



Комп'ютеризовані методи конструювання і розрахунку технологічних трубопроводів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>133 Галузеве машинобудування</i>
Освітня програма	<i>ОНП Галузеве машинобудування</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/очна(вечірня)/заочна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 (120)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	https://rozklad.kpi.ua/ https://ecampus.kpi.ua/ <i>3 години на тиждень (1 година лекційних та 2 години практичних занять)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н, доц. Андреев І. А.</i> Практичні / Семінарські: <i>к.т.н, доц. Андреев І. А. che@kpi.ua</i>
Розміщення курсу	https://ecampus.kpi.ua/ , http://ci.kpi.ua

Програма навчальної дисципліни

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

Опис навчальної дисципліни.

В курсі розглядаються основи конструювання технологічних трубопроводів, їх застосування, теоретичні відомості основ інженерних розрахунків, сучасні стандартні розрахункові формули, нормативні методики розрахунку.

Дисципліна «Розрахунок і конструювання несучих елементів конструкцій» розглядає вимоги до конструювання і розрахунку обладнання та окремих елементів, їх застосування.

Предмет навчальної дисципліни.

Дисципліна "Розрахунки технологічних трубопроводів" викладається як вибірковий компонент підготовки кваліфікованих фахівців у галузі машинобудування, ресурсозбереження, екології та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Оволодіння методами конструювання і розрахунку передбачає не просто засвоєння певних правил, а саме розвиток своєрідного стилю мислення, орієнтованого на створення сучасної техніки в галузі хімічного і нафтопереробного машинобудування

Мета навчальної дисципліни.

Метою вивчення даної дисципліни є формування у студентів комплексу знань, умінь, навичок, необхідних для кваліфікованого конструювання і виконання розрахунків типового устаткування хімічної промисловості. Відповідно до мети підготовка бакалаврів вимагає формування наступних здатностей:

- використання та застосовування в професійній діяльності нормативних методів розрахунку технологічних трубопроводів,
- використання знання проектування і конструювання типового обладнання,
- володіння методикою визначення навантажень, які виникають при монтажі, випробуваннях і в робочих умовах,
- одержання інформації щодо поточного стану елементів обладнання при експлуатації,
- удосконалення обладнання технологічних трубопроводів,
- використання методики розрахунку напружень і деформацій, які виникають при роботі технологічних трубопроводів.

1.2. Основні завдання кредитного модуля.

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

знання:

- основні конструкції технологічних трубопроводів, типових вузлів і деталей та вимог до них;
- матеріали, які застосовуються при виготовленні технологічних трубопроводів і їх властивості;
- розрахункові параметри і правила їх визначення;
- умови міцності, жорсткості, стійкості, герметичності;
- розрахункові моделі технологічних трубопроводів;
- визначення напружень, аналізу напруженого стану, допустимих та граничних навантажень;
- нормативні методи розрахунку технологічних трубопроводів;
- розробка конструктивно довершеного виробу.

уміння:

- на основі особливостей технологічного процесу визначати для конструкції початкові і граничні умови та схему навантажень,
- на основі робочих умов визначати напружено-деформований стан конструкції при статичних та динамічних термосилових навантаженнях,
- базуючись на знаннях теоретичної підготовки, користуючись довідниками та нормативами вибирати конструкційні матеріали та матеріали ущільнень,
- користуючись довідковими матеріалами, виконувати розрахунки щодо міцності технологічних трубопроводів,
- проводити параметричні розрахунки технологічних трубопроводів за допомогою відомих аналітичних залежностей та довідкової інформації,
- враховувати необхідність зборки, розборки, транспортування та монтажу виробу,
- на підставі отриманих знань виконувати розрахунки на жорсткість, стійкість, міцність та розробляти конструкторську документацію,
- створювати безпечні в експлуатації конструкції технологічних трубопроводів.

досвід:

- розробки конструкції технологічних трубопроводів;
- забезпечення міцності, стійкості, жорсткості, герметичності, корозійної тривкості, конструктивної довершеності та інших вимог до елементів технологічних трубопроводів.

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

Освоєння дисципліни «Розрахунки технологічних трубопроводів» базується на засадах інтеграції комплексу знань, отриманих студентами протягом бакалаврської освіти при вивченні дисциплін природничого та інженерно-технічного спрямування в галузі «Механічна інженерія». Для успішного засвоєння даної дисципліни необхідно мати основні знання в області вищої математики, фізики, опору матеріалів, гідравліки, процесів та обладнання хімічних виробництв,

вміти використовувати комп'ютер для забезпечення необхідних розрахунків, мати навички в сфері прикладного програмування, математичного моделювання процесів та систем.

В результаті освоєння дисципліни студент буде готовий використовувати фундаментальні і природно наукові знання і методи для вирішення комплексних науково-технічних задач у галузі професійної та дослідницько-інноваційної діяльності.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розрахунки технологічних трубопроводів.

Тема 1. Технологічні трубопроводи. Загальні вимоги.

Тема 2. Деталі трубопроводів.

Тема 3. Нормативні параметри і допустимі напруження.

Тема 4. Розрахунок сталевих трубопроводів.

Тема 5. Розрахунок товщини стінок відводів.

Тема 6. Розрахунок товщини стінок переходів.

Тема 7. Трійникові з'єднання.

Тема 8. Розрахунок на міцність сталевих трубопроводів високого тиску.

Тема 9. Розрахунок непрямолінійних труб високого тиску, які призначені для роботи при підвищених температурах.

Тема 10. Розрахунок криволінійних елементів трубопроводів високого тиску.

Тема 11. Розрахунок конічних переходів трубопроводів високого тиску.

Тема 12. Заглушки технологічних трубопроводів.

Тема 13. Розрахунок укріплення отворів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1 ДБН Д.2.3–12–99. Технологічні трубопроводи. [Чинний від 2000-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держбуд, 2000. 226 с.

2 Штонда Ю. Н., Барвин А. И., Табунщиков В. Г. Методические указания к расчету на прочность технологических стальных трубопроводов на Ру до 10 МПа. Северодонецк: ТИ, 2009. 112 с. URL: https://ohpkaf.at.ua/k_raschetu_na_prochnost_tekhnologicheskikh.pdf.

3 НПАОП 0.00–1.73–14. Правила охорони праці та безпечної експлуатації технологічних трубопроводів. [Чинний від 2014-11-12]. Вид. офіц. Київ: ДНАОП, 2015. URL: https://dnaop.com/html/54573/doc-%D0%9D%D0%9F%D0%90%D0%9E%D0%9F_0.00-1.73-14.

4 СОУ МПП 71.120-217:2009. Посудини та апарати сталеві зварні. Загальні технічні умови. [Чинний від 2009–07–07]. Вид. офіц. Київ: Міністерство промислової політики України, 2009. 339 с.

5 Андреев Игорь. Розрахунок технологічних трубопроводів: навч. посіб. для студ. спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 104 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/52475>.

6 Андреев I. A. Конструювання і розрахунок основних елементів посудин та апаратів: підруч. для здобувачів ступеня бакалавра за спец. 133 Галузеве машинобудування. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. 428 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/65136>.

7 Андреев I. A. Конструювання і розрахунок типового устаткування хімічних виробництв. Основні положення. Елементи тонкостінних посудин, навантажених внутрішнім тиском: навч. посіб. Київ: "Видавництво «Політехніка»", 2011. 272 с.

Додаткова література

8 Андреев I. A., Мікульонок I. O. Розрахунок, конструювання і надійність обладнання хімічних виробництв: термінологічний словник. Київ: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2002. 216 с.

9 Андреев І.А., Зубрій О.Г. Конструювання та розрахунок апаратів високого тиску: навч. посіб. Київ: ІЗМН, 1999. 144 с.

10 Андреев І. А., Зубрій О. Г., Мікульонок І. О. Застосування матеріалів у хімічному машинобудуванні. Сталі й чавуни: навч. посіб. Київ: ІЗМН, 1999. 148 с.

11 Андреев Ігор. Укріплення отворів в посудинах та апаратах: навч. посіб. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 72 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/42254>.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття (з урахуванням індивідуальних занять).

Лекційні заняття спрямовані на надання сучасних цілісних, знань з дисципліни «Розрахунки технологічних трубопроводів», визначення на сучасному рівні розвитку науки в області розрахунку і конструювання машин та апаратів; забезпечення в процесі лекції плідної роботи студентів; застосування дієвих методів викладання, подання матеріалу і його засвоєння; виховання у студентів професійних якостей і розвиток творчого мислення; формування у них наукового і практичного інтересу до освоєння матеріалу курсу, прагнення до самостійної роботи.

№ з/п	Назва теми лекції, перелік основних питань, посилання на літературу та завдання на СРС.	Годин (з урахуванням індивідуальних занять)
1	Технологічні трубопроводи. Загальні вимоги. Деталі трубопроводів. Нормативні параметри і допустимі напруження. Література: [1–11]	2
2	Розрахунок сталевих технологічних трубопроводів, які знаходяться під тиском до 10 МПа. Література: [1, 2, 5–8]	2
3	Розрахунок товщини стінок відводів. Література: [1, 2, 5–8]	2
4	Розрахунок товщини стінок переходів і трійникових з'єднань. Література: [1, 2, 5–8]	2
5	Розрахунок на міцність сталевих трубопроводів високого тиску. Література: [1, 2, 5–9]	2
6	Розрахунок непрямолінійних труб високого тиску, які призначені для роботи при підвищених температурах. Література: [1, 2, 5–8]	2
7	Розрахунок криволінійних елементів трубопроводів високого тиску. Розрахунок конічних переходів трубопроводів високого тиску. Література: [1, 2, 5–8]	2
8	Заглушки технологічних трубопроводів. Література: [1, 2, 5–8]	2
9	Розрахунок укріплення отворів. Література: [1, 2, 5–8, 11]	2
Всього годин (з урахуванням індивідуальних занять)		18

Практичні заняття (з урахуванням індивідуальних занять).

При вивченні кредитного модуля практичним заняттям відводиться 2/3 аудиторного навантаження. Практичне заняття по окремій темі даної дисципліни спрямовано на закріплення викладеного на лекції матеріалу шляхом розгляду конкретних прикладів, вправ та задач по даній темі. Це дає можливість студентам систематизувати і поглибити теоретичні знання. Практичне заняття проводиться в діалоговому режимі з проведення навчальних дискусій. На початку заняття

проводиться контрольне опитування слухачів по матеріалам попередніх лекцій, знайомству їх з літературними джерелами по тематиці дисципліни.

№ з/п	Назва теми практичного заняття, перелік основних питань, посилання на літературу.	Годин
1	Нормативні параметри і допустимі напруження. Розрахунок сталевих технологічних трубопроводів, які знаходяться під тиском до 10 МПа. Література: [1–8]	2
2	Розрахунок на міцність сталевих трубопроводів високого тиску. Література: [1, 2, 5–8]	2
3	Розрахунок товщини стінок відводів. Література: [1, 2, 5–8]	4
4	Розрахунок товщини стінок переходів. Література: [1, 2, 5–8]	2
5	Розрахунок товщини стінок трійникових з'єднань. Література: [1, 2, 5–8]	2
6	Розрахунок на міцність сталевих труб високого тиску. Література: [1, 2, 5–8]	2
7	Перевірочний розрахунок труб високого тиску у випадку сумісної дії внутрішнього тиску і температурних напружень. Література: [1, 2, 5–9]	2
8	Розрахунок непрямолінійних труб високого тиску, які призначені для роботи при підвищених температурах. Література: [1, 2, 5–8]	6
9	Розрахунок криволінійних елементів трубопроводів високого тиску. Література: [1, 2, 5–8]	2
10	Розрахунок конічних переходів трубопроводів високого тиску. Література: [1, 2, 5–8]	2
11	Заглушки технологічних трубопроводів. Література: [1, 2, 5–8]	4
12	Розрахунок укріплення отворів. Література: [1, 2, 5–8, 11]	6
Всього годин		36

6. Самостійна робота студента (з урахуванням індивідуальних занять)

При викладенні навчальної дисципліни «Розрахунки технологічних трубопроводів» самостійна робота студента займає 55% часу вивчення кредитного модуля, враховуючи підготовку до заліку. Самостійна робота студентів включає підготовку до аудиторних занять, виконання модульної контрольної і розрахунково-графічних робіт, опрацювання розділів програми і тем, які не увійшли у перелік лекційних питань або потребують більш детального вивчення. Опанування знань по цим темам проводиться шляхом докладного ознайомлення з відповідними розділами рекомендованої базової та додаткової літератури та самостійного науково-інформаційного пошуку за власною ініціативою. Підготовка студента до наступних аудиторних занять передбачає освоєння їм в процесі самостійної роботи матеріалу попередніх лекцій.

№ з/п	Вид роботи та назви тем, що виносяться на самостійне опрацювання	Кількість годин
1	Підготовка до аудиторних занять.	10
2	Виконання індивідуальних практичних завдань по темі модуля.	20

Опрацювання розділів програми і тем, які не викладаються на лекціях.		
3	Конструювання та розрахунок неметалевих технологічних трубопроводів. Література [1 – 11].	21
4	Підготовка до заліку	15
Всього годин		66

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування лекцій та практичних занять;

Відвідування лекційних та практичних занять є обов'язковою складовою вивчення матеріалу. На лекції викладач користується власним презентаційним матеріалом. Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Політика дедлайнів, перескладань та правила заохочування;

Пропущені заняття необхідно відпрацювати. Студент самостійно підготовлює конспект пропущеної лекції або практичного заняття, відповідає на контрольні запитання викладачу по матеріалам теми пропущеного заняття. Індивідуальні практичні завдання слід виконувати акуратно і в точно визначений термін. Виконання цих вимог забезпечує підвищення рейтингової оцінки результатів освоєння навчальної дисципліни.

Політика щодо академічної доброчесності;

Політика навчальної дисципліни будується з урахуванням норм законодавства України щодо академічної доброчесності, Кодексу честі НТТУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського та визначається системою вимог, які викладач пред'являє до студента при вивченні дисципліни (правила поведінки на заняттях, пропуски, перездачі тощо).

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO) (з урахуванням індивідуальних занять)

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

Навчальний час		Розподіл навчальних годин (з урахуванням індивідуальних занять)				Контрольні заходи		
		акад. год.	Лекції	Практичні	Лаб. роб.	СРС	МКР	РГР
4	120	18	36	–	66	1	1	залік

Контроль знань студентів проводиться за допомогою співбесіди під час практичних занять, результатів виконання індивідуальних практичних завдань.

Під час оцінювання враховується таке:

1. Відвідування лекцій та практичних занять, плідність роботи під час аудиторних занять .
2. Вчасне і акуратне виконання контрольних практичних завдань для самостійної роботи.
3. Вивчення базової та допоміжної літератури.

1. Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за роботу на практичних заняттях, за виконання контрольної модульної та розрахунково-графічної робіт по темі модуля та за результатами семестрового контролю – екзамену.

2. Критерії нарахування балів:

- 2.1. Робота на практичних заняттях:
 - плідна робота – 4 бали;

- невчасно виконане завдання – 2 бал;
- пасивна робота або відсутність на занятті – 0 балів.

Максимальна кількість балів за роботу під час практичних занять – 72.

2.2. Критерії оцінювання розрахунково-графічної роботи

- «відмінно» – 15–18 балів;
- «добре» – 9–14 балів;
- «задовільно» – 5–8 балів;
- «незадовільно» – 0 балів.

Максимальна кількість балів за розрахунково-графічну роботу – 18.

2.3. Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

- «відмінно» – 10 балів;
- «добре» – 8–9 балів;
- «задовільно» – 6–7 балів;
- «незадовільно» – 0 балів.

За 9 тижнів навчання за результатами навчальної роботи і виконання контрольної модульної та розрахунково-графічної робіт максимальна кількість балів, яку може набрати студент, складає 100 балів.

Для отримання заліку з кредитного модуля «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів, а також зараховані контрольні роботи.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку в системі рейтингових балів, виконують залікову контрольну роботу. Завдання контрольної роботи складається з трьох питань різних розділів робочої програми. Незадовільна відповідь з додаткового питання знижує загальну оцінку на 4 бали.

Кожне питання контрольної роботи (r_1, r_2, r_3) оцінюється у 33 бали відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 33-30 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 29-25 бал;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 24-20 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Сума рейтингових балів, отриманих студентом після освоєння дисципліни та складання екзамену, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею:

Кількість балів	Оцінка
95...100	відмінно
85...94	дуже добре
75...84	добре
65...74	задовільно
60...64	достатньо
< 60	незадовільно
Не виконані умови допуску	не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Попередній перелік питань, що виносяться на семестровий контроль.

1. Обґрунтувати призначення і класифікувати технологічні трубопроводи.
2. Навести склад технологічних трубопроводів.
3. Навести марки сталей, які застосовуються для виготовлення технологічних трубопроводів.
4. Навести нормативні параметри і допустимі напруження для технологічних трубопроводів.

5. Надати алгоритм розрахунку товщини стінки труб, які знаходяться під тиском до 10 МПа.
6. Надати алгоритм розрахунку товщини стінки гнутих відводів.
7. Надати алгоритм розрахунку товщини стінки безшовних відводів.
8. Надати алгоритм розрахунку товщини стінки секторних відводів.
9. Надати алгоритм розрахунку товщини стінки штампозварних відводів.
10. Обґрунтувати особливості розрахунку товщини стінки переходів.
11. Навести методику розрахунку трійникових з'єднань, що знаходяться під внутрішнім тиском до 10 МПа.
12. Навести конструкції зварних з'єднань трійників зі штуцером.
13. Обґрунтувати особливості розрахунку товщини стінки трійників з відбортованими отворами і врізною сідловиною.
14. Навести конструкції плоских круглих заглушок, які знаходяться під тиском до 10 МПа.
15. Навести методику розрахунку плоских круглих заглушок, які знаходяться під тиском до 10 МПа.
16. Навести методику розрахунку еліптичних заглушок, які знаходяться під тиском до 10 МПа.
17. Надати конструкції еліптичних заглушок з отворами.
18. Навести методику розрахунку еліптичних заглушок з отворами, які знаходяться під тиском до 10 МПа.
19. Навести нормативні параметри і допустимі напруження для технологічних трубопроводів високого тиску.
20. Надати алгоритм розрахунку товщини труби високого тиску.
21. Надати алгоритм перевірного розрахунку труб високого тиску у випадку сумісної дії внутрішнього тиску і температурних напружень.
22. Надати алгоритм розрахунку криволінійних елементів технологічних трубопроводів високого тиску.
23. Надати алгоритм розрахунку конічних переходів технологічних трубопроводів високого тиску.
24. Обґрунтувати принцип укріплення отворів технологічних трубопроводів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент кафедри МАХНВ, к.т.н. Андрєєв Ігор Анатолійович

Ухвалено кафедрою машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв (протокол № 20 від 20.06.2024 р.)

Погоджено Методичною комісією інженерно-хімічного факультету (протокол № 11 від 28.06.2022 р.)