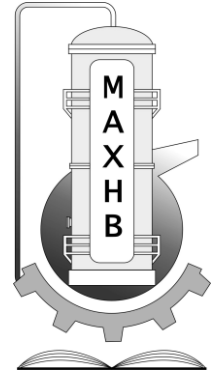


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

навчальної дисципліни

***«Розрахунок і конструювання типового обладнання-1.
Розрахунок і конструювання тонкостінних посудин, опор та
стропових пристроїв»***

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 – 1. Розрахунок і конструювання тонкостінних посудин, опор та стропових пристроїв”: [Електронний ресурс]:/ НТУУ „КПІ”; уклад. І.А. Андреев. – Київ: НТУУ „КПІ”, 2016. 12 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 – 1.
Розрахунок і конструювання тонкостінних посудин, опор та стропових
пристроїв”**

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 вибрати 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 195 годин / 6,5 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>6,5</i>	<i>195</i>	<i>54</i>	<i>36</i>	<i>--</i>	<i>105</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. Вимоги до машин та апаратів. Тема 1.1. Мета і завдання курсу. Зміст курсу. Основні вимоги до машин і апаратів, конструювання і проектування. Міцність, жорсткість стійкість деталей, герметичність з'єднань, довговічність та транспортабельність конструкції.	1
1	Лекція 2. Тема 1.2. Розрахунковий тиск, температура, допустимі напруження. Розрахункові моделі. Напружений стан. Порядок визначення напружень. Критерії міцності. Практичне заняття 1. Матеріали та їх властивості. Розрахунковий, умовний, пробний тиск; розрахункова температура; допустиме напруження, прибавка до розрахункової товщини; коефіцієнт міцності зварного шва. Теплофізичні властивості середовищ та їх визначення.	2
2	Лекція 3. Розділ 2. Розрахунок та конструювання тонкостінних посудин. Тема 2.1. Тонкостінні та товстостінні посудини. Тонкостінні осесиметричні оболонки під внутрішнім тиском. Основні поняття моментної та безмоментної теорій оболонок. Практичне заняття 2. Розрахунок циліндричної обичайки, яка знаходиться під дією внутрішнього тиску.	2
3	Лекція 4. Тема 2.2. Основні поняття моментної та безмоментної теорій оболонок. Умови рівноваги елемента та зони оболонок.	2
3	Лекція 5. Тема 2.3. Тонкостінні циліндричні обичайки. Вимоги до конструкції. Внутрішні зусилля та напруження в циліндричній оболонці. Розрахунок циліндричної обичайки. Практичне заняття 3. Розрахунок днищ і кришок, які знаходяться під дією внутрішнього тиску.	2
4	Лекція 6. Тема 2.4. Опуклі днища. Еліптичні днища. Вимоги до конструкції. Галузі застосування. Геометрія еліптичної оболонки. Практичне заняття 4. Розрахунок плоских днищ і кришок на міцність.	3
5	Лекція 7. Тема 2.5. Визначення зусиль та напружень в еліптичній тонкостінній оболонці. Розрахунок еліптичних днищ.	3
5	Лекція 8. Тема 2.6. Конструкції та застосування напівсферичних та торосферичних днищ. Вимоги до	2

	<p>конструкцій. Розрахунок на міцність при дії внутрішнього тиску. Конічні обичайки, днища та переходи. Застосування, вимоги до конструкції. Розгортки конічних днищ. Розрахунок гладкої конічної обичайки.</p> <p>Практичне заняття 5. Розрахунок циліндричної обичайки, яка знаходиться під дією зовнішнього тиску.</p>	
6	<p>Лекція 9. Тема 2.7. Плоскі днища та кришки. Застосування, вимоги до конструкцій. Розрахункова модель плоских днищ. Внутрішні зусилля та напруження в плоскій круглій пластині. Розрахунок днищ та кришок на міцність.</p> <p>Практичне заняття 6. Розрахунок циліндричної обичайки, яка знаходиться під спільною дією зовнішнього тиску і осьової стискаючої сили.</p>	3
7	<p>Лекція 10. Тема 2.8. Особливості роботи обичайок під зовнішнім тиском. Втрата стійкості. Критичний тиск. Розрахунок гладкої циліндричної обичайки, навантаженої зовнішнім тиском.</p>	3
7	<p>Лекція 11. Тема 2.9. Обичайки з кільцями жорсткості, навантажені внутрішнім або зовнішнім тиском. Втрата місцевої та загальної стійкості при навантаженні осьовою стискаючою силою.</p> <p>Практичне заняття 7. Розрахунок конічного днища, яке навантажене зовнішнім тиском.</p>	2
8	<p>Лекція 12. Тема 2.10. Циліндричні обичайки, навантажені вигинаючим моментом та поперечною силою. Розрахунок обичайки при сумісній дії зовнішнього тиску, осьової сили, згинаючого моменту та поперечної сили.</p> <p>Практичне заняття 8. Розрахунок еліптичного і півсферичного днищ, які навантажені зовнішнім тиском.</p>	2
9	<p>Лекція 13. Тема 2.11. Особливості роботи днищ і кришок, які знаходяться під зовнішнім тиском.</p>	2
9	<p>Лекція 14. Тема 2.12. Випуклі днища під зовнішнім тиском.</p> <p>Практичне заняття 9. Розрахунок крайових навантажень: крайового моменту та крайової сили.</p>	2
10	<p>Лекція 15. Тема 2.13. Розрахунок циліндричної обичайки в крайовій зоні. Визначення крайових навантажень.</p> <p>Практичне заняття 10. Розрахунок міцності обичайки на краю.</p>	3
11	<p>Лекція 16. Тема 2.14. Розрахунок міцності обичайки в крайовій зоні.</p>	2
11	<p>Лекція 17. Тема 2.15. Вплив отворів на міцність обичайок. Взаємний вплив отворів.</p> <p>Практичне заняття 11. Укріплення отворів. Необхідність укріплення, взаємний вплив отворів. Напруження біля отвору.</p>	2

12	Лекція 18. Тема 2.16. Отвори, які не потребують укріплення. Методи укріплення отворів. Практичне заняття 12. Розрахунок геометричних розмірів укріплюючих деталей одиночного отвору.	2
13	Лекція 19. Тема 2.17. Розрахунок геометричних розмірів деталей укріплення отворів.	2
13	Лекція 20. Розділ 3. Конструювання та розрахунок роз'ємних міцно-щільних з'єднань. Тема 3.1. Роз'ємні міцно-щільні з'єднання. Класифікація, основні конструкції та застосування. Конструкції вузлів ущільнення. Прокладки та матеріали. Практичне заняття 13. Фланцеві з'єднання. Вибір типу фланців, визначення геометричних розмірів.	3
14	Лекція 21. Тема 3.2. Фланцеві з'єднання. Конструкції фланців, застосування. Конструктивний розрахунок фланців. Зусилля, що виникають в деталях фланцевого з'єднання. Практичне заняття 14. Розрахунок фланців на міцність та жорсткість. Перевірка міцності прокладки. Алгоритм розрахунку на ЕОМ	3
15	Лекція 22. Тема 3.3. Розрахунок зусиль в болтах з'єднання. Розрахунок болтів. Розрахунок фланців на міцність та жорсткість. Розрахунок прокладок.	3
15	Лекція 23. Тема 3.4. Сальникові ущільнення. Конструкції, застосування. Зусилля в сальниковій набивці. Умова герметичності. Практичне заняття 15. Сальникове ущільнення. Конструктивний розрахунок. Визначення сили затяжки болтів та потужності на подолання сил тертя.	3
16	Лекція 24. Розділ 4. Конструювання та розрахунок опор та стропових пристроїв. Тема 4.1. Конструювання опор вертикальних та горизонтальних апаратів. Практичне заняття 16. Розрахунок деталей опори вертикального апарата. Розрахунок циліндричної обичайки вертикальної посудини під дією опорних навантажень.	3
17	Лекція 25. Тема 4.2. Розрахунок обичайок вертикальних апаратів на дію опорних навантажень.	3
17	Лекція 26. Тема 4.3. Розрахунок обичайок горизонтальних апаратів на дію опорних навантажень. Практичне заняття 17. Розрахунок циліндричної обичайки горизонтальної посудини під дією опорних навантажень.	3

18	Лекція 27. Тема 4.4. Конструювання та розрахунок стропових пристроїв перевірка обичайок на дію навантажень від стропових пристроїв. Практичне заняття 18. Розрахунок стропових пристроїв.	3
	Модульна контрольна робота.	3
	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 44 % 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. Вимоги до машин та апаратів		
1	Завдання на СРС: Порівняти величини розрахункового тиску при наявності гідростатичного тиску рідини і запобіжних клапанів.	Література [1 – 8, 10, 12].	3
	Розділ 2. Розрахунок та конструювання тонкостінних посудин		
2	Завдання на СРС: Проаналізувати вплив різних факторів на товщину стінки обичайки.	Література [1 – 12, 17].	2
3	Завдання на СРС: Проаналізувати вплив конструкції днищ і кришок на їх товщину.	Література [1 – 12, 17].	4
4	Завдання на СРС: Визначення згинаючих моментів та напружень в перерізах, порівняння з опуклими днищами.	Література [1 – 12, 17].	3
5	Завдання на СРС: Порівняти значення допустимих тисків, які були визначені з умов міцності і стійкості в границях пружності.	Література [1 – 12, 17].	5

6	Завдання на СРС: Проаналізувати розрахунок обичайки на стійкість при сумісній дії зовнішнього тиску, осьової і поперечної сил, а також згинаючого моменту.	Література [1 – 12, 17].	3
7	Завдання на СРС: Розглянути способи укріплення конічного днища.	Література [1 – 12, 17].	5
8	Завдання на СРС: Розрахунок еліптичного і півсферичного днищ, які навантажені зовнішнім тиском.	Література [1 – 12, 17].	2
9	Завдання на СРС: Проаналізувати вплив форми оболонки на величину крайового моменту та крайової сили.	Література [2, 3, 5–8, 16, 17].	4
10	Завдання на СРС: Пропозиції щодо зменшення крайових навантажень.	Література [2, 3, 5–8, 16, 17].	3
11	Завдання на СРС: Способи укріплення отворів.	Література [2, 3, 5–8, 12, 17, 18].	4
12	Завдання на СРС: Пропозиції щодо зменшення напружень понад отвором.	Література [2, 3, 5–8, 12, 17, 18].	2
	Розділ 3. Конструювання та розрахунок роз'ємних міцно-щільних з'єднань.		
13	Завдання на СРС: Класифікація фланців.	Література [2, 3, 5 – 10, 12, 13].	5
14	Завдання на СРС: Пропозиції щодо шляхів підвищення герметичності фланцевого з'єднання.	Література [2, 3, 5 – 10, 12, 13].	3
15	Завдання на СРС: Конструктивне виконання сальникових ущільнень.	Література [2, 3, 5 – 10, 12].	6
	Розділ 4. Конструювання та розрахунок опор та стропових пристроїв.		
16	Завдання на СРС: Навести приклади застосування підкладного листа до опори.	Література [2, 4, 12, 13].	3
17	Завдання на СРС: Конструкції опор горизонтальних апаратів.	Література [2, 4, 12, 13].	6
18	Завдання на СРС: Навести випадки застосування стропових пристроїв.	Література [2, 4, 12, 13].	3
	Модульна контрольна робота	Література [1 – 18].	3
	Іспит	Література [1 – 18].	36

5. Оцінювання результатів навчання

Проводиться згідно Положення про РСО до дисципліни «Розрахунок і конструювання типового обладнання – 1. Розрахунок і конструювання тонкостінних посудин, опор та стропових пристроїв».

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., Мікульонок 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. Лашинский 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 14249 –89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность.
12. Андреев І.А. Методичні вказівки до практичних занять для студентів спеціальності «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» з дисципліни «Розрахунок і конструювання типового устаткування – 1. Розрахунок і конструювання тонкостінних посудин» [Електронний ресурс] : / НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 6,47 Мбайт). – Київ: НТУУ «КПІ», 2014. – 103 с. Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/7701>
13. В.Г. Доброногов, І.О. Микуленок . Конструювання та розрахунок фланцевих з’єднань. Навчальний посібник.- К.: НПК ВО, 1992.-104 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. ГОСТ 24755-81. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность Укрепление отверстий.

7. Консультації і контакти із науково-педагогічним працівником.

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