



به نام خدا

سال تحصیلی: ۱۴۰۲-۱۴۰۳

نام مدرس: دکتر رضوان عابدینی	شماره اتاق: ۲۴۴	تلفن: ۰۲۱۷۳۲۲۸۹۵۰
نام درس: تحلیل تجربی تنش		داخلی ۸۹۵۰
تعداد واحد: ۳	پیشنیاز: ندارد.	Email: Rezvanabedini@iust.ac.ir Rezvanabedini.edu@gmail.com
مقطع: کارشناسی ارشد و دکتری		

جایگاه درس در برنامه درسی دوره:

تحلیل تجربی تنش یک درس نظری سه واحدی بوده و جزء دروس اصلی دوره کارشناسی ارشد و دکتری گروه طراحی کاربردی گرایش مکانیک جامدات و گروه ساخت و تولید گرایش شکل دهی و ماشینکاری می باشد. این درس با ارائه روش های تجربی برای اندازه گیری تغییر شکل، کرنش و تنش در قطعات مهندسی، مکمل چندین درس کارشناسی ارشد و دکتری مرتبط با تعیین، تحلیل و شبیه سازی اجزاء محدود تنش می باشد. در این درس در کنار ارائه روابط تحلیلی برای تعیین مقدار تنش و کرنش، روش های تجربی اندازه گیری و نکات پیرامون آن مورد بحث قرار می گیرد.

هدف کلی:

در این درس معرفی روش های تجربی اندازه گیری تنش و کرنش، کاربرد و تئوری های آن ها در مهندسی مکانیک بیان می گردد.

اهداف عینی:

الف) اهداف مفهومی:

انتظار می رود طی این درس دانشجو تسلط نسبی در مفاهیم تنش و کرنش، روش های تجربی اندازه گیری از قبیل استرین گیج، ماره (هندسی و تداخل سنجی)، فتوالاستیسیته (عبوری و انعکاسی)، هولوگرافی و سایر روش های نوین بدست آورده باشد.

ب) اهداف مهارتی:

در پایان دوره دانشجو باید بتواند:

- ۱- توانایی انتخاب و استفاده از استرین گیج ها در تعیین تنش و کرنش را داشته باشد.
- ۲- توانایی کار عملی با دستگاه پلاریسکوپ نوری و دستگاه DIC را داشته باشد.
- ۳- توانایی فرمول بندی و طراحی انواع ترنس دیوسر های کرنش سنج و مدارات وابسته آن را داشته باشد.
- ۴- آشنایی و توانایی انتخاب روش های تعیین تنش پسماند برای انواع جنس و شکل و مشخصات فیزیکی قطعات صنعتی.

محتوای درس:

شماره	موضوع	محتویات موضوع
۱	مقدمه	مقدمه، نیاز و ضرورت تحلیل تجربی تنش، معرفی مختصر روش‌های تحلیل تجربی تنش (کرنش‌سنج، فتوالاستیسیته، ماره، هولوگرافی، DIC و ...) و کاربردهای نوین (تنش پسماند، کامپوزیت‌ها، ...)
۲	تئوری تحلیل تجربی تنش: مفاهیم پایه‌ای الاستیسیته	تعریف مفاهیم تنش و کرنش، روابط تنش-کرنش، تحلیل دو بعدی، تنش‌های اصلی، کرنش‌های اصلی، دایره موهر.
۳	کرنش‌سنج (استرین‌گیج) ها: تئوری	اصول عملکرد کرنش‌سنج‌های مقاومت الکتریکی، انواع کرنش‌سنج و ساختار آن‌ها، مواد و روش‌های اتصال کرنش‌سنج‌ها، گیج‌فاکتور و تصحیح حساسیت عرضی، اثر محیط بر روی کرنش‌سنج‌های فویل فلزی، فناوری‌های نو در طراحی، ساخت و کاربرد کرنش‌سنج‌ها.
۴	کرنش‌سنج: مدار، ترانس‌دیوسرها و تحلیل اطلاعات	مدار خوانش کرنش‌سنج، پل وتستون، یک‌چهارم پل، نیم پل و پل کامل، اعمال تصحیح برای سیم‌های اتصال طویل، ترانس‌دیوسرهای کرنش‌سنج، تحلیل اطلاعات و تصحیح کرنش‌سنج گلبُرگی، تصحیح اثرات غیر خطی پل وتستون، کالیبراسیون کرنش‌سنج‌ها، کاربردهای تجاری ترانس‌دیوسرهای کرنش‌سنج، فناوری‌های نو در کاربرد کرنش‌سنج‌ها، آزمایش توسط کرنش‌سنج (حضور در آزمایشگاه).
۵	فتوالاستیسیته	مروری بر طبیعت نور و معرفی موج، قطبش نور، صفحه موج و اصل فتوالاستیسیته، تحلیل ورق تحت تنش در پلاریسکوپ صفحه‌ای و دایروی، روش تاردی، کالیبراسیون روش فتوالاستیسیته، تفکیک تنش‌های اصلی، مواد مورد استفاده در ساخت مدل‌های فتوالاستیک، کاربرد و فناوری‌های نو در تحلیل تنش فتوالاستیک، آزمایش فتوالاستیسیته (حضور در آزمایشگاه).
۶	روش پوشش فتوالاستیک	مقدمه، پلاریسکوپ انعکاسی، اصول اولیه کاربردهای پوشش فتوالاستیک، قانون کرنش-نور یا تنش-نور برای پوشش‌ها، کالیبراسیون روش پوشش فتوالاستیک، روش‌های جداسازی کرنش اصلی: تابش مایل و جداسازی کرنش‌سنج، حساسیت پوشش و نحوه انتخاب، کاربردهای نوین روش پوشش فتوالاستیک.
۷	روش هندسی ماره	اصول نوارهای ماره، نحوه ایجاد شبکه بر روی نمونه، روش هندسی تحلیل نوار ماره در حالت دو بعدی، روش تحلیل تغییر مکان الگوی ماره در دو بعد، معرفی تجهیزات روش ماره، اندازه‌گیری جابجایی‌های خارج از صفحه، اندازه‌گیری شیب‌های خارج از صفحه، کاربردهای نوین ماره در تحلیل تنش.
۸	روش تداخل‌سنجی ماره	اصول روش تداخل‌سنجی ماره، شبکه‌بندی نمونه، سیستم‌های نوری، معادلات تداخل‌سنجی ماره، شمارش نوار و تحلیل کرنش، کاربردهای روش ماره در بارگذاری

مکانیکی، حرارتی و ...، تجهیزات و مشخصات تداخل سنج ماره، کاربرد تداخل سنجی ماره در صنعت میکروالکترونیک.		
مقدمه، تاریخچه هولوگرافی، آشنایی با پدیده‌های نوری در هولوگرافی، ثبت و بازسازی الگوهای تداخل سنجی هولوگرافی، اندازه‌گیری جابجایی با تداخل سنجی هولوگرافی، تداخل سنجی هولوگرافی با دو پرتو، تداخل هولوگرافی بلادرنگ، تحلیل ارتعاش بوسیله هولوگرافی میانگین زمانی، تجهیزات و روش‌های اصلی در ایجاد هولوگرام، هولوگرافی تداخل سنجی مقایسه‌ای، کاربردهای نوین فناوری هولوگرافی در تحلیل تنش.	تداخل سنجی هولوگرافی	۹
مقدمه، اصول و تئوری روش، تجهیزات اندازه‌گیری، مثال‌های کاربردی، آزمایش تعیین تنش به روش DIC (حضور در آزمایشگاه).	روش برهم‌نگاری دیجیتالی (DIC)	۱۰
مقدمه، تعریف و اهمیت تنش پسماند، روش‌های تعیین تجربی تنش پسماند، روش پراش اشعه ایکس، مثال عددی کاربردی، روش سوراخ مرکزی، ارائه مثال‌های کاربردی، مروری بر سایر روش‌های اندازه‌گیری تنش پسماند.	تعیین تجربی تنش پسماند	۱۱
<ul style="list-style-type: none"> - تحلیل تجربی تنش در کامپوزیت‌ها - تحلیل تجربی تنش در سیستم‌های MEMS/NEMS - تحلیل تجربی تنش در بایو مواد - تحلیل تجربی تنش در مکانیک شکست 	کاربردهای نوین تحلیل تجربی تنش	۱۲
منابع درس		
1. Sharpe, W. N. (2008). Springer handbook of experimental solid mechanics, Springer Science & Business Media.		
2. Khan, A. S. and X. Wang (2001). Strain Measurements and Stress Analysis, Prentice Hall.		
3. Doyle, J. F. (2004). Modern experimental stress analysis: completing the solution of partially specified problems, John Wiley & Sons.		

شیوه ارزیابی:

ردیف	عنوان	نمره
۱	حضور و فعالیت در کلاس	۲
۲	تمرین کلاسی و کوئیز	۳
۳	امتحان میان ترم (مبحث استرین گیج‌ها)	۴
۴	پروژه و سمینار درسی	۴
۵	امتحان نهایی (سایر مباحث)	۷

وظایف دانشجویان:

ردیف	شرح وظایف
۱	حضور به موقع سر کلاس درس
۲	تحویل کلیه تکالیف (سه سری تکلیف: سوالات منتخب فصل ۲ و ۳/ کاربرد استرین گیج‌ها/ سوالات منتخب فصل ۴ و ۵ و ۶)
۳	تحویل و ارائه پروژه در کلاس (شرح پروژه ضمیمه شده است).
۴	حضور سر جلسات حل تمرین، کوئیز، میان ترم و پایان ترم

پروژه:

باتوجه به موضوعات پیشنهادی مطرح شده در کلاس درس، هرکدام از دانشجویان موظف‌اند با انتخاب یکی از موضوعات براساس مراحل ذیل نسبت به ثبت موضوع انتخابی خود اقدام نمایند.

- تعیین موضوع از طریق ارسال ایمیل (نام و نام خانوادگی، استاد و موضوع پروژه ارشد/دکتری و موضوع پیشنهادی درس تحلیل تجربی تنش)
- انتخاب مراجع و مطالعه
- ارائه پاورپوینت در کلاس (به مدت ۲۰-۳۰ دقیقه)
- ارسال مستندات (پاورپوینت، گزارش کامل و پیوست‌ها شامل فیلم و عکس) فایل‌ها در قالب word و Pdf