Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Емблема кафедри (за наявності)

Назва кафедри, що забезпечує викладання

НАЗВА КУРСУ

Розрахунок і конструювання типового обладнання-2. Розрахунок і конструювання елементів теплообмінників, колонних апаратів та товстостінних посудин

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	***Перший (бакалаврський)***
Галузь знань	*13 Механічна інженерія*
Спеціальність	*133 Галузеве машинобудування*
Освітня програма	*ОНП Галузеве машинобудування*
Статус дисципліни	*Нормативна*
Форма навчання	*очна(денна)/очна(вечірня)/заочна/дистанційна/змішана*
Рік підготовки, семестр	*4 курс, осінній семестр, гр. ЛН-81*
Обсяг дисципліни	*7 (210)*
Семестровий контроль/ контрольні заходи	*Екзамен*
Розклад занять	*3 години на тиждень з урахуванням індивідуальних занять (1,5 години лекційних, 1 година практичних занять та 0,5 годин лабораторних робіт)*
Мова викладання	*Українська*
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: *к.т.н, доц. Андреєв І. А.* Практичні / Семінарські: *к.т.н, доц. Андреєв І. А.* che@kpi.ua
Розміщення курсу	Кампус, http://ci.kpi.ua

Програма навчальної дисципліни

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

Опис навчальної дисципліни.

В курсі розглядаються основи конструювання теплообмінників, колонних апаратів та товстостінних посудин, їх застосування, теоретичні відомості основ інженерних розрахунків, сучасні стандартні розрахункові формули, нормативні методики розрахунку на міцність, жорсткість і стійкість.

Дисципліна «Розрахунок і конструювання типового обладнання-2. Розрахунок і конструювання елементів теплообмінників, колонних апаратів та товстостінних посудин» розглядає вимоги до конструювання і розрахунку обладнання та окремих елементів, їх застосування.

Предмет навчальної дисципліни.

Дисципліна " Розрахунок і конструювання типового обладнання-2. Розрахунок і конструювання елементів теплообмінників, колонних апаратів та товстостінних посудин " викладається як основний компонент підготовки кваліфікованих фахівців у галузі машинобудування, ресурсозбереження, екології та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Оволодіння методами конструювання і розрахунку передбачає не просто засвоєння певних правил, а саме розвиток своєрідного стилю мислення, орієнтованого на створення сучасної техніки в галузі хімічного і нафтопереробного машинобудування

Мета навчальної дисципліни.

Метою вивчення даної дисципліни є формування у студентів комплексу знань, умінь, навичок, необхідних для кваліфікованого конструювання і виконання розрахунків типового устаткування хімічної промисловості. Відповідно до мети підготовка бакалаврів вимагає формування наступних здатностей:

- використання та застосовування в професійній діяльності нормативних методів розрахунку посудин та апаратів хімічних виробництв,
- використання знання проектування і конструювання типового обладнання,
- володіння методикою визначення навантажень, які виникають при монтажі, випробуваннях і в робочих умовах,
- одержання інформації щодо поточного стану елементів обладнання при експлуатації,
- удосконалення обладнання хімічних виробництв,
- використання методики розрахунку напружень і деформацій, які виникають при роботі типового обладнання.

2.2. Основні завдання кредитного модуля.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- основні конструкції машин та апаратів, типових вузлів і деталей та вимог до них;
- матеріали, які застосовуються в хімічному машинобудуванні і їх властивості;
- розрахункові параметри і правила їх визначення;
- умови міцності, жорсткості, стійкості, вібростійкості, герметичності;
- розрахункові моделі оболонок, пластин, стержнів;
- визначення напружень, аналізу напруженого стану, допустимих та граничних навантажень;
- нормативні методи розрахунку посудин та апаратів;
- розробка конструктивно довершеного виробу.

уміння:

- на основі особливостей технологічного процесу визначати для конструкції початкові і граничні умови та схему навантажень,
- на основі робочих умов визначати напружено-деформований стан конструкції при статичних та динамічних термосилових навантаженнях,
- базуючись на знаннях теоретичної підготовки, користуючись довідниками та нормативами вибирати конструкційні матеріали та матеріали ущільнень,
- користуючись довідковими матеріалами, виконувати розрахунки щодо міцності типового устаткування,
- проводити параметричні розрахунки типового обладнання за допомогою відомих аналітичних залежностей та довідкової інформації,
- враховувати необхідність зборки, розборки, транспортування та монтажу виробу,
- на підставі отриманих знань виконувати розрахунки на жорсткість, стійкість, міцність та розробляти конструкторську документацію,
- створювати безпечні в експлуатації конструкції.

досвід:

- розробки конструкції посудини або апарата;
- забезпечення міцності, стійкості, жорсткості, герметичності, корозійної тривкості, конструктивної довершеності та інших вимог до елементів хімічного обладнання.

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

Освоєння дисципліни «Розрахунок і конструювання типового обладнання-2. Розрахунок і конструювання елементів теплообмінників, колонних апаратів та товстостінних посудин» базується на засадах інтеграції комплексу знань, отриманих студентами протягом бакалаврської освіти при вивченні дисциплін природничого та інженерно-технічного спрямування в галузі «Механічна інженерія». Для успішного засвоєння даної дисципліни необхідно мати основні знання в області вищої математики, фізики, опору матеріалів, гідравліки, процесів та обладнання хімічних виробництв, вміти використовувати комп'ютер для забезпечення необхідних розрахунків, мати навики в сфері прикладного програмування, математичного моделювання процесів та систем.

В результаті освоєння дисципліни студент буде готовий використовувати фундаментальні і природно наукові знання і методи для вирішення комплексних науково-технічних задач у галузі професійної та дослідницько-інноваційної діяльності.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1 Конструювання та розрахунок теплообмінних апаратів.

Тема 1. Теплообмінні апарати. Застосування. Основні конструкції.

Тема 2. Осьові навантаження та напруження, викликані тиском та різницею температур в кожусі та трубах теплообміннику типу ТН. Умови міцності і стійкості кожуха та труб.

Тема 3. Конструкції компенсаторів. Осьові навантаження, викликані різницею температур в теплообмінниках типу ТК. Розрахунок міцності та стійкості кожуха і труб, міцності компенсатора.

Тема 4. Розміщення труб в кожухотрубних теплообмінниках. Конструкції трубних решіток. Конструктивний розрахунок трубних решіток. Перевірка міцності кріплення труб в решітці.

Тема 5. Конструкції апаратів з оболонками. Зусилля, що діють на корпус та оболонку Розрахунок температурних зусиль. Теплообмінні апарати інших конструкцій.

Розділ 2. Розрахунок та конструювання колонних апаратів.

Тема 6. Колонні апарати. Основні конструкції та застосування. Вимоги до конструкції.

Тема 7. Внутрішні пристрої колонних апаратів. Розрахунок колосникових решіток. Барботажні колонні апарати. Розрахунок тарілок на міцність та жорсткість.

Тема 8. Навантаження на корпус колонного апарата. Визначення вітрового навантаження. Згинаючий момент в перерізах колонного апарата.

Тема 9. Розрахунок корпусу та опорної обичайки колонного апарата на міцність.

Тема 10. Розрахунок корпусу та опорної обичайки колонного апарата на стійкість.

Розділ 3. Конструювання та розрахунок товстостінних посудин.

Тема 11. Товстостінні посудини та апарати. галузі використання. Конструкції товстостінних посудин.

Тема 12. Напруження в циліндричній монолітній стінці при пружній деформації матеріалу. Аналіз напруженого стану. Розрахунок стінки за методом допустимих напружень та його недоліки.

Тема 13. Розрахунок товщини товстостінної обичайки.

Тема 14. Розрахунок затворів апаратів високого тиску.

Тема 15. Розрахунок фланців апаратів високого тиску.

Тема 16. Розрахунок днищ і кришок апаратів високого тиску.

Тема 17. Укріплення отворів в товстостінних посудинах.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Андреєв І.А. Конструювання і розрахунок типового устаткування хімічних виробництв. Основні положення. Елементи тонкостінних посудин, навантажених внутрішнім тиском. Навч. посібник. – К.: «Видавництво «Політехніка», 2011. – 272 с.

2. Андреєв І.А., Мікульонок І.О. Розрахунок, конструювання та надійність обладнання хімічних виробництв: Термінологічний словник. – К.: ІВЦ “Видавництво «Політехніка» , 2002. – 216 с.
3. Андреєв І.А., Зубрій О.Г., Мікуленок І.О. Застосування матеріалів у хімічному машинобудуванні. Сталі і чавуни,- К.: ІЗМН, 1999. – 148 с.
4. Андреєв І.А., Зубрій О.Г. Конструювання та розрахунок апаратів високого тиску, - К.: ІЗМН, 1999. – 144 с.
5. Михалев М.Ф., Третьяков Н.П., Мильченко А.И., Злобин В.В. Расчет и конструирование химических производств. Примеры и задачи: Учебное пособие под ред. Михалева М.Ф. – Л.: Машиностроение, 1984. – 301с.
6. Соколов В.И. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств: Учебник – М.: Машиностроение. 1983. – 447с.
7. Лащинский А.А. Конструирование сварных химических аппаратов: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1981. – 382 с.
8. Топтуненко Е.Т. Основны конструирования и расчета химических машин и аппаратов, часть 1. – Киев.: “Вища школа”, 1969. –175 с.
9. Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском, –К.: Держнаглядохорона праці, 1998. – 273с.
10. Криворот А.С. Конструирование и основы проектирования машин и аппаратов химической промышленности. –. М.: Машиностроение,1976. – 376 с.
11. ГОСТ 34233.1–12–2017.
12. І. А. Андреєв. Конструювання та розрахунок опор колонних апаратів. Навч. посібник.- К.: ВПН, 1997.-80 с.
13. І. А. Андреєв, І.О. Мікульонок. Розрахунок лінзових і сильфонних компенсаторів. Навч. посібник. – К.: «Видавництво «Політехніка», 2008.-88 с.
14. І. А. Андреєв. Конструювання і розрахунок елементів тонкостінних посудин та апаратів, які знаходяться під зовнішніми навантаженнями [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізацій «Інжиніринг, обладнання та технології хімічних та нафтопереробних виробництв» і «Інжиніринг, обладнання та технології целюлозно-паперового виробництва»: КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 6,86 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 121 с. Доступ: http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23885.
15. І. А. Андреєв. Методичні вказівки до практичних занять для студентів спеціальності “Галузеве машинобудування” з дисципліни “Розрахунок і конструювання типового обладнання-2. Розрахунок і конструювання товстостінних посудин, теплообмінних та колонних апаратів”: [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. І. А. Андреєв. – Електронні текстові данні (1 файл: 9,989 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 99 с. – Назва з екрана. – Доступ: http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19342.
16. І. А. Андреєв. Розрахунок колонних апаратів на міцність і стійкість [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», освітньо-професійної програми «Обладнання хімічних, нафтопереробних та целюлозно-паперових виробництв» / КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 4,53 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 112 с. https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38716.

Додаткова література

17. Кольман-Иванов Э.Э. и др. Конструирование и расчет машин химических производств: Учебник. М.: Машиностроение, 1985. – 406 с.
18. Канторович З.Б. Машины химической промышленности: Учебное пособие.- М.: Машиностроение. 1965. – 415 с.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття.

Лекційні заняття спрямовані на надання сучасних цілісних, знань з дисципліни «Розрахунок і конструювання типового обладнання-2. Розрахунок і конструювання елементів теплообмінників, колонних апаратів та товстостінних посудин», визначення на сучасному рівні розвитку науки в

області розрахунку і конструювання машин та апаратів; забезпечення в процесі лекції плідної роботи студентів; застосування дієвих методів викладання, подання матеріалу і його засвоєння; виховання у студентів професійних якостей і розвиток творчого мислення; формування у них наукового і практичного інтересу до освоєння матеріалу курсу, прагнення до самостійної роботи.

№ з/п	*Назва теми лекції, перелік основних питань, посилання на літературу та завдання на СРС.*	*Годин*
1	***Теплообмінні апарати.*** Теплообмінні апарати. Застосування. Основні конструкції. Література: [2, 5–9]	*2*
2	***Навантаження, що виникають в теплообміннику.*** Осьові навантаження та напруження, викликані тиском та різницею температур в кожусі та трубах теплообміннику типу ТН. Умови міцності і стійкості кожуха та труб. Література: [2, 5–9, 13]	*2*
3	***Температурні компенсатори.*** Конструкції компенсаторів. Осьові навантаження, викликані різницею температур в теплообмінниках типу ТК. Розрахунок міцності та стійкості кожуха і труб, міцності компенсатора. Література: [2, 5–9, 13]	*2*
4	***Труби і трубні решітки теплообмінників.*** Розміщення труб в кожухотрубних теплообмінниках. Конструкції трубних решіток. Конструктивний розрахунок трубних решіток. Перевірка міцності кріплення труб в решітці. Література: [2, 5–9, 13]	*2*
5	***Теплообмінні апарати з оболонками.*** Конструкції апаратів з оболонками. Зусилля, що діють на корпус та оболонку Розрахунок температурних зусиль. Теплообмінні апарати інших конструкцій. Література: [2, 5–8]	*2*
6	***Колонні апарати.*** Колонні апарати. Основні конструкції та застосування. Вимоги до конструкції. Література: [2, 5–8, 10, 16]	*2*
7	***Внутрішні пристрої колонних апаратів.*** Внутрішні пристрої колонних апаратів. Розрахунок колосникових решіток. Барботажні колонні апарати. Розрахунок тарілок на міцність та жорсткість. Література: [2, 5–8, 10]	*2*
8	***Навантаження, які діють на корпус колонного апарата.*** Навантаження на корпус колонного апарата. Визначення вітрового навантаження. Згинаючий момент в перерізах колонного апарата. Література: [2, 5–8, 10, 16]	*2*
9	***Міцність і стійкість колонного апарата.*** Розрахунок корпусу та опорної обичайки колонного апарата на міцність і стійкість. Література: [2, 5–8, 10, 16]	*2*
10	***Товстостінні посудини та апарати.*** Товстостінні посудини та апарати, галузі їх використання. Конструкції товстостінних посудин. Література: [2–8, 10]	*2*
11	***Напруження, які виникають в стінці апарата високого тиску.***	*2*

	Напруження в циліндричній монолітній стінці при пружній деформації матеріалу. Аналіз напруженого стану. Розрахунок стінки за методом допустимих напружень та його недоліки. Література: [2–8, 10]	
12	***Обичайка апарата високого тиску.*** Розрахунок товщини товстостінної обичайки. Література: [2–8, 10]	***2***
13	***Затвори і фланці апаратів високого тиску.*** Розрахунок затворів і фланців апаратів високого тиску. Література: [2–8, 10]	***2***
14	***Днища, кришки і отвори в апаратах високого тиску.*** Розрахунок днищ і кришок апаратів високого тиску. Укріплення отворів в товстостінних посудинах. Література: [2–8, 10]	***2***
Всього годин *(з урахуванням індивідуальних занять)*		***28***

Практичні заняття.

При вивченні кредитного модуля практичним заняттям відводиться 1/3 аудиторного навантаження. Практичне заняття по окремій темі даної дисципліни спрямовано на закріплення викладеного на лекції матеріалу шляхом розгляду конкретних прикладів, вправ та задач по даній темі. Це дає можливість студентам систематизувати і поглибити теоретичні знання. Практичне заняття проводиться в діалоговому режимі з проведення навчальних дискусій. На початку заняття проводиться контрольне опитування слухачів по матеріалам попередніх лекцій, знайомству їх з літературними джерелами по тематиці дисципліни.

№ з/п	***Назва теми практичного заняття, перелік основних питань, посилання на літературу.***	***Годин***
1	***Конструювання та розрахунок теплообмінних апаратів*** Конструктивний розрахунок кожухотрубчатого теплообмінника. Література [1 – 3, 5 – 8, 10, 11, 14, 15, 18, 19].	***2***
2	***Перевірка труб та кожуха на міцність.*** Теплообмінник типу ТН. Визначення сил в трубах та кожусі. Перевірка труб та кожуха на міцність та стійкість. Література [1 – 3, 5 – 8, 10, 11, 14, 15, 18, 19].	***2***
3	***Розрахунок температурного компенсатора*** Теплообмінник типу ТК. Розрахунок температурного компенсатора. Перевірка труб та кожуха на міцність та стійкість. Література [1 – 3, 5 – 8, 10, 11, 13 – 15, 18, 19].	***2***
4	***Розрахунок колонного апарата.*** Визначення вітрового навантаження на колонний апарат. Визначення статичних і динамічних складових навантаження на колонний апарат. Розрахунок згинаючого моменту в перерізах колонного апарата. Література [1 – 3, 5 – 8, 10, 11, 14, 15, 19].	***4***
5	***Перевірка умов міцності і стійкості колонного апарата*** Перевірка корпусу колонного апарата на міцність і стійкість. Література [1 – 3, 5 – 8, 10, 11, 14, 15, 19].	***2***
6	***Товстостінна обичайка*** Розрахунок напружень в стінці при пластичній деформації та пружно-пластичній деформація матеріалу. Література [1 – 12, 14, 15, 17 – 19].	***2***

7	***Затвори товстостінних посудин.*** Затвори товстостінних посудин. Розрахунок зусиль, які виникають в затворах. Література [1 – 12, 14, 15, 17 – 19].	***2***
8	***Днища і кришки апаратів високого тиску*** Розрахунок плоских та опуклих кришок та днищ товстостінної посудини. Література [1 – 12, 14, 15, 17 – 19].	***2***
Всього годин *(з урахуванням індивідуальних занять)*		***18***

Лабораторні роботи.

При вивченні кредитного модуля лабораторним заняттям відводиться 0,15 аудиторного навантаження. Лабораторні роботи по окремій темі даної дисципліни спрямовано на закріплення викладеного матеріалу, а також оволодіння методиками розрахунків обладнання хімічної промисловості.

№ з/п	***Назва теми лабораторних робіт, перелік основних питань, посилання на літературу.***	***Годин***
1	***Трубна решітка теплообмінника.*** Розрахунок трубної решітки теплообмінника. Література [1 – 3, 5 – 8, 10, 11, 14, 15, 18, 19].	***2***
2	***Апарати з оболонками.*** Апарати з оболонками. Зусилля, що діють на корпус та оболонку Розрахунок температурних напружень. Література [1 – 3, 5 – 8, 10, 11, 14, 15, 18, 19].	***2***
3	***Розрахунок та конструювання колонних апаратів*** Колонні апарати. Розрахунок внутрішніх пристроїв апарата. Конструктивний розрахунок. Література [1 – 3, 5 – 8, 10, 11, 14, 15–17, 19].	***2***
4	***Фланці товстостінних посудин.*** Розрахунок фланців апаратів високого тиску. Література [1 – 12, 14, 15, 17 – 19].	***2***
Всього годин *(з урахуванням індивідуальних занять)*		***8***

6. Самостійна робота студента

При викладенні навчальної дисципліни «Розрахунок і конструювання типового обладнання-2. Розрахунок і конструювання елементів теплообмінників, колонних апаратів та товстостінних посудин» самостійна робота студента займає 44% відсотки часу вивчення кредитного модуля, враховуючи підготовку до екзамену. Самостійна робота студентів включає підготовку до аудиторних занять, виконання модульної контрольної роботи, розрахунково-графічної роботи та опрацювання розділів програми і тем, які не увійшли у перелік лекційних питань або потребують більш детального вивчення. Опанування знань по цим темам проводиться шляхом докладного ознайомлення з відповідними розділами рекомендованої базової та додаткової літератури та самостійного науково-інформаційного пошуку за власною ініціативою. Підготовка студента до наступних аудиторних занять передбачає освоєння їм в процесі самостійної роботи матеріалу попередніх лекцій.

№ з/п	**Вид роботи та назви тем, що виносяться на самостійне опрацювання**	**Кількість годин**
1	***Підготовка до аудиторних занять.***	***18***
2	***Виконання індивідуальних практичних завдань по темі модуля.***	***34***

Опрацювання розділів програми і тем, які не викладаються на лекціях.		
3	***Розділ 1. Конструювання та розрахунок теплообмінних апаратів.*** Основні конструкції теплообмінних апаратів. Аналіз осьових навантажень та напружень у кожухотрубному теплообміннику. Конструкції компенсаторів температурних деформацій. Перевірка міцності кріплення труб в решітці. Основні конструкції апаратів з оболонками. Класифікація теплообмінників. Класифікація кожухотрубних апаратів. Проаналізувати вплив різних факторів на зусилля, які виникають в трубах та кожусі. Проаналізувати конструкції температурних компенсаторів. Навести конструкції трубних решіток. Навести конструкції апаратів з оболонками. Проаналізувати роботу теплообмінних апаратів. Література [1 – 3, 5 – 11, 13 –15, 17–19].	***7***
4	***Розділ 2. Розрахунок та конструювання колонних апаратів.*** Внутрішні пристрої колонних апаратів. Конструкції внутрішніх пристроїв барботажних колонних апаратів. Інтенсивність вітрового навантаження. Аналіз величини моменту в перерізах апарата. Розрахунок корпусу та опорної обичайки колонного апарата на міцність. Стійкість обичайки колонного апарата. Розглянути вплив внутрішніх пристроїв на стійкість колони. Проаналізувати вплив сейсмічних навантажень на колонний апарат. Проаналізувати вплив навантажень на колону при монтажі і в робочих умовах. Проаналізувати змінювання згинаючого моменту по висоті колони. Перевірка корпусу колонного апарата на міцність. Способи підвищення стійкості колони. Література [1 – 3, 5 – 12, 14 – 19].	***7***
5	***Розділ 3. Конструювання та розрахунок товстостінних посудин.*** Основні конструкції товстостінних посудин. Основні конструкції рулонованих товстостінних посудин. Аналіз напруженого стану. Аналіз напруженого стану, обумовленого різницею температур. Конструкції кришок та днищ товстостінних посудин. Конструкції затворів товстостінних посудин. Класифікація товстостінних посудин. Пропозиції щодо шляхів зменшення напружень в корпусі. Вплив температурних напружень на величину сумарних напружень в корпусі. Навести конструкції кришок та днищ товстостінної посудини. Конструкції затворів. Навести конструкції фланців апаратів високого тиску. Література [1 – 11, 14, 15, 17–19].	***7***
6	***Підготовка до екзамену***	***20***
Всього годин		***93***

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування лекцій та практичних занять;

Відвідування лекційних та практичних занять є обов'язковою складовою вивчення матеріалу. На лекції викладач користується власним презентаційним матеріалом. Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Політика дедлайнів, перескладань та правила заохочування;

Пропущені заняття необхідно відпрацювати. Студент самостійно підготовлює конспект пропущеної лекції або практичного заняття, відповідає на контрольні запитання викладачу по матеріалам теми пропущеного заняття. Індивідуальні практичні завдання слід виконувати акуратно

і в точно визначений термін. Виконання цих вимог забезпечує підвищення рейтингової оцінки результатів освоєння навчальної дисципліни.

Політика щодо академічної доброчесності;

Політика навчальної дисципліни будується з урахуванням норм законодавства України щодо академічної доброчесності, Кодексу честі НТТУ ««Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського та визначається системою вимог, які викладач пред'являє до студента при вивченні дисципліни (правила поведінки на заняттях, пропуски, перездачі тощо).

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом:

Навчальний час		Розподіл навчальних годин *(з урахуванням індивідуальних занять)*				Контрольні заходи		
Кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	Лаб. роб.	СРС	МКР	РГР	Семестровий контроль
7	210	28	18	8	93	1	1	екзамен

Контроль знань студентів проводиться за допомогою співбесіди під час практичних занять, результатів виконання індивідуальних практичних завдань , а на екзамені – за допомогою білетів.

Під час оцінювання враховується таке:

1. Відвідування лекцій та практичних занять, плідність роботи під час аудиторних занять .
2. Вчасне і акуратне виконання контрольних практичних завдань для самостійної роботи.
3. Вивчення базової та допоміжної літератури.

1. Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за роботу на практичних заняттях, за виконання контрольної модульної та розрахунково-графічної робіт по темі модуля та за результатами семестрового контролю – екзамену.

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Робота на практичних і лабораторних заняттях:

- плідна робота – 3 бали;
- невчасно виконане завдання – 1 бал;
- пасивна робота або відсутність на занятті –0 балів.

Максимальна кількість балів за роботу під час практичних і лабораторних занять -36.

2.2.Критерії оцінювання виконання розрахунково-графічної роботи

Повнота та своєчасність виконання завдання	**Бали**
Повне виконання, належне оформлення роботи, подання у визначений термін	14
Роботу виконано своєчасно, але є певні недоліки у виконанні роботи	12
Роботу виконано своєчасно, але із суттєвими недоліками	10
Роботу представлено пізніше визначеного терміну	10
Роботу виконано несвоєчасно з певними недоліками	7
Роботу виконано несвоєчасно із суттєвими недоліками	5
Роботу не виконано	0

2.3. Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

– «відмінно» – 9-10 балів;

– «добре» – 6-8 балів;

– «задовільно» – 3-5 балів;

– «незадовільно» – 0 балів.

За 18 тижнів навчання за результатами навчальної роботи і виконання контрольної модульної та розрахунково-графічної робіт максимальна кількість балів, яку може набрати студент, складає 60 балів.

2.3. Складання екзаменаційних іспитів

На екзамені студенти отримують екзаменаційний білет. Кожний білет містить чотири питання (два з яких більш складні).

Кожне складне питання оцінюється у 12 балів, а простіше – 8 балів.

Система оцінювання складних питань:

– «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 11-12 балів;

– «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 9-10 балів;

– «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 7-8 балів;

– «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання простіших питань:

– «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 7-8 балів;

– «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 5-6 балів;

– «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 3-4 бали;

– «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Максимальна кількість балів, яку може одержати студент в результаті успішного складання екзамену дорівнює 40 балам.

Згідно рейтингової шкали (R), максимальна сума балів дорівнює 100.

Необхідною умовою допуску до екзамену є рейтинг, що складає не менше 30 % від рейтингової шкали (R), тобто 30 балів.

Розподіл рейтингових балів, які отримують аспіранти після вивчення кредитного модуля та складання іспитів.

Змістовий модуль	**Сума балів**
Практичні і лабораторні заняття	36
Контрольна модульна робота	10
Розрахунково-графічна робота	14
Семестровий контроль	
Екзамен	40
Разом:	**100**

Порядок зарахування пропущених лекцій та практичних (лабораторних) занять: студент самостійно підготовлює конспект пропущеної лекції та/або практичного (лабораторного) заняття, відповідає на контрольні запитання викладачу.

Сума рейтингових балів, отриманих студентом після освоєння дисципліни та складання екзамену, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею:

Кількість балів	**Оцінка**
95...100	відмінно
85...94	дуже добре
75...84	добре
65...74	задовільно
60...64	достатньо

< 60	незадовільно
Не виконані умови допуску	не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Попередній перелік питань, що виносяться на семестровий контроль.

1. Класифікувати колонні апарати. Конструювання насадкових колонних апаратів.
2. Навести насадки колонних апаратів, класифікацію, основні характеристики і вимоги до насадок.
3. Проаналізувати види і обґрунтувати застосування нерегулярних і регулярних насадок.
4. Навести конструкції і обґрунтувати застосування розподільчих і перерозподільчих пристроїв. Дати оцінку критичній висоті насадкового шару.
5. Дати оцінку тарілчастим колонним апаратам.
6. Проаналізувати вузли кріплення тарілок до корпусу і вузли вводу сировини в колону.
7. Класифікувати тарілчасті контактні пристрої.
8. Проаналізувати ковпачкові тарілки. Навести конструкції кріплення ковпачків до патрубків.
9. Проаналізувати тарілки колонних апаратів з тунельними ковпачками. Навести конструкцію і застосування тарілок.
10. Проаналізувати тарілки колонних апаратів з S-подібними елементами. Навести конструкцію і застосування тарілок.
11. Проаналізувати клапанні тарілки колонних апаратів. Навести конструкцію і застосування тарілок.
12. Проаналізувати баластні клапанні тарілки колонних апаратів. Навести конструкцію і застосування тарілок.
13. Проаналізувати сітчасті тарілки колонних апаратів. Навести конструкцію і застосування тарілок.
14. Проаналізувати сітчасті тарілки колонних апаратів з 2 зонами контакту фаз. Навести конструкцію і застосування тарілок.
15. Проаналізувати пластинчасті тарілки колонних апаратів. Навести конструкцію і застосування тарілок.
16. Проаналізувати струмінні тарілки колонних апаратів. Навести конструкцію і застосування тарілок.
17. Проаналізувати провальні тарілки колонних апаратів. Навести конструкцію і застосування тарілок.
18. Надати алгоритм розрахунку плоскої суцільної круглої тарілки (опорного перфорованого диска під насадку) на міцність.
19. Надати алгоритм розрахунку тарілки, що складається з окремих прямокутних секцій (опорного диска під насадку) на міцність.
20. Надати алгоритм розрахунку тарілок колонних апаратів на жорсткість.
21. Надати алгоритм розрахунку опорних балок під тарілки на міцність.
22. Надати алгоритм конструктивного розрахунку капсульних ковпачків.
23. Проаналізувати вітрові і сейсмічні навантаження на корпус колони.
24. Надати алгоритм розрахунку вітрового навантаження на колонний апарат.
25. Надати алгоритм розрахунку згинаючого моменту від вітрового навантаження на колонний апарат.
26. Надати алгоритм розрахунку колони на міцність.
27. Надати алгоритм розрахунку колони на стійкість.
28. Класифікувати теплообмінники.
29. Класифікувати кожухотрубні теплообмінники.
30. Проаналізувати кожухотрубні теплообмінники з нерухомими трубними решітками. Навести варіанти кріплення трубних решіток до корпусу апарата.
31. Навести варіанти розміщення труб в трубних решітках і з'єднання труб з трубними решітками.

32. Обґрунтувати застосування і навести конструкції багатоходових теплообмінників.
33. Проаналізувати розрахунок напружень в кожусі і трубах теплообмінника з нерухомими трубними решітками, які обумовлені тиском.
34. Проаналізувати розрахунок напружень в кожусі і трубах теплообмінника з нерухомими трубними решітками, які обумовлені температурними деформаціями.
35. Обґрунтувати застосування апаратів з температурними компенсаторами на кожусі. Навести конструкції температурних компенсаторів.
36. Навести конструкції теплообмінників з плаваючою головкою.
37. Навести конструкції теплообмінників з плаваючою головкою і компенсатором на ній.
38. Обґрунтувати застосування і навести конструкції поперечних перегородок в кожухотрубних теплообмінниках. Застосування відбійників на вході середовища у міжтрубний простір.
39. Надати алгоритм розрахунку трубних решіток кожухотрубних теплообмінників.
40. Навести конструкцію і застосування теплообмінників з U-подібними трубами.
41. Навести конструкцію і застосування теплообмінників з розширником на кожусі.
42. Навести шляхи інтенсифікації теплообміну в кожухотрубних теплообмінниках.
43. Проаналізувати і навести приклади застосування товстостінних посудин. Навести конструкції циліндричних товстостінних посудин.
44. Навести конструкції монолітних і багатошарових товстостінних посудин.
45. Навести нормативні параметри і допустимі напруження для апаратів високого тиску.
46. Проаналізувати напруження у суцільній товстостінній обичайці, що виникають від дії внутрішнього тиску.
47. Надати алгоритм розрахунку на міцність циліндричних товстостінних одношарових обичайок.
48. Надати алгоритм розрахунку температурних напружень в товстостінній циліндричній обичайці.
49. Надати алгоритм розрахунку плоских днищ апаратів високого тиску.
50. Надати алгоритм розрахунку випуклих днищ апаратів високого тиску.
51. Дати оцінку затворам апаратів високого тиску.
52. Проаналізувати конструкцію, умови використання і розрахунок затворів з плоскою металевою прокладкою.
53. Проаналізувати конструкцію, умови використання і розрахунок затворів з двоконусним кільцем.
54. Проаналізувати конструкцію, умови використання і розрахунок затворів з кільцем трикутного перерізу.
55. Проаналізувати конструкцію, умови використання і розрахунок затворів з трапецоїдальною прокладкою.
56. Проаналізувати конструкцію, умови використання і розрахунок затворів з клиновим ущільненням.
57. Проаналізувати конструкцію, умови використання і розрахунок затворів і фланців з лінзовим ущільненням.
58. Обґрунтувати розрахунок шпильок апаратів високого тиску на міцність.
59. Обґрунтувати конструктивний розрахунок фланців апаратів високого тиску.
60. Обґрунтувати перевірний розрахунок фланців апаратів високого тиску.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент кафедри МАХНВ, к.т.н. Андреєв Ігор Анатолійович

Ухвалено кафедрою *машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв* (протокол № 26 від 19.08.2021 р.)

Погоджено Методичною комісією інженерно-хімічного факультету (протокол № 6 від 25.06.2021 р.)