

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор Механіко-машинобудівного
інституту НТУУ “КПІ”

_____ Бобир М.І.
“ _____ ” _____ 2012 р.

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

“ОПІР МАТЕРІАЛІВ”

(назва дисципліни)

для напрямку підготовки 6.050502 “Інженерна механіка”
та 6.050503 “Машинобудування”

для набуття в подальшому спеціальностей:

05050201 – “Технологія машинобудування”

05050203 – “Обладнання для обробки металів тиском “

05050204 – “Обробка матеріалів за спеціальними
технологіями”

05050302 – “Інструментальне виробництво”

05050301 – “Металорізальні верстати та системи”

05050207 – Гідравлічні і пневматичні машини

Ухвалено методичною
комісією ММІ НТУУ “КПІ”
Протокол № _____ від _____
Голова методичної комісії
_____ Гожий С.П.
(підпис) (ініціали, прізвище)

Програму рекомендовано кафедрою
динаміки і міцності машин та
опору матеріалів
протокол № _____ від _____
Завідувач кафедри
_____ Бобир М.І.

I. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Науково-технічний розвиток суспільства потребує від спеціалістів в галузі машинобудування постійного вдосконалення та покращання якості машин, що виробляються. Важливою умовою вирішення цього завдання є розв'язання питань пов'язаних з міцністю, жорсткістю та стійкістю елементів конструкцій, що є підґрунтям для їх надійної роботи.

В навчальній дисципліні “Опір матеріалів” викладаються методи розв'язання зазначених задач. Це найбільш загальна дисципліна про міцність машин і споруд без якої неможлива повноцінна фахова підготовка інженера будь-якої спеціальності.

Курс “Опір матеріалів” відноситься до загально інженерних дисциплін. Він ґрунтується у теоретичній частині на таких дисциплінах, як “Вища математика” та “Теоретична механіка”, а в експериментальній частині – на дисциплінах “Фізика” і “Матеріалознавство”. Знання здобуті студентами при вивченні цієї дисципліни використовуються в подальшому при вивченні таких курсів як “Деталі машин”, “Підйомно-транспортні машини”, “Проектування обладнання металообробних центрів”, “Підйомно-транспортні машини”, “Теорія проектування інструменту” та інших спеціальних дисциплін..

Програмою курсу передбачено крім лекційних занять проведення практичних занять і лабораторних робіт, що сприяє засвоєнню теоретичного матеріалу курсу і набуттю практичних навичок. Крім цього для практичного застосування одержаних знань студенти виконують курсову роботу, яка знайомить їх з практикою проведення інженерних розрахунків на міцність.

При вивченні дисципліни “Опір матеріалів” студенти опановують інженерні методи розрахунку на міцність, жорсткість і стійкість елементів машин та споруд як в умовах статичного, так і динамічного навантаження, з врахуванням різноманітних експлуатаційних, технологічних та конструкційних факторів. В результаті вивчення дисципліни студенти набувають:

Знань:

- з механічних властивостей конструкційних матеріалів та методів експериментального їх визначення;
- методів розрахунків напружень і деформацій при різних видах навантаження елементів конструкцій;
- критеріїв міцності і пластичності матеріалів.

Умінь:

- експериментально визначити характеристики міцності, пластичності і пружності матеріалів при розтягуванні і стискуванні в умовах статичного навантаження;
- вибрати для даної конструкції і схеми її навантаження метод розрахунку і необхідну теорію міцності в залежності від матеріалу конструкції;
- розрахувати напружений і деформований стан конструкції;
- провести проектувальний і перевірний розрахунок стержневих конструкцій на міцність, жорсткість, стійкість і витривалість.

Навичок:

- аналізу напруженого та деформованого станів твердого тіла;

- розв'язання задач з оцінки міцності конструкцій та аналізу одержаних результатів;
- проведення експериментальних досліджень з метою перевірки правильності результатів теоретичного аналізу методами опору матеріалів;
- роботи з довідковою літературою.

РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ

Форма навчання	Семестри	Всього кред./годин	Розподіл навчального часу за видами занять						Семестрова атестація
			Лекції	Практичні заняття	Семинари	Лабораторні роботи	Комп'ютерний практикум	СРС	
Денна	3,4	10/360	72	36	-	36	-	216	екз, екз,
Заочна	3,4	9,5/342	12	2	-	8	-	320	екз, екз,
Денна інтегрована	2,3	9/324	72	36	-	36	-	180	диф.зал., екз,
Заочна інтегрована	3,4	9,5/342	12	2	-	8	-	320	екз, екз,

II. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Розділ 1 Головні поняття, гіпотези та методи

Тема 1.1: Головні поняття, гіпотези та методи

Наука про опір матеріалів. Реальний об'єкт та розрахункова схема. Схематизація елементів конструкцій та зовнішніх навантажень. Основні гіпотези стосовно властивостей матеріалу

Тема 1.2. Зовнішні і внутрішні сили.

Класифікація зовнішніх сил. Внутрішні сили і напруження. Метод перерізів.

Розділ 2. Розтяг і стиск

Тема 2.1 Напруження і деформації

Побудова епюр внутрішніх сил. Напруження і деформації при розтягу та стиску. Закон Гука. Потенціальна енергія деформації.

Тема 2.2. Механічні властивості матеріалів.

Діаграма розтягу. Механічні характеристики матеріалів. Вплив різних факторів на механічні властивості матеріалів.

Тема 2.3. Розрахунок на міцність і жорсткість.

Допустимі напруження. Умови міцності і жорсткості. Види розрахунків. Приклади розрахунків.

Тема 2.4.. Статично невизначувані конструкції

.Розкриття статичної невизначуваності системи. Вплив температурних напружень. Вплив монтажних напружень.

Розділ 3. Основи теорії напруженого і деформованого стану твердого тіла.

Тема 3.1. Головні напруження. Визначення напружень на нахилених площадках.

Напруження в точці. Головні площадки, головні напруження. Види напруженого стану. Плоский напружений стан. Пряма задача. Обернена задача

Тема 3.2. Визначення деформацій за об'ємного напруженого стану. Узагальнений закон Гука. Об'ємна деформація. Потенціальна енергія деформації.

Розділ 4. Критерії міцності та пластичності.

Тема 4.1. Класичні критерії міцності та пластичності

Призначення критеріїв міцності та пластичності. Критерії міцності. Критерії пластичності.

Тема 4.2. Нові критерії міцності.

Розділ 5. Зсув.

Тема 5.1. Зсув.

Чистий зсув. Напруження і деформації при зсуві. Закон Гука. Розрахунок на зріз. Розрахунок заклепкових і зварних з'єднань.

Розділ 6. Кручення.

Тема 6.1. Кручення стержнів круглого перерізу.

Побудова епюр крутних моментів. Напруження і деформації. Розрахунок на міцність і жорсткість.

Тема 6.2. Кручення стержнів з некруглим і тонкостінним профілями.

Кручення стержнів з прямокутним профілем. Кручення тонкостінних стержнів з замкненим профілем. Кручення тонкостінних стержнів з незамкненим профілем.

Тема 6.3. Розрахунок гвинтових циліндричних пружин.

.Напруження і деформації. Розрахунок на міцність і жорсткість. Про раціональну форму перерізу стержня при крученні.

Розділ 7. Геометричні характеристики плоских перерізів.

Тема 7.1. Статичні моменти площі і моменти інерції плоских фігур.

Статичні моменти площі. Центр ваги перерізу. Моменти інерції плоских фігур.

Тема 7.2. Головні моменти інерції.

Моменти інерції відносно паралельних осей. Залежність між моментами інерції при повороті координатних осей. Головні центральні осі, головні моменти інерції. Визначення головних центральних моментів інерції складних фігур.

Розділ 8. Згинання.

Тема 8.1. Плоский згин. Побудова епюр

Плоский згин. Поперечні сили і згинальні моменти. Правила побудови епюр. Приклади побудови епюр для балок і рам.

Тема 8.2. Нормальні напруження

Диференційні залежності при згині. Особливості епюр поперечних сил і згинальних моментів. Нормальні напруження в перерізі прямого стержня при згинанні.

Тема 8.3. Дотичні напруження. Розрахунок балок на міцність

Дотичні напруження при згинанні. Формула Журавського. Згинання балок тонкостінного профілю. Центр згинання.

Тема 8.4. Розрахунок на міцність при згинанні.

Напружений стан балки при згинанні. Повний і основний розрахунок балки на міцність. Про раціональну форму перерізу балки.

Тема 8.5. Визначення переміщень в балках

Диференційне рівняння зігнутої осі балки. Визначення переміщень інтегруванням диференціального рівняння зігнутої осі балки. Метод початкових параметрів

Розділ 9. Складний опір.

Тема 9.1. Складне і косо згинання

Поняття про складне і косо згинання. Визначення напружень і положення нейтральної лінії. Розрахунок на міцність.

Тема 9.2. Згинання з розтяганням (стисканням).

Згинання з розтяганням (стисканням). Визначення напружень і розрахунок на міцність. Позацентрове розтягання (стискання). Визначення напружень і положення нейтральної лінії. Розрахунок на міцність.

Тема 9.3. Згинання з крученням.

.Згинання з крученням круглих валів. Розрахунок на міцність. Згинання з крученням стержнів прямокутного перерізу. Розрахунок на міцність.

Розділ 10. Загальні методи визначення переміщень.

Тема 10.1. Загальні теореми про пружні системи.

Визначення переміщень методом Мора. Метод можливих переміщень Лагранжа. Визначення переміщень за допомогою інтеграла Мора.

Тема 10.2. Визначення переміщень способом Верещагіна

Обчислення інтегралів Мора способом Верещагіна. Правила застосування способу Верещагіна. Теореми про взаємність робіт і переміщень.

Розділ 11. Статично невизначувані системи.

Тема 11.1. Поняття про статичну невизначуваність стержневих систем. Етапи розрахунку статично невизначуваної системи. Канонічні рівняння методу сил. Теорема трьох моментів. Визначення переміщень у статично невизначуваних системах. Контроль правильності розв'язання статично невизначуваної системи. Розрахунок статично невизначуваних систем, що зазнають дії температури.

Розділ 12. Місцеві напруження.

Тема 12.1. Концентрація напружень

Поняття про концентрацію напружень. Теоретичний і ефективний коефіцієнти концентрації напружень Концентрація напружень при розтягу, крученні, згинанні.

Тема 12.2. Контактні напруження

Визначення розміру контактної площадки і контактних напружень. Розрахунок на контактну міцність.

Розділ 13. Стійкість стиснутих стержнів.

Тема 13.1. Розрахунок на стійкість за допомогою формули Ейлера.

Стійка та нестійка пружна рівновага. Формула Ейлера для визначення критичної сили стиснутого стержня. Вплив умов закріплення кінців стержня на значення критичної сили. Критичні напруження. Умови придатності формули Ейлера. Поняття про втрату стійкості при напруженнях, що перевищують границю пропорційності.

Тема 13.2. Розрахунки на стійкість за допомогою коефіцієнта поздовжнього згину.

Розрахунки на стійкість за допомогою коефіцієнтів зменшення основного допустимого напруження. Про добір матеріалу і раціональних форм поперечних перерізів для стиснутих стержнів.

Розділ 14. Динамічне навантаження.

Тема 14.1. Динамічне навантаження тіл, що рухаються прискорено.

Поняття про динамічне навантаження. Рух тіла з постійним прискоренням. Урахування сил інерції в розрахунках на міцність і жорсткість.

Тема 14.2. Ударне навантаження.

Поняття про ударне навантаження. Коефіцієнт динамічності. Механічні властивості матеріалів при ударі.

Розділ 15. Пружні коливання.

Тема 15.1. Вільні коливання.

Класифікація механічних коливань. Власні гармонійні коливання пружної системи. Визначення власної частоти коливань. Вільні коливання з розсіюванням енергії.

Тема 15.2. Вимушені коливання

Вимушені коливання пружних систем. Вимушені коливання з розсіюванням енергії. Резонанс. Визначення напружень при коливаннях.. Критична швидкість обертання вала.

Розділ 16. Опір матеріалів дії повторно-змінних напружень.

Тема 16.1. Явище втоми матеріалів

Характеристики циклів навантаження. Криві втоми. Границя витривалості. Діаграма граничних амплітуд.

Тема 16.2. Розрахунок на витривалість

Вплив експлуатаційних, конструктивних і технологічних факторів на границю витривалості. Розрахунок на міцність при повторно-змінних навантаженнях.

Розділ 17. Тонкостінні оболонки і товстостінні циліндри.

Тема 17.1. Тонкостінні оболонки.

Основні поняття та визначення. Визначення напружень в осесиметричних оболонках по безмоментній теорії. Розрахунки сфери, циліндра, тонкостінного конуса.

Тема 17.2. Товстостінні циліндри.

Основні рівняння для товстостінної труби (задача Ламе). Розрахунок складених циліндрів.

III. ТЕМАТИКА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

1. Розрахунки при розтяганні та стисканні стержнів.
2. Розрахунок статично невизначуваних конструкцій.
3. Розрахунок на міцність за складного напруженого стану.
4. Розрахунок на зріз. Розрахунок заклепкових і зварних з'єднань.
5. Розрахунки на міцність та жорсткість круглих валів при крученні.
6. Побудова епюр поперечних сил і згинальних моментів у балках.
7. Побудова епюр поздовжніх і поперечних сил та згинальних моментів у плоских рамах.
8. Обчислення моментів опору складних перерізів. Розрахунки на міцність балок і рам.

9. МКР: розрахунки на міцність балок і рам при плоскому згинанні.
10. Обчислення моментів опору складних перерізів. Розрахунки на міцність балок і рам.
11. Розрахунок на міцність при складному і косому згинанні.
12. Розрахунок на міцність при позацентровому розтягу (стиску).
13. Розрахунок круглого вала на згинання з крученням..
14. Визначення переміщень методом Мора. Обчислення інтегралів Мора способом Верещагіна.
15. Розрахунки статично невизначуваних балок та рам.
16. Розрахунок на стійкість стиснутих стержнів.
17. Розрахунки при ударних навантаженнях.
18. Розрахунки при повторно-змінних навантаженнях і коливаннях .

IV. ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

1. Лаб. робота 1. Визначення механічних характеристик при розтягуванні. Діаграма розтягування .
2. Лаб. робота 2. Випробування матеріалів на стиск.
3. Лаб. робота 3. Визначення модуля пружності при розтягуванні.
4. Лаб. робота 4. Випробування матеріалів на зріз.
5. Лаб. робота 5. Визначення модуля пружності при зсуві..
6. Лаб. робота 6. Визначення характеристик пружності пружини.
7. Лаб. робота 7. Дослідження напруженого стану балки в умовах чистого згину.
8. Лаб. Робота 8. Визначення положення центра згинання для тонкостінних профілів.
9. Лаб. робота 1. Дослідна перевірка теорії косоного згинання.
10. Лаб. робота 2. Визначення переміщень в балці при згинанні.
11. Лаб. робота 3. Теорема про взаємність переміщень.
12. Лаб. робота 4. Визначення реакції опори в статично невизначуваній балці.
13. Лаб. робота 5. Стійкість стиснутих стержнів.
14. Лаб. робота 6. Визначення ударної в'язкості матеріалів.
15. Лаб. робота 7. Визначення власної частоти коливальних системи з одним ступенем вільності.
16. Лаб. робота 8. Дослідження коливань балки резонансним методом.

V. ІНДИВІДУАЛЬНІ СЕМЕСТРОВІ ЗАВДАННЯ

В процесі вивчення курсу студенти виконують за індивідуальними завданнями курсову роботу (денна форма навчання) або розрахунково-графічні роботи (заочна форма навчання), які складаються з ряду послідовних розрахунків, що охоплюють основні задачі курсу опору матеріалів: розрахунки на міцність і жорсткість при розтягу-стиску, зсуві, крученні, згинанні, за об'ємного напруженого стану, при статичному і динамічному навантаженні, а також на стійкість і при повторно-статичному навантаженні. Всього 16 – 18 задач.

Під час виконання роботи студент повинен розібратися, як працює конструктивний елемент, як він навантажений, визначити внутрішні силові фактори, проаналізувати напружено-деформований стан та виконати необхідні розрахунки на міцність, жорсткість і стійкість. Виконання робіт сприяє активному творчому засвоєнню матеріалу, розвитку уміння використовувати теоретичний матеріал для розв'язання практичних задач.

VI. КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ

З метою перевірки засвоєння навчального матеріалу, закріплення теоретичних знань і набуття навичок розв'язування практичних задач в кожному семестрі після завершення вивчення розділів студенти виконують контрольні роботи, які включають задачі на розрахунок на міцність при статичному і динамічному навантажуваннях, а також модульну контрольну роботу, яка полягає в комплексних розрахунках, що охоплюють декілька змістовних модулів.

VII. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

При розробці робочих навчальних програм для різних спеціальностей необхідно враховувати значення відповідної навчальної дисципліни у підготовці та майбутній професійній діяльності фахівця; систему вмінь і навичок, якими мають оволодіти студенти. Робочі навчальні програми дисципліни розробляються згідно з вимогами відповідних освітньо-професійних програм (ОПП) підготовки фахівців з даної спеціальності

VIII. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

Основна література

1. Опір матеріалів: Підручник / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський; За ред. Г.С. Писаренка. - К.: Вища шк., 1993. - 655 с.
2. Збірник задач з опору матеріалів: Навч. посіб. / М.І. Бобир, А.Є. Бабенко, О.О. Боронко та ін.; За ред. М.І. Бобира. – К.: Вища шк., 2008. – 399 с.: іл.
3. Сборник задач по сопротивлению материалов / Под ред. В. К. Качурина. – М.; Наука, 1972. – 430 с.
4. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Опір матеріалів” / Укл. Б.І.Ковальчук, Д.Ю.Шпак, Г.Є.Візерська, Ю.М.Толокнов. – К.: КПІ, 1994.– 40 с.
5. Журнал лабораторних робіт з дисципліни “Опір матеріалів” для студентів усіх спеціальностей денної та вечірньої форм навчання / Київ, НВЦ "Надійність", НТУУ "КПІ", 1999, 28с.
6. Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни "Опір матеріалів" Частина I. / Уклад.: А.Є.Бабенко, Б.І. Ковальчук, В.В. Хільчевський та ін. – К.: НТУУ "КПІ", 2000. – Ч.1. – 50 с.
7. Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни "Опір матеріалів" Частина II. / Київ, НВЦ "Надійність", НТУУ "КПІ", 1999, 40с.
8. Приклади розв'язання типових задач з опору матеріалів: Метод. вказівки до викон. курс. роботи з дисц. “Опір матеріалів” для студ. техн. спец. Усіх форм навчання / Уклад.: Б.І. Ковальчук, С.М. Шукаєв, О.П. Заховайко, Д.Ю. Шпак. – К.: ІВЦ “Видавництво “Політехніка”, 2003. – Ч. I.- 68 с.
9. Опір матеріалів: метод. Вказівки до виконання курсової і розрахунково-графічних робіт (завдання і приклади розрахунків) для студ. техн. напрямів підготов. усіх форм навчання / Уклад.: А.Є. Бабенко, О.О. Боронко, Б.І. Ковальчук та ін. К.: НТУУ "КПІ", 2010. – 108 с.

Додаткова література

8. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2001. – 589 с.
9. Уманский А.А. Сборник задач по сопротивлению материалов. – М.: Наука, 1973. – 387 с.
10. Биргер И.А. Мавлютов Р.Р. Сопротивление материалов.-М: Наука, 1986
11. Прочность, устойчивость, колебания: Справ.: В 3 т. Под ред. И.А. Биргера, Я.Г.Пановко,- М.: Машиностроение, 1968.

Навчальна програма складена на основі освітньо-професійних програм (ОПП) для напряму підготовки 6.050502 “Інженерна механіка” та 6.050503 “Машинобудування” спеціальностей:

05050201 – “Технологія машинобудування”, 5050203 – “Обладнання для обробки металів тиском“, 05050204 – “Обробка матеріалів за спеціальними технологіями”, 05050207 – Гідравлічні і пневматичні машини, 05050301 – “Металорізальні верстати та системи”, 05050302 – “Інструментальне виробництво”

Розробники програми : докт. техн. наук, проф. Шукаєв С.М. , канд. техн. наук, доц. Заховайко О.П.

_____ / Шукаєв С.М. /

_____ / Заховайко О.П. /