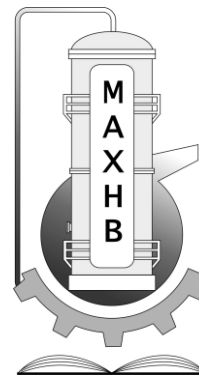


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

навчальної дисципліни
***«Розрахунок і конструювання типового обладнання-2.
Розрахунок і конструювання товстостінних посудин,
теплообмінних та колонних апаратів»***

напряму 6.050503 Машинобудування

форма навчання денна

Київ-2016

Методичні вказівки до самостійної роботи студентів напрямку 6.050503 Машинобудування з дисципліни “Розрахунок і конструювання типового обладнання-2. Розрахунок і конструювання товстостінних посудин, теплообмінних та колонних апаратів”: [Електронний ресурс]:/ НТУУ „КПІ”; уклад. І.А. Андреев. – Київ: НТУУ „КПІ”, 2016. 11 с.

*Гриф надано Вченою радою
інженерно-хімічного факультету НТУУ „КПІ”
(Протокол № 2 від 28 березня 2016 р.)*

Для студентів інженерно-хімічного факультету.

Відповідальний редактор Корнієнко Ярослав Микитович, професор, д.т.н,

Рецензент:

Коваленко Ігор Валентинович, доцент кафедри хімічного, полімерного і силікатного машинобудування Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», к.т.н.

Навчальне видання

Андреев Ігор Анатолійович

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
напряму 6.050503 Машинобудування
з дисципліни**

**“Розрахунок і конструювання типового обладнання – 2.
Розрахунок і конструювання товстостінних посудин, теплообмінних та
колонних апаратів”**

Вступ

Дисципліна напряму підготовки 6.050503 Машинобудування, спеціальності 6.050503 “Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів”, освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, за денною формою навчання, складена відповідно до програми навчальної дисципліни «Розрахунок і конструювання типового обладнання»

Дисципліна «Розрахунок і конструювання типового обладнання» є окремою дисципліною.

Об'єктом вивчення кредитного модуля є типове технологічне обладнання хімічних підприємств, а також процеси, що відбуваються в них.

Предметом вивчення кредитного модуля є забезпечення міцності, стійкості, жорсткості, герметичності, корозійної тривкості, конструктивної довершеності та інших вимог до елементів хімічного обладнання, підготовка конструкторської документації.

Міждисциплінарні зв'язки: навчальній дисципліні «Розрахунок та конструювання типового обладнання» передують навчальні дисципліни, такі як: «Вища математика», «Опір матеріалів», «Гідравліка», «Процеси, апарати і машини галузі», «Деталі машин», «Технологія машинобудування». Навчальна дисципліна «Розрахунок і конструювання типового устаткування» забезпечує дисципліни «Комп'ютерне проектування обладнання хімічних виробництв», «Технологія обладнання хімічних виробництв», «Технологія виготовлення, надійність і довговічність», «Комп'ютерне проектування інженерно-хімічних комплексів».

1. Мета та завдання кредитного модуля

1.1. Метою вивчення даного кредитного модуля 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.

1.2. Основні завдання кредитного модуля.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння кредитного модуля 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;
 - основні конструкції опорних вузлів і їх деталей та вимог до них;
- 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. Структура кредитного модуля

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 165 годин / 5,5 кредитів ECTS.

Рекомендований розподіл навчального часу

Форма навчання	Всього		Розподіл навчального часу за видами занять				МКР	Семестрова атестація
	кредитів	годин	Лекції	Практичні (семінарські) заняття	Лабораторні роботи	СРС		
<i>Денна</i>	<i>5,5</i>	<i>165</i>	<i>54</i>	<i>27</i>	<i>--</i>	<i>84</i>	<i>1</i>	<i>іспит</i>

3. Календарно-тематичний план

Календарно-тематичний план засвоєння навчальної дисципліни

Тиждень	Назви розділів і тем	Рекомендований час СРС
1	Лекція 1. Розділ 1. Конструювання та розрахунок теплообмінних апаратів. Тема 1.1. Теплообмінні апарати. Застосування. Основні конструкції.	1
1	Лекція 2. Тема 1.2. Розміщення труб в кожухотрубних теплообмінниках. Конструкції трубних решіток. Практичне заняття 1. Конструктивний розрахунок кожухотрубчатого теплообмінника.	2
2	Лекція 3. Тема 1.3. Осьові навантаження та напруження, викликані тиском та різницею температур в кожусі та трубах теплообміннику типу ТН.	1
3	Лекція 4. Тема 1.4. Умови міцності і стійкості кожуха та труб кожухотрубчатого теплообмінника. Практичне заняття 2. Теплообмінник типу ТН. Визначення сил в трубах та кожусі. Перевірка труб та кожуха на міцність та стійкість.	2
3	Лекція 5. Тема 1.5. Конструкції компенсаторів. Осьові навантаження, викликані різницею температур в теплообмінниках типу ТК.	2
4	Лекція 6. Тема 1.6. Розрахунок міцності та стійкості кожуха і труб, міцності компенсатора. Практичне заняття 3. Теплообмінник типу ТК. Розрахунок температурного компенсатора. Перевірка труб та кожуха на міцність та стійкість.	2
5	Лекція 7. Тема 1.7. Конструктивний розрахунок трубних решіток. Перевірка міцності кріплення труб в решітці.	2
5	Лекція 8. Тема 1.8. Конструкції апаратів з оболонками. Зусилля, що діють на корпус та оболонку Розрахунок температурних зусиль. Практичне заняття 4. Розрахунок трубної решітки теплообмінника.	2
6	Лекція 9. Тема 1.9. Теплообмінні апарати інших конструкцій.	2
7	Лекція 10. Розділ 2. Колонні апарати. Конструкції і розрахунок. Тема 2.1. Колонні апарати. Основні конструкції та застосування. Вимоги до конструкції. Практичне заняття 5. Апарати з оболонками. Зусилля, що діють на корпус та оболонку Розрахунок температурних напружень.	2
7	Лекція 11. Тема 2.2. Внутрішні пристрої колонних апаратів.	2

8	Лекція 12. Тема 2.3. Розрахунок колосникових решіток. Барботажи колонні апарати. Практичне заняття 6. Колонні апарати. Розрахунок внутрішніх пристроїв апарата. Конструктивний розрахунок.	1
9	Лекція 13. Тема 2.4. Розрахунок тарілок на міцність та жорсткість.	2
9	Лекція 14. Тема 2.5. Навантаження на корпус колонного апарата. Визначення вітрового навантаження. Практичне заняття 7. Визначення вітрового навантаження на колонний апарат. Розрахунок згинаючого моменту в перерізах колонного апарата.	1
10	Лекція 15. Тема 2.6. Згинаючий момент в перерізах колонного апарата.	1
11	Лекція 16. Тема 2.7. Розрахунок корпусу колонного апарата на міцність. Практичне заняття 8. Перевірка корпусу колонного апарата на міцність.	2
11	Лекція 17. Тема 2.8. Розрахунок корпусу колонного апарата на стійкість.	1
12	Лекція 18. Тема 2.9. Опорна обичайка колонного апарата. Конструкції та розрахунок. Практичне заняття 9. Перевірка корпусу колонного апарата на стійкість.	2
13	Лекція 19. Розділ 3. Апарати високого тиску. Конструкції і розрахунок. Тема 3.1. Товстостінні посудини та апарати. галузі використання. Конструкції товстостінних посудин.	2
13	Лекція 20. Тема 3.2. Напруження в циліндричній монолітній стінці при пружній деформації матеріалу. Аналіз напруженого стану. Розрахунок стінки за методом допустимих напружень та його недоліки. Практичні заняття 10. Товстостінні посудини. Вибір конструкції корпусу. Визначення товщини стінки, напружень в матеріалі при пружній деформації матеріалу. Аналіз напруженого стану.	1
14	Лекція 21. Тема 3.3. Розрахунок напружень в стінці при пластичній деформації та пружно-пластичній деформація матеріалу.	1
15	Лекція 22. Тема 3.4. Температурні напруження в стінці товстостінної посудини. Практичні заняття 11. Температурні напруження в стінці.	1

15	Лекція 23. Тема 3.5. Днища та кришки апаратів високого тиску. Конструкції і розрахунок.	2
16	Лекція 24. Тема 3.6. Затвори апаратів високого тиску. Конструкції і розрахунок. Практичні заняття 12. Розрахунок плоских та опуклих кришок та днищ товстостінної посудини.	2
17	Лекція 25. Тема 3.7. Фланці апаратів високого тиску. Конструкції і розрахунок.	2
17	Лекція 26. Тема 3.8. Укріплення отворів в апаратах високого тиску. Практичні заняття 13. Затвори товстостінних посудин. Розрахунок зусиль в затворах.	2
18	Лекція 27. Тема 3.9. Розрахунок шпильок апаратів високого тиску.	1
	Модульна контрольна робота.	4
	Іспит	36

4. Самостійна робота

На початку семестру студенти мають за своїм логіном і паролем увійти до електронного Кампусу й отримати необхідні матеріали для вивчення дисципліни.

Рекомендується щотижня засвоювати навчальний матеріал однієї лекції відповідно до календарно-тематичного плану та перевірити ступінь засвоєння навчального матеріалу, відповівши на контрольні запитання (провести тестування).

Самостійна робота студентів займає 51 % часу вивчення курсу, включає також підготовку до іспиту. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в області розрахунків і конструювання типового устаткування, що не ввійшла перелік лекційних питань, шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі.

Календарно-тематичний план самостійного опрацювання

Тиждень	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Література	Кількість годин СРС
	Розділ 1. Конструювання та розрахунок теплообмінних апаратів.		
1	Завдання на СРС: Класифікація кожухотрубних апаратів.	Література [1 – 3, 5 – 8, 10, 11, 14 – 16].	3
2	Завдання на СРС: Проаналізувати вплив різних факторів на зусилля, які виникають в трубах та кожусі.	Література [1 – 3, 5 – 8, 10, 11, 14 – 16].	3
3	Завдання на СРС: Проаналізувати конструкції температурних компенсаторів.	Література [1 – 3, 5 – 8, 10, 11, 13 – 16].	2
4	Завдання на СРС: Навести конструкції трубних решіток.	Література [1 – 3, 5 – 8, 10, 11, 14 – 16].	2
5	Завдання на СРС: Навести конструкції апаратів з оболонками.	Література [1 – 3, 5 – 8, 10, 11, 14 – 16].	3
6	Завдання на СРС: Проаналізувати роботу теплообмінних апаратів.	Література [1 – 3, 5 – 8, 10, 11, 14 – 16].	3
	Розділ 2. Тема 2. Розрахунок та конструювання колонних апаратів		
7	Завдання на СРС: Розглянути вплив внутрішніх пристроїв на стійкість колони.	Література [1 – 3, 5 – 8, 10, 11, 14 – 16, 18].	2
8	Завдання на СРС: Проаналізувати вплив сейсмічних навантажень на колонний апарат.	Література [1 – 3, 5 – 8, 10, 11, 14 – 16, 18].	3
9	Завдання на СРС: Проаналізувати вплив навантажень на колону при монтажі і в робочих умовах.	Література [1 – 3, 5 – 8, 10, 11, 14 – 16, 18].	2
10	Завдання на СРС: Проаналізувати змінювання згинаючого моменту по висоті колони.	Література [1 – 3, 5 – 8, 10, 11, 14 – 16, 18].	2
11	Завдання на СРС: Способи підвищення міцності колони.	Література [1 – 3, 5 – 8, 10, 11, 14 – 16, 18].	3

12	Завдання на СРС: Способи підвищення стійкості колони.	Література [1 – 3, 5 – 8, 10, 11, 14 – 16, 18].	2
	Розділ 3. Тема 3. Апарати високого тиску. Конструкції і розрахунок.		
13	Завдання на СРС: Класифікація товстостінних посудин.	Література [1 – 12, 14 – 16].	3
14	Завдання на СРС: Пропозиції щодо шляхів зменшення напружень в корпусі.	Література [1 – 12, 14 – 16].	3
15	Завдання на СРС: Вплив температурних напружень на величину сумарних напружень в корпусі.	Література [1 – 12, 14 – 16].	2
16	Завдання на СРС: Навести конструкції кришок та днищ товстостінної посудини.	Література [1 – 12, 14 – 16].	2
17	Завдання на СРС: Конструкції затворів.	Література [1 – 12, 14 – 16].	2
18	Завдання на СРС: Навести конструкції фланців апаратів високого тиску.	Література [1 – 12, 14 – 16].	2
	Модульна контрольна робота	Література [1 – 18].	4
	Іспит	Література [1 – 18].	36

5. Оцінювання результатів навчання

Проводиться згідно Положення про РСО до дисципліни «Розрахунок і конструювання типового обладнання-2. Розрахунок і конструювання товстостінних посудин, теплообмінних та колонних апаратів».

6. Рекомендована література

6.1. Базова

1. Андреев 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. Андреев І.А., Мікульонюк І.О. Розрахунок, конструювання та надійність обладнання хімічних виробництв: Термінологічний словник. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2002. – 216 с.
3. Андреев І.А., Зубрій О.Г., Мікуленок І.О. Застосування матеріалів у хімічному машинобудуванні. Сталі і чавуни,- К.: ІЗМН, 1999. – 148 с.
4. Андреев 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. Лацинский А.А. Конструирование сварных химических аппаратов: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1981. – 382 с.

8. Топтуненко Е.Т. Основы 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 14249 –89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность.
12. І.А. Андреев. Конструювання та розрахунок опор колонних апаратів. Навч. посібник. – К.: ВПН, 1997. – 80 с.
13. І.А. Андреев, І.О. Мікульонюк. Розрахунок лінзових і сильфонних компенсаторів. Навч. посібник. – К.: «Видавництво «Політехніка», 2008. – 88 с.

6.2. Допоміжна

14. Кольман-Иванов Э.Э. и др. Конструирование и расчет машин химических производств: Учебник. М.: Машиностроение, 1985. – 406 с.
15. Канторович З.Б. Машины химической промышленности: Учебное пособие.- М.: Машиностроение. 1965. – 415 с.
16. Вихман Г.Л. Круглов С.А. Основы конструирования аппаратов и машин нефтеперерабатывающих заводов: Учебник.- М.: Машиностроение 1973. – 328с.
17. Андреев І.А. Методичні вказівки до практичних занять для студентів спеціальності «Обладнання лісового комплексу» з дисципліни «Розрахунок і конструювання елементів папероробних і картоноробних машин – 1» [Електронний ресурс]: / НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 3,14 Мбайт). – Київ: НТУУ «КПІ», 2014. – 71 с. Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/7698>.
18. Зубрий О.Г., Кочеров В.Л. Алгоритм расчета колонных аппаратов. Киев: КПИ, 1986. – 36с.

7. Консультації і контакти із науково-педагогічним працівником.

Спілкування з викладачем проводиться на лекційних заняттях, практичних заняттях, консультаціях, через електронний Кампус або електронною поштою.