

Elementi costruttivi delle macchine

Obiettivi formativi:

- Ampliare le conoscenze sul comportamento meccanico dei materiali, in particolare riguardo i processi di frattura;
- Illustrare la componentistica meccanica e gli approcci di scelta e dimensionamento;
- Fornire le basi del processo di progettazione concettuale, concreta e di dettaglio;
- Elaborare schemi e modelli meccanici;
- Usare, a livello elementare, metodi sia analitici, sia assistiti dall'elaboratore;
- Applicare correttamente la principale normativa tecnica per le verifiche strutturali;
- Risolvere semplici problemi di progetto meccanico.

CFU: 9

Lingua ufficiale: Italiano

Programma

Stato di tensione di casi significativi nelle strutture meccaniche:

- Richiami dello stato di tensione nella sezione di travi e recipienti in pressione.
- Concentrazione delle tensioni, definizione di K_t , stato di tensione nell'intorno di un intaglio.
- Meccanica del contatto, modelli di Hertz (contatto sferico, contatto cilindrico).
- Esercitazione su stato di tensione, mediante software agli elementi finiti (ANSYS Workbench).

Comportamento meccanico dei materiali:

- Prove di trazione, durezza e resilienza e proprietà dei principali metalli strutturali.
- Criteri di snervamento e di frattura.
- Modelli reologici elementari e regola di Neuber.
- Meccanica della Frattura Lineare Elastica.
- Danneggiamento a fatica, fattori correttivi, effetto della tensione media, concentrazione delle tensioni, propagazione della fessura, accumulo lineare e conteggio rainflow.
- Introduzione ai danneggiamenti superficiali, fatica superficiale.

Elementi delle macchine, descrizione, schemi di equilibrio e verifiche di resistenza:

- Elementi di trasmissione flessibili, meccanica delle cinghie e delle catene.
- Ruote dentate cilindriche a denti dritti ed elicoidali, ruote dentate coniche e vite senza fine - ruota a denti elicoidali.
- Elementi di collegamento albero-mozzo.
- Introduzione ai supporti lubrificati.
- Cuscinetti volventi radiali, reggispinta ed obliqui, a sfere e a rulli.
- Verifiche a resistenza e a rigidità di alberi ed assi.
- Viti di manovra, collegamenti bullonati e collegamenti saldati.
- Rigidità e resistenza di molle.
- Esercitazioni svolte, simili a test d'esame: schemi di equilibrio di assieme e sottoassieme di complessivi, verifiche di alcuni componenti secondo le procedure di calcolo descritte.

Seminari formativi

- Video di dimostrazione dell'esecuzione di prove di trazione su materiali metallici presso UniPi;
- Seminario SKF: Progettazione e soluzioni meccaniche con cuscinetti volventi per diverse applicazioni.

Libri di testo e materiale didattico

- R.C. Juvinall, K.M. Marshek. Fundamentals of Machine Component Design, Global Edition. Wiley. 2017. (oppure edizioni precedenti o versioni 'student')
- A. De Paulis, P. Forte, F. Frendo, E. Manfredi. Costruzione di macchine: criteri di base e applicazioni principali. Seconda edizione. Pearson. 2019.
- Manuale per la scelta dei cuscinetti volventi e il calcolo delle principali grandezze, disponibile dal sito SKF.
- Testi d'esame ed altro materiale disponibile sulla homepage del docente.

Propedeuticità

- Tecnica delle costruzioni meccaniche
- Meccanica applicata alle macchine
- Tecnologia meccanica

Modalità di verifica finale

Prova scritta di 3 ore e successiva prova orale.

Fundamentals of Machine Component Design

The student who successfully completes the course will have the ability to:

- achieve the basic mechanical behaviour of materials (plasticity, fatigue, fracture mechanics, etc.).
- show the main machine components, their design and structural strength verifications.
- have a basic knowledge about the sizing and the design structural process.
- develop simple mechanical models;
- use both simple analytical and computer aided structural calculation methods;
- apply the main technical standards for structural verifications;
- solve simple design tasks.

Credits: 9

Language: Italian

Syllabus

Stress state of main mechanical structures:

- Beam theory and pressure vessel stresses;
- Stress concentrations, definition of the stress concentration factor K_t , local stress state of notched geometries;
- Contact mechanics, Hertz models (spherical contacts, cylindrical contacts);
- Stress distributions simulated with a Finite Element software (ANSYS Workbench).

Mechanical behaviour of materials:

- Tensile, hardness and impact tests description and material properties of the most used structural metals;
- Yield and fracture material criteria;
- Basic rheological models and Neuber's rule;
- Linear elastic fracture mechanics;
- Fatigue failure, service factors, mean stress effect, notch sensitivity, crack propagation, linear damage rule, rainflow counting;
- Surface damage mechanisms, rolling contact fatigue.

Machine components, description, drawing, load schemes and strength assessments:

- Flexible mechanical elements: belts and chains;
- Gears: cylindrical spur and helical gears, bevel and worm gears;
- Shaft components, keys and splines;
- Lubrication bearings introduction;
- Rolling-contact bearings: radial, thrust and angular contact, ball and cylindrical rollers;
- Shaft strength and stiffness verifications;
- Power screws, threaded fasteners, non-permanent threaded joints and permanent welded joints;
- Mechanical springs and spring devices, stiffness and strength assessment;
- Exam test tutorials: load schemes of single parts, assembly and sub-assembly; strength calculation verifications of machine components.

Seminars

- Demonstration video of tensile tests on metal specimens performed at UniPi;
- SKF seminar: Design and mechanical solutions with rolling bearings for different applications.

Textbooks and educational tutorials

- R.C. Jvinall, K.M. Marshek. Fundamentals of Machine Component Design, Global Edition. Wiley. 2017. (any other older version, or any 'student' version)
- A. De Paulis, P. Forte, F. Frenzo, E. Manfredi. Costruzione di macchine: criteri di base e applicazioni principali. Seconda edizione. Pearson. 2019. (in Italian)
- Rolling-contact bearing manual for selection and calculation, available from the SKF website.
- Examination test samples and other tutorials available online at professor homepage.

Prerequisites

- Strength of Materials;
- Applied Mechanics in Machine Design;
- Manufacturing Processes.

Final test

Written test (3 hours) and then oral exam.