

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Ректор \_\_\_\_\_ Богдан ЄГОРОВ  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022р.

**Програма для проведення атестаційного іспиту  
Ступінь бакалавра  
Спеціальність 142 «Енергетичне машинобудування»  
Освітньо-професійна програма «Енергомашинобудування»  
(«Компресори, пневмоагрегати і вакуумна техніка»)**

**ОСНОВНІ ЗАДАЧІ АТЕСТАЦІЙНОГО ІСПИТУ**

Атестаційний іспит ставить задачу оцінити комплекс теоретичних знань, отриманих здобувачем освіти у період навчання на кваліфікаційному рівні бакалавра, рівень творчого мислення, уміння синтезувати знання окремих дисциплін для самостійного рішення практичних задач в області енергетичного машинобудування, криогенної техніки .

Перелік питань, який пропонується, систематизовано по різноманітним взаємозв'язаним сторонам діяльності фахівця та охоплює її теоретичні основи, а також питання застосування отриманих теоретичних знань для рішення практичних задач. Питання, які містяться в екзаменаційних білетах, покликані виявити знання з усіх видів діяльності майбутнього спеціаліста у рамках навчальних дисциплін, які вивчалися бакалавром. Кожний екзаменаційний білет містить питання за програмою атестаційного іспиту, яка приводиться нижче.

**ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ВСТУПНОГО ІСПИТУ**

Прийом атестаційного іспиту здійснюється приймальною фаховою екзаменаційною комісією.

Атестаційний іспит проводиться для здобувачів відповідно до затвердженого приймальною комісією графіку. Перед іспитом проводяться консультації, які призначені допомогти у підготовці до іспиту, надають відповіді на окремі питання програми атестаційного іспиту.

Атестаційний іспит проводиться в усній формі.

**ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ АТЕСТАЦІЙНОГО ІСПИТУ**

**1. ТЕХНІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА**

1. Термодинамічні системи. Параметри стану термодинамічної системи. Інтенсивні та екстенсивні параметри стану.
2. енергія та її особливості. Теплота та робота як форми передачі енергії. Узагальнена робота. Деформаційна робота та її графічне зображення в діаграмі  $p-v$  ( тиск–питомий об'єм).
3. Перший закон термодинаміки як закон збереження та перетворювання енергії. Аналітичні форми запису першого закону та основні формулювання. Круговий процес та принцип еквівалентності тепла та роботи.
4. Перший закон термодинаміки для стаціонарного потоку. Ентальпія. Технічна робота. Графічне зображення технічної роботи в діаграмі  $p-v$ .
5. Фізичні уявлення про різний агрегатний стан речовини. Ідеальний газ та його особливості. Закони ідеального газу. Рівняння стану ідеального газу. Властивості внутрішньої енергії та ентальпії ідеального газу. Експериментальні дослідження Джоуля та Томсона.
6. Ентропія ідеального газу. Теплова діаграма  $T-s$  (температура–ентропія) та її властивості. Реальний газ та його особливості. Дослідження Ендрюса. Стисливість. Стан Бойля та крива Бойля. Граничні криві. Насичена рідина та насичена пара. Рівень сухості пари. Критична точка.
7. Аналіз процесу пароутворення. Волога насичена пара. Рівняння Клапейрона–Клаузіуса для фазового переходу. Діаграми  $p-v$  і  $T-s$  та їх використання.

8. Тепловий двигун. Необхідні та достатні умови для реалізації циклічних процесів. Поняття оборотних та необоротних процесів. Нерівновага, як джерело необоротності.
9. Формулювання другого закону. Еквівалентність різних формулювань.
10. Зворотний цикл Карно та його особливості. Теорема Карно та висновки з неї. Інтеграл Клаузіуса та поняття ентропії. Абсолютна термодинамічна температура та термодинамічна шкала Кельвіна. Об'єднане рівняння першого та другого законів.
11. Загальні застави дослідження термодинамічних процесів. Аналіз ізобарного, ізохорного, ізотермічного та адіабатного процесів з ідеальним та реальним газами. Розрахунок енергетичних ефектів та графічне зображення процесів в діаграмах  $p-v$ ,  $T-s$ .
12. Області практичного застосування третього закону термодинаміки. Теплова теорема Нернста та постулат Планка. Основні висновки. Властивості речовин при понаднижких температурах. Принцип недосяжності абсолютного термодинамічного нуля температур. Поняття про негативні (від'ємні) абсолютні температури

### **Рекомендована література**

1. Буляндра О.Ф. Технічна термодинаміка. / К.: Техніка, 2006. - 315 с.
2. Беляев Н.М. Термодинаміка. - К.: Вища шк. Головне изд-во: 1987.-344 с.
3. Гуйго Э.Н. и др. Теоретические основы хладотехники. Термодинамика./ М.: Машиностроение, 1986.
4. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. - М., Машиностроение, 1983. – 472 с.
5. В.И. Крутов Техническая термодинамика. /М.:Высш.шк., 1991.-384с.

## **2. ТЕПЛОМАСООБМІН**

1. Поля температур і теплових потоків, градієнт температур.
2. Рівняння енергії і теплопровідності..
3. Стаціонарна теплопровідність в однорідній та багатошаровій стінці. Перенесення тепла крізь шар теплоізоляції, теплові «мости».
4. Основні вимоги до теплового захисту низькотемпературного обладнання. Теплоізоляційні матеріали, які використовують у низькотемпературній техніці. Основні типи ізоляції.
5. Газонаповнювальна ізоляція, її особливості, характеристика та вживання. Типи ізоляційних матеріалів: волокнисті, порошкові та пористі. Зрівняння їх недоліків та якостей.
6. Конструкції посудів Д'юара.
7. Принципи перенесення теплоти в низькотемпературній теплоізоляції, визначення ефективної теплопровідності. Залежність теплопровідності ізоляції від температури.
8. Конвективний теплообмін. Зведення математичних моделей конвективного теплообміну до безрозмірної форми. Подібність процесів конвективного теплообміну. Розрахунок коефіцієнтів тепловіддавання для областей сильного та помірного змінювання властивостей.
9. Тепловіддавання за рухом рідини вздовж пласкої поверхні, та при поперековому обтіканні труб та трубчастих пучків.
10. Тепловіддавання під час вимушеного руху рідини в трубах і каналах. Ламінарний та турбулентний режими руху.
11. Теплообмін під час фазових переходів. Кипіння та конденсація. Пузиркове та плівкове кипіння робочих речовин.

### **Рекомендована література.**

1. Погорелов. А.І. Тепломасообмін (основи теорії і розрахунку). Львів, Новий Світ-200, 2000. – 140 с.
2. Лабай В.Й., Тепломасообмін., Львів: Тріада плюс 2004. – 260 с.
3. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел. А.С. Теплопередача. М., Энергоатомиздат, 1981 – 416 с.
4. Краснощеков Е.А.,Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче. Учебное пособие для вузов.-4-е изд.,перераб.,-М.: Энергия,1980 - 288 с.

5. Данилова Г.Я. , Филаткин В.Н., Щербов М.Г., Бучко Н.А. Сборник задач по процессам теплообмена в пищевой и холодильной промышленности./ -М.: Агропромиздат, 1986. – 288 с.

### **3. ГІДРОГАЗОДИНАМІКА**

1. Характер сил, що діють в рідині. Поверхневі і об'ємні сили.
2. Ідеальна рідина. Гідростатичний тиск. Закон Паскаля.
3. Рівновага нестискуваної рідини в полі сил тяготіння. Абсолютний і надлишковий тиск. Вакуум.
4. Сила тиску рідини на стінку. Закон Архімеда. Відносна рівновага рідини. Вимір тиску.
5. Основні кінематичні характеристики рухомої рідини. Рівняння нерозривності.
6. Два основні режими течії. Критерій Рейнольдса.
7. Рівняння руху ідеальної рідини Ейлера.
8. Рівняння руху реальної рідини. Рівняння Бернуллі для реальної рідини.
9. Класифікація втрат тиску. Втрати тиску по довжині. Формула Дарсі.
10. Закони опору в гладких і шорстких трубах. Місцеві опори. Формула Вейсбаха.
11. Гідравлічний розрахунок трубопроводу. Вітик рідини через отвори і насадки. Теорія гідравлічного удару. Формула Жуковського.
12. Основні поняття про гідродинамічний граничний шар

#### **Рекомендована література**

1. Константинов Ю.М., Гіжа О.О., Технічна механіка рідини і газу. / Київ, Вища школа., 2002 - 277 с.
2. Мандрус В.І., Гідравлічні та аеродинамічні машини – Л., Магнолія 2007 - 340 с.
3. Дейч М.Е., Зарянкин А.Е. Гідрогазодинаміка – М., Энергоатомиздат, 1984 - 407 с.
4. Гиргидов А.Д. Механіка жидкості и газа (гідравліка). СПб.: Изд-во Политехн.ун-та. 2007 – 545 с.
5. Завойко Б.М., Лещій Н.П. Технічна механіка рідин і газів: основні теоретичні положення та задачі. Львів. Магнолія, 2004 – 119 с.
6. Повх П.Л. Техническая гидромеханика - М.,Машиностроение, 1986- 345 с.

### **4. ПОРШНЕВІ КОМПРЕСОРИ**

1. Класифікація поршневих компресорів.
2. Основні рівняння компресорних машин.
3. Фізична та технічна роботи стиснення компресора.
4. Теоретичні процеси стиснення поршневого компресора (ізотермічний, адіабатний, політропічний).
5. Порівняння теоретичних процесів стиснення
6. Робочий процес дійсного поршневого компресора.
7. Мертвий об'єм циліндра і його вплив на продуктивність поршневого компресора.
8. Гранична та припустима об'ємна межа стиснення газу в одному ступеню..
9. Втрати тиску газу і їх вплив на продуктивність і економічність компресора.
10. Вплив теплообміну при всмоктуванні на продуктивність поршневого компресора.
11. Втрата об'ємної продуктивності через нещільності.
12. Коефіцієнт подачі поршневого компресора. Чинники, що впливають на коефіцієнт подачі.
13. Особливості процесів стиснення і розширювання з мертвого об'єму. Показники політроп процесів.
14. Температурна межа стиснення газу в одному ступеню.
15. Індикаторна потужність поршневого компресора. Визначення потужності по індикаторній діаграмі компресора.
16. Середній індикаторний тиск поршневого компресора.
17. Визначення потужності компресора по його індикаторній діаграмі.
18. Вплив режимних параметрів на величину роботи, що витрачається.

19. Вплив втрати тиску газу при всмоктуванні і нагнітанні на об'ємні і енергетичні показники поршневого компресора.
20. Режим максимальної потужності поршневого компресора.
21. Обробка індикаторної діаграми реального компресора. Визначення неполадок в роботі поршневого компресора по його індикаторній діаграмі.
22. Енергетичні коефіцієнти поршневого компресора.

## **5. ВІДЦЕНТРОВІ ТА ОСЬОВІ КОМПРЕСОРИ**

1. Основні характеристики і області застосування турбокомпресорів
2. Принцип дії динамічних компресорів.
3. Класифікація турбокомпресорів по тиску, продуктивності, холодопродуктивності, по конструктивному виконанню і типу приводу
4. Переваги і недоліки лопаткових компресорів по відношенню до поршневих.
5. Рівняння кількості руху і моментів кількості руху турбокомпресорів.
6. Рівняння енергії у відносному русі.
7. Рівняння енергії у абсолютному русі осьового компресора.
8. Повні параметри потоку або параметри гальмування.
9. Процес стиснення газу у ступені турбокомпресора у T- S або h – P діаграмі.
10. Профіль. Конструктивні та газодинамічні параметри профілів.
11. Грати кругові та кільцеві. Конструктивні та газодинамічні параметри грат.
12. Класифікація грат профілів.
13. Безрозмірні параметри відцентрового компресора.
14. Внутрішній, ефективний і механічний ККД турбокомпресора.
15. Принцип роботи і конструктивне виконання відцентрового компресора.
16. Газодинамічний ККД турбокомпресора.
17. Ступінь підвищення тиску в ступені відцентрового компресора.
18. Конструктивні виконання робочого колеса і лопаток відцентрового компресора.
19. Трикутники швидкостей робочого колеса відцентрового компресора.

## **ОСНОВНІ КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЗНАНЬ**

При визначенні екзаменаційної оцінки члени екзаменаційної комісії дотримуються наступного:

- I рівень – незадовільно. Відповідач при відтворенні навчального матеріалу - елементарна, фрагментарна, зумовлюється початковими уявленнями про предмет вивчення.
- II рівень – задовільно. Здобувач відтворює основний навчальний матеріал, володіє елементарними вміннями навчальної діяльності.
- III рівень – добре. Здобувач знає істотні ознаки понять, явищ, закономірностей зв'язків між ними, а також самостійно застосовує знання в стандартних ситуаціях, володіє розумовими операціями (аналізом, абстрагуванням, узагальненням тощо), уміє робити висновки, виправляти допущені помилки. Відповідь повна, правильна, логічна, обґрунтована, хоча їй і бракує власних суджень. Здобувач здатний самостійно здійснювати основні види навчальної діяльності.
- IV рівень – відмінно. Знання здобувача є глибокими, міцними, узагальненими, системними. Здобувач уміє застосовувати знання творчо, його навчальна діяльність має дослідницький характер, позначена вмінням самостійно оцінювати різноманітні життєві ситуації, явища, факти, виявляти і відстоювати особисту позицію.

Голова атестаційної комісії  
к.т.н., доц.

Олексій ЗІМІН

Завідувач кафедри КТ  
д.т.н., проф.

Юрій СИМОНЕНКО