



Технологія виготовлення, монтажу та експлуатації теплообмінного обладнання

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>133 Галузеве машинобудування</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерно-інтегровані технології проектування обладнання хімічної інженерії</i>
Статус дисципліни	<i>вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ECTS / 120 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік, модульна контрольна робота, розрахунково-графічна робота</i>
Розклад занять	<i>3 години на тиждень (2 години лекційних та 1 година практичних занять) https://schedule.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: доцент кафедри МАХНВ, канд.техн.наук Новохат Олег Анатолійович, <i>email: novokhatoleh@gmail.com, телеграм: @Novokhat_Oleh</i> Практичні: доцент кафедри МАХНВ, канд.техн.наук Новохат Олег Анатолійович, <i>email: novokhatoleh@gmail.com, телеграм: @Novokhat_Oleh</i>
Розміщення курсу	<i>https://ci.kpi.ua/cyлабусу/silabus-24-25/</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

1.1. Мета навчальної дисципліни

Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- визначати спосіб і метод виготовлення теплообмінного обладнання;
- розробляти технологічні процеси виготовлення, складання, випробування та контролю якості теплообмінного обладнання;
- раціонально добирати конструкційні матеріали з огляду на технологічність та економічні показники продукції машинобудування;
- визначати спосіб і метод монтажу теплообмінного обладнання;
- визначати норми експлуатації обладнання для дотримання всіх вимог з техніки безпеки.

1.2. Основні завдання кредитного модуля

Студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

ЗНАННЯ:

- розробляти технологічну оснастку;
- розробляти технологічні процеси складання, випробування та контролю якості;

- визначати комплектність об'єкта (машини, посудини або апарата), що проектується;
- визначати спосіб і метод складання виготовленого об'єкта;
- виконувати випробування об'єкта;
- загальних принципів моделювання та проектування, розробки технічних характеристик та компоновок теплообмінного обладнання хімічних, нафтопереробних, біотехнологічних та холодильних виробництв.

УМІННЯ:

здійснювати вибір конструкції і визначати розміри і форму конструктивних елементів обладнання; правильно добирати конструкційні матеріали з огляду на технологічність та економічні показники продукції машинобудування;

здійснювати вибір раціонального технологічного устаткування;

використовуючи нормативну, конструкторську та технологічну документацію розробляти технологічну оснастку для механічної обробки великогабаритних заготовок;

розробляти технологічні процеси складання, випробування та контролю якості хімічних апаратів;

визначати спосіб і метод складання виготовленого об'єкта;

Знання, уміння та досвід, одержані під час вивчення цієї дисципліни будуть корисними для подальшої професійної діяльності.

Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дана навчальна дисципліна є вибірковою. Для успішного освоєння даної дисципліни студент повинен відповідати усіма наступним критеріям:

- мати уміння та навички роботи з персональним комп'ютером на рівні впевненого користувача;
- знати та розуміти базові принципи організації та пошуку інформації у комп'ютерних системах;
- знати основи теплообмінних процесів та обладнання, в якому вони реалізуються.

2. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Технологія виготовлення, монтажу та експлуатації теплообмінного обладнання» складається з наступних тем:

1. Технологія виготовлення елементів типового теплообмінного обладнання.
2. Основи монтажу типового теплообмінного обладнання.
3. Заходи безпечної експлуатації типового теплообмінного обладнання.

3. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Андреев І.А. Основи надійності та довговічності обладнання хімічних виробництв [Електронний ресурс]: Навчальний посібник. НТУУ «КПІ». – Київ: НТУУ «КПІ», 2013.
2. Мікульонок І. О. Виготовлення, монтаж та експлуатація обладнання хімічних виробництв [Текст] : підруч. [для студ. вищ. навч. закл.]. – К. : НТУУ «КПІ», 2012. – 419 с.: іл. – Бібліогр.: с. 413–415.
3. Методичні вказівки з дисципліни „Монтаж та експлуатація обладнання хімічних виробництв” студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності „Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів”: [Електронний ресурс]: / НТУУ „КПІ»; уклад. Двойнос Я.Г. – Київ: НТУУ „КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2016. – 74 с.
4. 3. Андреев І.А., Мікульонок І.О. Розрахунок, конструювання та надійність обладнання хімічних виробництв: Термінологічний словник.–К.: ІВЦ «Видавництво ”Політехніка”», 2002.–216 с.
5. Мікульонок І. О. Технологія виготовлення обладнання хімічних виробництв / І. О. Мікульонок. — К. : ІЗМН, 2000. — 282 с.
6. 13. ГСТУ 3-17-191–2000 Посудини та апарати сталеві зварні. Загальні технічні умови.

7. 14. ДНАОП 0.00-1.07–94 Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском. - К.: Держнаглядохоронпраці, 1998. – 343 с.

Додаткова література

8. Мікульонок І. О. Проектування теплової ізоляції обладнання хімічних виробництв : навч. посібник / І. О. Мікульонок. — К. : Наук. думка, 1999. — 152 с.
9. 12. Монтаж нарізних з'єднань : метод. вказівки / уклад. І. О. Мікульонок. — Київ, НТУУ «КПІ», 2005. — 40 с.
10. Виготовлення, монтаж та експлуатація обладнання хімічних виробництв [Текст] : підруч. [для студ. вищ. навч. закл.]. — К. : НТУУ «КПІ», 2012. — 419 с.: іл. — Бібліогр.: с. 413–415.
11. Марчевський В.М. Конструкторська документація курсових і дипломних проектів: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів –К.: Норіта-плюс, 2006. – 280с.
12. Маліцький, Ігор Федорович. Технологія машинобудування: навч. посіб. для студ. машинобудівельних спец. / І.Ф. Маліцький ; МОН України, Українська інженерно-педагогічна академія. - Харків, 2011. - 152 с. : іл.
13. Божидарнік, Віктор Володимирович Технологія виготовлення деталей виробів: Навч. посіб. / В. Божидарнік, Н. Григор'єва, В. Шабайкович ; Луцький держ. техн. ун-т. - Луцьк : "Надстир'я", 2006. - 592 с.
14. Технологія машинобудування : підручник для студ. вnz за напр. "Комп'ютерні системи, автоматика і управління, " Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології", "Інженерна механіка" / П.П. Мельничук, А.І. Боровик, П.А. Лінчевський, Ю.В. Петраков ; Житомирський держ. технолог. ун-т. - Житомир : ЖДТУ, 2005. - 882 с.
15. Кольорові метали та сплави : навчальний посібник / Л. Богун [та ін.] ; за загальною редакцією З. Дурягіної ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська політехніка". - Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2017- - ч. : іл., табл.

Навчальний контент

4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Структура кредитного модуля

Найменування розділів, тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні заняття	Лабораторні	СРС
Тема 1. Технологія виготовлення елементів типового теплообмінного обладнання.	64	22	10		32
Тема 2. Основи монтажу типового теплообмінного обладнання.	32	10	6		16
Тема 3. Заходи безпечної експлуатації типового теплообмінного обладнання.	14	4	2		8
<i>МКР</i>	4				4
<i>Залік</i>	6				6
Всього годин	120	36	18		66

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
Розділ 1. Загальні відомості матеріалу та його обробки для виготовлення апаратів хімічних виробництв.	

Тема 1. Технологія виготовлення елементів типового теплообмінного обладнання.
<p>Лекція 1. Основні терміни, поняття та нормативні документи. Типове теплообмінне обладнання. Класифікація матеріалів. Література [1, 2, 5]. Завдання на СРС. Сучасні винайдені матеріали. Графен</p>
<p>Лекція 2. Підготовчі операції Література [1, 2, 5]. Завдання на СРС. Методи різання заготовок.</p>
<p>Лекція 3. Виготовлення обичайок Література [1, 2, 4, 5]. Завдання на СРС. Електроталі.</p>
<p>Лекція 4. Виготовлення днищ Література [1, 2, 4, 5]. Завдання на СРС. Інструмент для розмічання.</p>
<p>Лекція 5. Виготовлення фланців Література [1, 2, 4, 5]. Завдання на СРС. Види зварювання.</p>
<p>Лекція 6. Виготовлення трубних решіток та тороподібних вставок Література [1, 2, 4, 5]. Завдання на СРС. Фрезерування пазів.</p>
<p>Лекція 7. Виготовлення деталей трубопроводів і деталей обладнання із труб Література [1, 2, 4, 5]. Завдання на СРС. Зварювання полімерних труб.</p>
<p>Лекція 8. Складання типових вузлів і апаратів Література [1, 2, 5, 6]. Завдання на СРС. Контроль якості зварних з'єднань.</p>
<p>Лекція 9. Термічне оброблення. Покриття металевих поверхонь. Література [1, 2, 5, 6]. Завдання на СРС. Виготовлення тримачів заготовок в печах.</p>
<p>Лекція 10. Випробування обладнання Література [1, 2, 5, 7]. Завдання на СРС. Нормативна документація держнагляду посудин під надлишковим тиском.</p>
<p>Лекція 11. Транспортування і зберігання обладнання Література [1, 2, 5]. Завдання на СРС. Вплив на екологію різних методів транспортування обладнання.</p>
Тема 2. Основи монтажу типового теплообмінного обладнання.
<p>Лекція 12. Загальні питання організації монтажу обладнання Література [1, 2, 3, 5]. Завдання на СРС. Документація монтажних робіт.</p>
<p>Лекція 13. Підготовка обладнання і фундаментів до монтажу Література [1, 2, 3, 5]. Завдання на СРС. Геодезична розвідка місцевості.</p>
<p>Лекція 14. Установлення обладнання на фундаменті Література [1, 2, 3, 5]. Завдання на СРС. Види програмного забезпечення для комп'ютерного проектування цеху.</p>
<p>Лекція 15. Такелажні роботи Література [1, 2, 3, 5]. Завдання на СРС. Техніка безпеки під час такелажних робіт.</p>
<p>Лекція 16. Демонтаж і розбирання виробу Література [1, 2, 3, 5].</p>

Завдання на СРС. Шляхи утилізації небезпечного для екології непридатного обладнання.
Тема 3. Заходи безпечної експлуатації типового теплообмінного обладнання.
Лекція 17. Надійність обладнання та експлуатаційна документація Література [1, 2, 5, 7]. Завдання на СРС. Економічний фактор впливу на вибір матеріалу.
Лекція 18. Основи технічного обслуговування та ремонту обладнання Література [1, 2, 5]. Завдання на СРС. Рекламація.

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
	Тема 1. Технологія виготовлення елементів типового теплообмінного обладнання.
	Практичне заняття 1. Розрахунок розмірів розгортки обичайки.
	Практичне заняття 2. Виготовлення еліптичного днища
	Практичне заняття 3. Розрахунок укріплення отворів
	Практичне заняття 4. Підбір типу з'єднання труб з трубними решітками
	Практичне заняття 5. Розрахунок компенсаторів на трубопроводах пари й гарячої води
	Тема 2. Основи монтажу типового теплообмінного обладнання.
	Практичне заняття 6. Статичний розрахунок стовпчастого фундаменту під обладнання
	Практичне заняття 7. Дослідження методів розміщення вісей та висотних відміток при монтажі устаткування
	Практичне заняття 8. Дослідження точності виготовлення та центрування валів
	Тема 3. Заходи безпечної експлуатації типового теплообмінного обладнання.
	Практичне заняття 9. Оцінка надійності елементів устаткування.

Лабораторні заняття

Згідно навчального плану лабораторних занять не передбачено.

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота проводиться один раз наприкінці дисципліни у вигляді тесту по теоретичним відомостям, наданим на лекційних заняттях.

Розрахунково-графічна робота

Розрахунково-графічна робота полягає в виконанні розрахунку теплообмінного обладнання із описанням алгоритму виготовлення його складових частин, технологічної схеми виготовлення, схеми його збірки та одним форматом А1. Термін виконання – до настання залікової сесії.

5. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів у межах даного курсу передбачає:

- підготовка до лекції, яка включає ознайомлення з наданим текстом лекції, виявлення малозрозумілих фрагментів і тез, виявлення питань, які на думку студента потребують більш широкого висвітлення, підготовка запитань до викладача, які планується задати протягом лекції (до 1-2 год на кожну лекцію);

- підготовка до практичних занять, яка включає у себе ознайомлення з темою та метою заняття, завданням, ознайомлення з контрольними запитаннями та формування відповідей на них (до 30-60 хвилин на кожну практичну роботу);
- оформленні звітів за результатами робіт, проведених на практичних заняттях (до 30-60 хвилин на кожне практичне заняття);
- підготовка до модульної контрольної роботи (2 години);
- підготовка до заліку (6 годин).

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

6.1. Відвідування занять та поведінка на них.

- на заняття студент повинен з'являтися підготовленим;
- відключення мобільних телефонів або їх переведення в беззвучний режим на усіх заняттях та під час консультацій обов'язкове;
- відвідування лекцій з дисципліни вітається і буде сприяти більше якісному засвоєнню дисципліни;
- вітається активність студента на лекціях та уміння ставити запитання за темою лекції до викладача;
- відвідування лабораторних занять та виконання завдань протягом практичного заняття є обов'язковим ;
- дозволяється (окрім контрольних занять) використання засобів пошуку інформації;
- дозволяється вільне переміщення аудиторією під час практичних (але не лекційних) занять.

6.2. Виставлення штрафних та заохочувальних балів.

- студентам, які виконали протягом заняття додаткові завдання з роботи або завдання підвищеної складності нараховуються заохочувальні бали;
- студентам, які запропонували інший, не передбачений планом роботи, спосіб виконання завдання нараховуються заохочувальні бали;
- пропуск практичних занять без поважної причини призводить до виставлення за її результатами нуля балів, але завдання з роботи виконати все рівно необхідно;
- пропуск модульної контрольної без поважної причини призводить до виставлення за її результатами нуля балів.

6.3. Політика дедлайнів та перескладань.

- на початку наступного практичного заняття студент повинен подати оформлений звіт за результатами попереднього заняття;
- повторне виконання модульної контрольної роботи не допускається;
- написання модульної контрольної роботи студентами, які не написали її вчасно без поважної причини не допускається;
- перескладання заліку допускається лише у спосіб, передбачений нормативними документами з організації навчального процесу КПІ ім. Ігоря Сікорського.

6.4. Політика щодо академічної доброчесності.

- студенти, які вивчають дисципліну, повинні дотримуватися правил і норм академічної доброчесності під час виконання усіх видів робіт.

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, отриманих за:

- 1) виконання 9 практичних робіт на аудиторних заняттях;

- 2) виконання модульної контрольної роботи;
- 3) виконання розрахункової роботи.

Сумарний бал за перелічені три пункти – 100 балів.

8.1. Виконання практичних робіт

Всього протягом семестру передбачено 9 практичних робіт. Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів за всі роботи дорівнює $9 \times 5 = 45$ балів. Бали виставляються наступним чином:

- завдання роботи виконано вірно і вчасно, протягом встановленого часу заняття, отримані вірні відповіді – 4-5 балів;
- завдання роботи виконано частково вірно протягом встановленого часу заняття, і виконана не повністю, у термін, що перевищує час практичного заняття, отримана частина вірних відповідей – 2-3 бали;
- завдання роботи не виконано або виконано повністю невірно – 1 бал.

Примітка: в разі якщо студент був відсутній на занятті з поважної причини, що підтверджується документально і пред'явив на наступному занятті виконане завдання пропущеної роботи, робота вважається виконаною вчасно.

8.2. Модульна контрольна робота

Ваговий бал – 15. Оцінювання завдання роботи проводиться за наступною шкалою:

- аналіз даних вірний, відповідь вірна – 14-15 балів;
- аналіз даних вірний, відповідь вірна, є незначні неточності – 10-13 балів;
- хід аналізу даних в цілому вірний, проте наявні помилки, що не дають змоги одержати вірну відповідь, наведені лише алгоритм аналізу, проте сам аналіз відсутній, або повністю невірний – 6-9 балів;
- виконане завдання має ряд критичних помилок – 1-5 балів
- невірно обрано метод аналізу даних, невірно обрано алгоритм аналізу або завдання відсутнє – 0 балів.

8.3. Розрахунково-графічна робота

Ваговий бал – 40. Оцінювання завдання роботи проводиться за наступною шкалою:

- робота виконання в повній мірі, вчасно, допускається одноразова консультація по кожному з розділу (етапу), можуть бути деякі неточності – 35-40 балів;
- робота виконана із запізненням, є ряд неточностей чи некритичних помилок – 20-34 бали;
- робота містить ряд помилок, що вплинули на правильність виконання, можуть бути відсутні деякі елементи роботи – 5-19 балів;
- робота містить менше 30% від необхідної кількості виконання, містить багато критичних помилок, невірне виконання – 1-4 бали;
- робота не виконана або не відповідає виданому завданню – 0 балів.

Календарний контроль: *проводиться **двічі на семестр** як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*

Максимальна сума балів протягом семестру складає: **$R = 45 + 15 + 40$ балів = 100 балів.**

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний здобувач» має набрати 15 балів. На першій атестації (8-й тиждень) здобувач отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 7 балів.

За результатами навчальної роботи за 13 тижнів навчання «ідеальний здобувач» має набрати 30 балів. На другій атестації (15-й тиждень) здобувач отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 20 балів.

Максимальна сума балів складає 100.

Семестровий контроль: **залік.**

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100 ... 95	<i>відмінно</i>
94 ... 85	<i>дуже добре</i>
84 ... 75	<i>добре</i>
74 ... 65	<i>задовільно</i>
64 ... 60	<i>достатньо</i>
0 ... 60	<i>незадовільно</i>
20	<i>не допущено</i>

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

9.1. Виконання залікової роботи

За бажанням (для підвищення сумарного кінцевого балу) дозволяється виконати залікову роботу. При цьому бали, отримані за практичні заняття та модульну контрольну роботу анулюються. Отриманий сумарний бал із виконаною заліковою роботою відмінити неможливо.

Допуск до залікової роботи є здача всіх практичних завдань.

Максимальний бал – 60. Заліковий білет складається з 4 теоретичних питань згідно тематики лекційних та практичних занять. Ваговий бал кожного питання – 15.

Оцінювання завдання роботи проводиться за наступною шкалою:

- виконання завдання вірно та без помилок – 15 балів;
- виконання завдання вірно та без помилок, є незначні неточності – 12-14 балів;
- описання в цілому вірно, проте наявні некритичні помилки – 7-11 балів;
- опис на поставлене питання достатньо вірний, проте наявний ряд достатньо грубих помилок – 3-6 балів;
- вірно наведені лише окремі фрагменти, проте саме завдання не виконано, або виконано повністю невірно – від 1-2 бали;
- наданий опис теоретичних відомостей не відповідає поставленому питанню або він відсутній, робота виконана з грубим порушенням правил і норм академічної доброчесності оцінюється оцінкою 0 балів.

9.2. Зарахування сертифікатів дистанційних чи онлайн курсів

Студентам, які пройшли навчання за дистанційними чи онлайн курсами за відповідною тематикою, це навчання може бути зараховано як вивчення даної навчальної дисципліни у разі виконання усіх наступних умов:

- студент надав сертифікат або інший документ, який підтверджує проходження ним дистанційного чи онлайн курсу на забезпечив можливість перевірки його автентичності;
- дистанційний або онлайн курс розміщений на платформі або проводиться організацією, які рекомендовані або визнаються КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- обсяг дистанційного або онлайн курсу складає не менше 108 навчальних годин;
- перелік тем, які вивчалися у дистанційному чи онлайн курсі містить не менше двох тем, вказаних у змісті навчальної дисципліни (пункт 2 силабусу); у разі відмінності назв, відповідність змісту тем встановлюється на основі порівняльного аналізу з програмою дистанційного або онлайн курсу;
- рівень успішності студента за результатами вивчення дистанційного або онлайн курсу складає не менше 75% від максимального.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

- **склав** доцент кафедри МАХНВ, канд. техн. наук **Олег НОВОХАТ**
- **ухвалено** кафедрою машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв
(протокол № 20 від 20.06.2024 р.)
- **погоджено** Методичною комісією інженерно-хімічного факультету
(протокол №11 від 28.06.2024 р.)