جمهوری اسلامی ایران
وزارت فرهنگ و آموزش عالی

شورایعالی برنامه‌ریزی

مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس

دوره کارشناسی ارشد شکل دادن فلزات

کمیته مهندسی مواد

گروه فنی و مهندسی

مصوب سیصد و پنجاه و سومین جلسه شورای عالی برنامه‌ریزی

مورخ: ۱۳۷۶/۱۱/۵

بسم الله الرحمن الرحیم

برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد شکل دادن فلزات

گروه :**گروه فنی و مهندسی** کمیته تخصصی : **مهندسی مواد**

رشته :**شکل دادن فلزات** گرایش

دوره :**کارشناسی ارشد** کد رشته :

شورای عالی برنامه ریزی در **سیصدو پنجاه و سومین جلسه مورخ ۱۳۷۶/۱۱/۵** بر اساس طرح **دوره کارشناسی ارشد شکل دادن فلزات** که توسط گروه فنی و مهندسی تهیه شده و به تایید این گروه رسیده است ، برنامه آموزشی این دوره را در سه فصل (مشخصات کلی ، برنامه و سرفصل دروس) به شرح پیوست تصویب کرده و مقرر می‌دارد :

ماده ۱) برنامه آموزشی **دوره کارشناسی ارشد شکل دادن فلزات** از تاریخ تصویب برای کلیه دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی کشور که مشخصات زیر را دارند لازم الاجرا است .

الف : دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی که زیر نظر وزارت فرهنگ و آموزش عالی اداره می‌شوند .

ب : مؤسساتی که با اجازه رسمی وزارت فرهنگ و آموزش عالی و بر اساس قوانین، تأسیس می‌شوند و بنابراین تابع مصوبات شورای عالی برنامه ریزی می‌باشند.

ج : مؤسسات آموزش عالی دیگرکه مطابق قوانین خاص تشکیل می‌شوند و باید تابع ضوابط دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران باشند.

ماده ۲) از تاریخ **۱۳۷۶/۱۱/۵** کلیه دوره های آموزشی و برنامه‌های مشابه مؤسسات آموزشی در زمینه **دوره کارشناسی ارشد شکل دادن فلزات** در همه دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی مذکور در ماده ۱ منسوخ می‌شوند و دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی یاد شده مطابق مقررات می‌توانند این دوره را دایر و برنامه جدید را اجرا نمایند.

ماده ۳) مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس **دوره کارشناسی ارشد شکل دادن فلزات** در سه فصل برای اجرا به وزارت فرهنگ و آموزش عالی ابلاغ می‌شود.

رأی صادره **سیصدو پنجاه و سومین** جلسه شورای عالی برنامه ریزی مورخ **۱۳۷۶/۱۱/۵**
در خصوص برنامه آموزشی **دوره کارشناسی ارشد شکل دادن فلزات**

۱) برنامه‌آموزشی **دوره کارشناسی ارشد شکل دادن فلزات** که از طرف گروه فنی و مهندسی پیشنهاد شده بود، با اکثریت آراء به تصویب رسید.

۲) این برنامه از تاریخ تصویب قابل اجرا است .

رأی صادره سیصدو پنجاه و سومین جلسه شورای عالی برنامه ریزی مورخ ۱۳۷۶/۱۱/۵ در مورد برنامه آموزشی کارشناسی ارشد شکل دادن فلزات صحیح است به مورد اجرا گذاشته شود.

دکتر مصطفی معین
وزیر فرهنگ و آموزش عالی

مورد تایید است .

دکتر علی رضا رهایی
رییس گروه فنی و مهندسی

رونوشت : به معاونت محترم آموزشی وزارت فرهنگ و آموزش عالی
خواهشمند است به واحدهای مجری ابلاغ فرمایید.

دکتر سید محمد کاظم نائینی
دبیر شورای عالی برنامه ریزی

بنام خدا

مشخصات کلی دوره کارشناسی ارشد شکل دادن فلزات

۱- تعریف و هدف

دوره کارشناسی ارشد شکل دادن فلزات مجموعه‌ای از دروس نظری، آزمایشگاهی پیشرفته و پروژه تحقیقاتی می باشد که بمنظور تربیت متخصصینی در زمینه طراحی فرآیندهای شکل دادن، تحلیل رفتار میکرو و ماکرو فلزات در هنگام شکل دادن و کنترل ساختار جهت حصول خواص مکانیکی بهینه برنامه ریزی شده است.

۲- طول دوره و شکل نظام

طول مدت این دوره بطور متوسط دو سال می باشد، حداقل این مدت و حداکثر مدت مجاز برای اتمام این دوره مطابق آئین نامه دوره کارشناسی ارشد می باشد. نظام آموزشی آن واحدی است، دروس در چهار نیمسال ارائه می شوند و زمان هر نیمسال ۱۷ هفته، مدت تدریس یک واحد نظری ۱۷ ساعت و عملی ۳۴ ساعت می باشد.

۳- نقش و توانایی

فارغ التحصیلان این دوره توانایی انجام امور تخصصی در زمینه های زیر را دارا می باشند:

۳-۱- تحلیل و طراحی فرآیندهای شکل دادن از قبیل: آهنگری، نورد، اکستروژن، شکل داد ورق و...

۳-۲- تحلیل اثر پارامترهای مختلف بر فرآیندهای شکل دهی فلزات.

۳-۳- تحلیل رفتار میکرو و ماکرو فلزات به هنگام شکل دادن و کنترل ساختار و بهبود خواص مکانیکی.

۳-۴- تحلیل قابلیت شکل پذیری و کارپذیری سرد و گرم فلزات و آلیاژها

۳-۵- پژوهش در زمینه روش های شکل دهی از قبیل روشهای سریع شکل دهی، سوپر پلاستیک،... و بکارگیری آنها در صنایع داخلی.

۳-۶- همکاری در زمینه فعالیت های آموزشی و پژوهشی در مراکز آموزش عالی و مؤسسات تحقیقاتی

کشور.

۷-۳ فعالیت در گروههای تحقیق و توسعه صنایع کشور.

۴- تعداد واحدهای درسی

تعداد واحدهای درسی این دوره ۳۲ واحد بشرح زیر است:

۱- دروس اجباری	۱۵	واحد
۲- دروس اختیاری	۷	"
۳- پروژه پایان نامه	۸	"
۴- سمینار	۲	"

دروس جبرانی

دانشجویان ورودی این دوره در صورتیکه دروس زیر را در دوره های کارشناسی نگذرانده باشند لازم است آنها را بعنوان دروس جبرانی بگذرانند:

۱- شکل دادن فلزات II		۳	واحد
۲- خواص مکانیکی II		۳ یا ۲	"
۳- طراحی قالب		۲	"
۴- متالورژی مکانیکی ۳ واحد	(برای فارغ التحصیلان کارشناسی غیر متالورژی)	۳	"
۵- متالورژی فیزیکی ۳ واحد	(برای فارغ التحصیلان کارشناسی غیر متالورژی)	۳	"

۵- ضرورت و اهمیت

از مهمترین محورهای ضروری برای دسترسی به تکنولوژی و طی کردن مراحل توسعه، تربیت نیروی انسانی متخصص می باشد. با توجه به پیچیدگی روشهای شکل دادن فلزات و لزوم انتقال دانش فنی، افزایش کیفیت محصول و کارایی روش های تولید، تربیت متخصصین و پژوهشگران در این زمینه ضروری و از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

۶- ارتباط دوره با سایر دوره های کارشناسی ارشد

نظر به جایگاه شکل دادن فلزات درگسترش تکنولوژیکی صنایع، ارتباط ۳ زمینه رفتار متالورژیکی فلزات، طراحی مکانیکی و روشهای ساخت و تولید ضروری می باشد لذا دوره شکل دادن فلزات با علوم و مهندسی مواد، مکانیک، و ساخت و تولید در ارتباط نزدیک می باشد.

۷- شرایط پذیرش دانشجو

الف- شرایط عمومی - جنسیت: مؤنث و مذکر

ب- شرایط اختصاصی:

رشته های مورد قبول برای آزمون ورودی عبارتند از:

۱- مهندسی مواد و متالورژی

۲- مهندسی مکانیک (ساخت و تولید و طراحی جامدات)

ج- گزینش داوطلبان: داوطلبان علاوه بر دارا بودن شرایط عمومی و اختصاصی ورود به دانشگاه باید در آزمون ورودی مربوط شامل مواد ذیل موفقیت حاصل نمایند.

۱- زبان خارجه

۲- ترمودینامیک مواد

۳- متالورژی مکانیکی

۴- متالورژی فیزیکی

۵- آزمون اختصاصی (شکل دادن فلزات)

۸- برنامه درسی

ـ ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳	واحد
ـ مکانیک محیط های پیوسته	۳	"
ـ شکل دادن گرم	۲	"
ـ تئوری پلاستیسیته	۳	"
ـ خطاهای اندازه‌گیری	۱	"
ـ شکل پذیری فلزات	۳	"
ـ آزمایشگاه شکل دادن پیشرفته	۱	"
ـ سمینار	۲	"
ـ پایان نامه	۸	"
ـ دروس اختیاری	۶	"
جمع	۳۲	

۹- برنامه ترم بندی شده پیشنهادی

ترم اول

ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳	واحد
مکانیک محیط پیوسته	۳	"
شکل دادن گرم	۲	"
خطاهای اندازه‌گیری	۱	"
جمع	۹	واحد

ترم دوم

تئوری پلاستیسیته	۳	واحد
شکل پذیری فلزات	۳	"
سمینار	۲	"
آزمایشگاه شکل دادن پیشرفته	۱	"
جمع	۹	"

ترم سوم

پایان نامه	۴	واحد
درس اختیاری	۴	"
جمع	۸	"

ترم چهارم

پایان نامه	۴	واحد
درس اختیاری	۲	"
جمع	۶	"

دروس جبرانی

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیشنیاز یا زمان ارائه درس
			جمع	نظری	عملی	
۱	شکل دادن فلزات II	۳	۵۱	۵۱		
۲	طراحی قالب	۲	۵۱	۱۷	۳۴	
۳	خواص مکانیکی مواد II	۳	۵۱	۵۱		
۴	انتخاب مواد	۳	۵۱	۵۱		
۵	متالورژی سطح	۳	۵۱	۵۱		
جمع		۱۴				

دروس اجباری

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیشنیاز یا زمان ارائه درس
			جمع	نظری	عملی	
۱	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳	۵۱	۵۱		همزمان با ۲
۲	مکانیک محیط های پیوسته	۳	۵۱	۵۱		شکل دادن فلزات II
۳	تئوری پلاستیسیته	۳	۵۱	۵۱		خواص مکانیکی مواد II
۴	خطاهای اندازه‌گیری	۱	۱۷	۱۷		۱ و ۲
۵	شکل دادن گرم	۳	۵۱	۵۱		شکل دادن فلزات II
۶	شکل پذیری فلزات	۲	۳۴	۳۴		۲ و ۵
۷	پروژه پایان نامه	۸				
۸	سمینار	۲				
۹	آزمایشگاه شکل دادن پیشرفته	۱	۵۱	--	۵۱	همزمان با ۶
جمع		۲۶				

دروس اختیاری

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیشنیاز یا زمان ارائه درس
			جمع	نظری	عملی	
۱	نورد	۳	۳۴	۳۴		تئوری پلاستیسیته
۲	فورجینگ	۲	"	"		"
۳	اکستروژن و کشش	۲	"	"		"
۴	شکل دادن سریع	۲	"	"		"
۵	شکست	۲	"	"		تئوری نابجایی ها، شکل دادن گرم
۶	طراحی قالب بکمک کامپیوتر	۲	"	"		تئوری پلاستیسیته
۷	ماشینکاری، سایش‌وروغنکاری	۲	"	"		تئوری پلاستیسیته، تئوری نابجایی ها
۸	ترمودینامیک پیشرفته مواد	۲	"			تئوری نابجایی ها
۹	شکل دادن سوپر پلاستیک	۲	"	"		شکل پذیری فلزات
۱۰	مطالب ویژه	۲	"	"		تئوری پلاستیسیته
۱۱	شکل دادن ورق	۲	"	"		تئوری پلاستیسیته، شکل پذیری فلزات
۱۲	فرآیندهای انجماد	۳	۵۱	۵۱		شکل دادن گرم
۱۳	تغییر حالت های متالورژی	۲	۳۴	۳۴		تئوری نابجایی ها
۱۴	روش های پیشرفته مطالعه مواد	۲	"	"		شکل پذیری فلزات
۱۵	روش اجزاء محدود	۳	۵۱	۵۱		
۱۶	نفوذ در جامدات	۲	۳۴	۳۴		شکل دادن گرم
۱۷	تئوری نابجایی ها	۳	۵۱	۵۱		همزمان با مکانیک محیط های پیوسته
جمع		۳۸				

مکانیک محیط های پیوسته

تعداد واحد: ۳

نوع درس: نظری

پیشنیاز: شکل دادن فلزات II

سرفصل

مفهوم و تعریف مکانیک محیط های پیوسته، آشنایی با اندیس های قراردادی و مفاهیم آنها. یادآوری بردارها و ماتریسهای Countervarant Covariant و ارتباط آنها با یکدیگر، معرفی تانسورها، مفاهیم و خواص آنها، مشتقات Convariant بردارها و تانسورها، Eigenvalues و Eigenvectors یک تانسور، نامتغیرهای یک تانسور (Invarients). تانسور تنش، مولفه های تانسور تنش و قانون انتقال، بردار تنش، تنش های اصلی و تنش برشی ماکزیمم. نامتغیرهای تانسور تنش و مفهوم فیزیکی آنها، تنش صفحه ای، دایره مر (Mohr)، تنش انحرافی (Deviatoric Stress) و تنش هیدرواستاتیک و ماهیت آنها، خاصیت بیضوی تنش (Stress Ellipsoid). معادلات تعادل به انضمام نیروهای جرمی (body forces). میدان جابجایی و سرعت، چرخش محض و مفهوم تغییر شکل و رابطه آنها با بردار جابجایی. اصول تبدیل و انطباق انواع تانسور، کرنش، تفسیر فیزیکی مولفه های تانسور کرنش، کرنش حجمی و معادله بقا جرم. معادلات اولری و لاگرانژی (Eulerian and Lagrangian Equations). نمو کرنش و سرعت تغییر شکل، کرنشهای اصلی، معادلات سازگاری و مفهوم فیزیکی آنها، تغییر شکل الاستیک برای مواد ایده آل، پتانسیل الاستیک، تانسور ایزوترپ ماده، قانون عمومی هوک، معرفی خواص الاستیک مواد، اصل ونانت (Venant). قانون همسو بودن تنش و کرنشهای اصلی، کرنش صفحه ای، معادلات کرنش و بردار جابجایی در مختصات استوانه ای و کره ای، انرژی کرنش الاستیک، رابطه مقدار بحرانی انرژی الاستیک با معیار تسلیم ماده، معیارهای تسلیم ون می زز و ترسکا و شکل های فضایی آنها، قوانین سیلان، معادلات پراندل راس، لوی می زز، اصل کار ماکزیمم، پتانسیل الاستیک و تابع تسلیم، فرضیه دراکر، توضیح در مورد تنش های پیلوکیرشف نوع اول و نوع‌دوم، اصل نانسون، نرخ تنش و ارتباط آن با بخش متقارن، اصل گرادیان سرعت، کار سختی کینماتیکی.

خمش الاستیک - پلاستیک تیرها، معادلات الاستیک - پلاستیک در مورد کره های تو خالی تحت فشار، معادلات الاستیک - پلاستیک در مورد لوله‌های جدار نازک و جدار ضخیم تحت فشار، کرنش ناپایداری و حل چند مسئله، پیچش میله های منشوری، پیچش الاستیک، پیچش پلاستیک، پیچش الاستیک - پلاستیک، خلاصه ای راجع به سیالات نیوتونی و قوانین حاکمه.

تئوری پلاستیسیته

تعداد واحد: ۲

نوع درس: نظری

پیشنیاز: مکانیک محیط های پیوسته

رفتار فلزات در هنگام تغییر شکل پلاستیک تغییر شکل پلاستیک تک کریستال ها، تغییر شکل پلاستیک پلی کریستال ها، ان ایزوتروپی، معیار تسلیم برای مواد آن ایزوتروپ، معیارهای سیلان برای مواد حساس و غیر حساس، اصول اولیه تئوری پلاستیسیته، معادلات اساسی تنش کرنش صفحه ای، کشش صفحه شیاردار، میدان با تقارن محوری، مسئله کوشی (Cauchy) ، مسئله ریمان (Reiman) ، تعیین میدان سرعت به روش حل عددی، خطوط تنش و ناپیوستگی سرعت، کشش یک صفحه سوراخ دار، مسایل مربوط به بارهای حدی، کشش صفحه دارای شیار، بررسی حالات و شکل های مختلف شیار، خمش یک تسمه شیاردار، مسئله الاستیک - پلاستیک کشش یک صفحه سوراخ دار، حل گالین (Galin) ، سوراخکاری بوسیله گوه صلب، تعیین میدان های تنش و کرنش سازگار با استفاده از روش نیمه معکوس، خمش صفحات مدور، اصول حدی در پلاستیسیته، تئوری Shak down، پایداری تعادل الاستیک - پلاستیک، مدل Shanley، مسایل دینامیکی، معادله حرکت، انتشار امواج الاستیک - پلاستیک، معادلات ترموپلاستیسیته، معادلات سیلان ویزکو پلاستیسیته، معادلات سیلان. خزش - پلاستیسیته، روابط مربوط به رفتار فلزات در هنگام تغییر شکل پلاستیک سیکلی.

تئوری نابجایی ها

تعداد واحد: ۳

نوع درس: نظری

پیشنیاز: خواص مکانیکی II

سرفصل

مقدمه‌ای بر نابجایی‌ها، ماهیت و میدان تنشی، چگونگی حرکت، لغزش تکثیر، تجمع، و مکانیزم های تغییر شکل تک کریستال، تئوریهای کار سختی مرحله I، II، III تئوریهای تیلور، سیگر، مات، نابارو و کولمان و سیلدرف، وابستگی تنش سیلان به درجه حرارت، نظریه کاترل، نظریه استکوز، نظریه سیگر، اندرکنش در مقیاس کوتاه و بلند، نظریه انرژی نقص در چیدن در مرحله III ، مکانیزم های تغییر شکل در محلول های جامد، محلول های جامد بین نشینی و جانشینی، اندرکنش الاستیک، اندرکنش صیلبت، اندرکنش شیمیایی.

مکانیزم های تغییر شکل در آلیاژهای سختی رسوبی شونده، اندرکنش نابجایی با رسوب های همسان و غیرهمسان، مکانیزم تغییر شکل در آلیاژهای با سختی پراکندگی، تئوریهای پیوسته، تئوریهای فیلشر، هارت پرای، اثر دانه و مرزدانه بر مکانیزم تغییر شکل، انواع مرزها تئوریهای تیلور و... مکانیزم های جوانه زنی مجدد، جوانه زنی مجدد دینامیکی، مکانیزم های تشکیل بافت، بافت در نورد، فورجینگ و ورق کاری، کریستالوگرافی بافت، بافت گوس.

روش اجزاء محدود

تعداد واحد: ۳

نوع درس: نظری

پیشنیاز: مکانیک محیط پیوسته

سرفصل

مقدمه‌ای بر تانسور تنش و کرنش و قانون تبدیل، میدان جابجایی و کرنش، معادلات سازگاری، قانون عمومی الاستیسته، یادآوری بردارها، تانسورها، ماتریسها و کاربرد آنها.

مروری بر متغیرها (Variational Formulation) ، انرژی پتانسیل کل، روش Rayleigh-Ritz ، روش Least Squares ، المان‌بندی سازه در شرایط یک بعدی و دو بعدی و سه بعدی، معرفی المان‌های سه وجهی و چهار وجهی، شماره‌گذاری المان‌ها و گره‌ها و مفهوم درجات آزادی، معرفی و روش بدست آوردن ماتریس چغرمگی (Stiffness) ، یک المان، چگونگی بدست آوردن چغرمگی کل سازه، فرموله کردن اجزا محدود به روش میدان جابجایی، مقایسه بین روشهای اجزا محدود (Finite Element) ، اختلاف محدود (Finite Difference) ، و مرزهای محدود (Boundary Element) ، معرفی و کاربرد توابع شکل (Shape Functions) ، معرفی المان‌های Isoparametric در شرایط خطی و صفحه‌ای، انتگرال‌گیری عددی به روش Gauss ، معرفی مختصات طبیعی و عام (Global) حل عددی و کامپیوتری کردن این روابط.

محاسبات اجزا محدود مربوط به شرایط صفحه‌ای، تقارن محوری و پیچشی تنش و کرنش، یادآوری اصول پلاستیسیته و معیار تسلیم و الاستوپلاستیک، آنالیز اجزا محدود در شرایط غیر خطی، روش تنش اولیه (initial stress) و چگونگی فرموله کردن اجزا محدود جهت حل الاستوپلاستیک، ذکر چند مثال شناخته شده در مورد حل الاستو پلاستیک جامدات، روش اجزا محدود برای تغییر شکلهای بزرگ، کاربرد روش اجزا محدود در شکل دادن فلزات با ذکر مثال، ارائه یک سمینار کوچک توسط هر دانشجو (بصورت تهیه یک زیر برنامه جهت انجام یکی از جنبه های اجزا محدود، یا آنالیز اجزا محدود یک حالت خاص از بارگذاری، یا تهیه داده جهت یک شبکه با شرایط مرزی تعریف شده، یا بکارگیری یک برنامه آماده اجزا محدود جهت حل یک مسأله مشخص و یا...).

کارپذیری فلزات

تعداد واحد: ۳

نوع درس: نظری

پیش نیاز: مکانیک محیط های پیوسته

مفهوم و تعریف کارپذیری، پارامترهای مؤثر بر کارپذیری، تأثیر اصطکاک، دما، سرعت کرنش و حالت تنش بر کارپذیری، تمرکز سیلان و تأثیر آن بر قابلیت کارپذیری، عوامل مؤثر بر تمرکز سیلان، باندهای برشی و تأثیر آنها بر قابلیت کارپذیری، معیارهای تعیین قابلیت کارپذیری فلزات، روابط تنش – کرنش – سرعت کرنش، سطح تسلیم و قانون سیلان، آزمایش های اصلی و اختصاصی تعیین قابلیت کارپذیری، آزمایش های کشش، فشار، خمش و پیچش داغ در شرایط ایزوترمال و غیر ایزوترمال، محاسبه فاکتور تمرکز سیلان در این آزمایش ها و ارزیابی قابلیت کارپذیری بوسیله آن، تمرکز سیلان در درجه حرارت های سرد کاری و گرم کاری، تمرکز سیلان در اثر نرم شدن سیلانی، تمرکز سیلان در درجه حرارت های بالا در اثر فرآیندهای بازیابی دینامیکی و تبلور مجدد دینامیکی، تمرکز سیلان در اثر مکانیزم های استحکام بخشی، تمرکز سیلان در اثر عیوب تکسچری، تمرکز سیلان در اثر گرمایش آدیاباتیکی در مواد دارای خاصیت کار سختی و بدون خاصیت کار سختی، مقایسه فاکتور تمرکز سیلان در تغییر فرم های ایزونرمال و غیر ایزونرمال، تمرکز سیلان در تغییر فرم های هم محور، تمرکز سیلان در فرآیندهای تحت کرنش صفحه ای، تمرکز سیلان با وجود عیوب متالورژیکی، تمرکز سیلان با وجود عیوب هندسی و مکانیکی، تمرکز سیلان تحت سیلان سوپر پلاستیک، آنالیز تمرکز سیلان و سینتیک تمرکز سیلان در فرآیندهای فوق الذکر، تمرکز سیلان در خلال بارهای ضربه ای به فلزات و آلیاژها، نقشه های تغییر فرم (Deformation Maps) برای تعیین شرایط مناسب کارپذیری، ذکر چند مثال و مقایسه نتایج تئوری با آزمایش، آزمایش های بررسی شکل پذیری ورق های فلزی، عوامل مؤثر بر کارپذیری ورق های فلزی، مفهوم (Forming Limit Curves) و بحث پیرامون آنها، آنالیزهای شکل پذیری ورق ها، آنالیز کانسیدر، آنالیز مارسینیاک کاکزینسکی (Marciniak-Kuczynski) ، معیار ناپایداری موضعی هیل (Hill) ، معیار ناپایداری موضعی سویفت (Swift) ، ذکر چند مثال و مقایسه نتایج تئوری با آزمایش.

اکستروژن و کشش

تعداد واحد: ۲

نوع درس: نظری

پیشنیاز: تئوری پلاستیسیته

سرفصل

انواع اکستروژن شامل اکستروژن مستقیم، معکوس، هیدرواستاتیک، ضربه ای و مرکب، سیلان فلز در اکستروژن، الگوهای سیلان، انتقال حرارت و توزیع درجه حرارت در بیلت، روانکاری در اکستروژن، طراحی اکستروژن فلزات مختلف، اکستروژن پودر، ابزار اصلی و کمکی اکستروژن، روش های آنالیز انواع فرآیندهای اکستروژن، عیوب اکستروژن، انواع کشش لوله شامل کشش لوله با ماندرل، با توپی ثابت و متحرک، نشست لوله (Tube Sinking) ، ماشین ها و ابزار کمکی کشش لوله، روانکاری در کشش لوله، ویژگی های کشش لوله فلزات مختلف، آنالیز و طراحی روش های مختلف کشش لوله، کشش سیم، ماشین های کشش سیم، ابزار کمکی، روانکاری در کشش سیم، ویژگی کشش سیم فلزات مختلف، آنالیز و طراحی کشش سیم، روش های آنیل کشش سیم، عیوب در کشش سیم، ساخت سیم های با استحکام بالا، ساخت سیم های افشان، کشش سیم های روکش دار.

فورجینگ

تعداد واحد: ۲

نوع درس: نظری

پیشنیاز: تئوری پلاستیسیته

انواع فرآیندهای فورجینگ و ماشین های فورج، سیلان فلز در قالب های فورج، اصول طراحی فورج در قالب های بسته و باز، طراحی موقعیت خط جدایش، زایده، فیلت، وب، ریب، شعاع های گوشه ها، زاویه فورج و...، فورج دیسک ها، مخروط هاو سایر شکل های با تقارن محوری، فورج قطعات در شرایط کرنش صفحه ای، فورج چرخ دنده، شبیه سازی، فرآیندهای فورج به کمک کامپیوتر، پارامترهای مکانیکی و متالورژیکی مؤثر بر فورج، تأثیر سرعت و نرخ کرنش بر عملیات فورج، فورج آلیاژهای آلومینیم، فولادهای ضد زنگ، سوپر آلیاژهای مقاوم در برابر حرارت، و آلیاژها و فلزات دیرگداز، انتخاب روانکاری برای فورجینگ، عملیات حرارتی قطعات فورج، آزمایش های کنترل کیفی قطعات فورج شده.

نـورد

تعداد واحد: ۲

نوع درس: نظری

پیشنیاز: تئوری پلاستیسیته

مقدمه‌ای بر اصول نورد انواع قفسه های نورد، فرآیندهای نورد گرم و سرد، نورد سنگین شـمش، نـورد تختال، ورق و فویل، آشنایی با قفسه های متوالی، تغییرات ابعادی شمش در نورد، اصطکاک و مکانیزم های گیرش، مکانیزم سرعت و افزایش در مورد ورق و تختال، توزیع اصطکاک و تئوریهای اصطکاک در نورد، زاویه خنثی، کنترل دهانه غلتک، توزیع دما در مراحل مختلف نورد گرم، تبلور مجدد دینامیکی در نورد گرم، نورد مقاطع، سیلان در نورد مقاطع، نورد میله گرد، تیرآهن و ریل آهن، اصول طراحی مراحل در نورد مقاطع، فشار در نورد ورق و تختال، نیرو در نورد گرم، نیرو در نورد سرد، پدیده تخت شدن غلتکها، خمش غلتکها، گشتاور، توان و انرژی در نورد سرد و گرم، راندمان در نورد، طراحی غلتک، یاتاقان، و جعبه دنده قفسه هـای نـورد، فرآیندهای تکمیلی در نورد، اسیدشویی، آنیلینگ، نورد پوسته ای، نورد جزئی.

شکل دادن ورق

تعداد واحد: ۲

نوع درس: نظری

پیشنیاز: تئوری پلاستیسیته، شکل پذیری فلزات

مفهوم کرنش سختی و سرعت کرنش سختی - ناپایداری پلاستیک در تغییر شکل تک محوری و دو محوری، ان ایزوتروپی پلاستیک شامل:

مبانی متالورژیکی ان ایزوتروپی، بافتهای کریستالوگرافیک، تئوریهای تسلیم Hill جدید و قدیم، تئوری تسلیم Hosford ، بیضی های تسلیم ان ایزوتروپیک.

ـ فرآیند کشش عمیق شامل: آنالیز تنش ها، اثر نسبت کرنش پلاستیک (R) بر قابلیت کشش عمیق، پدیده گوشواره ای شدن (eaning) ، اثر فرآیندهای گرمایی - مکانیکی بر رفتار گوشواره ای شدن، فرآیند اطوکشی (Ironing) و نقش آن در افزایش عمق محصولات کشش عمیق شده، آنالیز منحنی های نیرو - جابجایی.

ـ فرآیند کشش اتساعی (Stretch Forming) شامل: آنالیز تنش و کرنش، توزیع کرنش، مطالعه کار سختی در حالت تنش دو محوری توسط رفتار تغییر شکل دو محوری، مطالعه شکست در فرآیند اتساعی، نقش اصطکاک در کرنش حدی قابل حصول.

ـ دیاگرامهای حد شکل پذیری (FLD) شامل:

روشهای بدست آوردنی (n) و اندیس حساسیت به سرعت تغییر شکل (m) بر FLD ، اثر ضخامت اولیه ورق بر FLD ، کاربرد FLD در شکل پذیری ورقها.

ـ تست های شکل پذیری ورقها شامل: اریکسن، اولسن، فوکوئی، LDH ، سوئیفت...

ـ خواص مکانیکی ورقها شامل پارامترهایی مانند: توان کار سختی (n) ، اندیس حساسیت به سرعت تغییر شکل (m) ، نسبت کرنش پلاستیک (R) ، نقطه تسلیم σ_y

ـ فرآیندهای خم کاری شامل: اصول فرآیند، معادلات محاسبه نیروی خم کاری، مطالعه میزان برگشت فنری...

ـ فرآیند چرخش کاری شامل: اصول فرآیند، محاسبه، نیروی چرخش کاری، اثر خواص مکانیکی و پارامترهای کارسختی بر قابلیت چرخش کاری، کیفیت سطحی محصولات چرخش کاری شده.

شکل دادن سریع

تعداد واحد: ۲

نوع درس: نظری

پیشنیاز: تئوری پلاستیسیته، شکل پذیری فلزات

معرفی محدوده نرخ کرنش در شکل دادن سریع، معرفی انواع شکل دادن های سریع و مقایسه آنها با روشهای متعارف شکل دادن فلزات، توانایی وسایل اقتصادی شکل دادن سریع، اصول تنش و کرنش الاستیک و پلاستیک و چگونگی اندازه‌گیری آنها در شکل دادن سریع، اصول شکل دادن انفجاری، شکل دادن انفجاری ورق و لوله، آشنایی با مواد منفجره - مکانیزم انفجار و موج شوک، انرژی و ضربه در شکل دادن انفجاری، توزیع فشار در شکل دادن انفجاری، ابزار لازم در شکل دادن انفجاری...

شکل دادن سریع به روش الکتروهیدرولیک و الکترومغناطیس، ابزار لازم در شکل دادن الکتروهیدرولیک و الکترومغناطیس، شکل دادن پودر به روش انفجاری، تاثیر نرخ کرنش در رفتار ماده، میزان تغییر شکل در روش های شکل دادن سریع، شکل دادن سریع به روش مکانیک - نیوماتیک.

شکل دادن گـرم

تعداد وحد: ۲

نوع درس: نظری

پیشنیاز یا همزمان: شکل دادن فلزات II

سرفصل

مروری بر مکانیک کارگرم شامل آهنگری – نورد و اکستروژن

ـ تغییرات تنش –کرنش در پروسه های مهم در هنگام کارگرم، تغییرات دما در هنگام کارگرم، مقاومت در عملیات کارگرم، قابلیت تغییر فرم داغ (Hot Ductility) و اثرات عواملی همچون بـازیابی، تـبلور مـجدد، اندازه دانه ها، ناخالصی ها، ساختار دوپلکس، ساختار ریختگی، پیش‌گرم نمودن و مراحل تغییر فرم، عیوب کارگرم: ترک از نوع گوه ای (Wedge) ، حفره از نوع r ، تغییرات ساختار در هنگام عملیات کارگرم، منحنی سیلان، تکامل ساختار فلزات مختلف و اثرات سرعت کرنش دما بـر آن، دگـرگونی سـاختاری پـویا شـامل: بازیابی و وابستگی آن به شرایط تغییر فرم و دما، بازیابی آلیاژهای دو فازی، تبلور مجدد پویا و تاثیر آن بر اندازه دانه ها، خواص در دمای اطاق، انتقال در خصوصیات تغییر فرم آلیاژها، آلیاژهای با میکروساختار نـاپایدار، دگرگونی ساختاری ایستا، بازیابی، تبلور مجدد، روابط و معادلات کمی، اثرات تغییر دما و ذرات فاز دوم بر تبلور مجدد، سرعت رسوب‌گذاری در میکروآلیاژها و تاثیر آن بر دگرگونی ساختار، اهمیت مهندسی تغییرات ساختاری و مقاومت در هنگام تغییر فرم گرم، رشد دانه ها، تکامل ساختاری در تغییر فرم چند مرحـله ای و استفاده از کامپیوتر برای پیش بینی ساختار، مدل سازی کامپیوتری خواص مکانیکی آلیاژها (بخصوص برای فولادهای HSLA).

شکل دادن سوپر پلاستیک

تعداد واحد: ۳

نوع درس: نظری

پیشنیاز: تئوری پلاستیسیته، شکل پذیری فلزات

مکانیک تغییر شکل سوپر پلاستیک شامل:

آزمایش کشش و معادلات اساسی در تغییر شکل سوپر پلاستیک، رفتار تغییر فرم در تغییر شکل سوپر پلاستیک، ناپایداری پلاستیک، تغییر شکل مواد حساس به سرعت تغییر فرم، اندیس سرعت حساسیت به تغییر فرم در مواد سوپر پلاستیک.

ـ سوپر پلاستیسیته ساختاری شامل:

خواص مکانیکی، مطالعات ریزساختاری، شکست

ـ مطالعات ساختاری (تئوری) شامل:

تئوریهای اولیه، تئوریهای جدید مثل تئوریهای رئولوژیک، انرژی اکتیواسیون، تئوریهای در مقیاس اتمی

ـ سوپر پلاستیسیته در اثر عوامل خارجی شامل:

نتایج تجربی مثل جنبه های متالوگرافیک و ماکروسکوپیک، نتایج تئوریک

ـ کاربردهای سوپر پلاستیسیته شامل:

روشهای شکل دادن سوپر پلاستیک مانند: بالج هیدرولیکی، ترموفرینگ، کشش عمیق، کشش اتساعی، اکستروژن و...، آنالیز تئوریک فرآیندهی شکل دادن سوپر پلاستیک، توسعه های عملی فرآیندهای شکل دادن سوپر پلاستیک، شرکت دادن سوپر پلاستیک مواد مختلف فلزی، محدودیت ها و عیوب.

شکست

تعداد واحد: ۲

نوع درس: نظری

پیشنیاز: تئوری نابجایی ها

یادآوری: انواع شکست، عیوب در جامدات، ضریب تمرکز تنش، آنالیز تنش در رأس ترک، منطقه تغییر شکل پلاستیک در حالت تنش صفحه ای و کرنش صفحه ای (plane-stren, plane strain) ،اندازه‌گیری چقرمگی شکست (toughness) ،در حالت تنش صفحه ای و کرنش صفحه ای، اندازه‌گیری چقرمگی با استفاده از COD و انتگرال.

توابع پیچیده و تنش ها در اطراف ترک: تنش ها و کرنش های اصلی، روابط بین تنش و کرنش در جامدات کشسان، مبانی تئوری الاستیسیته توابع تنش Airy ، تغییر شکل پلاستیک در محلهای تمرکز تنش، تعیین تنش ها و تغییر مکانها با استفاده از توابع مختلط، راه حل انگلیس Inglis ، راه حل وسترگارد، تمرکز تحت کشش، برش و antiplane-strain ، تغییر شکل پلاستیک در قطعات ترک دار، ترک الاستیک معادل، گسترش تغییر شکل پلاستیک در اطراف ترک، راه حل داگدال، مدل BCS(Bilby-Cottrell-Swinder) .

مکانیزمهای شکست تورقی: تئوری stroh ، تئوری کاترل، تئوری اسمیت، شکست تورقی از دوقلوئیها.

شکست نرم: انواع شکست نرم، تورق، حفره ها، گسیختگی، انواع شکست مکانیک شکست الاستیک خطی، مکانیک شکست الاستوپلاستیک، پیشرفت ترک، ترکیب انواع ترک و نقشه های شکست، مکانیسم های مربوط به شکست نرم، جوانه زنی حفره، رشد و بهم پیوستن حفره ها، شکست تک بلورها، چند بلورها، مکانیسمهای جوانه‌زنی حفره، بهم پیوستن حفره ها و شکست، شکست نگاری، تئوریهای شکست نرم مشتمل بر تئوریهای مربوط به جوانه زنی و رشد حفره ها، مشاهدات تجربی از جوانه زنی ترک به هنگام شکل دادن فلزات، معیارهای شکست نرم، معیارهای تجربی، مدلهای رد و بهم پیوستن حفره، کاربرد مدلهای رشد حفره.

شکست تحت نیروهای تناوبی و تکراری: خستگی الاستیکی و پلاستیکی در فلزات، خستگی در محدوده پلاستیک (خستگی کم چرخه) کار سختی سیکلی، سرعت اشاعه ترک در خستگی کم چرخه، خستگی الاستیک – پلاستیک تحت نیروهای چند محوری.

ماشینکاری، سایش و روغنکاری

تعداد واحد: ۲

نوع درس: نظری

پیشنیاز: تئوری پلاستیسیته - تئوری نابجایی ها

مقدمه‌ای بر فرآیند ماشینکاری و براده برداری، بررسی اصول حرکت ابزار و قطعه کار در فرآیندهای ماشینکاری، معرفی انواع ماشین های تراش (از قبیل ماشینهای خراطی، مته، برقو، فرز، بروچر و انواع ماشین های سنگ زنی)، معرفی اجزاء انواع ابزارهای تراش، معرفی روش های مختلف براده برداری، بررسی پارامترهای اساسی براده برداری، آنالیز زمان و توان براده برداری، مکانیک براده برداری، چگونگی پیدایش براده در ماشینکاری، آنالیز نیرو، تنش، اصطکاک در فرآیند براده برداری، تأثیر و آنالیز دما در فرآیند براده برداری. بررسی سایش ابزار در فرآیند براده برداری، بررسی تأثیر سرعت براده برداری، سرعت تغذیه، دما و هندسه ابزار در سایش ابزار، تست های اندازه‌گیری سایش ابزار، بررسی معیار طول عمر ابزارهای تراش، روانسازی و خنک سازی در فرآیندهای براده برداری، انتخاب مواد برای ابزارهای براده برداری، بررسی قابلیت ماشینکاری مواد، اهمیت اقتصاد براده برداری در تولید قطعات فلزی و اقتصادی کردن فرآیند براده برداری، تعیین سرعت تراش و سرعت تغذیه بهینه جهت کوتاه‌ترین زمان تولید و ارزان ترین نرخ تولید، معرفی روشهای غیر سنتی براده برداری از قبیل ماشینکاری شیمیایی، اسپارک اروژن، اولتراسونیک و ماشینهای NC.

آزمایشگاه شکل دادن پیشرفته

تعداد واحد: ۱

نوع درس: عملی

پیشنیاز: همزمان با شکل پذیری فلزات

در این آزمایگشاه آزمایش‌های زیر انجام می گیرد.

الف) تعیین شکل پذیری چند فلز و یا آلیاژ بوسیله آزمایش‌های کشش داغ، فشار داغ، و پیچش داغ. در این آزمایش ها، تأثیر پارامترهایی از قبیل دما و سرعت کرنش بر قابلیت شکل پذیری و ظهور باندهای برشی بررسی می شوند.

ب) آزمایش کشش عمیق در مورد فلزات مختلف و بررسی پارامترهای مختلف.

ج) آزمایش تعیین نحوه سیلان فلز در فرآیندهای فورج قالب بسته و اکستروژن با استفاده از موادی مانند سرب، موم و پلاستیسین.

د) آزمایش نورد در مورد چند نمونه فلزی و بررسی پارامترهای نورد.