



جمهوری اسلامی ایران
وزارت فرهنگ و آموزش عالی
شورای عالی برنامه ریزی



مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس

دوره کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی و مواد (جوشکاری)

گروه فنی و مهندسی

مصوب سیصد و بیست و پنجمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی

مورخ ۱۳۷۵/۷/۱

بسم الله الرحمن الرحيم

برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی و مواد (جوشکاری)



گروه: فنی و مهندسی

رشته: مهندسی متالورژی

کمیته تخصصی:

مواد (جوشکاری)

گرایش:

دوره: کارشناسی ارشد

کدرشته:

شورای عالی برنامه ریزی در سیصد و بیست و پنجمین جلسه مورخ ۱۳۷۵/۷/۱ براساس طرح دوره کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی و مواد (جوشکاری) که توسط گروه فنی و مهندسی تهیه شده و به تأیید رسیده است، برنامه آموزشی این دوره رادرسه فصل (مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس) به شرح پیوست تصویب کرد و مقرر می دارد:

ماده ۱) برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی و مواد (جوشکاری) 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 می شوند.
ب: مؤسساتی که با اجازه رسمی وزارت فرهنگ و آموزش عالی و براساس قوانین تأسیس می شوند و بنا بر این تابع مصوبات شورای عالی برنامه ریزی میباشند.
ج: مؤسسات آموزش عالی دیگر که مطابق قوانین خاص تشکیل می شوند و باید تابع ضوابط دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران باشند.

ماده ۲) از تاریخ ۱۳۷۵/۷/۱ کلیه دوره های آموزشی و برنامه های مشابه مؤسسات آموزشی در زمینه کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی و مواد (جوشکاری) در همه دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی مذکور در ماده ۱ منسوخ می شوند و دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی یاد شده مطابق مقررات می توانند این دوره را دایر و برنامه جدید را اجرا نمایند.

ماده ۳) مشخصات کلی و برنامه درسی و سرفصل دروس دوره کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی و مواد (جوشکاری) در سه فصل جهت اجراء به وزارت فرهنگ و آموزش عالی ابلاغ می شود.

رأی صادره سیصد و بیست و پنجمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی مورخ ۱۳۷۵/۷/۱
در خصوص برنامه آموزشی کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی و مواد (جوشکاری)

۱) برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی و مواد
(جوشکاری) که از طرف گروه فنی و مهندسی پیشنهاد شده بود با
اکثریت آراء به تصویب رسید.

۲) این برنامه از تاریخ تصویب قابل اجراست.

رأی صادره سیصد و بیست و پنجمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی مورخ ۱۳۷۵/۷/۱ در مورد
برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی و مواد (جوشکاری) صحیح است بمورد
اجرا گذاشته شود.

دکتر سید محمد رضا هاشمی گلپایگانی

وزیر فرهنگ و آموزش عالی

مورد تأیید است.

دکتر علیرضا رهائی

رئیس گروه فنی و مهندسی

رونوشت: به معاونت محترم آموزشی وزارت فرهنگ و آموزش عالی جهت اجرا ابلاغ می شود.

سید محمد کاظم نائینی

دبیر شورای عالی برنامه ریزی



خلاصه فعالیتهای و توانائیهای فارغ التحصیلان این گرایش:

- الف- طراحی و ارائه روشهای اتصالات مواد در ساخت و تولید بر مبنای استانداردهای بین المللی.
- ب- انجام آزمایشهای کنترل کیفی بر مبنای استانداردهای بین المللی و تعیین کیفیت قطعه کار.
- ج- بررسی علل تخریب در اتصالات و ارائه روشهای مناسب برای جلوگیری از آنها.
- د- بهینه سازی شرایط جوشکاری در واحدهای مختلف صنعتی و نوآوری در این زمینه.
- ه- انجام فعالیتهای آموزشی و تحقیقاتی در مراکز آموزش عالی و مؤسسات تحقیقاتی و صنایع کشور در رابطه با علوم و فنون اتصالات و کنترل کیفی و موضوعات جانبی آن.
- و- تحقیق و نوآوری در مواد مصرفی جوشکاری (اتصالات) و آزمایشگاههای کنترل کیفی.
- ز- استفاده از فرآیندهای پیشرفته اتصالات به کمک کامپیوتر و ربات در صنایع کشور.



فصل دوم: برنامه آموزشی

۲- واحدهای درسی

واحدهای درسی و تحقیقاتی این دوره ۲۲ واحد به شرح ذیل می‌باشد.

تعداد واحد

۲-۱- دروس جبرانی (بسته به گرایش دوره کارشناسی دانشجوی)	۲۴
۲-۲- دروس اجباری	۱۸
۲-۳- دروس اختیاری (انتخابی)	۴
۲-۴- پروژه تحقیقاتی و پایان نامه (اجباری)	۸
۲-۵- سمینار	۲



۲-۱- شرایط انتخاب دروس جبرانی:

الف- چنانچه دانشجویان بخاطر

۱- گرایش تحصیلی دوره کارشناسی

۲- تشخیص استاد راهنما

۳- تصویب شورای آموزشی گروه کارشناسی ارشد

نیازمند انتخاب دروس جبرانی ذیل و پیشنیازهای آنها و یا سایر دروس دیگر از سرفصل دروس گرایش مهندسی مواد و یا مهندسی ساخت و تولید باشند، بایستی دروس را انتخاب و پس از گذراندن موفقیت آمیز آن به ادامه تحصیل بپردازند.

ب- چنانچه بنا به تشخیص استاد راهنما و شورای آموزشی گروه، پروژه تحقیقاتی دانشجویان در ارتباط و نیازمند دروس جبرانی، تخصصی، اختیاری این دوره باشند، بایستی دروس مورد نیاز را با موفقیت گذرانیده تا پس از آن قادر به شروع پروژه گردد.

ج- در هر صورت انتخاب دروس پیشنهادی، جبرانی و اختیاری با موافقت گروه آموزشی می‌باشد.

د- لیست دروس جبرانی بر مبنای سرفصل دروس کارشناسی مهندسی مواد، مهندسی مکانیک، و یا

مهندسی ساخت و تولید بصورت ذیل می‌باشند:

۲-۲-۱- تکنولوژی روشهای جوشکاری (متالورژی جوشکاری)

۲-۱-۲- کارگاه تکنولوژی روشهای جوشکاری

۲-۱-۳- مقاومت مصالح

۲-۱-۴- بررسیهای غیر مخرب

۲-۱-۵- آزمایشگاه بررسیهای غیر مخرب

۲-۱-۶- خواص مکانیکی مواد

۲-۱-۷- اصول متالورژیکی ریخته گری و انجماد

۲-۱-۸- ترمودینامیک مواد

۲-۱-۹- خواص فیزیکی مواد یا علم مواد

۲-۱-۱۰- پدیده انتقال



تبصره: با توجه به مدرک کارشناسی دانشجو گروه آموزشی محقق است چنانچه بررسی را اضافه

بر دروس مندرج در برنامه تشخیص داد، داوطلب موظف به گذراندن آن می‌باشد.



۲-۲- عناوین دروس اجباری

نام درس	تعداد واحد	ساعات
- روشهای پیشرفته جوشکاری (اتصالات)	۳	نظری
- متالورژی پیشرفته جوش	۳	نظری
- شکست و خستگی (مکانیک شکست)	۳	نظری
- فرایندهای انجماد پیشرفته	۲	نظری
- بازرسی و کنترل کیفی جوش	۲	نظری
- خطا در اندازه گیری و تحقیق مواد	۱	نظری
- سمینار	۲	نظری
- روشهای نوین مطالعه مواد و آزمایشگاه	۱+۲	نظری و عملی
- پروژه	-۸	عملی
- آزمایشگاه جوشکاری پیشرفته	۱	عملی
- جمع	۲۸	

۲-۳- عناوین دروس اختیاری (انتخابی)

این دروس با توجه به گرایش تحصیلی کارشناسی دانشجو، موضوع پروژه تحقیقاتی، با توجه به استاد راهنما و موافقت گروه آموزشی کارشناسی ارشد انتخاب می‌شوند.

نام درس	تعداد واحد	ساعات درس
- متالورژی سطوح (پیشرفته)	۲	نظری
- تجزیه تنشها در سازه های جوشکاری شده	۳	نظری
- مطالب ویژه	۲	نظری
- چسب و اتصال مواد غیر فلزی	۲	نظری
- ترمودینامیک پیشرفته مواد	۳	نظری
- جنبه های مکانیکی خوردگی در قطعات جوشکاری شده	۲	نظری
- روشهای اجزای محدود	۳	نظری
- سیستم های طراحی و تولید بکمک کامپیوتر در صنعت اتصال	۳	نظری
- لحیم کاری سخت و نرم	۲	نظری
- نفوذ در جامدات	۲	نظری

روشهای پیشرفته جوشکاری

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

اجباری



سرفصل دروس:

مقدمه ای بر انواع اتصالات (موقت، نیمه موقت، دائم)، دسته بندی روشهای جوشکاری (نوبی و غیر نوبی)، فیزیک و ترمودینامیک قوس جوشکاری - انتقال قطرات فلز در روشهای جوشکاری قوسی - بررسی دقیق بر جزئیات فرآیندهای جوشکاری الکترواستی، TIG / MIG / MAG، پلاسما، میکروپلاسما، سیم توپوسری، زیرپوسر، انواع روشهای مقاومتی، شیمیایی - حرارتی (جوشکاری شعله ای، ترمیت ...)، اصطکاکی، لیزر، اشعه الکترونی، امواج مافوق صوت، نفوذی، فشاری، سرباره الکتریکی، زائده ای، انفجاری، جوشکاری زیر آب و کاربردهای آن، روشهای جوشکاری ظریف Micro - Joining و کاربردهای آنها، انواع روشهای متداول و پیشرفته برشکاری، انواع منابع قدرت در فرآیندهای جوشکاری، مشخصات الکتریکی انواع منابع قدرت طراحی منابع قدرت، پیشرفتهای جدید در زمینه منابع قدرت (تز انزیستورها، Inverter Type) اتوماسیون و مکانیزه کردن فرآیندهای جوشکاری.

متالورژی پیشرفته جوش



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: روشهای پیشرفته جوشکاری (اتصالات)

اجباری

سرفصل دروس:

جریان حرارت و اثرات حرارتی بر روی فلز جوش و منطقه مجاور، ترمودینامیک پیشرفته در حوضچه مذاب جوش (واکنشهای فلز - گاز - سرباره)، انجماد فلز جوش و عوامل تاثیر گذارنده بر روی آن، قابلیت جوش پذیری، آلیاژهای آهنی، علل متالورژیکی ایجاد عیوب (تخلخل، ترکیبگی هیدروژنی سرد، ترکیبگی گرم، تورق، ضعف مقاومت خوردگی و...) اهمیت حفظ خواص در منطقه جوشکاری شده، نقش عملیات حرارتی قبل و بعد از جوشکاری، سیکل گرم و سرد شدن و تاثیرات آن، دسته بندی فولادها، فولادهای پیشرفته ساختمانی و اهمیت آنها از نظر جوشکاری، متالورژی جوشکاری (فولادهای کم آلیاژ، فولادهای زنگ نزن مارتنزیتی، فولادهای زنگ نزن فریتی، فولادهای زنگ نزن اوستنیتی، فولادهای زنگ نزن دوپلکس، فولادهای هادفیلد)، جوشکاری آلیاژهای آهنی اختصاصی در صنایع نفت، نظامی، نیروگاهی و... متالورژی جوشکاری آلیاژهای آهنی غیر همجنس، جوشکاری انواع چدن‌ها (خاکستری، مالیبیل، نودولار، آلیاژی)، مقدمه ای بر آشنایی و کاربرد آلیاژهای غیرآهنی، متالورژی جوشکاری آلیاژهای رسوب سختی آلومینیوم و نیکل اثر عملیات پیشگرم و میزان حرارت بر

ساختاری میکروسکوپی و خواص مکانیک آلیاژهای رسوب سختی، جوشکاری آلیاژهای فعال تیتانیوم، زیرکونیوم، هافنیوم، جوشکاری فلزات نسوز، اثر میزان کار سرد و ناخالصی بر دمای D.B.T فلزات نسوز، جوشکاری آلیاژهای گرانبها، اتصالات غیرآهنی غیر همجنس معمول در صنعت، اتصالات آلیاژهای آهنی به غیرآهنی.



مکانیک شکست (شکست و خستگی)

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: خواص مکانیکی مواد II

اجباری



سرفصل دروس:

مقدمه و تعاریف: انواع شکست - مفهوم تمرکز تنش: تئوری الاستیکی جامدات (تکرار مختصری از مفاهیم مورد لزوم، روابط تنش و تغییر طول نسبی توابع مختلط و تنش اطراف ترك، تنش ها و تغییر فرمولهای قابل محاسبه بوسیله میزان مختلط، حوزه بیضی شکل و راه حل انگلیز (INGLIS)، راه حل وسترگارد (GARD WESTER) فاکتور شدت میدان تنش ترك، تغییر فرم پلاستیک در نوك ترك، راه حل داگدال (DUGDAL)، متد کاترل و بیلی و سوئیدن - تحلیل شکست با استفاده از مکانیک شکست خطی: تنش ایده ال مصالح، تئوری گریفیث، متد انطباقی، روش استفاده از شدت میدان تنش ترك (STRESS INTERSITY)، رفتار نیمه ترد - اثر متغیرهای آزمایشی (ضخامت) بر رفتار و نوع شکست: شکست تنشی ساده و تغییر فرمی ساده (PLANE STRESS & PLANE STRAIN)، آزمایش معیار مقاومت شکست (FRACTURE Toughness)، اصول اندازه گیری بوسیله رشد دهانه ترك (crack opening displiment) - جنبه های میکروسکوپی گسترش ترك: نمونه های ترك دار و میکرو مکانیزم تورق، معیار تنش شقیم برای شکست تورقی، اثر ترك، اثر ضخامت نمونه، میکرو مکانیزم تورق (جوانه زنی و رشد)، رابطه PETCH، تئوری استروژ (STROH'S)، تئوری کاتری، تئوری اسمیت (SMITH)، تورق بوسیله دوقلوها موارد استفاده تئوری های شکست از تورقی - شکست رشته ای (FIBROUS تغییر مکانیزم شکست تورق به رشته ای، جوانه زنی شکست رشته - طراحی در مقابل شکست.

اثر بارگذاری متناوب بر خواص داخلی و ساختاری مصالح مهندسی (فلزات

خالص، الیازها)، جوانه زنی ترك خستگی، اثر عوامل مختلف بر جوانه زنی و گسترش ترك، اثر محیط های خورنده بر جوانه زنی و گسترش ترك، اثر عملیات سختی سطحی بر خستگی (جوانه زنی و گسترش ترك) شامل نیتریده کردن، کاربوریزه کردن نیتراسیون، شن پاشی - جنبه های مهندسی خستگی: تغییر فرم الاستیک و پلاستیک در خستگی، پیش بینی عمر خستگی قطعات مهندسی، مطالعه خزش بر پایه مکانیک شکست، اثر شکل و اندازه دانه و دیگر متغیرهای مهندسی بر خستگی، محاسبه رشد ترك - تعیین تنش استانه ای THERESHALD STRESS طراحی در مقابل خستگی، دستگاههای اندازه گیری خستگی.

مثال های کاربردی در زمینه شکست و خستگی قطعات جوش داده شده ارائه

شود.



فرآیندهای انجماد پیشرفته



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

اجباری

سرفصل دروس:

سیلان حرارتی در جریان انجماد مذاب، انجماد آلیاژهای تک فازی با جبهه انجماد مسطح، انجماد آلیاژهای چند فازی با جبهه انجماد مسطح، استنباطات علمی و تجربی از جوانه زنی دینامیکی و استاتیکی و رشد، مقایسه انجماد قطعات ریختگی و جوش تاثیر تلاطم و شکل حوضچه مذاب بر روی مکانیسم انجماد در جوش، فرآیندهای انجماد و مشخصه های هر یک، معایب خاص در جوش و ارتباط آنها با نحوه انجماد حوضچه مذاب جوش، استفاده از بعضی روابط ریاضی و تئوری‌های انجماد برای شبیه سازی انجماد حوضچه جوش به کمک کامپیوتر.



بازرسی و کنترل کیفی جوش

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: متالورژی پیشرفته جوشکاری، فرآیندهای جوشکاری

اجباری

سرفصل دروس:

اصول مدیریت کیفیت (آشنایی با استاندارد ISO 9000 و سایر مراجع)،
فرآیند جوشکاری بعنوان فرآیند ویژه در تامین مرغوبیت، اهمیت انواع عیوب
جوش و مبنای پذیرش حد مجاز آنها در استانداردها، استانداردها و کدهای تأیید
روش های جوشکاری (از جمله ASME, DIN, AWS, API, ...), روشهای کنترل
کیفی مخرب در ارتباط با منطقه جوش (کشش، خمش، ضربه، آنالیز شیمیایی،
تست های خاص خوردگی و...) با رعایت کدهای فوق الذکر.
روشهای کنترل کیفی غیر مخرب در ارتباط با منطقه جوش (بازرسی
عینی، مواد نفوذ کننده، امواج مافوق صوت، نرات مغناطیسی، جریان گردابی،
پرتونگاری، نشر صوتی و...) با رعایت کدهای فوق الذکر.
روشهای بازرسی و نظارت در عملیات کارگامی و خسارج از کارگاه،
مطالعات قابلیت اعتماد به سازه ها.

خطا در اندازه گیری و تحقیق مواد

تعداد واحد: ۱

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

اجباری



سرفصل دروس:

سرفصل: مقدمه: آنالیز نتایج - ثبت نتایج آزمایش - بقت در اندازه گیری موارد غیر ممکن بودن، اندازه گیری مقدار حقیقی، روند کردن مقادیر تجربی، تقریب، خطاهای مقدمه ای بر احتمالات.

نمودار و همبسته: نمودار، همبسته، تطابق منحنی.

خطاها و عدم اطمینان: خطاهای سیستماتیک در اندام، توزیع متعادل، خطاهای ثبت نتایج بر حد قابل قبول روشهای تجربی - تحقیقات تئوری، تحقیقات تجربی برنامه ریزی آزمایش، برنامه ریزی کلاسیک و پارامترهای مختلف سوتر، برنامه ریزی تحقیق، مثالهای برنامه ریزی، روشهای اندازه گیری خطاهای دستگاههای اندازه گیری، اندازه گیری فشار و سرعت، اندازه گیری جریان الکتریکی، اندازه گیری مقدار انرژی حرارتی، اندازه گیری درجه حرارت صوت، اندازه گیری ابعاد جوش در اتصالات مختلف.

اندازه گیری استاتیک: اندازه گیری تغییر مکان، اندازه گیری نیرو و خطاهای اندازه گیری.

توضیح: توصیه می‌شود مثالها در ارتباط با طراحی در جوشکاری و اندازه گیری متغیرها در فرآیندهای جوشکاری باشد.

سمینار



تعداد واحد: ۲

نوع واحد:

پیشنیاز: متالورژی جوشکاری پیشرفته

اجباری

سرفصل دروس:

سرفصل دروس: بنا به تشخیص استاد راهنما، دانشجویان در باره محتوی و هدف يك موضوع علمی تخصصی در ارتباط با اتصالات (جوشکاری) مواد و تست های کنترل کیفی (مخرب و غیر مخرب) و موضوعات جنبی آنها اقدام به گردآوری پیشرفته ترین اطلاعات و نتایج تحقیقات و پدیده های جدید آن می نمایند. دانشجوی پس از گردآوری مطالب با تأیید استاد راهنما درباره نتایج و مطالعات تهیه شده خود بحث می نماید. پس از تدوین کامل مطالب و دفاع از آن بصورت ارائه شفاهی حداقل بمدت یکساعت در حضور اساتید دانشگاه، دانشجویان و کارشناسان صاحب نظر صنعتی صورت می گیرد.

روشهای نوین مطالعه مواد



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

اجباری: آزمایشگاه روشهای نوین مطالعه مواد

سرفصل دروس:

مقدمه ای بر اهمیت روشهای مطالعه سطوح در علم مواد - روشهای
بمباران سطوح (اشعه الکترونی، فوتونها، یونهای شتابدار و...):
تولید اشعه الکترونی (نشر ترمیونیک، طرح الکترون اپتیک)، پدیده های
ناشی از برخورد الکترونها با سطوح (الکترونها برگشتی، الکترونها جذب شده،
الکترونها ثانویه، الکترونها اوژه، پدیده دیفراکسیون، پدیده کاتودولومینانس)،
میکروسکوپ الکترونی (عبوری) Transmission، میکروسکوپ الکترونی Scanning
SEM، الکترون پروپا میکروآنالیز EPMA، اسپکتروسکوپی اوژه (AES)، روش
تهیه نمونه - مطالعه سطوح توسط فوتونها: تولید فوتونها (اشعه مرئی، UV،
اشعه X، اشعه مادون قرمز)، استفاده از (اشعه مرئی - میکروسکوپ نوری)،
استفاده از اشعه (دیفراکتومتر اشعه X - XRD)، دوربین های مختلف اشعه X،
اسپکتروسکوپی فلوروسانس اشعه X (XRF)، اسپکتروسکوپی فوتوالکترون اشعه
(ESCA یا XPS)، اسپکتروسکوپی فوتوالکترون اشعه ماوراء بنفش U.V (U.P.S)،
روش تهیه نمونه - مطالعه سطوح توسط یونهای شتابدار: (پدیده برخورد یونهای
شتابدار با سطوح جامدات، اسپکترومتری جرمی فوتونهای ثانویه (SIMS)
اسپکتروسکوپی پلاسمایی (GDS)، مطالعه خوردگی با استفاده از ردیابهای رادیو
اکتیو آنالیز مواد با روش RBS.



آزمایشگاه روشهای نوین مطالعه مواد

تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

پیشنیاز: همزمان با درس روشهای نوین مطالعه مواد

اجباری

سرفصل دروس:

- X.R.D نمونه های منتخب (۱ جلسه)
- تهیه نمونه های TEM با روشهای مختلف (۱ جلسه)
- مطالعه سطوح شکست با SEM (۱ جلسه)
- مطالعه سطوح خوردگی و یا پوششهای SEM (۱ جلسه)
- توپوگرافی سطوح ساییش (۱ جلسه)
- آنالیز مواد با روش EDX و EPML (۱ جلسه)
- بررسی مورفولوژی سطح پوششها (۱ جلسه)
- تفرق اشعه الکترونی جهت تشخیص شبکه و جهات کریستالی (۱ جلسه)
- اندازه گیری ضخامت پوشش و خواص مکانیکی (۱ جلسه)
- آنالیز مواد با RBS
- مطالعه نمونه های منتخب با میکروسکپ TEM (۱ جلسه)
- آنالیز سطوح با اوزه اسپکتروسکوپی و SIMS (۱ جلسه)

در هر يك از دوره های کارشناسی ارشد با توجه به رشته و امکانات

حداقل ۸ آزمایش انجام می‌گردد.

پروژه



تعداد واحد: ۸

نوع واحد: عملی

پیشنیاز:

اجباری

شرایط انتخاب موضوع و انجام پروژه تحقیقاتی پایان نامه و رساله:

انتخاب موضوع پروژه با توجه:

- ۱- سوابق علمی، تجربی و گرایش تحصیلی دوره کارشناسی دانشجوی.
- ۲- واحدهای گذرانیده شده جبرانی، اختیاری و اجباری دانشجوی.
- ۳- بر مبنای نیاز صنایع کشور و همگام با پیشرفتهای علمی سایر کشورها توسط استاد راهنما (دانشگاه - صنعت) در رابطه با اتصالات (جوشکاری) و کنترل کیفی و موضوعات جنبی آن تعیین و پس از تأیید کمیته پروژه و گروه آموزشی کارشناسی ارشد (از نظر تعداد واحد کیفیت پروژه) به دانشجوی ابلاغ و بصورت زیر انجام می‌گیرد.
- الف- مطالعه و تحقیق در مورد کارهای انجام شده و به ویژه آخرین و جدیدترین دست آوردهای تحقیقاتی انجام شده در داخل و خارج از کشور.
- ب- انجام کارهای تحقیقاتی (آزمایشات عملی) پروژه.
- ج- تدوین پایان نامه (تن) از کلیه مطالعات و نتایج آزمایشات با رعایت اصول نگارش پایان نامه.
- د- ارائه و دفاع از پایان نامه در جلسه ای با حضور استاد راهنمای پروژه و حداقل یک استاد متخصص دیگر و مدعوین و دانشجویان برگزار می‌گردد.
- ه- بر مبنای نتایج حاصله از پروژه بایستی حداقل یک مقاله علمی در یکی از مجلات علمی معتبر به چاپ برسد.

آزمایشگاه جوشکاری پیشرفته



تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

پیشنیاز: متالورژی پیشرفته جوش

اجباری

در این آزمایشگاه طراحی و اجرای حداقل ۱۰ آزمایش با این هدف و محتوی که ضمن آشنایی با انواع فرآیندهای جوشکاری و لحیم کاری، تاثیر متغیرهای فرآیند بر روی کمیت و کیفیت جوش مطالعه می‌شود. بعنوان مثال با تغییر درجه حرارت پیش گرم ضمن جوشکاری ساختار جوش و اطراف آن از نظر متالورژیکی بررسی می‌شود. و نیز با تغییر نوع فلز پرکننده و در نهایت تغییر ترکیب شیمیایی فلز جوشی خواص مکانیکی و مقاومت به خوردگی آن تحقیق می‌شود. یکی دو آزمایش هم در ارتباط با مسایل طراحی در جوش نظیر پیچیدگی یا هزینه و زمان جوشکاری انجام می‌شود.

مهندسی سطوح (پیشرفته)



تعداد واحد: ۲

سرفصل دروس:

پدیده سطح

بافت سطح و سطوح مهندسی و ایده ال، کیفیت و پرداخت سطوح، اندازه گیری زبری سطوح، توپوگرافی سطح، پدیده جذب فیزیکی و شیمیایی، آزمایشات بررسی کیفیت سطوح، پدیده های استهلاک سطوح، معرفی روشهای آماده سازی و تمیزکاری سطح نمونه.

مکانیک تماس

انواع تماس، تماس یک کر با یک صفحه، تماس دو کره، محاسبه تماس واقعی و ظاهری، تغییر شکل پلاستیک و الاستیک سطوح.

تریبولوژی

سایش، اصطکاک و روانکاری، مروری بر طبیعت سایش، مکانیزمهای سایش، سایش خراشان، سایش چسبندگی، سایش ورقه ای شدن، سایش نوسانی، سایش فرسایشی و سایش تریبوشیمیایی، فرایندهای سایش، لغزشی، لغزشی / چرخشی و فرسایشی، سایش در قطعات مهندسی، تشخیص منشاء سایش و انتخاب مواد مقاوم به سایش.

تعاریف اصطکاک

مکانیزم اصطکاک، قوانین اصطکاک، اندازه گیری اصطکاک، مکانیزمهای روانکاری، مواد اصطکاکی و ضد اصطکاکی.

عملیات سطحی

سطوح و پوشش های مقاوم به سایش، طبقه بندی فرایندهای متالورژی سطح، مقدمه ای بر تکنولوژی خلاء، کاربرد پلازما در فرایندهای سطحی، پلاسمانیتراسیون، پوشش های مدرن، رسوب فیزیکی و شیمیایی بخار، پوشش های الماسی و شبه الماسی و دیفوزیونی کاربرد پرتوهای پر انرژی در لایه های سطحی، سطح سختی با استفاده از پرتوهای لیزر الکترون، الیازی نمودن سطح با استفاده از پرتوهای لیزر و الکترون.

تعیین مشخصه های لایه های سطحی

سطح سختی، شیب سختی و سختی لایه، تعیین سختی ذاتی لایه، اندازه گیری ضخامت لایه، آزمایشات سایش، آزمایشات تعیین استحکام چسبندگی، روشهای اندازه گیری تنش های باقیمانده در لایه سطحی، اندازه گیری بارپذیری دینامیکی و استاتیکی لایه های سطحی، اثر مشخصه های ذاتی لایه های سطحی بر رفتار فیزیکی، مکانیکی و تریبولوژی ماده.

منابع و مراجع

- 1- متالورژی سطح و تریبولوژی، مهدی صالحی، فخرالدین اشرفی زاده، ۱۳۷۲.
- 2- Friction and Wear, B. Pugh Butterwerth, 1993.



تجزیه و تنش ها در سازه های جوشکاری شده

تعداد واحد: ۳ معادل ۵۱ ساعت

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

اختیاری



سرفصل دروس:

آنالیز ریاضی پیشرفته جریان حرارت و مطالعات تجربی روی پارامترهای جوشکاری، تجزیه و تحلیل پیشرفته تنشهای بوجود آمده و تاثیر آنها در تغییر شکل قطعه جوشکاری شده، طبقه بندی و کاربردهای روشهای اندازه گیری تنشها در قطعات جوش داده شده روشهای عالی آنالیز تنشهای اعمالی و عکس العملی آنها (انواع اتصالات بر سازه ها) محاسبه توزیع تنشها در شرایط کاربردی فلزات صنعتی مختلف، بررسی اصول ریاضی و روشهای مختلف آنالیز پیچیدگی (زاویه ای و Buckling)، تاثیر پیچیدگی و تنشهای پس ماند روی مقاومت استحکام (Buckling)، تاثیر پیچیدگی و تنشهای پس مانده روی مقاومت خستگی و شکست، تاثیر تنشهای پس ماند روی خوردگی تحت تنش و هیدروژن تردی در منطقه جوش، آنالیز و تجزیه و تحلیل انواع ترکها و اشاعه آن در قطعات جوشکاری شده تحت تنش.

مطالب ویژه

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

اختیاری



سرفصل دروس:

موضوع این درس با توجه به پروژه و سمینار و رشته، تخصصی دوره، کارشناسی دانشجوی و توصیه استاد راهنما انتخاب می‌شود. این درس می‌تواند از دروس کارشناسی ارشد گرایشهای دیگر بوده یا موضوع جداگانه ای در زمینه های طراحی جوش، کنترل کیفی و اطمینان از مرغوبیت - (QA, QC) و یا مطالب جنبی آنها، الکتروفیزیک، کامپوزیت‌های، مهندسی سطح با استفاده از فرآیندهای جوشکاری، خوردگی پیشرفته در منطقه جوش و... باشد.

چسب و اتصال مواد غیر فلزی



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

اختیاری

سرفصل دروس:

مقدمه و تاریخچه اتصالات چسبی، تئوری و مکانیسم پیشرفته چسب ها (فعل داخلی مکانیکی، تئوری نفوذ، تئوری الکترونیک، تئوری جذب)، پارامترهای سطحی، انواع چسب های جدید (اپوکسی، پلیسترها، RTV سیلیکن، انوروبیک Anaerobic، فتولیک، Ackrylic, Phenolic, Urethane، نوب گرم و...)، مکانیسم های سخت شدن چسب ها (با حلالها، با سرد شدن، با واکنش های شیمیایی)، کاربرد چسب ها در اتصالات مواد (Elastomeric، چوب، شیشه، سرامیک، مواد پلاستیکی، کمپوزیت ها و بعضی فلزات)، بررسی های خاص رفتار مکانیک اتصالات چسبی، آزمایشات کنترل کیفی و مشخصات چسب ها بر حسب استانداردها، جوشکاری پلاستیک ها، جوشکاری مواد پیشرفته نو.

ترمودینامیک پیشرفته مواد



تعداد واحد: ۳ واحد

نوع واحد: نظری

مروری بر ترمودینامیک مواد: روابط بین توابع ترمودینامیکی - ترمودینامیک محلولها - محاسبه کمیتای مولی و اکتیویته محلولهای ایده آل - محلول های با قاعده توابع اضافی - محلولهای رقیق: معادله گیبس دهم در سیستم دوتایی - معادله گیبس دهم در سیستم سه تایی - تغییر دادن حالت استاندارد - ضرایب تاثیر متقابل و پارامترهای تاثیر متقابل - نمودارهای منطقه پایداری ترکیبات - نمودارهای انرژی آزاد مولی نسبی با غلظت و ارتباط آنها با سیستم های دوتایی - حلالیت و عدم حلالیت تعادل بین فازها با ترکیب متغیر - محاسبات نمودارهای فاز - نمودارهای اکتیویته - مول جزئی.

ترمودینامیک آماری - انتروپی و احتمالات - معادله بولتزمن - انتروپی وضعیتی و انتروپی حرارتی - محلولهای منظم (Ordered) - نظم پر دامنه در محلولها و نظم کم دامنه ترمودینامیک سطوح و مرز بین سطوح - انرژی سطحی و کشش سطحی - ناهمسوئی انرژی سطوح - انرژی سطحی فلزات و ترکیبات - مرز داخلی و انفعال شیمیایی - انفصال ساختاری در مرزها - انرژی نابجاییها - ترمودینامیک عیوب کریستالی.

مراجع

1. Introduction to Metallurgical thermodynamics, D.R. Gaskell.
2. Thermodynamics of solids, R.Z. Swalin.
3. Physical chemistry of melts in Metallurgy vol. 1 & 2, F.D. Richardson.
4. Chemical thermodynamics of Materials, C.H. Lopis.
5. Thermodynamics of Material, D. Ragone.

جنبه های مکانیکی خوردگی

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: خواص مکانیکی II (جبرانی)



سرفصل دروس:

۱- مروری بر شکست (Fracture)

- تمرکز تنش در نوک ترک، تئوری Inglis

۲- میانی مکانیک شکست (Fracture Mechanics)

- تئوری گریغیت، انالیز تنش در ترکها، رابطه بین سرعت آزاد شدن انرژی و میدانهای تنش، تئوری و سترگارد، تجزیه و تحلیل از شدت تنش، تخمین ناحیه پلاستیکی در نوک ترک، انتقال در نوع شکست، تنش صفحه ای نسبت به کرنش صفحه ای، آزمایشات تافنس شکست مواد مهندسی، آزمایشات روش تعیین تافنس شکست و انالیز الاستیکی - پلاستیکی با انتگرال J

۳- خوردگی توام با تنش (Stress Corrosion Cracking)

- مقدمه، روش و نحوه برخورد از دیدگاه مکانیک شکست، روش های آزمایش، K_{ISCC} يك خاصیت ماده، صحت اطلاعات K_{ISCC} ملاحظات عمومی، آزمایشات سرعت رشد ترک، تاثیر ترکیب شیمیایی و پتانسیل اعمال شده.

۴- خوردگی خستگی (Corrosion Fatigue)

- مقدمه، رفتار عمومی، رفتار خوردگی خستگی در پایین تر از K_{ISCC} ، مکانیزم های خستگی در محیط های خورنده، مکانیزم رشد ترک، جوانه زنی، خستگی در محیط های خورنده، اثر محیط های خورنده در ΔK_{th} و پارامترهای یاریس.

روش اجزاء محدود

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ریاضیات پیشرفته ۱

اختیاری



سرفصل دروس:

معرفی روش اجزاء محدود در مسائل مهندسی، مقدمه ای بر الاستیسیته دوبعدی، مروری بر مفاهیم تحلیل ماتریسها، تحلیل همه جایی (GLOBAL) بر تجزیه ماتریس سختی (Substructuring)، روشهای مستقیم، کار مجازی و پس ماند متعادل شده بر فرموله کردن یک جزء (Element Formulation)، اصول فرموله کردن به روش تغییر (Variational Method)، مینیمم انرژی پتانسیل، روشهای تقریبی شامل: ریلی - ریتز و گالارکین، کاربرد روش اجزاء محدود در محاسبه تنش و کرنش، رفتار و هندسه، یک جزء جزءهای صفحه ای، ملاحظات در تعیین مدل: خمش صفحه ها، روشهای مخلوط (Mixed) و هیبرید (Hybrid) بر خمش صفحه ها.

کتاب پیشنهادی:

1. Finite Element analysis: fundamentals, by: R. H. Gallegher, pub. Prentice Hill.
2. Numerical Method in Finite Element Analysis, by: K. J. Bathe & E. Wilson pub. Englewood Cliffs.
3. the finite Element Method, by: O. C. Zienkiewicz third, pub. Mc Graw Hill.

توصیه می‌شود: مثالهای کاربردی در زمینه متغیرها در فرآیندهای جوشکاری بمنظور بهینه سازی کیفیت جوش انتخاب گردند.

سیستم های طراحی و تولید بکمک کامپیوتر در صنعت اتصال

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

اختیاری



سرفصل دروس:

استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری در:

طراحی جوش، پیچیدگی، جوش و کنترل آن، محاسبه اندازه و استحکام جوش، برآورد هزینه و زمان جوشکاری، آهنیابی با علامت سمبل ها و نقشه خوانی جوش، جوشکاری بر مبنای استانداردهای بین المللی، ربات ها، ساختار و آناتومی ربات، فضاهای کاری ربات ها - انواع ساختار ربات پنجه و قدرت تفکیک، نرم افزار زبانهای ربات سطح بالا، طراحی سلول ربات، کاربردهای ربات ها در جوشکاری.

فصل دوم: کات کام (CAT-CAM) نرم افزارهای طراحی اتوماتیک، نرم افزارهای پیشرفته و پر قدرت تر، بررسی آنالیز تنش های جوش (Element Finite).

فصل سوم: روشهای برنامه نویسی (CNC) با استفاده از استانداردهای ISO - برنامه نویسی به زبان (APT) و (Compact II) و ایجاد برنامه (CNC) مستقیم روی (CAT)، سیستمهای تکنولوژی گروهی (CAP)، سیستمهای حمل و نقل پیشرفته برای استفاده از کامپیوتر در کنترل کیفی و اتومات کردن جوشکاری.

لحیم کاری سخت و نرم



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

اختیاری

لحیم کاری نرم: روشهای لحیم کاری نرم (با هویه، شعله، کوره، غوطه وری، مقاومتی، القایی و...)، انواع لحیم های نرم (قلع سرب، قلع آنتیموان سرب، قلع روی، قلع نقره، قلع آنتیموان، کادمیم روی، روی آلومینیوم + ایدیم، زود نوب ها) و مشخصات آنها (برجه حرارت خیس کنندگی، استحکام، میزان لقی، نوع روش لحیم کاری، کاربردها)، روانسازها (خورنده - غیر خورنده، بینابین) مواد تشکیل دهنده آنها و ترمودینامیک عمل روانساز قبل در حین لحیم کاری و بعد از آن، اتمسفر در لحیم کاری نرم، عملیات تمیز کاری قبل و بعد از لحیم کاری نرم، لحیم کاری نرم انواع آلیاژهای آهنی و غیر آهنی (فولادها، آلومینیوم، مس، نیکل، روی، فلزات گرانبها و...) لحیم کاری نرم غیر فلزات (سرامیک ها، کمپوزیتها، شیشه و...) و اتصالات فلز به غیر فلز.

روشهای پیشرفته لحیم کاری سخت، انواع لحیم سخت و مشخصات و کاربرد آنها در صنایع مختلف، ترمودینامیک روانسازها و اتمسفر و نقش آنها در بهبود کیفیت اتصال عملیات تمیز کاری قبل و بعد از لحیم کاری سخت (تکنولوژی و کنترل) - لحیم کاری سخت انواع فلزات صنعتی - لحیم کاری سخت ویژه در اتصال فلزات، سرامیک ها، کمپوزیتها، شیشه و... و اتصال غیر فلزات به یکدیگر.

نفوذ در جامدات



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ترمودینامیک پیشرفته مواد

اختیاری

سرفصل دروس:

معادلات نفوذ اتم: قانون اول فیک، قانون دوم فیک، حل معادله فیک با ضریب ثابت نفوذ (D)، سرعت رشد رسوب و کاربرد معادلات نفوذ، تاثیر تنش بر سرعت جابجا شدن، حل معادله فیک با ضریب متغییر نفوذ (D)، سرعت جابجا شدن در سیستمهای غیر مکعب - تئوری اتمی جابجا شدن اتمها: حرکت راندوم، مکانیزم جابجا شدن، محاسبه ضریب جابجا شدن، تئوری Zener، قوانین تجربی محاسبه H و D، محاسبه H و S روشهای تجربی محاسبه H_0 ، H_{∞} ، بوجود آمدن جای خالی دوتایی - جابجا شدن در محل و آلیاژهای رقیق: تغییر شکل الاستیک بر اثر جابجا شدن، سرعت جابجا شدن ناخالصی در فلز خالص، جابجا شدن در آلیاژهای دوتایی - جابجا شدن با وجود اختلاف غلظت: اترکندال، تجزیه و تحلیل Darken، رابطه بین ضریب شیمیایی D1 و اتم $D1^*$ و دیفوزیون بر خود و بررسی فرضیات Darken سیستمهای سه تایی، مسیرهای جابجا شدن طولانی تجزیه و تحلیل جابجا شدن اتم از طریق مرزخانه ها، تاثیر نابجایی بر سرعت جابجا شدن، معادلات جابجا شدن از طریق عیوب (نابجایی، مرزخانه ها).
توصیه می شود: مثالهای کاربردی در زمینه متغییرها در فرآیندهای جوشکاری بمنظور بهینه سازی کیفیت جوش انتخاب گردند.

فهرست منابع و مآخذ درسی پیشنهادی برای دوره کارشناسی ارشد "اتصال مواد و کنترل کیفی آنها"

1. Diffiusion Bonding of Materials.

Edited by N.F. Kazakoe MIR Publication Moscow 1985.

2. Welding High Strength Steels ASM 1969.

3. Process Piping Design Vol 1 and 2. by: Rip Weave.

4. Weld Pool Chemistry and Metallurgy.

An International Conf. April 1980 the Welding Institue - Cambridge
England.

5. Residual Stresses in Welded Construcion and Theri Effects. International
Conf. London - Nov. 1977.

6. Welding Metallurgy of Stainless Steel and Heat Resisting Steels. R.J.
Castro and J.J. de Candent. Cambridge University Press.

7. The Metallurgy of Welding by: Seferlon translated by E.E. Dislop.
Chapman and Hall London.

8. Manual Semi - Automatic and Automatic Arc Welding Published by: The
British Oxygen Company Ltd - London.

9. The Weldability of Steels by: R.D. Stout W.R.C. 4th Edition.

10. Quality Control and NDT in Welding. International Conf. The W. Inst.
1974.

11. Solders and Slodering by: H.H. Manko Mc Graw Hill Book Co. ISBN
07-0- 39895- X.

12. The Physics of Welding.

International Inst of Welding.



Pergamon Press. IIW.



13. Industrial Brazing, Second Edition.
HR. Brooker. Butterworth. Weld
14. DIN 1912 Part 1-5 Graphical Representation of Welded Soldered and Brazed Joints.
15. Classification and Application of Welded Joints Machinery and Equipment. ANSI - AWS D14. 4-77.
16. Basic Standards of the Prganization for Economic Cooperation and Development (OECD) for the Radiological Protection, in the Version of the Resolution of the Streecing Committee of the European Nuchlar Energy Agency (ENEA) of April 25, 1968, See Announcement of April 20, 1970 (BGB1. II, pp. 208).
17. "Thermal Spraying Practices, Theory and Application," American Welding Society, Miami. Fla., 1985.
18. "Test for Tensile Properties of Adhesive Bonds," ASTM D897, American Society for Testing and Materias, Philadelphia, Pa. Also See D1002, D1062, and D903.
19. M.N. Watson and R.M. Rivet, "Welding of Plastics," Materials engineering '85 Conference, London, Nov. 1985; The Welding Institue, Cambridge, England.
20. R.L. Miller and D.R. Winkleman, "Welding Plastics With Rod: A Downstream Operation for Cutom Molders," Plastics Engineertng, Apr. 1980, p. 38.
21. Avi Bcnatar and T.G. Gutowski, "A Revicw of Mcthods for Fusion

- Bonding Thermoplastics Composites," SAMPE Journal, Jan. - Feb. 1987.
22. "Recommended Practices for Heat Shaping and Straightening," AWS C4.4, American Welding Society, Miami, Fla.
 23. "Specifications for Underwater Welding," ANSI/ AWS D3.6, American Welding Society, Miami, FL.
 24. "Underwater Welding," Proceedings of International Conference, Trondheim, Norway, June 27-28, 1983, International Institute of Welding, Pergamon Press, Elmsford, NY.
 25. K.I. Johnson, "Introduction to Microjoining," The Welding Institute Ltd., Cambridge, England.
 26. L.N. Gourd, "Principles of Welding Technology," Edward Arnold Ltd., 1980.
 27. J.F. Lancaster, The Physics of Welding, International Institute of Welding, Pergamon Press, Elmsford, N.Y., 1984.
 28. "Recommended Practices for Plasma Arc Welding," AWS A5.12, American Welding Society, Miami, FL.
 29. "Recommended Practices for Stud Welding," AWS L.5.4, American Welding Society, Miami, FL.
 30. C.E. Jackson, "The Science of Arc Welding," Welding Journal, Research Supplement, Apr. 1960, p. 129; June 1960, p. 225S.
 31. Standard Specification for Highway Bridges" American Association of State Highway Officials. Washington, DC.
 32. Standard method of Mechanical Testing of Welds "AWS B4, 0-74 American Welding Society, Miami Florida."

33. Nondestructive Testing Personnel Qualification and Certification Supplement A Radiographic Testing Method." SNT Recommended Practice No. SNT. TC-1A.
34. IIW Collection of Reference Radiographs of Wels Available from The American Welding Society, Miami, Florida.
35. Symbols for Welding and Nondestructive Testing. AWS 2,4-76
36. Reinforcing Steel Welding Code "D12, 1-75 American Welding Society, Miami, Florida".
37. Masubuchi Etall: Analysis of Thermal Stresses and Metal Movements of Weldments; A Basic Study Towards Computer - aided Analsis and Control of Welded Structures,. Annual Meeting of The Society of Naval Architechts and Marine Engineers New York. Nov. 1975.
38. Rosenthal. D, Thermal Sutdy of Arc Welding"W. J. 17(4) Supplement 208 (1938).
39. ADAMS C.M. Cooling rates and Peak Temerature in Fusion Welding. Welding Journal 37(5) Research Supplement 975-1045 (1963).
40. Linert G.E., Welding Metallurgy, American Welding Society 1965. Stut, R.D and Doty, W.D. Weldability of Steel, Welding Research Council, Second Edition (1971).
41. The Metallurgy and Weldability of QT-35 and HY-80 Steels, The Welding Institute Abington Cambridge, England 1974.
42. Analysis of Thermal Elastic-Plactic Stess and Strain During Welding IIW. Doc.x-616-71 By Jukio-UEDA. Taketo Yamakawa 1971.
43. Recent Trend and Researches on Restraint Stresses and Strains Weld



Cracking, IIW-IX-788-72 IIW-OX-659-72 by Kumihiko SATOH, YUKIO UEDA and Hiroshi KHHARA may 1972 Welding Research Institute OSAKA University, OSAKA, Japan.

44. Analysis of Welded Structure. by: Koichi Masubuchi Massachusetts Institute of Technology USA.
Pergamon Press International Series on Materials Science and Technology. Vol 22. 1980.
45. Introduction to Health Physics by Herman camber. Precess Equipment Desing by I.E. Brownel and E.N. Joung.
46. Mechanics of Behaviur of Engineering Materials by J. Martin.
47. Theory and Design f Modern Pressure Vessles by Harvey.
48. Modern Power Station Practice Vol-5. CEGB Publication.
49. LAEA Directory of Nuclear Reactors Vol, IV Power Reactors Vienna.
50. Structural Analysis and Design of Process Equipment By, Maun H. Jawad and J.R. Farr John Wiley and Sons - 1984.
51. Design of Welded Structures by Omer, W-Bodgett, March 1982.
52. "Approved Welding Consummles for Use in Ship construction."
Avaliable Front: Lioys's Registier of Shipping, 71 Fenchurch St, London EC3M 4BS.
T; 01 7099166. Tx: 888397.
53. "Approved Manufacturess. Welding Consumable, Shop Primers, Welded Boilers, Pressure Vessels and Welding Procedures." available From Det Norske Veritias, PO Box 6300, N-1322 Hovik, Oslo, Norway, T: (02) 129900. Tx: 76192. (In UK: veriats House, 112 Station road, Sidcup, Kent DA15 7BU. T: 01 3097477. Tx: 886526).
54. Australian Welding Ressarch Association: "Hardfacing". AWRA Technical Note 4. July 1983.32 Pages.

-
55. Structural Welding Code Steel ANSI/AWS 1984 DI.1.84.
 56. DIN 8560 Qualification Testing of Welders for Welding Steel. (May 1982).
 57. Advanced Welding Processes G.Nikolaev-N. Olshamsky MIR. Publication Moccow.
 58. Adhesives for Metals. Theory and Technology Nicholas. J Delollis. ISBN-Q-8311-1001-5 Industrial Press inc. New York USA 1970.
 59. Eelding, Brazing and Soldering of Wiggin Ni-Alloys Henry Wiggin and company Ltd.
 60. Health and Safety in Brazing Degussa Ltd.
 61. Control of Disortion and Residual Stress in Weldments./ Proc of an Intenational cons. 16-17 Nov. 1976 chicago. Lllinois ASM Metals Park Ohio 44073.
 62. Significance of Defects in Welds, The Welding Inst. 1969 Current Welding Process, American Welding Society. 1964.
 63. Occupational Safety and Health Standards 29CFR 1910 US Dept of Labor Washington DC 20201.

