво зварних конструкцій» дисципліни «Виробництво зварних конструкцій» для студентів всіх форм навчання напрямку підготовки 6.050504 «Зварювання» професійного спрямування «Технології та устаткування зварювання»: / Уклад. К.О. Зворикін. – К.: Електронне видання, 2012. – 45 с.

*Затверджено Вченою радою зварювального факультету НТУУ «КПІ»  
(Протокол № 7 від 18 березня 2013 р.)*

Укладач: *Зворикін Костянтин Олегович*, канд. техн. наук, доцент

Рецензент: *Рижов Роман Миколайович*, док. техн. наук, проф.

Відповідальний редактор: *Прохоренко Володимир Михайлович*, док. техн. наук, проф.

## ВСТУП

Дисципліна «Виробництво зварних конструкцій» (ВЗК) складається з двох кредитних модулів: М1 «Виробництво зварних конструкцій» (код ЗП-12/1) і М2 «Засоби механізації зварювального виробництва» (код ЗП-12/2). Загальний навчальний час (разом з СРС) складає 486 годин. Дисципліна «Виробництво зварних конструкцій» надає студенту сучасні відомості щодо технологічних процесів зварювального виробництва металевих конструкцій, в тому числі щодо спеціальних технологічних процесів виробництва зварних конструкцій і є однією з основних дисциплін, на базі якої формуються знання та уміння бакалавра зварювання. Дисципліна відноситься до циклу дисциплін за вибором вищого навчального закладу. Дисципліна базується на знаннях, які одержали студенти під час вивчення циклу природничонаукового підготовки (опір матеріалів, теоретична механіка, теорія механізмів і машин, вища математика тощо), циклу професійного і практичного підготовки (деталі машин і основи конструювання, основи оброблення металів, зварювання плавленням, проектування зварних конструкцій, напруження і деформації при зварюванні тощо), є підсумковою в переліку спеціальних дисциплін циклу професійного і практичного підготовки для узагальнення студентами знань, які були одержані під час вивчення технологічних курсів, та забезпечує випускню кваліфікаційну роботу з виробничо-технологічної тематики.

Мета дисципліни «Виробництво зварних конструкцій» - формування у студентів знань та вмінь відповідно до ОКХ і ОПП бакалавра за напрямом підготовки 6.050504 «Зварювання».

Вивчення навчального матеріалу кредитного модуля М1 «Виробництво зварних конструкцій» (код ЗП-12/1) дисципліни «Виробництво зварних конструкцій» базується на знаннях, які одержали студенти під час вивчення циклу природничонаукового підготовки (опір матеріалів, теоретична механіка, теорія механізмів і машин, вища математика тощо), циклу професійного і практичного підготовки (деталі машин і основи конструювання, основи оброблення металів, зварювання пластмас, зварювання плавленням, проектування зварних

конструкцій, напруження і деформації при зварюванні тощо). З іншого боку, навчальний матеріал кредитного модуля М1 «Виробництво зварних конструкцій» є базовим для вивчення навчального матеріалу кредитного модуля М2 «Засоби механізації зварювального виробництва» (код ЗП-12/2) дисципліни «Виробництво зварних конструкцій», яка, в свою чергу, забезпечує випускні кваліфікаційну роботу з виробничо-технологічної тематики.

Мета і завдання кредитного модуля М1 «Виробництво зварних конструкцій» дисципліни «Виробництво зварних конструкцій» полягають у засвоєнні студентами основ виконання технологічних процесів виготовлення зварних конструкцій, зокрема вивченні визначень і основних принципів виготовлення зварних конструкцій, вивченні змісту і загальних закономірностей взаємодії та розвитку технологічних процесів, опануванні алгоритмів заходів з комплексної механізації і автоматизації зварювального виробництва, усвідомленні ролі спеціаліста–технолога у роботі на виробничій дільниці, в тому числі щодо визначення резервів зменшення витрат праці, підвищення кваліфікації виконавців, додержання технологічної дисципліни, набутті знань щодо техніко-економічного аналізу параметрів виробничого процесу, вивченні конкретних прикладів технологічних процесів зварювального виробництва і здійснення технологічних операцій у різних галузях зварювального виробництва.

За результатом вивчення дисципліни ВЗК студенти отримають вміння щодо основ технологічного підготовки зварювального виробництва і призначення виду та способів складання-зварювання металоконструкцій.

У цих Методичних рекомендаціях наведено вказівки щодо організації самостійної роботи з кредитного модуля М1 «Виробництво зварних конструкцій» дисципліни «Виробництво зварних конструкцій».

# 1. Опис навчальної дисципліни

## 1.1. Загальна характеристика навчальної дисципліни

### «Виробництво зварних конструкцій»

Розподіл навчальних годин на аудиторні заняття і на самостійну роботу студентів проведено з урахуванням методичних рекомендацій університету.

Форма навчання	Семестр	Всього кредитів / годин	Розподіл навчального часу за видами занять, год						Семестрова атестація
			Лекції	Практичні заняття	Всього	СРС			
						у тому числі			
						РГР	ДКР	Курсовий проект	
Денна	7, 8	13,5 / 486	117	63	306	14	-	54	екзамен, екзамен
Заочна	8, 9	13,5 / 414	20	10	394	-	24	54	екзамен, екзамен

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань кредитного модуля М1 «Виробництво зварних конструкцій» дисципліни «Виробництво зварних конструкцій» згідно з робочим навчальним планом:

Семестр / код кредитного модуля	Всього кредитів / годин	Розподіл навчального часу за видами занять, год.								Семестрова атестація
		Аудиторні заняття, год.			Самостійна робота студентів, год.					
		всього	у тому числі		всього	у тому числі				
			лекційні	практичні		модульні контрольні	РГР	підготовка до занять	підготовка до екзамену	
7 / ЗП-12/1	6,5 / 234	117	81	36	117	4	14	63	36	екз.

Напрямок підготовки: 6.050504 – зварювання.

Професійне спрямування по спеціальності: «Технології та устаткування зварювання»

Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр.

Цикл, до якого відноситься дисципліна: дисципліни самостійного вибору навчального закладу.

## 1.2. Рейтингова система оцінки з дисципліни

Положення про рейтингову систему оцінки успішності студентів з кредитного модуля М1 «Виробництво зварних конструкцій» (код ЗП-12/1) дисципліни «Виробництво зварних конструкцій» розроблено згідно з Положенням про кредитно-модульну організацію навчального процесу в НТУУ «КПІ», а також відповідно до робочої програми дисципліни кафедри зварювального виробництва.

Розмір шкали рейтингових оцінок – 100 балів.

Відповідність між рейтинговими оцінками, оцінками ECTS та традиційними наведена в таблиці.

Загальний рейтинг з дисципліни, %	Оцінки ECTS	Традиційна екзаменаційна оцінка	Традиційна залікова оцінка
≥ 95	A	Відмінно	Зараховано
85÷94	B	Добре	
75÷84	C		
65÷74	D	Задовільно	
60÷64	E		
40÷59	F <sub>x</sub>	Незадовільно	Не зараховано
< 40	Недопущений	Недопущений	Недопущений

Рейтингову оцінку студентів визначає лектор, враховуючи інформацію викладачів, що проводять практичні заняття.

Рейтингова оцінка студента встановлюється за результатами виконання основних (обов'язкових) та додаткових видів робіт. Обов'язкові види робіт задає

робоча навчальна програма. У відповідності до неї загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- 1) шість відповідей на практичних заняттях;
- 2) виконання завдання однієї розрахунково-графічної роботи;
- 3) три (модульні) контрольні роботи (одна з МКР поділяється на дві одноденні контрольні роботи);
- 4) відповідь на екзамені.

### **Система рейтингових балів та критерії оцінювання**

#### **1. Практичні заняття**

За умови гарної підготовки і активної роботи на практичному занятті – 1 бал. Одному або двом студентам, які виявили найкращі знання та підготовку до заняття, на кожному практичному занятті може додаватися як заохочування 1 бал.

#### **2. Розрахунково-графічна робота**

- «відмінно», завдання виконане правильно, РГР гарно оформлена, виконані всі вимоги до роботи - 13...14 балів.
- «добре», завдання виконане правильно, або є несуттєві помилки, РГР ретельно оформлена, виконані майже всі вимоги до роботи - 11...12 балів.
- «задовільно», завдання виконане правильно, але є певні помилки, РГР добре оформлена, є недоліки щодо виконання вимог до роботи - 9...10 балів.
- «незадовільно», не відповідає вимогам до «задовільно» - 0 балів.

За кожний тиждень запізнення (щодо графіку роботи) із поданням на перевірку розрахунково-графічної роботи нараховується штрафний бал (-1).

#### **3. Модульна контрольна робота**

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) - 9...10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями - 8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки - 6...7 балів;

- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») - 0 балів;

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює 50. Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання розрахунково-графічної роботи і стартовий рейтинг не менше 25 балів.

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 16 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 8 балів.

За результатами 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 40 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 20.

На екзамені студенти виконують письмову (екзаменаційну) контрольну роботу. Кожне завдання контрольної роботи містить два теоретичних питання і одне практичне. Перелік питань екзаменаційної контрольної роботи наведений у методичних рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Кожне теоретичне питання оцінюється у 15 балів, а практичне - 20 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 14...15 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 11...13 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 9...10 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь - 0 балів.

Система оцінювання практичного запитання:

- «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 18...20 балів;
- «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 15...17 балів;
- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 12...14 балів;
- «незадовільно», завдання не виконано - 0 балів.



Сума стартових балів і балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Бали $R = r_C + r_E$	ECTS-оцінка	Екзаменаційна оцінка
95...100	A	відмінно
85...94	B	добре
75...84	C	
65...74	D	задовільно
60...64	E	
Менше 60	Fx	не задовільно
Не зараховано розрахунково-графічну роботу або $r_C < 25$	F	не допущено

### 1.3. Види самостійної роботи

1. Вивчення розділів кредитного модуля М1 «Виробництво зварних конструкцій» з використанням рекомендованих літературних джерел і матеріалів лекційних занять.
2. Підготовки до практичних занять (для студентів денної форми навчання).
3. Підготовки до модульних контрольних робіт (для студентів денної форми навчання).
4. Виконання розрахунково-графічної роботи (для студентів денної форми навчання).
5. Виконання домашньої контрольної роботи (для студентів заочної форми навчання).

## **2. Методичні вказівки до вивчення розділів курсу**

### **Вступ**

#### ***Питання, що розглядаються у цій темі***

Основні визначення. Мета і завдання дисципліни. Місце і роль дисципліни в підготовці спеціалістів за напрямком «Зварювання». Типи зварних елементів і зварних конструкцій. Основні тенденції розвитку зварювального виробництва в промисловості. Роль науково-технічного прогресу в розвитку зварювального виробництва. Основоположники і творці навчального курсу «Виробництво зварних конструкцій».

Література: [1], с. 5...18; [2], с. 4

### **Методичні вказівки**

Особливу увагу необхідно приділити вже відомим навчальним матеріалам. Слід з'ясувати тенденції розвитку зварювального виробництва в промисловості та розглянути роль науково-технічного прогресу в розвитку зварювального виробництва.

### **Контрольні питання до «Вступ»**

1. Які основні тенденції розвитку зварювального виробництва в промисловості?
2. Яка роль науково-технічного прогресу в розвитку зварювального виробництва?

## **Розділ 1. Технічне підготування зварювального виробництва**

### **Тема 1.1. Виробничі технологічні процеси**

#### ***Питання, що розглядаються у цій темі***

Промислове виробниче підприємство. Дискретність структури виробничих процесів. Виробнича структура підприємства. Технологічні стадії виробництва.

Класифікація виробничих систем за рівнем автоматизації. Удосконалення виробничих процесів. Основні принципи організації виробничих процесів. Типи виробництва.

Технологічний процес (ТП) і його структура; ТП зварювального виробництва. Основні елементи технологічних операцій. Засоби технологічного спорядження. Технологічний маршрут. Випуск продукції підприємством. Види технологічних процесів. Груповий технологічний процес. Ознаки технологічних процесів. Технічні умови (ТУ) на зварні конструкції. Закономірності розвитку технологій.

Література: [1], с. 21...53.

### **Методичні вказівки**

Для вивчення цієї теми особливу увагу необхідно приділити загальній характеристиці виробництва і виробничих процесів, їх особливостям, типам виробництв. Слід опанувати структуру технологічного процесу. Необхідно з'ясувати склад і зміст технічних умов на зварні конструкції. Розгляд цієї теми завершується аналізом закономірності розвитку промислових технологій.

### **Контрольні питання до теми 1.1**

1. Яка головна мета діяльності виробничого підприємства?
2. Які види виробничої діяльності здійснює виробниче підприємство?
3. Що таке «виробничий процес» підприємства і які види виробничих процесів діють на підприємстві?
4. Які складові структури виробничого підприємства?
5. Які стадії виробництва відбуваються на підприємстві?
6. Як класифікуються виробничі процеси за рівнем автоматизації?
7. Які завдання мають інжиніринг і реінжиніринг виробничих систем?
8. Які основні принципи організації виробничих процесів?
9. Які типи виробництв можуть діяти на підприємстві? В чому головна різниця між типами виробництв?
10. Що таке «технологічний процес» і яка його структура?

11. Що таке «технологічна операція» і які основні елементи технологічних операцій?
12. Визначить зміст «засобів технологічного спорядження»?
13. Що таке «технологічний маршрут»?
14. Які види технологічних процесів використовуються на виробничих підприємствах?
15. В чому сутність технологічного моніторингу виробничої діяльності підприємства?

## **Тема 1.2. Основи формування і раціоналізації процесів технічного підготування виробництва**

### *Питання, що розглядаються у цій темі*

Нормативно-технічна документація (НТД). НТД зварювального виробництва (технічні регламенти, стандарти, ЄСКД, ЄСТД, ЄСТПВ, ДБН У). Технічна політика України в сфері стандартизації. Класифікація і кодифікація промислової продукції. Технологічний класифікатор зварних конструкцій в машинобудуванні. Кодування (кодифікація) промислової продукції.

Основні вимоги до розроблюваного виробу. Етапи конструкторського підготовки виробництва (КПВ). Взаємозв'язки етапів розроблення конструкторської та технологічної документації. Проведення конструкторського підготовки виробництва. Автоматизація конструкторського підготовки виробництва.

Задачі технологічного підготовки виробництва (ТПВ). Структура складу технологічної документації на виріб. Основні етапи ТПВ. Відпрацювання конструкції на технологічність. Послідовність ТПВ. Автоматизація ТПВ. Послідовність розроблення ТП. Оснащення засобами технологічного спорядження. Проведення ТПВ.

Склад робіт та мета організаційного підготовки виробництва (ОПВ). Організація виробництва, виробничі структури і системи керування виробництвом. Узагальнена структура ієрархії системи керівництва виробництвом.

Література: [1], с. 54...83.

### **Методичні вказівки**

Для вивчення цієї теми особливу увагу необхідно приділити сутності технічного підготовки виробництва, стадіям, в яких воно відбувається. Слід опанувати зміст нормативно-технічного забезпечення підготовки виробництва, етапів конструкторського підготовки виробництва, задачі і завдання технологічного підготовки виробництва, організаційного підготовки виробництва. Необхідно звернути увагу на послідовність технологічного підготовки виробництва. Важливим є з'ясування послідовності забезпечення виробництва засобами технологічного спорядження на основі результатів технологічного підготовки виробництва. Розгляд цієї теми завершується аналізом ієрархічної структури системи керівництва виробництвом на підприємствах.

### **Контрольні питання до теми 1.2**

1. В чому сутність технічного підготовки виробництва, в яких стадіях воно відбувається?
2. З чого складається нормативно-технічне забезпечення підготовки виробництва?
3. Визначте етапи конструкторського підготовки виробництва і який вони мають зміст?
4. Визначте головні задачі і завдання технологічного підготовки виробництва?
5. Який зміст основних етапів технологічного підготовки виробництва?
6. Яка послідовність технологічного підготовки виробництва?
7. Яка послідовність розроблення технологічного процесу?
8. Яка традиційна послідовність забезпечення виробництва засобами технологічного спорядження на основі результатів технологічного підготовки виробництва?
9. Якими виробничими структурами підприємства здійснюється технологічне підготовки виробництва?

10. Визначте сутність і наведіть зміст організаційного підготовки виробництва.

11. Опишіть ієрархічну структуру системи керівництва виробництвом на підприємствах.

### Тема 1.3. Технологічна готовність виробництва до випуску зварних виробів

#### *Питання, що розглядаються у цій темі*

Поняття, визначення і види технологічності конструкції виробу (ТКВ), загальні відомості щодо видів оцінки і показників ТКВ. Загальні поняття щодо відпрацювання зварної конструкції на технологічність. Технологічний контроль конструкторської документації. Основи механізації і автоматизації виробництва зварних конструкцій. Форми, задачі і засоби технологічного спорядження комплексної механізації та автоматизації в зварювальному виробництві. Загальні правила оформлення документації технологічних процесів виробництва зварних конструкцій. Комплектність технологічних документів на зварний виріб.

Література: [1], с. 84...118.

#### **Методичні вказівки**

Для вивчення цієї теми особливу увагу необхідно приділити роботам для забезпечення технологічної готовності підприємства до виготовлення продукції. Слід опанувати зміст освоєння промислового виробництва нових зварних конструкцій. Необхідно звернути увагу як використовуються показники технологічності конструкцій виробів і, зокрема, зварних конструкцій. Важливим є з'ясування форми і задачі комплексної механізації та автоматизації в зварювальному виробництві. Розгляд цієї теми завершується аналізом загальних вимог до оформлення технологічних документів.

#### **Контрольні питання до теми 1.3**

1. В чому полягає зміст поставлення продукції на виробництво?

2. Які необхідно виконати роботи для забезпечення технологічної готовності підприємства до виготовлення продукції в обумовлені контрактом терміни в заданих обсягах?
3. В чому зміст освоєння промислового виробництва нових зварних конструкцій? Сутність технічного, виробничого і економічного освоєння.
4. Які використовуються основні форми переходу на випуск нових виробів та які методи переходу зазвичай використовуються в зварювальному виробництві?
5. В чому сутність і яка необхідність в багатоваріантності зварних конструкцій і виробничих процесів їх виготовлення?
6. На чому ґрунтується багатоваріантність конструкцій зварних виробів?
7. Які основні рекомендації щодо розчленування зварної конструкції на складальні одиниці під час розроблення варіантів конструкцій і виробничих процесів їх виготовлення?
8. В чому полягає «технологічність конструкції виробу»? Що таке «технологічність конструкції виробу»?
9. Які види технологічності конструкції формують загальну технологічність виробу?
10. Які використовуються види оцінки технологічності конструкцій виробів?
11. Які використовуються показники технологічності конструкцій виробів і, зокрема, зварних конструкцій?
12. В чому полягає сутність відпрацювання конструкції на технологічність?
13. Яка послідовність відпрацювання зварної конструкції на технологічність?
14. В чому сутність технологічного контролю конструкторської документації зварного виробу?
15. Дайте визначення механізації і автоматизації зварювального виробництва.
16. Які форми і задачі комплексної механізації та автоматизації в зварювальному виробництві?
17. Надайте характеристику засобів технологічного спорядження комплексної механізації та автоматизації зварювального виробництва.

18. Які основні заходи застосовуються для організації комплексно-механізованого зварювального виробництва?
19. Надайте узагальнену класифікацію технологічних документів.
20. З чого складається комплект документів технологічного процесу?
21. Які загальні вимоги висуваються до оформлення технологічних документів?
22. Які правила оформлення документів технологічних процесів складання-зварювання?

## **Розділ 2. Технологічні процеси зварювального виробництва**

### **Тема 2.1. Підготовчі процеси у виробництві зварних конструкцій**

#### ***Питання, що розглядаються у цій темі***

Металеві напівфабрикати, марки матеріалів. Зварювальні матеріали. Вибір та замовлення матеріалів. Розвантаження, приймання, складування та зберігання матеріалів. Загальні правила приймання, маркування, пакування, транспортування, зберігання та оформлення документів. Сертифікати на матеріали. Якість прокатних матеріалів. Припустимі деформації та дефекти. Складування металевих напівфабрикатів.

Попереднє правлення металопрокату: способи правлення, засоби технологічного спорядження (ротаційні правильні машини, правильні преси, правильно-розтяжні машини). Очищення та підготовки поверхні металевих напівфабрикатів. Механічне очищення металопрокату. Хімічне підготовки поверхні металопрокату (методами знежирення і травлення ванним або струминним способами).

Література: [1], с. 125...169.

#### **Методичні вказівки**

Для вивчення цієї теми особливу увагу необхідно приділити питанням одержання металевих напівфабрикатів. Слід опанувати причини, особливості, технологічні процеси та засоби технологічного спорядження, які необхідні для



опрацювання металевих напівфабрикатів для постачання їх на робочі місця заготівельного виробництва. Необхідно з'ясувати як, якими способами та якими засобами технологічного спорядження виконується очищення металопрокату.

### **Контрольні питання до теми 2.1**

1. Які види прокатних профілів використовуються для виробництва зварних конструкцій?
2. Які марки матеріалів використовуються для виробництва зварних конструкцій?
3. Які зварювальні матеріали використовуються для виробництва зварних конструкцій?
4. Яка формується і здійснюється замовлення металевих матеріалів для виробництва зварних конструкцій?
5. Як здійснюється розвантаження металопрокату? Як здійснюється приймання металопрокату? Як здійснюється складування металопрокату?
6. Які можуть бути дефекти металопрокату, який поставляється на підприємство для виробництва зварних конструкцій?
7. Які способи правлення металопрокату використовуються в зварювальному виробництві? В чому полягає сутність цих способів?
8. Які засоби технологічного спорядження використовуються для правлення металопрокату?
9. Як виконується правлення металопрокату на ротаційних правильних машинах?
10. Як виконується правлення металопрокату на правильних пресах?
11. Як виконується правлення металопрокату правильно-розтяжними машинами?
12. Як та якими засобами технологічного спорядження виконується механічне очищення металопрокату?
13. Як та якими засобами технологічного спорядження виконується хімічне підготовлення поверхні металопрокату

## Тема 2.2. Основні заготівельні і обробні процеси у виробництві зварних конструкцій

### *Питання, що розглядаються у цій темі*

Розмічання та намічання металопрокату. Вимірювальний та розмічальний інструмент. Загальні правила ручного розмічання та намічання. Карти розкрою листового металу; механізований і автоматичний методи формування карт розкрою. Види розкрою листового металу (індивідуальний, змішаний та груповий). Маркування розмічених заготовок деталей (основне, додаткове і допоміжне), автоматизація маркування.

Основні способи і операції розділювального різання та засоби технологічного спорядження. Основи процесів механічного розділювального різання. Технологічні процеси різання металу ножицями, на відрізних верстатах, штампуванням на пресах. Термічне (теплове) розділювальне різання (кисневе, плазмове, лазерне). Поєднання хімічного, термічного і механічного способів в технологічних процесах термічного розділювального різання. Гідроабразивне різання металу. Електромеханічне різання металу.

Згинання металевих елементів зварних конструкцій: основи процесів, згинання листових заготовок (на вальцях, на листозгинальних машинах), згинання заготовок з простих і фасонних сортових профілів, згинання трубних заготовок. Згинання крайок, відбортовування, обкатування. Згинання заготовок на пресах. Правлення на пресах. Штампування металевих елементів зварних конструкцій: формозмінні процеси, засоби штампування. Розділові та формозмінні процеси холодного штампування. Об'ємне холодне і об'ємне гаряче штампування. Сутність технологічних процесів імпульсного штампування. Кування: сутність технологічних процесів, основні операції.

Основні технологічні процеси механічного оброблення. Засоби механооброблення. Металорізальні верстати (токарні, фрезерні, свердлильні і розточувальні, стругальні, довбальні, протяжні, шліфувальні, полірувальні). Зміст процесів та устаткування для процесів свердлення, фрезерування, стругання. Процеси

абразивно-рідинного оброблення. Процеси електрофізичного та електрохімічного оброблення.

Література: [1], с. 170...245.

### **Методичні вказівки**

Для вивчення цієї теми особливу увагу необхідно приділити технологічним процесам виготовленні заготовок, а надалі – деталей зварних конструкцій. Слід з'ясувати, які основні чинники забезпечують задану якість деталей зварних конструкцій. Необхідно звернути увагу на технологічні процеси формоутворення деталей.

### **Контрольні питання до теми 2.2**

1. Які способи і які засоби використовуються для розмічання заготовок деталей зварних конструкцій?
2. В чому полягає зміст загальних правил розмічання та намічання металопрокату?
3. Які види розкрою (листового прокату) використовуються в зварювальному виробництві?
4. Які способи розділового різання і які засоби технологічного спорядження використовуються в зварювальному виробництві?
5. Які фізико-технічні основи процесів механічного розділового різання металу?
6. Які основні технологічні процеси різання металу ножицями, в чому їх сутність та яке устаткування використовується в цих процесах?
7. Які основні технологічні процеси різання металу на відрізних верстатах, в чому їх сутність та яке устаткування використовується в цих процесах?
8. В чому сутність технологічних процесів різання металу штампуванням на пресах, яке устаткування використовується в цих процесах?
9. Якими способами здійснюється термічне різання металу і в чому їх сутність?

10. Дайте характеристику типових технологічних процесів кисневого різання металу.
11. Дайте характеристику типових технологічних процесів плазмового різання металу.
12. Дайте характеристику типових технологічних процесів лазерного різання металу.
13. В яких виробничих ситуаціях використовується гідроабразивне різання металу?
14. Коли використовуються способи електромеханічного різання металу?
15. Які засоби технологічного спорядження використовуються для згинання металевих елементів зварних конструкцій?
16. Як згинаються листові заготовки?
17. Як згинаються заготовки з простих і фасонних сортових прокатних профілів?
18. Як згинаються заготовки трубного прокату?
19. Як згинаються крайки, а також як здійснюється відбортовування і обкатування?
20. Як заготовки згинаються на пресах?
21. Як здійснюється правлення на пресах заготовок і деталей зварних конструкцій?
22. Які види штампування використовуються для виготовлення елементів зварних конструкцій?
23. Як виконується листове холодне штампування?
24. Як виконується об'ємне холодне штампування?
25. Як виконується імпульсне штампування?
26. Які технологічні процеси кування використовуються у виробництві зварних конструкцій і в чому сутність цих процесів?
27. В чому полягає сутність технологічних процесів механічного оброблення заготовок і деталей зварних конструкцій, зокрема, як виконується та яке устат-

кування використовується для свердлення, фрезерування, стругання та процесів абразивно-рідинного оброблення?

28. Дайте характеристику і опишіть сутність технологічних процесів електрофізичного та електрохімічного оброблення деталей зварних конструкцій.

### **Тема 2.3. Основні складально-зварювальні процеси у виробництві зварних конструкцій**

#### ***Питання, що розглядаються у цій темі***

Визначення процесів складання зварних конструкцій. Види і структура промислових виробів. Зміст технологічного процесу складання зварних конструкцій. Види складання і види з'єднань під час складання. Організаційні форми процесів складання. Забезпечення точності складальних операцій. Послідовність складальних операцій, узагальнені правила складення схеми технологічного процесу складання-зварювання зварних конструкцій. Засоби технологічного спорядження процесів складання зварних конструкцій. Механізація процесів складання. Системи технологічних пристроїв.

Вибір зварювального процесу. Засоби технологічного спорядження зварювальних процесів. Основне зварювальне устаткування. Механічне зварювальне устаткування: для встановлення і переміщення зварюваних конструкцій і зварювальних апаратів, для збирання та подавання флюсу, для ущільнення стиків. Типові компоновальні схеми зварювальних установок. Роботизація зварювальних процесів.

Транспортні процеси (зовнішні, міжцехові, внутрішньоцехові). Вантажопідійомні засоби: крани (мостові, порталні, козлові, консольні, консольно-поворотні, велосипедні, крани-штабелери), навантажувачі, візки. Вантажозахватні пристрої: ексцентрикові, важільні, скоби вантажні, електромагнітні, вакуумні. Машини внутрішньозаводського безперервного транспорту – конвеєри: роликів (рольганги), візкові, пластинчаті, крокуючі, стрічкові, підвісні (вантажонесучі, штовхаючі, вантажоведучі), карусельні.

Конструктивно-технологічні заходи для регулювання і зниження рівня зварювальних деформацій та залишкових напружень. Термічне оброблення металевих зварних конструкцій. Правлення металевих зварних конструкцій місцевим тепловим впливом. Механічне правлення металевих зварних конструкцій. Опоряджувальні роботи. Механічне доопрацювання. Антикоровійний захист зварних конструкцій. Визначення і зміст процесів технічного контролю і випробування. Основна задача і функція технічного контролю. Основні технічні вимоги до зварних з'єднань. Види контролю якості зварних з'єднань. виправлення дефектів в зварних з'єднаннях.

Література: [1], с. 247...342.

### **Методичні вказівки**

Для вивчення цієї теми особливу увагу необхідно приділити складально-зварювальним технологічним процесам. Слід також опанувати сутність і зміст технологічних процесів, якими супроводжуються складально-зварювальні роботи: транспортні, після зварювального оброблення (насамперед, термооброблювальні), опоряджувальні та процеси технічного контролю.

### **Контрольні питання до теми 2.3**

1. Яке призначення, в чому полягає сутність і який зміст технологічних процесів складання зварних конструкцій?
2. Які види і структура промислових виробів? З яких складових елементів складаються зварні конструкції?
3. Які види складання і з'єднань використовуються під час складання промислових виробів?
4. Які використовуються форми організації процесів складання в різних типах виробництв?
5. Як забезпечується точність складальних операцій?
6. Які правила і алгоритми формування дендритних технологічних схем послідовності складальних операцій?

7. Які засоби технологічного спорядження використовуються в складальних процесах?
8. Який основний компонент засобів механізації процесів складання?
9. Які висуваються вимоги до складального устаткування для виробництва зварних конструкцій?
10. Яке складальне устаткування використовується для виробництва зварних конструкцій?
11. На які функціональні групи поділяються елементи складального устаткування?
12. З чого складаються системи технологічних пристроїв?
13. Як відбувається вибір зварювального процесу?
14. Який склад основного зварювального устаткування?
15. Який склад механічного зварювального устаткування?
16. Які типові схеми компонування зварювальних установок для зварювання прямолінійних швів, для зварювання кругових швів зварних виробів, що встановлюються під зварювання консольно, та для зварювання кругових швів конструкцій, що обладнані роликowymi опорами (обертачами)?
17. Які транспортні процеси відбуваються для виробництва зварних конструкцій?
18. Який склад та загальні характеристики вантажопідйомних засобів зварювального виробництва?
19. Який склад та загальні характеристики машин внутрішньозаводського безперервного транспорту?
20. Яке призначення і в чому полягає сутність процесів післязварювального оброблення?
21. Які конструктивно-технологічні заходи застосовуються для регулювання і зниження рівня зварювальних деформацій?
22. Коли і як застосовується термічне оброблення металевих зварних конструкцій?

23. Коли і як застосовується правлення металевих зварних конструкцій місцевим тепловим впливом?
24. Коли і як застосовується механічне правлення металевих зварних конструкцій?
25. Які завдання та які об'єкти технічного контролю в зварювальному виробництві?
26. Які види контролю якості зварних з'єднань застосовуються в зварювальному виробництві?
27. Як виправляються дефекти зварних з'єднань?

### **Розділ 3. Технологічні процеси виробництва типових зварних конструкцій**

#### **Тема 3.1. Технологічні процеси виробництва зварних балок і зварних конструкцій із балок**

##### ***Питання, що розглядаються у цій темі***

Конструктивно-технологічні особливості балочних конструкцій. Шляхи підвищення технологічності конструкцій зварних балок. Технологічні процеси складання та зварювання двотаврових балок. Послідовність складання двотаврових балок в одиничному виробництві. Особливості складання двотаврових балок в серійному виробництві. Способи зварювання двотаврових балок. Типові установки для зварювання поясних швів. Правлення «грибоподібних» полиць зварних двотаврових балок. Виготовлення зварних двотаврових балок в мало-серійному виробництві. Лінії для серійного виготовлення двотаврових балкових конструкцій. Виготовлення двотаврових балок високочастотним зварюванням.

Технологічні процеси складання та зварювання балок коробчастого перерізу. Виготовлення коробчастих балок в одиничному виробництві. Виготовлення коробчастих балок в серійному виробництві. Оброблення торців зварних балок. Технологічні процеси складання та зварювання конструкцій із використанням балкових конструктивних елементів. Особливості виготовлення зварних підкранових балок. Конструктивно-технологічні особливості зварних колон. Вигото-



товлення зварних колон в серійному виробництві. Виконання стиків і з'єднань конструктивних елементів балкового типу. Монтажні стики балок.

Конструктивно-технологічні особливості зварних рамних конструкцій: визначення, область використання, види рам (рами транспортних, добувних, переробних машин, каркаси будівель). Виготовлення зварних рам в одиничному (дрібносерійному) виробництві (виготовлення рам візків мостового крану). Виготовлення зварних рам у серійному виробництві (поточна лінія виготовлення рам візків мостового крану).

Література: [1], с. 345...406.

### **Методичні вказівки**

Для вивчення цієї теми особливу увагу необхідно приділити відмінностям технологічних процесів для різних типів виробництва: одиничного, серійного, масового. Слід з'ясувати технологічні послідовності складання-зварювання балок і балкових конструкцій для різних виробничих умов. Необхідно звернути увагу на особливості виготовлення зварних рамних конструкцій. Важливо визначити основні засоби технологічного спорядження для складання-зварювання балок.

### **Контрольні питання до теми 3.1**

1. Які конструктивно-технологічні особливості зварних балок?
2. Як відрізняється зміст технологічних процесів складання та зварювання двотаврових балок в одиничному і серійному виробництвах?
3. Як відрізняється зміст технологічних процесів складання та зварювання коробчастих балок в одиничному і серійному виробництвах?
4. Які особливості складання-зварювання підкранових балок?
5. Як виготовляються типові зварні колони?
6. Як виконуються стики і з'єднання конструктивних елементів балкового типу?
7. Як відрізняється зміст технологічних процесів складання та зварювання типових конструкцій рам в одиничному і серійному виробництвах?

## **Тема 3.2. Технологічні процеси виробництва решітчастих зварних конструкцій**

### ***Питання, що розглядаються у цій темі***

Конструктивно-технологічні особливості решітчастих зварних конструкцій: визначення, область використання, види решітчастих конструкцій. Технологічні процеси складання та зварювання плоских решітчастих конструкцій: конструктивно-технологічні характеристики зварних решітчастих елементів промислових споруд, складання і зварювання решітчастих елементів промислових споруд, складання ферм за розміткою в одиничному виробництві, складання ферм за копіром в малосерійному і серійному виробництвах, складання ферм в кондукторах в серійному і великосерійному виробництвах, складання ферм на виробничих лініях.

Конструктивно-технологічні характеристики просторових решітчастих елементів промислових споруд. Складання і зварювання решітчастих елементів висотних споруд. Складання і зварювання решітчастих елементів машинобудівних конструкцій. Складання і зварювання решітчастих елементів залізобетонних будівельних конструкцій.

Література: [1], с. 406...450.

### **Методичні вказівки**

Для вивчення цієї теми особливу увагу необхідно приділити відмінностям технологічних процесів для різних типів виробництва: одиничного, серійного, масового. Слід з'ясувати технологічні послідовності складання-зварювання решітчастих конструкцій для різних виробничих умов. Необхідно звернути увагу на особливості виготовлення просторових зварних решітчастих конструкцій. Важливо визначити основні засоби технологічного спорядження для складання-зварювання решітчастих конструкцій.

### **Контрольні питання до теми 3.2**

1. Які конструктивно-технологічні особливості решітчастих зварних конструкцій?
2. Які конструктивно-технологічні характеристики зварних решітчастих елементів промислових споруд?
3. Який зміст і в чому відмінності технологічних процесів складання-зварювання решітчастих конструкцій в одиничному, дрібносерійному, серійному і крупносерійному виробництвах, а також на виробничих лініях?
4. Які конструктивно-технологічні характеристики зварних просторових решітчастих елементів промислових споруд та які особливості технологічних процесів їх складання-зварювання?
5. Як відбувається складання-зварювання решітчастих елементів висотних споруд?
6. Як відбувається складання-зварювання решітчастих елементів машинобудівних конструкцій?
7. Як відбувається складання-зварювання решітчастих елементів залізобетонних будівельних конструкцій?

### **Тема 3.3. Технологічні процеси виробництва зварних конструкцій оболонкового типу**

#### ***Питання, що розглядаються у цій темі***

Зварні конструкції оболонкового типу. Загальна характеристика і конструктивно-технологічні особливості зварних конструкцій оболонкового типу. Індустріалізація виготовлення великогабаритних зварних конструкцій оболонкового типу: стикування листового металу, рулонування полотнищ (способи рулонування і засоби тимчасового деформування листових зварних конструкцій та технологічні процеси виготовлення рулонних полотнищ). Механізація зварювальних робіт.

Зварні вертикальні циліндричні резервуари: конструктивно-технологічні особливості; типорозміри; способи складання і зварювання днищ. Складання та

зварювання корпусів вертикальних циліндричних резервуарів полистовим методом. Складання та зварювання корпусів вертикальних циліндричних резервуарів з рулонних заготовок. Монтаж покрівлі резервуару. Горизонтальні циліндричні резервуари, виготовлення корпусу з окремих обичайок; рулонний метод формування корпусу. Сферичні резервуари, особливості складання-зварювання оболонок із штапованих і вальцьованих пелюсток. Конструктивно-технологічні особливості зварних газгольдерів. Складання та зварювання газгольдерів низького тиску.

Основи монтажного складання великогабаритних зварних конструкцій оболонкового типу: полистове складання і виготовлення споруд метод великоблочного монтажу. Основи підготовки заводських відправних елементів, контрольне складання просторових великогабаритних споруд. Основи методу великоблочного монтажу великогабаритних споруд (із циліндричних блоків, сегментів, накручуванням плоских полотнищ). Виготовлення зварних металоконструкцій доменних комплексів: конструктивно-технологічні особливості; типорозміри; кожухи доменних печей; кожухи повітрянагрівачів; кожухи пилословлювачів, кожухів скрубєрів, газоповітропроводи. Складання та зварювання металоконструкцій декомпозиєрів, зварних конструкцій бункерів і силосів. Виробництво зварних конструкцій корпусів обертових (цементних) печей: конструктивно-технологічні особливості; типорозміри; застосування способу тимчасового деформування; складання і зварювання монтажних стиків обичайок; складання і зварювання бандажів. Складання та зварювання варильних котлів. Складання та зварювання кожухів конвертерів.

Види конструкцій зварних ємностей, що працюють під тиском. Характерні зварні металоконструкції і особливості складання та зварювання ємностей хімічної і нафтової апаратури, балонів, теплообмінників тощо. Складання та зварювання металоконструкцій тонкостінних ємностей, що працюють під тиском. Виготовлення зварних металоконструкцій ємностей, що працюють під тиском, зі стінками середньої товщини. Технологічні процеси складання та зварювання металоконструкцій овальних ємностей і залізничних цистерн. Складання та зва-

рування металоконструкцій товстостінних ємностей, що працюють під тиском. Зварні металоконструкції барабанів котлів. Виробництво зварних металоконструкцій багат шарових ємностей, що працюють під тиском. Способи виготовлення обичайок багат шарових ємностей. Зварювання ємностей із багат шарових обичайок.

Способи виробництва зварних труб. Конструктивно-технологічні особливості зварних труб, механізація і автоматизація їх виробництва. Виробництво труб безперервним пічним зварюванням. Виробництво електрозварних труб малого і середнього діаметра. Виробництво труб малого і середнього діаметра контактним зварюванням опором. Виробництво труб малого і середнього діаметра зварюванням струмами високої частоти. Виробництво труб малого і середнього діаметра індукційним зварюванням. Виробництво труб малого і середнього діаметру дуговим зварюванням у інертних газах. Виробництво електрозварних труб великого діаметру. Виготовлення прямошовних труб великого діаметру, способи складання і зварювання труб з плоских карт; стани для зварювання зовнішніх та внутрішніх поздовжніх швів.. Виготовлення спіральношовних труб великого діаметра, формоутворення спірально-шовних труб; летючі установки для зварювання стиків і для відрізання труб. Двошарові спіральношовні труби. Виробництво плоскоскручених труб, технологічна схема виготовлення плоскоскручених труб.

Виготовлення технологічних трубопроводів. Способи зварювання технологічних трубопроводів. Виготовлення магістральних трубопроводів. Виготовлення секцій магістральних трубопроводів. Монтаж магістральних трубопроводів. Зварювання необоротних стиків магістральних трубопроводів.

Виготовлення штампозварних каністр: конструктивно-технологічні особливості, типорозміри, формування заготовок для каністр, приварювання горловин, контактне зварювання поздовжніх і поперечних швів. Автоматичне зварювання каністр. Виготовлення тонколистових штампозварних опалювальних радіаторів панельного типу: конструктивно-технологічні особливості, типорозміри, формоутворення заготовок для радіаторів, приварювання штуцерів, шовне

зварювання поздовжніх і поперечних швів. Схема автоматичної лінії для виготовлення панельних радіаторів.

Література: [1], с. 451...709.

### **Методичні вказівки**

Для вивчення цієї теми особливу увагу необхідно приділити відмінностям технологічних процесів для різних типів виробництва: одиничного, серійного, масового. Слід з'ясувати технологічні послідовності складання-зварювання конструкцій оболонкового типу для різних виробничих умов. Необхідно звернути увагу на особливості виготовлення оболонкових конструкцій (ємностей), що працюють під тиском. Важливо визначити основні засоби технологічного спорядження для складання-зварювання оболонкових конструкцій.

### **Контрольні питання до теми 3.3**

1. Надайте загальну характеристику зварних конструкцій оболонкового типу.
2. В чому полягає сутність індустріалізації виготовлення великогабаритних зварних конструкцій оболонкового типу?
3. Як відбувається типовий технологічний процес рулонування полотниць?
4. Як здійснюється типовий технологічний процес складання та зварювання вертикальних циліндричних резервуарів листовим методом?
5. Як здійснюється типовий технологічний процес складання та зварювання вертикальних циліндричних резервуарів з рулонних заготовок?
6. Яка технологічна послідовність виготовлення типових горизонтальних резервуарів?
7. Яка технологічна послідовність виготовлення типових сферичних резервуарів?
8. Яка технологічна послідовність виготовлення типових зварних конструкцій газгольдерів низького тиску?
9. Які основи технологічних процесів складання та зварювання негабаритних споруд?

10. В чому полягають основи методу крупноблочного монтажу великогабаритних споруд?
11. Як виготовляються зварні металоконструкції доменних комплексів (кожухів доменних печей, повітрянагрівачів, пиловловлювачів, скрубєрів, газоповітропроводів)?
12. Як виготовляються зварні великогабаритних технологічних апаратів (зокрема деком позерів, бункерів і силосів, обертових печей, варильних котлів, кожухів конвертерів)?
13. Які технологічні послідовності процесів складання-зварювання типових металоконструкцій тонкостінних посудин, що працюють під тиском?
14. Які технологічні послідовності процесів складання-зварювання типових металоконструкцій посудин, що працюють під тиском, зі стінками середньої товщини?
15. Які технологічні послідовності процесів складання-зварювання типових металоконструкцій товстостінних посудин, що працюють під тиском?
16. Які технологічні послідовності процесів виготовлення типових металоконструкцій багат шарових посудин, що працюють під тиском?
17. Які способи виробництва зварних труб?
18. Які технологічні послідовності типових процесів виробництва труб безперервним пічним зварюванням?
19. Які технологічні послідовності типових процесів виробництва зварних труб малого і середнього діаметра?
20. Які технологічні послідовності типових процесів виробництва зварних труб великого діаметра (прямошовних і спіральшовних)?
21. Як відбувається виробництво плоскозгорнутих труб?
22. Які технологічні послідовності типових процесів виготовлення технологічних трубопроводів?
23. Які технологічні послідовності типових процесів виготовлення магістральних трубопроводів?

24. Для чого та за якими технологічними послідовностями здійснюється виготовлення секцій магістральних трубопроводів?
25. Які технологічні особливості зварювання необоротних стиків магістральних трубопроводів?
26. За якими технологічними послідовностями здійснюється серійне та поточе виготовлення автомобільних каністр?
27. Як відбувається виготовлення штампозварних опалювальних радіаторів панельного типу на потокових лініях?

### **Тема 3.4. Технологічні процеси виробництва корпусних зварних конструкцій транспортних засобів**

#### *Питання, що розглядаються у цій темі*

Основні характеристики зварних металоконструкцій суден і суднобудування: конструктивно-технологічні особливості, номенклатура, типорозміри. Складання та зварювання секцій та блоків корпусних конструкцій суден: складання та зварювання плоских секцій суден, поточкові лінії для виготовлення плоских секцій, складання та зварювання об'ємних секцій і блоків. Складальні ліжка: спеціальні, напівуніверсальні, універсальні. Складання та зварювання корпусів суден. Способи формування корпусу судна. Типи стапельних місць: будівельні доки, поздовжні стапелі, поперечні стапелі, механізовані стапельні місця, горизонтальні площадки. Способи зварювання монтажних швів корпусу.

Основні характеристики конструкцій залізничних вагонів та вагонобудування. Зварні металоконструкції кузовів залізничних вагонів: конструктивно-технологічні особливості, номенклатура, типорозміри, матеріали для виготовлення кузовів. Складання та зварювання конструкцій кузовів універсальних вантажних вагонів. Магістральні вантажні піввагони. Складання і зварювання конструкцій уніфікованих кузовів суцільнометалевих пасажирських вагонів.

Основні характеристики зварних конструкцій кузовів і кабін автомобілів: конструктивно-технологічні особливості, номенклатура, типорозміри. Складання і зварювання елементів кузовних конструкцій автомобілів: способи складання



ня та зварювання кузовів автомобілів, автоматичні лінії складання і зварювання вузлів кузова автомобіля, загальне складання і зварювання кузова автомобіля. Використання промислових роботів для виготовлення кузовів автомобілів. Зварювання кабін на багатоелектродних машинах. Остаточне складання та зварювання кузовних конструкцій автомобілів.

Література: [1], с. 712...790.

### **Методичні вказівки**

Для вивчення цієї теми особливу увагу необхідно приділити відмінностям технологічних процесів для різних типів виробництва: одиничного, серійного, масового. Слід з'ясувати технологічні послідовності складання-зварювання конструкцій транспортних засобів для різних виробничих умов. Необхідно звернути увагу на особливості виготовлення просторових зварних конструкцій транспортних засобів. Важливо визначити основні засоби технологічного спорядження для складання-зварювання конструкцій транспортних засобів.

### **Контрольні питання до теми 3.4**

1. Надайте загальну характеристику зварних конструкцій суден.
2. Яка технологічна послідовність виготовлення типових площинних секцій суден?
3. Яка технологічна послідовність виготовлення типових напівоб'ємних секцій суден?
4. Яка технологічна послідовність виготовлення типових об'ємних секцій суден?
5. Яка технологічна послідовність виготовлення типових блок-секцій суден?
6. Які використовуються методи будівництва судна?
7. Які технологічні послідовності виконання зварювальних робіт на будівельних місцях під час складання і зварювання корпусів суден?
8. Надайте загальну характеристику зварних конструкцій кузовів залізничних вагонів.

9. Які використовуються способи складання-зварювання кузовів залізничних вагонів?
10. Яка технологічна послідовність виготовлення конструкцій кузовів універсальних вантажних вагонів?
11. Яка технологічна послідовність виготовлення конструкцій уніфікованих кузовів пасажирських вагонів?
12. Надайте загальну характеристику зварних конструкцій кузовів і кабін автомобілів.
13. Як відбувається технологічне розчленування корпусів кузовів і кабін автомобілів на складальні одиниці?
14. Яка технологічна послідовність складання та зварювання елементів кузовних конструкцій автомобілів?
15. Як здійснюється остаточне складання і зварювання кузовних конструкцій автомобілів?
16. Яка технологічна послідовність виготовлення кузовних конструкцій на механізованих та автоматичних лініях складання-зварювання кабін вантажних автомобілів?

### **Тема 3.5. Технологічні процеси виробництва машинобудівних зварних конструкцій**

#### ***Питання, що розглядаються у цій темі***

Виробництво зварних конструкцій гідротурбобудування: основні напрями підвищення технологічності конструкцій, характерні особливості гідротурбінобудування. Технологічні особливості виробництва зварних конструкцій радіально-осьових гідротурбін: маточина, обід, лопать, робоче колесо. Технологічні особливості виробництва зварних конструкцій поворотно-лопатевого гідротурбін: кільцевих елементів напрямного апарату, зварних лопаток, статора. Зварні металоконструкції товстостінних циліндрів і валів: конструктивно-технологічні особливості; номенклатура, типорозміри; типові інженерні рішення та особливості складання і зварювання. Виробництво зварних заготовок циліндричних

конструкцій: валів гідротурбін, валів парових і (ротори) газових турбін, валів суцільного перерізу великих розмірів, зварно-кованих і зварно-литих заготовок. Електрошлакове зварювання циліндрів пресів.

Виробництво зварних елементів машинобудівних конструкцій: зварні рамні конструкції потужних гідравлічних штампувальних пресів, дробильні конуси дробарок, зварні конструкції кар'єрного екскаватора (рами, платформи). Роботизоване виготовлення зварних конструкцій виробів оборонно-промислового комплексу. Технологічні процеси складання і зварювання серійних машинобудівних конструкцій.

Література: [1], с. 791...839.

### **Методичні вказівки**

Для вивчення цієї теми особливу увагу необхідно приділити відмінностям технологічних процесів для різних типів виробництва: одиничного, серійного, масового. Слід з'ясувати технологічні послідовності складання-зварювання машинобудівних конструкцій для різних виробничих умов. Необхідно звернути увагу на особливості виготовлення негабаритних машинобудівних зварних конструкцій. Важливо визначити основні засоби технологічного спорядження для складання-зварювання машинобудівних конструкцій.

### **Контрольні питання до теми 3.5**

1. Надайте загальну характеристику зварним конструкціям важкого і енергетичного машинобудування.
2. Як здійснюється технологічний процеси складання та зварювання типовий зварних конструкцій гідротурбобудування?
3. Як здійснюються типові технологічні процеси виготовлення великогабаритних зварних заготовок циліндричних конструкцій?
4. Як здійснюються типові технологічні процеси виготовлення зварних рам великогабаритних машинобудівних конструкцій?
5. Які технологічні процеси застосовуються для виготовлення зварних конструкцій виробів оборонно-промислового комплексу?

6. Які технологічні послідовності виготовлення серійних машинобудівних конструкцій?

### **Тема 3.6. Компонування підрозділів зварювального виробництва**

#### ***Питання, що розглядаються у цій темі***

Складально-зварювальні цехи та виробничі дільниці. Основні відомості щодо виробничих будівель. Загальні відомості щодо технологічних планів складально-зварювальних робочих місць: основні відомості та визначення, системи позначень, визначення габаритів робочих місць і місць складування. Склад зварювального цеха. Особливості побудови зварювальних цехів та заводів метало-конструкцій. Типові схеми компонувань складально-зварювальних підрозділів. Планування розміщення засобів технологічного спорядження на виробничій площі складально-зварювальної дільниці.

Загальні підсумки щодо вивчення кредитного модуля М1 «Виробництво зварних конструкцій» дисципліни «Виробництво зварних конструкцій». Узагальнюючі рекомендації щодо професійної діяльності фахівців зварювального виробництва.

Література: [1], с. 841...861.

#### **Методичні вказівки**

Для вивчення цієї теми особливу увагу необхідно приділити особливостям компонування підрозділів зварювального виробництва. Слід з'ясувати типові схеми компоновок складально-зварювальних підрозділів. Необхідно визначити вимоги, які висуваються до розміщення засобів технологічного спорядження та організації робочих місць. Важливо визначити загальні рекомендації щодо розроблення плану розміщення засобів технологічного спорядження на виробничій площі складально-зварювальної дільниці.

#### **Контрольні питання до теми 3.6**

1. Надайте загальну характеристику компонувальних схем виробничих будівель.

2. Наведіть склад виробничих дільниць і допоміжних підрозділів зварювальних цехів.
3. Наведіть типові схеми компоновок складально-зварювальних підрозділів.
4. Які виробничі елементи за допомогою умовних позначень вказуються на технологічних плануваннях складально-зварювальної дільниці?
5. Які вимоги висуваються до розміщення засобів технологічного спорядження та організації робочих місць?
6. Які загальні рекомендації щодо розроблення плану розміщення засобів технологічного спорядження на виробничій площі складально-зварювальної дільниці?

### 3. Методичні вказівки до інших видів самостійної роботи

#### 3.1 Підготовки до практичних робіт

**Мета практичних занять** - закріплення знань, одержаних студентами на лекціях, насамперед, знань про чинники, що впливають на вибір технологічних процесів виробництва зварних конструкцій.

Практичні роботи виконують згідно *методичних вказівок*.

Підготовки до практичних занять полягає в ознайомленні з теоретичними відомостями, наведеними в методичних вказівках, роботі з рекомендованою в них літературою та виконанню задач згідно індивідуального завдання.

Перелік тем практичних занять:

1. Формування технічних умов на зварну конструкцію.
2. Технологічне кодування зварної конструкції.
3. Конструкторське підготовки виробництва.
4. Технологічне підготовки виробництва.
5. Організаційне підготовки виробництва.
6. Технологічність зварної конструкції.
7. Оформлення документації технологічного процесу виготовлення зварної конструкції.
8. Замовлення та приймання матеріалів.
9. Підготовчі операції у виробництві зварних конструкцій.
10. Підготовки технологічних операцій ручного розмічання / намічання металевих напівфабрикатів зварних конструкцій.
11. Заготівельні і обробні операції у виробництві зварних конструкцій.
12. Складально-зварювальні і транспортні операції.
13. Технологічний процес складання-зварювання зварної балки, зварної колони і решітчастої конструкції.
14. Складання-зварювання резервуарів.
15. Серійне виробництво котла універсальної залізничної цистерни.
16. Монтаж магістральних трубопроводів.

17. Складання і зварювання корпусних конструкцій транспортних засобів.
18. Структури і компоновки виробничих систем виготовлення зварних конструкцій.

### **3.2. Підготовки до модульних контрольних робіт**

**Метою модульних контрольних робіт** є оцінка рівня засвоєння студентами денної форми навчання теоретичного матеріалу, поданого на лекціях та опрацьованого самостійно. Модульна контрольна робота виконується у письмовому вигляді. Питання контрольної роботи охоплюють всі теми теоретичного курсу.

Підготовки до модульної контрольної роботи полягає у вивченні рекомендованої літератури.

### **3.3. Виконання розрахунково-графічної роботи**

**Мета розрахунково-графічної роботи** – вирішення практичної навчальної задачі з використанням лекційного і самостійно вивченого матеріалу.

**Тема розрахунково-графічної роботи:** «Формування схеми технологічних процесів виробництва Зварного вузла».

До складу пояснювальної записки розрахунково-графічної роботи має входити: титульний лист, завдання на розрахунково-графічну роботу (в т.ч. схематичний вигляд Зварного вузла), вступ, ескізний кресленик Зварного вузла, розділи 1...6, висновки, перелік використаної літератури, додатки. В розрахунково-графічній роботі передбачаються наступні розділи.

Розділ 1. Конструктивно-технологічний аналіз Зварного вузла.

Розділ 2. Розроблення технологічних процесів заготівельного виробництв.

Розділ 3. Розроблення технологічних процесів оброблення деталей Зварного вузла.

Розділ 4. Розроблення маршрутних алгоритмів технологічних процесів зварювального виробництва, в тому числі:

- обґрунтування вибору параметрів режимів зварювання Зварного вузла;

- обґрунтування вибору зварювального устаткування, механічного устаткування та засобів оснащення для складання-зварювання конструкції Зварного вузла;

- обґрунтування вибору контрольного устаткування для виготовлення Зварного вузла;

Розділ 5. Розроблення алгоритмів технологічних процесів транспортно-складських робіт (марки та характеристики виробничого устаткування, маршрутні схеми транспортно-складських робіт всіх технологічних процесів).

Розділ 6. Розроблення загальної схеми технологічних процесів виробництва Зварного вузла (укрупнений / узагальнений зміст технологічного процесу виготовлення Зварного вузла з посиланням на попередньо розроблені комплексні технологічні операції (технологічні процеси), основні переходи та засоби технологічного спорядження).

До складу графічних матеріалів розрахунково-графічної роботи передбачається додати схему (узагальнена) технологічних процесів виробництва Зварного вузла. Графічні матеріали є ілюстративними додатками до розрахунково-графічної роботи.

Розрахунково-графічна робота виконується згідно *методичних вказівок*.

За підсумками виконання розрахунково-графічної роботи, згідно запропонованого варіанту завдання, студент повинен засвоїти технологічні процеси виробництва зварних конструкцій.

### **3.4. Виконання домашньої контрольної роботи**

**Мета домашньої контрольної роботи** – вирішення практичної навчальної задачі з використанням лекційного і самостійно вивченого матеріалу.

**Тема домашньої контрольної роботи:** «Формування схеми технологічних процесів виробництва Зварного вузла».

До складу пояснювальної записки домашньої контрольної роботи має входити: титульний лист, завдання на домашню контрольну роботу (в т.ч. схематичний вигляд Зварного вузла), вступ, ескізний кресленик Зварного вузла, розділи



1...6, висновки, перелік використаної літератури, додатки. В домашній контрольній роботі передбачаються наступні розділи.

Розділ 1. Конструктивно-технологічний аналіз Зварного вузла.

Розділ 2. Розроблення технологічних процесів заготівельного виробництва.

Розділ 3. Розроблення технологічних процесів оброблення деталей Зварного вузла.

Розділ 4. Розроблення маршрутних алгоритмів технологічних процесів зварювального виробництва, в тому числі:

- призначення (обґрунтування вибору) параметрів режимів зварювання Зварного вузла;
- обґрунтування вибору зварювального устаткування, механічного устаткування та засобів оснащення для складання-зварювання конструкції Зварного вузла;
- обґрунтування вибору контрольного устаткування для виготовлення Зварного вузла;

Розділ 5. Розроблення алгоритмів технологічних процесів транспортно-складських робіт (марки та характеристики виробничого устаткування, маршрутні схеми транспортно-складських робіт всіх технологічних процесів).

Розділ 6. Розроблення загальної схеми технологічних процесів виробництва Зварного вузла (укрупнений / узагальнений зміст технологічного процесу виготовлення Зварного вузла з посиланням на попередньо розроблені комплексні технологічні операції (технологічні процеси), основні переходи та засоби технологічного спорядження).

До складу графічних матеріалів домашньої контрольної роботи передбачається додати схему (узагальнена) технологічних процесів виробництва Зварного вузла. Графічні матеріали є ілюстративними додатками до домашньої контрольної роботи.

Домашня контрольна робота виконується згідно [методичних вказівок](#).

За підсумками виконання домашньої контрольної роботи, згідно запропонованого варіанту завдання, студент повинен засвоїти технологічні процеси виробництва зварних конструкцій.

## 4. Навчально-методичні матеріали

### 4.1. Основна література

[1] **Кривов, Г.О.** Виробництво зварних конструкцій [Текст]: Підручник / Г.О. Кривов, К.О. Зворикін. – К.: КВІЦ, 2012. – 896 с.: 748 іл.: 66 табл.: 23,5 см. – Бібліогр.: с. 874-886. – 500 пр. - ISBN 978-966-2003-75-8.

[2] **Куркин, С.А.** Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве [Текст]: учеб. для вузов / С.А. Куркин, Г.А. Николаев. - М.: Высшая школа, 1991. – 398 с.: ил. ; 20,5 см. Библиогр.: с. 387. – 17000 экз. - ISBN 5-06-001906-3.

### 4.2. Додаткова література

[3] **Куркин, С.А.** Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций [Текст]: атлас: учеб. пособие для студ. машиностр. специальностей вузов / С.А. Куркин, В.М. Ховов, А.М. Рыбачук. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.: ил. ; 28,5 см. - Библиогр.: с. 325-327. – 10000 экз. - ISBN 5-217-00764-8.

[4] **Красовский, А.И.** Основы проектирования сварочных цехов [Текст]: учеб. для вузов по спец. «Оборудование и технология сварочного производства» / А.И. Красовский. - [4-е изд., перераб.]. — М.: Машиностроение, 1980. – 319 с.: ил. ; 21,5 см. – 20000 экз.

## Зміст

<b>Вступ</b> .....	3
<b>1. Опис навчальної дисципліни</b> .....	5
1.1. Загальна характеристика навчальної дисципліни «Виробництво зварних конструкцій» .....	5
1.2. Рейтингова система оцінки з дисципліни .....	6
1.3. Види самостійної роботи .....	9
<b>2. Методичні вказівки до вивчення розділів курсу</b> .....	10
<b>Вступ</b> .....	10
<b>Розділ 1. Технічне підготування зварювального виробництва</b> .....	10
Тема 1.1. Виробничі технологічні процеси .....	10
Тема 1.2. Основи формування і раціоналізації процесів технічного підготування виробництва .....	12
Тема 1.3. Технологічна готовність виробництва до випуску зварних виробів .....	14
<b>Розділ 2. Технологічні процеси зварювального виробництва</b> .....	16
Тема 2.1. Підготовчі процеси у виробництві зварних конструкцій .....	16
Тема 2.2. Основні заготівельні і обробні процеси у виробництві звар- них конструкцій .....	18
Тема 2.3. Основні складально-зварювальні процеси у виробництві зварних конструкцій .....	21
<b>Розділ 3. Технологічні процеси виробництва типових зварних конструкцій</b> .....	24
Тема 3.1. Технологічні процеси виробництва зварних балок і зварних конструкцій із балок .....	24
Тема 3.2. Технологічні процеси виробництва решітчастих зварних конструкцій .....	26
Тема 3.3. Технологічні процеси виробництва зварних конструкцій оболонкового типу .....	27

Тема 3.4. Технологічні процеси виробництва корпусних зварних конструкцій транспортних засобів .....	32
Тема 3.5. Технологічні процеси виробництва машинобудівних зварних конструкцій .....	34
Тема 3.6. Компонування підрозділів зварювального виробництва .....	36
<b>3. Методичні вказівки до інших видів самостійної роботи .....</b>	<b>38</b>
3.1 Підготовки до практичних робіт .....	38
3.2. Підготовки до модульної контрольної роботи .....	39
3.3. Виконання розрахунково-графічної роботи .....	39
3.4. Виконання домашньої контрольної роботи .....	40
<b>4. Навчально-методичні матеріали .....</b>	<b>43</b>
4.1. Основна література .....	43
4.2. Додаткова література .....	43