



## НАЗВА КУРСУ

# КОНСТРУКТОРСЬКЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>133 Галузеве машинобудування</i>
Освітня програма	<i>Назва</i>
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	6,5 кредитів ЄКТС 195 год
Семестровий контроль/ контрольні заходи	екзамен,МКР, поточний контроль
Розклад занять	Науково-педагогічний працівник
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: кандидат технічних наук., доцент Зубрій О.Г. дані <a href="mailto:olegz1940@gmail.com">olegz1940@gmail.com</a> Практичні: к.т.н., доцент Зубрій О.Г, контактні дані <a href="mailto:olegz1940@gmail.com">olegz1940@gmail.com</a>
Розміщення курсу	Кампус, <a href="http://ci.kpi.ua">http://ci.kpi.ua</a>

### Програма навчальної дисципліни

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

*Мета навчальної дисципліни.*

*Метою навчальної дисципліни є формування у студентів компетентності:*

*здатність до проектної діяльності в сфері техніки і технології*

*здатність представляти технічну документацію відповідно до вимог діючих систем і стандартів конструкторської документації*

*здатність до аналізу науково-технічної інформації, вітчизняного і зарубіжного досвіду з техніки і технології хімічної інженерії*

*здатність виконувати конструкторські розрахунки технологічного обладнання хімічних виробництв*

*здатність до конструювання технологічного обладнання хімічних виробництв*

*здатність до самостійної, індивідуальної роботи, прийняття рішень в рамках своїх задач професійної діяльності.*

## 1.2. Основні завдання навчальної дисципліни.

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

### **ЗНАННЯ:**

- сучасних підходів, методів і методик, вирішення задач при проектуванні обладнання
- сучасних підходів, методів і методик, вирішення задач при, обслуговуванні, модернізації та експлуатації упродовж всього життєвого циклу технологічного обладнання.

### **УМІННЯ:**

- користуючись науково-технічною інформацією, нормативними документами, професійними знаннями, виконувати розрахунок і конструювання, модернізації та експлуатації упродовж всього життєвого циклу технологічного обладнання.
- застосовувати методи комп'ютерного інжинірингу з використанням спеціального програмного виконувати комп'ютерне проектування обладнання.

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

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

- Перелік дисциплін, володіння якими необхідні студенту (вимоги до рівня підготовки)
- механіка матеріалів і конструкцій-1. Основи опору матеріалів;
- механіка матеріалів і конструкцій-2. Опір матеріалів при складному навантаженні;
- конструкційні матеріали та основи металознавства;
- процеси та обладнання хімічних технологій;
- розрахунок і конструювання типового обладнання;

*Перелік дисциплін, які забезпечуються цією навчальною дисципліною:*

- Комп'ютерно-інтегровані технології проектування технологічного обладнання
- Моделювання процесів синтезу та розділення
- Інноваційні технології очищення та переробки матеріалів

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. ЦЕНРИФУГИ ТА СЕПАРАТОРИ**

*Тема 1.1. Центрифуги та сепаратори. Призначення Основні терміни та визначення. Класифікація, основні конструкції, матеріали, допустимі напруження Форма поверхні рідини в роторі центрифуги.*

### **Розділ 1. ЦЕНРИФУГИ ТА СЕПАРАТОРИ**

*Тема 1.1. Центрифуги та сепаратори. Призначення Основні терміни та визначення. Класифікація, основні конструкції, матеріали, допустимі напруження Форма поверхні рідини в роторі центрифуги.*

*Наводяться основні терміни та визначення неоднорідних рідких сумішей, способів їх розділення та класифікація відповідних процесів; дається визначення фактору розділення та індексу продуктивності. Розглядаються основні конструкції*

центрифуг і сепараторів та області їх використання. Дається геометрична характеристика простору в якому відбувається процес розділення і визначається форма внутрішньої поверхні рідини в роторі центрифуги.

Тема 1.2. Навантаження на деталі барабана. Розрахунок обичайок в безмоментній зоні Розрахунок обичайок в крайовій зоні. Розрахунок вузлів та деталей центрифуг на міцність, жорсткість та стійкість

Наводяться поняття міцності, жорсткості та стійкості деталей і вузлів центрифуг та сепараторів. Розглядаються розподілені по поверхні та об'єму навантаження активні навантаження на обичайку барабана. даються рівняння для визначення внутрішніх сил та напружень в безмоментній та кривій зоні циліндричної, конічної суцільних та перфорованих обичайок барабану центрифуги та сепаратора Наводиться розрахунок циліндричної та конічної обичайок в безмоментній зоні. Приводяться нормативні залежності.

Розглядаються навантаження на краю обичайки барабана центрифуги. Приводяться диференційні рівняння рівноваги, деформацій та їх розв'язок. Визначаються напруження на краю та умови міцності.

Тема 1.3 Розрахунок днища та борта барабанів центрифуг

Наводяться конструкції днищ, кришок та бортів центрифуг і сепараторів. Приводяться найбільш прості їх геометричні моделі.

Розглядаються напруження в диску постійної товщини, який швидко обертається; внутрішні зусилля та напруження у вісесиметричній пластині навантаженої рівномірно розподіленими по краю моментом та поперечною силою. Визначаються напруження в пластині при сумісній дії відцентрових та крайових навантажень, умови міцності.

Тема 1.4. Критична швидкість роторів центрифуг та сепараторів.

Пояснюється поняття частоти власних коливань пружної системи. Явище резонансу. Поняття критичної швидкості. Діючі навантаження.

Вивід рівняння прогину Визначення критичної швидкості ротора. Аналіз отриманого рішення.

## **Розділ 2. БАРАБАННІ ОБЕРТОВІ АПАРАТИ**

Тема 2.1. Барабанні обертові апарати. Призначення Терміни та визначення. Класифікація.. Конструкції

Розглядаються призначення. барабанних обертових апаратів; основні терміни та визначення; класифікація, основні конструкції апаратів та окремих вузлів і деталей.

Тема 2.2. Навантаження на вузли та деталі. Розрахунок на міцність, жорсткість та стійкість.

Наводяться поняття міцності, жорсткості та стійкості деталей та вузлів.

Викладаються та аналізується розрахунок навантажень на корпус. Наводяться перевірка корпусу на міцність та жорсткість. Визначаються сили, що діють на бандаж. Розрахунок згинального моменту в перерізі бандажа. Наводяться розрахунок бандажа на тривкість

Тема 2.3. Контактна міцність бандажів та роликів.

Наводяться поняття контактної міцності та приклади контактної міцності деталей в техніці; особливості руйнування деталей при порушенні контактної міцності. Визначається контактні напруження в бандажі та роликах, демонструються епюри напружень; аналізується напружений стан, та викладається умови міцності.

## **Розділ 3. ПЕРЕМІШУЮЧЕ ОБЛАДНАННЯ**

### *Тема 3.1. Призначення Терміни та визначення. Класифікація. Конструкції*

*Розглядаються призначення, перемішувачих пристроїв; основні терміни та визначення; класифікація, основні конструкції механічних перемішувачих пристроїв та окремих їх вузлів і деталей.*

*Тема 3.2. Розрахунок перемішувачих пристроїв. Розрахунок валів на вібростійкість, міцність та жорсткість*

*Наводиться поняття сили опору при переміщенні тіла в рідкому середовищі, розрахунок потужності, що витрачається на перемішування. Викладаються розрахунок рівнодіючої сили опору та координата точки її прикладання до лопаті лопатевої мішалки, нахиленої лопаті, еліптичної лопаті, зв'язок сили з потужністю. Визначаються згинальний та крутний моменти. Приводяться алгоритм розрахунку лопаті на міцність.*

*Розрахунок валів на вібростійкість, міцність та жорсткість. Пояснюється поняття частоти власних коливань пружної системи. Явище резонансу. Поняття критичної швидкості валу. Наводяться розрахункові схеми валів та визначення критичної швидкості. Викладаються методика розрахунку валів на міцність та жорсткість.*

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### *Базова*

- 1. Зубрій О.Г. Конспект лекцій*
- 2. Лукьяненко В.М., Таранец А.В. Промышленные центрифуги. М., «Химия», 1974 376 с.*
- 3. Соколов, В.И. Автоматические и непрерывно действующие центрифуги Текст. / В.И. Соколов, Д.Е. Шкоропад.— М.: Машгиз, 1984. 353 с.*
- 4. 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.*
- 5. Кольман-Иванов Э.Э. и др. Конструирование и расчет машин химических производств: Учебник. М.: Машиностроение, 1985. 406 с.*

### *Допоміжна*

- 6. А.С. Тимонин Основы конструирования и расчета химико-технологического и охранного оборудования. Справочник. Изд. 2-е переработанное и дополненное. В 3-х т. Издательство Н. Бочкаревой, Калуга. 2002*
- 7. Розрахунок центрифуг: Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисциплін «Конструкторське проектування обладнання хімічних виробництв» та «Комп'ютерне проектування обладнання ЦПВ» для студентів спеціальностей «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів і «Обладнання лісового комплексу» / Укл.: О.Г. Зубрій, О.О. Семінський – К.: НУТУ «КПІ», 2010. – 62с*
- 8. Соколов В.И. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств: Учебник – М.: Машиностроение. 1983. 447с*
- 9. ДНАОП 0.00-1.07-94\* Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском, -К.: Держнаглядохорона праці, 1998 273с.*
- 10. ГОСТ 225777-77 Устройства перемешивающие устройства для жидких неоднородных сред. термины и определения.*
- 11. ГОСТ 34233.1-2017 Сосуды и аппараты .НОРМЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ. Общие требования.*

12. ГОСТ 34233.2—2017 Сосуды и аппараты НОРМЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек.

13. ГОСТ 34233.3—2017 Сосуды и аппараты НОРМЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ Укрепление отверстий в обечайках и днищах при внутреннем и наружном давлении. Расчет на прочность обечаек и днищ при внешних.

14. ГОСТ 34233.6-2017 Сосуды и аппараты НОРМЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ Расчет на прочность при малоцикловых нагрузках

15. ГОСТ 34233.8—2017 Сосуды и аппараты. НОРМЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА. НА ПРОЧНОСТЬ. Сосуды и аппараты с рубашками

16. ОСТ 26-01-1271-81. Роторы центрифуг. Нормы и методы расчета на прочность.

17. РД 26-01-158-86. Барабанные аппараты. Нормы и методы расчета на прочность

18. Методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів спеціальності «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» з дисципліни «Розрахунок і конструювання обертових елементів обладнання» Електронний ресурс НТУУ «КПІ»уклад. О.Г. Зубрій, С.В. Гулієнко. – Київ. НТУУ «КПІ», 26 с.

19. Доброногов В.Г., Зубрій 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. 51 с.

20. Доброногов В.Г., Зубрій О.Г., Воронин Л.Г. Алгоритм расчета га жесткость валов механических перемешивающих устройств.. Методические указания по применению вычислительной техники по курсу «РК МАХП», Киев: КПИ, 1989. 59 с.

21. Доброногов В.Г., Зубрій О.Г., Воронин Л.Г. Алгоритм расчета га прочность валов механических перемешивающих устройств.. Методические указания по применению вычислительной техники по курсу «РК МАХП», Киев: КПИ, 1990. 38 с.

22. Машины химических производств: Атлас конструкций (Учебное пособие для студентов вузов). Под ред. Э.Э. Кольмана-Иванова.- Л.: Машиностроение, 1981.- 118 с.

23. Сопротивление материалов. Учебник для вузов. (Под общ.ред. акад.АН УССР Писаренко –4-е изд. Перераб. И доп. – Киев: Вища школа, 1979. 696с.

24. Андреєв І.А., Зубрій О.Г., Мікуленок І.О. Застосування матеріалів у хімічному машинобудуванні. Сталі і чавуни. Навч. посібник.,- К.: 1999.-148 с. – 168 екз. (26 екз).

Електронні версії зазначених матеріалів знаходяться на сайті кафедри МАХНВ, особистих сайтах викладачів, які ведуть заняття.

Друковані джерела [7,18-22] знаходяться в методичному кабінеті кафедри, [2,4,8,9,23] в бібліотеці Університету.

При опануванні дисципліни, виконанні практичних занять, індивідуальних завдань та курсового проекту обов'язковими є матеріали стандартів.

За рекомендацією викладачів та особистої ініціативи слід знайомитись з матеріалами, що розміщуються в інтернеті.

Вказані ресурси зв'язані з конкретними темами дисципліни

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

## Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних глибоких знань з дисципліни, рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі роботи критичної творчої роботи спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійних якостей та розвиток у них самостійного творчого мислення;
- усвідомлення світових тенденцій розвитку науки в області розрахунку та конструювання обладнання;
- усвідомлення методів обробки інформаційних ресурсів та визначення основних напрямків щодо вирішення конкретних науково – технічних задач;
- викладання матеріалів розробок чіткою та якісною мовою з дотримання структурно– логічних зв'язків, роз'яснення всіх наведених термінів і понять доступних для сприйняття аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Кількість годин
	<b>Розділ 1. Центрифуги та сепаратори</b>	
	Тема 1.1 Центрифуги та сепаратори. Призначення Основні терміни та визначення. Класифікація, основні конструкції, матеріали, допустимі напруження Форма поверхні рідини в роторі центрифуги.	
1	<b>Лекція 1.</b> Центрифуги та сепаратори. Призначення Основні терміни та визначення. Класифікація, основні конструкції. Форма поверхні рідини в роторі центрифуги. Наводяться основні терміни та визначення неоднорідних рідких сумішей, способів їх розділення та класифікація відповідних процесів; дається визначення фактору розділення та індексу продуктивності. Розглядаються основні конструкції центрифуг і сепараторів та області їх використання. Форма поверхні рідини в роторі центрифуги. <b>Література</b> [1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,14] <b>Завдання на СРС.</b> Класифікація, основні конструкції центрифуг та сепараторів Література [1,5]	<b>2</b>
2	<b>Лекція 2.</b> Форма поверхні рідини в роторі центрифуги. Диференційне рівняння форми поверхні Рішення рівняння. Аналіз результату <b>Література</b> [1,10] <b>Завдання на СРС.</b> Класифікація, основні конструкції центрифуг та сепараторів Література [1,5]	<b>2</b>
	Тема 1.2. Навантаження на деталі барабана. Розрахунок обичайок в безмоментній зоні.	
3	<b>Лекція 3.</b> Активні навантаження на обичайку барабана. Розрахунок Виводяться величини активних навантажень – тиску, рівнодіючої тиску...інерційної складової навантаження. Розрахунок обичайки в безмоментній зоні. Викладаються основні положення безмоментної теорії. Визначаються внутрішні зусилля, напруження, виконується	<b>2</b>

	<p>аналіз напруженого стану. Визначаються розрахункова та виконавча товщина стінки, допустима частота обертання. Умова тонкостінності</p> <p><b>Література</b> [1,2,,9,11,14]</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Визначення активних навантажень. Література [1,2,11]</p>	
4	<p><b>Лекція 4.</b> Розрахунок циліндричної обичайки в безмоментній зоні. Визначаються внутрішні зусилля, напруження, виконується аналіз напруженого стану. Визначаються розрахункова та виконавча товщина стінки, допустима частота обертання.</p> <p><b>Література</b> [1,2,5,6,7,9,11,14]</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Визначення напружень в стінці конічної та перфорованої обичайок. Література [1,2,7,9,11,14]</p>	2
5	<p><b>Лекція 5.</b> Розрахунок конічної обичайки в безмоментній зоні. Визначаються внутрішні зусилля, напруження, виконується аналіз напруженого стану. Визначаються розрахункова та виконавча товщина стінки, допустима частота обертання.</p> <p><b>Література</b> [1,2,5,6,7,9,11,14]</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Визначення напружень в стінці конічної та перфорованої обичайок. Література [1,2,7,9,11,14]</p>	2
6	<p><b>Лекція 6.</b> Розрахунок перфорованих обичайок барабанів центрифуг. Визначаються внутрішні зусилля, напруження в перфорованій циліндричній обичайці, виконується аналіз напруженого стану. Визначаються розрахункова та виконавча товщина стінки, допустима частота обертання. Проводиться порівняння з суцільною обичайкою.</p> <p><b>Література</b> [1,2,5,6,7,9,11,14]</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Визначення напружень в стінці конічної та перфорованої обичайок. Література [1,2,7,9,11,14]</p>	2
7	<p><b>Лекція 7.</b> Розрахунок циліндричної обичайки ротора надцентрифуги. Особливості розрахунків барабанів надцентрифуг. Напруження в обичайці викликані тиском рідини. Напруження в обичайці викликані силами інерції. Сумарні напруження. Умова міцності.</p> <p><b>Література</b> [1,2,4,9,11].</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Визначення активних навантажень. Повторити тему «напруження в стінці товстостінної посудини, викликані тиском» [1,2,4,9,11].</p>	2
	Тема 1.3 Розрахунок обичайок в крайовій зоні	
8	<p><b>Лекція 8.</b> Розрахунок обичайки в крайовій зоні. Пояснюється причини виникнення крайових навантажень. Викладається послідовність розрахунку циліндричній обичайки барабана центрифуги в крайовій зоні. Приводиться основне рівняння сумісності деформацій та пояснюється правило знаків. Дається методика розрахунку одиничних переміщень.</p> <p><b>Література</b> [1,2,6,7,8,9]</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Конструкції вузлів з'єднання деталей барабана. Визначення переміщень. Література [1,2,5,7]</p>	2
9	<p><b>Лекція 9.</b> Розрахунок обичайки в крайовій зоні.</p>	2

	<p>Визначаються крайові навантаження на циліндричну обичайку барабана центрифуги. Проводиться методика розрахунку сил, моментів, напружень які діють на елемент циліндричної оболонки</p> <p><b>Література</b> [1,2,6,7,8]</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Конструкції вузлів з'єднання деталей барабана. Визначення переміщень. Література [1,2,9,5.7]</p>	
		<b>2</b>
	<p><b>Тема 1.4</b> Розрахунок днищ барабанів центрифуг, сепараторів</p>	
10	<p><b>Лекція 10.</b> Розрахунок днища барабана центрифуги. Розрахунок днища за моделлю диска, що швидко обертається.</p> <p>Конструкції днищ барабанів центрифуг та сепараторів Пояснюється розрахункові моделі днища або борта барабана центрифуги. Обґрунтовується модель тонкостінного диска, що швидко обертається. Виводяться загальні залежності для напружень в тонкостінному диску. З умов на краях визначаються постійні інтегрування. Записуються залежності для напружень в суцільному та кільцевому дисках. З умов міцності визначаються радіальні розміри та допустима частота обертання</p> <p><b>Література</b> [ 1,</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Конструкції днищ барабанів центрифуг та сепараторів. Розрахунок суцільного диска. Розрахунок кільцевого диска. Ознайомитись за літературою [8] з методикою розрахунку ступінчатого диска. Література [1,2,7,8,11]</p>	<b>2</b>
11	<p><b>Лекція 11.</b> Розрахунок днища за моделлю пластини</p> <p>Пояснюється розрахункові моделі пластини. Виводяться загальні залежності для внутрішніх зусиль, які діють на виділений елемент. Пояснюється їх розрахунок за методом початковими зусиль. Визначення напружень через внутрішні зусилля. Умова міцності.</p> <p><b>Література</b> [1,2,7,9,]</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Ознайомитись з методом початкових зусиль. Література [1,2,7]</p>	<b>2</b>
12	<p><b>Лекція 12.</b> Розрахунок днища, навантаженого розподіленним навантаженням, крайовим моментом та крайовою силою за моделлю пластини</p> <p>. Пояснюється їх розрахунок за методом початковими зусиль. Визначення напружень через внутрішні зусилля. Умова міцності.</p> <p><b>Література</b> [1,2,7,9]</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Ознайомитись з методом початкових зусиль. Література [1,2,7]</p>	<b>2</b>
	<p><b>Тема 1.5</b> Критична швидкість роторів центрифуг та сепараторів</p>	
13	<p><b>Лекція 13.</b> Критична швидкість роторів центрифуг та сепараторів</p> <p>Поняття частоти власних коливань пружної системи. Явище резонансу. Поняття критичної швидкості Використання резонансу в техніці. Критична швидкість роторів центрифуг та сепараторів. Діючі навантаження. Рівняння прогину Визначення критичної швидкості ротора. Аналіз отриманого рішення</p> <p><b>Література</b> [1,2,8].</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Критична швидкість роторів. Література [1,2,8].</p>	<b>2</b>



	<b>Розділ 2. Конструювання та розрахунок барабанних обертових апаратів</b>	
	Тема 2.1. Барабанні обертові апарати. Призначення Терміни та визначення. Класифікація. Конструкції. .	
14	<p><b>Лекція 14.</b> Барабанні обертові апарати. Призначення Терміни та визначення. Класифікація. Конструкції барабанних обертових апаратів.</p> <p>Дається визначення «Барабанний обертовий апарат». Наводяться ознаки класифікації, дається класифікація Пояснюється вибір апарату, матеріалу деталей Визначення фізичних властивостей матеріалу та допустимих напружень матеріалу деталей. Обґрунтовуються вимоги до конструкції корпусу барабанного обертового апарату</p> <p><b>Література</b> [1,9,16,25].</p> <p>Завдання на СРС. Конструкції барабанних обертових апаратів. Література [1,16,23,24,25].</p>	<b>2</b>
	<b>Тема 2.2.</b> Навантаження на вузли та деталі. Розрахунок на міцність, жорсткість та стійкість	<b>2</b>
15	<p><b>Лекція 15</b> Розрахунок навантаження на корпус. Пояснюється розрахунок активних навантаження на корпус барабанного обертового апарата та реакцій опор. Пояснюється визначаються реакцій в опорах для статично визначених та статично не визначених систем.</p> <p>Розрахунок на міцність, жорсткість та стійкість</p> <p><b>Література</b> [1,8,16]</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Вивчити питання визначення активних навантажень та реакцій в опорах. Вивчити питання визначення моменту і поперечної сили в перерізах корпусу. Література [1,8]</p>	<b>2</b>
16	<p><b>Лекція 16.</b> Пояснюється розрахунок вигинаю чого моменту на корпус барабанного обертового апарата</p> <p><b>Література</b> [1,16,25].</p> <p>Завдання на СРС. Конструкції барабанних обертових апаратів. Література [1, 23,24,25].</p>	<b>2</b>
17	<p><b>Лекція 17.</b>Розрахунок корпусу при дії вигинаю чого та крутного моментів, поперечної сили</p> <p><b>Література</b> [1,16,25].</p> <p>Завдання на СРС. Розрахунок при складному навантаженні. Література [1,16,23,25].</p>	<b>2</b>
18	<p><b>Лекція 18</b> Визначення сил, що діють на бандаж, що закріплений на башмаках. Розрахунок зусиль в ключовому перерізі, теорема Кастільяно.</p> <p><b>Література</b> [1,,16,25].</p> <p>Конструкції бандажів та способів з'єднання з корпусом апарату.</p>	<b>2</b>
19	<p><b>Лекція 19</b> Визначення згинаючого моменту в перерізі бандажа. Розрахунок бандажу на міцність</p> <p><b>Література</b> [1,16,25].</p> <p>Конструкції бандажів та способів з'єднання з корпусом апарату. Література [1,16,25]</p>	<b>2</b>
20	<p><b>Лекція 20.</b> Контактний тиск та контактні напруження в матеріалі бандажа та ролика Розрахунок бандажу та роликів з умов контактної міцності.</p> <p>Проводиться розрахунок геометричних розмірів полоси контакту,</p>	<b>2</b>

	<p>контактного тиску і його розподілу по ширині полоси контакту. Дається визначення напружень в зоні контакту Виконується аналіз напруженого стану та робиться висновок щодо міцності.</p> <p><b>Література</b> [1,8,9]</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Конструкції опорної та опорно-упорної станцій. Підготувати тему контактна міцність.. Література [1,8,]</p>	
21	<p><b>Лекція 21</b> Перевірка бандажу, опорного та упорного роликів на контактну міцність</p> <p><b>Література</b> [1,8]</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Конструкції опорної та опорно-упорної станцій. Підготувати тему контактна міцність.. Література [1,8,]</p>	<b>2</b>
	Розділ 3. Перемішуючі пристрої	
	Тема 3.1. Призначення. Терміни та визначення. Класифікація.. Конструкції	
22	<p><b>Лекція 22.</b> Призначення Терміни та визначення. Класифікація.. Конструкції.</p> <p>Дається визначення терміну перемішування, способів перемішування, класифікація перемішуючих пристроїв. Наводяться конструкції основних типів мішалок. Пояснюється розрахунок потужності для прийнятого типу мішалки,. Опір тілу при русі в рідині. Витрати потужності, розрахунок крутного та вигинаючого моментів</p> <p><b>Література</b> [1, 10]</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Класифікація та конструкції перемішуючих пристроїв</p> <p>Література [1,10]</p>	<b>2</b>
	<b>Тема 3.2.</b> Розрахунок перемішуючих пристроїв. Розрахунок валів на вібростійкість, міцність та жорсткість.	<b>2</b>
23	<p><b>Лекція 23.</b> Визначення частоти власних коливань валів та критичної частоти</p> <p>Дається визначення частоти власних коливань валів та критичної частоти Жорсткі та гнучкі вали. Умова вібростійкості. Визначення частоти власних коливань валів з одною зосередженою масою, Визначення частоти власних коливань валів з декількома зосередженими масами. Визначення частоти власних коливань валів з розподіленою масою.</p> <p><b>Література</b> [1, 10,17]</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Вивчити матеріал за темою частота власних валу та вимушених коливань. Явище резонансу та критична частота. Література [1,9,10,18]</p>	<b>2</b>
24	<p><b>Лекція 24</b> Розрахунок валів на жорсткість.</p> <p>Наводяться правила та залежності для визначення активних та реактивних зусиль, що діють на вал. Розрахунок моментів та напруження в небезпечних перерізах. Даються умови міцності. За прийнятими геометричними розмірами, та відомими зусиллями визначаються переміщення валу. Умова жорсткості.</p> <p><b>Література</b> [1,9,10,17,18,19]</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Вивчити матеріал за темою «Розрахунок валів на жорсткість». Література [1,9,10,17,18,19]</p>	<b>2</b>

	<b>Тема 3.2. Розрахунок перемішуючих пристроїв. Розрахунок валів на вібростійкість, міцність та жорсткість.</b>	<b>2</b>
25	<p><b>Лекція 25. Визначення частоти власних коливань валів та критичної частоти</b></p> <p>Дається визначення частоти власних коливань валів та критичної частоти Жорсткі та гнучкі вали. Умова вібростійкості. Визначення частоти власних коливань валів з одною зосередженою масою, Визначення частоти власних коливань валів з декількома зосередженими масами. Визначення частоти власних коливань валів з розподіленою масою.</p> <p><b>Література</b> [1,9,10,17,18]</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Вивчити матеріал за темою частота власних валу та вимушених коливань. Явище резонансу та критична частота. Література [1,9,10,17,18]</p>	<b>2</b>
26	<p><b>Лекція 26. Розрахунок валів на жорсткість.</b></p> <p>Наводяться правила та залежності для визначення активних та реактивних зусиль, що діють на вал. Розрахунок моментів та напруження в небезпечних перерізах. Даються умови міцності. За прийнятими геометричними розмірами, та відомими зусиллями визначаються переміщення валу. Умова жорсткості.</p> <p><b>Література</b> [1,9,10,17,18,19.]</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Вивчити матеріал за темою «Розрахунок валів на жорсткість». Література [1,9,10,17,18,19]</p>	<b>2</b>
27	<p><b>Лекція 27. Розрахунок валів на міцність.</b> Наводяться правила та залежності для визначення активних та реактивних зусиль, що діють на вал. Розрахунок моментів та напружень в небезпечних перерізах. Даються умови міцності.</p> <p><b>Література</b> [1,9,10,18]</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Вивчити матеріал за темою «Розрахунок валів на міцність». Література [1,9,10,17,18,19]</p>	<b>2</b>

### Практичні заняття

Основні цілі практичних занять полягають у систематизації, закріпленні знань, отриманих на лекційних заняттях та під час самостійної роботи з теоретичним матеріалом; набутті умінь та досвіду використання розрахункових моделей розрахунків деталей на міцність, жорсткість, стійкість, умінь та досвіду використання довідкової літератури, нормативних документів: умінь та досвіду створення ескізів деталей та вузлів.

	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	кількість годин
	<b>Розділ 1. Центрифуги та сепаратори</b>	
	Тема 1.1. Центрифуги та сепаратори. Призначення Основні терміни та визначення. Класифікація, основні конструкції. Форма поверхні рідини в роторі центрифуги. .	

1	<b>Практичне заняття 1.</b> Центрифуги. Вибір центрифуги. Вибір матеріалу. Визначення фізичних властивостей матеріалу та допустимих напружень, в безмоментній та моментній зонах. Форма поверхні рідини в роторі.	2
	Тема 1.2. Навантаження на деталі барабана. Розрахунок обичайок в безмоментній зоні	
2	<b>Практичне заняття 2.</b> Перевіряється умова тонкостінності обичайки ротора центрифуги. Розрахунок активних навантажень для циліндричної обичайки барабану. Визначення внутрішніх зусиль та напруження, аналіз напруженого стану. Визначення розрахункової та виконавчої товщини стінки, допустимої частоти обертання з умов міцності.	2
3	<b>Практичне заняття 3.</b> Визначення тонкостінності обичайки ротора центрифуги. Розрахунок активних навантажень для конічної обичайки барабану. Визначення внутрішніх зусиль та напруження, виконується аналіз напруженого стану. Визначення розрахункової та виконавчої товщини стінки, допустимої частоти обертання.	2
4	<b>Практичне заняття 4.</b> Перевіряється умова тонкостінності обичайки ротора центрифуги. Розрахунок активних навантажень для перфорованої обичайки барабану. Виконується розрахунок внутрішніх зусиль та напруження, виконується аналіз напруженого стану. Визначення розрахункової та виконавчої товщини стінки, допустимої частоти обертання	2
	Тема 1.3. Розрахунок обичайок в крайовій зоні	
5	<b>Практичне заняття 5.</b> Розрахунок обичайок в крайовій зоні  Виконується розрахунок одиничних переміщень. Результати зводяться в таблицю. Визначаються крайова сила та момент. Проводиться обчислення переміщень. Результати зводяться в порівняльну таблицю. Виконується аналіз.	2
6	<b>Практичне заняття 6.</b> Розрахунок обичайок в крайовій зоні  Проводиться розрахунок сил та моментів, які діють на елемент циліндричної оболонки. Розраховуються напруження. Результати зводяться в порівняльну таблицю. Результати зводяться в порівняльну таблицю. Будується графік напружень Виконується аналіз та робиться висновок щодо міцності	2
	Тема 1.4 Розрахунок днища та борта барабанів центрифуг та сепараторів	
7	<b>Практичне заняття 7</b> Розрахунок днища (або борта) як диска, що швидко обертається.  Виконується розрахунок напружень в залежності від поточного радіуса Результати зводяться в порівняльну таблицю.	2
8	<b>Практичне заняття 8</b> Розрахунок днища як пластини навантаженої тиском, крайовою силою та моментом.	2

	<i>Виконується розрахунок напружень в залежності від поточного радіуса Результати зводяться в порівняльну таблицю та на графік. Аналіз результатів. . Проводиться розрахунок сумарних напружень в залежності від поточного радіуса Результати зводяться в порівняльну таблицю. Будується графік напружень Виконується аналіз та робиться висновок щодо міцності</i>	
	<i>Тема 1.5. Критична швидкість роторів центрифуг та сепараторів</i>	
9	<b>Практичне заняття 9</b> <i>Критична швидкість ротора центрифуги.</i>  <i>Проводиться розрахунок величин від яких залежить критична швидкість. Визначаються величина критичної швидкості. Виконується аналіз та робиться висновок щодо стійкості.</i>  <b>Контрольна робота до розділу 1</b>	<b>2</b>
	<b>Розділ 2. Барабанні обертові апарати.</b>	
	<i>Тема 2.1. Барабанні обертові апарати. Призначення Терміни та визначення. Класифікація. Конструкції</i>	
10	<b>Практичне заняття 10</b> <i>Барабанні обертові апарати. Призначення Терміни та визначення. Класифікація. Конструкції</i>  <i>Вибирається апарату, матеріали деталей Визначення фізичних властивостей матеріалу та допустимих напружень матеріалу деталей. конструювання корпусу барабанного обертового апарату. Визначення маси апарату. Активні навантаження на корпус барабанного обертового апарата.</i>	<b>2</b>
	<i>Тема 2.2. Навантаження на вузли та деталі. Розрахунок на міцність, жорсткість та стійкості.</i>	
11	<b>Практичне заняття 11.</b> <i>Проводиться розрахунок реакцій опор. Визначаються реакції в опорах окремо від розподіленого навантаження та зосереджених сил, момент і поперечна сила в перерізах корпусу Перевірка корпусу на міцність жорсткість та стійкість</i>	<b>2</b>
12	<b>Практичне заняття 12</b> <i>Конструктивний розрахунок бандажа та ролика. Розрахунок активних навантажень на бандаж при безперервному контакті з корпусом та контакті в окремих точках</i>  <i>Виконується конструктивний розрахунок бандажа та ролика. Визначаються активні навантаження на бандаж при безперервному контакті з корпусом та контакті в окремих точках. Розрахунок зусиль в ключовому перерізі бандажа. Виконується розрахунок моменту та сили в ключовому перерізі бандажа.</i>	<b>2</b>
13	<b>Практичне заняття 13.</b> <i>Визначення моменту в перерізах бандажа. Виконується аналіз та робиться висновок щодо небезпечного перерізу. Проводиться перевірка бандажа на міцність</i>	<b>2</b>
14	<b>Практичне заняття 14.</b> <i>Визначення температурних напружень. Перевірка бандажа на міцність та тривкість при сумісній дії</i>	<b>2</b>

	<p>навантажень.</p> <p>За заданими температурами проводиться розрахунок температурних напружень. Проводиться перевірка бандажу на міцність та тривкість при сумісній дії навантажень..</p>	
	Тема 2.3. Контактна міцність	
15	<p><b>Практичне заняття 15</b> Контактна міцність.</p> <p>Проводиться розрахунок геометричних розмірів полоси контакту, контактного тиску посередині полоси контакту та його розподілу по ширині максимального напруження. Виконується аналіз та робиться висновок щодо міцності.</p> <p><b>Контрольна робота до розділу 2</b></p>	<b>2</b>
	<b>Розділ 3. Перемішуючі пристрої</b>	
	Тема 3.1. Призначення Терміни та визначення. Класифікація.. Конструкції	
16	<p><b>Практичне заняття 16</b> Вибір мішалки. Визначення потужності, крутного та вигинаючого моментів.</p> <p>За нормативними матеріалами приймається тип мішалки та визначаються її розміри. Проводиться розрахунок потужності для прийнятого типу мішалки, розрахунок крутного та вигинаючого моментів. Проводиться перевірка міцності лопати міщанки. Виконується аналіз та робиться висновок щодо міцності.</p>	<b>2</b>
	Тема 3.2. Розрахунок перемішуючих пристроїв. Розрахунок валів на вібростійкість, міцність та жорсткість	
17	<p><b>Практичне заняття 17.</b> Розрахунок валу з умов вібростійкості.</p> <p>За нормативними матеріалами розраховуються коефіцієнти та величини необхідні для визначення частоти власних коливань.</p>	<b>2</b>
18	<p><b>Практичне заняття 18.</b> Розрахунок ваду на міцність та жорсткість.</p> <p>За прийнятими геометричними розмірами визначаються активні та реактивні зусилля, що діють на вал. Моменти та напруження в небезпечних перерізах, Перевіряється умова міцності За прийнятими геометричними розмірами, відомими зусиллями визначаються переміщення валу. Виконується аналіз, порівняння переміщень з допустимими та робиться висновок щодо жорсткості</p>	<b>2</b>

## 6 . Самостійна робота студента

Самостійна робота студента становить 105 годин з них 30 годин на підготовку до екзамену.

Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування знань матеріалу дисципліни, опанування методик розрахунків та конструкторських розробок; розвиток навичок формулювання задач та шляхів їх рішення.

оволодіння знаннями про конструкції та розрахунки, шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу та творчого підходу у навчальній роботі.

В самостійну роботу входить визначення властивостей матеріалів та розрахункових величин за стандартами; розробка схем, таблиць, графіків, які пояснюють виконання індивідуальних завдань; креслень вузлів та деталей за індивідуальним завданням. Роботи виконуються з використанням засобів комп'ютерної техніки.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин
<b>Розділ 1.Центрифуги та сепаратори</b>		
1	<p>Тема 1.1 Центрифуги та сепаратори. Призначення Основні терміни та визначення. Класифікація, основні конструкції. Форма поверхні рідини в роторі центрифуги[1,2,11,14]. Графік форми поверхні. розрахунок об'єму рідини в роторі</p> <p>Тема 1.2. Навантаження на деталі барабана. Розрахунок обичайок в безмоментній зоні. Графік навантажень. Креслення циліндричної, конічної та перфорованої обичайок [1,2,11,14]</p> <p>Тема 1.3. Розрахунок обичайок в крайовій зоні. Схеми навантажень Графіки зміни зусиль по довжині обичайки. Креслення циліндричної обичайки на краю.[1,2,5.7]</p> <p>Тема 1.4 Розрахунок днищ барабанів центрифуг, сепараторів. Ескізи до розрахункових схем. Графіки напружень в залежності від поточного радіуса. [1,2,7,8,11]</p>	<p>4</p> <p>10</p> <p>6</p> <p>8</p> <p>6</p>
<b>Розділ 2. Барабанні обертові апарати</b>		
2	<p>Тема 2.1. Барабанні обертові апарати. Призначення Терміни та визначення. Класифікація. Конструкції апаратів. та їх вузлів а саме – конструкції барабана (корпусу), насадок, ущільнень, бандажів та способів їх кріплення, опорної та опорно-упорної станцій,завантажувальних та розвантажувальних камер, механізмів вводу сипкого середовища. [1,9,16,25].</p> <p>Навантаження на вузли та деталі. графік епюри внутрішніх зусиль та напружень Розрахунок на міцність, жорсткість та стійкість [1,8,16]</p> <p>Контактна міцність [1,8,10,16]</p> <p>Схеми навантажень графіки епюр навантажень та напружень</p>	<p>4</p> <p>14</p> <p>4</p>
<b>Розділ 3. Перемішуючі пристрої</b>		
3	<p>Тема 3.1Призначення. Терміни та визначення. Класифікація.. Конструкції механічних перемішуючих пристроїв [1,17,18,19.10]</p> <p>Розрахунок перемішуючих пристроїв [1,17,18,19].</p> <p>Конструкції механічних перемішуючих пристроїв. графічні ілюстрації до схем розрахунків. Графіки епюр навантажень та напружень</p>	<p>5</p> <p>14</p>
4	Підготовка до екзамену	30

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни

*Система вимог, які викладач ставить перед студентом*

#### **Правила відвідування лекцій, практичних занять**

- *Відвідування занять є обов'язковим.*
- *не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважних причин;*

#### **Правила поведінки на заняттях:**

- *Студенти зобов'язані брати активну участь у навчальному процесі;*
- *не заважати викладачу проводити заняття*
- *не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом*
- *відключати телефони на занятті;*
- *використовувати засоби зв'язку лише для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті тощо);*

#### **Правила захисту індивідуальних практичних завдань.**

*На практичному занятті виконуються необхідні розрахунки, викладач перевіряє їх достовірність, студент оформляє роботу. До захисту подаються роботи оформлені згідно вимог до текстових та конструкторських документів. Вимоги оголошуються викладачем на першому практичному занятті*

*Робота повинна бути захищена та захищена не пізніше наступного практичного заняття.*

#### **Правила призначення заохочувальних та штрафних балів**

*заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем за активнее добросесне виконання роботи та за творчі доробків і робочі гіпотизи сумм заохочувальних балів не може перевищувати 25 % від рейтингової шкали. штрафні бали в рамках навчальної дисципліни, як правило не передбачені*

#### **Політика дедлайнів та перескладань**

*У разі виникнення академічних заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем для узгодження дій, пов'язаних із вирішенням існуючих проблем.*

#### **Політика академічної добросесності**

*Плагіат та інші форми не добросесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять, контрольних робіт, екзамену.*

*Політика та принципи академічної добросесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>*

#### **Політика академічної поведінки і етики**

*Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, адекватно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.*

*Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>*



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

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

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин					Контрольні заходи
	Кредити	акад. год.	ауд год.	Лекції	Практичні	СРС	МКР	Семестровий контроль
1	6,5	195	90	54	36	105	1	екзамен

Рейтинг студента з дисципліни становить 100 балів (максимальна величина) і має дві складові:

1. стартова - 60 балів;
2. відповідь на екзамені - 40 балів.

Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за: роботу на практичних заняттях (18 занять); та виконання модульної контрольної роботи

### Система рейтингових балів

1. Практичні заняття.
  - «відмінно», творче розкриття питання, вільне володіння матеріалом – 2,5 бали
  - «добре», глибоке розкриття питання – 2 бали.
  - «достатньо», розкриття основних положень питання –1,5 балів
  - «незадовільно», нерозкриті питання – 0 балів.
2. модульна контрольна робота
  - «відмінно», творче розкриття питання, вільне володіння матеріалом – 15 балів
  - «добре», глибоке розкриття питання – 12 бали.
  - «достатньо», розкриття основних положень питання –9 балів
  - «незадовільно», нерозкриті питання – 0 балів.

Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання контрольної роботи та відсутність заборгованостей за практичними заняттями. Стартовий рейтинг не менше 36 балів.

Максимальна величина рейтингової семестрової шкали:

$$R = 2,5 \cdot 18 + 15 \cdot 1 + 40 = 45 + 15 + 40 = 100 \text{ балів}$$

На екзамені студенти виконують письмову роботу. Кожна робота містить чотири завдання (питання). Перші два - теоретичні питання, третє теоретичне або задача, четверте питання - опис конструкції, при чому перші два питання більш складні і об'ємні. Максимальна оцінка питань - перші два питання оцінюються у 12 балів, третє та четверте - 8 балів

Система оцінювання перших двох питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 11-12 балів
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) –7-10 балів;
- «достатньо», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 7-9 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання третього та четвертого питання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) –7-8 балів
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) –6-7 балів;
- «достатньо», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) –4-5 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Сума стартових балів і балів за екзаменаційну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

$R=r_C+r_E$	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані практичні роботи або стартовий рейтинг менше 36 балів	Не допущено

#### 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (як додаток до силабусу);

#### Основні питання екзаменаційних білетів центрифуги. сепаратори

*Проаналізувати конструкції центрифуг.*

*Проаналізувати конструкції центрифуг з ножовим вивантаженням осаду*

*Проаналізувати конструкції центрифуг з шнековим вивантаженням осаду*

*Проаналізувати конструкцію центрифуг з пульсуючим вивантаженням осаду 3.*

*Форма внутрішньої поверхні рідини в роторі центрифуги*

*Обґрунтувати розрахунок тиску в шарі рідини циліндричної обичайки барабана центрифуги.*

*Обґрунтувати розрахунок навантаження  $P_i$  від дії сили інерції в циліндричній обичайки ротора центрифуги*

*Обґрунтувати розрахунок рівнодіючої тиску на днище барабана центрифуги*

*Внутрішні сили та напруження в безмоментній зоні циліндричної обичайки барабана центрифуги*

*Обґрунтувати визначення внутрішніх сил та напружень в безмоментній зоні циліндричної обичайки ротора центрифуги.*

*Виконати аналіз напруженого стану в безмоментній зоні циліндричної обичайки ротора центрифуги*

*Розрахунок товщини стінки циліндричної суцільної обичайки барабана центрифуги.*

*Обґрунтувати розрахунок допустимої швидкості для циліндричної обичайки барабана центрифуги.*

*Перевірка умови тонкостінності циліндричної суцільної обичайки барабана центрифуги*

*Внутрішні сили та напруження в перфорованій циліндричній обичайці барабана центрифуги*

*Обґрунтувати розрахунок товщини стінки перфорованій циліндричній обичайки ротора центрифуги*

*Пояснити послідовність розрахунку циліндричній обичайки барабана центрифуги в крайовій зоні.*

*Визначення крайових навантажень на циліндричну обичайку барабана центрифуги.*

*Диференційне рівняння прогину циліндричної обичайки барабана центрифуги*

*Рівняння прогину циліндричної обичайки барабана центрифуги.*

*Перевірка міцності циліндричної обичайки барабана центрифуги на краю*

*Обґрунтувати розрахунок циліндричної обичайки барабана надцентрифуги*

*Конструкції днищ центрифуг.*

*Обґрунтувати визначення напружень в диску, що швидко обертається.*

*Розрахунок кільцевого диску, що швидко обертається на міцність.*

*Розрахунок суцільного диску, що швидко обертається на міцність.*

*Розрахунок днища (борта) барабана центрифуги навантаженого крайовим моментом.*

*Проаналізувати розрахунок критичної швидкості ротора надцентрифуги*

*Обґрунтувати визначення критичної швидкості ротора центрифуги.*

### **барабанні апарати**

*Галузі застосування барабанних обертових апаратів*

*Конструкції барабанних обертових апаратів.*

*Проаналізувати конструкції корпусу барабанного обертового апарату*

*Проаналізувати способи кріплення бандажів на корпусі барабанного обертового апарату*

*Проаналізувати конструкції вінцевої шестерні барабанного обертового апарату*

*Проаналізувати конструкцію опорної станції барабанного обертового апарату*

*Проаналізувати розрахунок навантажень на корпус барабанного обертового апарату.*

*Розрахунок згинального моменту в перерізах корпусу барабанного обертового апарату*

*Розрахунок крутного моменту на корпус барабанного обертового апарату*

*Розрахунок корпусу барабанного обертового апарату на міцність.*

*Обґрунтувати розрахунок корпусу барабанного обертового апарату на жорсткість.*

*Розрахунок корпусу барабанного обертового апарату на стійкість.*

*Розрахунок сил, що діють на бандаж барабанного обертового апарату.*

*Обґрунтувати розрахунок згинального моменту в довільному перерізі бандажу барабанного обертового апарату.*

*Визначення зусиль в ключовому перерізі бандажу.*

*Обґрунтувати перевірку бандажу на міцність від дії згинаючого моменту.*

*Розрахунок геометричних розмірів опорних роликів барабанного обертового апарату*

*Пояснити контактний тиск в парі бандаж-опорний ролик*

*Контактні напруження в матеріалів бандажа (ролика)*

*Обґрунтувати розрахунок бандажа (ролика) на контактну міцність.*

***перемішуючі пристрої***

*Класифікація перемішуючих пристроїв.*

*Конструкції лопатевих мішалок.*

*Дати оцінку конструкціям явірних мішалок.*

*Дати оцінку конструкціям турбінних мішалок.*

*Дати оцінку конструкціям гвинтових мішалок.*

*Проаналізувати конструкції планетарних мішалок*

*Сила опору тілу, яке рухається в рідині.*

*Обґрунтувати розрахунок рівнодіючої сили опору лопаті лопатевої мішалки.*

*Обґрунтувати розрахунок координати точки прикладання рівнодіючої сили опору до лопаті лопатевої мішалки.*

*Обґрунтувати розрахунок лопаті лопатевої мішалки на міцність*

*Пояснити розрахунок лопаті явірної мішалки на міцність*

*Обґрунтувати розрахунок рівнодіючої сили опору лопаті явірної (еліптичної) мішалки*

*Координати точки прикладання рівнодіючої сили опору до лопаті еліптичної мішалки..*

*Обґрунтувати розрахунок критичної швидкості консольного валу з одною зосередженою масою. Жорсткий та гнучкий вали.*

*Обґрунтувати визначення частоти власних коливань однопролетного валу з одною зосередженою масою.*

*Обґрунтувати визначення частоти власних коливань консольного валу з одною зосередженою масою*

*Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):*

*Складено доцент кафедри МАХНВ, канд.техн.наук, доцент Олег Зубрій*

*Ухвалено кафедрою МАХНВ (протокол № 26 від 19.06.2021)*

*Погоджено Методичною комісією факультету<sup>1</sup> (протокол № 11 від 25.06.2021)*

---

<sup>1</sup> Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.