

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до організації самостійної роботи
та проведення практичних занять
із навчальної дисципліни

«ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНІ УСТАНОВКИ»

*(для підготовки магістрів за освітньо-науковою програмою спеціальності
141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка фахового
спрямування «Електричні системи і комплекси транспортних засобів»)*

**Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2020**

Методичні рекомендації до організації самостійної роботи та проведення практичних занять із навчальної дисципліни «Електротехнологічні установки» (для підготовки магістрів за освітньо-науковою програмою спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка фахового спрямування «Електричні системи і комплекси транспортних засобів») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : Т. П. Павленко, Н. П. Лукашова, І. О. Костенко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 22 с.

Укладачі: д-р техн. наук, проф. Т. П. Павленко,
ст. викл. Н. П. Лукашова,
асист. І. О. Костенко

Рецензент

В. М. Шавкун, кандидат технічних наук, доцент кафедри електричного транспорту ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою електричного транспорту, протокол № 24 від 18.06.2020.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ САМОСТІЙНОГО ЗАСВОЄННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДИСЦИПЛІНИ.....	5
1.1 Мета й організація самостійної роботи студентів.....	5
1.2 Перелік тем і завдань для самостійної роботи і контролю.....	5
2 ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ПРАКТИЧНОГО ЗАСВОЄННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДИСЦИПЛІНИ.....	7
2.1 Теми практичних занять.....	7
2.2 Приклади розв'язання задач.....	8
3 ТЕСТОВИЙ КОНТРОЛЬ.....	15
4 КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ВІДПОВІДЕЙ.....	15
5 ПИТАННЯ ДЛЯ ЗАЛІКУ.....	15
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ	21

ВСТУП

Предметом курсу «Електротехнологічні установки» (далі ЕТУ) є ознайомлення з фізичними основами процесів перетворення електричної енергії в речовинах, принципами побудови та дії головних типів електротехнологічних установок (ЕТУ), що використовуються під час виготовлення, ремонту, експлуатації та в електроприводі електротранспорту.

Методичні рекомендації, що розглядають, є керівництвом для вивчення питань із курсу «Електротехнологічні установки», які виносяться на практичні заняття, а також сучасних методів досліджень із використанням «віртуального експерименту». При цьому передбачено розв'язання конкретних задач розрахунку електротехнологічних пристроїв.

Зазначена діяльність спрямована на закріплення, розширення та поглиблення одержуваних знань, умінь, навичок і засвоєння нового матеріалу без сторонньої допомоги.

Методичні вказівки для самостійної і практичної роботи з дисципліни «Електротехнологічні установки» сприяє розвитку знань та вмінь студентів-магістрів. Це акцентує увагу на подальше створення і розвиток технологічних систем, їх використання в транспортних та промислових галузях, а також в енергетичній системі і підсистемах електропостачання міського електричного транспорту.

Виконання практичних завдань дозволяє студентам-магістрам створювати нові та інноваційні конструкції технологічних установок і використовувати обрані методи розрахунку параметрів.

Використання комплексних методів розрахунку дає можливість використовувати автоматизовані принципи з використанням комп'ютерних програм.

Для виконання практичних занять та самостійної роботи рекомендується список робіт та джерел інформації, що наведено у методичних вказівках, а також макети, технологічні пристрої, що знаходяться в академічних аудиторіях кафедри та лабораторіях.

Після виконання завдання студенти оформлюють звітну частину, яка містить логічно оформлені результати проведеного практичного завдання та самостійної роботи.

Для отримання екзаменаційної оцінки студенти виконують вказані роботи та відповідають на питання, що приводяться у методичних рекомендаціях з дисципліни «Електротехнологічні установки».

1 ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ САМОСТІЙНОГО ЗАСВОЄННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДИСЦИПЛІНИ

1.1 Мета та організація самостійної роботи студентів

Метою самостійної підготовки щодо навчальної дисципліни «Електротехнологічні установки» є формування знань про функціонування електротехнологічних систем і комплексів, реалізації принципів роботи під час їх експлуатації, схеми силових пристроїв і тощо.

1.2 Перелік тем і завдань для самостійної роботи і контролю

Модуль 1 Електротехнологічні установки ЗМ 1 – Теплові електротехнологічні установки

1.1.1 Установки нагрівання опором

Класифікація електротехнологічних установок та процесів. Електротермічні установки нагріву опором. Класифікація нагрівальних печей та їх особливості роботи. Установки прямого нагріву. Електрообладнання та регулювання параметрів печей опору.

1.1.2 Нагрівання опором рідинних середовищ

Електронагрівальні установки та їх різновиди. Електрошлакові установки, їх види та принцип дії. Установки електропалива та електробогріву.

1.1.3 Електротехнологічні установки індукційного нагріву

Загальні принципи дії процесу індукційного нагріву. Індукційні плавильні печі. Індукційні нагрівальні установки.

1.1.4 Електродугові печі

Властивості дугового розряду. Загальні відомості про дугові електричні печі. Дугові печі змінного струму.

ЗМ2 – Електрозварювальні, електролізні та електронно-йонні установки

1.2.1 Електрозварювальні установки

Класифікація установок. Класифікація зварювальних дуг та їх характеристики. Джерела живлення зварювальних дуг. Зварювальні трансформатори. Зварювальні генератори постійного струму. Контактні електрозварювальні установки. Електрозварювальні установки для спеціальних видів зварювання. Електрозварювальні установки як приймачі електричної енергії.

1.2.2 Електролізні установки

Електролізні установки для отримання чистих металів та газів. Електролізні установки для отримання чистих металів із розплавлених з'єднань солей та газів. Джерела живлення електролізних установок. Електролізні установки для гальванотехніки. Електролізні установки як приймачі електричної енергії.

1.2.3 Електронно-йонні установки

Електронно-йонні установки газоочищення (фільтри). Електронно-йонні установки електросепарації сипких сумішей. Електронно-йонні установки для електропокраски. Електронно-йонні установки для електродруку.

1.2.4 Установки для розмірної електрохімічної обробки металів

Особливості та принцип дії установок для обробки металів. Установки для розмірної електрохімічної обробки металів у стаціонарному електроліті. Установки для розмірної електрогідравлічної обробки металів. Установки для розмірної електрохіміко-механічної обробки металів. Установки для розмірної електрохімічної обробки металів як приймачі електричної енергії

Для оцінки практичного вміння та засвоєння студентами навчального матеріалу пропонуються завдання для самостійної роботи (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Перелік тем для самостійної роботи

Назва теми	Кількість годин	
	денна	заочна
ЗМ 1 Теплові електротехнологічні установки	70	–
Методи розрахунку параметрів електротехнологічних установок.	20	–
Ознайомлення з принципом роботи електротехнологічних установок нагрівання опором рідинних середовищ	20	–
Загальні відомості про дугові електротехнологічні установки, основні схеми та принцип дії.	20	–
Основні методи розрахунку параметрів індукційних плавильних печей та нагрівальних установок.	10	–
ЗМ 2 Електрозварювальні, електролізні та електронно-йонні установки	70	–
Електрозварювальні установки та їх принцип дії. Різновиди електрозварювальних дуг в залежності від потужності	20	–
Методи розрахунку параметрів електролізних установок для отримання чистих металів	20	–
Різновиди та особливості роботи електронно-іонних установок газоочищення.	20	–
Особливості та принцип дії установок для обробки металів.	10	–
Усього	140	–

Метою практичної підготовки щодо навчальної дисципліни є вивчення питань теорії, розрахунку, проектування систем електропостачання з використанням електромехатронних комплексів та володіння практичними вміннями й навичками з основ проектування та розрахунку параметрів за допомогою програмного забезпечення. Теоретична частина дисципліни викладена у конспекті лекційного курсу.

2 ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ПРАКТИЧНОГО ЗАСВОЄННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДИСЦИПЛІНИ

2.1 Теми практичних занять

Метою практичної та самостійної підготовки щодо навчальної дисципліни є вивчення питань теорії та володіння практичними вміннями й навичками з основ розрахунку параметрів за допомогою програмного забезпечення. Теоретична частина дисципліни викладена у конспекті лекційного курсу.

Таблиця 2.1 – Теми практичних занять

Назва теми	Кількість годин	
	Денне навчання	Заочне навчання
ЗМ 1 Теплові електротехнологічні установки	25	–
Розрахунок потужностей та температур електричних печей пору.	6	–
Розрахунок параметрів та характеристик теплових електротехнологічних установок.	7	–
Розробка структурних схем роботи та описання принципу дії індукційних печей.	6	–
Розрахунок параметрів джерел живлення теплових електротехнологічних установок	6	–
ЗМ 2 Електролізні та електронно-йонні установки	26	–
Розробка структурних схем та розрахунок параметрів електрозварювальних установок.	6	–
Розробка електричної схеми та розрахунок параметрів джерел живлення електролізних установок.	7	–
Розробка алгоритму принципу дії електронно-іонних установок	7	–
Розрахунок параметрів систем живлення установок електрохімічної обробки металів.	6	–
Усього	51	–

Для оцінки практичного вміння та засвоєння студентами навчального матеріалу пропонується методологія розв'язання деяких практичних занять з використанням методів розрахунку параметрів електротехнологічних установок та систем.

2.2 Приклади розв'язання задач

Приклад 1. Визначити встановлену потужність термодинамічної печі, призначеної для нагріву сталевих виробів під відпустку до температури 230°C.

Вихідні дані:

- продуктивність: $M = 0,139$ кг/с;
- тепловий ККД печі: $\eta_q = 0,72$;
- електричний ККД печі: $\eta_{el} = 0,95$;
- питома теплоємність сталі: $c = 490$ Дж/кг°C (в інтервалі температур 20–230 °C).

Рішення

1. Визначення корисної потужності печі

$$P_2 = M \cdot c (t_2 - t_1),$$

де t_1 – початкова температура; t_2 – кінцева температура

$$P_2 = 0,139 \times 460 \cdot (230 - 20) = 14303,1 \text{ Вт.}$$

2. Визначення споживаної потужності:

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta_{el} \cdot \eta_q},$$

$$P_1 = \frac{14303,1}{0,95 \times 0,72} = 20190,96 \text{ Вт.}$$

3. Приведення до встановленої потужності печі

$$P_y = k_z \cdot P_1,$$

де k_z – коефіцієнт приведення, що залежить від навантаження печі; $k_z = 1,2$.

$$P_y = 1,2 \times 20190,96 = 25093,61 \text{ Вт.}$$

Приклад 2. Визначити встановлену потужність конвеєрної печі безперервної дії, призначеної для сушіння вологих металевих виробів. Початкові дані:

- конвеєр металевий;
- питома теплоємність матеріалу конвеєра: $c_k = 1477 \text{ Дж/кг}\cdot\text{°C}$;
- початкова і кінцева температура: $t_1 = 200 \text{ °C}$; $t_2 = 230 \text{ °C}$;
- середня теплоємність матеріалу виробів в інтервалі температур $20\text{--}200 \text{ °C}$: $c = 963 \text{ Дж / кг}\cdot\text{°C}$;
- протягом однієї години прогрівається вага виробів: $G = 300 \text{ кг}$;
- середня теплоємність води: $c_{H_2O} = 4,187 \times 10^3 \text{ Дж/кг}\cdot\text{°C}$;
- швидкість випаровування вологи: $M_2 = 4,16 \times 10^{-3} \text{ кг/с}$;
- середня теплоємність водяної пари при атмосферному тиску (в інтервалі температур від $100\text{--}200 \text{ °C}$) – $2012 \text{ Дж/кг}\cdot\text{°C}$;
- в печі протягом години здійснюється чотириразовий повітрообмін;
- обсяг печі: $V_{\text{п}} = 100 \text{ м}^3$;
- питома теплоємність сухого повітря – $1021 \text{ Дж/кг}\cdot\text{°C}$;
- щільність сухого повітря – $0,916 \text{ кг/м}^3$;
- потужність теплових втрат з зовнішніх поверхонь стінок печі становить 20% корисної потужності;
- прихована теплота пароутворення $\lambda = 2,26 \times 10^6 \text{ Дж/кг}$.

Рішення

Встановлена потужність:

$$P_y = k_z \cdot P_1,$$

де $k_z = 1,3$.

Споживана потужність:

$$P_1 = P_{\text{пол}} + P_{\text{всп}} + P_{\text{пот}} + P_{\text{ак}},$$

де $P_{\text{пол}}$ – потужність, що споживана для розігріву виробів;

$P_{всп}$ – потужність, що споживана для розігріву допоміжного обладнання (вантажу, транспортувальних пристроїв і тощо);

$P_{пот}$ – потужність, що споживана на відновлення теплових втрат;

$P_{ак}$ – потужність, яка акумулюється огороджувальними конструкціями, що знаходяться у зоні підвищених температур (можна знехтувати).

1. Корисна потужність, що споживана на нагрів сухих виробів:

$$P_{п1} = M \cdot c (t_2 - t_1),$$

де $M_1 = \frac{G}{\tau} = \frac{300}{3600} = 0,083$ кг/с – продуктивність

$$P_{п1} = 0,083 \times 963 \cdot (200 - 20) = 14387,22 \text{ Вт.}$$

2. Корисна потужність, що споживана на нагрів води до температури 100 °С і її випаровування:

$$P_{п2} = M_2 \cdot c (t_2 - t_1) + \lambda \cdot M_2,$$

$$P_{п2} = 4,16 \times 10^{-3} \cdot 4,187 \times 10^3 (100 - 20) + 2,26 \times 10^6 \cdot 4,16 \times 10^{-3} = 10795,03 \text{ Вт.}$$

3. Корисна потужність, що споживана на нагрів водяного пару:

$$P_{п3} = M \cdot c (t_2 - t_1),$$

де t_1 – початкова температура (100 °С);

t_2 – кінцева температура (200 °С)

$$P_{п3} = 4,16 \times 10^{-3} \times 2012 \times (200 - 100) = 836,99 \text{ Вт}$$

4. Сумарна корисна потужність:

$$P_{п} = P_{п1} + P_{п2} + P_{п3}$$

$$P_{п} = P_{п1} + P_{п2} + P_{п3} = 14387,22 + 10795,03 + 836,99 = 26019,24 \text{ Вт.}$$

5. Втрати потужності, споживаної на нагрів конвектора (нагрів додаткового обладнання):

$$P_{\text{всп}} = P_{\text{пл}} = M \cdot c (t_2 - t_1),$$

де t_1 – початкова температура (20 °C); t_2 – кінцева температура (200°C),

$$P_{\text{всп}} = 0,083 \times 1477 \times (200 - 20) = 7126,38 \text{ Вт.}$$

6. Потужність, що споживана на нагрів сухого повітря при необхідному повітряному обміні:

$$P_{\text{пл}} = M \cdot c (t_2 - t_1),$$

$$\text{де } M = \frac{\gamma_{\text{в}} \cdot V_{\text{п}} \cdot 4}{3600} = 0,1018,$$

$\gamma_{\text{в}}$ – щільність сухого повітря; $V_{\text{п}}$ – об'єм печі.

$$P_{\text{пл}} = 0,1018 \times 1021 \times (200 - 20) = 18704,72 \text{ Вт.}$$

7. Потужність теплових втрат через стінки печі:

$$P_{\text{п3}} = 0,2 \cdot P_{\text{пол}}.$$

$$P_{\text{п3}} = 0,2 \times 26019,24 = 5203,85 \text{ Вт.}$$

8. Сумарна потужність теплових втрат:

$$P_{\text{п}} = P_{\text{п2}} + P_{\text{п3}}$$

$$P_{\text{п}} = 18704,72 + 5203,85 = 23908,57 \text{ Вт.}$$

9. Встановлена потужність:

$$P_{\text{п}} = P_{\text{пол}} + P_{\text{вспом}} + P_{\text{пот}};$$

$$P_{\text{п}} = 26019,24 + 7126,38 + 23908,57 = 57054,19 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{у}} = 1,3 \cdot 57054,19 = 74170,45 \text{ Вт.}$$

Приклад 3. Розрахувати параметри нагрівального елемента печі опору.

Вихідні дані для розрахунку нагрівального елемента (НЕ):

- номінальна потужність печі $P_H = 17$ кВт;
- номінальна напруга $U_H = 380$ В; фазна напруга $U_\phi = 220$;
- температура нагрівального елемента: $t_p = 800^\circ\text{C}$;
- питома поверхнева потужність при теплообміні $W_s = 0,58$ Вт / см²;
- внутрішні розміри печі: ширина – 0,8 м; висота – 0,6 м.

Визначити:

- основні електричні величини: струму (лінійний і фазний) I_L, I_ϕ , опору R_L, R_ϕ , потужність P_ϕ ;
- параметри нагрівального елемента: діаметр $d, W, L_\phi, R_\phi, W_d$;
- масу і спосіб укладання нагрівального елемента в печі;
- визначення довжини нагрівального елемента m .

Рішення

1. Визначення основних електричних величин

а) визначення лінійних і фазних струмів навантажень за формулами:

$$I_L = \frac{P_H}{U_H};$$

$$I_L = \frac{17 \cdot 10^3}{380} = 44,8 \text{ А};$$

$$I_\phi = \frac{P_\phi}{U_\phi} = \frac{I_L}{\sqrt{3}};$$

$$I_\phi = \frac{44,736}{\sqrt{3}} = 25,858 \text{ А};$$

$$R_L = \frac{U_L^2}{P_H};$$

$$R_{\text{н}} = \frac{380^2}{17 \cdot 10^3} = 8,494 \text{ Ом};$$

$$P_{\text{ф}} = \frac{U_{\text{ф}}^2}{P_{\text{н}} / 3};$$

$$P_{\text{ф}} = \frac{220^2}{5,66 \cdot 10^3} = 8,55 \text{ Ом}.$$

де $U_{\text{л}}$, $U_{\text{ф}}$ – напруга лінійна і фазна, В.

Вибирається нагрівальний елемент круглого перетину Х15Н60-Н з $t_p = 950^\circ\text{C}$ з питомим опором $\rho_{20} = 1,12 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$.

Вибір форми елемента проводиться в залежності від потужності печі.

Діаметр круглого перетину (у вигляді спіралі або зигзагу):

$$d = \sqrt[3]{\frac{4P_{\text{ф}}^3 \cdot \rho_{\text{гор}}}{\rho^2 \cdot U_{\text{ф}}^2 \cdot W_{\text{д}}}},$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 8,55^3 \cdot 1,219 \cdot 10^{-6}}{3,14^2 \cdot 220^2 \cdot 0,131}} = 1,36 \text{ мм}.$$

де $\rho_{\text{гор}}$ – питомий електричний опір матеріалу в гарячому стані, Ом·м;

$$\rho_{\text{гор}} = \rho_{20} \cdot \alpha$$

α – поправочний коефіцієнт електричного опору при 800°C

$\alpha = 1,089$;

$W_{\text{д}}$ – допустима удельная поверхностная мощность нагревателя, Вт/м²;

$P_{\text{ф}}$ – мощность на фазу, Вт.

$\rho_{20} = 1,12 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$ для нихромного сплава Х15Н60–Н.

$$\rho_{\text{гор}} = 1,12 \cdot 1,089 = 1,219 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

$$W_{\text{д}} = \varepsilon_{\text{пр}} \cdot W_{\text{с}} \cdot \alpha_{\text{эф}},$$

де $\alpha_{\text{эф}}$ – эффективный коэффициент при $W_s = 0,58 \text{ Вт/см}^2$;

$\varepsilon_{\text{пр}} = 0,033$ – приведенный коэффициент теплового излучения.

$$W_d = 0,033 \cdot 0,58 \cdot 0,68 = 0,131 \text{ Вт/м}^2$$

Вибираємо стрижень круглого перетину Х15Н60-Н з діаметром $d = 1,4 \text{ мм}$.

Визначення довжини нагрівального елементу:

$$L_{\phi} = \frac{R \cdot \rho^2}{4\rho_{\text{гор}}} = \frac{\rho \cdot U_{\text{сп}}^2}{4P_{\phi} \cdot \rho_{\text{гор}}}$$

$$L_{\phi} = \frac{R \cdot \rho^2}{4\rho_{\text{гор}}} = \frac{\rho \cdot U_{\text{сп}}^2}{4P_{\phi} \cdot \rho_{\text{гор}}} = \frac{3,14 \cdot 220^2 \cdot 1,4 \cdot 10^3}{4 \cdot 5,66 \cdot 10^3 \cdot 1,219} = 7,489 \text{ м.}$$

3 ТЕСТОВИЙ КОНТРОЛЬ

Однією з основних складових рейтингової системи є тестовий контроль знань, вмінь і навичок студентів, який дозволяє ефективно й об'єктивно оцінювати їх успішність. З цією метою на базі наведеного переліку контрольних запитань для самостійної роботи розроблено комплект тест- завдань, які знаходяться у пакеті навчальної дисципліни.

4 КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ВІДПОВІДЕЙ

За кожен правильну відповідь нараховується 1 бал або 100 %. Відповідь правильна – 100 % (дорівнює оцінці «5»); Відповідь правильна, але є неточності – 75–95 % (дорівнює оцінці «4»); Відповідь не зовсім правильна – 60–74 % (дорівнює оцінці «3»); не правильна відповідь – 0–59 %, відповідь не зараховується.

Тести зі змістовних модулів мають визначену кількість питань, кожен правильну відповідь на питання оцінюють 1 балом, а потім виводиться за набраними балами відсоткове значення правильної відповіді і відповідна оцінка (наприклад, за 30 питань: 30 балів – 100 %, 22,5 балів – 75 %, 18 балів – 60 % і т. п.).

5 ПИТАННЯ ДЛЯ ЕКЗАМЕНУ

Для отримання екзаменаційні з дисципліни необхідно виконати завдання, що закладені в темах для самостійного вивчення навчального матеріалу і змістовних модулях:

Змістовний модуль 1.1 Теплові електротехнологічні установки.

Змістовний модуль 1.2 Електрозварювальні, електролізні та електронно-йонні установки.

З метою оцінки якості засвоєння студентами навчального матеріалу під час самостійної роботи та практичного завдання, а також отримання екзамену пропонується перелік контрольних запитань з даної дисципліни відповідно щодо вказаних вище змістовних модулів.

1. Як класифікуються електротехнологічні установки?
2. Що належить до електротермічних установок нагрівання опором?
3. Як класифікуються за призначенням електричні печі опору?
4. Перелічити головні елементи електричних печей опору.
5. Що таке ковпакова піч?
6. Пояснити особливості роботи елеваторної та камерної печей.
7. Пояснити роботу конвеєрної, штовхальної та протяжної печей.
8. Що таке установки прямого нагріву та їхнє призначення?
9. Пояснити особливості роботи тигельних печей.
10. Яке електрообладнання використовується у процесі регулюванні параметрів печей опору?
11. Перелічити головні електронагрівальні установки.
12. Що таке електричний генератор та електродні котли?
13. Для чого призначені рідинні установки? Особливості їхньої роботи.
14. У чому полягає сутність роботи електрошлакових установок?
15. Для чого використовується електрошлакове зварювання?
16. Перелічити установки електроопалення та електрообігрівання?
17. Чим відрізняється світлий кварцовий випромінювач від темного?
18. Для чого застосовується індукційне нагрівання?
19. Перелічити головні елементи та параметри індукційного нагрівання.
20. Пояснити призначення індуктивних плавильних печей.
21. Пояснити особливості роботи індуктивних плавильних печей.
22. З чого складається індуктивна одиниця каналної плавильної печі?
23. Які існують види індукційних каналних печей і в чому полягає їхня особливість?
24. Призначення та особливості роботи індукційної тигельної печі.
25. Де використовуються індукційні нагрівальні установки?
26. Пояснити особливості роботи індукційної нагрівальної установки?
27. У чому полягає індукційне загартування?
28. Призначення установок діелектричного нагрівання.

29. Як класифікуються установки діелектричного нагрівання.
30. Пояснити явище виникнення електричної дуги та її особливості.
31. Що таке собою дугова піч? Пояснити її призначення.
32. У чому полягає класифікація дугових печей?
33. Що належить до шихтових матеріалів?
34. Які головні елементи входять до складу дугових печей змінного струму?
35. У чому полягає технологія плавлення сталі в дугових печах?
36. Що таке окислювальний та відновлений періоди під час плавлення металу?
37. Які існують методи виплавлення сталі?
38. Пояснити призначення дугових печей непрямої дії.
39. Що належить до електрообладнання дугових печей непрямої дії?
40. Яку роль грають пічні трансформатори?
41. Пояснити призначення реактора в ланцюзі електрообладнання печі.
42. Як класифікуються електрозварювальні установки?
43. У чому полягає принцип дії дугових електрозварювальних установок?
44. Як класифікуються зварювальні дуги та їхні характеристики?
45. Які джерела зварювальної дуги Ви знаєте?
46. Проаналізуйте головні види зовнішніх характеристик джерел живлення зварювальної дуги.
47. Які режими дугового зварювання Ви знаєте?
48. Охарактеризуйте зварювальні трансформатори як джерела зварювальної дуги (класифікація, головні елементи, схеми включення).
49. Дайте характеристику зварювальним випрямлячам як джерел зварювальної дуги (класифікація, головні елементи, схеми включення).
50. Дайте характеристику зварювальних генераторів постійного струму як джерел зварювальної дуги (класифікація, головні елементи, схеми включення).
51. Наведіть приклади типових зразків зварювальних трансформаторів для ручного зварювання, їхнє призначення та головні характеристики.

52. Наведіть приклади типових зразків зварювальних випрямлячів, їх призначення та головні характеристики.

53. Наведіть приклади типових зразків електрозварювальних установок для аргонодугового зварювання, їхнє призначення та головні характеристики.

54. Наведіть приклади типових зразків зварювальних генераторів постійного струму, їхнє призначення та головні характеристики.

55. Як класифікуються контактні електрозварювальні установки?

56. Назвіть основне електрообладнання електрозварювальних установок для контактного зварювання.

57. Які типові електричні схеми електрозварювальних установок для контактного зварювання Ви знаєте?

58. Наведіть приклади типових зразків зварювальних установок для контактного точкового та рельєфного зварювання, їхнє призначення та головні характеристики.

59. Дайте визначення та поясніть принцип дії електролізних установок.

60. Поясніть особливості роботи електролізних установок для отримання чистих металів із водних розчинів.

61. Поясніть особливості роботи електролізних установок для отримання чистих металів із розплавлених сполук солей.

62. Поясніть призначення головних складників частин електролізера для електролізу алюмінію та роботу установки.

63. Поясніть особливості роботи електролізних установок для одержання газів.

64. Які головні вимоги висуваються до електролізних установок при отриманні чистих металів та газів?

65. Дайте характеристику генераторів постійного струму як джерел живлення електролізних установок для одержання чистих металів та газів.

66. Дайте характеристику діодним агрегатам як джерел живлення електролізних установок для одержання чистих металів та газів.

67. Поясніть призначення головних складників перетворювальної підстанції з тиристорними агрегатами.

68. Поясніть призначення та особливості роботи електролізних установок для гальваностегії.

69. Які покриття отримують в установках для гальваностегії?

70. Які джерела живлення для електролізних установок гальванотехніки Ви знаєте?

71. Дайте характеристику електролізних установок як приймачів електричної енергії.

72. Які електротехнологічні установки називають електронно-іонними, в чому полягає принцип їхньої дії?

73. Наведіть характеристику основних сил, які діють на тверду частку в електростатичному полі електронно-іонної установки.

74. У чому полягає принцип дії електрофільтрів?

75. Як відбувається електросепарація сипучих сумішей в електронно-іонних установках?

76. Які переваги та недоліки електронно-іонних установок для електрофарбування?

77. У чому полягає принцип дії електронно-іонних установок для електродруку?

78. Наведіть приклади сучасних зразків електрофільтрів, їхнє призначення та головні характеристики.

79. Наведіть приклади сучасних зразків коронно-електростатичних сепараторів, їхнє призначення та головні характеристики.

80. Наведіть приклади сучасних зразків фарборозпилювачів, їхнє значення та головні характеристики.

81. Наведіть приклади сучасних зразків електронно-іонних установок, їхнє призначення та головні характеристики.

82. Як працюють установки для електрохімічної розмірної обробки?

83. Як класифікуються установки для електрохімічної розмірної обробки?

84. Як виконуються операції анодного полірування та травлення?
85. У чому полягає відмінність між без трафаретним та трафаретним електрохімічним маркуванням?
86. На чому базується принцип роботи установок для розмірної електрохіміко-гідравлічної установки?
87. Наведіть приклади та поясніть принцип роботи установок для розмірної електрохіміко-гідравлічної обробки шляхом різання.
88. У чому полягає особливість роботи установок для виконання копіювально-прошивних операцій?
89. У чому полягає особливість роботи установок для виконання токарних і фрезерних робіт?
90. На чому базується принцип роботи установок для розмірної електрохіміко-механічної обробки?
91. Поясніть особливості роботи установок для чистової анодно-механічної обробки.
92. У чому полягає відмінність у роботі установок для електроабразивної та електроалмазної обробки?
93. Поясніть особливості роботи установок для чорнової анодно-механічної обробки.
94. Які типові зразки установок для електрохімічної розмірної обробки Ви знаєте?
95. Дайте характеристику установок для електрохімічної розмірної обробки як приймачів електричної енергії.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Соловей О. І. Промислові електротехнологічні установки: навч. посібник / О. І. Соловей. – Київ : Кондор, 2009. – 172 с.
2. Милосердов В. О. Електротехнологічні установки та пристрої : навч. посібник / В. О. Милосердов. – Вінниця, 2007. – 135 с.
3. Василега П. О. Електротехнологічні установки : навч. посібник / П. О. Василега. – Суми : «Видавництво СумДУ», 2010. – 548 с.
4. Электротермические установки : учеб. пособие / Б. А. Сокунов, Л. С. Грובה. – Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, – 2004. – 122 с.
5. Гуцин С. Н. Теоретические основы энерготехнологических процессов цветной металлургии : учебник для вузов / С. Н. Гуцин, Н. Г. Агеев, Ю. В. Крючков. – Екатеринбург: УГТУ – УПИ, 2000. – 312 с. – ил.
6. Макаров Ф. К. Промышленные электротехнологические установки / Ф. К. Макаров, С. А. Сбитнев, М. Н. Староверов. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2003. – 250 с.
7. Авдеев В. А. Основы проектирования металлургических заводов / В. А. Авдеев, Б. И. Кудрин. – М. : Интермет Инжиниринг, 2002. – 190 с.
8. Минеев А. Р. Моделирование электротехнологических процессов и установок / А. Р. Минеев, А. И. Коробов, М. Я. Погребисский. – М. : Спутник, 2004. – 312 с.
9. Минеев А. Р. Электроснабжение и оптимизация потребления энергии электротехнологическими установками / А. Р. Минеев, М. Г. Кузьмин, Р. В. Минеев. – Новосибирск : изд. НГТУ, 2008. – 175 с.
10. Кудрин Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник / Б. И. Кудрин. – М. : Интермет Инжиниринг, 2005. – 200 с.

Інформаційні ресурси

11. Цифровий репозиторій ХНУМГ імені О. М. Бекетова [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://eprints.kname.edu.ua>

Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації
до організації самостійної роботи
та проведення практичних занять
із навчальної дисципліни

«ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНІ УСТАНОВКИ»

*(для підготовки магістрів за освітньо-науковою програмою спеціальності
141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка фахового
спрямування «Електричні системи і комплекси транспортних засобів»)*

Укладачі: **ПАВЛЕНКО** Тетяна Павлівна,
ЛУКАШОВА Наталя Павлівна,
КОСТЕНКО Іван Олександрович

Відповідальний за випуск *Ю. П. Бархасєв*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2020, поз. 346 М.

Підп. до друку 09.07.2020. Формат 60 × 84/16.
Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 1,3.
Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.