

**Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 14- «Електрична
інженерія» зі спеціальності 144 - «Теплоенергетика»**

**«Топки та котельні установки ТЕС і промислових підприємств,
ядерні реактори та парогенератори АЕС»**

**165 год. / 5,5 кредити ЕКТС
(45 год. лекцій, 15 год. практичних занять)**

Навчальний контент

Модуль 1.

**Змістовний модуль 1. Топкові пристрой та ефективність використання
палива**

Тема 1. Вступ. Загальна характеристика котельної установки. Призначення котельних установок та їх класифікація. Джерела енергії для котельних установок. Загальна схема котельної установки та її елементи. Сучасні та перспективні схеми котельних установок. Місце і значення котла в системі котельної установки, його основні характеристики та загальна схема.

Тема 2. Елементи теорії горіння органічного палива. Фізико-хімічні основи процесу горіння. Гомогенне та гетерогенне горіння. Кінетичний та дифузійний принципи спалювання палива. Швидкість реакції горіння. Закон Арреніуса. Ланцюгові реакції горіння. Самозаймання палива та температура займання. Фізичні та хімічні стадії процесу горіння газоподібного, рідкого та твердого палив. Механізм горіння частинки твердого та краплинки рідкого палива. Розповсюдження полум'я. Роль аеродинамічних факторів при дифузійному горінні.

Тема 3. Розрахунок горіння палива. Загальні положення. Склад палива та його теплота згоряння. Матеріальний баланс котла. Теоретично необхідна кількість повітря. Коефіцієнт надлишку повітря. Склад і кількість продуктів згоряння. Енталпія продуктів згоряння.

Тема 4. Тепловий баланс котельного агрегату. Загальне рівняння теплового балансу котла. Наявна теплота. Корисно використана теплота. Коефіцієнт корисної дії котла (брутто і нетто). Витрата палива. Втрата теплоти з відхідними газами. Втрата теплоти від хімічної неповноти згоряння палива. Втрата теплоти від механічної неповноти згоряння палива. Втрата теплоти від зовнішнього охолодження. Втрата теплоти з фізичною теплотою шлаків. Втрата теплоти на охолодження панелей і балок. Втрата теплоти від неусталеного теплового стану котла. Залежність ККД від навантаження. Ексергетичний баланс котла.

Тема 5. Класифікація топкових процесів і топок. Класифікація топкових пристройів. Способи спалювання палива. Спалювання в щільному фільтруючому шарі. Процес у киплячому шарі. Факельний прямотечійний процес. Вихровий (циклонний) процес. Оцінка можливостей інтенсифікації горіння твердого палива. Показники роботи топкових пристройів.

Тема 6. Спалювання газоподібного палива. Організація спалювання газоподібного палива. Топки, класифікація пальників для газоподібного палива. Спалювання газоподібного палива з низькою теплотою згоряння. Спалювання газоподібного палива з високою теплотою згоряння. Спалювання газу разом з іншими видами палива. Питання експлуатації газових топок. Запобігання утворенню і зменшення шкідливих викидів. Особливості розрахунку газових пальників і топок.

Тема 7. Спалювання рідкого палива. Схеми розпилювання рідкого палива. Мазутні форсунки та їх розрахунок. Комбіновані газомазутні пальники. Топки для спалювання рідкого палива та газомазутні передтопки. Питання експлуатації.

Тема 8. Спалювання твердого палива у шарі. Класифікація шарових топок. Характеристики процесу горіння у щільному шарі. Топки для спалювання твердого палива у щільному шарі. Немеханізовані та напівмеханічні топки. Механічні топки з ланцюговими решітками. Секційне дуття. Запалювання шару. Гостре дуття. Топки з киплячим шаром. Вибір шарових топок та їх розрахунок.

Тема 9. Спалювання вугільного пилу. Особливості горіння вугільного пилу. Пиловугільні пальники. Розміщення пальників на стінах топкової камери. Камерні топки з твердим шлаковидаленням. Камерні топки з рідким шлаковидаленням. Циклонні і вихрові топки. Зниження вмісту оксидів азоту і сірки в продуктах згоряння. Вибір і розрахункові характеристики пиловугільних топок.

Тема 10. Теплообмін у топці. Фізична модель теплообміну у топці. Рівняння теплообміну у топці. Розрахунок теплообміну у однокамерній топці. Розрахунок теплообміну у двокамерній топці. Позонний тепловий розрахунок топкової камери. Розрахунок топок з киплячим шаром.

Модуль 2.

Змістовний модуль 2. Котельні установки. Парогенератори АЕС

Тема 11. Класифікація, характеристики та конструкції котлів. Основні напрямки розвитку котлів. Класифікація котельних агрегатів. Стандартизація параметрів пари та потужності парових котлів (ГОСТ 3619-82). Позначення типу котлів. Компонування парових і водогрійних котлів. Котли спеціального

призначення. Котли технологічних систем. Комбіновані енерготехнологічні агрегати.

Тема 12. Теплообмін у конвективних поверхнях нагріву. Рівняння тепlopерації та теплового балансу. Коефіцієнт тепlopерації. Коефіцієнти забруднення та теплової ефективності. Визначення коефіцієнтів тепловіддачі конвекцією та випромінюванням. Температурний напір. Інтенсифікація конвективного теплообміну. Коефіцієнт тепlopерації в оребрених поверхнях нагріву.

Тема 13. Гідродинаміка котла. Внутрішньокотлова гідродинаміка. Забезпечення природної циркуляції. Гідродинаміка паралельно включених труб з примусовою циркуляцією. Аеродинаміка газоповітряного тракту. Тяга та дуття. Системи газоповітряного тракту. Визначення аеродинамічних опорів. Аеродинаміка димової труби. Вибір вентилятора і димососа.

Тема 14. Водний режим і якість пари. Утворення накипу та вимоги до живильної води. Системи підготовки живильної води. Деаерація води. Водний режим і продувка котла. Сепарація і промивка пари.

Тема 16. Теплова схема котла. Характеристики теплової схеми. Температура продуктів згоряння на виході з топки. Теплосприймання у випарній системі, економайзері та пароперегрівнику. Підігрівання повітря і розташування економайзера і повітропідігрівника у газовому тракті. Температура відхідних газів.

Тема 17. Випарні поверхні нагріву. Пароперегрівники. Випарні поверхні нагріву та їх тепловий розрахунок. Класифікація та конструкції пароперегрівників. Компонування та тепловий розрахунок пароперегрівників. Регулювання температури пари. Економайзери та повітропідігрівники. Класифікація та конструкції економайзерів. Компонування та тепловий розрахунок економайзерів. Класифікація та конструкції повітропідігрівників. Компонування та тепловий розрахунок повітропідігрівників. Схеми взаємного розміщення економайзерів та повітропідігрівників.

Тема 18. Рекомендації з методики теплового розрахунку котла. Перевірочний і конструктивний розрахунок котла. Порядок і послідовність розрахунку. Розрахунок топки. Розрахунок пароперегрівника. Розрахунок економайзера. Розрахунок повітропідігрівника.

Тема 19. Каркас, обмурівка та теплова ізоляції котлів. Матеріали та міцність елементів котла. Каркаси парових та водогрійних котлів. Призначення та конструкції обмурівок. Матеріали обмурівки. Теплова ізоляція. Тепловий розрахунок обмурівки та теплової ізоляції. Умови роботи металу у котлі. Метал елементів котла та розрахунок їх міцності.

Тема 20. Абразивний знос, корозія, забруднення і очищення поверхонь нагріву. Абразивний знос. Корозія металу елементів котла. Високотемпературна корозія зовнішніх поверхонь нагріву. Низькотемпературна корозія зовнішніх поверхонь нагріву. Корозія металу внутрішніх поверхонь нагріву. Забруднення поверхонь нагріву. Очищення зовнішніх поверхонь нагріву від забруднень.

Тема 21. Очищення димових газів. Шлакозоловидалення. Вміст шкідливих домішок у продуктах згоряння. Класифікація способів очищення газів від твердих частинок. Механічні сухі золоуловлювачі. Мокрі золоуловлювачі. Електрофільтри. Тканинні фільтри. Порівняльна характеристика золоуловлювачів. Очищення від оксидів сірки та азоту. Вихід і характеристики шлаку і золи. Механічна система шлакозоловидалення. Пневматична система шлакозоловидалення. Гіdraulічна система шлакозоловидалення.

Тема 22. Основи проектування котельних установок. Області використання котельних. Вибір продуктивності та типу котельної. Вибір кількості і типу котлів. Теплові схеми котельних та їх розрахунок. Компонування котельних. Капіталовкладення на спорудження котельних. Основи експлуатації котельних установок. Організація експлуатації котельних. Контроль роботи. Технічний облік та технічна звітність. Показники роботи котельних установок. Планування роботи котельних. Калькуляція собівартості вироблення теплоти та пари. Теплотехнічні випробування котельних установок. Розвиток котельної техніки.

Тема 23. Парогенератори АЕС. Конструкції парогенераторів АЕС. Особливості проектування парогенераторів АЕС. Тепловий баланс і ККД парогенератора. Тепловий розрахунок парогенератора.

Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 14- «Електрична інженерія» зі спеціальності 144 - «Теплоенергетика»

«Топки та котельні установки ТЕС і промислових підприємств, ядерні реактори та парогенератори АЕС»

**165 год. / 5,5 кредити ЕКТС
(45 год. лекцій, 15 год. практичних занять)**

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Загальна схема котельної установки. Основні характеристики та загальна схема котла..	1
2	Теоретично необхідна кількість повітря. Коефіцієнт надлишку повітря. Склад і кількість продуктів згоряння. Енталпія продуктів згоряння.	1
3	Тепловий баланс котельного агрегату. Коефіцієнт корисної дії котла. Витрата палива.	1
4	Камерні топки для газоподібного та рідкого палива. Форсунки, газові пальники та комбіновані газомазутні пальники. Розміщення пальників у топці.	1
5	Шарові топки. Немеханізовані та напівмеханічні топки. Схеми закидачів палива. Механічні топки з ланцюзовими решітками.	1
6	Камерні топки для твердого палива. Пиловугільні пальники та їх розміщення у топці. Камерні топки з твердим та рідким шлаковидаленням. Циклонні та вихрові топки.	2
7	Методика теплового розрахунку однокамерної топки (метод ЦКТІ).	1
8	Конструкції промислових парових котлів (типу ДКВР, КЕ, ДЕ). Конструкції енергетичних парових котлів (типу БКЗ-75-39-440). Конструкції прямоструминних парових котлів.	1
9	Комбіновані парогазові установки. Пересувні котли. Електрокотли. Конструкції водогрійних котлів (типу ПТВМ, КВ-ГМ, КВ-ТС). Комбіновані пароводогрійні котли. Котли технологічних систем. Комбіновані енерготехнологічні агрегати.	1
10	Випарні поверхні нагріву. Класифікація та конструкції пароперегрівників. Регулювання температури пари.	1
11	Класифікація та конструкції економайзерів. Класифікація та конструкції повітропідігрівників. Схеми взаємного розміщення економайзерів та повітропідігрівників.	1

12	Методика теплового розрахунку конвективних поверхонь нагріву котла.	1
13	Гідродинаміка котла. Аеродинамічний розрахунок газоповітряного тракту котельної установки. Вибір димососа та вентилятора. Розрахунок розсіювання шкідливих домішок та висоти димової труби.	1
14	Теплові схеми котельних та їх розрахунок.	1
Разом		15

Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 14- «Електрична інженерія» зі спеціальності 144 - «Теплоенергетика»

«Топки та котельні установки ТЕС і промислових підприємств, ядерні реактори та парогенератори АЕС»

**165 год. / 5,5 кредити ЕКТС
(45 год. лекцій, 15 год. практичних занять)**

Завдання для поточного та підсумкового контролю

Модуль 1.

1. Джерела енергії для котельних установок.
2. Призначення, класифікація, загальна схема та склад котельної установки.
3. Місце і значення котла в системі котельної установки, його основні характеристики та загальна схема.
4. Матеріальний баланс процесу горіння палива.
5. Теоретична кількість повітря, що витрачається на горіння. Коефіцієнт надлишку повітря. Присоси повітря.
6. Склад і кількість продуктів згоряння палива.
7. Ентальпія продуктів згоряння.
8. Загальне рівняння теплового балансу котла. Визначення наявної теплоти та корисної потужності котельного агрегату.
9. Розрахунок ККД котла за прямим та зворотним балансом. ККД котла брутто і нетто. Визначення витрати палива.
10. Втрата теплоти з відхідними газами та напрямки її зниження. Вибір температури відхідних газів.
11. Втрата теплоти від хімічної неповноти згоряння та напрямки її зниження.
12. Втрата теплоти від механічної неповноти згоряння та фактори, від яких вона залежить.
13. Втрати теплоти від зовнішнього охолодження та з фізичною теплотою шлаків.
14. Залежність ККД котла від навантаження.
15. Гомогенне та гетерогенне горіння. Кінетичний та дифузійний принципи спалювання палива.
16. Фізичні та хімічні стадії процесу горіння газоподібного та рідкого палив. Механізм горіння краплині рідкого палива.
17. Фізичні та хімічні стадії процесу горіння твердого палива. Механізм горіння частинки твердого палива.
18. Швидкість реакції горіння. Закон діючих мас. Закон Ареніуса.
19. Ланцюгові реакції горіння.

20. Температура самозаймання палива. Нормальна швидкість розповсюдження полум'я. Концентраційні граници розповсюдження полум'я.
21. Роль аеродинамічних факторів при дифузійному горінні газоподібного палива. Схеми прямотечійного вільного затопленого струменя та факела.
22. Класифікація топок. Основні способи спалювання палива та їх характеристики.
23. Показники роботи топкових пристройів.
24. Принципи організації спалювання газоподібного палива.
25. Нестійка робота пальників (проскок та відрив полум'я). Способи забезпечення стійкого горіння.
26. Класифікація пальників для газоподібного палива.
27. Конструкції пальників для газоподібного палива з високою теплотою згоряння.
28. Конструкції пальників для газоподібного палива з низькою теплотою згоряння.
29. Топки для спалювання газоподібного палива та їх характеристики.
30. Питання експлуатації газових топок. Запобігання утворенню шкідливих речовин при спалюванні газоподібного палива та зменшення їх викидів.
31. Особливості спалювання рідкого палива. Схеми форсунок для розпилювання рідкого палива.
32. Конструкції механічних форсунок та форсунок з розпилювальним середовищем та їх порівняльна характеристика.
33. Паромеханічні форсунки та їх характеристика.
34. Ротаційні форсунки та їх характеристика.
35. Комбіновані газомазутні пальники (типу ГМГм).
36. Топки для спалювання рідкого палива та газомазутні (циклонні) передтопки. Питання експлуатації мазутних топок.
37. Класифікація шарових топок.
38. Характеристики процесу горіння твердого палива у щільному шарі.
39. Немеханізовані і напівмеханічні топки (типу ЗП-РПК).
40. Схеми закидачів палива.
41. Механічні топки з ланцюговими решітками (прямого та зворотного ходу).
42. Схема спалювання твердого палива на ланцюговій решітці прямого ходу. Секційне дуття. Випал та видалення шлаку.
43. Топки з киплячим шаром. Характеристики киплячого шару. Принципова схема котла з топкою киплячого шару.
44. Вибір шарових топок та основи їх розрахунку.
45. Особливості спалювання твердого палива у пиловидному стані.
46. Схеми систем пилоприготування.
47. Сушіння палива.
48. Розмелювання палива.
49. Конструкції млинових пристройів.
50. Вибір млинових пристройів та систем пилоприготування.
51. Особливості горіння вугільного пилу.

52. Принципові схеми пиловугільних вихрових пальників.
53. Конструкції вихрових пиловугільних пальників (типу ОРГРЕС).
54. Конструкції прямотечійних пиловугільних пальників.
55. Схеми запалювання пилоповітряної суміші.
56. Комбіновані пилогазові пальники.
57. Топки з молотковими млинами.
58. Розміщення пиловугільних пальників на стінах топкової камери.
59. Топки для факельного спалювання вугільного пилу з твердим шлаковидаленням та їх характеристики.
60. Топки для факельного спалювання вугільного пилу з рідким шлаковидаленням та їх характеристики.
61. Циклонні та вихрові топки.
62. Зниження викидів оксидів азоту та сірки в продуктах згоряння.
63. Вибір та розрахункові характеристики топок для спалювання вугільного пилу.
64. Теплообмін у топці.
65. Розрахунок теплообміну у однокамерній топці (нормативний метод).

Модуль 2.

1. Теплообмін у конвективних поверхнях нагріву. Рівняння теплообміну (теплопередачі) та теплового балансу.
2. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Коефіцієнти забруднення, теплової ефективності та використання конвективних поверхонь нагріву.
3. Коефіцієнт тепловіддачі конвекцією при поперечному омиванні пучків труб. Розрахунок швидкості димових газів та площі живого перерізу для проходу газів.
4. Коефіцієнт тепловіддачі конвекцією при поздовжньому омиванні поверхонь нагріву (течії у каналах). Еквівалентний діаметр каналу. Розрахунок швидкості теплоносіїв та живого перерізу.
5. Коефіцієнт тепловіддачі випромінюванням продуктів згоряння. Розрахунок температури забрудненої стійки труб.
6. Схеми руху теплоносіїв та розрахунок температурного напору у поверхнях нагріву.
7. Інтенсифікація радіаційного і конвективного теплообміну.
8. Фізична сутність природної циркуляції. Прості та складні контури.
9. Основне розрахункове рівняння природної циркуляції. Характеристики природної циркуляції (масова швидкість двофазного потоку, кратність циркуляції, приведені швидкості пари та води, масовий паровміст, швидкість циркуляції, напірний та витратний паровміст потоку).
10. Режими руху пароводяної суміші у вертикальних та горизонтальних трубах.
11. Розрахунок природної циркуляції.
12. Забезпечення природної циркуляції та надійність роботи котельних труб. Небезпечні режими для підйомної частини контуру (застій та

опрокидування циркуляції, розшарування потоку, режим граничної кратності циркуляції) та опускної частини контуру (кавітація та пароутворення в опускних трубах).

13. Гідродинаміка потоку в паралельно включених трубах з примусовою циркуляцією. Теплова та гіdraulічна нерівномірність у трубах. Гідродинамічна характеристика труб та забезпечення її стійкості.

14. Тяга і дуття в котельних установках. Схеми газоповітряного тракту.

15. Методика аеродинамічного розрахунку газоповітряного тракту.

16. Аеродинаміка димаря. Конструкції димових труб.

17. Вибір димососів і вентиляторів та їх регулювання.

18. Охорона навколошнього середовища від шкідливих викидів котельних установок. Вміст шкідливих домішок у продуктах згоряння.

19. Очищення продуктів згоряння від оксидів сірки.

20. Очищення продуктів згоряння від оксидів азоту.

21. Золоуловлювання. Конструкції золоуловлювачів та їх порівняльна характеристика.

22. Методика розрахунку розсіювання шкідливих домішок у продуктах згоряння і вибір висоти димових труб.

23. Утворення накипу і вимоги до живильної води котельних установок.

Показники якості живильної води котлів.

24. Системи підготовки живильної води. Деаерація живильної води.

25. Водний режим і продувка котла. Рівняння сольового балансу котла.

Ступінчасте випаровування води.

26. Внутрішньокотлова обробка води (корекційний метод обробки води).

27. Вимоги до якості пари. Утворення краплин води і винесення їх парою.

Принципи сепарації краплин вологи з пари та схеми сепараційних пристройів. Промивка пари.

28. Теплова схема котла. Теплосприймання елементів котла в залежності від тиску і перегріву пари.

29. Підігрівання повітря та розміщення економайзера і повітропідігрівника у газовому тракті.

30. Класифікація парових котлів та їх характеристики (типи і паропродуктивність котлоагрегатів, параметри пари). Компоновка парових котлів.

31. Конструкція і характеристики вертикально-водотрубних парових котлів з природною циркуляцією для шарового спалювання твердого палива (типу КЕ).

32. Конструкція і характеристики вертикально-водотрубних парових котлів з природною циркуляцією для спалювання газу і мазуту (типу ДЕ).

33. Конструкція і характеристики парових котлів екранного типу з природною циркуляцією для камерного спалювання твердого палива при сухому шлаковидаленні (типу К-50-40/14). Циркуляційна схема котла.

34. Конструкція енергетичного парового котла з природною циркуляцією (типу БМ-35-РФ). Циркуляційна схема котла.

35. Конструкція енергетичного парового котла з природною циркуляцією (типу ТП-230-Б).

36. Особливості конструкції, основні характеристики та схеми прямострумних парових котлів (типу Бенсона).

37. Принципові схеми парогазових установок та їх характеристики.

38. Класифікація водогрійних котлів та їх основні характеристики. Компоновка водогрійних котлів.

39. Конструкція і характеристики газомазутних водогрійних котлів з П-подібною компоновкою (типу ПТВМ-3ОМ) та їх циркуляційна схема.

40. Конструкція і характеристики газомазутних водогрійних котлів з Г-подібною компоновкою (типу КВ-ГМ-20-150) та їх циркуляційна схема.

41. Конструкція і характеристики водогрійних котлів з Г-подібною компоновкою для шарового спалювання твердого палива (типу КВ-ТСВ-10-150) та їх циркуляційна схема.

42. Конструкція і характеристики пароводогрійних котлів типу КВ-ТК-50-150.

43. Конструкції та основні характеристики котлів для утилізації теплоти відходних газів (типу КУ-125).

44. Конструкції та основні характеристики котла типу КСТК-35/40-100 для утилізації теплоти технологічного продукту (газів сухого тушіння коксу).

45. Енерготехнологічні агрегати для високотемпературних та низькотемпературних процесів.

46. Конструкції та основні характеристики парогенераторів АЕС.

47. Схеми конвективних і екранних паротвірних поверхонь нагріву котлів. Компоновка та методика їх теплового розрахунку.

48. Призначення і класифікація пароперегрівників. Конструкція, компоновка і методика теплового розрахунку пароперегрівників.

49. Регулювання температури перегрітої пари.

50. Типи і конструкції економайзерів. Компоновка і методика теплового розрахунку економайзерів.

51. Типи і конструкції повітропідігрівників. Компоновка і методика теплового розрахунку повітропідігрівників.

52. Загальні рекомендації з методики теплового розрахунку котла.

53. Каркас котлів.

54. Призначення обмурівки і вимоги до неї. Конструкція і тепловий розрахунок обмурівки.

55. Метал елементів котла та умови його роботи. Розрахунок на міцність елементів котла.

56. Абразивний знос поверхонь нагріву котла.

57. Високотемпературна корозія зовнішніх поверхонь нагріву.

58. Низькотемпературна корозія зовнішніх поверхонь нагріву.

59. Корозія металу внутрішніх поверхонь нагріву.

60. Забруднення поверхонь нагріву. Очищення зовнішніх поверхонь нагріву від забруднень.

61. Паливне хазяйство котельних установок при використанні твердого палива.
62. Паливне хазяйство котельних установок при використанні мазуту.
63. Газопостачання котельних установок.
64. Вихід і характеристики шлаку і золи. Схеми систем шлакозоловидалення.
65. Показники роботи котельних установок.

**Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 14- «Електрична
інженерія» зі спеціальності 144 - «Теплоенергетика»**

**«Топки та котельні установки ТЕС і промислових підприємств,
ядерні реактори та парогенератори АЕС»**

**165 год. / 5,5 кредити ЕКТС
(45 год. лекцій, 15 год. практичних занять)**

Завдання для самостійної роботи

Варіанти завдань до реферату

Модуль 1.

1. Перспективні джерела енергії для котельних установок.
2. Використання водовугільних суспензій в котельних установках.
3. Ексергетичний метод розрахунку ККД котельного агрегату.
4. Вплив коефіцієнта надлишку повітря на економічність та надійність роботи котельного агрегату.
5. Теплотехнічні випробування котельних агрегатів.
6. Напрямки зниження теплових втрат котельних агрегатів.
7. Перспективні способи спалювання низькосортних (високозольних та високовологих) твердих палив.
8. Конструкції топок з низькотемпературним киплячим шаром.
9. Конструкції пальників для газоподібного палива з низькою та високою теплотою згоряння.
10. Конструкції форсунок та їх порівняльна характеристика.
11. Зменшення викидів шкідливих речовин при експлуатації котельних установок.
12. Механізм горіння краплин рідкого палива та частинок твердого палива.
13. Конструкції пиловугільних пальників.
14. Спалювання горючих відходів суднобудівних підприємств.
15. Спалювання горючих відходів сільського господарства.
16. Конструкції шарових топок.
17. Спалювання горючих відходів переробки насіння соняшника.
18. Спалювання горючих відходів деревообробної промисловості.
19. Перспективні системи пилоприготування.
20. Циклонні та вихрові топки.
21. Методи розрахунку теплообміну у топках котельних агрегатів.
22. Конструкції топок з твердим та рідким шлаковидаленням.
23. Конструкції млинових пристройів та їх вибір.
24. Газомазутні (циклонні) передтопки.

Модуль 2.

1. Теплообмін у конвективних поверхнях нагріву.
2. Інтенсифікація радіаційного і конвективного теплообміну.
3. Забезпечення природної циркуляції та надійність роботи котельних труб.
4. Гідродинаміка потоку в паралельно включених трубах з примусовою циркуляцією.
5. Аеродинаміка димаря. Конструкції димових труб.
6. Конструкції димососів і вентиляторів, їх вибір та регулювання.
7. Очищення продуктів згоряння від оксидів сірки та азоту.
8. Системи підготовки живильної води. Деаерація.
9. Водний режим і продувка котла. Ступінчасте випаровування.
10. Конструкції золоуловлювачів та їх порівняльна характеристика.
11. Внутрішньокотлова обробка води.
12. Сепарація пари.
13. Класифікація парових та водогрійних котлів та їх компонувальні схеми.
14. Теплова схема котла. Теплосприймання елементів котла. Розміщення економайзера і повітропідігрівника у газовому тракті.
15. Перспективні схеми парогазових установок.
16. Конструкції котлів-утилізаторів теплоти відходних газів та технологічного продукту. Енерготехнологічні агрегати.
17. Регулювання температури перегрітої пари.
18. Високотемпературна та низькотемпературна корозія зовнішніх поверхонь нагріву.
19. Корозія металу внутрішніх поверхонь нагріву.
20. Системи шлакозоловидалення.
21. Очищення зовнішніх поверхонь нагріву котельного агрегату від забруднень.
22. Напрямки розвитку конструкцій котельних агрегатів.
23. Перспективні схеми котельних установок.