

Міністерство освіти і науки України  
Бердянський машинобудівний коледж  
Запорізького національного технічного університету

Затверджено  
Заступник директора  
з навчальної роботи  
Л.А.Кравцова  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2013 р.

**Технологічне устаткування ливарних, ковальсько-пресових  
та термічних цехів**

Методичний посібник

що регламентує самостійну роботу студентів при вивченні дисципліни за спеціальністю 5.05050201 «Технічне обслуговування і ремонт устаткування підприємств машинобудування» денної форми навчання

Методичний посібник  
рекомендований цикловою  
комісією «Професійних дисциплін  
спеціальності 5.05050201»  
Протокол № \_\_\_\_\_  
Від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2013 р.  
Голова комісії \_\_\_\_\_  
О.І. Головатий

Методичний посібник розроблено у відповідності з робочою навчальною програмою дисципліни «Технологічне устаткування ливарних, ковальсько-пресових та термічних цехів».

Укладач: викладач вищої категорії, викладач-методист

Амонс А.В.

Рецензент: циклова комісія «Професійних дисциплін спеціальності 5.05050201»

Протокол № \_\_\_\_\_

Від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2013 р.

Голова комісії \_\_\_\_\_ О.І. Головатий

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Дисципліна «Технологічне устаткування ливарних, ковальсько-пресових та термічних цехів» передбачає вивчення студентами побудови технологічного устаткування ливарних, ковальсько-пресових та термічних цехів підприємств машинобудування, їх техніко-експлуатаційних характеристик та особливостей монтажу, налагоджування, випробування, експлуатації, обслуговування.

Знання технологічного устаткування необхідні для підготовки спеціалістів з організації і проведення ремонту усіх видів устаткування на сучасному підприємстві.

Вивчення предмета базується на таких дисциплінах як фізика, хімія, технічна механіка, технологія конструкційних матеріалів, підйомно-транспортне устаткування, гідравліка, гідро та пневмоприводи, охорона праці.

Після вивчення предмета студент повинен знати:

- технологічне обладнання і устаткування цеху, його технічні характеристики, конструктивні особливості, призначення, методи монтажу, налагоджування, регулювання;

- правила технічної експлуатації обладнання і устаткування;
- охорону праці і техніку безпеки.

Уміти:

- забезпечувати приймання, транспортування, монтаж, налагоджування, випробування обладнання і устаткування;

- володіти прийомами роботи на обладнанні;
- розробляти технологічні процеси монтажу і ремонту устаткування;
- забезпечувати виконання правил і норм охорони праці, техніки безпеки.

Для закріплення теоретичних знань програмою предмета передбачається виконання двох обов'язкових контрольних робіт. Перша контрольна робота проводиться після вивчення першого розділу, друга після вивчення другого і третього розділів. Після вивчення предмету проводиться екзамен.

Технологічне устаткування слід вивчати в такій послідовності:

- призначення устаткування, що вивчається;
- загальний устрій та принцип роботи;
- конструкція вузлів і механізмів;
- взаємодія всіх вузлів;
- умови роботи устаткування;
- наладка і регулювання;
- техніко-економічна характеристика устаткування.

При вивченні даної дисципліни частина питань програми виноситься для самостійної роботи студента (90 години).

Перед тим, як приступити до виконання самостійної роботи, необхідно вивчити матеріал, який відноситься до даної теми. Це необхідно зробити тому, що питання, які виносяться для самостійної роботи, пов'язані з другими питаннями цієї теми. В методичних вказівках пояснюється, на які питання слід звернути увагу при вивченні даної теми.

Після вивчення даної теми дайте відповіді на питання для самоперевірки.

Далі приводиться перелік питань для самостійної роботи студента, література для вивчення, кількість годин на вивчення цих питань по кожній темі.

Після вивчення вказаних питань, переходьте до вивчення питань другої теми.

При самостійному вивченні матеріалу дисципліни студент повинен також скласти конспект або реферат по цим питанням.

При самостійній роботі над питаннями рекомендується:

- уважно прочитати питання завдання, підібрати необхідну літературу;

- скласти план вивчення відповіді на задані питання, вияснити, які треба виконати схеми, ескізи, рисунки;
- в зошит записати зміст питання, виконати схеми, ескізи, рисунки, дати повну, конкретну відповідь;
- ескізи, рисунки, схеми виконувати олівцем згідно зі стандартами;
- допускається для складних схем використовувати ксерокопії;
- для наочності можна використовувати фломастери, кольорові пасти і т.д.

Конспект або реферат необхідно періодично, в установленій викладачем термін, здавати на перевірку. Якщо є зауваження, після перевірки, то їх необхідно виправити, доробити і знову здати конспект на другу перевірку.

Матеріал, який виноситься на самостійну роботу студента, включається в питання підсумкового контролю знань, а також в екзаменаційні питання з даної дисципліни поряд з навчальним матеріалом, який напрацьовувався при проведенні навчальних занять.

Після кожного розділу приводиться перелік питань, які виносяться для підсумкового контролю знань: самостійні, практичні та обов'язкові контрольні роботи.

## **ЛІТЕРАТУРА**

### **Розділ 1. Устаткування ливарних цехів**

#### **Основна:**

1. Аксенов П. Н. Оборудование литейных цехов. М., Машиностроение, 1977.
2. Матвиенко И. В. и др. Оборудование литейных цехов. М., Машиностроение, 1985.

#### **Допоміжна:**

3. Абрамов Г. Г. Справочник молодого литейщика. М., Высшая школа, 1983.
4. Кумакин И. Б. Литейное производство. М., Машиностроение, 1971.
5. Сафронов В. Я. Справочник по литейному оборудованию. М., Машиностроение, 1985.
6. Боженко Л. І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. Львів, Світ, 1996.

### **Розділ 2. Устаткування ковальсько-пресових цехів.**

#### **Основна:**

7. Линц В. П. Кузнечно-прессовое оборудование и его наладка. М., Высшая школа, 1982.
8. Щеглов В. Ф. и др. Кузнечно-прессовые машины. М., Машиностроение, 1979.

## **Допоміжна:**

9. Горячая штамповка. М., Высшая школа, 1983.
10. Гусев А. Н. и др. Устройство и наладка холодноштамповочного оборудования. М., Высшая школа, 1983.
11. Кордюков В. П. и др. Свободная ковка на молотах. М., Машиностроение, 1974.
12. Кузьминцев В. Н. Ремонт кузнечно-прессового оборудования. М., Высшая школа, 1974.
13. Кузьмин Б. А. Технология металлов и конструкционных материалов. М., Машиностроение, 1989.
14. Пневматическое оборудование и системы. Справочник. М., Машиностроение, 1991.
15. Савин И. Ф. и др. Основы гидравлики и гидропривода. М., Высшая школа, 1978.
16. Шестаков Н. А. Технология ротационнойковки и вальцовки. М., Высшая школа, 1988.

### **Розділ 3. Устаткування термічних цехів**

17. Долотов Г. П. и др. Оборудование термических цехов и лабораторий испытания металлов. М., Машиностроение, 1988.
18. Марциновска Е. С. Технология и оборудование термических цехов. М., Машиностроение, 1968.

## **МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ**

- Конспект лекцій. Розділ 1. Технологічне устаткування ливарних цехів.
- Конспект лекцій. Розділ 2. Технологічне устаткування ковальсько-пресових цехів.
- Конспект лекцій. Розділ 3. Технологічне устаткування термічних цехів.
- Альбом креслень, схем, рисунків. Розділ 1. Технологічне устаткування ливарних цехів.
- Альбом креслень, схем, рисунків. Розділ 2. Технологічне устаткування ковальсько-пресових цехів.
- Альбом креслень, схем, рисунків. Розділ 3. Технологічне устаткування термічних цехів.
- Методичний посібник для самостійної роботи студента над дисципліною
- Методичний посібник для виконання практичних робіт
- Прикладна програма для виконання розрахунково-графічної роботи №2.
- Зразок виконання розрахунково-графічної роботи №2
- Зразок виконання комплексної контрольної роботи

# ПРОГРАМА ТА МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

## Розділ 1. Технологічне устаткування ливарних цехів

### Тема 1.1. Вступ

Роль і задачі ливарного виробництва в розвитку сучасної промисловості. Шляхи дальшого розвитку нових технологій ливарного виробництва, та устаткування. Застосування в ливарному виробництві промислових роботів. Використання автоматизованих ливарних виробництв. Класифікація устаткування ливарних цехів. Формувальні матеріали, їх властивості. Основні поняття про виготовлення форм і стрижнів.

#### Методичні вказівки

При вивченні дисципліни «Технологія металів» студенти мають поняття про ливарне виробництво, його значення в розвитку промисловості. Студентам рекомендується більш глибоко вивчити питання розвитку ливарного виробництва в сучасних умовах, застосування нового устаткування.

Необхідно вивчити автоматизовані ливарні виробництва.

Література: [1] стор.3...17.

#### Запитання для самоперевірки

1. Яка роль ливарного виробництва в розвитку сучасного виробництва?
2. Назвіть задачі механізації і автоматизації процесів литва.
3. Які особливості застосування в ливарному виробництві автоматизованих систем, роботизованих комплексів?

### Тема 1.2. Устаткування для підготовки вихідних формувальних матеріалів, для регенерації відпрацьованої формувальної суміші

Конструкція установок для сушіння піску і глини: горизонтальні і вертикальні сушила, установка для сушіння піску в повітряному потоці і киплячому шарі.

Устаткування для здрібнення формувальних матеріалів. щоківі, молоткові, валкові дробарки, кулькові, молоткові і вібраційні млини. Технічні характеристики.

Конструкції бункерів, живителів, затворів. Сита для формувальних матеріалів: плоскі механічні, барабанні полігональні, вібраційні.

Устаткування для відновлення формувальної суміші: магнітні залізовідділгелі, установка для гомогенізації і охолодження, регенерації відпрацьованої суміші. Технічні характеристики.

Правила техніки безпеки при експлуатації установок для приготування формувальних матеріалів.

#### Методичні вказівки

З властивостями і складом формувальних матеріалів студент знайомі з курсу «Технологія металів». Необхідно згадати призначення, склад і властивості формувальних і шишкових сумішей.

Процес підготовки формувальних матеріалів включає в себе сушіння, здріблення, просіювання.

Для сушіння піску в ливарних цехах застосовують сушила барабанного типу, сушила вертикальні. Необхідно вивчити загальну конструкцію горизонтального сушила.

Зверніть увагу на установку і кріплення барабана на опорних катках, вивчіть конструкцію і розміщення механізму привода обертання барабана, систему подачі гарячого газу, систему відведення продуктів горіння.

Вивчіть особливості конструкції трьохходового барабанного сушила.

Установки для сушіння піску в киплячому шарі і повітряному потоці мають широке застосування в ливарному виробництві. Необхідно вивчити їх конструкцію, застосування.

Здріблення коксу, флюсів, формувальних матеріалів здійснюється на установках різної конструкції Найбільш поширені щоківі дробарки з простим і складним качанням щоки. Необхідно детально вивчити конструкцію таких дробарок, особливості їх роботи. Аналогічно слід вивчити конструкції молоткової та валкової дробарки.

Більш тонке здрібнення здійснюється на кулькових, молоткових та вібраційних млинах. При вивченні конструкції цих млинів необхідно звернути увагу на їх відміну. Вивчіть системи виведення здріблених матеріалів.

Вивчаючи конструкцію установок для здріблення, зверніть увагу на вузли обертання, підшипникові вузли, герметизацію корпусу.

Просіювання висушених, та здріблених матеріалів проводиться на ситах барабанних, плоских, вібраційних. При вивченні полігонального барабанного сита вивчіть спосіб кріплення барабана на осі, механізм приводу вала, систему відсосу пилу.

Вивчаючи плоске механічне сито, необхідно знати конструкцію вібраційного вузла, установку підшипникових вузлів на рамі і корпусі сита.

В ливарному виробництві широко застосовують відпрацьовану формувальну суміш. В такій суміші мають місце різного роду металеві включення. Для їх вилучення застосовують магнітні залізвідділителі. Зверніть увагу на конструкцію магнітних вузлів. Вивчіть види магнітних залізвідділителів, особливості їх роботи.

Вивчіть застосування установок для регенерації відпрацьованої суміші, їх схему, принцип роботи.

Вивчіть правила техніки безпеки при роботі на устаткуванні для приготування свіжої формувальної суміші.

Література: [2] стор.11...45

### **Запитання для самоперевірки**

1. Яка конструкція механізму привода барабанного горизонтального сушила?
2. В чому | конструктивна різниця щоківі дробарки з простим качанням щоки від дробарки зі складним качанням щоки?
3. Назвіть особливості роботи молоткового млина. В чому він відрізняється від молоткової дробарки?

4. Яке призначення живителів?
5. Який механізм здійснює вібрацію сита?
6. Розкажіть про установку для гомогенізації відпрацьованої суміші.

### **Запитання для самостійної роботи студента по темі 1.2 (3 год.)**

1. Устаткування для відновлення формувальної суміші: установка для гомогенізації і охолодження відпрацьованої суміші, магнітні залізевідділителі. Технічні характеристики.

[2] стор.40...46.

2. Правила техніки безпеки при експлуатації установок для приготування початкових формувальних матеріалів, переробки відпрацьованої суміші.

[2] стор.61...62.

### **Тема 1.3. Устаткування для приготування формувальної й стрижневої суміші**

Конструкція змішуючих бігунів періодичної і безперервної дії.

Відцентрові (маятникові) змішувачі, лопатні (шнекові) змішувачі, змішувачі для РСС. Призначення і конструкція розпушувачів.

Технічні вимоги.

Правила техніки безпеки при експлуатації устаткування для приготування формувальних і шишкових сумішей.

#### **Методичні вказівки**

В курсі «Технологія металів» студенти вивчали властивості, склад та застосування формувальних і шишкових сумішей.

При вивченні даної теми необхідно ознайомитись з конструкцією установок для приготування формувальних і шишкових сумішей В ливарних цехах застосовують змішуючі бігуни різної конструкції. Необхідно вивчити загальну конструкцію бігунів, принцип їх роботи, конструкцію чаші бігунів, конструкцію привода, конструкцію вузла вертикального вала, спосіб установки на ньому кронштейнів з катками.

Вивчіть особливості роботи бігунів безперервної дії, їх роботу.

Аналогічно вивчаються конструкції відцентрових, лопатних, змішувачів для РСС. Зверніть увагу на особливості роботи, швидкозношуючі вузли і деталі, способи їх герметизації. Технічні вимоги.

Вивчіть застосування, конструкцію і основні вузли розпушувачів.

Особливу увагу приділіть питанням техніки безпеки при експлуатації устаткування для приготування формувальної суміші.

Література: [2] стор. 46...62.

#### **Запитання для самоперевірки**

1. Яка конструкція привода вертикального вала змішуючих бігунів?
2. В чому різниця конструкції бігунів безперервної дії від бігунів періодичної дії? В чому вони схожі?
3. Яке призначення відцентрового змішувача? Його відмінність від каткового?
4. Для яких цілей застосовують розпушувачі?



### **Запитання для самостійної роботи студента по темі 1.3 (2 години)**

1. Призначення, склад, властивості формувальної і шишкової суміші.  
[13] стор.232...236.
2. Призначення і конструкція розпушувачів.  
[2] стор.53...54.
3. Правила техніки безпеки при експлуатації устаткування для приготування формувальних і шишкових сумішей.  
[2] стор.61...62.

### **Тема 1.4. Устаткування для виготовлення ливарних форм і стрижнів**

Процес ущільнення суміші пресуванням, способи пресування, приводи пресових формувальних машин.

Конструкція пресових формувальних машин.

Вузли формувальних пресових машин. їх конструкція, правила експлуатації.

Струшувальні формувальні машини, їх класифікація. Конструкція струшувальних формувальних машин, їх робота.

Основні параметри струшувальних машин, їх типи, технічні вимоги. Конструкція струшувальних механізмів, механізм підпресовки, перекидні столи, протяжки, приймальні механізми.

Піскомети установки, їх класифікація, конструкція. Конструкція вузлів піскометів, їх призначення, робота. Технічні вимоги.

Піскодувні і піскосгрільні шишкові машини, їх конструкція. Технічні характеристики.

Мундштучні шишкові машини.

Шишкові машини з нагріванням оснастки.

Техніка безпеки при експлуатації устаткування для виготовлення ливарних форм і шишок.

#### **Методичні вказівки**

Ця тема являється найбільш складною при вивченні устаткування для виготовлення ливарних форм і шишок. В ливарних цехах застосовують багато типів і конструкцій формувальних і шишкових машин. Беручи до уваги те, що конструкції цих машин багато в дечому схожі між собою, необхідно вибрати один тип устаткування, детально його вивчити. В цій темі необхідно вивчити, які бувають типи устаткування для приготування ливарних форм. Тип машини залежить від способу ущільнення суміші, які вивчались в дисципліні «Технологія металів».

Уважно вивчіть конструкцію і принцип роботи пресової машини ПФ-5, її компоновку, установку на фундаменті. Вивчіть конструкцію і роботу привода, конструкцію столів, вузлів переміщення цієї машини.

До цього типу машин відноситься пресовий важільний автомат, конструкцію і роботу якого теж необхідно вивчити.

Принцип ущільнення формувальної суміші струшуванням широко застосовується в ливарному виробництві. Для цього застосовують струшувальні формувальні машини.

Необхідно вивчити конструкцію машин, які працюють за принципом ущільнення формувальної суміші струшуванням. Спочатку вивчіть конструкцію струшувального механізму формувальної машини. Після цього вивчіть конструкцію і роботу струшувальних машин моделі 266М, 235, 22111, 22411 (одну із цих моделей). Принцип роботи і застосування цих машин однакові. Особливо зверніть увагу на конструкцію механізму струшування, механізму підпресовки верхнього шару, штифтового зняття готової напівформи, систему подачі стисненого повітря, систему гідравліки.

Вивчіть конструкцію і принцип роботи рамочного механізму зняття напівформи, механізм перевероту стола, механізм перекидання стола для витяжки моделі. Після вивчення цих механізмів треба ознайомитись з конструкцією і роботою приймально-витяжного механізму. Ознайомтесь з технічною характеристикою машин.

При виготовленні великих і середніх ливарних форм застосовують піскомети, які ущільнюють формувальну суміш метанням порцій формувальної суміші.

Необхідно вивчити конструкцію і роботу піскометів різних моделей. Детально вивчіть одну із конструкцій. Зверніть увагу на конструкцію і роботу механізмів повороту рукавів, металльної головки, розміщення транспортерів, систему управління.

Для виготовлення шишок, крім машин про які говорилось раніше, застосовують мундштучні машини. Вивчіть конструкцію, принцип роботи однієї такої машини.

Найбільш поширені в ливарних цехах серійного та масового виробництва для виготовлення шишок піскодувні або піскострільні машини. Студентам необхідно вивчити конструкцію, принцип роботи таких машин. Зверніть увагу на конструкцію піскодувної машини, систему управління машиною.

В ливарних цехах все більш застосовують шишкові машини з нагріванням оснастки. Необхідно вивчити загальну конструкцію і принцип роботи такої машини.

Вивчіть правила техніки безпеки при роботі та обслуговуванні устаткування для виготовлення ливарних форм та шишок.

Література: [2] стор.63...152.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Ущільнення формувальної суміші пресуванням. Принцип дії механізму пресування машини ПФ-5?
2. Які механізми розміщуються в корпусі формувального пневмоважільного автомата? Їх призначення?
3. Які механізми застосовують в піскометах для повороту великого і малого рукавів? Принцип роботи?
4. В чому відміна піскодувної головки від піскострільної?

## **Запитання для самостійної роботи студента по темі 1.4. (8 годин)**

1. Процес ущільнення формувальної суміші пресування, способи пресування.  
[2] стор. 71...76
2. Піскометальні установки, їх класифікація, конструкція.  
[2] стор. 108...113
3. Мундштучні стрижневі машини.  
[2] стор.120...121
4. Стрижневі машини по нагрівній оснасті.  
[2] стор.121...124
5. Техніка безпеки при експлуатації устаткування для виготовлення ливарних форм і стрижнів  
[2] стор.150...151

## **Тема 1.5 Вузли, складальні одиниці, механізми формувальних машин**

Конструкція рамочного і штифтового механізмів витяжки. Гідронасоси, реверсивні розподільники, індикатори тиску, зворотні, запобіжні та редуційні клапани. Кран ручного управління, лічильник числа ударів стола формувальних машин. Водовідділитель, маслянка.

### **Методичні вказівки**

При роботі устаткування, яке використовує стиснене повітря необхідні механізми і устаткування, які підготовляють повітря, слідкують і управляють тиском повітря, розподіляють повітря в задані канали і т. д.

Тому при вивченні цієї теми необхідно користуватися кресленнями цих пристроїв, знайти взаємодію між окремими деталями.

[1] стор. 69...73, 122...125

[14] стор. 67...77, 120...139, [15] стор. 147...190

### **Запитання для самоперевірки**

1. Для чого призначений зворотній клапан? Запобіжний клапан? Регулятор тиску?
2. Як проходить відділення вологи із повітря перед подачею його в пневмопривід?
3. Який принцип роботи маслянки?

## **Запитання для самостійної роботи студента по темі 1.5 (2 години).**

1. Конструкція регулятора тиску повітря
2. Автоматичні клапани часу і тиску конструкція, застосування
3. Зворотні клапани.
4. Маслорозпилювач.
5. Фільтровологовідокремлювач.  
(14), стор. 130, 131, 376...379  
(15), стор. 133, 134, 137...142

## **Тема 1.6. Потоково-механізовані і автоматичні формувальні лінії. Промислові роботи, їх застосування.**

Основні поняття про формувальні лінії, їх класифікація.

Загальна конструкція напівавтоматичної і автоматичної формувальної лінії.

Технічні вимоги і компоновка автоматичних ліній. Маніпулятори і роботи, які застосовуються в автоматичних і напівавтоматичних формувальних лініях, їх конструкція і застосування.

Правила техніки безпеки при експлуатації формувальних ліній.

### **Методичні вказівки**

При вивченні цієї теми необхідно ознайомитись з класифікацією формувальних ліній, їх призначенням, перевагами, застосуванням. Необхідно запам'ятати поняття - «автомат», як одиниця устаткування, поточна лінія, механізована поточна лінія, автоматична лінія.

Засвойте поняття промисловий робот і промисловий маніпулятор.

Література: [2] стор. 152... 192.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Що таке формувальна лінія, її переваги. Особливості?
2. Назвіть механізми, вузли, машини, які входять в автоматичну лінію?
3. Яка роль роботів, маніпуляторів в автоматичній лінії?
4. За якими ознаками класифікується автоматична лінія?

### **Запитання для самостійної роботи студента по темі 1.6 (3 години).**

1. Основні поняття про формувальні лінії, їх класифікація.  
[2] стор. 152...154.
2. Маніпулятори і роботи, які застосовуються в автоматичних і напівавтоматичних формувальних лініях, їх конструкція і застосування.  
[2] стор. 179...183.
3. Агрегати і вузли автоматичних ліній, їх взаємозв'язок.  
[2], стор. 161...170

## **Тема 1.7. Устаткування складу шихти, топильно - розливальних дільниць**

Загальні поняття про механізацію складів шихти.

Механізми підняття кранової магнітної шайби, чушколоми, копри, грохоти. їх конструкція, застосування.

Конструкція дозаторів для шихти, для флюсів і т. д.

Преси для брикетування стружки.

Механізм підняття і повертання ковшів з металом.

Заливні машини, їх види, конструкція, застосування.

Техніка безпеки при експлуатації устаткування складу шихти, і розливальних дільниць.

Загальна конструкція вагранки. Види вагранок. Основні параметри і розміри.

Устаткування для подачі повітря в вагранку.

Скіповий підйомник, конструкція, застосування.

Автоматизація і автоматичні лінії безперервного завантаження шихти в вагранку.

Конструкція механізмів подачі дуття в мартенівську піч, система водоохолодження, переключення подачі повітря в піч.

Конструкція мульдозагрузочних машин.

Електродугова і індукційна піч, їх конструкція.

Конструкція механізмів підняття і опускання електродів, зводу печі, нахилу корпусу печі

Техніка безпеки при обслуговуванні і експлуатації топильних печей.

### **Методичні вказівки**

В цій темі необхідно вивчити призначення складу шихти, його значення в ливарному виробництві.

На шихтові склади завозять металевий лом, флюси, чушковий чугун. Ці матеріали необхідно розсортувати, здрібнити, розділити. Треба вивчити конструкцію магнітної шайби, чушколома, грохота, принцип їх роботи, застосування.

На розливальних дільницях застосовують різного типу ковші: відкриті, стопорні, барабанні. Необхідно вивчити конструкцію механізмів для перенесення ковшів, їх повороту при розливі металу.

Вивчіть питання техніки безпеки при обслуговуванні устаткування складу шихти, плавильних і заливних дільниць.

При вивченні цієї теми студентам необхідно коротко ознайомитись з застосуванням і конструкцією вагранки, її механізмами. В кожному плавильному агрегаті є механізми для обслуговування: подача повітря, палива, шихтових матеріалів і т. п. Необхідно детально вивчити установку для подачі повітря в вагранку, принцип її роботи, вивчити конструкцію механізму заправки вагранки шихтовим матеріалом, ознайомитись з системою автоматизованої заправки вагранки. Особливо зверніть увагу на механізми заправки вагранки, їх обслуговування.

Сталеплавильна піч—більш складніший металургійний агрегат. Необхідно вивчити установки для подачі повітря, конструкцію механізму переключення подачі холодного і гарячого повітря, механізму підняття кришок загрузочних вікон, систему і механізми подачі води для охолодження елементів печі. Загрузка мартенівської печі ведеться з допомогою загрузочних машин (мульдозагрузочних). Необхідно вивчити конструкцію загрузочної машини, призначення її вузлів.

Електродугова піч має кілька механізмів, які її обслуговують. Детально вивчіть конструкцію механізму нахилу корпусу печі, місце його розміщення, принцип роботи. Опускання і підняття електродів, зводу печі виконується спеціальним механізмом. Вивчіть їх конструкцію, монтаж, принцип роботи.

Ознайомтесь з механізмами повертання корпусу індукційних печей, конструкцією індуктора.

Вивчіть правила техніки безпеки при обслуговуванні плавильних агрегатів.

Література: [13] стор.201...212. [2] стор.193...229.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Яке призначення складу шихти? Яке устаткування застосовується на складі шихти?
2. Для чого застосовують преси на складі шихти?
3. Які типи ковшів, для розливки металу, ви знаєте?
4. Для чого застосовують грохоти, чушколоми?
5. Яке застосування скіпового підйомника, принцип його дії?
6. В чому полягає сутність автоматизації загрузки вагранки?
7. Які механізми застосовуються для підняття кришок загрузочних вікон плавильних печей?
8. Які вузли входять в механізм повертання електродугової печі? Де вони знаходяться?

### **Запитання для самостійної роботи студента по темі 1.7 (5 годин)**

1. Механізми підняття кранове» магнітної шайби. [2] стор.193...194
2. Механізм підняття і повертання ковшів з металом. [2] стор.212...215
3. Техніка безпеки при експлуатації устаткування складу шихта плавильних і розливальних дільниць. [2] стор.229...230.
4. Конструкція мульдозагрузочних машин [2] стор. 208...209
5. Скіповий підйомник. конструкція, застосування. [2] стор.202.
6. Техніка безпеки при обслуговуванні і експлуатації плавильних печей. [2] стор. 229.

### **Тема 1.8. Устаткування для вибивки виливків**

Ексцентрикові та інерційні вибивні решітки.

Автоматизовані установки для вибивки форми.

Вібраційні скоби і траверси, конструкція, застосування.

Пневматичні вібраційні машини для вибивки шишок.

Правила техніки безпеки при роботі на устаткуванні для вибивки виливків

Гідравлічні та електрогідравлічні установки для вибивки шишок.

### **Методичні вказівки**

Вибивка виливків—це кінцевий етап в отриманні готового литва. Починається процес з вибивки литва, тобто відділенні виливків від формувальної суміші. В ливарних цехах спеціальні дільниці оснащуються різним устаткуванням для вибивки виливків.

Необхідно вивчити класифікацію вибивних установок, їх застосування. Вивчіть конструкцію підвісних вібраторів, вібраційних траверс, ексцентрикової вібраційної решітки, принцип їх роботи, застосування.

Зверніть увагу на конструкцію вібраційних вузлів, їх розміщення, механізм приводу. Вибивання стрижнів виконується на пневматичних та гідравлічних установках. Треба вивчити їх конструкцію, принцип роботи, застосування, особливості.

Література: [2] стор.230...246

### **Запитання для самоперевірки**

1. Яка конструкція інерційного вузла ексцентрикової вибивної решітки?
2. Чим відрізняється конструкція інерційної вибивної решітки від інерційно-ударної?
3. Де застосовують вібраційні скоби і траверси?

### **Запитання для самостійної роботи студента по темі 1.8 (3 години)**

1. Вібраційні скоби і траверси, конструкція, застосування.  
[2] стор.230...231.
2. Правила техніки безпеки при роботі на устаткуванні для вибивки виливків  
[2] стор.246

### **Тема 1.9. Устаткування для очищення виливків**

Конструкція галтовочних барабанів.

Дробикидні та дробиструмінні апарати.

Технічні характеристики.

Конструкція пневматичних зубил, обдирально - шліфувальних верстатів для очищення поверхні литва.

Спеціальні способи очистки.

Правила техніки безпеки при роботі на устаткуванні для очистки литва.

### **Методичні вказівки**

Слід за вибиванням проводитися очистка литва. Для цього застосовують різне устаткування. Вивчіть конструкцію галтовочного барабану періодичної і безперервної дії, при цьому зверніть увагу на механізм і сам процес очистки литва.

Широке застосування мають дробикидні та дробиструмінні установки, які бувають різної конструкції. Необхідно вивчити їх конструкцію, спосіб подачі дробу на поверхню литва, особливості. Вивчіть також конструкцію камер для дробеметної очистки литва.

Крім цього необхідно вивчити спеціальні способи очистки. До них відносяться вібраційна та електрохімічна очистка.

Література: [2] стор.247...260.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Яка конструкція інерційного вузла ексцентрикової вибивної решітки?
2. Назвіть головні вузли дробикидного апарату, їх призначення?
3. В чому полягає процес дробиструминної очистки, його відміна від дробикидної?

### **Тема 1.10. Устаткування для відділення ливникових систем, виправлення дефектів і фарбування виливків**

Рубильні молотки, ножівкові та абразивні верстати. Газове різання. Заварка дефектів. Устаткування для фарбування виливків.

Техніка безпеки при обслуговуванні установок для відділення ливникових систем.

#### **Методичні вказівки**

Заключна стадія очистки це відділенні литникової системи та виправлення браку. Вивчіть устаткування для відрубки литникової системи, конструкцію та типи обдирально - шліфувальних верстатів і інструментів, іншого устаткування.

Вивчіть питання техніки безпеки при обслуговуванні установок для вибивки та очистки виливків.

Література: [2] стор.260...276.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Яке застосування мають шліфувальні верстати при очистці литва?
2. Як організовується очистка повітря на ділянці для вибивки та очистки виливків?

### **Тема 1.11. Устаткування для очищення повітря в ливарних цехах**

Вимоги до очищення повітря в ливарних цехах.

Сухі пилеуловлювачі, пилеосадні камери, циклони, матер'яні фільтри, рукавні фільтри, електрофільтри.

Мокрі пилеочисники: скрубери, іскрогасники, пінні фільтри, промивники Вентурі.

Вентилятори.

Правила техніки безпеки при обслуговуванні устаткування для очищення повітря в ливарних цехах.

#### **Методичні вказівки**

Перед тим, як приступити до вивчення конструкції устаткування для очищення повітря в ливарних цехах, слід ознайомитись з вимогами до очистки повітря, питанням проектування вентиляційних систем, джерелами пиле- і газовиділення.

Існує багато конструкцій установок для очищення повітря від пилі та газу.



При вивченні конструкцій сухих та мокрих пилеуловлювачів, вивчіть їх схеми, способи підводу до них забрудненого повітря, процес очистки повітря.

Література: [2] стор.276...291.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Які вимоги до очистки повітря в ливарних цехах?
2. Які переваги і недоліки мокрих і пилеуловлювачів?
3. Для чого застосовують пінні фільтри?

### **Запитання для самостійної роботи студента по темі 1.11 (3 години)**

1. Промивники Вентурі. [2] стор.287...288.
2. Вентилятори. [2] стор.289...290.
3. Правила техніки безпеки при обслуговуванні устаткування для очищення повітря в ливарних цехах. [2] стор.292...293.

### **Тема 1.12. Підйомно-транспортне устаткування ливарних цехів**

Мостові крани, кран балки, консольно - поворотні крани, електроталі.  
Конструкція стрічкових, візкових, пластинчатих, підвісних конвеєрів.

Роликові, вібраційні, гвинтові і пневматичні конвеєри. їх застосування.  
Елеватори. Технічні вимоги.

### **Методичні вказівки**

В ливарних цехах застосовують різні машини безперервного транспорту для переміщення сипких та грудкових грузів.

Необхідно вивчити конструкцію стрічкового транспортера, як найбільш поширеного для переміщення формувальних сумішей, візкових та підвісних конвеєрів а також пластинчатих і скребкових.

При вивченні конструкції названих конвеєрів, необхідно звернути увагу на опорні елементи, конструкцію механізмів приводів.

При вивченні підвісного конвеєра, ознайомтесь з конструкцією опорних роликових елементів, їх розміщення на напрямних, на переміщення опорного елемента з грузом.

Цікаві конструкції гвинтових конвеєрів, вивчення яких не визиває труднощів.

Необхідно ознайомитись з підйомно - транспортним устаткуванням (мостові крани, кран - балки, консольно-поворотні крани, електроталі), їх застосуванням в ливарних цехах.

Правила техніки безпеки при обслуговуванні підйомно-транспортного устаткування.

Література: [2] стор.294...316

### **Запитання для самоперевірки**

1. Яка конструкція стрічкового конвеєра?
2. Для чого застосовують стрічкові конвеєри?
3. Для яких цілей застосовують візкові конвеєри?
4. Які ви знаєте способи кріплення деталей на підвісних конвеєрах?
5. Яка конструкція пластинчатих конвеєрів?
6. Які правила техніки безпеки при обслуговуванні підйомно-транспортного устаткування?

### **Тема 1.13. Устаткування для спеціальних способів литва**

Класифікація кокільних машин. Конструкція кокільних машин з вертикальними і горизонтальними розніманням плит. Карусельні кокильні машини.

Механізми і вузли кокільних машин. Основні параметри.

Машини для відцентрового литва, їх види. Вузли і механізми відцентрових машин. Основні параметри та характеристики.

Конструкція машин для литва під тиском. Механізми, складальні одиниці, системи машини. Основні параметри та характеристики.

Установки для литва вакуумним усмоктуванням, литва вижиманням, безперервного і електрошлакового литва.

Установки для одержання виплавних і оболонкових форм. Типи машин, основні параметри.

Правила техніки безпеки при експлуатації устаткування для спеціальних видів литва.

### **Методичні вказівки**

В цій темі вивчаються конструкції, типи, принципи роботи устаткування для точних методів литва.

Кокільні машини широко застосовують в ливарному виробництві. Існує кілька конструкцій кокільних машин в залежності від способів розкриття кокіля. Необхідно вивчити одну таку машину. Ознайомитись з її загальною конструкцією, головними вузлами, механізмами, їх призначенням і взаємодією. Особливу увагу зверніть на гідросистему машини, конструкцію гідроприводу.

В масовому виробництві застосовують карусельні кокильні машини. Необхідно вивчити конструкцію такої машини.

Відцентрове литво теж займає великий об'єм в виготовленні точного литва типу тіл обертання. Необхідно вивчити конструкцію і принцип роботи машин для відцентрового литва з горизонтальною і вертикальною віссю обертання виливниці. Ці машини прості за конструкцією, тому труднощів при вивченні не виникає.

Машини для литва, під тиском, як і кокильні, працюють від системи гідроприводу. Необхідно вивчити конструкцію механізмів запресовки металу в форму: горизонтальної холодної, вертикальної холодної, вертикальної гарячої камер пресування. Рекомендується детально вивчити конструкцію замикаючого механізму машини, принцип його дії.

При вивченні литва по виплавних моделях необхідно звернути увагу на конструкцію установки для обсіпки і обмазки модельних блоків, на установку виплавлення модельної суміші.

Крім цього студентам необхідно вивчити конструкцію установок для виготовлення оболонкових форм, вакуумним всмоктуванням, вижиманням, безперервним литвом.

Вивчіть правила техніки безпеки при обслуговуванні машин для точного литва.

Література: [2] стор. 317,..390.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Яке призначення механізму замикання форм на машинах для литва під тиском?
2. Яку роль грає гідроакумулятор в машинах для литва під тиском?
3. Які приводи механізмів має машина для кокільного литва?

### **Запитання для самостійної роботи студента по темі 1.13 (4 години)**

1. Установки для литва вакуумним усмоктуванням, литва вижиманням, безперервного і електрошлакового литва.

[2] стор.354...356,382...390.

2. Правила техніки безпеки при експлуатації устаткування для спеціальних видів литва.

[2] стор.356, 373...374, 382.

## **Запитання, які виносяться на поточний та семестровий контроль знань після вивчення розділу 1 «Технологічне устаткування ливарних цехів»**

### **Тема 1.1.**

1. Задачі ливарного виробництва в розвитку сучасної • промисловості.
2. Застосування в ливарному виробництві роботів, маніпуляторів. Використання автоматизованих виробництв.

### **Тема 1.2.**

3. Конструкція одноходового горизонтального барабанного сушила. Принцип роботи.
4. Конструкція трьохходового барабанного сушила. Принцип роботи.
5. Установка для сушіння піску в киплячому шарі. Принцип роботи.
6. Конструкція, застосування, принцип роботи шокової дробарки.
7. Конструкція, застосування, принцип роботи молоткової дробарки.
8. Конструкція, застосування, принцип роботи валкових дробарок.
9. Конструкція, застосування, принцип роботи кулькових млинів.
10. Конструкція, застосування, принцип роботи молоткових млинів.

11. Конструкція, застосування, принцип роботи бункерів, живителів, затворів, дозаторів.
12. Конструкція, застосування, принцип роботи магнітних залізовідділителів
13. Конструкція, застосування, принцип роботи плоских механічних сит.
14. Конструкція, застосування, принцип роботи барабанних полігональних сит.

### Тема 1.3.

15. Конструкція, застосування, принцип роботи змішуючих бігунів.
16. Конструкція, застосування, принцип роботи відцентрових змішувачів.
17. Конструкція, застосування, принцип роботи лопатних змішувачів.
18. Конструкція, застосування, принцип роботи розпушувачів.
19. Техніка безпеки при експлуатації устаткування для приготування формувальних сумішей.

### Тема 1.4

20. Способи машинної формовки.
21. Способи витяжки моделей із форм.
22. Процес ущільнення формувальної суміші пресуванням, способи пресування.
23. Класифікація пресових формувальних машин. Приводи пресових формувальних машин.
24. Конструкція, застосування і принцип роботи пресової формувальної машини ПФ-5.
25. Конструкція, застосування і принцип роботи формувально-пресового пневмоважільного автомата.
26. Класифікація, конструкція струшувальних машин.
27. Класифікація, конструкція механізмів підпресовки струшувальних машин.
28. Формувальна струшувальна машина мод. 266 М. Її загальна конструкція, принцип роботи, основні вузли.
29. Струшувальна формувальна машина з перекидним столом мод 235.
30. Струшувально-пресова формувальна машина без повороту напівформ мод 22111
31. Струшувальна формувальна машина мод 22411.
32. Конструкція стаціонарного піскомету. Його вузли, їх призначення.
33. Конструкція консольного передвижного піскомету мод 296 М2. Його вузли, їх призначення.
34. Мундштучні машини для виготовлення шишок.
35. Піскострільна шишкова машина, її конструкція, застосування. Головні вузли.
36. Піскодувна шишкова машина, її конструкція, застосування. Головні вузли.
37. Конструкція машини для виготовлення шишок з нагріванням оснастки.

## Тема 1.5

38. Конструкції і застосування рамочного і штифтового механізмів витяжки.
39. Конструкція і застосування механізму повороту напівформ і перекидних столів.
40. Конструкції і застосування редукційних клапанів.
41. Конструкція, застосування, фільтро-вологовідокремлювача.
42. Конструкції і застосування крана ручного управління.
43. Конструкція і застосування зворотнього клапану, реле тиску.

## Тема 1.6

44. Класифікація автоматичних формувальних ліній.
45. Маніпулятори і роботи. їх застосування в автоматичних і напівавтоматичних лініях.

## Тема 1.7

46. Чушколоми, копри, грохоти, їх конструкція, застосування.
47. Конструкція дозаторів для шихти, флюсів, палива.
48. Механізми підняття і повертання ковшів з металом.
49. Заливочні машини, їх види, конструкція, застосування.
50. Техніка безпеки при експлуатації устаткування складу шихта, топильних і заливних ділянок.
51. Конструкція вагранки. Устаткування для подачі повітря в вагранку.
52. Автоматизація завантаження шихтових матеріалів в вагранку.
53. Електродугова і індукційна печі, їх конструкція.

## Тема 1.8

54. Ексцентрикові вибивні решітки. їх конструкція, застосування.
55. Конструкції вібраційних скоб, траверс. Застосування.
56. Пневматичні вібраційні машини для вибивки шишок. Конструкція, застосування.

## Тема 1.9

57. Дробикидні та дробиструминні апарати. Конструкція, застосування.
58. Конструкція галтовочних барабанів. їх застосування.
59. Конструкція пневматичних зубил, обдирально - шліфувальних верстатів, для очищення поверхні литва.
60. Спеціальні способи очистки литва.
61. Правила техніки безпеки при роботі на устаткуванні для очистки литва.

## Тема 1.10

- 62. Рубильні молотки.
- 63. Заварка дефектів.

## Тема 1.11

- 64. Конструкція сухих пилеуловлювачів ливарних цехів. Рукавні фільтри. Принцип їх роботи.
- 65. Конструкція циклонів. Застосування, принцип роботи. Пилеосадні камери.
- 66. Іскрогасники. Конструкція, принцип роботи.
- 67. Пінні фільтри. Конструкція, принцип роботи.
- 68. Вентилятори. Види. Конструкція, принцип роботи.
- 69. Правила техніки безпеки при обслуговуванні установок для очищення повітря.

## Тема 1.12

- 70. Конструкція мостових кранів, кран-балок ливарних цехів, їх застосування.
- 71. Конструкція стрічкових конвеєрів. їх застосування.
- 72. Конструкція підвісних конвеєрів. їх застосування.
- 73. Елеватори. їх застосування. Принципи роботи, конструкція.

## Тема 1.13

- 74. Класифікація кокільних машин. їх конструкція, застосування.
- 75. Машина для відцентрового литва, конструкція, види, застосування.
- 76. Конструкція машин для литва під тиском. Застосування.
- 77. Конструкція кокільної машини з однією рухомою і однією нерухомою плитами
- 78. Конструкція карусельної кокільної машини.
- 79. Відцентрові машини з горизонтальною віссю обертання.
- 80. Відцентрові машини з вертикальною віссю обертання.
- 81. Загальна конструкція машини для отримання і моделей, що виплавляються.
- 82. Механізм замикання пресформ, його конструкція.
- 83. Конструкція механізму запресовки металу з вертикальною холодною камерою пресування.
- 84. Конструкція механізму запресовки металу з вертикальною гарячою камерою пресування.
- 85. Конструкція установки для безперервного литва.
- 86. Чотирьохпозиційний автомат для виготовлення оболонкових форм.

# ПРОГРАМА ТА МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

## Розділ 2. Устаткування ковальсько-пресових цехів

### Тема 2.1. Вступ

Значення ковальсько-пресового виробництва в розвитку сучасного машинобудування. Напрямки розвитку ковальсько-пресового виробництва і устаткування. Значення механізації і автоматизації тяжких і працемістких виробничих процесів в ковальському виробництві.

Конструкція ковальських горнів, їх застосування. Камерні печі для нагріву заготовок, їх види, конструкція. Конструкція рекуператорів, призначення, способи розміщення в печах.

Печі з викотним подом.

Штовхаючі та конвеєрні печі.

Конструкція механізмів переміщення заготовок в печі, механізми подачі повітря, викочування поду печі, підняття кришок.

Особливості експлуатації нагрівальних печей, правила техніки безпеки.

### Методичні вказівки

Вивчаючи питання теми «Вступ», необхідно уявити велику роль ковальського виробництва в розвитку всіх галузей машинобудування.

При вивченні цієї теми необхідно підкреслити головні напрямки в розвитку ковальсько-пресового виробництва, застосування роботів і маніпуляторів, створення автоматизованих ліній по виробництву заготовок.

Необхідно згадати, як змінюється структура металу при його нагріванні. Після цього можна переходити до вивчення нагрівних установок для металу. Вивчіть класифікацію нагрівних установок: по видам палива, по способу нагріву металу, по нагрівним устаткуванням, по механізації.

Вивчіть конструкцію і принцип дії горнів, працюючих на твердому і газоподібному паливі

Вивчіть особливості конструкції камерних нагрівальних печей і печей з викотним подом, методичних печей, карусельних печей.

Ознайомтесь з принципом роботи, конструкцією рекуператорів, їх розміщенням в печі.

При вивченні печей з викотним подом зверніть увагу на конструкцію механізму викочування поду, систему передачі (цепна, тросова, зубчаста). В штовхаючих печах вивчать механізм подачі заготовок в піч, проштовхування їх в печі. В карусельних печах, зверніть увагу на механізм обертання поду печі, механізм загрузки і вигрузки заготовок.

Необхідно зупинитись на конструкції індукторів.

Вивчіть правила техніки безпеки при обслуговуванні нагрівальних печей.

Література: [8] стор.3...5, [13] стор.312...318

### **Питання для самоперевірки**

1. Де на виробництві застосовують ковальсько - пресове устаткування?
2. Яка роль ковальсько-пресового виробництва на заводах вашого міста?
3. Яка роль автоматизації і роботизації технологічних процесів у ковальському виробництві?
4. Яка конструкція ковальського горну?
5. Який механізм застосовується для підняття кришок камерних печей?
6. Де розміщуються рекуператори в нагрівальних печах?
7. Які головні вузли механізму викочування поду печі?

### **Питання для самостійної роботи студента по темі 2.1 (3 години)**

1. Камерні печі для нагріву заготовок, їх види, конструкція.  
[17] стор.18...24.
2. Печі з викотним подом. [17] стор.35.
3. Штовхаючі та конвеєрні печі. [17] стор.69...79
4. Особливості експлуатації нагрівальних печей, правила техніки безпеки.  
[17] стор. 50

### **Тема 2.2. Молоти**

Основні поняття про молоти. Класифікація молотів. Пароповітряні молоти простої і подвійної дії.

Конструкція одностоечного, арочного і мостового пароповітряного молотів, запобіжні улаштування, золотники, дроселі. Механізм управління молотом.

Станина, шабот, фундамент пароповітряного молота, їх установка, монтаж. Баба, шток, поршень, поршневі кільця, їх конструкція, матеріал виготовлення, умови експлуатації.

Норми точності, технічні характеристики ковальських молотів подвійної дії.

Пневматичні ковальські молоти, їх класифікація, застосування, умови експлуатації.

Конструкція станини молота, робочого циліндра, компресора, баби, механізму привода. Система розподілення повітря, її робота. Управління молотом. Вибір молота для ковальських робіт, правила експлуатації. Основні параметри пневмомолотів.

Класифікація штампувальних молотів, їх застосування. Штампувальний пароповітряний молот, його конструкція, відміна від ковальського.

Вузли штампувального молота. Система управління. Конструкція шабота. Кріплення стояків на шаботі. Основні параметри.

Безшаботні молоти, класифікація, застосування, особливості конструкції; принцип дії.

Механічні, гідравлічні і газові молоти, їх конструкція, особливості роботи, застосування.

Класифікація фрикційних гвинтових пресів. Особливості їх роботи, застосування. Конструкція вузлів. Основні параметри. Електрогвинтові преси.

Правила техніки безпеки при роботі на молотах.



## Методичні вказівки

Необхідно ознайомитись з класифікацією молотів для вільного кування металу, вивчити особливості молотів простої та подвійної дії, переваги і недоліки,

Вивчіть загальну конструкцію пароповітряних молотів арочного і мостового типу, відміну між ними, застосування

Вивчення молотів рекомендується починати з вивчення конструкції станини, потім ознайомитись з конструкцією стояків молота арочного типу, спосіб установки і кріплення на фундаменті, розміщення і кріплення напрямних баби на стойці. При вивченні конструкції станини молота мостового типу зверніть увагу на конструкцію моста, спосіб його виготовлення, кріплення напрямних стоек на мосту, спосіб установки і кріплення моста на фундаменті. Одночасно вивчіть типи фундаментів під ковальські молоти, їх конструктивні особливості. Шаботи розміщуються між стойками і служать для поглинання енергії удару падаючих частин.

Слід вивчити конструктивні особливості шаботів, способи їх установки, визначення маси фундаменту

Вивчення конструкції робочих органів молотів необхідно почати з конструкції робочого циліндра. Необхідно знати де розміщено робочий циліндр, золотник, дросель. Зверніть увагу на призначення і конструкцію гільзи робочого циліндра, запобіжного пароповітряного устрою і робочого циліндра, їх конструкцію. Важливо вивчити конструкцію золотника та дроселя, які є важливими в управлінні молотом. Необхідно також знати конструкцію букси в нижній частині робочого циліндра. Ударними частинами є баба, шток, поршень, бойок. Вивчіть їх конструкцію, параметри, спосіб кріплення одного з одним, матеріал для їх виготовлення.

Зверніть увагу на спосіб регулювання зазору між напрямними баби і стойки, систему управління молотом, її складові.

Пневматичні молоти - це друга група ковальського устаткування, де енергоносієм є стиснене повітря. Необхідно ознайомитись з класифікацією цих молотів, їх відмінністю, застосуванням.

Як і при вивченні пароповітряних молотів необхідно вивчити конструкцію станини молота, призначенням головних вузлів.

При вивченні робочого циліндра зверніть увагу на особливості в конструкції поршня, баби, букси. Компресор теж має свої особливості. Управління молотом від компресора до робочого циліндра проводиться за допомогою розподільних кранів. Необхідно вивчити конструкцію і розміщення кранів, вивчити цикли роботи молота в залежності від положення кранів, систему управління кранами від педалі і від важеля управління. Вивчіть конструкцію привода молота, кріплення шатуна на валу і з поршнем компресора.

Штампувальні пароповітряні молоти найбільш поширені в машинобудуванні. Принцип їх дії аналогічний дії пароповітряного молота для вільної ковки. Різниця полягає в конструкції шаботу, його масі і розмірах, способі кріплення стояків на шаботі, а не на окремому фундаменті. Необхідно знати особливості конструкції стояків, спосіб кріплення напрямних, переміщення баби на стояках. Вивчіть механізми управління молотом, призначення шаблевидного важеля.

Безшаботні молоти мають свої особливості в конструкції, в механізмах приводу обох баб, в енергії удару. Необхідно вивчити конструкцію безшаботного молота з механічним, з повітряним і гідравлічним зв'язком баб. Слід також знати конструкції механічних, гідравлічних, газових молотів, їх застосування.

В ковальських цехах заводу застосовують гвинтові фрикційні преси для гарячої штамповки, чеканки, холодного і гарячого вигину, правки і т. п. Для деформування металу фрикційні преси використовують енергію, накопичену обертовим маховиком. При вивченні конструкції фрикційного преса зверніть увагу на механізм переміщення фрикційних дисків до маховика і назад. Вивчіть конструкцію гайки, кріплення на станині, кріплення повзуна з гвинтом, систему включення приводу преса.

На зміну фрикційним гвинтовим пресам приходять електрогвинтові. Принцип його роботи схожий на роботу фрикційного преса, але має деякі відмінності.

При вивченні його конструкції зверніть увагу на розміщення і конструкцію статора, конструкцію маховика, взаємодії електричних полів статора з маховиком. Вивчіть конструкцію гвинта, установку його на станині, з'єднання гайки з повзуном.

Необхідно також ознайомитись з роботою гідрогвинтових пресів, їх відмінність від фрикційного та електрогвинтового.

Вивчіть правила техніки безпеки при обслуговуванні гвинтових пресів.

Література: [8] стор.16... 111.

### **Питання для самоперевірки**

1. В чому різниця робочих органів пароповітряного молота простої і подвійної дії?
2. Як визначити масу шабота?
3. Для чого застосовується гільза в робочому циліндрі молота?
4. Як регулюється зазор між напрямними баби ковальського молота?
5. Для чого застосовують буксу робочого циліндра пневматичного молота?
6. Які особливості конструкції поршня компресора пневматичного молота?
7. Як визначається маса шаботу штампувального пароповітряного молота?
8. Чому стояки штампувального молота закріплюють на шаботі, а не на фундаменті?
9. Яка роль шаблевидного важеля пароповітряного штампувального молота?
10. Як приводиться в дію нижня баба безшаботного молота?
11. Чому обертається маховик електрогвинтового пресу?
12. Які ви знаєте механізми переміщення фрикційних дисків?
13. Чому обертається гвинт гідрогвинтового пресу?

### **Питання для самостійної роботи студента по темі 2.2 (11 годин)**

1. Станина, шабот, фундамент пароповітряного молота, їх установка, монтаж. [8] стор.38, 40, 79...82.
2. Баба, шток, поршень, поршневі кільця, їх конструкція, матеріал виготовлення, умови експлуатації. [8] стор.41...47.

3. Правила техніки безпеки при роботі на молотах. [8] стор.109...
- 4.Класифікація фрикційних гвинтових пресів. Особливості їх роботи. Застосування. [8] стор.96...101.
5. Вузли штампувального молота. Система управління. Конструкція шабота. Кріплення стояків на шаботі. Основні параметри. [8] стор.36...38.
6. Механічні, гідравлічні і газові молота, їх конструкція, особливості роботи, застосування. [8] стор.67...79.

### **Тема 2.3. Гідравлічні преси**

Класифікація гідропресових установок (ГПУ) , принцип дії, застосування, особливості роботи. Застосування робочих рідин.

Конструкція ГПУ, що працює від насосно - акумуляторного привода. Цикли роботи. Призначення механізмів і вузлів.

Конструкція основи, колон, рухомої траверси, способи їх з'єднань.

Конструкція робочого циліндра. зворотних циліндрів. Застосування ущільнень.

Конструкція насосів ГПУ, пневмогідравлічних акумуляторів, рідинорозподільних улаштувань, запірних, перепускних клапанів, компенсаторів гідроударів, запобіжних клапанів. Призначення наповнювальних баків, фільтруючих пристроїв, холодильників. Трубопроводи низького і високого тиску, способи їх з'єднання.

Конструкція ГПУ, працюючої від насосного привода, особливості її роботи і застосування. ГПУ з мультиплікаторним приводом, особливості її роботи.

Мультиплікатори.

Конструкції гідравлічних пресів. Кувальські преси. Штампувальні преси. Пакетіровочні преси.

Техніка безпеки при обслуговування гідравлічних пресів.

### **Методичні вказівки**

З роботою гідравлічних установок студенти познайомились при вивченні дисципліни «Гідроприводи технологічного устаткування». Гідропресові установки широко застосовують в різних галузях промисловості: для вигинання, правки, витяжки, пресування виробів із металу, із пластмас і т.п.

Необхідно вивчити класифікацію гідропресових установок за конструкцією, принципом дії від джерела енергії, знати їх застосування. Вивчіть особливості компоновки ГПУ, діючих від насоса, насосно - акумуляторного привода, від мультиплікаторного привода, знати цикли їх роботи, призначення, склад робочих рідин.

Необхідно детально вивчити конструкцію нижньої поперечини, робочого столу, механізму його переміщення, конструктивні особливості верхньої поперечини, розміщення на ній робочих і зворотніх циліндрів, спосіб їх закріплення.

Зверніть увагу на варіанти кріплення плунжера з рухомою поперечиною.

Нижня і верхня поперечини з'єднані колонами. Вивчіть способи кріплення колон з ними.

Ознайомтесь з конструкцією і матеріалом ущільнень робочого циліндру і других вузлів установки.

Робочий тиск рідин створюється гідронасосами, акумуляторами, мультиплікаторами.

Необхідно вивчити конструкцію плунжерних і ротаційно-плунжерних насосів, принцип їх роботи, а також конструкцію насосного приводу, акумуляторно - насосного та мультиплікаторного приводу, їх особливості роботи. При вивченні мультиплікаторів зверніть увагу на парогідравлічний мультиплікатор.

Для нормальної роботи ГПУ необхідні перепускні і запірні клапани, клапани тиску, компенсатори гідроударів, запобіжні клапани, фільтри, холодильні установки. Ці улаштування необхідно вивчити, знати їх конструкцію, принцип дії, способи з'єднань труб високого та низького тиску.

Слід ознайомитись з основними параметрами і розмірами гідравлічно-ковальських пресів.

Література: [8] стор.112...192, [15] стор.147...193.

#### **Питання для самоперевірки**

1. Який принцип дії гідравлічної установки?
2. Із яких головних частин складається гідравлічний прес?
3. Назвіть рідини, які застосовують в ГПУ, їх склад.
4. Назвіть типи насосів, які застосовують в ГПУ.
5. Яке призначення перепускного клапану?
6. Назвіть головні вузли і деталі парогідравлічного мультиплікатора.
7. Для чого застосовують зворотні циліндри? Їх розміщення в ГПУ.

#### **Питання для самостійної роботи студента по темі 2.3 (6 годин)**

1. Конструкція основи, колон, рухомої траверси, способи їх з'єднань. [8] стор.119...123.
2. Конструкція робочого циліндра, зворотних циліндрів. Застосування ущільнень. [8] стор.124...127
3. Конструкція ГПУ, що працює від насосного приводу, особливості її роботи і застосування. ГПУ з мультиплікаторним приводом, особливості її роботи. [8] стор. 127... 129, 130...132.

#### **Тема 2.4. Кривошипні ковальсько-пресові машини**

Конструкція чисто кривошипних, кривошипно - колінних і ексцентрикових пресів. Класифікація, застосування. Типова схема кривошипного преса. Основні параметри, розміри і норми точності кривошипних пресів. Гарячештампувальні преси. Листоштампувальні кривошипні преси. Обрізні, правильні та чеканочні преси.

Основні вузли і деталі кривошипних пресів. Конструкція станин кривошипних пресів. Конструкція колінних, ексцентрикових, кулачкових валів, матеріал, з якого вони виготовляються, особливості експлуатації. Підшипникові вузли валів.

Конструкція шатунів, способи їх з'єднань з валом і повзуном.

Повзуни, їх конструкція, способи виготовлення, матеріал.

Способи регулювання зазору між напрямними повзуна і станини.

Конструкція фрикційних муфт, їх робота.

Конструкція стрічкових і дискових і гальм кривошипних пресів. Врівноважуваче обладнання. Передачі в кривошипних пресах. Регулювання зазору в гальмових устроях, зусилля затяжки гальмової стрічки.

Запобіжні пристрої кривошипних пресів. Виштовхувачі.

Маховики. Фундаменти кривошипних машин.

Горизонтально-ковальська машина (ГКМ), класифікація, область застосування, особливості роботи.

Станини ГКМ, їх конструкція. Механізми приводу головного повзуна. Конструкція бокового повзуна, застосування, привід. Основні параметри ГКМ

Вертикально-ковальська машини, загальна конструкція, застосування.

Вигинальні машини - бульдозери, їх конструкція, застосування.

Кривошипні преси для об'ємної гарячої штамповки металу. їх конструкція, особливості експлуатації.

Конструкція автоматів, автоматичних ліній холодної об'ємної і листової штамповки.

Класифікація устаткування для роздільних операцій. Конструкція кривошипних пресів для роздільних операцій. Конструкція кривошипних ножиць, їх застосування.

Гільйотинні, важільні, алігатори і дискові ножиці, їх конструкції. Ножиці висічні.

Конструкція станин ножиць, механізму приводу ножа.

Основні параметри ножиць. Конструкція ковальських вальців, їх застосування, принцип роботи, основні параметри.

Конструкція листопрямильних, вигинальних машин.

Роторні машини-автомати, їх конструкція. Особливості роботи, застосування.

Правила техніки безпеки при експлуатації кривошипних машин.

### **Методичні вказівки**

Кривошипні преси і машини мають широке застосування у всіх галузях промисловості.

Перед вивченням конструкції кривошипних машин ознайомтесь з позитивною стороною і особливостями роботи кривошипних машин. Необхідно вивчити класифікацію кривошипних машин (за технологічними ознаками, за типами головного приводу, по конструктивному оформленню станини, направленню переміщення повзуна).

Зверніть увагу на кінематику різних груп машин (чисто-кривошипних, чеканних, кривошипно-колінних, кривошипно-кулачкових, важільно-кулачкових).

Основою будь-якого кривошипного преса є станина, її конструкція, розміри залежать від зусилля преса. Необхідно вивчити конструкцію станин кривошипних пресів, розміщення на ній вузлів преса, спосіб установки на фундамент. Якщо станина складається з кількох частин, то вивчіть спосіб їх складання в одну конструкцію.

Вивчіть спосіб кріплення напрямних повзуна на станині, їх форми, розміщення вузлів кривошипного преса на станині.

Слід знати призначення головних валів преса, їх види, на яких пресах які вали застосовуються, конструктивні особливості ексцентрикових, колінних, кулачкових валів, призначення їх елементів, розміщення на валу шатунів, гальмових улаштувань, фрикційних муфт, матеріал для виготовлення валів.

Шатун є сполучним вузлом між валом і повзуном. Він служить для надавання повзуна поступального руху, передачі зусилля деформації на метал через інструмент. Різновидностей шатунів багато. За конструкцією вони діляться на шатуни постійної довжини, шатуни перемінної довжини, шатуни спеціального призначення. При вивченні шатунів зверніть увагу на їх головки, способи їх з'єднань з шийкою вала.

У шатунів перемінної довжини зверніть увагу на призначення регульовального гвинта, спосіб його стопоріння, матеріал для виготовлення шатунів. Повзуни виготовляють литвом або зваркою. Вивчіть конструкцію повзунів, їх конфігурацію, розміщення гнізд для з'єднання з шатуном, з валом. Переміщення повзуна проходить по напрямних. Форма і конструкція напрямних різна. Необхідно вивчити типи напрямних станини і повзуна, спосіб їх кріплення на станині преса, спосіб регулювання зазору між напрямними станини і повзуна. Включення і виключення преса проводиться за допомогою муфт включення. Необхідно вивчити класифікацію муфт по характеру передачі руху, форм робочих поверхонь, типу силового улаштування.

В більшості пресів застосовують фрикційні дискові муфти. Необхідно детально вивчити конструкцію однієї такої муфти, спосіб установки її на вал, установку ведучих і ведених дисків, кріплення кришок.

Другим силовим вузлом є гальмове улаштування. Необхідно вивчити призначення гальма, місце і спосіб його установки. Вивчіть конструкцію стрічкового і дискового гальма, призначення його деталей, принцип роботи, регулювання

Після вивчення головних вузлів необхідно і вивчити допоміжні механізми, виштовхувачі зажимні устрої, запобіжні устрої, врівноважуючі устрої, знати їх конструкцію і призначення, принцип дії, установку на пресі.

Вивчивши конструкцію кривошипних машин, легше буде вивчити конструкцію і роботу горизонтально - ковальських машин, кривошипних пресів для гарячої штамповки, пресів для різки і правки металу.

При вивченні ГKM (горизонтально - ковальських машин) зверніть увагу на конструкцію головного повзуна, розміщення напрямних і їх конструкція, способу з'єднання шатуна з повзуном.

Слід знати призначення бокового повзуна і механізму приводу його в дію, конструкцію і роботу кулачкового механізму бокового повзуна, механізму запирання рухомої частини матриці. Необхідно вивчити принцип роботи ГKM, особливості поковок.

Вивчаючи вигинальні машини-бульдозери, необхідно знати їх застосування, які технологічні операції вони виконують, особливості конструкції станини, розміщення напрямних, конструкцію повзуна і спосіб його з'єднання з веденими зубчастими колесами. Вивчіть конструкцію механізму приводу повзуна вигинальної машини.

Вивчіть правила техніки безпеки при обслуговуванні кривошипних пресів.

Заготівельні цехи, дільниці механічних, ковальських та прокатних цехів мають кривошипні машини для різки листового та сортового прокату. Інструментом являються ножі або штампи. Необхідно вивчити класифікацію кривошипних машин для різки (преси і ножиці). Після цього вивчіть конструкцію обрізного преса, відмітьте схожість його з кривошипним штамповочним пресом. Вивчіть особливості конструкції ножиць кривошипних для різки металу.

Гільйотини-найбільш поширені кривошипні машини для різки листового металу. При їх вивченні зверніть увагу на конструкцію станини, кріплення нижнього ножа, на конструкцію повзуна і кріплення верхнього ножа, на конструкцію і особливості вала, механізму його приводу.

Висічні і алігатори ножиці мають свої конструктивні особливості. У висічних ножиць вивчіть конструкцію вібраційного механізму, у алігаторних-конструкцію механізму приводу челюсті, а також конструкцію станини.

Вальцювання - один із способів гарячої обробки металу під дією обертових штампів. Необхідно вивчити особливості, застосування і класифікацію ковальських вальців, конструкцію валків, їх взаємне розміщення, кріплення штампа на поверхні валка.

Вивчіть правила техніки безпеки при обслуговуванні машин для різки металу.

Література: [8] стор.194...289.

### **Питання для самоперевірки**

1. За якими ознаками класифікується кривошипні преси?
2. Назвіть головні вузли пресів, їх призначення.
3. Як регулюється положення повзуна при заміні штампів?
4. Яку роль в роботі преса відіграє муфта включення? Види муфт.
5. Яке призначення гальмів преса, їх види.
6. Як ліквідувати зазор між напрямними повзуна і станини?
7. Яке призначення бокового повзуна ГKM?
8. Яка конструкція механізму переміщення бокового повзуна ГKM?
9. Які особливості конструкції станини і повзуна кривошипних ножиць для різки металу?
10. Яка конструкція механізму приводу повзуна з ножем у гільйотинних ножиць?

11. За рахунок чого утворюється висока вібрація ножа у віброножиць?
12. Для чого застосовують ковальські вальці?
13. Для чого застосовують в заготівельних цехах правильні вальці?

### **Питання для самостійної роботи студента по темі 2.4 ( 8 годин)**

1. Конструкція станин кривошипних пресів.  
[8] стор.195...199, 225...221.
2. Конструкція колінних, ексцентрикових, кулачкових валів, матеріал, з якого вони виготовляються, особливості експлуатації. Підшипникові вузли валів.  
[8] стор. 230...232.
3. Конструкція шатунів, способи їх з'єднань з валом і повзуном.  
[8] стор.232...234
4. Запобіжні пристрої кривошипних пресів. Виштовхувачі.  
[8] стор.250...255, 268,,269.
5. Вертикально-ковальська машини, загальна конструкція, застосування.  
[8] стор.213...214.
6. Вигинальні машини - бульдозери, їх конструкція, застосування.  
[8] стор.214...215.
7. Конструкція станин ножиць, механізму привода ножа. [8] стор.221...224.
8. Основні параметри ножиць. [8] стор.225...227.
9. Конструкція листопрямильних, вигинальних машин. [8] стор.277...281.
10. Правила техніки безпеки при експлуатації кривошипних машин.  
[8] стор.288...289.

### **Питання, які виносяться на поточний, семестровий та екзаменаційний контроль знань після вивчення розділу 2 «Устаткування ковальсько-пресових цехів»**

#### **Тема 2.1**

1. Значення ковальсько-пресового виробництва в розвиткові сучасного машинобудування. Напрямки розвитку ковальсько-пресового виробництва.
2. Механізація і автоматизація виробничих процесів.
3. Класифікація ковальсько-пресового устаткування, його застосування.
4. Камерні печі для нагріву заготовок. Рекуператори, застосування.
5. Камерні печі з викотним подом.
6. Штовхаючі нагрівальні печі. Конструкція, застосування. Механізм переміщення заготовок в печі.

#### **Тема 2.2**

7. Класифікація молотів для вільного кування металу. Застосування. Особливості конструкції молотів простої і подвійної дії. КПД молотів.
8. Загальна конструкція пароповітряного молота. Призначення вузлів.
9. Конструкція станин молотів ааточною і мостового типів. Матеріал, способи виготовлення.



10. Конструкції фундаментів молотів. Спосіб установки, кріплення стоек молота. Розрахунок фундаменту молота.
11. Конструкція і призначення шаботу молота. Визначення маси шаботу.
12. Конструкція робочого циліндра пароповітряного молота. Нижня букса циліндра, конструкція, призначення.
13. Конструкція і призначення золотника пароповітряного молота.
14. Баба молота, її конструкція, матеріал для виготовлення. З'єднання баби зі штоком.
15. Шток, поршень, їх призначення, способи з'єднання. Поршневі кільця.
16. Напрямні для переміщення баби, їх конструкція, кріплення на стояках. Способи регулювання зазору між напрямною і бабою.
17. Система розподілення енергоносія ковальського молота. «Шаблевидний» важіль.
18. Конструкція, застосування пневматичного ковальського молота подвійної дії. Призначення вузлів.
19. Конструкція станини (стояків) пневматичного молота. Шабот, його установка.
20. Конструкція робочого циліндра пневмомолота. Поршень, баба, букса, їх призначення.
21. Конструкція компресора пневмомолота, його робота.
22. Система повітророзподілення пневмомолота. Конструкція повітророзподільних кранів.
23. Механізм приводу компресора. Редуктор кривошипно-шатунного механізму
24. Правила техніки безпеки при роботі на ковальських молотах.
25. Загальна конструкція штампувального молота, його відмінність від ковальського.
26. Шабот пароповітряного штампувального молота. Спосіб кріплення стоек на молоті.
27. Напрямні баби штампувального молота, кріплення їх на стоякові, механізм регулювання зазору направляючих.
28. Система управління роботою пароповітряного штампувального молота. Застосування «шаблевидного» і важеля.
29. Конструкція безшаботного молота з механічним зв'язком баб. Робота молота.
30. Конструкція безшаботного молота з повітряним зв'язком баб, робота.

### **Тема 2.3**

31. Класифікація, застосування гідравлічних пресових установок (ГПУ). Особливості роботи. Робочі рідини.
32. ГПУ з насосним приводом. Призначення вузлів і механізмів, принцип роботи.
33. Конструкція гідравлічного преса, призначення вузлів, їх розміщення.
34. Конструкція нижньої поперечини преса.

35. Конструкція верхньої поперечини преса
36. Конструкція рухомої траверси преса.
37. Колони гідравлічних пресів. Методи кріплення до нижньої і верхньої поперечини
38. Робочий гідроциліндр, конструкція. Типи ущільнень.
39. Конструкція ГПУ з насосно-акумуляторним приводом. Призначення механізмів і вузлів.
40. Конструкція і принцип роботи плунжерних гідравлічних насосів.
41. Конструкція роторно-плунжерних насосів, принцип їх роботи.
42. Запобіжні клапани, їх конструкція, принцип роботи і призначення.
43. Конструкція золотникових розподільників. Призначення, принцип роботи.
44. Насосно-акумуляторна станція. Схема. Призначення вузлів.
45. Конструкція наповнювального клапана ГПУ, призначення, принцип роботи.
46. Призначення і конструкція гідравлічного мультиплікатора. Особливості роботи, застосування.
47. Наповнювальні системи, їх призначення, вузли.
48. Правила техніки безпеки при роботі на гідравлічних пресах.

#### Тема 2.4

49. Класифікація кривошипних машин, застосування. Схеми кривошипних механізмів, принцип дії.
50. Загальна конфігурація кривошипного преса. Кінематика. Призначення вузлів, механізмів.
51. Станина кривошипного преса, її конструкція, методи виготовлення, матеріал.
52. Види кривошипних пресів. Особливості конструкції, застосування.
53. Шатуни кривошипних машин, їх конструкція.
54. Повзуни кривошипних машин, конструкція, призначення, матеріал.
55. Методи з'єднання шатуна з валом і повзуном. Регулювання ходу повзуна.
56. Запобіжні пристрої кривошипних пресів.
57. Конструкція фрикційних муфт і їх робота.
58. Конструкція стрічкового гальма кривошипних пресів. Регулювання зазору і натягу стрічки.
59. Конструкція виштовхувачів кривошипних пресів.
60. Горизонтально-ковальська машина (ГКМ), її призначення. Загальна конструкція. Кінематична схема, призначення вузлів.
61. Конструкція і застосування вигинальних машин - бульдозерів. Принцип роботи. Механізм привода.
62. Вертикально-ковальські машини, призначення, загальна конструкція, застосування.
63. Кривошипні преси для об'ємної гарячої штамповки. Конструкція, особливості роботи.

64. Фрикційні гвинтові преси. Особливості роботи застосування.. Вузли. Основні параметри.
65. Конструкція гільйотинних ножиць. Застосування.
66. Алігаторні ножиці. Особливості конструкції, застосування.
67. Висічні ножиці. Особливості конструкції, застосування.
68. Ковальські вальці. Принцип роботи, особливості конструкції.
69. Правила техніки безпеки при експлуатації кривошипних машин.

## **ПРОГРАМА ТА МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

### **Розділ 3. Устаткування термічних цехів**

#### **Тема 3.1. Вступ**

Значення термічної обробки в машинобудуванні. Шляхи розвитку термообробки. Класифікація устаткування термічних цехів. Механізація й автоматизація устаткування термічних цехів.

#### **Методичні вказівки**

Вивчаючи курс «Технології конструкційних матеріалів», студенти знайомились з видами термообробки, процесами, які протікають при термообробці в металі.

Відповідаючи на питання цієї теми, необхідно розкрити вплив термообробки на міцність і твердість металу, підвищення зносостійкості деталей, довговічності роботи машини. Необхідно вказати, де застосовують термообробку при ремонті, для яких деталей, які види термообробки. Розкажіть про напрями в розвитку видів термообробки.

Література: [17] стор. 3, [18] стор. 3...8,

#### **Питання для самоперевірки**

1. Перелічіть види термообробки. їх призначення.
2. Якими методами термообробки підвищують зносостійкість поверхні деталей?
3. Який вплив термообробки на продовження строку роботи деталей машин?
4. Перечисліть на які групи поділяється устаткування термічних цехів.
5. Яке призначення основного устаткування термічних цехів?
6. Яке призначення додаткового устаткування термічних цехів?
7. Яке призначення допоміжного устаткування термічних цехів?

#### **Питання для самостійної роботи студента по темі 3.1 ( 3 години)**

1. Значення термічної обробки в машинобудуванні.  
[13] стор.91...102, [17] стор. 3

4. Перечисліть на які групи поділяється устаткування термічних цехів.  
[17] стор. 3. [18] стор. 3...8,
5. Яке призначення основного устаткування термічних цехів?  
[17] стор. 3, [18] стор. 3...8,
6. Яке призначення додаткового устаткування термічних цехів?  
[17] стор. 3, [18] стор. 3...8,
7. Яке призначення допоміжного устаткування термічних цехів?  
[17] стор. 3. [18] стор. 3...8,

### **Тема 3.2. Основне устаткування термічних цехів**

Класифікація основного устаткування термічних цехів.

Матеріали для виготовлення печей. Джерела теплової енергії.

Вимолги до термічних цехів. Електроустаткування термічних цехів. Конструктивні елементи печей. Конструкція механізмів відкриття кришок, механізмів висування камер, їх експлуатація.

#### **Методичні вказівки**

Необхідно згадати, як змінюється структура металу при його нагріванні. Після цього можна переходити до вивчення нагрівальних установок для металу. Вивчіть класифікацію нагрівальних установок: за видами палива, за способами нагріву металу, по нагрівальним устроєм, по механізації.

Почніть вивчення з простого за конструкцією устаткування-камерних паливних печей.

Вивчіть види палива, конструкції горілок, їх особливості, способи монтажу на печі.

Ознайомтесь зі способом кріплення передніх кришок, механізмами їх підняття.

Для підняття ККД печі, економії палива повітря перед подачею в піч підігрівають. Вивчіть конструкцію рекуператора, спосіб його установки, експлуатацію.

Електронагрів має ряд переваг перед нагрівом спалюванням палива. Необхідно вивчити конструкцію камерних електричних печей (однокамерних і двухкамерних), їх особливості, типи нагрівальних елементів, способи їх розміщення і кріплення в печі, матеріал для виготовлення.

Література: [17] стор.4...17

#### **Питання для самоперевірки**

1. Яким чином розміщуються паливні горілки в камерних печах?
2. Чим врівноважується вага кришки печі? Конструкція механізмів.
3. Розкажіть про призначення рекуператорів, їх розміщення в печі.
4. Якими механізмами і приводами здійснюється підняття кришок печей?

### Тема 3.3. Печі періодичної і непервної дії

Печі періодичної дії. Камерні печі, печі з підподовими топками, печі з висувним подом, шахтні печі, елеваторні печі.

Печі безперервної дії. Карусельні печі. Печі з крокуючим подом. Конвейерні печі. Штовхаючі печі. Протяжні печі.

Печі-ванни. Печі-ванни із зовнішнім обігрівом.

Печі ванни із внутрішнім нагріванням, особливості їх застосування і експлуатації.

Електродні печі-ванни, особливості їх застосування і експлуатації.

Печі-ванни для відпуску і охолодження при загартуванні

Правила техніки безпеки і промисловим санітарії при експлуатації печей-ванн.

#### Методичні вказівки

Необхідно знати роль механізації і автоматизації в термічному виробництві.

Рекомендується детально вивчити конструкцію камерних печей з обертальним подом; гартувальним столом що опускається. Ознайомтесь з механізмом обертання піддона, опускання стола, підняття кришок. До механізованих камерних печей відносяться печі з викотним подом. з пересувною камерою, карусельні печі.

Вивчаючи печі з викотним подом, вивчіть механізм викочування поду.

Розберіться з особливостями конструкції печі з пересувною камерою, з механізмом переміщення камери, його конструкцією, розміщенням механічних вузлів. Вивчіть застосування і призначення печі з крокуючим подом, конструкція механізму пода.

При вивченні конструкції карусельної печі, зверніть увагу на установку обертаючого поду, конструкцію механізму обертання поду. Вивчіть конструкцію печі з пульсуючим подом, печі барабанного типу, струшуючого ексцентрикового

Розгляньте раніше устаткування відноситься до устаткування періодичної дії. В крупносерійному виробництві застосовують печі безперервної дії, які працюють на рідкому, газоподібному паливі і електроенергії.

При вивченні штовхаючих печей для відпалу, цементації, і гартування зверніть увагу на конструкцію механізмів проштовхування і переміщення заготовок або піддонів з заготовками, конструкцію вузлів, деталей штовхаючих механізмів.

В штовхаючих печах заготовки переміщуються за допомогою напрямних, в конвеєрних вони переміщуються з конвеєром. Необхідно вивчити особливості конструкції конвеєрної печі. Вивчіть конструкцію механізму переміщення конвеєра, механізму натягання конвеєрної стрічки, конструкцію конвеєрів, матеріал для їх виготовлення. Слід знати призначення і конструкцію механізмів вентиляції електричних конвеєрних печей, правила техніки безпеки при експлуатації печей.

Необхідно вивчити особливості нагрівання заготовок в печах-ваннах, ознайомитись зі складом теплоносіїв, які застосовують при нагріві, їх властивостями. Вивчіть переваги нагрівання в рідких теплоносіях,

Зверніть увагу на конструкцію печі-ванни з зовнішнім (паливним) обігрівом, призначенням окремих елементів, конструкцію електричної печі-ванни.

Технологів нагріву і склад ванн електродних печей відмінний від печей-ванн тигельних. Вивчіть способи кріплення електродів і електроутримувачів, систему охолодження електроутримувачів, механізму підняття кришок, технічні дані печей-ванн.

Ознайомтесь з особливостями конструкцій печей-ванн для ізотермічного у гартування, а також правилами техніки безпеки при експлуатації печей-ванн.

Література: [17] стор. 14...97

### **Питання для самоперевірки**

1. Що дає механізація термічних печей?
2. Яка конструкція механізму викочування поду печі?
3. Яка конструкція механізму пульсування поду печі?
4. Назвіть особливості конструкції карусельної печі. Яка конструкція механізму обертання поду?
5. В чому відміна нагріву деталей в печах-ваннах від печей камерних, шахтних печей?
6. За рахунок чого нагрівається соляна ванна і електродні печі-ванни?
7. Яка конструкція електродів печей-ванн. Спосіб їх установки.
8. Які конструкції механізмів застосовують при піднятті кришок печей-ванн?
9. Яка конструкція механізму штовхаючого устрою?
10. Назвіть головні елементи пневматичного або гідравлічного штовхаючого механізму?
11. Розкажіть про конструкцію механізму натягання стрічки конвеєра.
12. Яка конструкція механізму привода конвеєра печі?
13. Розкажіть про конструкцію конвеєрів. Із якого матеріалу вони виготовляються?

### **Питання для самостійної роботи студента по темі 3.3 (9 годин)**

1. Конструкція механізмів відкриття кришок  
[17] стор. 14...17
2. Конструкція механізмів висування камер  
[17] стор. 35...37
3. Ковпакові печі.  
[17] стор. 54...56
4. Вакуумні печі. Конструкції вакуумних печей.  
[17] стор. 50...54
5. Правила техніки безпеки і промислової санітарії при експлуатації печей.  
[17] стор. 81...97

### **Тема 3.4. Устаткування для приготування контрольованих атмосфер**

Класифікація контрольованих атмосфер. Установа для одержання бідного ексогазу. Установа для одержання багатого ексогазу. Установа для одержання ендозагу. Спеціальні атмосфери. Техніка безпеки при експлуатації установок для одержання контрольованих атмосфер.

#### **Методичні вказівки**

Для направленої дії на поверхню деталі при її нагріванні для термообробки застосовують контрольовану атмосферу. Вивчіть, як класифікують ці атмосфери за їх впливом на поверхню деталі при нагріві. Ознайомтесь з конструкцією установок для отримання контролюючих атмосфер. Вивчіть установки для отримання атмосфер для цементації, нітроцементації, азотних.

Література. [17] стор.174..189

#### **Питання для самоперевірки**

1. .Яке призначення контролюючих атмосфер при термічній обробці? Де їх застосовують?
2. Які вузли і механізми входять в склад установки для отримання ендозагової захисної атмосфери?
3. Для чого служать спеціальні атмосфери?

### **Тема 3.5. Гартівні баки і машини**

Гартівні баки. Конструкція механізованих гартувальних баків. Конструкція конвеєрів гартувальних баків, опускаючих, неповоротних і поворотних столів, їх механізмів. Привід циркуляції рідини в гартувальному бакові. Обладнання для очищення та охолодження гартівного середовища. Конструкція маслоохолоджуючих установок, типу, труба в трубі, колончатої, пластинчатої. Фільтри для очистки масла.

Гартувальні машини, згибально-загартувальні машини.

#### **Методичні вказівки**

В цій темі необхідно вивчити конструкцію немеханізованих і механізованих гартувальних баків зі столами що опускаються. Вивчіть механізм підйому і опускання стола, ознайомтесь з його конструкцією. Слід також вивчити конструкцію обертального столу. Широко застосовують загартувальні баки з конвеєром. Необхідно вивчити конструкцію конвеєра, його монтаж, механізм привода.

При гартуванні охолоджувальні рідини нагріваються до високої температури, зменшується швидкість охолодження деталей, знижується їх твердість. Для підтримання температури охолоджувальної рідини в термічних цехах застосовують охолоджувальні установки.

Необхідно вивчити охолоджувальні установки типу труба в трубі, колончатого і пластинчатого типу, знати їх особливості, застосування, конструктивні елементи установок, їх особливості, систему проходження рідини, переваги кожного з них.

Перед том, як потрапити в охолоджувальну установку, рідина проходить очистку від окалини і других забруднень. Необхідно вивчити конструкцію установок для очистки рідини, яка поступає зі гартувального бака, систему установки фільтра

Для гартування різних деталей, запобіганню деформацій в процесі охолодження в термічних цехах застосовують гартувальні преси і машини. Як правило, це устаткування спеціальне. Необхідно вивчити конструкцію і роботу гартувальних пресів для зубчастих коліс, дисків, фланців, механізму закріплення заготовок.

Література: [17] стор.123...140, стор.140...144.

### **Питання для самоперевірки**

1. Яка конструкція механізму опускання стола в механізованих гартувальних баках?
2. Як улаштована система відведення із баку нагрітої охолоджувальної рідини?
3. Яка конструкція пластинчатого конвеєра гартувального баку?
4. Що дає застосування гартувальних пресів для деталей машин? Принцип їх дії.

### **Питання для самостійної роботи студента по темі 3.5 (3 годин)**

1. Гартувальні машини.  
[17] стор.140...141.
2. Згибально-загартувальні машини.  
[17] стор.141...144.

### **Тема 3.6. Устаткування для очищення і правки деталей після термообробки**

Струйноабразивна установка для очищення деталей. Очистка деталей дробом. Конструкція апаратів для дробиструминної і дробикидної очистки заготовок. Установки для ультразвукової очистки деталей.

Мийні баки і мийні машини, їх конструкція, застосування. Установки для травлення.

Устаткування для правки деталей після термообробки.

### **Методичні вказівки**

Після проведення віджиту, нормалізації і гартування на поверхні деталей утворюється окалина. Для її відділення застосовують дробиструминну і дробикидну очистку. При вивченні конструкцій дробиструминних установок необхідно звернути увагу на конструкцію камери, спосіб подачі в камеру заготовок.



Необхідно знати конструкцію дробикидної головки, механізму приводу обертання ротора головки, систему подачі дробу на лопатки ротора.

Для очистки деталей після термообробки застосовують ультразвук. Необхідно ознайомитись з застосуванням, конструкцією і роботою установки для ультразвукової очистки деталей

Промивка деталей після термообробки є технологічним циклом. Для промивки в термічних цехах застосовують конвеєрні мийні машини, глухі мийні машинні, баки. Необхідно вивчити конструкцію мийної машини, систему подачі мийної рідини на поверхні деталей, конструкцію насосної станції, фільтри. Вивчіть конструкцію конвеєрних машин з підвісним і пластинчатим конвеєрами, конструкцію механізму приводу конвеєрів, насосних станцій, систему подачі мийної рідини, склад рідини.

Крім мийних установок в термічних цехах застосовують установки для електролітичного травлення. Цей спосіб застосовують для відділення окалини, іржі з поверхні деталей перед термообробкою. Необхідно вивчити конструкцію ванн для гальванічного травлення, їх особливості, технологію травлення.

.Термічна обробка пов'язана зі значним тепловим впливом на вироби, в результаті чого можуть виникнути деформації і короблення.

Для правки деталей застосовують преси. Необхідно знати конструкцію таких пресів.

Вивчіть питання техніки безпеки при роботі на очисних установках, апаратах машинах.

Література: [17] стор.152...168.

### **Питання для самоперевірки**

1. Яка принципова різниця глухої мийної машини від машини конвеєрного типу?
2. Назвіть склад мийного розчину, його температуру.
3. В чому принципова різниця дробикидної установки від дробиструминної?
4. Які явища можуть виникнути на поверхні деталі при дробиструминній або дробикидній очистці?

### **Питання для самостійної роботи студента по темі 3.10 (2 години)**

1. Травильні установки.  
[17] стор.152...155
2. Мийні машини.  
[17] стор.155...159 .
3. Устаткування для правки деталей  
[17] стор.168...73.

### **Тема 3.7. Установки для швидкісного поверхневого нагріву**

Сутність, види і призначення швидкісних способів нагріву деталей.

Полум'яне нагрівання. Конструкція установок для контактного нагріву і нагріву газокисневим полум'ям, їх застосування.

Установка для нагріву в електроліті.

Конструкція установок для нагріву токами високої частоти (ТВЧ).

Конструкція генераторів, індукторів, матеріал для виготовлення індукторів.

Техніка безпеки при роботі на високочастотних установках.

Нагрівання в псевдокрапельному шарі.

#### **Методичні вказівки**

Нагрівання токами високої частоти широко застосовується для загартування поверхні валів, шпінделів, зубчастих коліс, пальців і т.п. Цей спосіб має великі переваги перед другими способами нагріву. Крім того, нагрів ТВЧ, застосовують при поверхневій цементації, при наскрізному нагріванні під штамповку. Необхідно вивчити роботу генераторів, конструкцію індукторів цільних і роз'ємних, їх застосування, матеріал з якого вони виготовленні.

Вивчіть конструкцію механізмів опускання заготовок в загартувальну ванну, механізмів обертання заготовок в індукторі, спосіб кріплення індукторів до вихідних клем трансформаторів.

Вивчіть систему подачі води на гартувальну поверхню деталі.

Крім цього необхідно вивчити особливості нагріву деталей газокисневим полум'ям в електроліті, конструкцію устаткування, яке при цьому застосовується.

Література: [17] стор.101...123, [18] стор.39...47

#### **Питання для самоперевірки**

1. Чому проходить нагрів поверхні деталі ТВЧ?
2. Від яких факторів залежить глибина нагрітого шару?
3. Які профілі трубопроводів застосовують для виготовлення індукторів?
4. Як улаштований роз'ємний індуктор для нагріву деталей?
5. Яка конструкції механізму опускання заготовок в ванну?

#### **Питання для самостійної роботи студента по темі 3.7 (2 години)**

1. Конструкція генераторів, індукторів, матеріал для виготовлення індукторів.  
[17] стор.104...118.
2. Нагрівання в псевдокрапельному шарі.  
[17] стор.120...121.

### **Тема 3.8. Устаткування для глибокого охолодження металу.**

Призначення глибокого охолодження, характеристика холодоагентів. Конструкція однокаскадної і двокаскадної установки, для глибокого охолодження. Установки для глибокого охолодження, яка працює на рідкому кисні. Компресори для холодильних установок.

### **Методичні вказівки**

При гартуванні в металі утворюється гартувальна структура - мартенсит. Але в структурі гартованої сталі крім мартенситу присутній залишковий аустеніт, що приводить до пониження твердості гартованої деталі. Для усунення остаточного аустеніту, після гартування, для підняття твердості застосовують обробку деталей холодом.

Необхідно ознайомитись з видами холодоагентів, їх характеристиками.

Вивчіть особливості однокаскадної установки, призначення її механізмів.

Необхідно знати особливості конструкції двохкаскадної установки, призначення компресорів, теплообмінника, конденсатора, холодильної камери. При випаровуванні рідкого кисню його пари мають низьку температуру і їх використовують для охолодження камер.

Вивчіть конструкцію шкафних і сундучних камер для охолодження деталей, питання техніки безпеки при роботі на установках низьких температур.

Література: [17] стор.144..151

### **Питання для самоперевірки**

1. Для чого застосовують обробку холодом після термообробки?
2. Які вузли входять в однокаскадну установку, їх призначення?
3. Яку роль відіграє випарник першого каскаду в двокаскадній установі?
4. Як улаштований випарник в кисневій холодильній установці?

## **Тема 3.9. Агрегати й автоматичні лінії для термічної і хіміко -термічної обробки**

Поняття про термічні агрегати, класифікація і застосування.

Конструкція гартувально-відпускного агрегату, агрегати для гартуванні ресорних листів, агрегати для газової цементації. Конструкція конвеєрів, гартувальних баків, мийних машин, механізмів відкриття кришок, заслінок.

Конструкція термічного агрегату з печами-ваннами для обробки дрібних деталей, інструмента.

### **Методичні вказівки**

В сучасних термічних цехах масового виробництва кілька видів устаткування з'єднанні загальним виробничим циклом і складають, таким чином, агрегат для термічної обробки.

Необхідно ознайомитись з класифікацією агрегатів, вивчити їх технологічні напрямлення.

При вивченні термічних агрегатів зверніть увагу, на конструкцію нагрівних печей, способи переміщення заготовок, механізми печі, види теплоносіїв. Відпускні печі, механізовані печі з пластинчатими конвеєрами. Вивчіть конструкцію конвеєрів, механізмів приводів, теплоносіїв.

Необхідно знати конструкцію гартувального бака, розміщеного між печами, способи завантаження і розвантаження заготовок гартувального бака. Вивчаючи агрегат для гартування ресор, вивчіть конструкцію вигинального барабана, принцип його дії.

Агрегат для цементації - більш складне термічне устаткування. В нього входить піч для нагріву і цементації, механізований гартувальний бак, устаткування для миття деталей, відпускна піч.

Необхідно вивчити конструкцію цементаційної печі (муфельної, з радіаційними трубами), конструкцію завантажувального і розвантажувального тамбурів, механізмів переміщення піддонів з заготівками. Вивчіть конструкцію і роботу механізованого гартувального бака, установки для миття деталей. Відпускна піч - це конвеєрна електрична піч. Вивчіть механізм переміщення заготовок від печі до баку, мийної машини, відпускної печі.

При відповіді на питання необхідно накреслити схему агрегату, його механізмів, детально описати конструкцію, принцип роботи, застосування. Вивчіть конструктивні особливості агрегатів для термообробки інструментів, деталей машин, механізмів переміщення інструментів і деталей від ванни до ванни.

Література. [17] стор.214...228

#### **Питання для самоперевірки**

1. Який економічний ефект від застосування термічних агрегатів?
2. Назвіть головні агрегати, механізми, машини, які входять до складу термічних агрегатів. їх призначення.
3. Які конструкції механізмів переміщення заготовок мають термічні агрегати?

#### **Питання для самостійної роботи студента по темі 3.9 (3 години)**

1. Конструкція термічного агрегату з печами - ваннами для обробки дрібних деталей, інструмента.  
[17] стор.219...227.
2. Конструкція термічного агрегату з печами-ваннами для обробки дрібних деталей, інструмента.  
[18] стор.37...39.

#### **Тема 3.10. Прибори для контролю якості термообробки. Виявлення дефектів**

Прилади для макроскопічного і мікроскопічного аналізу. Установка для магнітної дефектоскопа, просвічування ультразвуком, радіоактивними ізотопами, їх конструкція, застосування. Прибори для контролю структури і твердості деталей.

#### **Методичні вказівки**

Для виявлення дефектів застосовують спосіб просвічування рентгенівськими і гаммапроменями, магнітну дефектоскопію.

Необхідно вивчити схеми приладів і установок, вивчити їх призначення і принцип роботи, знати застосування, особливості кожного методу.

Вивчіть прилади і установки які застосовують для контролю якості і твердості деталей.

Література: [17] стор.296...318.

### **Питання для самоперевірки**

1. В чому різниця, особливості виявленій дефектів виробів рентгенівським способом і гаммадефектоскопію?

2. Що заміряють приладом аустенометром?

### **Питання для самостійної роботи студента по темі 3.12 (2 години)**

1. Прилади для макроскопічного і мікроскопічного аналізу.

[17] стор.244...262

2. Установки для магнітної дефектоскопії, просвічування ультразвуком, радіоактивними ізотопами, їх конструкція, застосування.

[17] стор.305...318.

3. Прибори для контролю структури і твердості деталей.

[171] стор.248.,262, 277...286.

## **Питання, які виносяться на поточний, семестровий та екзаменаційний контроль знань після вивчення розділу 3 «Устаткування термічних цехів»**

### **Тема 3.1**

1. Значення термічної обробки в машинобудуванні. Шляхи розвитку термообробки.

### **Тема 3.2**

2. Класифікація термічного устаткування. Призначення основною і допоміжного устаткування.

### **Тема 3.3**

3. Конструкція камерних паливних печей і електропечей.

4. Контейнерні печі. Особливості конструкції, застосування.

5. Шахтні електричні печі Види, застосування, особливості конструкції.

6. Камерні печі з видвижним подом. Особливості конструкції.

7. Карусельні печі, конструкція, застосування.

8. Камерна піч з гвинтовим подом. Конструкція, застосування.

9. Високотемпературна камерна піч з карборундовими нагрівниками.

10. Елеваторні печі. Особливості конструкції. Призначення.

11. Печі-ванни з поверхневим нагрівом. Особливості конструкції. Застосування.

12. Печі-ванни з внутрішнім нагрівом. Особливості конструкції. Застосування.

13. Електродні печі-ванни. Особливості конструкції. Застосування.

14. Техніка безпеки при експлуатації печей-ванн.

15. Конструкція барабанної печі. Особливості роботи, застосування.

16. Конструкція печі з пульсуючим подом.

17. Конструкція печей з викотним подом. Механізм викочування поду.

18. Конструкція печі з крокуючим подом. Застосування.

19. Штовхаючі печі. Конструкція, застосування.

20. Контеерні печі. Особливості конструкції, застосування.

#### **Тема 3.4**

21. Конструкція установки для одержання ексогазової контрольованої атмосфери.

22. Конструкція установки для одержання ендогозової контрольованої атмосфери.

#### **Тема 3.5**

23. Гартувальні баки. Немеханізовані гартувальні баки. Конструкція.

24. Механізовані загартувальні баки. Конструкція конвеєрів гартувальних баків.

25. Устрої для підігріву гартувальних рідин.

26. Устрої для охолоджень гартувальних рідин.

27. Устрої для перемішування гартувальних рідин.

28. Улаштування для очищення гартувальних рідин.

#### **Тема 3.6**

29. Травильні установки. Конструкція. Застосування.

30. Мийні машини. Конструкція. Застосування. Конвеєрна мийна машина.

31. Конструкція апаратів для струменеві - абразивної очистки деталей.

32. Дробикидна машина для очистки деталей.

33. Установка для очистки деталей ультразвуком.

34. Термічна машина для гартування ресор.

#### **Тема 3.7**

35. Установки для індукційного нагріву. Типи індукторів.

36. Установка для контактного поверхневого нагріву.

37. Установка для нагріву газу - кисневим полум'ям.

38. Установка для нагріву в електроліті.

### **Тема 3.8**

- 39. Призначення глибокого охолодження, характеристика холодоагентів.
- 40. Конструкція камер для глибокого охолодження. Камера шкафна.
- 41. Конструкція автомата для глибокого охолодження кілець підшипників.

### **Тема 3.9**

- 42. Прямоточний безмуфельний агрегат для газової цементації.
- 43. Поточний агрегат із ванн для рідинного ціанування.

### **Тема 3.10**

- 44. Установка для магнітної дефектоскопії.
- 45. Установка для ультразвукової дефектоскопії.
- 46. Прибори для контролю твердості деталей після термічної обробки.
- 47. Конструкція конвеєрів, які застосовуються в термічних цехах.