باسمه تعالی

معرفی محتوا و برنامه‌ی درس دینامیک ماشین – کارشناسی ارشد ماشین‌آلات کشاورزی
دانشکده‌ی مهندسی مکانیک - دانشگاه صنعتی اصفهان
نیم‌سال دوم تحصیلی ۹۳-۹۲

معرفی کوتاه موضوع و فصل‌بندی مطالب درس

در بسیاری از ماشین‌ها، اجزای متحرک دارای حرکت‌هایی با شتاب بسیار زیاد هستند. وجود چنین حرکت‌های شتاب‌داری سبب می‌شود طراحی اجزای ماشین‌ها، بدون در نظر گرفتن نیروهای دینامیکی، همراه با خطای زیاد و عملاً غیر قابل قبول باشد. در نتیجه لازم است دانشجویان مهندسی به‌طور ویژه با اجزای متحرک متداول در ماشین‌ها و روش تحلیل دینامیک این اجزا آشنا شوند. *"دینامیک ماشین"* به بررسی دینامیک اجزای متحرک متداول در ماشین‌ها می‌پردازد. در این بررسی هم جنبه‌ی سینماتیک (هندسه‌ی حرکت) و هم جنبه‌ی سینتیک، مورد توجه هستند. به‌عبارت دیگر، گاهی هدف از بررسی، تنها تعیین شرایط هندسی حرکت یا به‌دست آوردن شرایط لازم برای آن‌که اجزای متحرک دارای وضعیت حرکتی مشخصی باشند است. به‌این ترتیب بررسی سینماتیک اجزای متحرک، علاوه بر آن‌که پیش‌نیاز بررسی و محاسبه‌ی نیروها است، خود می‌تواند یک هدف مستقل در بررسی دینامیک ماشین‌ها باشد. بیشتر وقت‌ها نیروهای دینامیکی، به‌ویژه هنگامی که نوسانی و تناوبی هستند، می‌توانند آسیب جدی به تکیه‌گاه‌ها وارد کرده و عمر آن‌ها را به‌شدت کاهش دهند. یکی از هدف‌های شناخت و محاسبه‌ی چنین نیروهایی در این درس آن است که در صورت امکان راه‌کارهایی برای خنثاسازی این نیروها پیش‌بینی شود.

درس در پنج فصل و به‌صورت زیر تنظیم شده است.

(۱) سینماتیک مکانیزم‌ها

مکانیزم عبارت است مجموعه‌ای از چند عضو صلب که به‌صورت زنجیره‌ای به یکدیگر متصل شده‌اند و درجه‌ی آزادی آن مجموعه مثبت است. هر ماشین از یک یا چند مکانیزم تشکیل می‌شود. از این‌رو بررسی دینامیک مکانیزم‌ها از مهم‌ترین بخش‌های بررسی دینامیک ماشین‌ها است. در این فصل، پس از ارائه‌ی مفاهیم مقدماتی، تحلیل سینماتیک مکانیزم‌ها به‌ویژه با استفاده از حل ترسیمی روابط حرکت نسبی، بررسی می‌شود. تحلیل سینماتیک علاوه بر آن‌که در گروهی از مسائل به‌طور مستقیم مورد نیاز است، پیش‌نیاز تحلیل سینتیک و نیرویی مکانیزم نیز هست.

(۲) سینتیک مکانیزم‌ها

طراحی اتصال‌های با مقاومت کافی در مکانیزم‌ها باید بر اساس نیروهای دینامیکی که هنگام حرکت مکانیزم به‌وجود می‌آیند انجام شود. از این‌رو محاسبه‌ی نیروهای دینامیکی در مفصل‌ها و تکیه‌گاه‌های مکانیزم از جمله خواسته‌های اساسی در بررسی مکانیزم‌ها است. در فصل دوم، روش تحلیل نیرویی مکانیزم با استفاده از حل ترسیمی معادلات حرکت ارائه و مورد بحث قرار می‌گیرد. برای این‌کار معادلات حرکت با استفاده از اصل دالامبر، به‌صورت ظاهری به معادله‌های تعادل تبدیل می‌شوند. آن‌گاه با استفاده از تکنیک‌های مناسب، به حل ترسیمی معادله‌های تعادل به‌دست آمده پرداخته می‌شود.

(۳) طراحی چرخ طیار

چرخ طیار (Fly Wheel) از اجزای متداول در ماشین‌هایی است که در آن‌ها خروجی ماشین به‌صورت یک گشتاور (Torque) است و گشتاور خروجی با گشتاور مقاوم یا بار، هماهنگ نیستند. به‌گونه‌ای که در برخی لحظه‌ها گشتاور خروجی از گشتاور مقاوم بزرگتر است و در برخی لحظه‌ها وضعیت برعکس است. هدف از به‌کارگیری چرخ طیار که روی محور (Shaft) نصب می‌شود، ذخیره‌ی انرژی به‌صورت انرژی جنبشی دورانی، در بازه‌ای که خروجی ماشین بیش از بار است و آزادسازی آن در بازه‌ای است که گشتاور مقاوم بیشتر از گشتاور خروجی ماشین است. به این ترتیب با به‌کارگیری چرخ طیار، اگر گشتاور خروجی ماشین متغیر باشد، دامنه‌ی نوسان آن محدود و تقریباً یکنواخت می‌شود. در صورتی که گشتاور خروجی ماشین یکنواخت و گشتاور مقاوم متغیر باشد نیز استفاده از چرخ طیار کمک می‌کند با

موتور با توان کمتر، امکان غلبه بر بار یا گشتاور خروجی فراهم شود. طراحی اندازه‌ی چرخ طیار برای رسیدن به محدوده‌ی مشخصی از نوسان، هدف این فصل است.

(۴) موازنه‌ی نیروهای اینرسی جرم‌های متحرک

همان‌گونه که اشاره شد، حرکت شتاب‌دار با شتاب متغیر سبب ایجاد نیروهای دینامیکی متغیر، در طول یک دوره‌ی تناوب می‌شوند. این نیروهای متغیر به‌شدت به تکیه‌گاه‌هایی که این نیروها را تحمل می‌کنند، آسیب وارد می‌کنند. در این فصل سعی می‌شود با بررسی حالت‌های متداول این نیروها، روش محاسبه و نیز راه‌کار خنثاسازی آن‌ها ارائه شود. فصل به دو بخش *"جرم‌ها با حرکت دورانی"* و *"جرم‌ها با حرکت رفت و برگشتی"*، تقسیم می‌شود.

(۵) تحلیل سینماتیک دستگاه‌های چرخ‌دنده‌ها

دستگاه‌های چرخ‌دنده‌ای از قسمت‌های بسیار متداول در ماشین‌ها هستند. هدف از به‌کارگیری دستگاه‌های چرخ‌دنده‌ای، افزایش یا کاهش سرعت زاویه‌ای خروجی ماشین، با یک نسبت ثابت است. آشنایی کوتاه با ساختار یک چرخدنده‌ی ساده و گونه‌های مختلف دستگاه‌های چرخ‌دنده‌ای و محاسبه‌ی نسبت سرعت زاویه‌ای خروجی به ورودی برای یک دستگاه چرخ‌دنده‌ای معین، هدف این فصل درس است.

مرجع اصلی:

Mechanisms and Dynamics of Machinery – By: H. H. Mabie and C. F. Reinholtz.

مراجع دیگر:

Kinematics, Dynamics and Design of Machinery, K. J. Waldron and G. L. Kinzel.
Kinematics and Dynamics of Machines – By: G. H. Martin.
Theory of Mechanisms and Machines – By: J. E. Shigley and J. J. Uicker.
Dynamics and Design of Machinery, A. R. Holowenko.

تقسیم‌بندی نمره:

تکلیف‌ها: ۳ نمره

امتحان میان‌ترم: ۸/۵ نمره

امتحان پایان‌ترم: ۸/۵ نمره

تکلیف‌ها شامل ۱۳ سری هستند. موعد تحویل تکلیف هر هفته، سه‌شنبه‌ی هفته‌ی بعد خواهد بود. توجه شود که پاسخ تکلیف‌ها تنها روی برگه‌ی A_4 بدون خط پذیرفته می‌شود.

<u>زمان آزمون میان‌ترم: هفته‌ی نهم، تا انتهای تحلیل نیرویی مکانیزم‌ها.</u>

پیشتر از حسن توجه شما سپاس‌گزارم

مدرس درس:

مهدی سلمانی تهرانی