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

Кафедра
БІОТЕХНІКИ ТА ІНЖЕНЕРІЇ

Розрахунок і конструювання ферментаційного обладнання

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	**Перший (бакалаврський)**
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	133 Галузеве машинобудування
Освітня програма	Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна(денна)/змішана
Рік підготовки, семестр	4 курс, 7 семестр
Обсяг дисципліни	4 (120 годин)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік / домашня контрольна робота
Розклад занять	4 години на тиждень (2 години лекційних та 2 практичних занять)
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., ст. викл. каф БТ та І Калініна Мирослава Федорівна 044-204-94-51, kalinina.kpi@gmail.com
Розміщення курсу	Кампус, Google classroom

Програма навчальної дисципліни

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

Основу фармацевтичної та біотехнологічної технологій становлять численні різноманітні процеси біохімічного перетворення речовин. Вони відрізняються від хімічних складністю, оскільки одночасно з тепло- та масопереносом в них проходить біохімічна реакція на мікрорівні, що призводить, паралельно з хімічними перетвореннями, до збільшення біомаси в реакційному об’ємі. Однак в фармацевтичній, мікробіологічній, харчовій та хімічній галузях промислового комплексу використовують технологічне обладнання, яке характеризується спорідненістю технологічних процесів, конструкцій, методів розрахунку.

Більша частина машин та апаратів біотехнологічних та хімічних виробництв працює в умовах дії підвищеного або зниженого тиску робочих середовищ, високих або низьких температур, а також значних температурних градієнтів. Матеріал конструкцій знаходиться під впливом хімічних речовин, які досить часто є небезпечними для людини та довкілля. Перелічені особливості зумовлюють специфічні вимоги до конструювання, розрахунку, виготовлення, випробування та експлуатації обладнання.

Специфічність фармацевтичної та біотехнологічної продукції, її термолабільність, реологічні властивості, стерильність отримання продукції накладають на обладнання біотехнологічних процесів специфічні вимоги.

Дисципліна «Розрахунок і конструювання ферментаційного обладнання» є складовою частиною професійно-орієнтованого циклу підготовки бакалавра спеціальності 133 Галузеве машинобудування, освітньої програми «Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв».

Мета вивчення дисципліни «Розрахунок і конструювання ферментаційного обладнання» полягає в наданні майбутнім фахівцям знань та навиків проведення проектування ферментаційного обладнання, з метою подальшого їх використання при аналізі, розрахунку та проектуванні.

Відповідно до освітньої програми дисципліна має забезпечувати:

Фахові компетентності:

- Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
- Здатність приймати ефективні рішення щодо вибору конструкційних матеріалів, обладнання, процесів та поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання.
- Здатність застосовувати інженерні знання для розробки й реалізації проектів, що задовольняють заданим вимогам.

ПрограМНі результати навчання

- Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі.
- Обирати і застосовувати потрібне обладнання, інструменти та методи.
- Застосовувати засоби технічного контролю для оцінювання параметрів об'єктів і процесів у галузевому машинобудуванні.

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

Дисципліна «Мембранні технології в галузі» є логічним продовженням дисципліни «Обладнання для пакування і фасування фармацевтичного та біотехнологічного виробництв» та є основою для дисципліни «Курсовий проєкт з процеси, апарати та машини галузі». Дисципліна забезпечує виконання диплоМНих атестаційних робіт кваліфікаційного рівня бакалавр.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Сорочки. Люки. Розрахунки на міцність елементів апаратів
Тема 1.1 Конструкції сорочок посудин та апаратів
Тема 1.2 Розрахунок сорочок посудин та апаратів
Тема 1.3 Конструкції люків посудин та апаратів
Тема 1.4 Розрахунок на міцність посудин та апаратів при малоциклових навантаженнях
Тема 1.5 Розрахунок на міцність та стійкість колонних апаратів

Розділ 2. Стропові пристрої. Опори
Тема 2.1 Пристрої для стропування посудин та апаратів
Тема 2.2 Опори посудин та апаратів
Тема 2.3 Розрахунок обичайок і днищ від опорних навантажень
Тема 2.4 Фланцеві бобишки
Тема 2.5 Конструкції з’єднань вводів-виводів

Розділ 3. Фланцеві з'єднання
Тема 3.1 Загальні відомості
Тема 3.2 Конструкції фланцевих з'єднань
Тема 3.3 Конструкції та матеріали прокладок фланцевих з'єднань
Тема 3.4 Вибір кріпильних виробів для фланцевих з'єднань
Тема 3.5 Розрахунок фланцевих з'єднань
ДКР

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. І.М. Гєнкіна, В.В. Іванченко, Г.В. Тараненко, Ю.М. Штонда. Конструювання і розрахунок сталевих зварних посудин та апаратів. Сорочки. Люки. Розрахунки на міцність елементів апаратів. Навчальний посібник. – Луганськ: Вид-во Східноукр. нац. ун-ту імені Володимира Даля, 2009. – 313 с.

2. .М. Гєнкіна, В.В. Іванченко, Г.В. Тараненко, Ю.М. Штонда. Конструювання і розрахунок сталевих зварних посудин та апаратів. Стропові пристрої. Опори. – Луганськ: Вид-во Східноукр. нац. ун-ту імені Володимира Даля, 2008. – 289 с.

3. О.І. Барвін, І.М. Гєнкіна, В.В. Іванченко, Г.В. Тараненко, Ю.М. Штонда. Конструювання і розрахунок сталевих зварних посудин та апаратів. Фланцеві з'єднання. – Луганськ: Вид-во Східноукр. нац. ун-ту імені Володимира Даля, 2007. – 306 с.

4. Корнієнко Я.М. Процеси та обладнання хімічної технології: підручник/ Я.М. Корнієнко, Ю.Ю Лукач, І.О. Мікульонок та ін. – Київ: НТУУ «КПІ», 2011.-Ч.1-416с.

5. Корнієнко Я.М. Процеси та обладнання хімічної технології : підручник/ Я.М. Корнієнко, Ю.Ю. Лукач, І.О. Мікульонок та ін. – Київ: НТУУ «КПІ», 2011.-Ч.2-416 с.

6. Карлаш Ю.В. Основи проектування біотехнологічних виробництв. [Електронний ресурс]: конспект лекцій для для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» освітньо-професійної програми «Біотехнологія» денної та заочної форм навчання /Ю.В. Карлаш, Є.О. Омельчук - К: НУХТ, 2019. – 252 с. http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/69.135.pdf

7. Українець А.І. Проектування типового і спеціального устаткування мікробіологічної, фармацевтичної та харчової промисловості: Навч. посібник /А.І. Українець, О.Т. Богорош, В.М. Поводзинський; За заг. ред. проф. О.Т. Богороша- К.: НУХТ, 2007.-148 с.

8. Карлаш, Ю. В. Основи проєктування біотехнологічних виробництв [Електронний ресурс] : навч. посібник / Ю. В. Карлаш, В. О. Красінько ; Національний університет харчових технологій. – Київ : НУХТ, 2022. – 373 с.

Додаткова

9. Сидоров Ю.І. Процеси і апарати мікробіологічної та фармацевтичної промисловості. Технічні розрахунки. Приклади і задачі. Основи проектування /Навч. посібник / Ю.І. Сидоров, Р.Й. Влязло, В.П. Новиков. – Львів: «Інтелект-Захід», 2008. – 736 с.

10. Сидоров Ю.І. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технічні розрахунки. Приклади і задачі. Основи проектування виробництв . Ч.І. Ферментація: Навч. посібник / Ю.І. Сидоров, Р.Й. Влязло, В.П. Новиков. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. – 240 с.

11. Сидоров Ю.І. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технічні розрахунки. Приклади і задачі. Основи проектування виробництв / Ч.ІІ. Оброблення культуральних рідин: Навч. посібник/ Ю.І. Сидоров, Р.Й. Влязло, В.П. Новиков – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. – 296 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
Розділ 1. Сорочки. Люки. Розрахунки на міцність елементів апаратів		
1	Конструкції сорочок посудин та апаратів [1 – 8].	2
2	Розрахунок сорочок посудин та апаратів [1 – 8].	4
3	Конструкції люків посудин та апаратів [1 – 8].	2
4	Розрахунок на міцність посудин та апаратів при малоциклових навантаженнях [1 –	2

	8].	
5	Розрахунок на міцність та стійкість колонних апаратів [1 – 8].	2
Розділ 2. Стропові пристрої. Опори		
6	Пристрої для стропування посудин та апаратів [1 – 8]	4
7	Опори посудин та апаратів [1 – 8]	2
8	Розрахунок обичайок і днищ від опорних навантажень [1 – 8]	2
9	Фланцеві бобики [1 – 8]	2
10	Конструкції з’єднань вводів-виводів [1 – 8]	2
Розділ 3. Фланцеві з'єднання		
11	Загальні відомості [1 – 8]	2
12	Конструкції фланцевих з'єднань [1 – 8]	4
13	Конструкції та матеріали прокладок фланцевих з'єднань [1 – 8]	2
14	Вибір кріпильних виробів для фланцевих з'єднань [1 – 8]	2
15	Розрахунок фланцевих з'єднань [1 – 8]	2
	Всього	36

Практичні роботи

№ з/п	Назва практичної роботи	Кіл-ть ауд. годин
1	Розрахунок посудин з U-подібними сорочками на статичну міцність [1-6].	3
2	Перевірка вузла з’єднання U-подібної сорочки з корпусом посудини на малоциклову міцність [1-6].	3
3	Розрахунок посудин з циліндричними сорочками на статичну міцність [1-6].	3
4	Розрахунок на міцність посудин з сорочками із напівтруб [1-6].	3
5	Розрахунок на міцність обичайок та днищ в місці приварення несучих Вушок [1 – 8].	3
6	Розрахунок на міцність обичайок в місці приварення опорних лап [1 – 8].	3
7	Розрахунок на міцність днищ в місці приварення опор-стояків [1 – 8].	3
8	Розрахунок на міцність циліндричних обичайок в місці приварення сідлових опор [1 – 8].	3
9	Вибір кріпильних виробів для фланцевих з'єднань [1 – 8].	2
10	Розрахунок фланцевих з'єднань [1 – 8].	8
11	Залік	2
	Всього	36

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назви тем і питань, що виноситься на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу	Кіль-ть год
1	Перевірка елементів посудини з циліндричними сорочками на малоциклову міцність [1 – 8].	2
2	Пристрої для обслуговування кришок люків [1 – 8].	2
3	Визначення умовних пружних напружень [1 – 8].	2
4	Визначення згинальних моментів від вітрового навантаження [1 – 8].	2

5	Розрахунок корпусу колонного апарата на міцність та стійкість [1 – 8].	2
6	Визначення розмірів підкладних листів під монтажні штуцери [1 – 8].	2
7	Конструкції та розміри фланцевих боби шок [1 – 8].	2
8	Матеріальне виповнення вводів-виводів [1 – 8].	2
9	Конструкції прокладок для фланцевих з'єднань посудин та апаратів [1 – 8].	2
10	Конструкції прокладок для арматурних фланцевих з'єднань [1 – 8].	2
11	Визначення коефіцієнта жорсткості фланцевого з'єднання [1 – 8].	2
12	Перевірка фланцевого з'єднання на жорсткість [1 – 8].	4
13	Розрахунок фланців на малоциклову втомленість [1 – 8].	6
14	Виконання ДКР	10
15	Підготовка до заліку	6
	Всього	48

Протягом семестру студенти виконують домашню контрольну роботу (ДКР), яка являє практичну розробку, виконану студентом, і має на меті підтвердити його уміння самостійно вирішувати задачі інженерного рівня.

Основні завдання виконання домашньої контрольної роботи :

- систематизація, закріплення і розширення теоретичних знань, отриманих у процесі навчання та їх практичне використання при вирішенні конкретних інженерних, наукових, виробничих питань пов'язаних з дослідженням та проектуванням обладнання;
- розвиток навичок самостійної роботи, оволодіння методиками розрахунку елементів ферментаційного обладнання;
- використання сучасних інформаційних технологій для розв'язання задач, які передбачені завданням.

За запізнення з поданням ДКР на перевірку нараховується штрафний (-5) бал.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Штрафні бали в рамках навчальної дисципліни передбачені за запізнення здачі комп'ютерних практикумів.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблеМНих питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної 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; здача заліку за іншого студента; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика та принципи академічної доброчесності 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, конструктивно 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 (РСО)

Поточний контроль: виконання практичних робіт, виконання ДКР

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: виконання всіх практичних робіт / зарахування ДКР.

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів.

Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

1) Робота на лекціях –14 балів

2) Виконання практичних робіт – 50 балів

4) Виконання ДКР – 36 балів.

2. Критерії нарахування балів:

2.1 Робота на лекціях.

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів на всіх практичних 2x7=14 балів:

- Правильна відповідь на питання по матеріалам поточної лекції: 2 балів.
- Частково правильна відповідь на питання по матеріалам поточної лекції або невчасне надання відповідей на питання:1 бал.
- Неправильна відповідь на питання по матеріалам поточної лекції: 0 балів.

2.2 Виконання практичних робіт.

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів на всіх практичних 5x10=50 балів:

- Правильне виконання задачі з повним поясненням викладеного матеріалу: 5 – 4,5 балів.
- Відсутність суттєвих помилок в розрахунках, змістовні відповіді на питання: 3,8 – 4,4 балів.
- Наявність суттєвих помилок при розрахунку, змістовні відповіді на питання: 3 – 3,7 балів.
- Невиконання задачі або наявність суттєвих помилок і відсутність відповідей на питання практичної: 0 балів.

За запізнення здачі практичної роботи нараховується штрафні бали: -2 бали.

2.3 Виконання ДКР:

Ваговий коефіцієнт – 36.

- «відмінно», виконані всі вимоги до ДКР – 36 - 32 балів;
- «добре», виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки – 31-27 балів;

- «задовільно», є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 26-22 балів;

- «незадовільно», не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

За запізнення з поданням ДКР на перевірку нараховується штрафний (-5) бал.

2.4. Залікова контрольна робота оцінюється із 64 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з одного теоретичного і одного практичного питань, що наведені у додатку до силабусу.

Кожне питання оцінюється з 32 балів за такими критеріями:

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 32 -29 балів;

- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності – 28-24 балів;

- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) – 23-19 балів;

- «незадовільно» - незадовільна відповідь – 0 балів.

3. Умовою першої атестації є отримання не менше 17 балів та виконання всіх праткичних робіт (на час атестації). Умовою другої атестації – отримання не менше 46 балів, виконання всіх практичних робіт (на час атестації) та робота на лекціях.

4. Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, за умови зарахування практичних робіт, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею. Якщо сума балів менш ніж 60, але ДКР зараховано, студент виконує залікову контрольну роботу. У цьому разі сума балів за ДКР переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

5. Студент, який у семестрі отримав не менш ніж 60 балів, але бажає підвищити свій результат, може прийняти участь у заліковій контрольній роботі. У цьому разі остаточний результат складається із балів, що отримані на заліковій контрольній роботі та балів з ДКР.

6. Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок.

Бали	Оцінка за університетською шкалою
100 … 95	відмінно
94 … 85	дуже добре
84 … 75	добре
74 … 65	задовільно
64 … 60	достатньо
менше 60	незадовільно
Є не зараховані практичні роботи та ДКР	не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Завдання до ДКР

У відповідності до індивідуального завдання провести розрахунок на міцність та проектування ферментаційного обладнання із сорочкою.

Питання, які виносяться на семестровий контроль

1. Чому будуть рівні перший та другий головні радіуси для конічної поверхні?

2. Використовуючи правила визначення відносної деформації в кільцевому напрямі, визначити величину відносної деформації ε_t (м) в тонкостінній посудині, якщо радіус r =3м, якщо $\sigma_t = 74.5$ МПа, $\sigma_N = 38.5$ МПа, $\sigma_r = -0.245$ МПа, коефіцієнт пуассона μ=0,3, модуль повздовжньої пружності e=2·105 МПа

3. Розрахувати кільцеве напруження σ_t (МПа) в стінці циліндричної обичайки тонкостінної посудини, навантаженої внутрішнім тиском p=1,0 МПа якщо її радіус r=0,5 м, а товщина стінки s=0,008 м. Прибавку до розрахункової товщини не враховувати

4. Визначити нормальне напруження σ_N по безмоментній теорії в стінці циліндричної обичайки тонкостінної посудини, навантаженої внутрішнім тиском, якщо розрахунковий тиск становить p=0,9 МПа, внутрішній діаметр d=1,6 м, товщина стінки s=0,004 м. Прибавку до розрахункової товщини не враховувати

5. Розрахувати розтягуюче напруження σ (МПа) в тонкостінній циліндричній обичайці, навантаженій осьовою розтягуючою силою f=1 МН, якщо її діаметр становить d=0,4 м, коефіцієнт міцності зварного шва ф=1,0, товщина стінки s=0,010 м, прибавку до товщини не враховувати.

6. Визначити допустимий зовнішній тиск [p] (МПа) для циліндричної обичайки, якщо допустимий зовнішній тиск з умов міцності становить [p]м=0,45 МПа, а допустимий зовнішній тиск з умов стійкості $[p]_e$=1,2 МПа.

7. Перевірити умову міцності та стійкості обичайки апарату навантаженої осьовою розтягуючою силою f=0,2 МН, якщо допустима осьова сила з умов міцності становить [f]м=0,25 МН, а допустима осьова сила з умов стійкості $[f]_e$=0,45 МН (записати умову в числовому вигляді).

8. Розрахувати допустимий вигинаючий момент [м] з умов міцності для тонкостінній циліндричній обичайки, якщо її діаметр становить d=1,85 м, коефіцієнт міцності зварного шва ф=0,9, товщина стінки s=0,006 м, допустиме напруження [σ]=152МПа, прибавку до товщини не враховувати.

9. Перевірити умову міцності та стійкості обичайки апарату навантаженої вигинаючим моментом м=0,8 МНм, якщо допустимий вигинаючий момент з умов міцності становить $[м]_м$=1 МНм, а допустимий вигинаючий момент з умов стійкості $[м]_e$=1,52 МНм (записати умову в числовому вигляді).

10. При необхідності допускається розташування отворів на відбортованій частині опуклого днища в зоні $l \succ 0{,}1d$ {так чи ні}

11. Які умови визначають можливість застосування формул розрахунку еліптичного днища на міцність?

$$0{,}002 \leq (s-c)/d \leq 0{,}1$$
$$0{,}002 \leq (s-c)/d \leq 0.5$$
$$0.2 \leq h/d \leq 0.5$$
$$R \geq 0.5d$$
$$H \geq 0.25d$$

12. Якщо модель (по геометрії) має 2 розміри та знаходиться в одномірному напруженму стані – це:

13. Запишіть рівняннями рівноваги зони оболонок

14. Обґрунтувати вибір формули для розрахункової товщини sr(м), стінки напівсферичного днища тонкостінної посудини, навантаженого внутрішнім тиском та визначити розрахункову товщину, якщо розрахунковий тиск становить p=0,9 МПа, внутрішній діаметр d=1,6 м, допустиме напруження матеріалу [σ] =160 МПа, коефіцієнт міцності зварного шва φ =0,9.

15. Розрахувати кільцеве напруження σ_t (МПа) в стінці напівсферичного днища тонкостінної посудини, навантаженої внутрішнім тиском p=0,9 МПа, якщо його діаметр d=1,6 м, а товщина стінки s=0,004м .прибавку до розрахункової товщини не враховувати.

16. Визначити допустимий внутрішній тиск [p] (МПа) для гладкого конічного днища тонкостінної посудини, якщо його внутрішній діаметр становить dk=1,6 м, кут при вершині конуса 2α=90˚,товщина стінки s=0,008 м, прибавка до розрахункової товщини c=0,0013 м, коефіцієнт міцності зварного шва ф=0,9, допустиме напруження матеріалу [σ]=160 МПа.

17. Визначити нормальне напруження σ_N по безмоментній теорії в стінці циліндричної обичайки тонкостінної посудини, навантаженої внутрішнім тиском, якщо розрахунковий тиск становить p=0,9 МПа, внутрішній діаметр d=1,6 м, товщина стінки s=0,004 м. Прибавку до розрахункової товщини не враховувати.

18. Розрахувати допустимий вигинаючий момент [м] з умов міцності для тонкостінній циліндричній обичайки, якщо її діаметр становить d=1,6 м, коефіцієнт міцності зварного шва ф=1,0, товщина стінки s=0,008 м, допустиме напруження [σ] =160 МПа, прибавку до товщини не враховувати.

19. Визначити допустимий зовнішній тиск [p] (МПа) для циліндричної обичайки, якщо допустимий зовнішній тиск з умов міцності становить [p]м=0,5 МПа, а допустимий зовнішній тиск з умов стійкості [p]е=1 МПа.

20. Визначити ступінь навантаження циліндричної обичайки колонного апарату, якщо діючі навантаження становлять: зовнішній тиск p=0,25 МПа, осьова стискаюча сила f=1 МН, вигинаючий момент м=0,5 МНм., а допустимі відповідно [p]=0,5 МПа, [f]=5 МН, [м]=2 МНм.

21. Які умови визначають можливість застосування формул розрахунку еліптичного днища на міцність?

$$0{,}002 \leq (s-c)/d \leq 0{,}1$$
$$0{,}002 \leq (s-c)/d \leq 0.5$$
$$0.2 \leq h/d \leq 0.5$$
$$R \geq 0.5d$$
$$H \geq 0.25d$$

22. Товщина стінки гладких конічних обичайок, навантажених внутрішнім надлишковим тиском визначається по формулі:

$$s_R = \frac{PD_K}{[\sigma]\varphi - P} \cdot \frac{1}{\cos\alpha}$$
$$s_R = \frac{PD_K}{2[\sigma]\varphi - P} \cdot \frac{1}{\cos\alpha}$$
$$s_R = \frac{PD_{зов}}{2[\sigma]\varphi - P} \cdot \frac{1}{\cos\alpha}$$

23. Якщо при експлуатації апарату в робочих умовах можливе перевищення надлишкового тиску більш ніж на 0,07 МПа, такий апарат підвідомчий держтехнагляду? {так чи ні}

24. Якщо модель (по геометрії), має 1 визначальний розмір, товщина менша заданого визначального розміру, двомірний напружений стан – це:

25. Запишіть умову міцності критичного перерізу за критерієм найбільших нормальних напружень:

26. Обґрунтувати вибір формули для розрахункової товщини стінки гладкого конічного днища тонкостінної посудини, навантаженого внутрішнім тиском та визначити товщину sr(м), якщо розрахунковий тиск становить p=0,9 МПа, розрахунковий діаметр dк=1,6 м, кут при вершині конуса 2α =90º, допустиме напруження матеріалу [σ] =160 МПа, коефіцієнт міцності зварного шва φ =0,9

27. Використовуючи правила визначення (numerical)::[html] використовуючи правила визначення відносної деформації в кільцевому напрямі, визначити величину відносної деформації ε_t (м) в тонкостінній посудині, якщо радіус r =3 м, якщо $\sigma_t = 110{,}2$ МПа, $\sigma_N = 48{,}3$МПа, $\sigma_r = -0.245$ МПа, коефіцієнт пуассона μ =0,3, модуль повздовжньої пружності e=2*105 МПа

28. Використовуючи правила визначення товщини стінки, розрахувати товщину s (м) стінки еліптичного стандартного днища тонкостінної судини, навантаженої внутрішнім тиском p=0,9 МПа, якщо його діаметр становить d=1,6 м, допустиме напруження матеріалу [σ]=160 МПа, коефіцієнт міцності зварного шва ф=0,9, проникненість п= 0,05мм/рік, термін служби апарату т=10років

29. Розрахувати кільцеве напруження σt (МПа) в стінці циліндричної обичайки тонкостінної посудини, навантаженої внутрішнім тиском p=0,9 МПа якщо її радіус r=0,8 м, а товщина стінки s=0,008м. Прибавку до розрахункової товщини не враховувати.

30. Визначити допустимий вигинаючий момент [м] (МН*м) для циліндричної обичайки колонного апарату, якщо допустимий вигинаючий момент з умов міцності становить [м]м=0,5 МНм, а допустимий вигинаючий момент з умов стійкості [м]е=1 МНм.

31. Визначити ступінь навантаження циліндричної обичайки колонного апарату, якщо діючі навантаження становлять: зовнішній тиск p=0,25 МПа, осьова стискаюча сила f=1 МН, вигинаючий момент м=0,5 МНм., а допустимі відповідно [p]=0,5 МПа, [f]=5 МН, [м]=2 МНм.

32. розрахувати кільцеве напруження σt (МПа) в стінці циліндричної обичайки тонкостінної посудини, навантаженої внутрішнім тиском p=1,0 МПа якщо її радіус r=0,5 м, а товщина стінки s=0,008 м. Прибавку до розрахункової товщини не враховувати

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., ст. викл. Калініна М.Ф.

Ухвалено кафедрою біотехніки та інженерії (протокол № 14 від 10.05.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету біотехнології і біотехніки (протокол № 11 від 26.06.2023 р.)