

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКА ДЕРЖАВНА ІНЖЕНЕРНА АКАДЕМІЯ
Кафедра теплоенергетики

ПРОГРАМА

Вступного іспиту до аспірантури зі спеціальності
144 - Теплоенергетика

Затверджено на засіданні
кафедри ТЕ
Протокол № 5 від
„ 09 ” 12 2015 р.

Зав. кафедри ТЕ
І.Г. Яковлева
„ 09 ” 12 2015 р.

Затверджено на засіданні
Вченої ради ЗДІА
Протокол № 11 від
„ 15 ” 12 2015р.

Вчений секретар
Лавроненко-Жорнік В.О.
„ 15 ” 12 2015 р.



Запоріжжя 2015 р.

1. Технічна термодинаміка.

Основні термодинамічні поняття. Термодинамічні системи, навколишнє середовище, взаємодія між ними. Стан рівноваги. Параметри (функції) стану. Внутрішня енергія. Термодинамічний процес. Рівноважні та нерівноважні процеси.

Перший закон термодинаміки як форма закону зберігання і перетворення енергії. Види енергії і форми обміну енергією. Механічна робота та інші види робіт. Тепло як форма обміну енергією. Визначення кількості роботи і теплоти у рівноважних процесах через параметри системи та їх зміна у безкраїх та кінцевих процесах. Робота і тепло як функція процесів.

Рівняння першого закону термодинаміки для проточної системи. Ентальпія, робота прогтовхування, технічна робота, розташувальна робота. Рівняння стану термодинамічних систем. Термічні та калориметричні рівняння стану. Загальні властивості рівнянь стану. Рівняння Клапейрона-Менделєєва і Ван-дер-Ваальсу як приклади рівнянь стану. Сучасні моделі рівнянь стану (термодинамічна теорія збурень, методи молекулярної динаміки та Монте-Карло).

Поняття теплоємності. Залежність теплоємності від характеру термодинамічного процесу. Визначення ізохорної та ізобарної теплоємностей через похідні від енергії та ентальпії по температурі. Мольна, масова та об'ємна питомі теплоємності. Залежність теплоємності ідеальних газів від температури. Істинна і середня теплоємність. Теплоємність суміші ідеальних газів.

Другий закон термодинаміки. Термодинамічна зворотність та незворотність. Зміна ентропії у незворотних процесах. Термодинамічні нерівності. Умови взаємного перетворення теплоти і роботи у прямих та обернених термодинамічних циклах. Термічний коефіцієнт прямого циклу і холодильний коефіцієнт оберненого циклу. Цикл та теорема Карно. Формулювання другого закону термодинаміки. Методи термодинамічного аналізу циклів (ентропійний, ексергетичний, термoeкономічний).

Характеристичні функції та термодинамічні потенціали. Внутрішня енергія, ізохорно-ізотермічний потенціал, ізобарно-ізотермічний потенціал як характеристичні функції. Можливість виразу термічних і калориметричних властивостей системи через характеристичні функції. Рівняння Гіббса-Гельмгольца. Співвідношення Максвелла.

Термодинамічна рівновага. Складні термодинамічні системи з фазовою та хімічною неоднорідністю. Основне рівняння термодинаміки для складної системи. Хімічний потенціал. Умови рівноваги складної системи при різних сполученнях з навколишнім середовищем. Принцип мінімальності характеристичних функцій. Зв'язок принципу мінімальності з принципом зростання ентропії у нерівноважних процесах. Умови термодинамічної рівноваги у Фазові переходи першого роду. Фазові діаграми чистої речовини. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Поняття про фазові переходи другого роду.

Термодинамічні властивості речовин на лінії фазових переходів. Термодинамічні властивості перегрітої пари та вологої пари. Поняття про

методи розрахунку ентропії, ентальпії і внутрішньої енергії реальних речовин з використанням даних про термічні властивості. Термодинамічні діаграми стану об'єм-тиск, об'єм-температура, ентропія-ентальпія, тиск-ентальпія.

Основні термодинамічні процеси. Об'єм розрахунку термодинамічного процесу. Процеси: ізохорний, ізобарний, ізотермічний, адіабатний, політропний. Визначення параметрів стану, зміна термодинамічних функцій в процесі, кількість теплоти, роботи, розташованої роботи у випадку ідеального газу і реальних речовин. багатозафазових багатоконпонентних системах. Правило фаз Гіббса. Процес дроселювання. Опис процесу. Ефект Джоуля-Томсона. Диференційний і інтегральний дросель-ефекти. Точки і крива інверсії.

Термодинаміка одномірного потоку. Основні припущення. Рівняння енергії потоку у термічній і механічній формах. Адіабатична течія без тертя. Зв'язок швидкості течії з ентальпією, температурою та тиском у потоці. Параметри гальмування. Течія по каналах змінного перерізу. Критичний перепад тиску, перехід через швидкість звуку. Сопло Лавалю. Поняття про поводження взаємодій. Дослідження процесів течії газу за допомогою ентропійних діаграм.

Вологе повітря. Характеристики стану вологого повітря. Абсолютна та відносна вологість. Діаграма станів вологого повітря. Процеси нагрівання, охолодження, зволоження та осушування.

Елементи хімічної термодинаміки. Використання першого закону термодинаміки до хімічних процесів. Закон Гесса. Рівняння Кірхгофа. Використання умов термодинамічної рівноваги до хімічних реакцій. Константа рівноваги для гомогенних газових реакцій, закон діючих мас. Ступінь дисоціації і її зв'язок із константами рівноваги. Поняття про максимальну роботу хімічної реакції. Поняття про тепловий закон Нернста.

2. Гідрогазодинаміка.

Концепція суцільного середовища. Основні гіпотези математичного опису руху газів та рідин. Ідеальна рідина. Основи гідростатики. Диференціальні рівняння гідростатики. Розподілення тиску у спокійних об'ємах рідин і газу. Закони Паскаля, Архімеда.

Загальні рівняння руху рідини у напруженнях. Диференційні рівняння руху ідеальної рідини (рівняння Ейлера). Зв'язок між напруженнями і деформаціями. Узагальнений закон Ньютона. Ньютонівські і неньютонівські рідини.

Диференційні рівняння руху в'язкої рідини, рівняння Нав'є-Стокса. Вихрові і потенціальні течії. Основні теореми руху: Коші-Гельмгольца, Гельмгольца, Стокса. Основні режими руху. Диференційні рівняння усередненого турбулентного руху (рівняння Рейнольдса). Напівемпіричні теорії турбулентності. Теорія шляху перемішування Прандтля. Сучасні теорії турбулентності.

Основи теорії пограничного шару. Диференційні рівняння ламінарного пограничного шару (рівняння Прандтля). Число Рейнольдса та товщина

ламінарного пограничного шару. Інтегральне рівняння пограничного шару (рівняння Кармана). Характерні масштаби пограничного шару (товщина "витискання", товщина "втрати імпульсу" і втрати енергії).

Гідродинаміка течії у каналах. Теоретичне рішення для течії рідин у довгих каналах. Закон Хагена-Пуазейля. Напівемпіричні співвідношення для розвинутої турбулентної течії у каналах.

Основи газодинаміки. Рівняння збереження для газовою потоку. Закон обертання впливу. Основні безрозмірні параметри і характеристики газових потоків. Число Маха і коефіцієнт швидкості. Газодинамічні функції.

Прямий і косий стрибок ущільнення (елементарна теорія). Рівняння ударної адіабати. Хвильові опори.

Елементарна теорія газовою ежектору.

Струминні течії у газах і рідинах. Затоплена турбулентна струмина.

Гідравлічний удар. Формула Жуковського.

3. Тепломасообмін.

Методи дослідження фізичних явищ. Основні положення феноменологічного і статистичного методів. Елементарні види переносу, їх механізм. Феноменологічні закони і коефіцієнти переносу. Основні положення теорії подібності. Метод аналізу розмірностей.

Математична модель процесу теплопровідності, диференційне рівняння теплопровідності, умови однозначності. Умови подібності процесів теплопровідності, критерії подібності. Стаціонарні процеси теплопровідності. Теплопровідність плоских, циліндричних, кульових одно- і багат шарових стінок при граничних умовах першого і третього роду, теплопередача. Узагальнений метод розв'язання задач теплопровідності. Теплопровідність при наявності внутрішніх джерел теплоти. Теплопровідність ребер, тепловіддача і теплопередача ребрених поверхонь. Нестационарні процеси теплопровідності. Нестационарна теплопровідність класичних тіл необмежених та тіл обмежених розмірів (пластини і циліндру, сфери). Теплопровідність при фазових перетвореннях. Регулярний тепловий режим. Нелінійні задачі теплопровідності. Наближені аналітичні методи розв'язання задач теплопровідності, числові методи.

Математична модель процесу конвективного теплообміну. Диференційні рівняння тепловіддачі, енергії, руху, суцільності, умови однозначності. Умови подібності процесів конвективного теплообміну, критерії подібності. Теплообмін при вільній конвекції при ламінарному і турбулентному русі біля вертикальній стінки, горизонтальній труби. Теплообмін при вільній конвекції в обмеженому просторі.

Теплообмін при вимушеній ламінарній течії. Теплообмін при повздовжньому омиванні поверхні. Диференційні рівняння теплового і гідродинамічного пограничних шарів. Інтегральні рівняння імпульсу і теплового потоку. Аналогія процесів переносу теплоти та імпульсу у пограничному шарі. Тепловіддача пластини при різних граничних умовах ,

аналітичні рішення.

Теплообмін при вимушеному турбулентному русі. Рівняння енергії та руху в осереднених величинах. Турбулентні коефіцієнти переносу. Турбулентні теплові потоки і дотичні напруження. Гідротеплова аналогія Рейнольдса. Тепловіддача при омиванні пластини і течії у каналах (рішення на підставі двох- трьохшарових моделях потоку). Тепловіддача при течії у каналах в області стабілізованого процесу (інтеграл Лайона). Тепловіддача при наявності у потоці джерел тепла. Тепловіддача при поперечному омиванні поодиноких труб і пучків.

Теплообмін високошвидкісних газових потоків. Математична модель процесу. Урахування теплоти тертя. Температура гальмування, відновлення. Особливості течії і теплообміну.

Теплообмін розріджених газів. Області течії. Коефіцієнти акомодатції імпульсів і теплоти. Тепловіддача в області течії зі скочуванням та у вільно молекулярному потоці.

Теплообмін при конденсації пари. Теплообмін при плівковій конденсації нерухомої пари на вертикальній стінці. Конденсація на горизонтальній трубі.

Теплообмін при плівковій конденсації рухомої пари усередині труб, плівкова та краплинна конденсація на горизонтальних поодиноких трубах і пучках труб. Теплообмін при конденсації пари із парогазової суміші. Трійна аналогія між процесами переносу імпульсу, тепла і маси. Дифузійний пограничний шар. Теплообмін при краплинній конденсації пари.

Теплообмін при кипінні однокомпонентних рідин. Режими кипіння рідини і механізми процесу теплообміну. Залежність теплового потоку від температурного напору. Залежність тепловіддачі від тиску та теплофізичних властивостей. Вплив швидкості циркуляції. Структура двофазного потоку і теплообміну при кипінні рідини усередині труб. Кризи кипіння. Механізм теплообміну при плівковому кипінні рідини. Тепловіддача при ламінарному і турбулентному русі парової плівки.

Механізм переносу маси. Математична моделі, пренесу конвективного масообміну. Критерії подібності. Масовіддача. Рівняння Стефана. Аналогія процесів переносу тепла і маси, межі аналогії. Математична модель взаємопов'язаних процесів тепло - масопереносу. Тепло- і масовіддача при конденсації пари із парогазової суміші, випарування рідини з поверхні, сублімації.

Теплообмін випромінюванням. Основні закони теплового випромінювання (Планка, Релея-Джинса, Віна, Кірхгофа, Стефана-Больцмана, Ламберта). Променистий теплообмін між нескінченними пластинами, тілом і оболонкою, розділеними діатермічним середовищем. Вплив екранів. Теплообмін між двома вільно розташованими тілами. Кутіві коефіцієнти випромінювання, методи їх визначення. Геометричні властивості променистих потоків. Променистий теплообмін у системах абсолютно чорних і сірих тіл, розділених діатермічним середовищем. Перенос променистої енергії у поглинаючих парогазових середовищах. Закони Бугера, Бера, об'єднаний закон Бугера-Бера. Дифузне приближення процесу випромінювання. Узагальнені

кутові коефіцієнти випромінювання. Загальне рівняння переносу променистої енергії у поглинаючих, випромінюючих і розсіювальних середовищах. Критерії подібності променистого теплообміну.

Складний теплообмін. Радіаційно-кондуктивний теплообмін. Радіаційно-конвективний теплообмін. Критерії подібності складного теплообміну.

4. Промислова теплоенергетика.

4.1 Котельні установки

Котельні установки промислового призначення, основні типи: - котли парові та водяні, котли з природною та штучною циркуляцією, прямоходові парогенератори, утилізаційні та енерготехнологічні котли, котли промислових підприємств. Теплообмінне обладнання котлів — пароперегрівачі, економайзери, повітропідігрівачі. Допоміжне обладнання — тягодуттьові, живильні, шламо-золівіддільні, системи волопідготовки та інше. Основи теплових розрахунків котлів. Матеріальний і тепловий баланс котлів. Загальне рівняння теплового балансу. Корисне тепло. Втрати тепла та їх визначення. Визначення ККД котлів.

Спалювання палива у котлах. Вимоги до процесу горіння. Особливості спалювання газу та газопальникові пристрої. Особливості спалювання мазуту та мазутні форсунки. Пристрої для спалювання твердого палива (шарові та пиловугільні топки). Очищення димових газів та їх розпорощення в атмосфері при спалювання вугільного пилу в топці котла.

4.2 Промислові вогнетехнічні процеси і установки

Теплотехнічна класифікація технологічних процесів. Основні ознаки класифікації. Основні стадії технологічного процесу.

Матеріальні та теплові баланси технологічних процесів. Задачі, які вирішуються за допомогою матеріальних балансів. Рівняння теплового балансу і система ККД технологічного процесу.

Теплові та технологічні схеми паливних печей. Теплові схеми печей з регенеративним тепловикористанням і зовнішнім технологічним тепловикористанням. Теплові схеми печей багатоцільового призначення. Принципові особливості теплових схем і критерії їх енергетичного удосконалення. Теплотехнічні принципи (методи) оформлення технологічних процесів, їх класифікація та особливості. Теплотехнічні схеми паливних печей.

Рух газів та зовнішній тепло і масообмін у робочій камері з відкритим та ізольованим джерелами тепла. Методи розрахунку результуючого теплового та масового потоків. Розрахунок часу теплової обробки “тонких” тіл. Внутрішній теплообмін. Методи розрахунку довгочасності нагріву “масивних” тіл. Температурні режими теплової обробки масивних тіл.

Перспективи розвитку паливних печей. Безвідхідна технологія як основа

технічного прогресу теплотехнологічних процесів. Енергетика технології як база технічної реалізації нових технологічних процесів і безвідходних систем. Нові джерела енергії, раціональні теплові схеми. Теплотехнічні принципи і конструктивні схеми.

4.3 Тепломасообмінні та холодильні установки

Класифікація і призначення тепломасообмінних апаратів. Класифікація за конструктивними ознаками, за видами теплоносіїв, за засобом контакту проміж ними. Конструктивна досконалість, експлуатаційні та економічні показники. Теплогідродинамічні характеристики теплообмінних апаратів. Рекуперативні, регенеративні, сумішеві теплообмінники. Їх використання, методи розрахунків. Апарати періодичної та безперервної дії. Теплообмінні апарати.

4.4 Випарювальні установки

Розчини і процеси випарювання. Схема рекуперативного випарювання. Методи випарювання у апаратах з поглиненими пальниками, вакуумвипарювачах та пінних апаратах. Розрахунок і проектування багатоступеневих випарювальних установок. Вибір оптимального числа ступенів. Використання ЕОМ у розрахунку випарювальних станцій.

4.5 Ректифікаційні установки

Основні умови перегонки бінарних та багатокомпонентних сумішей. Технологічні схеми ректифікації. Типи і особливості ректифікаційних колон. Методи розрахунку і вибору устаткування ректифікаційних установок.

4.6 Сушильні установки.

Процеси тепло- і масообміну у сушильних установках. Особливості внутрішнього і зовнішнього переносу тепла та маси при різноманітних засобах нагрівання вологих матеріалів. Типи сушильних установок і методи їх розрахунку.

4.7 Холодильні установки і трансформатори тепла

Холодоагенти і холодоносії. Засоби і рівні одержання штучного холоду. Принципові схеми компресійних, абсорбційних та пароежекторних холодильних установок. Їх економічні, енергетичні та експлуатаційні характеристики. Трансформатори тепла, їх типи і призначення. Методи розрахунку елементів устаткування. Теплові насоси. Використання природного тепла.

5. Теплові електричні станції.

5.1 Теплоелектроцентралі

ТЕС - класифікація станцій та принципові теплові схеми, графіки електричних та теплових навантажень, допоміжне обладнання, водопостачання, паливне господарство, золошлаковідділення, очистка димових газів, техніко-економічні показники ТЕС. Атомні електростанції - паливо, реактори, основні схеми АЕС. Промислові теплові електростанції. Принципові схеми та цикли промислових теплових електростанцій.

Паротурбінні установки (ПТУ). Конструкції та типи парових турбін. Основи теплових процесів у парових турбінах та теплові розрахунки їх. Основні деталі та вузли (лопатки, ротори, корпуси, підшипники, система регулювання та мастилозабезпечення, допоміжне обладнання - конденсатори, ежектори, деаератори). Початкові та кінцеві параметри ПТУ та їх вплив на економічність вироблення електричної та теплової енергії. Проміжний перегрів пари, його енергетична ефективність і область доцільного використання. Вибір оптимального вакууму.

Регенеративний підігрів живильної води. Схеми регенеративного підігріву на теплових електростанціях на органічному та ядерному паливі. Ефективність регенеративного підігріву. Оптимальне розподілення по ступеням підігріву. Змінні режими роботи ПТУ.

5.2 Газотурбінні та парогазові установки

Основи розрахунків теплових процесів в газових турбінах. Конструкції та основні види газових турбін. Основні деталі і вузли (лопатки, ротори, корпуси турбін і компресорів, системи теплового захисту, регулювання, допоміжне обладнання - системи повітряпідготовки, повітроохолоджувачі, регенератори системи мастилозабезпечення). Особливості роботи ГТУ на змінних режимах. Вплив початкових параметрів на ефективність циклу ГТУ. Складні цикли ГТУ (регенеративні, з прямоохолодженням та перегрівом).

Теплові схеми та характеристики газотурбінних, парогазових і газопарових установок та їх розрахунки. Сучасні схеми газотурбінних, парогазових і газопарових установок. Характеристика сумісної роботи турбіни та компресора. Особливості відпуску тепла від ГТУ, ПТУ та ГПУ.

Бінарні та з допаленням палива у котлах - утилізаторах, газопарові установки (ГПУ).

5.3 Компресорні установки та вентилятори

Поршневі, відцентрові, осьові компресори. Основи процесів та їх теплові і гідравлічні розрахунки.

5.4 Теплофікація і теплові мережі

Теплофікація, теплопостачання. Комбінована виробка електричної та теплової енергії як основа енергозбереження, особливості комбінованої виробки енергії у централізованій та децентралізованій системах, когенераційні установки. Системи централізованого теплопостачання промислових підприємств та районів. Теплові схеми джерел теплопостачання.

Режими регулювання теплових навантажень в системах централізованого теплопостачання. Методика теплового і конструктивного розрахунку теплообмінних апаратів в системах теплопостачання. Коефіцієнт теплофікації та режим відбору турбін. Сумісна робота ТЕЦ та пікових котельних.

Устаткування теплових підстанцій. Схеми, устрої та методи розрахунку конденсатозбірних установок. Змішувальні вузли, їх характеристики і методи розрахунку. Акумуляторні установки. Захист систем теплопостачання від корозії, шламу і накипу.

Техніко-економічний аналіз роботи систем теплопостачання. Методи оптимізації систем теплопостачання. Визначення річних експлуатаційних витрат на виробництво та транспортування енергоносіїв.

Використання вторинних енергоресурсів та оцінка їх ефективності. Вибір системи енергопостачання.

Відновлювальні джерела енергії. Питання екології в промисловій теплоенергетиці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Теория теплообмена. Учебник для технических университетов и вузов. Под ред. А.И. Леонтьева, 2 изд., М., 1997, 683с.
2. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача.- М.: Энергия, 1981. - 426с.
3. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. -М.: Энергия, 1976.-296с.
4. Кутателадзе С.С., Стырикович М.А. Гидродинамика газожидкостных систем.- М.: Энергия, 1976. - 296 с.
5. Справочник по теплообменникам: в 2 т. Пер. с англ., под ред. Б.С.Петухова, В.К.Шикова. -М.: Энергоатомиздат, 1987.
6. Жукаускас А.А. Конвективный перенос в теплообменниках. — М.: Наука, 1982. - 472с.
7. Беляев Н.М. Термодинамика. -К.: Вища школа, 1987. - 334 с.
8. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 416 с.
- 9 Крутов В.И., С.И. Исаев, И.А. Кожинов и др. Техническая термодинамика - М.: Высшая школа, 1991. - 384 с.
10. Ю. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. 4 изд. М.: Наука, 1975. - 888с.
11. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. Учебник для вузов. - М.: Наука, 1987. - 840с.
12. Г. Шлигтинг. Теория пограничного слоя. 1974. - 712 с.
13. Померанцев В.В. и др. Основны практической теории горения.- Л.: Энергия, 1973.-264с.
14. Хзмалян Д.М., Каган Я.А. Теория горения и топочные устройства.- М.: Энергия, 1976. -487 с.
15. Сидельковский Л.Н., Юренев В.Н. Парогенераторы промышленных предприятий. -М.: Энергия, 1977.
16. Щегляев А. В. Паровые турбины. -М.: Энергия, 1976.
17. Трухний А.Д., Лосев С.М. Стационарные паровые турбины. Под ред. Б.М. Трояновского.- М.: Энергоиздат, 1981.- 456 с.
18. Черкасский В.М., Романова Т.М., Кауль Р.А. Насосы, компрессоры, вентиляторы. -М.: Энергия, 1968.
19. Щукин А.А. Промышленные печи и газовое хозяйство заводов.- М.: Энергия, 1973. -232с.
20. Ключников А.Д. Теплотехническая оптимизация топливных печей. - М.: Энергия, 1974. - 343с.
21. Бакластов А.М. Проектирование, монтаж и эксплуатация теплоиспользующих установок. -М.: Энергия, 1970. -568с.
22. Лебедев П.Д. Теплообменные сушильные и холодильные установки. М.: Энергия, 1972. -320с.
23. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. -М.: Энергия, 1975.- 376с.
24. Теплотехническое оборудование и теплоснабжение промышленных предприятий. Под ред. Б.Н. Голубкова. -М.: Энергия. -423 с.
25. Промышленные тепловые электростанции. Под ред. Е.Я. Соколова. -М.: Энергия, 1967.- 344 с.

26. Шурыгин А.П., Бернадинер М.Н. Огневое обезвреживание промышленно-сточных вод. -К: Техника, 1976.- 200с.
27. Беспамятнов Г.Г., Богушевская К.К., Зеленовская Л.А., Плохоткин В.Ю, Смирнов Г.Г. Термические способы обезвреживания промышленных отходов. -Л.: Химия, 1969. - 250 с.
- 28 Кирилов И.И. Газовые турбины и газотурбинные установки. Т.1. М.: Машгиз, 1956. - 434 с.
- 29 Кирилов И.И. Газовые турбины и газотурбинные установки. Т.2. М.: Машгиз, 1956. - 318 с.
- 30 Константинов С.М. Теплообмін. – К.: ВПУ ВПК „Політехніка”, Унрес, 2005,- 304 с.
- 31 Константинов Ю.М. и др.. Техническая механика жидкости и газа. – К:Вища школа, 2002. – 277с.
- 32 Касимов В.Ф. Справочное пособие по гидрогазодинамике для теплоэнергетиков. – М: МЭИ, 2001. – 272с.
- 33 Буляндра О.Ф. Технічна термодинаміка: Підручник для внз. - 2-ге вид., випр. - К.: Техніка, 2006. - 319 с.: іл.
- 34 Константинов С.М. Теплообмін: Підручник для внз / С.М. Константинов; НТУУ «КПІ» - К.: Політехніка: Інрес, 2005.-303 с.
- 35 Маляренко В.А., Немировський І.А. Энергоефективність і енергоаудит: Навчальний посібник./ Під редакцією проф.. Маляренко В.А. - Харків: «Видавництво Сага» 2009 р. - 336 с.
- 36 Лисиенко В.Г., Щелоков Я. М., Ладигичев М. Г. Хрестоматія енергосбереження: Справочное издание: В 2-х книгах. Книга 1/ Под ред. Лисиенко В.Г. - М. Теплотехник, 2005. - 760 с.
- 37 Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М., Ладигичев М.Г. Хрестоматія енергосбереження: Справочное издание: В 2-х книгах. Книга 2 / Под ред. Лисиенко В.Г. - М. Теплотехник, 2005. – 768 с.
- 38 Самохвалов В.И. Вторинні енергетичні ресурси та енергозбереження: Навчальний посібник - К.: ЦУЛ, 2008 – 223 с.
- 39 Ткаченко О. О. Високотемпературні процеси та установки: Підручник. - (Техн. освіта). - К.: А.С.К., 2005. - 476 с.: іл.