



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Конструкційні особливості низькотемпературних установок

Шифр та назва спеціальності

142 – Енергетичне машинобудування

Інститут

ННІ енергетики, електроніки та електромеханіки

Освітня програма

Енергетика

Кафедра

Технічна кріофізика [134]

Рівень освіти

Магістр

Тип дисципліни

Профільна, вибіркова

Семестр

1

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Руденко Микола Захарович

Mykola.Rudenko@khp.edu.ua

Кандидат технічних наук, старший викладач

Досвід роботи – 45 років. Автор понад 70 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Теплотехнічні вимірювання та прилади», «Сучасні досягнення спеціальних низькотемпературних технологій і систем», «Спеціальні питання тепломасообміну», «Монтаж, експлуатація та сервіс холодильних установок», «Технологія виробництва енергетичного обладнання».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Придбання знань та навичок проектування основних елементів герметичних систем низькотемпературного обладнання. Ознайомлення з технологіями виготовлення низькотемпературної техніки.

Мета та цілі дисципліни

Вивчення конструкційних особливостей низькотемпературних систем та технологій їх виготовлення. Отримання навичок конструювання вакуумного та кріогенного обладнання.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, розрахункове завдання, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

СК 02. Здатність критично осмислювати проблем і перспектив розвитку у сфері енергетичного машинобудування та дотичних міждисциплінарних проблем

СК 03. Здатність аналізувати та комплексно інтегрувати сучасні знання з природничих, інженерних, суспільно-економічних та інших наук для розв'язання складних задач і проблем, пов'язаних з проектуванням та експлуатацією енергетичного і теплотехнологічного обладнання.

СК 04. Здатність аналізувати, оцінювати та застосовувати науково-технічну інформацію в галузі енергетичного машинобудування.

СК 05. Здатність розробляти та впроваджувати інноваційні проекти і програми, забезпечувати конкурентоздатність продукції, здійснювати техніко-економічне обґрунтування проектів у галузі енергетичного машинобудування.

СК 06. Здатність проектувати та експлуатувати енергетичне і теплотехнологічне обладнання.

СК 09. Здатність застосовувати математичні моделі, розрахункові методи, методології та спеціалізоване програмне забезпечення, для розв'язання інженерних задач в галузі енергетичного машинобудування

СК 10 Здатність опановувати та використовувати знання сучасних технологій, методів при дослідженні, проектуванні, модернізації та експлуатації енергетичного обладнання та аналізувати отримані результати.

Результати навчання

РН 1. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у галузі енергетичного машинобудування для розв'язування складних задач професійної діяльності.

РН 2. Здійснювати пошук необхідної інформації у науково-технічній і патентній літературі, базах даних, інших джерелах з технологій і процесів у галузі енергетичного машинобудування, на їх основі, систематизувати, аналізувати та оцінювати відповідну інформацію.

РН 3. Формулювати і розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або дослідницькі задачі під час проектування, виготовлення і експлуатації енергетичного обладнання та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у інноваційних проектах.

РН 4. Розробляти і реалізовувати проекти у галузі енергетичного машинобудування та пов'язані з нею міждисциплінарні проекти з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів.

РН 5. Створювати новітні технології та процеси і обґрунтовувати вибір обладнання та інструментів, з урахуванням обмежень в енергетичному машинобудуванні на основі сучасних знань в енергетичній та суміжних галузях.

РН 7. Приймати ефективні рішення з інженерних та управлінських питань у галузі енергетичного машинобудування в складних і непередбачуваних умовах, у тому числі із застосуванням сучасних методів та засобів оптимізації, прогнозування та прийняття рішень.

РН 8. Розробляти, обирати та застосовувати ефективні розрахункові методи розв'язання складних задач енергетичного машинобудування.

РН 9. Формулювати та вирішувати інноваційні задачі галузі енергетичного машинобудування з урахуванням вимог до результатів, технічних стандартів, а також нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, інтелектуальна власність, навколишнє середовище, економіка і виробництво) аспектів.

РН 10. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів досліджень та інновацій.

РН 11. Презентувати результати досліджень та інновацій, зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію до фахівців і нефахівців.

РН 13. Управляти складними робочими процесами у галузі енергетичного машинобудування, у тому числі такими, що є непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів.

РН 14. Обирати і застосовувати сучасні технології, спеціалізовані пакети програм, інструменти і методи дослідження, формулювати і перевіряти гіпотези, аргументувати висновки, за результатами досліджень надавати практичні рекомендації.

РН 15. Використовувати та аналізувати методи оптимізації для розв'язання складних інженерних задач в галузі енергетичного машинобудування.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 32 год., самостійна робота – 86 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: "Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка", "Опір матеріалів", "Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів", "Монтаж, експлуатація та сервіс холодильних установок".

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Основні матеріали які застосовують в низькотемпературній техніці.

Тема 2. Особливості властивостей матеріалів при низьких температурах

Тема 3. Основні вимоги, що пред'являються при виборі матеріалів в низькотемпературній техніці.

Тема 4. Вплив низькотемпературної деформації на конструкцію вузлів обладнання.

Тема 5. Вплив вакууму на властивості матеріалів.

Тема 6. Тертя та змащення при низьких температурах та в вакуумі.

Тема 7. Конструкція вузлів обертання в низькотемпературних камерах.

Тема 8. Конструкція герметичних з'єднань.

Тема 9. Конструкція герметичних електровводів.

Тема 10. Конструкції елементів герметичного з'єднання різностінних елементів зварюванням.

Тема 11. Герметична пайка конструкційних елементів.

Тема 12. Конструкційні особливості вакуумних та криогенних камер.

Тема 13. Конструкція герметичних стиків низькотемпературного обладнання.

Тема 14. Герметичні ущільнювачі вакуумних та криогенних камер.

Тема 15. Конструкція герметичних шлюзових камер.

Тема 16. Конструкція герметичних вікон.

Тема 17. Конструкція опорів та підвісок криокамер.

Тема 18. Захисні елементи вакуумних та криогенних камер.

Тема 19. Конструкційні особливості понад низькотемпературного обладнання.

Тема 20. Засоби перевірки герметичності з'єднань вакуумного та криогенного обладнання.

Теми практичних занять

1. Визначення необхідної довжини стягуючого болту герметичного фланцевого з'єднання.

2. Визначення необхідної товщини стінки корпусних елементів камер.

3. Дослідження впливу охолодження мастила на його в'язкість.

4. Вивчення герметичної пайки конструкційних матеріалів. .

Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи за курсом не передбачені.

Самостійна робота

Опрацювання лекційного матеріалу. Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях. Виконання індивідуального завдання (Р):

1.Визначити необхідну довжину болту, що забезпечує герметичність фланцевого з'єднання товщиною по 20 мм кожний та ущільнювача (варіант «прямокутний зуб – паз»), для криокамери, яка заохолоджується від кімнатної до робочої.

Вихідні дані для розрахунку:

Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура
1	Бронза БрБ2	індій	сталь 12X18Н10Т	1 мм	азотна

2. Визначити необхідну довжину болту, що забезпечує герметичність фланцевого з'єднання товщиною по 20 мм кожний та ущільнювача (варіант «прямокутний зуб – паз»), для кріокамери, яка заходжується від кімнатної до робочої.

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура
2	сталь 12X18Н10Т	свинець	алюміній	2 мм	100 К

3. Визначити необхідну довжину болту, що забезпечує герметичність фланцевого з'єднання товщиною по 20 мм кожний та ущільнювача (варіант «прямокутний зуб – паз»), для кріокамери, яка заходжується від кімнатної до робочої.

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура
3	мідь	фторопласт	сталь 12X18Н10Т	5 мм	200 К

4. Визначити необхідну довжину болту, що забезпечує герметичність фланцевого з'єднання товщиною по 20 мм кожний та ущільнювача (варіант «прямокутний зуб – паз»), для кріокамери, яка заходжується від кімнатної до робочої.

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура
4	Латунь Л62	мідь	титан	1 мм	азотна

5. Визначити необхідну довжину болту, що забезпечує герметичність фланцевого з'єднання товщиною по 20 мм кожний та ущільнювача (варіант «прямокутний зуб – паз»), для кріокамери, яка заходжується від кімнатної до робочої.

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура
5	Бронза БрБ2	індій	мідь	2 мм	воднева

6. Визначити необхідну довжину болту, що забезпечує герметичність фланцевого з'єднання товщиною по 20 мм кожний та ущільнювача (варіант «прямокутний зуб – паз»), для кріокамери, яка заходжується від кімнатної до робочої.

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура
6	титан	свинець	сталь 12X18Н10Т	3 мм	100 К

7. Визначити необхідну довжину болту, що забезпечує герметичність фланцевого з'єднання товщиною по 20 мм кожний та ущільнювача (варіант «прямокутний зуб – паз»), для кріокамери, яка заходжується від кімнатної до робочої.

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура
7	Латунь Л62	алюміній	титан	1 мм	150 К

8. Визначити необхідну довжину болту, що забезпечує герметичність фланцевого з'єднання товщиною по 20 мм кожний та ущільнювача (варіант «прямокутний зуб – паз»), для криокамери, яка заохолоджується від кімнатної до робочої.

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура
8	сталь 12X18Н10Т	мідь	сталь 12X18Н10Т	0,5 мм	150 К

9. Визначити необхідну довжину болту, що забезпечує герметичність фланцевого з'єднання товщиною по 20 мм кожний та ущільнювача (варіант «прямокутний зуб – паз»), для криокамери, яка заохолоджується від кімнатної до робочої.

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура
9	титан	фторопласт	Д 16	3 мм	250 К

10. Визначити необхідну довжину болту, що забезпечує герметичність фланцевого з'єднання товщиною по 20 мм кожний та ущільнювача (варіант «прямокутний зуб – паз»), для криокамери, яка заохолоджується від кімнатної до робочої.

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура
10	Бронза БрБ2	свинець	сталь 12X18Н10Т	2 мм	90 К

Література та навчальні матеріали

Базова література

1	Біляков В.П. Криогенна техніка та технологія.- Київ: Колос, 2004 - 272 с.
3	Мікулін Є.І. Криогенна техніка.- Київ: Наук. думка, 1998.- 270 с
4	Подольский А.Г. Властивості речовин при низьких температурах., -Харків: НТУ «ХПІ», 2005.- 124 с.
5	Фролов Є.С. Вакуумна техніка.- Київ: Острів,1998.-360с.
6	Баррон Р.Ф. Криогенні системи.- Київ:Колос,2006.- 408 с.

Допоміжна література

7	Розанов Л.Н. Вакуумна техніка.-Київ: Вищ. шк.,1999.-320 с
8	Фастовський В.Г. Криогенна техніка, - Київ: Наук. думка, 2007.- 496 с.
9	Архаров А.М. Криогенні системи,- Київ: Вищ. шк., 2004 - 464 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40%) та поточного оцінювання (60%).

Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії, розв'язання задачі) та усна доповідь.

Поточне оцінювання: онлайн тести, розрахункове завдання.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

Дата погодження, підпис
30.08.23 р.

Завідувач кафедри
Вадим СТАРІКОВ

Дата погодження, підпис
30.08.23 р.

Гарант ОП
Олена АВДЄЄВА