

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
Факультет біотехнології і біотехніки
Інститут / факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан

факультету біотехнології і біотехніки
(назва факультету)

_____ О. М. Дуган _____
(підпис) (ініціали, прізвище)

«24» червня 2016 р.

«РОЗРАХУНОК І КОНСТРУЮВАННЯ ТИПОВОГО УСТАТКУВАННЯ»
(назва навчальної дисципліни)

ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

підготовки бакалавр
(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

галузі знань 0505 Машинобудування та матеріалообробка
(13 – Механічна інженерія)
(шифр і назва)

Спеціальності 6.050503 - Машинобудування (13 – Галузеве машинобудування)
(шифр і назва)

Спеціалізації Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв
(назва)

(шифр за ОПП СВНЗ 2.1.5)

Ухвалено методичною комісією
факультету біотехнології і біотехніки
(назва факультету)

Протокол від _____ 2016 р. № ____
Голова методичної комісії

_____ О.Ю. Галкін _____
(підпис) (ініціали, прізвище)

«24» червня 2016 р.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

асистент, Костик Сергій Ігорович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Програму затверджено на засіданні кафедри біотехніки та інженерії

(повна назва кафедри)

Протокол від «08» червня 2016 р. №13

Завідувач кафедри

В.М. Мельник

_____ (підпис)

(ініціали, прізвище)

«30» червня 2016 р.

Вступ

Програму навчальної дисципліни **Розрахунок і конструювання типового устаткування**

складено відповідно до освітньо-професійної програми першого (бакалаврський) рівня вищої освіти ступінь

бакалавр

(назва ОКР)

Галузі знань 0505 Машинобудування та матеріалообробка
(13 – Механічна інженерія)

Спеціальність 6.050503 - Машинобудування (133 Галузеве машинобудування)

Спеціалізації Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв

Навчальна дисципліна належить до циклу професійної підготовки

Предмет навчальної дисципліни проективання і конструювання елементів типового обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв з використанням сучасних комп'ютерних пакетів та методів інженерного розрахунку.

Міждисциплінарні зв'язки: базовими для дисципліни є «Теоретична механіка», «Теорія машин і механізмів», «Опір матеріалів», «Деталі машин», а також «Математика», «Фізика», «Процеси апарати і машини галузі» та спеціальні дисципліни з біотехнології і біотехніки.

1. Мета і завдання навчальної дисципліни

1.1. Мета навчальної дисципліни.

Метою кредитного модуля є формування у студента здатностей:

- виконувати конструкційні розрахунки елементів обладнання, використовуючи сучасні методи розрахунку, програмні та технічні засоби;
- користуватися комп'ютерними технологіями для виконання технічної документації (проектної, конструкторської, тощо);
- приймати участь у роботах з доведення та освоєння технологічних процесів в ході підготовки виробництва нової продукції, перевіряти міцність, стійкість, жорсткість конструкцій в умовах монтажу та робочих умовах, налагодження при випробуваннях та здача в експлуатацію нових зразків виробів, вузлів та деталей продукції що випускається.

1.2. Основи завдання навчальної дисципліни:

2.2. Основи завдання кредитного модуля:

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- конструювання фармацевтичного та мікробіологічного обладнання;
- монтажу основних видів фармацевтичного та мікробіологічного обладнання;
- знання матеріалів і їх фізичних характеристик;
- загальних питань експлуатації;
- експлуатації основних видів фармацевтичного та мікробіологічного обладнання.

уміння:

- проводити розрахунок на міцність елементів типового фармацевтичного та мікробіологічного обладнання;
- проводити розрахунок на стійкість елементів типового фармацевтичного та мікробіологічного обладнання;

- проводити розрахунок елементів типового фармацевтичного та мікробіологічного обладнання під спільною дією різних видів навантаження;
- проводити розрахунок на жорсткість та вібростійкість елементів типового фармацевтичного та мікробіологічного обладнання;
- проводити проектні конструкторські розрахунки типового фармацевтичного та мікробіологічного обладнання;
- складати заявки на обладнання та запасні частини, підготувати проектно-технічну документацію на виробництво фармацевтичного та мікробіологічного обладнання.

досвід:

- користування комп'ютерними технологіями для розроблення креслень основних апаратів, що використовуються в фармацевтичній та біотехнологічній промисловості, а також їх вузлів;
- складання проектно-технічної документації.

2. Структура навчальної дисципліни

На вивчення дисципліни відводиться 285 годин/ 9,5 кредитів ECTS.

Навчальна дисципліна містить кредитні модулі:

- 1) Розрахунок і конструювання типового устаткування-1. Тонкостінні посудини та апарати
- 2) Розрахунок і конструювання типового устаткування-2. Опори, стропові пристрої та теплообмінне обладнання.

Рекомендований розподіл робочого часу

Форма навчання	Кредитні модулі	Всього		Розподіл навчального часу за видами занять				Семестрова атестація
		кредитів	годин	Лекції	Практичні (семінарські) заняття	Лабораторні роботи (комп'ютерні практикуми)	СРС	
Денна	<i>Всього</i>	9,5	285	72	72	-	141	
	1	4	120	36	26	-	58	<i>диф. залік</i>
	2	5,5	165	36	46	-	83	<i>екзамен</i>

3. Зміст навчальної дисципліни

Кредитний модуль 1.

Розділ I. Розрахунок фармацевтичного та мікробіологічного обладнання.

Тема 1. Основні відомості. Вимоги до обладнання.

Тема 2. Типи конструкційних матеріалів.

Тема 3. Вплив температури, тиску та робочого середовища на вибір конструкційного матеріалу.

Тема 4. Конструювання і розрахунок на статичну міцність основних елементів.

Розділ II. Конструювання фармацевтичного та мікробіологічного обладнання.

Тема 5. Обичайки циліндричні.

Тема 6. Обичайки циліндричні з кільцями жорсткості.

Тема 7. Еліптичні та напівсферичні днища.

Тема 8. Конічні днища.

Тема 9. Зміцнення отворів.

Тема 10. Конструкційний розрахунок фланцевих з'єднань.

Кредитний модуль 2.

Розділ I. Розрахунок елементів тонкостінних апаратів.

Тема 1. Конструювання опор та стропових пристроїв.

Тема 2. Розрахунок обичайок під дією опорних навантажень.

Тема 3. Розрахунок тонкостінних обичайок в крайовій зоні.

Розділ II. Розрахунок і конструювання теплообмінного обладнання.

Тема 4. Основні види та вимоги до теплообмінного обладнання.

Тема 5. Конструктивний розрахунок теплообмінних апаратів.

Тема 6. Теплообмінні компенсатори. Конструкції компенсаторів.

Тема 7. Розміщення труб в кожухотрубних теплообмінниках. Конструкції трубних решіток.

Тема 8. Розрахунок теплообмінного устаткування з рубашкою на кожусі.

4. Рекомендована тематика практичних (семінарських) занять

Основні завдання циклу практичних занять полягають в набутті студентами практичних навичок користування комп'ютерними технологіями для розроблення монтажних креслень основних апаратів, що використовуються в фармацевтичній та біотехнологічній промисловості, а також їх вузлів.

Кредитний модуль 1.

Практичне заняття №1. Розрахунковий, умовний, пробний тиск; розрахункова температура; допустиме напруження, прибавка до розрахункової товщини; коефіцієнт міцності зварного шва.

Практичне заняття №2. Розрахунок циліндричної обичайки тонкостінного апарата, навантаженого внутрішнім тиском.

Практичне заняття №3. Визначення внутрішніх зусиль в стінці циліндричної обичайки.

Практичне заняття №4. Еліптичне днище. визначення радіусів кривизни; розрахунок товщини, допустимого тиску внутрішніх зусиль та напружень.

Практичне заняття №5. Розрахунок гладкої конічної обичайки навантаженої внутрішнім надлишковим тиском. Розробка конструкції гладкої конічної обичайки та її розгортки.

Практичне заняття №6. Плоскі днища. Визначення товщини, допустимого тиску, порівняння з опуклими днищами.

Практичне заняття №7. Розрахунок гладкої циліндричної обичайки навантаженої зовнішнім тиском.

Практичне заняття №8. Розрахунок гладкої циліндричної обичайки, навантаженої зовнішнім надлишковим тиском, осьовою, поперечною силами та згинаючим моментом.

Практичне заняття №9. Розрахунок еліптичної кришки, навантаженої зовнішнім тиском.

Практичне заняття №10. Розрахунок гладкої конічної обичайки, навантаженої зовнішнім тиском.

Кредитний модуль 2.

Практичне заняття №1.

Розрахунок деталей опори вертикального апарату. Розрахунок циліндричної обичайки

вертикального апарату під впливом опорних навантажень. Розрахунок циліндричної обичайки горизонтального апарату під впливом опорних навантажень.

Практичне заняття №2.

Розрахунок циліндричної обичайки горизонтального апарату, підкріпленої кільцями жорсткості під впливом опорних навантажень.

Практичне заняття №3.

Розрахунок циліндричної обичайки апарату під впливом зусиль з боку стропових пристроїв.

Практичне заняття №4.

Крайові навантаження. Визначення крайової сили та моменту.

Практичне заняття №5.

Розрахунок внутрішніх зусиль в крайовій зоні циліндричної обичайки. Перевірка міцності циліндричної обичайки на краю.

Практичне заняття №6.

Розрахунок внутрішніх зусиль в крайовій зоні конічної обичайки.

Практичне заняття №7.

Розрахунок внутрішніх зусиль в крайовій зоні еліптичного днища.

Практичне заняття 8.

Конструктивний розрахунок кожухотрубчатого теплообмінника.

Практичне заняття 9.

Теплообмінник типу ТН. Визначення сил в трубах та кожусі. Перевірка труб та кожуха на міцність та тривкість.

Практичне заняття 10.

Теплообмінник типу ТК. Розрахунок температурного компенсатора. Перевірка труб та кожуха на міцність та тривкість.

Практичне заняття 11.

Розрахунок трубної решітки теплообмінника.

Практичне заняття 12-13.

Конструктивний та механічний розрахунок теплообмінника з плаваючою головою.

Практичне заняття 14-15.

Конструктивний та механічний розрахунок теплообмінника з U-подібними трубами.

Практичне заняття 16-17.

Розрахунок пластинчастого теплообмінника.

Практичне заняття 18-19.

Розрахунок теплообмінного пристрою з рубашкою на кожусі.

Практичне заняття 20-22.

Розрахунок теплообмінника типа «туба в трубі».

5. Рекомендовані індивідуальні завдання

Програмою передбачено РГР, завдання наведені в Додатку А. Робочої навчальної програми кредитного модуля. РГР – дає можливість вдосконалити знання набуті студентами на лекціях і практичних заняттях, а також закріпити пройдений матеріал.

Основні цілі індивідуальних завдань – навчити студента самостійно працювати для поглиблення теоретичних знань, закріплення практичних навичок та відпрацювання техніки програмування.

РГР **Кредитного модуля №1** складається з 20-25 аркушів пояснювальної записки (Розрахунок елемента обладнання, за відповідним варіантом, під дією внутрішнього та зовнішнього надлишкового тиску, під спільною дією різних видів навантажень,

розрахунок укріплення отвору та розрахунок фланцевого з'єднання), і креслення елемента обладнання формат А3 із специфікацією.

РГР **Кредитного модуля №2** складається з 20-25 аркушів пояснювальної записки (Конструктивний розрахунок теплообмінного обладнання, за відповідним варіантом, під дією внутрішнього та зовнішнього надлишкового тиску, під спільною дією різних видів навантажень, розрахунку опор та визначення зусиль, які виникають від опорних навантажень), і креслення теплообмінного обладнання формат А3 із специфікацією.

7. Рекомендована література

10.1. Базова

1. ГОСТ 14249-89*. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. – Введ. 1990-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1989.
2. Барвін, О.І. Конструювання і розрахунок сталевих зварних посудин та апаратів. Обичайки та днища. Навч. Посібник / О.І. Барвін, І.М. Генкіна, В.В. Іванченко, Г.В. Тараненко, Ю.М. Штонда. – Луганськ: Вид-во Східноукр. нац. ун-ту імені Володимира Даля, 2005. – 310 с.
3. Расчет и конструирование химических производств. Примеры и задачи: Учебное пособие / М.Ф. Михалев, Н.П. Третьяков, А.И. Мильченко, В.В.Злобин, под общ. ред. Михалева М.Ф. – Л.: Машиностроение, 1984. – 301с.
4. Соколов, В.И. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств: Учебник / В.И. Соколов – М.: Машиностроение, 1983. – 447с.
5. Лашинский, А.А. Конструирование сварных химических аппаратов: Справочник / А.А. Лашинский – Л.: Машиностроение, 1981. – 382 с.
6. Лашинский, А.А. Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Справочник / А.А. Лашинский, А.Р. Толчинский– М.: Машиностроение, 1970 – 670с.
7. Лизин, В.Т. Проектирование тонкостенных конструкций / В.Т. Лизин, В.А. Пяткин – М.: Машиностроение, 1976 – 408с.
8. ГОСТ 6533-78*. Днища эллиптические отбортованные стальные для сосудов, аппаратов и котлов. Основные размеры. – Введ. 1980-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1985. – 37с.
9. ГОСТ 13372-78*. Сосуды и аппараты. Ряд номинальных объемов. –Введ. 1980-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1987. – 3 с.
- 10.Кодра Ю.В., Стоцько З.А. Технологічні машини. Розрахунок і конструювання: Навч. посібник. – Вид. 2-ге, доп. – Львів: Бескид Біт, 2004. – 466 с.
- 11.Кузін О.А., Яцюк Р.А. Металознавство та термічна обробка металів. Підручник для ВНЗ. Пер. УКР Львів. Афіша, 2002. – 300с.
- 12.Андреев І.А., Зубрій О.Г., Мікуленок І.О. Застосування матеріалів у хімічному машинобудуванні. Сталі і чавуни, – К.: 1999. –148 с.

10.2. Допоміжна

1. 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.
2. Соколов В.И. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств: Учебник – М.: Машиностроение. 1983. – 447с.
3. Лашинский А.А. Конструирование сварных химических аппаратов: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1981. – 382 с.
4. Кольман-Иванов Э.Э. и др. Конструирование и расчет машин химических производств: Учебник. – М.: Машиностроение, 1985. – 406 с.

5. Канторович З.Б. Машины химической промышленности: Учебное пособие. – М.: Машиностроение. 1965. – 415 с.
6. Вихман Г.Л., Круглов С.А. Основы конструирования аппаратов и машин нефтеперерабатывающих заводов: Учебник. – М.: Машиностроение 1973. – 328с.
7. Васильцов Э.А., Ушаков В.Г. Аппараты для перемешивания жидких сред: Справочное пособие. – Л. Машиностроение, 1979. – 272с.
8. Топтуненко Е.Т. Основы конструирования и расчета химических машин и аппаратов, часть 1. – Киев.: “Вища школа”, 1969. –175с.
9. Волошин А.А., Григорьев Г.Т. Расчет и конструирование фланцевых соединений. Справочник. – Л.: Машиностроение, 1972. – 236с.
10. Румянцев О.В. Оборудование цехов синтеза высокого давления: Учебное пособие. – М.: Химия, 1979. – 376с.
11. Никольс Р. Конструирование и технология изготовления сосудов давления. Пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1975, – 464с.
12. Макаров Г.В. Уплотнительные устройства. – М.: Машиностроение, 1973, – 232с.
13. Мохорт А.В., Чумак М.Г. Термічна обробка металів. Навчальний посібник для професійно-технічних НЗ. Пер. УКР К. Либідь, 2002. –512с.
14. Голубев А.И. Торцовые уплотнения вращающихся валов: Учебное пособие, 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1974, – 212с.
15. Справочник по объектам котлонадзора. Под общ. ред. И.А. Молчанова. – М.: Энергия, 1974. – 440с.
16. С.П. Тимошенко. Курс теории упругости. – Киев: Наукова думка, 1972. – 501с.
17. Соколов В.И. Современные промышленные центрифуги. – М.: Машиностроение, 1967. – 524с.
18. Шкоропад Д.Е., Новиков О.П. Центрифуги и сепараторы для химических производств. – М.: Химия, 1987, – 256 с.
19. Лащинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Справочник. Л. – М.: Машиностроение, 1970 – 696с.
20. Единая система конструкторской документации. Основные положения – М.: Изд-во стандартов, 1978, – 334с.
21. Барташов Л.Б. Конструктор и экономика. – М.: Экономика, 1977. – 216с.
22. Орлов П.И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие, в 3 книгах. – М.: Машиностроение, 1977. – 345с.
23. Антикайн П.А. Металлы и расчет на прочность котлов и трубопроводов. – 2-е изд. перераб. – М.: Энергия, 1980. – 424с.
24. Соппротивление материалов. Учебник для вузов. (Под общ.ред. акад.АН УССР Писаренко Д.Н. – 4-е изд. перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1979. – 696с.
25. Машины химических производств: Атлас конструкций (Учебное пособие для студентов вузов). Под ред. Кольмана-Иванова Э.Э. – Л.: Машиностроение, 1981. – 118 с.
26. Соколов В.И. Центрофугирование. – М.: Химия, 1976. – 408с.
27. Криворот А.С. Конструирование и основы проектирования машин и аппаратов химической промышленности. – М.: Машиностроение, 1976. – 376с.
28. Бортников И.И., Босенко А.М. Машины и аппараты микробиологических производств. – Минск: Вышейш.шк., 1982. – 288с.
29. Расчеты основных процессов и аппаратов нефтепереработки: Справочник (Г.Г. Рабинович, П.М. Рябых, П.А. Хохряков и др. – М.: Химия, 1979 –568 с.
30. Смирнов Г.Г., Толчинский А.Р., Кондратьева Т.Ф. Конструирование безопасных аппаратов для химических и нефтехимических производств: Справочник. – М.: Машиностроение, 1988 – 303 с.

31. Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском, – К.: Держнаглядохорона праці, 1998. – 273с.
32. ГОСТ 14249-89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность.
33. ГОСТ 25859-83. Сосуды и аппараты стальные. Нормы и методы расчета на прочность при малоцикловых нагрузках.
34. ГОСТ 24755-81. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность Укрепление отверстий.
35. ГОСТ 24756-81. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Определение расчетных усилий для аппаратов колонного типа от ветровых нагрузок и сейсмических воздействий.
36. ГОСТ 24757-81. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Аппараты колонного типа.
37. ГОСТ 26202-84. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность обечаек и днищ от воздействия опорных нагрузок.
38. ОСТ 26-1046-74. Сосуды и аппараты высокого давления. Нормы и методы расчета на прочность.
39. СТ СЭВ 5206-85. Сосуды и аппараты высокого давления Фланцы, крышки плоские и выпуклые. Методы расчета на прочность.
40. ГОСТ 26303-84. Сосуды и аппараты высокого давления. Шпильки. Методы расчета на прочность.
41. ГОСТ 25215-82. Сосуды и аппараты высокого давления. Обечайки и днища. Методы расчета на прочность.
42. ОСТ 26-01-1271-81. Роторы центрифуг. Нормы и методы расчета на прочность.
43. Миргородский В.Т., Зубрий О.Г. Методические указания, задачи и контрольные задания по курсу “Расчет и конструирование химических машин и аппаратов”. Ч.1 – Киев: КПИ, 1975. – 23с.
44. Миргородский В.Т. Методические указания, задачи и контрольные задания по курсу “Расчет и конструирование химических машин и аппаратов.” – Киев: КПИ, 1979. – 23с.
45. Зубрий О.Г. Методические указания по применению вычислительной техники в курсе РК “Алгоритмы расчета цилиндрической обечайки под внутренним давлением. – Киев: КПИ, 1981 – 19с.
46. Зубрий О.Г. Методические указания к проведению практических занятий по курсу “РК МАХП”, – Киев: КПИ, 1982. – 19с.
47. Миргородский В.Т., Зубрий О.Г. Методические указания по применению вычислительной техники по курсу “РК МАХП”, – Киев: КПИ, 1984. – 56с.
48. Зубрий О.Г., Миргородский В.Т. Методические указания по применению вычислительной техники по курсу “РК МАХП” Алгоритмы расчета краевых напряжений в вконструкциях сосудов и аппаратов. – Киев: КПИ, 1984. – 28с.
49. Зубрий О.Г., Кочеров В.Л. Алгоритм расчета колонных аппаратов. – Киев: КПИ, 1986. – 36 с.
50. Зубрий О.Г., Кочеров В.Л., Доброногов В.Г., Воронин Л.Г. Алгоритм расчета центрифуги. Методические указания по применению вычислительной техники по курсу “РК МАХП”, – Киев: КПИ, 1987. – 59 с.
51. Доброногов В.Г., Зубрий О.Г., Воронин Л.Г. Алгоритм расчета га виброустойчивость валов механических перемешивающих устройств.. Методические указания по применению вычислительной техники по курсу “РК МАХП”, – Киев: КПИ, 1988. – 51с.
52. Марчевский В.Н. Методические указания по курсовому и дипломному проектированию, – Киев: КПИ, 1986. – 47с.

53. Ружинская Л.И., Воронин Л.Г., Микуленок И.О. Методические указания к использованию вычислительной техники в учебном процессе для самостоятельной работы студентов всех форм обучения по курсу “МАХП”, – Киев, 1988. – 60с.
54. Доброногов В.Г., Микуленок И.О. Конструювання та розрахунок фланцевих з’єднань. Навчальний посібник. – К.: НПК ВО, 1992. – 104 с.
55. Андреев Ш.А. Конструювання та розрахунок опор колонних апаратів. Навч. Посібник. – К.: ВПН, 1997. – 80с.
56. Доброногов В.Г., Микуленок И.О. Конструювання опорних вузлів хімічних апаратів і перевірка несучої спроможності обичайок щодо опорних навантажень. – К.: ІСДО, 1995. – 184с.
57. Андреев І.А., Зубрій О.Г., Мікуленок І.О. Застосування матеріалів у хімічному машинобудуванні. Сталі і чавуни. – К.: 1999. – 148с.

8. Засоби діагностики успішності навчання

Для успішного засвоєння матеріалу студентам пропонуються тести, питання до екзамену та заліку. На екзамені та диференційному заліку студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних питання і одне практичне.

Теоретичні питання мають охоплювати наступні розділи: перше питання за розділом I «Розрахунок фармацевтичного та мікробіологічного обладнання.» друге і третє питання з розділу II «Конструювання фармацевтичного та мікробіологічного обладнання».

Практичне завдання виконується у відповідності до тем: Тема 5. Обичайки циліндричні.; Тема 7. Еліптичні та напівсферичні днища.; Тема 8. Конічні днища.

Для побудови екзаменаційних білетів можна використати приклад, що містить наступні питання:

1. Основні вимоги до тонкостінних посудин.
2. Коефіцієнт міцності зварного шва.
3. Визначити ступінь навантаження циліндричної обичайки, якщо діючі навантаження становлять: тиск $P=0,25$ МПа, осьова сила $F=1$ МН, вигинаючий момент $M=0,5$ МНм., а допустимі відповідно $[P]=0,5$ МПа, $[F]=5$ МН, $[M]=2$ МНм.

Побудова питань диференційованого заліку здійснюється за тією ж схемою, але з розділів та тем, що входять до Кредитного модуля № 2.

9. Методичні рекомендації

Для закріплення певних тем лекційного матеріалу після його викладання проводяться практичні заняття і лабораторні роботи, про що викладач попереджає студентів завчасно і пропонує додаткову літературу при підготовці до цих занять і робіт.

Для забезпечення наочності навчальних занять пропонуються роздаточний матеріал, особливо при розгляді конструкцій механізмів і вузлів промислових апаратів.

Використання рейтингової оцінки рівня підготовки студентів з дисципліни дає можливість підвищити мотивацію студентів до систематичної самостійної роботи протягом семестру, а викладачу – більш об’єктивно оцінити рівень його підготовки.

Оцінка виконання студентом усіх видів робіт, передбачених навчальним планом та отримання семестрової атестації проводиться на основі «Положення про рейтингову систему оцінювання з кредитного модуля».