

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**з виконання практичних робіт**  
**з навчальної дисципліни “ Експлуатація та обслуговування**  
**ливарного та металургійного обладнання ”**  
для студентів денної та заочної форми навчання  
за спеціальністю G10 “Металургія”

Затверджено редакційно–  
видавничою радою університету, протокол  
№ 2 від 26.06.2025 р.

Харків  
НТУ «ХПІ»  
2025

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Експлуатація та обслуговування ливарного та металургійного обладнання» для студентів денної та заочної форми навчання за спеціальністю G10 “Металургія” другого магістерського рівня / Уклад. : Пензєв П.С. – Харків: НТУ «ХП», 2025. – 27 с.

Укладач: Пензєв П.С.

Рецензент: Берлізева Т.В.

Кафедра ливарного виробництва

## ВСТУП

Методичні вказівки призначені для студентів денної та заочної форми навчання за спеціальністю G10 “Металургія” рівня магістр.

Кожна практична робота містить перелік матеріалів, короткий виклад теоретичних відомостей і методів одержання, порядок виконання, що допомагає студентам правильно і усвідомлено виконати практичну частину роботи і зробити висновки.

Мета методичних вказівок – допомогти студентам більш глибоко вивчити основні види одержання металів та сплавів у ливарному виробництві, розвинути навички самостійної роботи та наукового дослідження.

Ці методичні вказівки призначені для студентів, які вивчають дисципліну "Експлуатація та обслуговування ливарного та металургійного обладнання". Метою практичних робіт є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях, та набуття практичних навичок з діагностики, технічного обслуговування та експлуатації основного обладнання ливарних та металургійних цехів.

Під час виконання практичних робіт студенти ознайомляться з будовою та принципами дії агрегатів, освоють методики проведення регламентних робіт, навчаться виявляти та усувати типові несправності, а також засвоять правила безпечної роботи з обладнанням.

## Загальні вимоги до виконання практичних робіт

1. **Підготовка:** Перед початком кожної практичної роботи студенти повинні самостійно опрацювати відповідний теоретичний матеріал з рекомендованої літератури та конспектів лекцій.
2. **Дотримання інструкцій:** Чітко слідувати вказівкам викладача та інструкціям, наданим у методичних вказівках.
3. **Безпека праці:** Суворо дотримуватися правил охорони праці та промислової безпеки. Усі роботи, пов'язані з обладнанням, виконуються під наглядом викладача або відповідального за лабораторію.
4. **Виконання завдань:** Кожна практична робота передбачає виконання певних завдань, результати яких необхідно оформити у вигляді звіту.
5. **Оформлення звітів:** Звіти повинні містити:
  - Титульний лист (назва роботи, ПІБ студента, група, дата).
  - Мета роботи.
  - Короткий опис обладнання (схема, основні характеристики).
  - Хід виконання роботи (послідовність дій, використані методики).
  - Результати вимірювань, розрахунків, спостережень (таблиці, графіки, фото).
  - Аналіз отриманих результатів та висновки.
  - Відповіді на контрольні запитання.
6. **Захист роботи:** Кожна практична робота завершується захистом, під час якого студент повинен продемонструвати розуміння виконаних завдань, обґрунтувати отримані результати та відповісти на запитання викладача.

# Практична робота №1. ВИВЧЕННЯ БУДОВИ ТА ПРИНЦИПІВ РОБОТИ ІНДУКЦІЙНИХ ПЛАВИЛЬНИХ ПЕЧЕЙ

## Мета роботи:

- Ознайомитися з конструктивними особливостями, принципами дії та основними характеристиками індукційних плавильних печей.
- Вивчити класифікацію індукційних печей за різними ознаками.
- Зрозуміти механізм нагріву металу в індукційній печі.
- Визначити переваги та недоліки індукційних печей порівняно з іншими типами плавильних агрегатів.
- Набути навичок аналізу технічної документації на плавильне обладнання.

## Теоретичні відомості:

Індукційна піч — це електрична піч, в якій нагрів металу здійснюється за рахунок теплоти, що виділяється при протіканні вихрових струмів (струмів Фуко), індукованих змінним магнітним полем.

Принцип дії: Основою індукційної печі є індуктор — мідна трубка, намотана у вигляді спіралі (котушки), через яку пропускається змінний електричний струм. Цей струм створює змінне магнітне поле. Якщо в це магнітне поле помістити металевий провідник (шихту, метал), то в ньому виникають вихрові струми. Завдяки ефекту Джоуля-Ленца, проходячи через опір металу, ці струми перетворюються на теплоту, що призводить до нагрівання та плавлення металу. Важливо, що метал нагрівається безпосередньо, а не через теплопередачу від джерела.

Класифікація індукційних печей:

1. За наявністю магнітопроводу:
  - Канальні печі: Мають замкнутий магнітопровід, який охоплює металеве кільце (канал) з розплавленим металом. Енергія передається через цей канал, що робить їх ефективними для підтримки температури та переплаву чавуну та кольорових металів.
  - Тигельні (безсердечникові) печі: Не мають замкнутого магнітопроводу. Метал плавиться безпосередньо в тиглі, оточеному індуктором. Ці печі більш універсальні, підходять для широкого спектра металів та сплавів.

2. За частотою струму:

- Промислової частоти (50 Гц): Використовуються для великих обсягів плавлення, особливо чавуну та важких кольорових сплавів.
- Підвищеної частоти (до 1000 Гц): Забезпечують краще перемішування металу та швидший плавку, застосовуються для сталі та високолегованих сплавів.
- Високої частоти (понад 1000 Гц): Використовуються для точного лиття, спеціальних сплавів, лабораторних цілей.

Основні елементи конструкції тигельної індукційної печі:

- Індуктор: Мідна водоохолоджувальна котушка, джерело магнітного поля.
- Тигель: Вогнетривка ємність, в якій плавиться метал. Виготовляється з високоякісних вогнетривких матеріалів (кварцит, магнезит, шпінель тощо), стійких до високих температур і хімічної взаємодії з розплавом.
- Корпус печі: Металева конструкція, що захищає індуктор та тигель, забезпечує жорсткість та ізоляцію.
- Система охолодження: Зазвичай водяна, призначена для охолодження індуктора, кабелів, магнітопроводу (якщо є). Запобігає перегріву та руйнуванню елементів.
- Електрична частина: Включає джерело живлення (трансформатори, конденсаторні батареї для компенсації реактивної потужності), системи управління та контролю.
- Механізм нахилу: Дозволяє нахилити піч для зливу розплавленого металу.

Переваги індукційних печей:

- Висока швидкість нагріву: Швидке досягнення робочої температури.
- Чистота металу: Відсутність контакту палива з металом, що мінімізує забруднення.
- Високий ККД: Ефективне перетворення електричної енергії на теплову.
- Легке регулювання температури: Точний контроль за процесом плавлення.
- Перемішування металу: Електродинамічні сили сприяють перемішуванню розплаву, що покращує гомогенізацію сплаву.
- Екологічність: Менші викиди шкідливих речовин у порівнянні з паливними печами.

Недоліки індукційних печей:

- Висока вартість: Початкові інвестиції значно вищі.

- Складність футерування: Тигель є "слабким місцем", потребує ретельного футерування та контролю.

- Чутливість до шихти: Вимагають ретельної підготовки шихти (відсутність немагнітних включень у початковій стадії плавлення в тигельних печах).

- Вимоги до електроенергії: Необхідність у значних електричних потужностях та системах компенсації реактивної потужності.

Обладнання:

- Макети або візуальні моделі індукційних печей (канальних та тигельних).

- Принципові та монтажні схеми індукційних плавильних установок.

- Технічні паспорти та інструкції з експлуатації типових індукційних печей.

- Відеоматеріали, що демонструють роботу індукційних печей.

- Зразки вогнетривких матеріалів, що використовуються для футерування тиглів.

### **Хід роботи:**

#### **1.1. Загальне ознайомлення:**

- Розгляньте макети або схеми індукційних печей. Визначте основні види печей (канальні, тигельні) та їхнє загальне призначення.

- Ознайомтеся з джерелами інформації (технічні паспорти, схеми, відео) та выпишіть основні терміни.

#### **1.2. Детальне вивчення будови тигельної індукційної печі:**

- За допомогою схеми або макета ідентифікуйте та назвіть всі основні елементи конструкції (індуктор, тигель, корпус, система охолодження, механізм нахилу, електричні з'єднання).

- Опишіть функціональне призначення кожного елемента.

- Зверніть особливу увагу на матеріали, з яких виготовляються ключові елементи, такі як індуктор (мідь) та тигель (вогнетривкі суміші).

#### **1.3. Вивчення принципів роботи:**

- Поясніть механізм утворення вихрових струмів та їхнє перетворення на теплову енергію.

- Обговоріть роль частоти електричного струму у процесі плавлення (наприклад, глибина проникнення струму, інтенсивність перемішування).

○ Поясніть, чому нагрів відбувається безпосередньо в металі, а не через стінки тигля.

#### 1.4. Аналіз технічних характеристик:

○ Використовуючи технічну документацію або дані, надані викладачем, заповніть таблицю для кількох типових індукційних печей (наприклад, для сталі, чавуну, кольорових металів).

Характеристика	Піч 1 (назва/тип)	Піч 2 (назва/тип)	Піч 3 (назва/тип)
Ємність, кг			
Потужність, кВт			
Частота струму, Гц			
Тип металу, що плавиться			
Час плавки (орієнт.), год			
Матеріал футерівки тигля			

#### 1.5. Порівняльний аналіз:

○ На основі отриманих знань та теоретичного матеріалу обговоріть переваги та недоліки індукційних печей порівняно з іншими типами плавильних агрегатів (наприклад, дуговими, вагранковими).

○ Зробіть висновок, в яких випадках доцільно використовувати індукційні печі.

#### **Звіт до практичної роботи повинен містити:**

1. Титульний лист.
2. Мета роботи.
3. Теоретична частина: Короткий опис будови та принципів роботи індукційних печей, їх класифікація.
4. Схематичне зображення: Намалюйте схему тигельної індукційної печі з позначенням основних елементів.
5. Заповнена таблиця технічних характеристик.
6. Висновок: Узагальнені висновки щодо переваг та недоліків індукційних печей, а також сфер їх застосування.

7. Відповіді на контрольні запитання.

**Контрольні запитання для захисту роботи:**

1. Поясніть фізичний принцип індукційного нагріву металу.
2. Які основні відмінності між канальними та тигельними індукційними печами? Наведіть приклади їх застосування.
3. Які вимоги пред'являються до матеріалу тигля індукційної печі? Чому?
4. Яке призначення системи охолодження індуктора? Що може статися у разі її несправності?
5. Як регулюється потужність та температура в індукційній печі?
6. Чому у великих індукційних печах промислової частоти метал інтенсивно перемішується?
7. Які заходи безпеки необхідно дотримуватися при експлуатації індукційної печі, враховуючи її електричну та теплову природу?
8. Назвіть основні показники, що характеризують ефективність роботи індукційної печі.

## **Практична робота №2. ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ДІАГНОСТИКА НЕСПРАВНОСТЕЙ ДОМЕННИХ ПЕЧЕЙ**

### **Мета роботи:**

- Ознайомитися з будовою та основними вузлами доменної печі.
- Вивчити принципи функціонування доменного процесу.
- Дослідити види технічного обслуговування доменних печей та їхню періодичність.
- Засвоїти методи діагностики стану доменної печі та виявлення типових несправностей.
- Набути навичок розробки алгоритмів усунення аварійних ситуацій.

### **Теоретичні відомості:**

Доменна піч – це шахтна піч безперервної дії, призначена для виплавки чавуну з залізної руди (агломерату, окатишів) за допомогою відновних газів, що утворюються при спалюванні коксу. Це один з найскладніших і наймасштабніших металургійних агрегатів.

Будова доменної печі:

Доменна піч складається з наступних основних частин (знизу вгору):

1. Лещадь: Фундамент печі, що витримує її вагу та вагу шихти, а також збирає рідкий чавун. Викладена вогнетривкою цеглою.
2. Горн: Нижня частина печі, де накопичується рідкий чавун і шлак, а також спалюється кокс. Тут розташовані фурми (отвори для подачі гарячого дуття) та льотки (для випуску чавуну і шлаку).
3. Заплечики: Конусна частина над горном, що з'єднує його з розпаром.
4. Розпар: Циліндрична частина печі, де відбувається основне відновлення заліза.
5. Шахта: Найдовша конусна частина печі, де шихта поступово нагрівається та починається процес відновлення оксидів заліза.
6. Колошник: Верхня частина печі, куди завантажуються шихта (руда, кокс, флюси) та відводяться доменні газу. Оснащений завантажувальним пристроєм (засипним апаратом).

Допоміжне обладнання:

- Повітрянагрівачі (каупери): Призначені для нагріву атмосферного повітря до високих температур (1000-1300°C) перед подачею в горн.

- Газоочищення: Система для очищення доменного газу від пилу перед його подачею на опалення повітрянагрівачів або для інших технологічних потреб.

- Система водоохолодження: Охолоджує кожух печі, фурми, льотки та інші елементи для запобігання їх перегріву.

- Бункерна естакада та скіповий підйомник: Система для подачі шихтових матеріалів на колошник.

Доменний процес:

Процес є безперервним. Шихта завантажується зверху, а гаряче дуття (повітря, збагачене киснем, з добавками природного газу, мазуту) подається знизу через фурми. В результаті реакцій горіння коксу та відновлення оксидів заліза утворюється чавун і шлак, які періодично випускаються через льотки, та доменний газ, що відводиться з колошника.

Технічне обслуговування доменних печей:

Доменна піч працює в екстремальних умовах високих температур, тиску та хімічно агресивного середовища, тому технічне обслуговування є критично важливим для її безперебійної та безпечної роботи.

- Поточний ремонт (ТО): Регулярні операції, що проводяться без зупинки печі або з короткочасними зупинками, спрямовані на підтримку працездатності:

- Контроль стану фурм, льоток.
- Регулювання параметрів дуття та завантаження шихти.
- Моніторинг температури кожуха та охолоджувальних елементів.
- Контроль тиску газу, складу газу.
- Дрібні усунення несправностей завантажувального апарату.

- Планово-попереджувальний ремонт (ППР): Проводиться за планом через певні проміжки часу з зупинкою печі. Включає:

- Часткову або повну заміну фурм, льоток, елементів футерівки.
- Ревізію та ремонт газоочисної апаратури, повітрянагрівачів.
- Перевірку та ремонт систем водоохолодження, завантажувального обладнання.

- Капітальний ремонт: Масштабний ремонт, що проводиться після тривалого періоду експлуатації (10-20 років), що включає повну заміну футерівки печі, капітальний ремонт усіх систем та агрегатів.

Діагностика несправностей:

Діагностика доменних печей включає постійний моніторинг численних параметрів (температура, тиск, склад газів, рівень шихти, витрата води) та візуальний огляд. Типові несправності:

- Зависання шихти: Припинення опускання шихти в шахті печі через порушення газодинамічного режиму, спікання шихти.
- Прогар футерівки: Руйнування вогнетривкої цегли, особливо в горні та на заплечиках, що може призвести до прориву чавуну або шлаку.
- Порушення газодинамічного режиму: Нерівномірний розподіл газів по перерізу печі, що знижує ефективність процесу.
- Несправності фурм/льотків: Засмічення, оплавлення, що ускладнює подачу дуття або випуск продуктів плавки.
- Відхилення у складі доменного газу: Може свідчити про порушення хімічних реакцій у печі.

Обладнання:

- Схеми доменних печей різного типу та розміру.
- Відеоматеріали, що демонструють доменний процес та роботу окремих вузлів.
- Кейс-завдання з описом типових ситуацій (несправностей) на доменній печі та необхідних діагностичних заходів.
- Фотографії різних стадій ремонту доменної печі.
- Приклади журналів моніторингу параметрів доменної печі.

### **Хід роботи:**

1. Вивчення загальної будови доменної печі:

- На основі наданих схем або відеоматеріалів вивчіть загальну будову доменної печі, її основні конструктивні елементи та їхнє взаємне розташування.
- Ідентифікуйте на схемі та назвіть: лещадь, горн, фурми, льотки, заплечики, розпар, шахту, колошник, засипний апарат.
- Коротко опишіть функціональне призначення кожного вузла.

2.2. Аналіз технологічних параметрів роботи доменної печі:

- Ознайомтеся з основними технологічними параметрами, що контролюються під час роботи доменної печі (температура дуття, тиск дуття, витрата дуття, температура доменного газу, тиск газу на колошнику, рівень шихти, хімічний склад чавуну та шлаку).
- Поясніть, чому кожен із цих параметрів є важливим для контролю та управління доменним процесом.

### 2.3. Ознайомлення з видами технічного обслуговування:

- Розгляньте відмінності між поточним ремонтом, планово-попереджувальним ремонтом та капітальним ремонтом доменної печі.
- Заповніть таблицю, вказавши характерні роботи для кожного виду ремонту та орієнтовну періодичність їх проведення.
- 

Вид ремонту	Характерні роботи	Орієнтовна періодичність
Поточний ремонт		
Планово-попереджувальний ремонт (ППР)		
Капітальний ремонт		

### 2.4. Діагностика типових несправностей:

- Ознайомтеся з кейс-завданнями, що описують типові несправності доменної печі (наприклад, зависання шихти, прогар футерівки горна, значне падіння тиску дуття).
  - Для кожного кейсу:
    - Визначте ймовірну причину несправності.
    - Опишіть основні діагностичні ознаки (зміни параметрів, візуальні спостереження).
    - Запропонуйте алгоритм дій для підтвердження діагнозу та усунення несправності.

### 2.5. Розробка алгоритму дій при аварійній ситуації:

- Оберіть одну з аварійних ситуацій (наприклад, прорив рідкого чавуну через кожух печі або повне зависання шихти).
- Розробіть детальний покроковий алгоритм дій персоналу для ліквідації цієї аварії, включаючи:
  - Перші дії після виявлення.
  - Заходи безпеки.
  - Технологічні операції для стабілізації процесу.
  - Дії з виклику допомоги та інформування керівництва.

**Звіт до практичної роботи повинен містити:**

1. Титульний лист.
2. Мета роботи.
3. Теоретична частина: Короткий опис будови доменної печі та принципів доменного процесу.
4. Схематичне зображення: Намалюйте схему доменної печі з позначенням основних вузлів.
5. Заповнена таблиця видів технічного обслуговування.
6. Аналіз кейс-завдань: Для кожного кейсу описати причину, діагностичні ознаки та запропоновані дії.
7. Розроблений алгоритм дій при обраній аварійній ситуації.
8. Висновок: Узагальнені висновки щодо важливості технічного обслуговування та діагностики доменних печей.
9. Відповіді на контрольні запитання.

#### **Контрольні запитання для захисту роботи:**

1. Яке призначення фурм у доменній печі? Які функції вони виконують?
2. Які продукти отримують у доменній печі? Який з них є основним?
3. Чому так важливо підтримувати рівномірне опускання шихти в доменній печі?
4. Які основні ознаки вказують на початок прогару футерівки горна? Які дії необхідно вжити?
5. Як відбувається очищення доменного газу? Для чого він використовується після очищення?
6. Поясніть роль повітрянагрівачів у доменному процесі.
7. Які заходи безпеки є найважливішими при роботі біля льотки доменної печі?
8. Чим відрізняється планово-попереджувальний ремонт від поточного ремонту за обсягом робіт та періодичністю?

## **Практична робота №3. СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА КОНТРОЛЮ У ЛИВАРНОМУ ТА МЕТАЛУРГІЙНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

### **Мета роботи:**

- Ознайомитися з основними поняттями та компонентами автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУТП) у металургії та ливарному виробництві.
- Вивчити принципи роботи датчиків, контролерів та виконавчих механізмів.
- Дослідити приклади застосування АСУТП для оптимізації та контролю різних етапів металургійного процесу.
- Засвоїти методи дистанційного контролю та діагностики обладнання.
- Набути навичок аналізу функціональних схем автоматизації.

### **3.1. Теоретичні відомості:**

Сучасне ливарне та металургійне виробництво є надзвичайно складним і вимагає точного контролю за численними технологічними параметрами. Ручне управління більшістю процесів є неефективним, економічно не вигідним та небезпечним. Тому широке застосування отримали автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУТП).

АСУТП — це сукупність технічних, програмних та інформаційних засобів, призначених для збору, обробки та використання інформації про хід технологічного процесу, а також для формування та реалізації керуючих впливів з метою досягнення оптимальних режимів роботи обладнання та високої якості продукції.

#### **Основні компоненти АСУТП:**

1. Датчики (сенсори): Пристрої для вимірювання фізичних величин (температури, тиску, витрати, рівня, швидкості, складу газів тощо) та перетворення їх на електричний сигнал. Приклади:
  - Термопари, пірометри: Для вимірювання температури розплаву, футерівки печей, прокату.
  - Датчики тиску: Для контролю тиску газу в печах, тиску в гідравлічних системах.
  - Витратоміри: Для вимірювання витрати газу, води, шихтових матеріалів.
  - Датчики рівня: Для контролю рівня металу в ковшах, тиглях.
  - Газоаналізатори: Для визначення складу доменного газу, викидів.

2. Виконавчі механізми: Пристрої, що безпосередньо впливають на технологічний процес відповідно до команд контролера. Приклади:

- Засувки, клапани: Для регулювання потоків газів, рідин (наприклад, подачі дуття в доменну піч, кисню в конвертер).
- Електродвигуни: Для обертання валків прокатних станів, переміщення кранів, приводу завантажувальних пристроїв.
- Гідро- та пневмоциліндри: Для переміщення елементів, нахилу печей, управління пресами.
- Дозуючі пристрої: Для точного дозування шихтових матеріалів.

3. Контролери (програмовані логічні контролери – ПЛК): "Мозок" системи автоматизації. Вони отримують сигнали від датчиків, обробляють їх відповідно до закладеної програми (алгоритму управління) і генерують керуючі сигнали для виконавчих механізмів. ПЛК забезпечують логіку роботи, регулювання, блокування та захист.

4. Операторський інтерфейс (НМІ – Human-Machine Interface): Система, що дозволяє оператору взаємодіяти з АСУТП. Зазвичай це комп'ютерні монітори з графічним відображенням технологічного процесу, параметрів, аварійних повідомлень, а також засоби для введення команд.

5. Комп'ютери та сервери: Для збору, зберігання, обробки та аналізу великих обсягів даних, ведення баз даних, формування звітів, реалізації складних оптимізаційних алгоритмів.

6. Мережі передачі даних: Забезпечують зв'язок між усіма компонентами системи.

Приклади застосування АСУТП у металургії:

- Доменне виробництво: Автоматичне регулювання подачі шихти, тиску та температури дуття, контролю складу доменного газу, управління механізмами розвантаження чавуну та шлаку.
- Сталеплавильне виробництво (конвертери, електропечі): Автоматичне дозування шихти та феросплавів, контроль температури розплаву, регулювання подачі кисню, відведення газів.
- Прокатне виробництво: Автоматичне регулювання зазору між валками, швидкості прокатки, температури металу, управління роботою рольгангів та ножиць.
- Ливарне виробництво: Контроль температури розплаву в печах та ковшах, управління заливкою форм, регулювання параметрів формувальних машин.

### Дистанційний контроль та діагностика:

Сучасні системи дозволяють не лише автоматизувати управління, але й здійснювати дистанційний моніторинг та діагностику стану обладнання. Це дозволяє прогнозувати несправності та проводити технічне обслуговування "за станом", а не "за регламентом". Методи:

- Тепловізійний контроль: Вимірювання розподілу температур на поверхні обладнання (футерівка печей, підшипники) для виявлення перегрівів.
- Вібраційна діагностика: Аналіз вібрації обертових механізмів (двигунів, редукторів, валків) для виявлення дисбалансу, зносу підшипників, неправильної центровки.
- Акустичний контроль: Виявлення аномальних шумів, що можуть свідчити про несправність.
- Аналіз параметрів роботи: Моніторинг відхилень електричних параметрів двигунів, гідравлічних систем, витрат ресурсів.
- Системи відеоспостереження: Дистанційний візуальний контроль за роботою обладнання у важкодоступних або небезпечних зонах.

### Обладнання:

- Принципові та функціональні схеми АСУТП різних металургійних агрегатів (плавильна піч, прокатний стан).
- Зразки або макети типових датчиків (термопара, датчик тиску, витратомір).
- Зразки або макети типових виконавчих механізмів (електропривід засувки, гідроциліндр).
- Відеоматеріали, що демонструють роботу АСУТП у реальних умовах виробництва.
- Комп'ютерний клас з програмним забезпеченням для симуляції технологічних процесів (за наявності) або презентаціями НМІ-інтерфейсів.

### **3.2. Хід роботи:**

1. Ознайомлення з основними компонентами АСУТП:
  - Вивчіть надані матеріали про компоненти АСУТП.
  - Розгляньте зразки датчиків та виконавчих механізмів. Опишіть принцип їхньої дії та сферу застосування у металургії.
  - Коротко охарактеризуйте роль ПЛК та операторського інтерфейсу (НМІ) у системі.
2. Аналіз функціональних схем автоматизації:

- Розгляньте надані функціональні схеми автоматизації (наприклад, системи регулювання температури розплаву в індукційній печі або системи контролю тиску дуття в доменній печі).

- Ідентифікуйте на схемах:

- Датчики та їхній тип.
- Контролери (ПЛК).
- Виконавчі механізми.
- Керуючі та зворотні зв'язки.

- Поясніть логіку роботи системи на схемі (як сигнал від датчика впливає на виконавчий механізм через контролер).

3. Приклади застосування АСУТП:

- Використовуючи відеоматеріали або описи, проаналізуйте 2-3 приклади реалізації АСУТП на різних ділянках металургійного виробництва (наприклад, управління температурою сталі в сталерозливному ковші, автоматичне позиціонування валків на прокатному стані).

- Опишіть, які параметри контролюються, які виконавчі механізми задіяні та які переваги дає автоматизація у кожному випадку.

4. Вивчення методів дистанційного контролю та діагностики:

- Ознайомтеся з основними методами дистанційного контролю (тепловізійний, вібраційний, акустичний).

- Наведіть приклади, як кожен з цих методів може бути використаний для прогнозування несправностей металургійного обладнання.

- Поясніть концепцію "обслуговування за станом" та її переваги.

5. Розробка функціональної схеми:

- Завдання: Розробити умовну функціональну схему системи автоматичного регулювання рівня рідкого металу (наприклад, у проміжному ковші при безперервному розливі сталі).

- Схема повинна включати:

- Датчик рівня.
- Контролер (ПЛК).
- Виконавчий механізм (наприклад, шиберний затвор або механізм подачі металу в ковш).
- Лінії зв'язку та напрямки сигналів.
- Опис принципу регулювання (як зміна рівня впливає на положення виконавчого механізму).

**Звіт до практичної роботи повинен містити:**

1. Титульний лист.
2. Мета роботи.
3. Теоретична частина: Опис основних компонентів АСУТП та їх функцій.
4. Аналіз функціональних схем: Опис ідентифікованих елементів та логіки роботи обраних схем.
5. Приклади застосування АСУТП: Опис 2-3 прикладів з виробництва.
6. Опис методів дистанційного контролю: Пояснення принципів та застосування.
7. Розроблена функціональна схема системи автоматичного регулювання рівня з поясненням.
8. Висновок: Узагальнені висновки щодо ролі автоматизації у підвищенні ефективності, безпеки та якості у металургійній галузі.
9. Відповіді на контрольні запитання.

#### **Контрольні запитання для захисту роботи:**

1. Яке основне призначення АСУТП у металургійній промисловості?
2. Наведіть приклади типів датчиків, що використовуються для контролю температури та тиску в печах.
3. Яка функція ПЛК в системі автоматизації? Чому їх називають "програмованими"?
4. Які переваги має дистанційний контроль та діагностика обладнання порівняно з ручним оглядом?
5. Як тепловізійний контроль може допомогти виявити несправності футерівки доменної печі?
6. Що таке зворотний зв'язок у системі автоматичного регулювання? Наведіть приклад.
7. Які переваги забезпечує автоматизація процесу безперервного розливу сталі?
8. Опишіть, як оператор взаємодіє з АСУТП через НМІ-інтерфейс.

## **Практична робота №4. БЕЗПЕКА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МЕТАЛУРГІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ**

### **Мета роботи:**

- Вивчити основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, характерні для ливарного та металургійного виробництва.
- Ознайомитися з ключовими вимогами охорони праці та промислової безпеки при експлуатації металургійного обладнання.
- Дослідити основні засоби індивідуального (ЗІЗ) та колективного захисту (ЗКЗ) працівників.
- Проаналізувати екологічні аспекти металургійного виробництва та методи зниження його негативного впливу на навколишнє середовище.
- Набути навичок розробки елементарних інструкцій з безпеки праці.

### **4.1. Теоретичні відомості:**

Металургійне та ливарне виробництво належить до галузей з підвищеним рівнем небезпеки через специфіку технологічних процесів та використовуваного обладнання. Робота з рідким металом, високими температурами, шкідливими газами, важким обладнанням вимагає суворого дотримання правил безпеки праці та жорсткого екологічного контролю.

#### **1. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори:**

- Високі температури: Рідкий метал, розпечені заготовки, гарячі гази, нагріті поверхні обладнання. Ризики: опіки, теплові удари, пожежі.
- Рухомі частини обладнання: Оберткові валки, конвеєри, крани, механізми переміщення заготовок. Ризики: защемлення, травми, удари.
- Шкідливі гази та пил: Оксиди вуглецю, сірки, азоту, фтористі сполуки, важкі метали, аерозолі, пил (кремнієвмісний, металевий). Ризики: отруєння, захворювання дихальних шляхів (силікоз), алергічні реакції.
- Шум та вібрація: Робота потужних машин, механізмів, випуск газів. Ризики: порушення слуху, вібраційна хвороба.
- Електричний струм: Високовольтне обладнання, несправна електропроводка. Ризики: ураження електричним струмом.
- Важкі вантажі: Переміщення металу, шихти, обладнання кранами та іншими транспортними засобами. Ризики: падіння вантажу, наїзди.
- Небезпека вибухів: Накопичення горючих газів, контакт рідкого металу з водою, вибухи пилу.
- Випромінювання: Теплове, електромагнітне.

## 2. Вимоги охорони праці та промислової безпеки:

- Організаційні заходи: Навчання та інструктаж працівників, розробка та впровадження інструкцій з охорони праці, призначення відповідальних осіб, регулярні перевірки.
- Технічні заходи: Захисні огороження, блокування, системи сигналізації, пристрої аварійної зупинки, заземлення обладнання.
- Санітарно-гігієнічні заходи: Вентиляція, кондиціонування, пилогазоочищення, забезпечення чистоти робочих місць, санітарно-побутові приміщення.
- Використання ЗІЗ: Забезпечення працівників спеціальним одягом, взуттям, рукавицями, касками, захисними окулярами/щитками, респіраторами, протигазами, засобами захисту органів слуху.

## 3. Екологічні аспекти:

Металургійні підприємства є значними джерелами забруднення навколишнього середовища. Основні види забруднень:

- Забруднення атмосферного повітря: Викиди пилу (оксиди заліза, кремнію), шкідливих газів ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , фтористі сполуки, діоксини).
- Забруднення водних ресурсів: Скидання стічних вод, що містять важкі метали, феноли, нафтопродукти, суспендовані речовини.
- Забруднення ґрунтів: Накопичення промислових відходів (шлаки, пил газоочистки, відпрацьовані футерівки), які можуть містити токсичні елементи.
- Теплове забруднення: Викиди надлишкового тепла в атмосферу та водойми.

## 4.2. Методи зниження негативного впливу на довкілля:

- Пилогазоочищення: Застосування сучасних систем фільтрації (рукавні фільтри, електрофільтри, скрубери) для уловлювання пилу та шкідливих газів.
- Очищення стічних вод: Механічна, хімічна, біологічна очистка, системи замкнутого водообігу.
- Утилізація та переробка відходів: Використання металургійних шлаків у будівництві, дорожньому господарстві; переробка пилу газоочистки для вилучення цінних компонентів.
- Впровадження енергоощадних технологій: Зниження споживання палива та електроенергії.

- Моніторинг: Постійний контроль за викидами та скидами, дотримання нормативів.

Обладнання:

- Нормативно-правові акти з охорони праці та промислової безпеки (витяги, плакати).
- Плакати та презентації з видами ЗІЗ та ЗКЗ.
- Схеми систем пилогазоочищення та водоочищення на металургійних підприємствах.
- Відеоматеріали, що демонструють безпечні методи роботи та дії в аварійних ситуаціях.
- Приклади інструкцій з охорони праці.

### **4.3. Хід роботи:**

1. Ознайомлення з небезпечними та шкідливими факторами:

- Вивчіть надані матеріали (плакати, відео) та визначте основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, характерні для ливарного та металургійного цехів (наприклад, для ділянки розливу сталі або прокатного стану).

- Опишіть, які ризики для здоров'я та безпеки працівників несуть ці фактори.

2. Вивчення засобів індивідуального та колективного захисту:

- Розгляньте приклади ЗІЗ (спецодяг, каски, рукавиці, захисні окуляри, респіратори). Поясніть призначення кожного виду ЗІЗ та в яких умовах він застосовується.

- Ознайомтеся з поняттям ЗКЗ (вентиляція, шумозахисні екрани, огороження, автоматичні блокування). Наведіть приклади ЗКЗ, що використовуються для захисту від визначених вами факторів.

3. Аналіз вимог охорони праці для конкретного обладнання:

- Оберіть один з видів металургійного обладнання (наприклад, індукційна піч, розливна машина, прокатний стан).

- На основі загальних правил безпеки сформулюйте 5-7 ключових вимог охорони праці, які повинні дотримуватися при експлуатації цього обладнання. Зверніть увагу на безпечне виконання пуску, зупинки, обслуговування, а також дії в аварійних ситуаціях.

4. Дослідження екологічних аспектів:

- Проаналізуйте, які основні забруднювальні речовини викидаються в атмосферу та скидаються у водойми металургійними підприємствами.

- Вивчіть принципи роботи систем пилогазоочищення (наприклад, електрофільтрів, рукавних фільтрів) та систем очищення стічних вод. Намалюйте спрощену схему одного з таких систем.

- Обговоріть шляхи утилізації промислових відходів (шлаків, пилу) у металургії.

5. Розробка фрагмента інструкції з безпеки праці:

- Завдання: Розробити короткий фрагмент інструкції з безпеки праці для працівника, який виконує візуальний огляд прокатних валків під час роботи стану.

- Інструкція повинна містити:

- Загальні положення (хто допускається до роботи, необхідні ЗІЗ).
- Вимоги безпеки перед початком роботи (перевірка справності обладнання, відсутність сторонніх предметів).
  - Вимоги безпеки під час роботи (дистанція до рухомих частин, заборона дотику, порядок дій у разі виявлення несправності).
  - Дії в аварійних ситуаціях (задимлення, нештатна вібрація).

**Звіт до практичної роботи повинен містити:**

1. Титульний лист.
2. Мета роботи.
3. Теоретична частина: Коротка довідка про небезпечні фактори, ЗІЗ/ЗКЗ, екологічні забруднення.
4. Таблиця небезпечних факторів: Заповніть таблицю для обраного вами цеху/ділянки.

Небезпечний/Шкідливий фактор	Джерело виникнення	Можливі наслідки для людини	Засоби захисту (ЗІЗ/ЗКЗ)

5. Ключові вимоги охорони праці для обраного обладнання.
6. Спрощена схема системи пилогазоочищення або водоочищення з поясненням.
7. Розроблений фрагмент інструкції з безпеки праці.

8. Висновок: Узагальнені висновки щодо абсолютної необхідності дотримання правил безпеки праці та відповідального ставлення до екологічних аспектів у металургійному виробництві.

9. Відповіді на контрольні запитання.

**Контрольні запитання для захисту роботи:**

1. Назвіть основні групи небезпечних та шкідливих виробничих факторів у металургії.

2. Які засоби індивідуального захисту є обов'язковими для працівників гарячих цехів?

3. Поясніть, чому контакт рідкого металу з водою є вкрай небезпечним.

4. Які заходи безпеки потрібно вжити перед проведенням ремонтних робіт на зупиненому прокатному стані?

5. Які основні забруднювачі атмосферного повітря виділяються при роботі доменних печей?

6. Опишіть принцип роботи електрофільтра для очищення димових газів.

7. Як металургійні шлаки можуть бути утилізовані для зниження негативного впливу на довкілля?

8. Яка роль навчання та інструктажу з охорони праці для працівників металургійних підприємств?

## Список літератури

1. Методичні вказівки з виконання практичних робіт з навчальної дисципліни "Обладнання ливарного виробництва" [Електронний ресурс] : для студентів ден. та заочн. форми спец. G10 "Металургія" та G9 "Прикладна механіка" / уклад. Берлізева Т. В. ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". Харків : НТУ "ХПІ", 2025. 87 с.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни "Технічна експлуатація транспортно-технологічних машин і обладнання" / уклад.: В. М. Краснокутський О. М. Агапов О. О. Островерх ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". Харків : НТУ "ХПІ", 2024. 81 с.
3. Морозюк С.М., Морозюк В.С. Металургія. Процеси та обладнання. Підручник. Видавництво : Ліра-К, 2018
4. Гончаров О.І. "Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. Підручник. Видавництво : Либідь, 2007
5. Кухар В.В., Попов С.А., Завгородній А.С. "Основи металургійного виробництва". Навчальний посібник. Видавництво: НТУ "ХПІ", 2011
6. Федоров Г. Є., Ямшинський М. М., Могилатенко В. Г., Шинський О. Й., Гурія І. М. Проектування ливарних цехів (у двох томах). Підручник. Видавництво : Політехніка, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2012.
7. Конспект лекцій до вивчення дисципліни "Експлуатація та обслуговування машин"/Укладач: Ганза А. І. Красноармійск, КП ДВНЗ ДонНТУ, 2011. 40

## ЗМІСТ

Вступ.....	3
Загальні вимоги до виконання практичних робіт.....	4
1. Практична робота 1. ВИВЧЕННЯ БУДОВИ ТА ПРИНЦИПІВ РОБОТИ ІНДУКЦІЙНИХ ПЛАВИЛЬНИХ ПЕЧЕЙ.....	5
2. Практична робота 2. ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ДІАГНОСТИКА НЕСПРАВНОСТЕЙ ДОМЕННИХ ПЕЧЕЙ.....	10
3. Практична робота 3. СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА КОНТРОЛЮ У ЛИВАРНОМУ ТА МЕТАЛУРГІЙНОМУ ВИРОБНИЦТВІ .....	15
.....	
4. Практична робота 4. БЕЗПЕКА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МЕТАЛУРГІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	20
Список літератури.....	26

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання  
**практичних робіт**  
з навчальної дисципліни “ Експлуатація та обслуговування ливарного та  
металургійного обладнання ”  
для студентів денної та заочної форми навчання  
за спеціальністю G10 Металургія  
другого магістерського рівня  
Українською мовою

Укладач

ПЕНЗЄВ Павло Сергійович

Відповідальний за випуск  
Роботу до видання рекомендувала

проф. *Акімогв О.В.*  
проф. *Пономаренко О.І.*

В авторській редакції

План 2025 р., поз. 686

Підп. до друку 2024 р. Гарнітура Times New Roman  
Видавничий центр НТУ «ХП»,  
вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 5478 від  
21.08.2017 р.

---

Електронна версія