

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

**ПРОГРАМА, МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ,
КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ ТА ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ
З КУРСУ «ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ВИРОБНИЦТВА
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ТА ТЕПЛОТИ»**

**для студентів спеціальності 7.05020202 «Комп'ютерно-інтегровані
технологічні процеси та виробництва»
усіх форм навчання**

Харків 2014

Програма, методичні вказівки, контрольні завдання та лабораторні роботи з курсу «Основи проектування об'єктів виробництва електроенергії та теплоти».: Тютюник Л. І., Касілов В. Й., Іванова Л.А.– Х.: НТУ «ХП», 2014. – 36 с.

Укладачі: Л. І. Тютюник
 В. Й. Касілов
 Л. А. Іванова

РецензентВ. М. Кошельник

Кафедра парогенераторобудування

Затверджено на засіданні кафедри парогенераторобудування НТУ «ХП»
Протокол № 1 від 28 серпня 2014 р.

У авторській редакції

ВСТУП

Предметом навчальної дисципліни «Основи проектування об'єктів виробництва електроенергії та теплоти» є вивчення основних розділів: «Котельне устаткування», «Топкові пристрої та паливо».

У матеріалі курсу викладається фізична сутність робочих процесів в елементах і вузлах парового котла, описуються основні компоновки, різноманітні конструкції енергетичних, водогрійних та пароводогрійних котлів, які працюють як на твердому паливі, так і на газі та мазуті. Наводяться основні положення методики аеродинамічного опору елементів газоповітряного тракту котла, вибору тягодуттьової машини та теплової схеми котельної установки.

Також розглядаються допоміжні прилади котельних установок, у тому числі золоуловлювання, золошлаковидалення, тягодуттьові машини.

Студенти повинні знати загальну характеристику та конструкцію котлів, уміти визначати маркування котельного агрегату.

З метою закріплення лекційного матеріалу проводяться практичні заняття, де студенти засвоюють методику розрахунку теплового балансу та ККД котла, набувають навичок розрахунків теплових схем котельних.

Для контролю якості навчання студенти повинні виконати контрольні роботи.

Оцінку якості вивчення теоретичного матеріалу слід здійснювати за кількістю правильних відповідей на наведені в кінці розділу питання для самоперевірки. Форма відповідей може бути короткою: «так», «ні», «не знаю» або мати аргументоване обґрунтування. У разі виникнення утруднень з відповідями або невпевненості в їх правильності слід звернутися до пояснень, наведених в основній і додатковій літературі або за письмовою чи усною консультацією до викладача.

Після вивчення теоретичного матеріалу можна приступити до виконання контрольної роботи за відповідним розділом. Планомірне і послідовне вивчення теорії і рішення задач контрольних робіт є основним етапом підготовки до іспитів. Виконання контрольних робіт може бути здійснене із залученням комп'ютерної техніки шляхом самостійної розробки алгоритмів і програм або з використанням програм, наведених у літературі.

Основними вимогами до іспитів є знання теорії і розуміння фізичної суті процесів теплообміну, уміння вирішувати практичні задачі і аналізувати отримані результати.

Самостійна робота студентів щодо загального обсягу лекційного матеріалу передбачає вивчення багатьох питань.

Для кращого засвоєння деяких розділів курсу використовуються технічні засоби навчання: ПЕОМ, плакати, макети котлів.

З метою закріплення лекційного матеріалу проводяться лабораторні роботи:

1. Лабораторна робота на тему: «Визначення вологості твердого палива (метод непрямого визначення)».
2. Лабораторна робота на тему: «Визначення виходу летючих речовин у вугіллі».
3. Лабораторна робота на тему: «Визначення зольності вугілля».

РОЗДІЛ 1 КОТЕЛЬНЕ УСТАТКУВАННЯ

1 Основні поняття про котельне устаткування та їх роботу

1. Загальне положення.
2. Загальні характеристики котлів.
3. Компоновка котлів.
4. Прямоточні котли.
5. Пересувні котли.
6. Електрокотли.
7. Котли з природною циркуляцією низького тиску.
8. Енергетичні котли з природною циркуляцією.
9. Водогрійні та паро водогрійні котли.

Методичні вказівки

Матеріали цієї теми є необхідним комплексом визначень і понять, на базі яких викладаються подальші теми, тому студент повинен засвоїти ці поняття та визначення. Слід звернути особливу увагу на конструкцію котельних агрегатів та їх роботу, призначення.

Література: [1, стор. 303–361; 3, стор. 17–63; 4, ч.2, стор. 5–40; 5, стор. 215–280; 9, стор. 177–291; 10, стор. 5–37]

Питання для самоконтролю

1. Загальні характеристики котлів.
2. Котли з ПЦ низького тиску.
3. Енергетичні котли з ПЦ.
4. Прямоточні котли.
5. Компоновка котлів.
6. Низьконапірні, високонапірні, паровиробничі установки.
7. Котли непрямої дії і з неводяними теплоносіями.
8. Пересувні котли.
9. Електрокотли.
10. Водогрійні і пароводогрійні котли. Основні характеристики котлів.
11. Конструкції водогрійних котлів.
12. Пароводогрійні котли.
13. Умови і ефективність застосування котлів у технологічних системах.
14. Котли на виробничих газах, що відходять.
15. Котли, що використовують теплоту технологічного продукту.
16. Отримання пари в елементах технологічних установок і його перегрівання.
17. Особливості енерготехнологічного тепловикористання.

18. Енерготехнологічні агрегати для високотемпературних і низькотемпературних процесів.

19. Парові котли Білгородського заводу «Енергомаш».

20. Парові котли Бійського котельного заводу.

21. Парові котли Таганрогського заводу «Червоний котельщик».

22. Особливості роботи сталевих прямоочних водогрійних котлів.

23. Газомазутні водогрійні котли.

24. Водогрійні котли на твердому паливі.

25. Конструкція комбінованих водогрійних котлів на базі серійних прямоочних водогрійних котлів.

2. Котельне устаткування

1. Загальні відомості.

2. Паровий котел та його основні елементи.

3. Поверхні нагріву котла.

4. Конструкції вітчизняних котлів.

5. Тепловий баланс парового котла, ККД.

6. Технологічна схема котельного устаткування.

Методичні вказівки

Матеріали цієї теми є необхідним комплексом визначень і понять, на базі яких викладаються подальші теми, тому студент повинен засвоїти ці поняття та визначення. Слід звернути особливу увагу на розвиток конструкції котлів вітчизняних та закордонних виробників.

Література: [7, стор. 146-159]

Питання для самоконтролю

1. Розвиток конструкцій котлів.

2. Склад сучасного парового котла.

3. Випаровуванні поверхні.

4. Пароперегрівники.

5. Низькотемпературні поверхні нагріву.

6. Барабанні котли.

7. Котли-утилізатори.

3. Питання експлуатації котельного устаткування

1. Внутрішньокотлові процеси та водний режим парового котла.

2. Корозія поверхонь нагріву.

3. Особливості експлуатації котельного устаткування.

4. Охорона навколишнього середовища від шкідливих викидів котельних агрегатів.

Методичні вказівки

Матеріали цієї теми є необхідним комплексом визначень і понять, на базі яких викладаються подальші теми, тому студент повинен засвоїти ці поняття та визначення. Слід звернути особливу увагу на експлуатацію котла та питання які пов'язані з цим.

Література: [7, стор. 160-166]

Питання для самоконтролю

1. Внутрішньо котловий режим.
2. Зовнішня корозія.
3. Високотемпературна корозія.
4. Низькотемпературна корозія.
5. Внутрішня корозія.
6. ПДК.
7. Золоуловлювачі.
8. Призначення димової труби.
9. Котельня спроектована на чотири однотипні котлоагрегати з загальною димовою трубою. При закінченні монтажу першого котла він був введеним в експлуатацію. Взимку верхня частина труби почала руйнуватися. Чому?
 10. З якою метою в топці котла піддержується розрідження?
 11. До чого може призвести погашення факелу в топці котла?
 12. Чому недопустимо осадження накипу на внутрішній поверхні труб котла?
 13. Для чого потрібна неприливна продувка котла та можливо використати її теплоту?
 14. Як вплине на роботу електрофільтру збільшення швидкості димових газів?

РОЗДІЛ 2 ТОПКОВІ ПРИСТРОЇ ТА ПАЛИВО

4. Види та характеристики палива

1. Склад та основні характеристики твердого палива.
2. Склад та основні характеристики рідкого палива.
3. Склад та основні характеристики газоподібного палива.
4. Теплота згоряння палива.
5. Умовне паливо. Приведені характеристики.
6. Класифікація палива.

Методичні вказівки

Матеріали цієї теми є необхідним комплексом визначень і понять, на базі яких викладаються подальші теми, тому студент повинен засвоїти ці поняття та визначення. Слід звернути особливу увагу на характеристики твердого, рідкого та газоподібного палива.

Література: [7, стор. 118-126]

Питання для самоконтролю

1. Сухий беззольний стан.
2. Робочий стан.
3. Органічна сірка, колчеданна сірка.
4. Технічний аналіз палива.
5. Вологість, зольність.
6. Попутний газ, скраплений газ.
7. Коксовий та доменний газ.
8. Теплота згоряння.
9. Умовне паливо.
10. Буре, кам'яне вугілля.
11. Полуантрацити та антрацити.

5. Паливне господарство котельного устаткування

1. Загальні відомості.
2. Паливне господарство при використанні твердого палива.
3. Паливне господарство при використанні мазуту.
4. Газопостачання котельного устаткування.

Методичні вказівки

Матеріали цієї теми є необхідним комплексом визначень і понять, на базі яких викладаються подальші теми, тому студент повинен засвоїти їх. Слід

звернути особливу увагу на паливне господарство та паливоподачу котельного устаткування.

Література: [1, стор. 476–483; 3, стор. 156–175; 9, стор. 306–319]

Питання для самоконтролю

1. Вимоги до паливного господарства котельних.
2. Доставка твердого палива.
3. Склади твердого палива.
4. Підготовка твердого палива до спалювання.
5. Схема паливного господарства при роботі котла на твердому паливі.
6. Доставка мазуту.
7. Підготовка мазуту до спалювання.
8. Схема паливного господарства при роботі котла на мазуті.
9. Газопостачання котельних.
10. Схема паливного господарства при роботі котла на газі.

6. Топкові пристрої для газу, мазуту та твердого палива

1. Основні положення і класифікація газомазутних пальникових пристроїв.
2. Конструкції газомазутних пальникових пристроїв
3. Газомазутні передтопки і пальникові пристрої з двоступінчатим спалюванням палива
4. Шаруваті топкові пристрої для спалювання твердого палива
5. Пиловугільні топкові пристрої і пальники.

Методичні вказівки

Матеріали цієї теми є необхідним комплексом визначень і понять, на базі яких викладаються подальші теми, тому студент повинен засвоїти їх. Слід звернути особливу увагу на конструкцію топкових пристроїв та їх роботу.

Література: [1, стор. 62–182; 2; 3, стор. 63–91; ;4, ч.1, стор. 43–126; 5, стор. 74–215; 9, стор. 15–161; 10, стор. 37–89]

Питання для самоконтролю

1. Класифікація топків і загальні характеристики процесів.
2. Класифікація камер для підведення, нагрівного теплоносія.
3. Загальна класифікація топкових пристроїв.
4. Показники роботи топкових пристроїв.
5. Вимоги, що пред'являються до топкових пристроїв котлів.
6. Характеристики процесу горіння твердого палива в щільному шарі.
7. Спалювання газоподібного палива. Загальні положення.

8. Принципи організації спалювання газового палива.
9. Умови раціонального спалювання газоподібного палива.
10. Топки, класифікація пальників для газоподібного палива.
11. Спалювання газоподібного палива з низькою теплотою згорання.
12. Спалювання рідкого палива. Загальні положення.
13. Схеми розпилювання рідкого палива. Мазутні форсунки.
14. Основні положення і класифікація газомазутних пальникових пристроїв.
15. Спалювання твердого палива в шарі. Класифікація шаруватих топок.
16. Спалювання вугільного пилу в топках котлів. Особливості горіння вугільного пилу.
17. Розташування пальників на стінках топкової камери.
18. Топки для факельного спалювання вугільного пилу з гранульо-ваним шлаковидаленням.
19. Топки, для факельного спалювання вугільного пилу з рідким шлаковидаленням.

7. Класифікація топок та загальні характеристики процесів

1. Класифікація топок та загальні характеристики процесів.
2. Показники роботи топкових пристроїв.

Методичні вказівки

Матеріали цієї теми є необхідним комплексом визначень і понять, на базі яких викладаються подальші теми, тому студент повинен засвоїти ці поняття та визначення. Слід звернути особливу увагу на роботу топкових пристроїв.

Література: [1, стор. 62-78]

Питання для самоконтролю

1. Класифікація топкових пристроїв та їх характеристики.
2. Кінетична, дифузійна та проміжна області горіння палива. Час горіння палива, залежність їх від умов протікання процесу.
3. Схеми спалювання газоподібного, рідкого та твердого палива.
4. Основні показники роботи топкових пристроїв.

8. Спалювання газоподібного палива

1. Загальні положення.
2. Топки, класифікація пальників для газоподібного палива.
3. Спалювання газоподібного палива з низькою теплотою спалювання.
4. Спалювання газоподібного палива з високою теплотою спалювання.

5. Спалювання газу спільно з іншими видами палива.
6. Питання експлуатації газових топков. Запобігання утворення та зменшення шкідливих викидів.
7. Особливості розрахунку газових пальників та топков.

Методичні вказівки

Матеріали цієї теми є необхідним комплексом визначень і понять, на базі яких викладаються подальші теми, тому студент повинен засвоїти ці поняття та визначення. Слід звернути особливу увагу на роботу топкових пристроїв при спалюванні газу з високою та низькою теплоотою спалювання.

Література: [1, стор. 78-95]

Питання для самоконтролю

1. Схеми спалювання газоподібного палива та їх вплив на довжину та характеристику факелу, стійкість полум'я.
2. Класифікація та схеми пальників для спалювання газу.
3. Особливість спалювання газу з високою та низькою теплоотою спалювання. Топки для спалювання газоподібного палива.
4. Основи розрахунку пальників та топков для спалювання газоподібного палива.

9. Спалювання рідкого палива

1. Загальні положення.
2. Схеми розпилування рідкого палива. Мазутні форсунки.
3. Комбіновані газомазутні пальники.
4. Топки для спалювання рідкого палива та газомазутні предтопки. Питання експлуатації.

Методичні вказівки

Матеріали цієї теми є необхідним комплексом визначень і понять, на базі яких викладаються подальші теми, тому студент повинен засвоїти ці поняття та визначення. Слід звернути особливу увагу на роботу топкових пристроїв при спалюванні мазуту.

Література: [1, стор. 95-111]

Питання для самоконтролю

1. Механізм спалювання рідкого палива.
2. Способи розпилування рідкого палива.
3. Форсунки та топки для рідкого палива, їх порівнювальна ефективність.
4. Присадки до мазуту та їх призначення.

10. Спалювання твердого палива у шарі

1. Класифікація шарових топок.
2. Характеристики процесу спалювання твердого палива в щільному шарі.
3. Топки для спалювання твердого палива в щільному шарі.
4. Немеханізовані та полу механізовані топки.
5. Механічні топки з ланцюговими решітками.
6. Топки з киплячим шаром.
7. Вивід шарових топок та основи їх розрахунку.

Методичні вказівки

Матеріали цієї теми є необхідним комплексом визначень і понять, на базі яких викладаються подальші теми, тому студент повинен засвоїти ці поняття та визначення. Слід звернути особливу увагу на роботу топкових пристроїв при спалюванні твердого палива у шарі.

Література: [1, стор. 111-133]

Питання для самоконтролю

1. Класифікація шарових топок.
2. Структура палаючого шару палива, газоутворення у шарі.
3. Спільність та відмінність процесів повного спалювання і газифікації твердого палива.
4. Полумеханічні та механічні топки. Схема розпалювання та спалювання шару твердого палива на ланцюговій решітці, призначення позонного дуття.
5. Шахтно-ланцюгові топки, процес спалювання в них.
6. Топки з киплячим шаром, особливості, переваги.
7. Галузі використання шарових топок та їх характеристики.

11. Спалювання твердого палива. Пилоприготування

1. Методи спалювання твердого палива.
2. Технологічні схеми спалювання пиловидного палива.
3. Повітряний баланс топки.
4. Особливості спалювання твердого палива в пиловидному стані. Основні схеми пило приготування.
5. Сушіння палива.
6. Розмелювання палива.
7. Вибір млинового пристрою та системи пилоприготування.

Методичні вказівки

Матеріали цієї теми є необхідним комплексом визначень і понять, на базі яких викладаються подальші теми, тому студент повинен засвоїти ці поняття та визначення. Слід звернути особливу увагу на роботу топкових пристроїв при спалюванні твердого палива та систему пилоприготування.

Література: [1, стор. 133-153; 6, стор. 368-379]

Питання для самоконтролю

1. Пиловидний, вихровий та шаровий методи спалювання.
2. Основні технологічні схеми спалювання пиловидного палива.
3. Повітряний баланс топки.
4. Коефіцієнт надлишку повітря в пальниках.
5. Переваги та недоліки спалювання твердого палива в пиловидному стані.
6. Системи пило приготування, галузь застосування.
7. Характеристика вугільного пилу. Техніко-економічний вибір тонкості помелу палива.
8. Характеристика млинів для розмелу вугілля, їх порівняльна ефективність, галузь застосування.

12. Спалювання вугільного пилу в топках котлів

1. Особливості спалювання вугільного пилу.
2. Пиловугільні пальники.
3. Розташування пальників на стінках топкової камери.
4. Топки для факельного спалювання вугільного пилу з гранульованим шлаковидаленням.
5. Топки для факельного спалювання вугільного пилу з рідким шлаковидаленням.
6. Циклонні та вихрові топки.
7. Зниження вмісту оксидів азоту та сірки в продуктах згоряння.
8. Математична модель горіння вугільного пилу.
9. Вибір та розрахункові характеристики топок для спалювання вугільного пилу.

Методичні вказівки

Матеріали цієї теми є необхідним комплексом визначень і понять, на базі яких викладаються подальші теми, тому студент повинен засвоїти ці поняття та визначення. Слід звернути особливу увагу на роботу топкових пристроїв при спалюванні твердого пиловидного палива.

Література: [1, стор. 153-182]

Питання для самоконтролю

1. Схеми розпалювання пилоповітряної суміші. Пиловугільні пальники.
2. Топки з твердим шлаковидаленням.
3. Топки з рідким шлаковидаленням.
4. Циклонні та вихрові топки, особливості їх роботи.
5. Шляхи зниження вмісту оксидів азоту та сірки в продуктах згорання.
6. Розрахункові характеристики топок для спалювання вугільного пилу.

13. Стислі вказівки до проектування топкових пристроїв

1. Загальні положення.
2. Камерні топки для спалювання твердого палива.
3. Камерні топки для спалювання мазуту та газу.
4. Топки для шарового спалювання палива.

Методичні вказівки

Матеріали цієї теми є необхідним комплексом визначень і понять, на базі яких викладаються подальші теми, тому студент повинен засвоїти ці поняття та визначення. Слід звернути особливу увагу на проектування топкових пристроїв при спалюванні твердого, рідкого та газоподібного палива.

Література: [8, стор. 65-70]

Питання для самоконтролю

1. Камерні топки.
2. Шарові топки.
3. Температура газів на виході із топкової камери.
4. Теплове навантаження.
5. Типи пальників, кількість пальників.

14. Розрахунки процесів горіння твердого, рідкого та газоподібного палива

1. Кількість повітря, яке необхідно для спалювання, теплота «спалювання» повітря.
2. Об'єми та склад продуктів згорання.
3. Ентальпії продуктів згорання. Н-і діаграма.

Методичні вказівки

Матеріали цієї теми є необхідним комплексом визначень і понять, на базі яких викладаються подальші теми, тому студент повинен засвоїти ці поняття та визначення. Слід звернути особливу увагу на розрахунки процесів горіння при спалюванні твердого, рідкого та газоподібного палива.

Література: [7, стор. 126-130]

Питання для самоконтролю

1. Стехіометричні рівняння.
2. Коефіцієнт надлишку повітря.
3. Адіабатна температура.
4. Теоретична температура.
5. Дійсна температура.

15. Основи теорії горіння та організація спалювання палива в промислових умовах. Топкові пристрої

1. Основи розрахунку та основні параметри топкових пристроїв.
2. Особливості спалювання газу.
3. Пальники та топки для газоподібного палива та газоподібних відходів виробництва.
4. Форсунки та топки для рідкого палива.
5. Особливості спалювання твердого палива.

Методичні вказівки

Матеріали цієї теми є необхідним комплексом визначень і понять, на базі яких викладаються подальші теми, тому студент повинен засвоїти ці поняття та визначення. Слід звернути особливу увагу на розрахунки процесів горіння при спалюванні твердого, рідкого та газоподібного палива.

Література: [7, стор. 130-145]

Питання для самоконтролю

1. Паровий котел.
2. Водогрійний котел.
3. Топка.
4. Рівняння теплового балансу.
5. Хімічний, механічний недопал.
6. Теплова напруга топкового об'єму.
7. Теплова напруга дзеркала спалювання.
8. Стабілізація факела.
9. Факельні топки.
10. Циклонні топки.
11. Топки з циркуляційним киплячим шаром.

16. Теплові електричні станції

1. Загальні данні.
2. ККД та теплова схема паротурбінної конвенційної ТЕС (КЕС).
3. Навантаження ТЕС та техніко-економічні показники.
4. АЕС.

Методичні вказівки

Матеріали цієї теми є необхідним комплексом визначень і понять, на базі яких викладаються подальші теми, тому студент повинен засвоїти ці поняття та визначення. Слід звернути особливу увагу на роботу теплових електричних станцій.

Література: [7, стор. 184-191]

Питання для самоконтролю

1. Чому в якості маневрених може бути використані газотурбінні ТЕС?
2. Як відрізняються графіки використання електроенергії від графіка навантаження електростанції?
3. Дати визначення КЕС, ГРЕС, ТЕЦ

17. Теплопостачання

1. Загальні положення.
2. Теплопостачання промислових підприємств.
3. Опалення.
4. Вентиляція.
5. Кондиціонування.

Методичні вказівки

Матеріали цієї теми є необхідним комплексом визначень і понять, на базі яких викладаються подальші теми, тому студент повинен засвоїти ці поняття та визначення. Слід звернути особливу увагу на теплопостачання та основні аспекти його.

Література: [7, стор. 191-203]

Питання для самоконтролю

1. Димові гази.
2. Вода та водяний пар.
3. джерело теплоти.
4. Режимми теплопостачання.

5. Теплове навантаження.
6. Теплова мережа, регулювання відпуску пари.
7. Тепловий баланс помешкання.
8. Електричне опалення.
9. Сонячне опалення.
10. Класифікація систем кондиціонування повітря.
11. Основні процеси та елементи кондиціонерів.
12. Холодильні машини.
13. Автоматичні кондиціонери.
14. Теплові насоси.

18. Збільшення ефективності використання паливноенергетичних ресурсів

1. Енергетичний та ексенергетичний методи оцінки недосконалення технологічних процесів.
2. Основні способи організації енергозберігаючих технологій.
3. Утилізація вторинних енергоресурсів (ВЕР),

Методичні вказівки

Матеріали цієї теми є необхідним комплексом визначень і понять, на базі яких викладаються подальші теми, тому студент повинен засвоїти ці поняття та визначення. Слід звернути особливу увагу на використання паливноенергетичних ресурсів.

Література: [7, стор. 203-208]

Питання для самоконтролю

1. Чому слід використовувати ВЕР?
2. Чому важко використовувати низькотемпературні ВЕР?
3. Коли використовують рекуперативні та регенеративні теплообмінники?

МОДУЛЬНІ КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ

Модульна контрольна робота №1 на тему: «Котельне устаткування».

Перелік рекомендованих питань:

1. Загальні характеристики котлів.
2. Котли з ПЦ низького тиску.
3. Енергетичні котли з ПЦ.
4. Прямоточні котли.
5. Компоновка котлів.
6. Низьконапірні, високонапірні, паровиробничі установки.
7. Котли непрямої дії і з неводяними теплоносіями.
8. Пересувні котли.
9. Електрокотли.
10. Водогрійні і пароводогрійні котли. Основні характеристики котлів.
11. Конструкції водогрійних котлів.
12. Пароводогрійні котли.
13. Умови і ефективність застосування котлів у технологічних системах.
14. Котли на виробничих газах, що відходять.
15. Котли, що використовують теплоту технологічного продукту.
16. Отримання пари в елементах технологічних установок і його перегрівання.
17. Особливості енерготехнологічного тепловикористання.
18. Енерготехнологічні агрегати для високотемпературних і низькотемпературних процесів.
19. Парові котли Білгородського заводу «Енергомаш».
20. Парові котли Бійського котельного заводу.
21. Парові котли Таганрогського заводу «Червоний котельщик».
22. Особливості роботи сталевих прямоточних водогрійних котлів.
23. Газомазутні водогрійні котли.
24. Водогрійні котли на твердому паливі.
25. Конструкція комбінованих водогрійних котлів на базі серійних прямоточних водогрійних котлів.
26. Розвиток конструкцій котлів.
27. Склад сучасного парового котла.
28. Випаровуванні поверхні.
29. Пароперегрівники.
30. Низькотемпературні поверхні нагріву.
31. Барабанні котли.
32. Котли-утилізатори.

33. Внутрішньо котловий режим.
34. Зовнішня корозія.
35. Високотемпературна корозія.
36. Низькотемпературна корозія.
37. Внутрішня корозія.
38. ПДК.
39. Золоуловлювачі.
40. Призначення димової труби.
41. Котельня спроектована на чотири однотипні котлоагрегати з загальною димовою трубою. При закінченні монтажу першого котла він був введеним в експлуатацію. Взимку верхня частина труби почала руйнуватися. Чому?
 42. З якою метою в топці котла піддержується розрідження?
 43. До чого може призвести погашення факела в топці котла?
 44. Чому недопустимо осадження накипу на внутрішній поверхні труб котла?
 45. Для чого потрібна неприливна продувка котла та можливо використати її теплоту?
 46. Як вплине на роботу електрофільтру збільшення швидкості димових газів?

**Модульна контрольна робота №2 на тему:
«Топкові пристрої».**

Рекомендований перелік питань:

1. Сухий беззольний стан.
2. Органічна сірка, колчеданна сірка.
3. Технічний аналіз палива.
4. Вологість, зольність.
5. Попутний газ, скраплений газ.
6. Коксовий та доменний газ.
7. Теплота згорання.
8. Умовне паливо.
9. Буре, кам'яне вугілля.
10. Полу антрацити та антрацити.
11. Робочий стан.
12. Вимоги до паливного господарства котельних.
13. Доставка твердого палива.
14. Склади твердого палива.
15. Підготовка твердого палива до спалювання.
16. Схема паливного господарства при роботі котла на твердому паливі.

17. Доставка мазуту.
18. Підготовка мазуту до спалювання.
19. Схема паливного господарства при роботі котла на мазуті.
20. Газопостачання котельних.
21. Схема паливного господарства при роботі котла на газі.
22. Класифікація топок і загальні характеристики процесів.
23. Класифікація камер для підведення, нагрівного теплоносія.
24. Загальна класифікація топкових пристроїв.
25. Показники роботи топкових пристроїв.
26. Вимоги, що пред'являються до топкових пристроїв котлів.
27. Характеристики процесу горіння твердого палива в щільному шарі.
28. Спалювання газоподібного палива. Загальні положення.
29. Принципи організації спалювання газового палива.
30. Умови раціонального спалювання газоподібного палива.
31. Топки, класифікація пальників для газоподібного палива.
32. Спалювання газоподібного палива з низькою теплою згорання.
33. Спалювання рідкого палива. Загальні положення.
34. Схеми розпилювання рідкого палива. Мазутні форсунки.
35. Основні положення і класифікація газомазутних пальникових пристроїв.
36. Спалювання твердого палива в шарі. Класифікація шаруватих топок.
37. Спалювання вугільного пилу в топках котлів. Особливості горіння вугільного пилу.
38. Розташування пальників на стінках топкової камери.
39. Топки для факельного спалювання вугільного пилу з гранульованим шлаковидаленням.
40. Топки, для факельного спалювання вугільного пилу з рідким шлаковидаленням.
41. Класифікація топкових пристроїв та їх характеристики.
42. Кінетична, дифузійна та проміжна області горіння палива. Час горіння палива, залежність їх від умов протікання процесу.
43. Схеми спалювання газоподібного, рідкого та твердого палива.
44. Основні показники роботи топкових пристроїв.
45. Схеми спалювання газоподібного палива та їх вплив на довжину та характеристику факелу, стійкість полум'я.
46. Класифікація та схеми пальників для спалювання газу.
47. Особливості спалювання газу з високою та низькою теплою спалювання. Топки для спалювання газоподібного палива.
48. Основи розрахунку пальників та топок для спалювання газоподібного палива.
49. Механізм спалювання рідкого палива.

50. Способи розпилювання рідкого палива.
51. Форсунки та топки для рідкого палива, їх порівнювальна ефективність.
52. Присадки до мазуту та їх призначення.
53. Класифікація шарових топок.
54. Структура палаючого шару палива, газоутворення у шарі.
55. Спільність та відмінність процесів повного спалювання і газифікації твердого палива.
56. Полумеханічні та механічні топки. Схема розпалювання та спалювання шару твердого палива на ланцюговій решітці, призначення позонного дуття.
57. Шахтно-ланцюгові топки, процес спалювання в них.
58. Топки з киплячим шаром, особливості, переваги.
59. Галузі використання шарових топок та їх характеристики.
60. Пиловидний, вихровий та шаровий методи спалювання.
61. Основні технологічні схеми спалювання пиловидного палива.
62. Повітряний баланс топки.
63. Коефіцієнт надлишку повітря в пальниках.
64. Переваги та недоліки спалювання твердого палива в пиловидному стані.
65. Системи пило приготування, галузь застосування.
66. Характеристика вугільного пилу. Техніко-економічний вибір тонкості помелу палива.
67. Характеристика млинів для розмелу вугілля, їх порівняльна ефективність, галузь застосування.
68. Схеми розпалювання пилоповітряної суміші. Пиловугільні пальники.
69. Топки з твердим шлаковидаленням.
70. Топки з рідким шлаковидаленням.
71. Циклонні та вихрові топки, особливості їх роботи.
72. Шляхи зниження вмісту оксидів азоту та сірки в продуктах згоряння.
73. Розрахункові характеристики топок для спалювання вугільного пилу.
74. Камерні топки.
75. Шарові топки.
76. Температура газів на виході із топкової камери.
77. Теплове навантаження.
78. Типи пальників, кількість пальників.
79. Стехіометричні рівняння.
80. Коефіцієнт надлишку повітря.
81. Адіабатна температура.
82. Теоретична температура.

83. Дійсна температура.
84. Паровий котел.
85. Водогрійний котел.
86. Топка.
87. Рівняння теплового балансу.
88. Хімічний, механічний недопал.
89. Теплова напруга топкового об'єму.
90. Теплова напруга дзеркала спалювання.
91. Стабілізація факела.
92. Факельні топки.
93. Циклонні топки.
94. Топки з циркуляційним киплячим шаром.
95. Чому в якості маневрених може бути використані газотурбінні

ТЕС?

96. Як відрізняються графіки використання електроенергії від графіка навантаження електростанції?
97. Дати визначення КЕС, ГРЕС, ТЕЦ
98. Димові гази.
99. Вода та водяний пар.
100. джерело теплоти.
101. Режими теплопостачання.
102. Теплове навантаження.
103. Теплова мережа, регулювання відпуску пари.
104. Тепловий баланс помешкання.
105. Електричне опалення.
106. Сонячне опалення.
107. Класифікація систем кондиціонування повітря.
108. Основні процеси та елементи кондиціонерів.
109. Холодильні машини.
110. Автоматичні кондиціонери.
111. Теплові насоси.
112. Чому слід використовувати ВЕР?
113. Чому важко використовувати низькотемпературні ВЕР?
114. Коли використовують рекуперативні та регенеративні теплообмінники?

КОНТРОЛЬНЕ ЗАВДАННЯ ДО КУРСУ «ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ТА ТЕПЛОТИ»

Методичні вказівки

До виконання завдання слід приступати тільки після вивчення даного розділу курсу. Тільки цілеспрямоване вивчення матеріалу принесе користь і допоможе закріпленню знань. Перед виконанням контрольної роботи рекомендується ознайомитися з додатковою навчальною літературою.

Номер варіанта контрольної роботи співпадає з порядковим номером студента в журналі.

Контрольне завдання складається з теоретичної частини та практичної частини.

Теоретична частина

Студенти повинні дати письмові відповіді на питання, номери яких показані в табл. 1.

Таблиця 1 – Номери питань до контрольної роботи

Номер варіанту	Номер теми	Номер питання
1	Тема 1	1-3
	Тема 2	1-3
	Тема 3	1-3
2	Тема 1	4-6
	Тема 2	4-7
	Тема 3	4-5
3	Тема 1	7-9
	Тема 3	6-8
	Тема 4	1-3
4	Тема 1	10-12
	Тема 3	9-11
	Тема 4	4-6
5	Тема 1	13-15
	Тема 3	12-14
	Тема 4	7-9
6	Тема 1	16-18
	Тема 4	10-11
	Тема 5	1-4

Продовження табл. 1

7	Тема 1 Тема 5 Тема 6	19-21 5-7 1-3
8	Тема 1 Тема 5 Тема 6	22-25 8-10 4-6
9	Тема 6 Тема 7 Тема 8	7 1-4 1-4
10	Тема 6 Тема 9 Тема 10	8-9 1-4 1-3
11	Тема 6 Тема 10 Тема 11	10-11 4-7 1-3
12	Тема 6 Тема 12 Тема 11	12-14 1-3 4-6
13	Тема 6 Тема 11 Тема 12	15-17 7-8 4-6
14	Тема 6 Тема 13 Тема 14	18-19 1-5 1-2
15	Тема 14 Тема 15 Тема 16	3-5 1-3 1-3
16	Тема 15 Тема 17 Тема 18	4-6 1-3 1-3
17	Тема 15 Тема 17	7-9 10-11 4-7
18	Тема 17	6-8 9-11 12-14

Методичні вказівки до теоретичної частини контрольного завдання

При оформленні контрольного завдання необхідно повністю наводити формулювання питань. Відповіді на поставлені питання повинні бути вичерпними і супроводжуватися необхідними малюнками і схемами з позначенням усіх елементів, текстом, поясненнями.

Практична частина

Практична частина контрольного завдання складається з розрахунку топково-пальникового пристрою парового або водогрійного котла. Для виконання завдання студент може використати продукцію, яку випускають вітчизняні та іноземні виробники в галузі енергомашинобудування.

Розрахунок починають з вибору котельного устаткування, його технічної характеристики та стислого опису. Слід додати до характеристики і ескіз, схему, або малюнок об'єкту.

Об'єктом проектування є топка парового котла з природною циркуляцією, або топка водогрійного котла. Обов'язково треба зазначити паропроductивність, або теплопродуктивність котла та паливо на якому працює котел.

Метою проектування є визначення характеристик продуктів згоряння на виході з топки, ККД котла і витрати палива для відомих навантаження та різновиду палива.

Розрахунок котла зроблено за нормативним методом і включає в себе тепловий розрахунок та перевірочний розрахунок. Тепловий розрахунок може бути конструктивним та перевірочним. Метою конструктивного теплового розрахунку є розробка топкового пристрою котла на задані продуктивність, параметри пари і живильної води, а також паливо. Перевірочний розрахунок виконують для існуючої конструкції котла з метою визначення для заданих навантаження і палива характеристик продуктів згоряння на виході із топки, ККД котла та витрата палива.

Перелік основних розділів при розрахунку:

1. Опис котла.
 - 1.1. Призначення та галузь застосування.
 - 1.2. Конструкція котла.
 - 1.3. Аналіз якості палива.
 - 1.4. Вибір системи пилоприготування.
 - 1.5. Вибір типу шлаковидалення.
 - 1.6. Підготовка до спалювання мазуту.
 - 1.7. Вибір типу та компоновки пальникових пристроїв.
 - 1.8. Температура газів на виході з топки.
 - 1.9. Повітряний баланс топки.
2. Характеристики середовища в газоповітряному тракті котла.

- 2.1. Вибір температури горячого повітря.
- 2.2. Повітряний баланс котла.
- 2.3. Розрахунок об'ємів повітря та продуктів згоряння.
- 2.4. Вибір температур відхідних газів та повітря на вході у повітряпідігрівач.
- 2.5. Розрахунок ентальпій повітря та продуктів згоряння.
3. Тепловий баланс котла.
 - 3.1. Найважливіша теплота 1 кг твердого (рідкого) або 1 м³ газоподібного палива.
 - 3.2. Втрати теплоти в котлі.
 - 3.3. Теплота, корисно використана в котлі.
 - 3.4. Витрата палива, яка подається в топку.
 4. Розрахунок теплообміну в топці.
 - 4.1. Геометричні характеристики топок.
 - 4.2. Розрахункові характеристики камерних топок
 - 4.3. Радіаційні властивості продуктів згоряння.
 - 4.4. Розрахунок теплообміну в топці котла.

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

Лабораторна робота «Визначення вологості твердого палива» (метод непрямого визначення)

Вступ

Вміст води в твердому паливі залежить від його хімічної природи, геологічного віку, а також від умов залягання, добування, зберігання та інше. Так найбільш старе вугілля (антрацит) має вміст води до 10%, а найбільш молоде вугілля (буре) до 50-60%. Вода в паливі являється небажаною домішкою і відноситься к так називаємому баласту. При визначенні вологості палива приходиться найбільш часто зустрічатися з деякими поняттями:

Вода робочого палива	W^p	
Вода зовнішня		$W^{вн}$
Гігроскопічна вода або вода аналітичної проби	W^a	

Вода W^p характеризується величиною загальної води палива, або зовнішньої води ($W^{вн}$) та гігроскопічної води аналітичної проби палива W^a .

Зовнішня вода $W^{вн}$ відокремлюється під час сушіння палива при комнатній температурі, в результаті якої настає рівновага між парами води, яка залишилася в паливі і парами води повітря (повітряно-сухе паливо).

Вода, яка залишилася в паливі після видалення води зовнішньої, носить назву гігроскопічної води або води аналітичної проби:

$$W^p = W^{зоб} + W^a \frac{100 - W^{зоб}}{100} \%$$

Найбільш простий та частіше від інших застосовується спосіб визначення води – це сушіння її в сушильному шкафу при $t = 102-105^\circ\text{C}$. Тривалість сушіння залежить від роду палива, розміру кусків та товщи шару.

Прибори, які використовують при визначенні води:

1. Аналітичні ваги.
2. Бюкс (стаканчик з кришкою).
3. Ексикатор.
4. Сушильний шкаф.

Проведення аналізу:

1. Вода робочого палива (W^p).

Середня проба палива, яку відібрали за відповідними правилами, доставляється в лабораторію в герметичній закритій банці. Банку з пробкою витирають, зважують і порівнюють з вагою, яку вказано в супровідних документах. Якщо змінення первонаочної ваги проби не перевищує 0,5% і з моменту приготування проби пройшло не більш як 12 годин, визначена волога палива називається робочою (W^p), в іншому її вважають лабораторною вологою (W^l).

В даній роботі визначається аналітична проба палива (W^a)

2. Гігроскопічна волога або волога аналітичної проби (W^a).

Звичайно для визначення вологості, зольності, вміст летючих і інших характеристик використовуються аналітичні проби палива.

Приготування аналітичної проби палива.

Аналітичну пробу палива готують із лабораторної проби. Лабораторну пробу сокращають методом квартовання до 500г і підсушують в сушильному шкафу при температурі $50\pm 5^\circ\text{C}$. Буре вугілля підсушують 5 годин, інші види палива – 3 години. Під час підсушування пробу перемішують через кожну годину. Підсушену пробу подрібнюють в лабораторній шаровому млині або ручним способом в металевій ступі до полного проходження через сито 0,21 Б (920 отв/см^2). Після цього пробу сокращають до 100-125 г і пересипають в герметично закриту банку. Приготована подібним образом проба використовується для визначення W^a .

Визначення вмісту вологи в аналітичній пробі.

Аналітичну пробу палива перемішують в банці ложечкою і із двох-трьох міст на різній глибині та точно виважений на аналітичних вагах бюкс беруть на зваження палива в 1-1,5 г.

Бюкс з паливом ставлять в нагрітий до $102-105^\circ\text{C}$ сушильний шкаф і сушать буре вугілля, антрацит і відходи збагачення – 2 години, інше палива – 1 годину. Під час сушіння бюкси повинні бути відкритими. Після сушіння бюкс із навіскою закривають, охолоджують в ексикаторі і важать. Після цього за 30 хвилин виконують контрольне сушіння. Якщо зменшення у вазі не значне, то сушіння продовжують до того часу, поки не стане менше 0,001г. або до зменшення ваги, яке можливе в результаті окислення вугілля. В іншому разі для розрахунків приймають результати пареостаннього зваження. Всі зваження виконуються з точністю 0,0002 г.

Загальне зменшення у вазі, яку розраховують в процентах до взятої навіски палива приймають за вміст вологи в аналітичній пробі (W^a).

Визначення результатів:

- | | |
|------------------------------------|-------------|
| 1. Вага бюкса (г) | а |
| 2. Вага бюкса + навіска палива (г) | б |
| 3. Навіска палива (г) | $B = б - а$ |

4. Вага бюкса з навесою після сушіння (г)

Д

5. Вміст води в % по вазі палива

$$W^a = \frac{(G - D)}{B} 100$$

Лабораторна робота «Визначення виходу летючої речовини із вугілля»

Вступ

Летючими речовинами називають ті газоподібні продукти, які виділяються із твердого палива при нагріванні його при температурі 850°C без доступу кисня.

Після видалення летючих речовин із вугілля, залишається нелетючий залишок – кокс.

Вихід летючих речовин та визначення випікаємості являються показниками, за допомогою яких можна визначити сорт (марку палива), а також передбачити властивості та склад палива.

Апаратура, яка застосовується.

1. Муфельна електрична піч з стійкою температурою нагріву $850\pm 25^{\circ}\text{C}$ (з терморегулятором /рис.1).
2. Термопара з гальванометром до 900°C .
3. Тіглі фарфорові глазуровані з притертими кришками (рис.2)
4. Ваги аналітичні.
5. Ексикатор.
6. Щипці.
7. Секундомер.

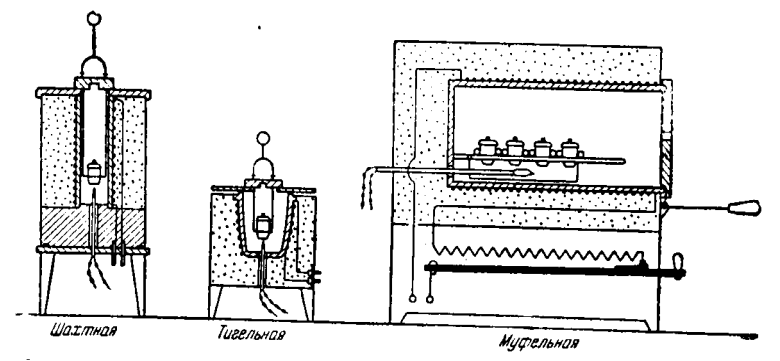


Рисунок 1 - Схематичні розрізи електричної печі для визначення виходу летючих речовин

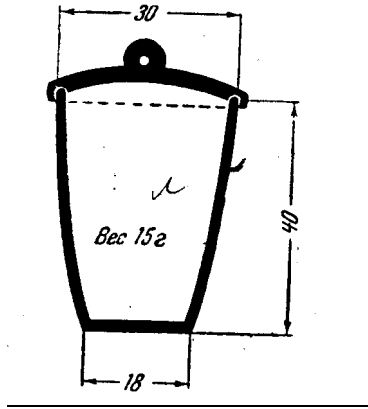


Рисунок 2 - Фарфоровий тигель для визначення виходу летючих речовин

Проведення аналізу .

В попередньо зважений тигель із аналітичної проби (див. роботу № 1) беруть навіску палива в $1 \pm 0,001$ г. Буре та кам'яне вугілля, яке має велику кількість летючих перед аналізом брикетують, щоб уникнути уносу часточок палива (іскріння).

Тіглі з навісками палива у вигляді порошку або брикета ставлять на підставку та по можливості швидко розташовують в попередньо нагріту до температури $850 \pm 25^\circ\text{C}$ муфельну піч. Тигель видержують в печі 7 хвилин . За 8 хвилин температура в печі повинна встановитися $850 \pm 25^\circ\text{C}$. Як що коливання температури в останні 4 хвилини виходить за межі $850 \pm 25^\circ\text{C}$, аналіз повинен бути повтореним. По закінченню 7 хвилин виймають тигель із печі, охолоджують його на повітрі не більш 5 хвилин, після чого остаточно охолоджують в ексикаторі та зважують. Зважування відбувається з точністю до 0,0002 г.

Зменшення ваги, яку розраховують у відсотках до навіски палива за відрахуванням вмісту вологи (W^a)%, приймають за вихід летючих (V^a).

Розрахунок результатів .

1. Вага тигля а
2. Вага тигля + навіска палива (г) б
3. Навіска палива (г) $V = б - а$
4. Вага тигля з навіскою після перебування в печі (г) Д
5. Вихід летючих в аналітичній пробі у відсотках по вазі палива

$$V^a = \frac{b - D}{B} 100 - W^a$$

Класифікація нелетючого остатку.

По зовнішньому виду отриманого коксового остатку, яке отримано при визначенні виходу летючих речовин можна візуально охарактеризувати спекаємість вугілля. Існує наступна шкала спекаємісті:

- а) Порошкообразний – який не спікся.
- б) Злипнувшийся – при легкому нажимі пальцем розсипається у порошок.
- в) Слабозпикшийся – при легком нажимі пальців розсипається на окремі кусочки.
- г) Зпекшийся не зплавлений – для розколювання на окремі кусочки необхідно приложити зусилля.
- д) Зплавлений, не взпучений – плоский корж з сріблястим металевим блиском поверхі.
- е) Зплавлений, взпучений – взпучений нелетючий остаток, з сріблястим металевим блиском поверхі, висотою менш 14 мм.
- ж) Зплавлений, сильно взпучений – взпучений нелетючий остаток, з сріблястим металевим блиском поверхі, висотою больш 15 мм.

Лабораторна робота «Визначення зольності вугілля»

Вступ

Зола є продуктом повного окислення та розкладання всіх мінеральних домішок, які знаходяться у вугіллі. Зола входить до складу баласту вугілля.

Прибори, які застосовують при визначенні золи.

1. Плоска фарфорова чашечка.
2. Аналітичні ваги.
3. Ексикатор.
4. Щипці.
5. Електричний муфель для озолення палива.
6. Термопара з гальванометром до 900°C.

Проведення аналізу.

При визначенні золи необхідно виконувати деякі умови:

1. Спалювання навіски повинно виконуватися при вільному доступі повітря, у відкритих тіглях.
2. Озолення навіски повинно виконуватися повільно без появи полум'я.
3. Температура прокалювання повинна досягати 800°C.
4. Необхідно доведення золи до постійної ваги.

Озолення вугілля виконується в плоских чашечках (лодочках) розміром 25x43 мм . Пронумеровані та прокалені до постійної ваги лодочки повинні зберігатися в ексикаторах . Перед тим як взяти навіску вугілля, вага лодочек перевіряється.

Існує стандартний метод визначення зольності палива, який заключається в наступному.

Аналітичну пробу палива ретельно змішують у відкритій банці та в попередньо зважену лодочку відбирають навіску в 1-2 г. Лодочку з навіскою вугілля розміщують у муфель холодний або нагрітий до температури не більш ніж 300°C. Потім нагрівають муфель до температури 800±25°C загалом 1-1,5 години та при цій температурі навіску вугілля прокалюють 1-2 години. Після цього лодочку виймають щипцями, охолоджують спочатку на повітрі 5 хвилин, потім в ексикаторі до кімнатної температури і зважують. Потім виконують контрольне полугодинне прокалювання лодочки з зольним залишком. Контрольне прокалювання повторюють до постійної ваги, тобто до тих пір, поки зменшення ваги не стане менше 0,001 г. або до збільшення ваги, яке можливо в результаті окислення вугілля. Для розрахунків приймають резуль-

тат передостаннього зважування. Усі зважування відбуваються з точністю до 0,0002 г.

Вагу зольного остатку, перерахований на відсотки до взятої навіски, приймають за вміст золи в аналітичній пробі (A^a).

Для отримання золи в абсолютно сухому та робочому паливі проводять розрахунок за формулами:

$$A^c = A^a \frac{100}{100 - W^a} \%$$

$$A^p = A^a \frac{100 - W^p}{100 - W^f} \%$$

де: A^c – вміст золи в абсолютно сухому паливі в %;

A^a - вміст золи в аналітичній пробі палива в %;

A^p – вміст золи в робочому паливі в %;

W^a – вміст вологи в аналітичній пробі палива в %;

W^p – вміст вологи в робочому паливі.

Обчислення результатів

- | | |
|--|---------------------------|
| 1. Вага плоскої чашечки (г) | а |
| 2. Вага плоскої чашечки з навіскою (г) | в |
| 3. Навіска (г) | с = в - а |
| 4. Вага чашечки з золою (г) | д |
| 5. Вміст золи зі взятої навіски | е = д - а |
| 6. Вміст золи у % за вагою вугілля | $A^a = \frac{e - 100}{c}$ |

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Сидельковский Л. Н. Котельные установки промышленных предприятий : Учебник для вузов/ Л. Н. Сидельковский – 3 изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
2. Теория горения и топочные устройства: учеб. пособие для студентов высш. учебных заведений / под ред. Д. М. Хзмаяна – М.: Энергия, 1976.
3. Бузников Е. Ф. Производственные и отопительные котельные/
 1. Е. Ф. Бузников – 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1984.
 4. Парогенераторы / под ред. А.П. Ковалева, – М.;Л.: Энергия, 1988.
 5. Рабинович О. М. Котельные агрегаты/ О.М. Рабинович – Л.: Машгиз, 1963.
 6. Хзмаян Д. М. Теория горения и топочные устройства/ Д.М. Хзмаян, Я.А. Каган - М.: Энергия, 1976.
 7. Теплотехника: учеб. для вузов/ под ред.. А.П. Баскакова – М.: Энергоатомиздат, 1991 г.
 8. Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод). М.; Энергия, 1973.
 9. Роддатис К. Ф. Котельные установки: учеб.пособие для студентов неэнергетических специальностей вузов./ К.Ф. Роддатис. – М.: Энергия, 1977. – 432 с.
 10. Александров В. П. Паровые котлы малой и средней мощности / В.П. Александров – 2-е изд. перераб. и доп. – Л.: Энергия, 1972. – 200 с.

ЗМІСТ

Вступ	3
Розділ 1. Котельне устаткування	5
1. основні поняття про котельне устаткування та їх роботу	5
2. Котельне устаткування	6
Розділ 2. Топкові пристрої та паливо	8
4. Види та характеристики палива	8
5. Паливне господарство котельного устаткування	8
6. Топкові пристрої для газу, мазуту та твердого палива	9
7. Класифікація топків та загальні характеристики процесів	10
8. Спалювання газоподібного палива	10
9. Спалювання рідкого палива	11
10. Спалювання твердого палива у шарі	12
11. Спалювання твердого палива. Пилоприготування	12
12. Спалювання вугільного палива в топках котлів	13
13. Стислі вказівки до проектування топкових пристроїв	14
14. Розрахунки процесів горіння твердого, рідкого та газоподібного палива	14
15. Основи теорії горіння та організація спалювання палива в промислових умовах. Топкові пристрої	15
16. Теплові електричні станції	16
17. Теплопостачання	16
18. Збільшення ефективності використання паливноенергетичних ресурсів	17
Модульні контрольні роботи	18
Контрольне завдання до курсу «основи проектування об'єктів виробництва електроенергії та теплоти»	23
Лабораторні роботи	27
Список джерел інформації	35
Зміст	36

Навчальне видання

Програма, методичні вказівки, контрольні завдання з курсу «Основи проектування об'єктів виробництва електроенергії та теплоти» для студентів спеціальності 7.05020202 «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси та виробництва» усіх форм навчання

Укладачі: ТЮТЮНИК Лариса Іванівна
КАСІЛОВ Віктор Йосипович
ІВАНОВА Лідія Анатоліївна

Відповідальний за випуск О. В. Єфімов
Роботу до друку рекомендував Е. Г. Братута

В авторській редакції

Підписано до друку 04.09.2014 р.
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Друк цифровий.
Гарнітура Georgia. Ум. друк. арк. 2,21.
Наклад 50 прим. Зам. № 20950

Віддруковано в ТОВ «ДРУКАРНЯ МАДРИД»
61024, м. Харків, вул. Ольмінського, 11
Тел.: (057) 756-53-25
www.madrid.in.ua e-mail: info@madrid.in.ua