

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

راهنمای آموزش، ارزیابی و تأیید صلاحیت
مهندس بین المللی جوش (IWE)
بعنوان هماهنگ کننده فعالیت های جوشکاری
(Welding Coordinator)

شناسنامه

صاحب امتیاز: سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

تهیه و تدوین: مدیریت ساماندهی صنعت جوش ایران

مرجع: موسسه بین المللی جوش (IIW)

مدیر اجرایی: عادل بنایی

ویرایش:

طراح: شیرین باغجری

چاپ اول: مهرماه ۱۳۹۰

تیراژ: ۳۰۰۰ نسخه

آدرس: تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، ساختمان مرکزی سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱ دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵

آدرس سایت: www.moiwi.ir

ریاست محترم سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران



صنعت جوش به عنوان صنعتی راهبردی و زیرساختی، از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای در کشورهای صنعتی برخوردار است، نقش این صنعت در ارزش افزوده ناشی از کیفیت محصولات و به تبع آن افزایش سهم صادرات در بازارهای جهانی، تامین ایمنی، اشتغال زایی، صرفه جویی و حفظ محیط زیست به حدی است که سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان کلان اقتصادی کشورها هر ساله بخش عظیمی از سرمایه ملی کشورشان را به رشد و گسترش این صنعت اختصاص داده و تنها راه دست یابی به این اهداف را استاندارد سازی تمام فعالیت‌های مربوط به صنعت جوش در کلیه بخش‌ها و در قالب نظامی منسجم و یکپارچه می‌دانند. در این راستا سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به عنوان متولی امر ساماندهی صنعت جوش و بازرسی آن در نظر دارد با توجه به تنوع و گستردگی فعالیت‌های مربوط به صنعت جوش (منابع انسانی، مواد، تجهیزات و...) و پیوستگی و وابستگی آنها به یکدیگر از یک طرف و صنایع رو به توسعه و متنوع (خودرو سازی، نفت و گاز و پتروشیمی، سازه و عمران، هسته‌ای، هوافضا و...) به عنوان مشتریان دایمی این صنعت از طرف دیگر با ایجاد هماهنگی، یکپارچگی و هم راستا سازی فعالیت‌ها روح تازه‌ای به صنعت جوش ببخشد و جایگاه اصلی این صنعت را در کشور تبیین و تثبیت نماید.

بنابراین در قدم نخست با توجه به اینکه مهمترین عامل تأثیرگذار، آموزش منابع انسانی می‌باشد لذا بر آن است همزمان با توسعه و ارتقاء فن‌آوریها، مواد، استانداردها و تجهیزات صنعت جوش، نیروی انسانی مورد نیاز برای استفاده بهینه از منابع مذکور و فن‌آوریها آموزش داده شود تا بتوان با تمام ظرفیت، محصولات جوشکاری شده با کیفیت بالا تولید نمود.

مهندس نظام‌الدین برزگری

۱	۲- مقدمه	۵
۲	۳- هدف	۵
۳	۵- استانداردهای مورد نیاز آموزش	۵
۴	۶- آموزش و تایید صلاحیت	۶
۴.۱	۶-۱ شرایط لازم جهت شرکت در دوره	۶
۴.۲	۶-۲ آموزش	۷
۴.۳	۶-۳ روشهای تایید صلاحیت	۷
۴.۳.۱	۱- مسیر استاندارد:	۷
۴.۳.۲	۲- مسیر جایگزین:	۸
۵	بخش اول: آموزش نظری و عملی	۰
۵.۱	آموزش نظری تخصصی	۰
۵.۱.۱	ماژول ۱	۰
۵.۱.۲	ماژول ۲	۲۹
۵.۱.۳	ماژول ۳: طراحی و ساخت	۶۱
۵.۱.۴	ماژول ۴: مهندسی تولید	۷۴
۵.۱.۵	ماژول صفر- ویژه IWS	۸۹
۵.۱.۶	آموزش عملی	۹۸
۶	بخش دوم: آزمون و تایید صلاحیت	۱۰۰
۶.۱	۱- مقدمه	۱۰۰
۶.۲	۲- تایید آموزشهای تکمیلی برای IWE	۱۰۰
۶.۳	۳- هیأت ممتحن	۱۰۰
۶.۴	۴- پذیرش برای امتحان	۱۰۰
۶.۵	۵- رویههای آزمون	۱۰۱
۶.۵.۱	۵-۱ امتحان کتبی	۱۰۱
۶.۵.۲	۵-۲ امتحان شفاهی	۱۰۱
۶.۵.۳	۵-۳ امتحان عملی	۱۰۲
۶.۶	۶- ارزیابی اجرا	۱۰۲
۶.۷	۷- امتحان مجدد و رویه استیناف	۱۰۲
۶.۸	۸- دیپلمهای بینالمللی جوشکاری	۱۰۲
۶.۹	۹- برنامه ریزی انتقال	۱۰۲
۷	پیوست ۱	۱۰۳
۸	پیوست ۲	۱۰۴
۹	پیوست ۳	۱۰۵
۱۰	پیوست ۴	۱۱۵

علائم اختصاری

EWf: European Welding Federation
ANB: Authorized National Body
IAB: International Authorization board
ATB: Approved Training Body
IIW: International Institute of Welding
WPS: Welding Procedure specification
PQR: Procedure qualification record
WPQ: Welder procedure qualification
ASME: American society of Mechanical engineering
API: American petroleum institute
ISO: International standard organization
AWS: American welding society
EN: European Nation
NDT: non-destructive testing
VT: Visual testing
PT: Penetrate testing
MT: Magnetic particle testing
UT: Ultrasonic testing
RT: Radiography testing
OAB= Oil Authorization Board
F.S= Ferritic Steel
S.S = Stainless Steel
Al= Aluminum
Ti= Titanium
Q.A= Quality Assurance



مقدمه

در نظام تضمین کیفیت جوشکاری بر اساس استاندارد ISO 3834 هماهنگ کننده جوشکاری دارای جایگاه محوری می‌باشد. هماهنگ کننده باید بر تمام فعالیت‌های مرتبط با جوشکاری احاطه داشته باشد و مسئول اصلی کیفیت جوشکاری نیز می‌باشد. با توجه به نقش بسیار مهمی که هماهنگ کننده جوشکاری در یک پروژه یا خط تولید دارد، باید دارای دانش و تخصص کافی برای انجام صحیح مسئولیت‌های خود باشد. از این رو باید حیطه دانش لازم برای یک هماهنگ کننده جوشکاری مشخص شده و به او آموزش داده شود. نوشته حاضر سعی در این کار داشته و می‌کوشد تا بهترین راه رسیدن به دانش لازم جهت برعهده گرفتن این مسئولیت را ارائه نماید.

هدف

تدوین نظام مطابق با رویه بین‌المللی برای تربیت هماهنگ کننده جوشکاری و تأیید صلاحیت آنها.

استانداردهای مورد نیاز آموزش

- 1- ISO 14731:2006- Welding Coordination: Tasks & Responsibilities.
- 1- ISO 96061--Approval Testing of Welders-Fusion Welding-Steels
- 2- ISO 65201- Welding and allied processes- Classification of geometric imperfections in metallic materials-part1: Fusion welding.
- 3- ISO 5817, Arc-welding Joint in Steel-Guidance on quality levels for imperfections
- 4- ISO 15608 guidance for metallic materials grouping systems.
- 5- ISO 10042 Arc Welded joint in aluminum and its Alloys- Quality Levels for imperfections

آموزش و تأیید صلاحیت

شرایط لازم جهت شرکت در دوره

برای IWE: حداقل دارای مدرک کارشناسی مورد تأیید وزارت علوم در یکی از رشته‌های مهندسی
 برای IWT: حداقل دارای مدرک کارشناسی مورد تأیید وزارت علوم در یکی از رشته‌های مهندسی یا علوم پایه
 برای IWS: حداقل دارای مدرک کاردانی مورد تأیید وزارت علوم در یکی از رشته‌های مهندسی یا علوم پایه
 برای IWP: حداقل دارای مدرک دیپلم و داشتن گواهینامه جوشکاری مطابق استانداردهای EN۲۸۷/ISO ۹۶۰۶ و تأییدیه محدوده جوشکاری تحت شرایط زیر:
 وضعیت HL۰۴۵ و PG بصورت لب به لب
 وضعیت PF بصورت سپری
 قطر ۵۰ الی ۱۸۰ میلیمتری
 داشتن حداقل ۲ سال سابقه مفید کار جوشکاری بعد از اخذ گواهینامه جوشکاری

آموزش

ساختار کلی دوره آموزشی برای هر چهار دسته یکسان است ولی برخی از سرفصلها برای یک یا چند دسته کمتر از دیگر دسته ها در نظر گرفته شده و یا اصلا منظور نشده است.



جدول : بخشهای دوره آموزش هماهنگ کننده جوشکاری

عنوان سرفصلهای آموزش نظری و عملی	تعداد ساعتهای آموزش
۱ - فرایندها و تجهیزات جوشکاری	۹۳
۲ - مواد و رفتار آنها در جوشکاری	۱۱۱
۳ - طراحی و ساخت	۶۴
۴ - مهندسی کاربردی ساخت	۱۱۰
جمع آموزشهای نظری	۳۷۸
مهارتهای عملی پایه	۶۰
جمع آموزشهای نظری و عملی	۴۳۸

روشهای تأیید صلاحیت

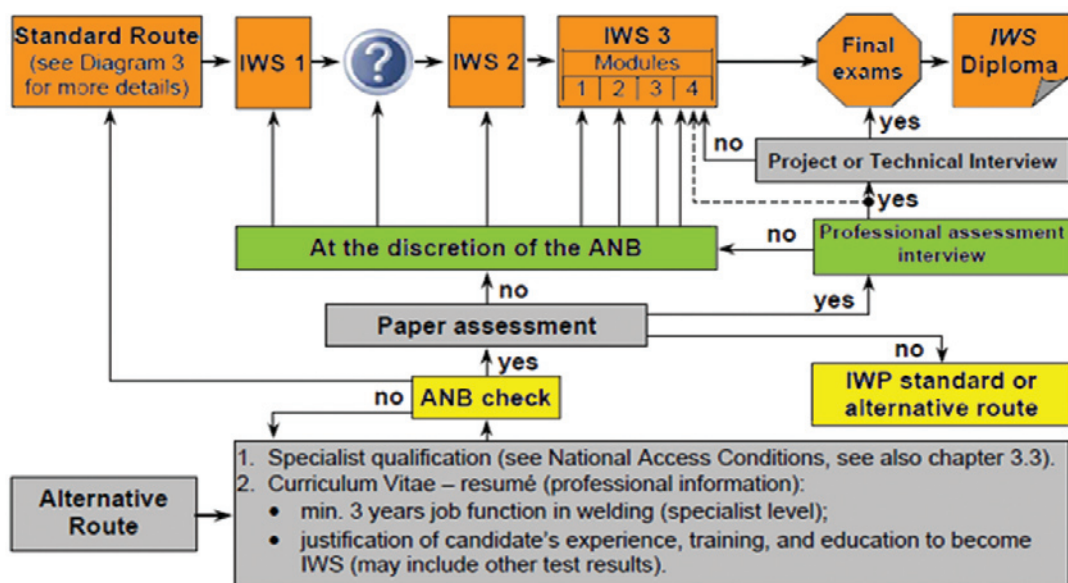
برای تأیید صلاحیت افراد بعنوان هماهنگ کننده جوشکاری ۲ مسیر وجود دارد:

مسیر استاندارد:

این روش مستلزم حضور در تمامی بخشهای دوره مورد تأیید IIW است که بعنوان جامع ترین و سریع ترین مسیر نیز توصیه می شود. البته در صورت وجود توافقنامه بین ANB و دانشگاههای مختلف، برخی دروس دانشگاهی را می توان معادل آموزشهای هماهنگ کننده جوشکاری دانست.

مسیر جایگزین:

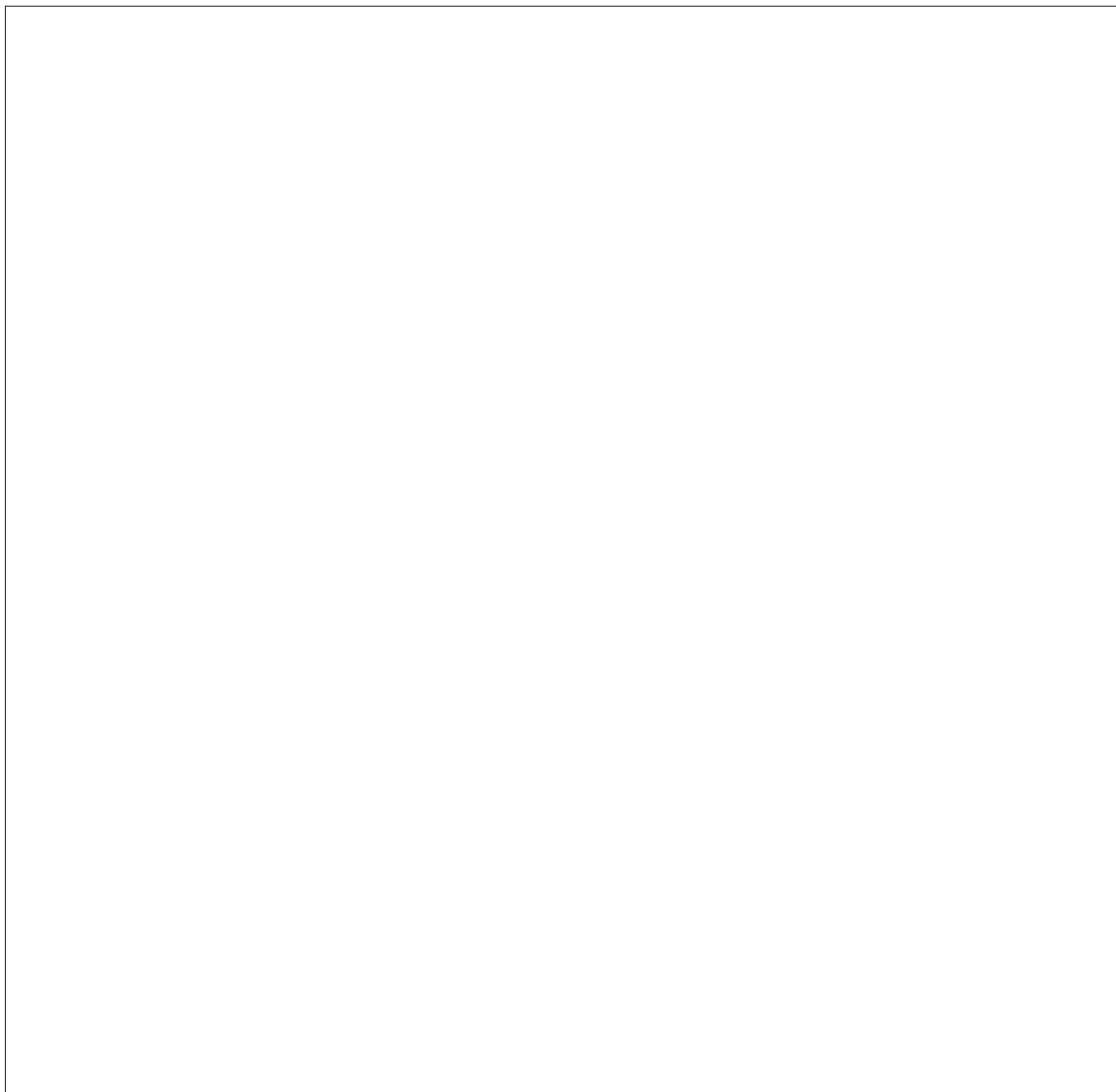
در این روش افرادی که آموزشهای کافی درباره یک موضوع دیده باشند (این موضوع با تأیید ANB احراز میشود) می توانند بدون حضور در کلاس مربوط به آن موضوع در آزمون حضور یابند. این دو روش برای IWE به شکل زیر هستند:





برای طی مسیر جایگزین، فرد باید مدرک مهندسی و سوابق کاری (حداقل ۴ سال سابقه کار مرتبط با جوشکاری و دارای آموزش و تجربه کافی برای مهندسی بین‌المللی جوش) خود را به ANB ارائه کند. اگر مدارک ارائه شده از نظر ANB کافی باشد آزمون کتبی از فرد بعمل می‌آید که کسب حداقل ۵۰٪ نمره آن برای ادامه مسیر جایگزین الزامی است و در غیر این صورت فرد باید وارد مسیر استاندارد شود. پس از آن نیز باید دو مصاحبه حرفه‌ای و تکنیکی برگزار گردد که موفقیت در آنها شرط ورود به آزمون نهایی است.

بخش اول: آموزش نظری و عملی





آموزش نظری تخصصی ماژول ۱ مقدمه‌ای کلی بر تکنولوژی جوشکاری

اهداف

برای IWE: فهم کلی پیشرفت‌های تکنولوژی در فرایندهای جوشکاری شامل واژه‌های مورد پذیرش، استانداردها و اختصارات.

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۳	
*	تاریخچه
*	تعاریف و اصطلاحات
*	ارائه شماتیک رایج ترین فرایندهای جوشکاری
*	تصاویر و ارائه کوتاه از خصوصیات هر فرایند
*	کاربرد رایجترین فرایندهای جوشکاری
*	کاربردهای عمومی فرایندهای جوشکاری
*	حروف اختصاری فرایندهای جوشکاری
*	دسته بندی فرایندهای جوشکاری براساس استانداردهای مختلف بین المللی و ملی (IIW, ISO, EN, ...)
*	راهنمایی و انتخاب سیستماتیک فرایند جوشکاری

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح اختلاف اساسی بین فرایندهای مختلف جوشکاری مثل ذوبی، مقاومتی، شعله‌ای، آهنگری و غیره
- ۲ - تفاوت بین فرایندها با ارجاع به استاندارد
- ۳ - تشخیص فرایندهای جوشکاری با حروف اختصاری رایج
- ۴ - شرح مختصر نقاط عطف در تاریخ جوشکاری



جوشکاری اکسی-گاز و فرایندهای مرتبط

اهداف

فهم کلی اصول مرتبط با احتراق اکسی-گاز، خصوصیات گازهای سوختنی مهم، تجهیزات ایمنی و کاربردهای آنها در فرآیند جوشکاری و برشکاری اکسی-گاز.

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۲	
*	اصول کلی و خصوصیات فرایند
*	گستره کاربرد
*	انواع شعله‌ها
*	خصوصیات گازهای سوختنی، (استیلن، پروپان و ...)
*	واکنش‌های احتراق
*	توزیع حرارت در قطعه کار و اثرات آن
*	تجهیزات
*	اجزای سیلندر گاز استیلن
*	تولید گازهای ساختمانی
*	حمل و نقل و انبارکپسول گازها
*	طرح اتصال نمونه برای جوشکاری
*	تکنیک‌های پیش‌دستی و پس‌دستی جوشکاری
*	استاندارد مواد پرکننده
*	کاربردهای جوشکاری و مشکلات مهم مرتبط با آن
*	تکنیکهای خاص و مواد کاربرد (پیشگرم، تمیزکاری، صافکاری و غیره)
*	نکات ویژه ایمنی و بهداشت فرایند

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح خصوصیات انواع شعله و دلایل استفاده از هر یک
- ۲ - شرح خصوصیات شعله‌های حاصل از گازهای سوختنی مختلف
- ۳ - درک خطرات احتمالی، روش کار ایمن، روش‌های حمل و نقل، انبارداری و استفاده از کپسولهای گاز
- ۴ - شرح هدف و اصول کار با هر یک از اجزاء و تجهیزات فرایند
- ۵ - دانش فنی نحوه استفاده از استانداردهای مناسب و تفسیر آنها
- ۶ - درک محدودیتها، مزایا و دامنه کاربرد هر یک از فرایندها و درک نحوه حل مشکلات مرتبط



مروری بر الکتروتکنیک

اهداف

برای IWE:

فهم اصول الکتریسته مرتبط با تجهیزات و تکنولوژی جوشکاری و سیستم کنترل الکترونیکی بکار رفته در منابع قدرت جوشکاری

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۲	
*	اصول الکتریسته و الکترونیک (جریان، ولتاژ و مقاومت)
*	قانون اهم
*	مدارهای موازی و سری
*	جریان مستقیم (DC)، قطبیت و جریان متناوب AC
*	مغناطیس در جوشکاری
*	ظرفیت، خازن
*	ترانس، رکتیفایر (نیم موج و موج کامل)
*	ترانزیستور، تریستور، ایندوکتانس و اینداکتور
*	خطرات کار
*	ایمنی و بهداشت

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح تأثیر جریان، ولتاژ و مقاومت الکتریکی بر جوشکاری
- ۲ - تشریح کامل وظایف اصلی مهمترین اجزاء منابع قدرت جوشکاری
- ۳ - تعریف و بحث درباره تفاوت اساسی جریان AC و DC و ارائه مثال از کاربردهای هر یک در جوشکاری از نظر خواص اتصال و دامنه کاربرد
- ۴ - تشریح و استفاده از دانش فنی مرتبط با الکتریسته و الکترونیک در کاربردهای جوشکاری



قوس

اهداف

برای IWE: فهم دقیق اصول قوس الکتریکی، خصوصیات قوس و رایج‌ترین مشکلات پایداری قوس

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۴	
*	فیزیک قوس
*	توزیع ولتاژ در سطح مقطع قوس
*	ایجاد حرارت در کاتد و آند
*	قطبیت و مشخصه قوس در جریانهای AC و DC برای فرایندهای اصلی جوشکاری
*	تأثیر قوس بر جوشکاری
*	توزیع دما در قوس و اثرات آن
*	اثر میدان مغناطیسی بر قوس (چرا ایجاد می‌شود، چگونه برطرف می‌شود)
*	محدودیت‌های کاربرد

نتایج مورد انتظار IWE:

- ۱ - تعریف دقیق قوس الکتریکی، نواحی اصلی آن و عوامل موثر بر پایداری قوس در جوشکاری
- ۲ - شرح کامل نحوه ایجاد حرارت قوس و توزیع جریان و ولتاژ در قوس
- ۳ - تشریح تأثیر میدان مغناطیسی بر قوس الکتریکی
- ۴ - پیش بینی راه حل مناسب برای حل مشکلات انحراف مغناطیسی قوس
- ۵ - شرح منحنی مشخصه قوس برای جریان DC و AC، محدودیتها و کنترل قوس



منابع قدرت در جوشکاری قوسی

اهداف

برای IWE: فهم جامع مشخصات و اجزای اصلی منابع قدرت در جوشکاری قوسی

سرفصل	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۴
دسته بندی منابع نیرو، انواع و خصوصیات (ژنراتور متحرک و ثابت و هر یک از زیرگروههایشان)	*
مشخصه الکتریکی منبع قدرت (منحنی های استاتیک)	*
رابطه بین منحنی مشخصه و فرایند جوشکاری	*
کنترل منحنی های استاتیک (نزولی و تخت)	*
پایداری قوس فرایندهای اصلی (MMA, TIG, MIG/MAG, SAW, PAW)	*
نقطه کار	*
معرفی تکنولوژی اینورتر	*
منابع قدرتی که با CPU کنترل میشوند	*
پایداری فرایندهای جوشکاری در منابع AC و DC	*
منابع قدرت AC (سینوسی و مربعی) و DC	*
ولتاژ مدار باز، جریان مدار کوتاه، ضریب توان ترانسها	*
سیکل کار منابع قدرت و مقدار معمول برای رایجترین فرایندهای جوشکاری قوسی	*
افت ولتاژ، رابطه بین جریان و سطح مقطع کابل	*
مقدمه ای بر تکنیکهای پالسی	*
روشن کردن قوس و ابزار آن، شیب افزایش و کاهش، پیش جریان و پس جریان	*
مقدمه ای بر تنظیم جریان و ولتاژ (ابزار الکترونیکی و الکترو مغناطیسی)	*
استانداردهای مربوط به منابع قدرت و الزامات آنها	*

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح نحوه کار هر یک از منابع قدرت (AC و DC) و پرکاربردترین منابع و تجهیزات
- ۲ - تشریح کامل مشخصه الکتریکی (استاتیک و دینامیک) هر نوع از منابع قدرت جوشکاری، نقطه کار و کنترل پایداری قوس
- ۳ - شرح مفهوم ولتاژ مدار باز، ولتاژ قوس، جریان مدار کوتاه، سیکل کار منبع قدرت، افت ولتاژ و رابطه سطح مقطع کابل و جریان
- ۴ - تشخیص تفاوت های ویژگی های مذکور برای منابع قدرت مختلف و فرایندهای مختلف
- ۵ - تشخیص وظایف و سوئیچ های مختلف روی انواع منابع قدرت و عملکرد آنها



مقدمه‌های بر جوشکاری قوسی با گاز محافظ

اهداف

برای IWE: درک اصول و پدیده‌های فیزیکی در فرایندهای جوشکاری با گاز محافظ
برای IWP: درک کلی اصول فرایندهای جوشکاری با گاز محافظ

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۲	
*	پدیده‌های فیزیکی
*	اصول کار جوشکاری TIG، پلاسما، MIG/MAG و توپودری
*	گازهای محافظ (خنثی، فعال) و اثراتشان روی مشخصه‌های قوس و فلز جوش
*	حمل و نقل و انبارداری گازها
*	فلزهای پرکننده
*	استانداردهای (ملی و بین‌المللی) گازهای محافظ و فلزات پرکننده

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - تشریح مشخصه‌ها و اصول کار جوشکاری MIG/MAG، TIG و توپودری
- ۲ - درک و شرح خصوصیات قوس در ارتباط با گازهای محافظ بکار رفته در هر فرایند
- ۳ - شرح روشهای بی‌خطر حمل و نقل و انبار گازهای محافظ
- ۴ - تفسیر و استفاده از استانداردها برای گازهای محافظ و فلزات پرکننده



جوشکاری TIG

اهداف

برای IWE: فهم دقیق اصول جوشکاری TIG، شامل تجهیزات، کاربرد، رویه و مشکلات رایج

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۶	
*	انواع و مشخصات منابع قدرت
*	تکنیکهای شروع قوس و تجهیزات ضروری
*	تجهیزات و متعلقات: تورچ، گاز افشان (لنز گاز)، صفحه کنترل، شیب افزایش و کاهش، تکنیکهای پالسی
*	اثر جریان و قطبیت: DC (+)، DC (-) و AC
*	الزامات مشخص برای مواد مختلف مانند آلومینیوم
*	مواد مصرفی: گاز محافظ، فلزات پرکننده، الکترودها
*	متغیرهای جوشکاری: جریان، ولتاژ، سرعت جوشکاری و نرخ جریان گاز
*	آمادهسازی اتصال: طرح اتصال متداول برای جوشکاری، مونتاژ (فیت آپ، تمیزکاری و...)
*	رویه های جوشکاری
*	معرفی تکنیکهای خاص: جوشکاری نقطهای، سوراخ کلید، سیم داغ، جوشکاری دورگرد (اربیتال)، جوشکاری اتصال لوله به لوله و لوله به ورق
*	معرفی استانداردهای مواد پرکننده، الکتروده و گاز محافظ
*	کاربردهای جوشکاری، مشکلات معمول و راه حل آنها
*	نکات بهداشت و ایمنی مخصوص این فرایند جوشکاری

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - تشریح دقیق اصول جوشکاری TIG شامل تکنیکهای شروع قوس و کاربردهای آنها
- ۲ - تشریح چگونگی انتخاب هر نوع جریان، قطبیت، گازهای محافظ و الکتروده
- ۳ - تشریح دقیق دامنه کاربرد، آمادهسازی اتصال مناسب و رفع مشکلات احتمالی
- ۴ - شناسایی دقیق دامنه مناسب متغیرهای جوشکاری برای کاربردهای خاص
- ۵ - تشریح هدف و وظایف هر یک از اجزاء تشکیل دهنده تجهیزات و متعلقات
- ۶ - تفسیر استانداردهای متناسب
- ۷ - شرح خطرات احتمالی و روشهای بی خطر حمل و نقل و کار
- ۸ - شناخت وظایف سوئیچهای مختلف روی منابع قدرت TIG و اثراتشان



جوشکاری MIG/MAG و توپودری (FCAW)

اهداف

برای IWE, IWT, IWS, IWP: فهم اصول جوشکاری MIG/MAG و توپودری شامل تجهیزات، کاربردها، رویه‌ها و مشکلات رایج

لزم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۶	
*	خصوصیات منابع قدرت برای رویه های رایج و منابع قدرتی که با CPU کنترل می‌شوند
*	اثر جریان و قطبیت
*	تجهیزات و متعلقات: تورچ، تغذیه کننده سیم، مجموعه شیلنگ، صفحه کنترل
*	شرح حالت‌های انتقال فلز در قوس (غوطه‌ور، قطره‌ای، افشان و ضربانی) و کاربردهایشان
*	متغیرهای جوشکاری و تنظیمات: جریان، ولتاژ، سرعت جوشکاری، جریان گاز و غیره
*	مواد مصرفی: گاز مصرفی، فلزات پرکننده (سیم توپر، توپودری) و کاربردهایشان
*	آماده‌سازی اتصال: چند نمونه طرح اتصال برای جوشکاری، مونتاژ (فیت آپ)، تمیزکاری
*	رویه‌های جوشکاری
*	معرفی تکنیک‌های خاص: جوشکاری الکتروگاز، فرایندهای راندمان بالا
*	معرفی استانداردهای فلزات پرکننده و گازها
*	کاربردهای جوشکاری، چند نمونه از مشکلات مرتبط و راه رفع آنها
*	نکات ویژه بهداشت و ایمنی فرایند

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح کامل اصول جوشکاری MIG/MAG و توپودری شامل حالت‌های انتقال فلز و کاربردهایشان
- ۲ - تشریح روش انتخاب هر یک از انواع جریان، قطبیت و الکترودها
- ۳ - تشریح دامنه کاربرد، آماده‌سازی مناسب اتصال و غلبه بر مشکلات احتمالی
- ۴ - تشریح دامنه مناسب متغیرهای جوشکاری برای کاربردهای خاص
- ۵ - شرح خطرات احتمالی و روشهای بی خطر حمل و نقل و کار
- ۶ - شرح مختصر وظایف مختلف اجزاء اصلی تجهیزات و متعلقات
- ۷ - تفسیر استفاده از استاندارد مناسب
- ۸ - تشریح انتخاب مواد مصرفی
- ۹ - شناخت وظایف و سوئیچ‌های مختلف روی منابع قدرت MIG/MAG و توپودری و اثراتشان



جوشکاری MMAW

اهداف

برای IWE: فهم اصول جوشکاری MMA، شامل تجهیزات، کاربردها، رویه‌ها و مشکلات رایج

سرفصل	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
IWE	۸
اصول فرایند و خصوصیات قوس	*
اثر نوع جریان و قطبیت	*
مشخصه منبع قدرت قابل کاربرد برای MMA (ولتاژ مدار باز، خصوصیات دینامیک و استاتیک، نوع جریان، روشهای شروع قوس)	*
تجهیزات و متعلقات	*
دامنه کاربرد فرایند، چند نمونه از مشکلات و راه حل آنها	*
الکترودهای روکش دار (وظیفه روکش و مفتول در الکترودها، انواع الکترودها، واکنشهای فلز-سرباره و فلز-گاز)	*
شرح روش تولید الکترودها	*
حمل و نقل و انبار الکترودها (هوای انبار، خشک کردن مجدد)	*
طبقه‌بندی الکترودها (استانداردهای ملی و بین‌المللی)	*
انتخاب مواد مصرفی برای کاربردهای مختلف	*
متغیرهای جوشکاری: جریان، ولتاژ، طول قوس و غیره	*
آماده‌سازی اتصال: چند نمونه طرح اتصال برای جوشکاری، مونتاژ (فیت آپ)، تمیزکاری، وضعیت جوشکاری	*
رابطه بین قطر الکترودها و حدود جریان، طول الکترودها، وضعیت جوشکاری و غیره	*
رویه‌های جوشکاری	*
تکنیکهای ویژه (جوشکاری ثقلی، جوشکاری رو به پایین)	*
ایمنی و سلامت در این فرایند	*

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح دقیق اصول جوشکاری MMA شامل تکنیکهای خاص، تکنیکهای شروع قوس و کاربردهایشان
- ۲ - شرح کامل نحوه انتخاب انواع جریان، قطبیت و الکترودها مطابق کاربرد
- ۳ - شرح جزئیات دامنه کاربرد، آماده‌سازی اتصال مناسب و غلبه بر مشکلات احتمالی
- ۴ - شرح جزئیات محدوده متغیرهای جوشکاری برای کاربردهای خاص
- ۵ - شرح خطرات احتمالی و نحوه کار ایمن فرایند جوشکاری MMA
- ۶ - شرح هدف و عملکرد هر یک از اجزاء تشکیل دهنده تجهیزات و متعلقات
- ۷ - شرح روشهای درست حمل و نقل، کنترل و انبار انواع مختلف الکترودها
- ۸ - توانایی تفسیر استانداردهای مناسب
- ۹ - تشریح اثر روکش الکترودها بر انتقال قطرات مذاب و فلز جوش
- ۱۰ - شناخت وظایف سوئیچ‌های مختلف روی منابع قدرت MMAW و اثراشان



جوشکاری قوس زیرپودری

اهداف

برای IWE: کسب دانش فنی فرایند جوشکاری زیرپودری شامل تجهیزات، رویه‌های فرایند، متغیرهای مرتبط و اثر آن بر کیفیت اتصالات و مشکلات متداول

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصلها
IWE	
۶	
*	اصول فرایند و مشخصات قوس
*	اثر نوع جریان و قطبیت
*	خصوصیات منابع قدرت قابل کاربرد برای SAW (ولتاژ مدار باز، مشخصات استاتیک و دینامیک، انواع جریان، روشهای روشن کردن قوس)
*	تجهیزات و متعلقات
*	دامنه کاربرد فرایند، نمونههای از مشکلات و راه حل آنها
*	مواد مصرفی (وظایف پودر و سیم جوش، انواع پودر و سیم، ترکیب پودر و سیم، واکنشهای فلز-سرباره و فلز-گاز)
*	چگونگی تولید مواد مصرفی
*	حمل و نقل، کنترل و انبار مواد مصرفی (هوای انبار، خشک کردن مجدد)
*	دسته‌بندی مواد مصرفی (استانداردهای ملی و بینالمللی)
*	متغیرهای جوشکاری: جریان، ولتاژ، سرعت جوشکاری، نوع پودر و دانه‌بندی، بیرون زدگی الکتروود و غیره
*	آماده‌سازی اتصال: طرح اتصال برای جوشکاری، مونتاژ (فیت آپ)، تمیزکاری
*	رابطه بین ترکیب سیم و پودر و خصوصیات فلز رسوب یافته
*	رویه‌های جوشکاری
*	تکنیک‌های تکسیم و چند سیم
*	تکنیک‌های خاص (روکشکاری، افزودن پودر آهن، افزودن سیم سرد و گرم)
*	نکات ویژه بهداشت و ایمنی این فرایند

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح اصول فرایند SAW شامل روش شروع قوس، تکنیکهای ویژه و کاربردهای فرایند
- ۲ - تشریح نحوه انتخاب نوع جریان، قطبیت و مواد مصرفی
- ۳ - شناسایی دامنه کاربرد، آماده‌سازی لبه اتصالات و مشکلات احتمالی و نحوه رفع آنها
- ۴ - مشخص کردن چگونگی انتخاب متغیرهای جوشکاری برای کاربردهای ویژه
- ۵ - شرح عملکرد هر یک از قسمتها و متعلقات دستگاه
- ۶ - شرح کامل واکنشهای سرباره-فلز و گاز-فلز و تاثیر آنها بر فلز جوش
- ۷ - تفسیر استانداردها و رویه‌های جوشکاری مطلوب
- ۸ - شناخت خطرات احتمالی در ارتباط با فرایند و ایجاد رویه‌های بیخطر



جوشکاری مقاومتی

اهداف

برای IWE: کسب دانش فنی کامل فرایند جوشکاری مقاومتی، شامل متغیرهای مرتبط و اثراشان بر کیفیت اتصالات جوش، دامنه کاربرد این روش، مشکلات رایج و راه حل آنها

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصلها
IWE	
۸	
*	اصول فرایند و مرور کلی روی انواع فرایندها (نقطه‌های، زائده ای، سربه سر، درزی و جرقه ای)
*	اثر ژول و توزیع حرارت
*	تجهیزات و متعلقات
*	دامنه کاربرد فرایند و مشکلات نمونه (جوشکاری مواد نازک به ضخیم، جوشکاری مواد رنگ شده / روکشدار، جوشکاری مواد نامتجانس، اثر mass، اثر shunt، اثر paltrier و لحیم کاری مقاومتی)
*	الکتروود (وظیفه، انواع، اشکال، مواد)
*	دسته بندی الکتروودها (استانداردهای ملی و بین المللی)
*	متغیرهای جوشکاری: جریان، فشار، زمان، نوع جریان، پالس و غیره
*	آماده سازی اتصال: طرح اتصال برای جوشکاری، مونتاژ (فیت آپ)، تمیزکاری
*	رابطه بین متغیرهای جوشکاری و خصوصیات نقطه جوش
*	سیستم مانیتورینگ، فرآیند کنترل و اندازه گیری
*	تستهای خاص
*	رویه های جوشکاری
*	نکات ویژه ایمنی و بهداشت این فرایند

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح اصول فرایند جوشکاری مقاومتی و کاربرد زیرمجموعه های آن
- ۲ - شرح نحوه انتخاب متغیرهای جوشکاری مناسب برای ایجاد جوش با کیفیت
- ۳ - شناسایی دامنه کاربرد، آماده سازی مواد و مشکلات احتمالی و نحوه رفع آنها
- ۴ - شرح معیار انتخاب سیکل های صحیح جریان و فشار برای کاربردهای خاص
- ۵ - شرح عملکرد هر یک از قسمت ها و متعلقات دستگاه
- ۶ - تفسیر استانداردهای مناسب
- ۷ - تعریف دستورالعمل جوشکاری برای جوشکارها و اپراتورها
- ۸ - شناخت وظیفه هر یک از کلیدهای موجود روی دستگاه



فرایندهای لیزر، پرتو الکترونی و پلاسما

اهداف

برای IWE: درک کامل اصول و مبانی فرایندهایی نظیر پلاسما، اشعه الکترونی و لیزر شامل شناخت تجهیزات، کاربرد، رویه‌ها و مشکلات رایج

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۵	
*	اصول کار تکنیکهای مذکور
*	تولید حرارت برای هریک از فرایندها
*	تجهیزات و متعلقات هر یک از فرایندها
*	کاربرد و نمونه مشکلات این فرایندها
*	مواد مصرفی
*	متغیرهای جوشکاری هر یک از فرایندها
*	آماده‌سازی اتصال: طرح اتصال برای جوشکاری، مونتاژ (فیت آپ)، تمیزکاری
*	رابطه بین متغیرهای جوشکاری و شکل اتصال
*	مقایسه فرایندهای انرژی بالا
*	نکات ویژه ایمنی و بهداشت هر یک از فرایندها
*	استانداردهای ملی و بین‌المللی متناسب برای هر یک از فرایندها

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح اصول و کاربردهای فرایندهای جوشکاری مذکور
- ۲ - شرح کاربردهای رایج فرایندها در زمینه‌های صنعتی مختلف و ملاحظات ضروری جهت دستیابی به جوش مناسب
- ۳ - تشریح هر یک از متغیرهای فرایندهای جوشکاری مذکور، آماده‌سازی اتصال، مشلات رایج و نحوه رفع آنها
- ۴ - شناخت وظایف و کاربرد هر یک از قسمتهای تجهیزات روشهای مذکور
- ۵ - تفسیر استانداردهای مناسب
- ۶ - شناخت منابع ایجاد خطرات احتمالی فرایندها و ایجاد رویه‌های بیخطر



روشهای دیگر ءوشکاری

(سرباره الکتریکی، اصطکاکي، اصطکاکي اغتشاشي، ءوشکاری پالس مغناطیسی، آلتراسونیک، انفجاری، نفوذی، آلومینوترمیک، فرکانس بالا، زایده‌ای، فشاری سرد، فرایندهای مختلط و غیره)

اهداف

برای IWE: درک کامل اصول و مبانی فرایندهایی مذکور شامل شناخت تجهیزات، کاربرد، رویه‌ها و مشکلات رایج

سرفصل	لزوم آآمؤش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۵
اصول کار تکنیکهای مذکور	*
تولید حرارت برای هریک از فرایندها	*
تجهیزات و متعلقات هر یک از فرایندها	*
کاربرد و نمونه مشکلات این فرایندها	*
مواد مصرفی	*
متغیرهای ءوشکاری هر یک از فرایندها	*
آماده‌سازی اتصال: طرح اتصال برای ءوشکاری، مونتاژ (فیت آپ)، تمیزکاری	*
رابطه بین متغیرهای ءوشکاری و شکل اتصال	*
مقایسه فرایندهای انرژی بالا	*
نکات ویژه ایمنی و بهداشت هر یک از فرایندها	*
استانداردهای ملی و بین‌المللی متناسب برای هر یک از فرایندها	*

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح اصول و کاربردهای فرایندهای ءوشکاری مذکور
- ۲ - شرح کاربردهای رایج فرایندها در زمینه‌های صنعتی مختلف و ملاحظات ضروری جهت دستیابی به ءوش مناسب
- ۳ - تشریح هر یک از متغیرهای فرایندهای ءوشکاری مذکور، آماده سازی اتصال، مشلات رایج و نحوه رفع آنها
- ۴ - شناخت وظایف و کاربرد هر یک از قسمتهای تجهیزات روشهای مذکور
- ۵ - تفسیر استانداردهای مناسب
- ۶ - شناخت منابع ایجاد خطرات احتمالی فرایندها و ایجاد رویه‌های بی‌خطر



برشکاری و سایر فرایندهای آماده‌سازی لبه

اهداف

برای IWE: درک اصول و زمینه‌های کاربرد رایج‌ترین روش‌های برشکاری و آماده‌سازی لبه مورد استفاده در جوشکاری شامل شناخت تجهیزات، کاربرد، رویه‌ها و مشکلات رایج

سرفصل	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۴
مطالعهٔ اجمالی فرایندهای آماده‌سازی لبه	*
برشکاری مکانیکی	*
اصول برشکاری شعله‌ای، تجهیزات و متعلقات	*
متغیرهای برشکاری شعله‌ای، کیفیت لبه، درجهٔ خلوص اکسیژن	*
مواد مناسب برای برشکاری شعله‌ای	*
اصول برشکاری برشکاری قوسی (قوس - هوا، قوس فلز - کربن، برشکاری قوس اکسیژن، رویه‌برداری با الکتروود کربن)	*
مواد مناسب برای فرایندهای مختلف برشکاری قوسی، کاربردها، تجهیزات و متعلقات	*
اصول برشکاری برشکاری پلاسما، تجهیزات و متعلقات	*
مواد مناسب برای برشکاری پلاسما، کاربردها، متغیرهای برشکاری، گازهای برشکاری	*
کاربردهای خاص برشکاری پلاسما (برشکاری زیر آب و ...)	*
فلزبرداری پلاسمایی	*
اصول سوراخ‌کاری اشعهٔ الکترونی و برشکاری لیزری، تجهیزات، متغیرها و کاربردها	*
اصول کار برشکاری با جت آب، تجهیزات، متغیرها، کاربردها	*
اصول فلزبرداری قوسی و شعله‌ای، تجهیزات، متغیرها، کاربردها	*
استانداردهای ملی و بین‌المللی مناسب برای هر فرایند	*
ایمنی و سلامت	*

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح کامل اصول: برشکاری مکانیکی، شعله‌ای، قوسی، پلاسمایی، اشعه الکترونی، لیزر و جت آب
- ۲ - شرح تاثیر هر یک از متغیرهای فرایندهای فوق بر کیفیت آماده سازی لبه
- ۳ - تشریح کامل کاربرد هر یک از فرایندهای برشکاری قوسی، شعله‌ای، لیزر، پلاسما، پرتو الکترونی و جت آب
- ۴ - تعریف خطرات احتمالی هر یک از فرایندهای آماده‌سازی لبه و روشهای کار بی خطر



پاشش و عملیات سطحی

اهداف

برای IWE: درک اصول و زمینه کاربرد رایج‌ترین تکنیک‌های عملیات سطحی و اصول کار آنها، شامل تجهیزات، رویه‌ها و مشکلات معمول

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۲	
*	اصول کار و کاربرد تکنیک‌ها روکشکاری (نورد، انفجاری، نواری، میگ پلاسمایی، لیزر و غیره)
*	مطالعه اجمالی تکنیک‌های پاشش (پاشش شعله‌ای پودر، پاشش شعله‌ای سیم، پاشش قوسی پودر، پاشش قوسی سیم، پاشش پلاسمایی پودر)
*	اصول کار هر یک از تکنیک‌ها، تجهیزات، متغیرها
*	آماده‌سازی سطح فلز پایه
*	مواد پاشش
*	ساختار لایه پوشش و ساختار فلز پایه
*	تکنیک‌های سرد و تکنیک‌های ذوبی
*	کاربردها و مشکلات خاص
*	ایمنی و سلامت

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح اصول و خصوصیات رایج‌ترین تکنیک‌های روکشکاری
- ۲ - شرح اصول و خصوصیات رایج‌ترین تکنیک‌های پاشش
- ۳ - تشریح اثر آماده‌سازی سطح بر رویه‌های پاشش
- ۴ - تشریح دلایل استفاده از روش‌های سرد ذوبی
- ۵ - شرح رایج‌ترین تکنیک‌های پاشش و کاربردهای صنعتی آنها
- ۶ - تعریف خطرات احتمالی تکنیک‌های مذکور و روش کار بی‌خطر



فرایندهای تمام مکانیزه و روباتیک

برای IWE: درک اصول و زمینه کاربرد اتوماسیون جوشکاری و استفاده از روباتها در جوشکاری و اصول و سیستمهای کار آنها

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۶	
*	مطالعه اجمالی اتوماسیون جوشکاری به منظور افزایش قابلیت تولید
*	مکانیزاسیون، اتوماسیون و روباتیک: تفاوتها، مزایا، معایب و کاربردها
*	روباتیک (برنامه ریزی همزمان و غیر همزمان، شبیه سازی و سیستم تولید انعطاف پذیر
*	سیستمهای CAD/CAM
*	کارخانه مجازی (شبیه سازی کارخانه)
*	ردیابی درز: انواع و کاربردهای متداول
*	حسگر نازل گاز، حس کردن قوس، القای مغناطیسی و سیستم بینائی
*	جوشکاری با شکاف باریک (SAW, TIG, MIG/MAG)
*	جوشکاری مداری (MIG/MAG, TIG)
*	کاربردها، مشکلات رایج و راه حل آنها
*	گازها و مواد پرکننده (بهینه سازی برای جوشکاری مکانیزه)
*	ایمنی و سلامتی

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - پیش بینی بهترین راه حل برای افزایش قابلیت تولید با استفاده از مکانیزاسیون، اتوماسیون و روباتیک
- ۲ - شرح تفاوتهای برنامه ریزی همزمان و غیر همزمان
- ۳ - شرح اصول و کاربردهای هر یک از سیستمهای ردیابی درز
- ۴ - شرح اصول، کاربردهای و مزایای هر یک از روشهای جوشکاری شکاف باریک و مداری
- ۵ - توصیف کاربردهای مختلف هر یک از فرایندهای جوشکاری وقتی که به روشهای شکاف باریک و مداری اعمال شوند.
- ۶ - تعریف خطرات احتمالی تکنیکهای مذکور و روش کار بیخطر



لحیمکاری سخت و نرم

اهداف

برای IWE: فهم اصول و زمینه کاربرد لحیمکاری سخت و نرم، انواع تکنیکها، تجهیزات، کاربردها، رویهها و مشکلات رایج

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۴	
*	اصول پایه لحیمکاری سخت و نرم (مکانیزمهای پیوند، کشش سطحی، ترکندگی، موئینگی)
*	مطالعه اجمالی تکنیکهای لحیم کاری سخت و نرم، تجهیزات و گستره کاربرد
*	مواد مصرفی و فلاکسهای لحیمکاری سخت و نرم، انواع، کاربردها و وظیفه اصلی فلاکسها
*	مواد مناسب برای لحیمکاری سخت و نرم، الزامات لحیمکاری
*	لحیمکاری خلاء بالا، لحیمکاری تحت اتمسفر کنترل شده
*	جوشکاری لحیم (لحیم کاری قوسی و لیزر)
*	مطالعه اجمالی تکنیکها لحیمکاری نرم (فروبری، جریان موجی، فاز بخار، لحیم کاری)
*	لحیمکاری سخت و نرم، مزایا و معایب
*	کاربردها و مشکلات خاص
*	مروری بر استانداردها
*	ایمنی و سلامت

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح کامل هریک از فرایندهای لحیمکاری نرم و سخت
- ۲ - مقایسه دقیق بین هر یک از تکنیکهای لحیمکاری سخت و نرم با جوشکاری ذوبی
- ۳ - شرح پیش بینیهایی لازم برای ایجاد یک اتصال سالم با تکنیک های لحیمکاری نرم و سخت
- ۴ - شرح کاربردهای مختلف هر یک از تکنیکهای لحیمکاری سخت و نرم
- ۵ - مشخص کردن اثر آماده سازی سطحی در تکنیکهای لحیمکاری سخت و نرم
- ۶ - شرح خصوصیات مواد مصرفی و فلاکس بکار رفته شده
- ۷ - تعریف خطرات احتمالی تکنیکهای لحیمکاری سخت و نرم



فرایندهای اتصال پلاستیک‌ها

اهداف

برای IWE: فهم اصول پایه اتصال پلاستیک‌ها، شامل تکنیک رایج، تجهیزات، کاربردها، رویه‌ها و مشکلات معمول

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۴	
*	اطلاعات کلی از مواد و فرایندهای اتصال
*	مطالعه اصول کار هر یک از فرایندها
*	جوشکاری صفحه داغ، ذوب سربه‌سر، جوشکاری با گاز داغ، جوشکاری اکستروژن، جوشکاری القایی، جوشکاری مقاومتی، جوشکاری کاشتنی، فرکانس بالا، اصطکاکی، جوشکاری الکتریکی ذوبی، جوشکاری آلتراسونیک، جوشکاری نوسانی، جوشکاری چسبی
*	کنترل متغیرهای جوشکاری، انواع تجهیزات، طرح اتصال
*	مزایا و معایب
*	کاربردها و مشکلات خاص
*	ایمنی و سلامت

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح اصول هر یک از فرایندها
- ۲ - شرح پیش بینیه‌های لازم برای ایجاد یک اتصال سالم
- ۳ - شرح کاربردهای مختلف هر یک از فرایندها
- ۴ - تعریف خطرات احتمالی اتصال پلاستیک‌ها



فرایندهای اتصال سرامیکها و کامپوزیتها

اهداف

برای IWE: فهم اصول پایه اتصال سرامیکها و کامپوزیتها، شامل تکنیک رایج، تجهیزات، کاربردها، رویه‌ها و مشکلات معمول

سرفصل	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۲
اطلاعات کلی از سرامیکها و کامپوزیتها و فرایندهای اتصال	*
مطالعه اصول کار هر یک از فرایندها	*
مزایا و معایب	*
کاربردها و مشکلات خاص	*

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح اصول فرایندهای اتصال سرامیکها و کامپوزیتها
- ۲ - شرح پیش بینیهایی لازم برای ایجاد یک اتصال سالم
- ۳ - تعریف خطرات احتمالی اتصال سرامیکها و کامپوزیتها و روشهای کار ایمن



آزمایشگاه جوشکاری

اهداف

برای IWE: فهم تأثیر متغیرها روی شکل گرده جوشها و کیفیت سطح برش

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۱۰	
*	تمرینات عملی برای نشان دادن اثر هر یک از متغیرهای اصلی جوشکاری بر شکل خط جوش
*	بحث در مورد نتایج برای کمک به ارزیابی و تشخیص در آینده
*	تمرینات باید شامل: MIG/MAG، TIG، MMA، سیمهای توپودری، SAW، اکسی گاز باشند
*	تمرینات عملی برای نشان دادن اثر هر یک از متغیرهای اصلی برشکاری بر سطح برش
*	تمرینات باید شامل: برشکاری اکسیژن، قوس هوایی، پلاسما، برشکاری قوسی باشند

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - پیش بینی شکل گرده و مورفولوژی جوش با توجه به متغیرهای بکار رفته
- ۲ - شرح کامل عواملی که می تواند بر شکل گرده جوش تأثیر بگذارد و دلایل آنها.
- ۳ - پیش بینی مورفولوژی سطح برش با توجه به متغیرهای بکار رفته
- ۴ - شرح کامل عواملی که می تواند بر کیفیت سطح برش تأثیر بگذارد و دلایل آنها.
- ۵ - توانایی ارزیابی گرده جوش و سطح برش



ماژول ۲

تولید و نامگذاری فولادها

اهداف

برای IWE: فهم اصول متالورژی آهن و فولادسازی و نامگذاری فولادها

سرفصلها	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۲
مقدمه‌ای بر متالورژی فولادسازی	*
فرایندهای فولاد سازی	*
عملیات خاص	*
اکسیدزدایی	*
نامگذاری فولادها	*
عیوب در فولادها	*

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح فرایندهای مختلف فولادسازی
- ۲ - شرح دلایل استفاده و اصول عملیات خاص در فولادسازی
- ۳ - شرح روش‌های مختلف اکسیدزدایی
- ۴ - شرح عیوب احتمالی، دلایل بوجود آمدن و روش حذف آنها
- ۵ - شرح نامگذاری فولادها



تست مواد و اتصال جوشی

اهداف

برای IWE: فهم جنبه‌های بنیادی تست مواد با نگرش خاص به قطعات تست جوش

لزم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۸	
*	مرور تستهای مخرب
*	تست اتصالات جوشی (نمونه تکنولوژیکی)
*	تست مخرب
*	تستهای خمش و کشش
*	تست ضربه (شکست ترد و نرم، دمای تبدیل)
*	تست سختی
*	تستهای خاص (CTOD، غیره)
*	تست خستگی
*	تست خزش
*	تست خوردگی
*	مرور استانداردهای مربوط
آزمایشگاه	
برای ۴: IWE, IWT ساعت از ۸ ساعت	
برای ۳: IWS ساعت از ۶ ساعت	
برای ۱: IWP ساعت از ۳ ساعت	

نتایج مورد انتظار IWE:

- ۱ - بحث در مورد هدف هر یک از تستهای مخرب و محدودیت‌های داده‌های بدست آمده
- ۲ - شرح هر یک از روش‌های تست و پارامتری که باید اندازه‌گیری شود.
- ۳ - پیش‌بینی زمان و علت انجام تست خاص
- ۴ - نشان دادن صلاحیت در انجام تست در یک برنامه داده شده



ساختار و خواص فلزات خالص

اهداف

برای IWE: فهم اصول انجماد، تغییر شکل، تبلور مجدد و خصوصیات ساختارهای متداول در فلزات

سرفصل	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۴
ساختارهای کریستالی	*
انواع ساختار شبکه‌های کریستالی و نقایص	*
ریزساختار فلزات	*
استحاله حالت جامد	*
تغییر شکل الاستیک/پلاستیک	*
تبلور مجدد	*
تغییر شکل گرم و سرد	*
خواص مکانیکی (اثر دما، غیره)	*

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح ساختارهای کریستالی اصلی
- ۲ - شرح تغییر شکل الاستیک/پلاستیک و نقش آنها در تغییر فرم گرم و سرد
- ۳ - شرح تبلور مجدد با ارائه مثال
- ۴ - نشان دادن فهم رابطه بین خواص مکانیکی، دما، اندازه دانه و ساختار



آلیاژها و دیاگرامهای فازی

اهداف

برای IWE: فهم اصول آلیاژسازی، ساختار آلیاژها و نشان دادن آنها در دیاگرامهای فازی

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۵	
*	فلزات خالص و آلیاژها
*	عناصر آلیاژی
*	انجماد
*	کریستالهای محلول جامد
*	ساختار آلیاژها
*	انواع ساختارها
*	مکانیزمهای استحکامبخشی (کار سرد، محلول جامد، رسوب سختی، اندازه دانه، تغییر فاز حالت جامد)
*	ترکیبهای بین فلزی
*	پیری
*	انواع اصلی دیاگرامهای فازی (اجزای غیرقابل مخلوط، شبه مخلوط و مخلوط کامل)
*	دیاگرام تعادلی Fe-C
*	اثر عناصر آلیاژی بر دیاگرام Fe-C
*	آلیاژ آهن با ناحیه گامای بسته و با ناحیه گامای وسیع
*	ساختار قطعات ریختگی
*	جدایش و مغزهدار شدن
*	خواص مکانیکی
*	دیاگرام سه‌تایی

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - توصیف اعوجاج شبکه‌ای ناشی از عناصر آلیاژی و تغییرات ساختاری متعاقب آن
- ۲ - شرح ساختار انجمادی و جدایش با مثالهای مرتبط
- ۳ - توصیف مکانیزمهای رسوب‌گذاری، انواع رسوب و موقعیت آنها در ریزساختار
- ۴ - شرح اصول تغییر فاز و شرایط ایجاد تغییر فاز
- ۵ - شرح اصول مکانیزمهای استحکامبخشی با مثالهای متناسب
- ۶ - تفسیر رابطه ریزساختار و خواص مکانیکی
- ۷ - شرح اصول دیاگرامهای فازی، نحوه رسم و کاربردها
- ۸ - تفسیر رابطه بین ریزساختار و دیاگرام فازی



آلیاژهای آهن-کربن

اهداف

برای IWE: فهم اصول آلیاژسازی آهن با کربن، ساختار کریستالی در شرایط تعادلی و غیرتعادلی و نمایش آنها در دیاگرامهای تغییر فاز

سرفصل	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۴
تغییر فازهای تعادلی و غیرتعادلی	*
دیاگرامهای زمان-دما- تغییر فاز (TTT)	*
انواع مختلف دیاگرامهای TTT (ایزوترم، سرد کردن پیوسته، دیاگرام TTT برای جوشکاری)	*
تأثیر عناصر آلیاژی	*
عناصر کاربیدزا	*
کنترل چقرمگی	*
مفهوم ۵/۲۸	*

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - تفسیر علت ایجاد ساختار مختلف تحت شرایط تعادلی و غیرتعادلی
- ۲ - شرح نحوه استفاده از دیاگرامهای TTT (ایزوترم، سرد کردن پیوسته، دیاگرام TTT برای جوشکاری) برای نشان دادن تشکیل ریزساختارهای خاص در فولاد
- ۳ - پیش‌بینی تغییرات ساختار منجر به استحکام‌بخشی در اثر عناصر آلیاژ با مبنی قراردادن دیاگرامهای TTT
- ۴ - تشریح (برای IWS: توصیف) مکانیزم‌های سخت شدن با توجه به ریزساختارهای تشکیل شده
- ۵ - تفسیر رابطه ریزساختار و چقرمگی



عملیات حرارتی فلزات پایه و اتصالات جوشی

اهداف

برای IWE: فهم جز به جزء اصول متالورژیکی رفتار مواد در عملیات حرارتی

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۴	
*	نرماله کردن
*	سخت کردن
*	سریع سرد کردن و بازگشت (تمپر)
*	آنیل حل سازی
*	همگن سازی
*	تنشزدایی (PWHT)
*	آنیل برای تبلور مجدد
*	رسوب سختی
*	رویه های عملیات حرارتی
*	تجهیزات عملیات حرارتی
*	مقررات (کدها و گزارشهای فنی)
*	اندازه گیری و ثبت دما

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح هر یک از عملیات های حرارتی و اهدافشان
- ۲ - شرح مکانیزم تغییرات ساختاری رخ داده در طی عملیات حرارتی یک ماده
- ۳ - تفسیر اثرات دما و زمان بر تغییرات فازی شامل اثر نرخ تغییر دما
- ۴ - شرح الزامات کد برای عملیات حرارتی و علت تنظیم آنها
- ۵ - پیش بینی ضرورت عملیات حرارتی بعد از جوشکاری بسته به نوع و ضخامت فولاد، کاربرد و استاندارد مربوطه
- ۶ - انتخاب تجهیزات عملیات حرارتی مناسب برای کاربرد داده شده
- ۷ - شرح مفصل اندازه گیری دمای صحیح و ثبت آن برای کاربردهای نمونه



ساختار اتصال جوشی

اهداف

برای IWE: فهم چگونگی تشکیل ساختارهای متالورژیکی مختلف در قطعه جوش شده

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۴	
*	میدان حرارتی
*	معادلات توزیع حرارت
*	حرارت ورودی و راندمان حرارت ورودی
*	دمای پیک (Peak)
*	سرعت خنک شدن و سیکل حرارتی
*	رقت (Dilution)
*	فلز جوش
*	انجماد حوضچه جوش
*	ساختار جوش
*	خط ذوب
*	ناحیه متأثر از حرارت (HAZ)
*	ریزساختار HAZ
*	رشد دانه و ریزشدن دانه
*	رابطه اندازه دانه و چقرمگی
*	دمای تبدیل
*	جوشپذیری (تعاریف)
*	جوشکاری تک پاس و چند پاس

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح توزیع دما در جوشها و ریزساختار منتج از آن
- ۲ - تفسیر اثرات حرارت ورودی، سرد شدن، جوش چند پاس روی انجماد فلز جوش و ریزساختار شکل گرفته
- ۳ - شرح اثرات محافظت جوش، نوع مواد مصرفی بر ریزساختار فلز جوش و خواص آن برای جوش تک پاس در مقابل جوش چند پاس
- ۴ - شرح کامل نواحی HAZ، علت تغییر اندازه دانه و ریزساختار و تأثیرشان بر خواص برای جوش تک پاس در مقابل جوش چند پاس
- ۵ - بحث در مورد جنبه‌های مختلف جوشپذیری
- ۶ - تحلیل تغییر جوشپذیری و ریزساختاری در اثر رقت



فولاد کربنی ساده و فولاد کربن - منگیزی

اهداف

برای IWE, IWT, IWS, IWP: فهم اثرات متالورژیکی در اثر جوشکاری روی فولادهای C-Mn و C

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۶	
*	کاربرد دیاگرامهای TTT
*	اثرات سخت کردن
*	کربن معادل
*	جوش پذیری
*	اثر جوشکاری چند پاس
*	ساختار جوش و HAZ
*	عوامل مؤثر بر ایجاد ترک
*	رابطه حداکثر درصد کربن - سختی
*	رابطه کربن معادل و سختی پذیری
*	تعیین میزان پیشگرم و دمای بین پاسی (نمودارها)
*	شبیه سازی جوش (شبیه سازی سیکل حرارتی جوش)
*	تعیین حرارت ورودی بهینه
*	اثر مهار (Restraint)
*	استانداردها

نتایج مورد نظر برای IWE, IWT

- ۱ - شرح مفهوم و کاربرد کربن معادل
- ۲ - شرح اصول و کاربرد دیاگرامهای TTT (ایزوترم، سرد کردن پیوسته، TTT برای جوشکاری)
- ۳ - پیش بینی ساختار جوش و HAZ برای سیکل حرارتی داده شده
- ۴ - شرح کامل اثر جوش چندپاس روی ساختار و خواص مکانیکی
- ۵ - بحث روی عوامل مؤثر بر ترک سرد
- ۶ - پیش بینی حرارت ورودی بهینه و پیشگرم مناسب برای مواد داده شده، شرایط و کاربردهای با استفاده از کدها و استانداردها



فولادهای ریزدانه

اهداف

برای IWE: فهم اثرات عناصر میکروآلیاژی روی ساختار، خواص مکانیکی و جوش‌پذیری با ارجاع به فولادهای ریزدانه

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۴	
*	مفهوم ریز کردن دانه (عناصر میکروآلیاژی، تشکیل و رقت ذرات)
*	اثر بر خواص مکانیکی
*	گریدهای نرماله شده
*	گریدهای سریع سرد و تمپر شده
*	مفهوم ۵/t۸ و جوش‌پذیری، پیشگرم و دمای بین پاسی
*	استانداردها

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح روشهای مختلف بدست آوردن فولادهای ریزدانه و تاثیر میکروآلیاژسازی
- ۲ - شرح کامل رابطه بین ریزی دانه و خواص مکانیکی
- ۳ - شرح کاربردهای متناسب
- ۴ - تفسیر رابطه بین گرید فولادهای ریزدانه و جوش‌پذیری
- ۵ - شرح کامل فرایندهای جوشکاری قابل استفاده و مشکلات احتمالی
- ۶ - شرح اثر عملیات حرارتی بعد از جوشکاری و تحلیل و استخراج شرایط عملیات حرارتی (به ویژه در دمای خاص)



فولادهای ترمومکانیکی (فولادهای TMCP)

اهداف

برای IWE: فهم اصول فرایند ترمومکانیکی و اثر آن بر خواص مکانیکی و جوش‌پذیری

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۴	
*	اصول عملیات (نورد کنترل شده، تشدید سرد کردن، سرد کردن سریع مستقیم، غیره)
*	ترکیب شیمیایی
*	خواص مکانیکی
*	فولادهای استحکام بالا
*	کاربردها
*	عواقب مرتبط با جوش‌پذیری
*	استانداردها

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح اثرات زمانها و دماهای مختلف عملیات ترمومکانیکی
- ۲ - شرح اصلاحات ساختاری مواد و روشهای کنترل
- ۳ - تفسیر رابطه بین انواع فولادهای ترمومکانیکی و جوش‌پذیری
- ۴ - شرح کامل فرایندهای جوشکاری قابل اعمال و مشکلات احتمالی
- ۵ - شرح اثرات عملیات حرارتی بعد از جوشکاری و تحلیل و استخراج شرایط آن



پدیده ترک جوش در فولادها

اهداف

برای IWE: فهم اصول پایه مکانیزم‌های ترک در اتصالات جوشی و روشی که در آن متغیرها بر وقوع ترک تأثیر می‌گذارند. فهم علل و روشهای اجتناب از آن.

سرفصل	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۶
برای فولادهای C-Mn، کم آلیاژ، پرآلیاژ و زنگ نزن بصورت مقتضی مطالب ذیل:	
ترک سرد: مکانیزم ترک سرد در فلز جوش و HAZ، علتهای و راه جلوگیری از آن	*
اثر هیدروژن، ریزساختار و تنش	*
منابع و نفوذ هیدروژن	*
کنترل هیدروژن	*
ریزساختار حساس و کنترل آن	*
اثر عناصر بر حساسیت به ترک سرد	*
آزمایش حساسیت به ترک سرد	*
اثر پیشگرم	*
اثر فلز جوش آستنیتی	*
ترک گرم: مکانیزم ترک مخصوصاً در فلز جوش، علتهای و راه جلوگیری از آن	*
اثر عناصر آلیاژی، حرارت ورودی، شکل جوش	*
کنترل ترک گرم	*
آزمایش حساسیت به ترک گرم	*
ترک گرم شدن مجدد: مکانیزم ترک در فلز جوش و HAZ، علتهای و روش جلوگیری از آن	*
انواع فولادهای حساس به ترک گرم شدن مجدد	*
اثر عناصر آلیاژی، سیکل حرارتی، تنش	*
ترک در حین عملیات حرارتی و جوشکاری چندپاس	*
کنترل ترک گرم شدن مجدد	*
آزمایش حساسیت به ترک گرم شدن مجدد	*
پارگی لایه‌ای: مکانیزم ترک، علتهای و راه جلوگیری	*
اثر آخال‌ها، پیکربندی اتصال، تنش، هیدروژن و خستگی	*
کنترل پارگی لایه‌ای با کنترل مواد و پیکربندی اتصال	*
آزمایش حساسیت، خواص در ضخامت	*
فولاد مقاوم شده به پارگی لایه‌ای	*



نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - مقایسه مکانیزم متالورژیکی انواع اصلی ترک‌ها
- ۲ - شرح اثر متغیرهای فیزیکی و شیمیایی بر روی هر یک از انواع ترک‌ها
- ۳ - ارزیابی نوع ترک و علت وقوع آنها از روی مطالعه مواد شکسته شده و سابقه آنها
- ۴ - ارزیابی حساسیت به ترک با ارجاع به پارامترهای کلیدی و پیشنهاد راه حل برای جلوگیری از وقوع آنها
- ۵ - انتخاب آزمایشهایی که به دریافت راه حل مشکل ترک کمک نماید.
- ۶ - پیشنهاد روشی که وقوع پارگی لایه‌ای در سازه‌های جوشی را کاهش دهد یا حذف نماید.
- ۷ - ارزیابی اثرات آخال‌ها، پیکربندی اتصال، تنش و خستگی در کنترل ترک جوش



کاربرد فولادهای ساختمانی و پراستحکام

اهداف

برای IWE: فهم مشکلات جوشکاری در جنبه‌های اساسی کاربرد فولادهای ساختمانی و فولادهای پراستحکام با توجه ویژه به خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی

لزم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۲	
*	پلها
*	جرثقیلها
*	ساختمانها
*	کشتیها
*	خطوط لوله
*	مخازن تحت فشار
*	تجهیزات خودرو
*	کاربردهای دما پائین
*	استانداردها

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح کامل اهمیت انتخاب مواد با در نظر گرفتن کاربرد
- ۲ - ارزیابی استفاده از فولادهای پراستحکام و ساختمانی و زمینه‌های کاربردشان
- ۳ - ارائه مثال از کاربردهای عملی و طراحی پلها، جرثقیلها، مخازن تحت فشار، تجهیزات خودرو، ساختمانها، کشتیها، خطوط لوله و غیره.



فولادهای کم آلیاژ برای کاربردهای دما پایین

اهداف

برای IWE: توصیف راه‌حلهایی که نیاز به کاربرد رابطه بین چقرمگی و دما، ساختار متالورژیکی و جوش‌پذیری فولادهای دما پائین دارد.

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل	
		IWE
		۴
*	مطالعه اجمالی انواع فولادهای دما پائین (دارای ۹٪ نیکل)	
*	اثر نیکل بر خواص دمای پائین فولادهای کم آلیاژ	
*	فرایندهای جوشکاری قابل کاربرد	
*	مواد پرکننده	
*	مشکلات جوشکاری و اقدامات پیشگیرانه	
*	خواص و کاربرد انواع مختلف فولادهای دما پائین	
*	کنترل کیفیت اتصال جوشی	
*	استانداردهای فولادهای دما پائین و مواد مصرفی	

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح آزمایش چقرمگی و عوامل مؤثر بر چقرمگی
- ۲ - ارزیابی رابطه ریزساختار و چقرمگی
- ۳ - شناسایی اثر نیکل بر ساختار کریستالی
- ۴ - توصیف اثر درصد نیکل بر جوش‌پذیری
- ۵ - ارزیابی محدوده کاربرد انواع مختلف فولادهای دما پائین



فولادهای کم آلیاژ مقاوم به خزش

اهداف

برای IWE: شرح مختصر جنبه‌های بنیادی پدیده خزش. فهم انواع مختلف فولادهای مقاوم به خزش، ساختار و عناصر آلیاژی آنها

لرزم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۴	
*	مکانیزم شکست خزشی
*	آزمایش مقاومت به خزش
*	آزمایش حساسیت به خزش
*	تردی تمپر، مانند آزمون سرد کردن پلهای
*	پیشبینی عمر باقیمانده
*	مقاومت به اکسید شدن
*	مطالعه اجمالی انواع فولادهای مقاوم به حرارت/خزش
*	فرآیندهای جوشکاری قابل کاربرد
*	فلزات پرکننده- الزامات شیمیایی خاص برای مقاومت به خزش
*	مشکلات جوشکاری و اقدامات پیشگیرانه
*	کنترل کیفی اتصال جوشی
*	استانداردها

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح جنبه‌های بنیادی پدیده خزش و مراحل آن
- ۲ - ارزیابی اثر عناصر آلیاژی و ساختار فولادها بر روی مقاومت خزشی
- ۳ - ارزیابی جوش‌پذیری فولادهای Cr-Mo با در نظر گرفتن فرآیندهای جوشکاری و انواع مواد مصرفی
- ۴ - شناسایی عمر باقیمانده با استفاده از روشهای متداول



مقدمه‌ای بر خوردگی

اهداف

برای IWE: شرح کلی اصول انواع مختلف خوردگی

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۶	
*	مقدمه‌ای بر الکتروشیمی
*	پتانسیل اکسایش کاهش (Ox/Red)
*	غیرفعال شدن
*	خوردگی همه‌جانبه
*	خوردگی اختلاف دمشی
*	حفاظت آندی و کاتدی
*	انواع خوردگی (بین دانه‌های، میان دانه‌های، حفره‌دار شدن، شیاری و خوردگی تنشی)
*	اسیدشویی و غیرفعال شدن
*	تست خوردگی

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح پدیده‌های شیمیایی و الکتروشیمی در خوردگی
- ۲ - بیان اصولی که در مکانیسم‌های انواع مختلف خوردگی دخیل هستند
- ۳ - شناخت روشهای حفاظت معمول



فولادهای (زنگزن) پرآلیاژ

اهداف

برای IWE: شرح اصول انواع فولاد زنگ زن و جوش پذیری آنها شامل جوشکاری مواد نامتشابه و انتخاب فلز پرکننده

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۸	
*	اثر عناصر آلیاژی
*	سیستمهای Fe-Cr-Ni و Fe-Cr، Fe-Ni
*	عناصر تشکیل دهنده آستنیت و فریت
*	اثر نیتروژن
*	Ni و Cr معادل
*	دیگرام شفلر، دلونگ و سایر دیگرامهای پیشبینی ساختار
*	مفهوم جوشپذیری $t_{12/8}$
*	اندازه گیری محتوای فریت
*	مطالعه اجمالی فولادهای زنگ زن (آستنیته کامل، فریتدار، فریتی، مارتنزیتی، دوتایی، مقاوم به مواد شیمیایی، مقاوم به خزش، مقاوم به حرارت، دما پایین)
*	تخریب خطی (Knife-line attack)
*	تردی دمای ۴۷۵ درجه سانتیگراد
*	تحلیل رفتن جوش (خوردگی بین دانه‌ای)
*	شاخص حفره دار شدن
*	فرایندهای جوشکاری قابل کاربرد
*	انواع فلزات پرکننده
*	گازهای پشتبند و محافظ
*	جوشکاری فولادهای زنگزن، جزئیات اتصال
*	عملیات حرارتی، عملیات حرارتی بعد از جوش (PWHT)
*	غیرفعال سازی (Passivation)، استانداردها

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - ارزیابی ساختار انواع مختلف فولادهای زنگزن؛ فلزات پایه، فلز جوش و HAZ
- ۲ - شناسائی نتایج جوشکاری یک فولاد پرآلیاژ داده شده با استفاده از دیگرام فازی Fe-Ni-Cr
- ۳ - بیان اصول حاکم بر پدیده‌های تردی
- ۴ - بیان اصول حاکم بر پدیده‌های خوردگی
- ۵ - شناسائی نتایج جوشکاری یک فولاد پرآلیاژ داده شده با استفاده از دیگرام فازی Fe-Ni-Cr و محتوای کربنهای مختلف
- ۶ - پیشبینی انتخاب مواد مصرفی برای هر فولاد زنگزن با استفاده از دیگرامهای مختلف
- ۷ - پیشبینی ضرورت عملیات بعد از جوشکاری



مقدمه‌ای بر سایش

اهداف

برای IWE: شناخت مبانی سایش و نحوه کنترل آن

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۲	
*	انواع مختلف سایش (اصطکاک هیدرودینامیکی، واکنش، سایش لایه‌ای، سایش چسبنده، سایش خراشان، سایش خستگی، Fretting، خوردگی سایشی، ایجاد حفره، ضربه ای، حرارتی، دینامیکی)
*	Buttering
*	آزمون سایش

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - توصیف وضعیت سایش و مکانیسمهای مختلف آن
- ۲ - تشخیص اصول و نتایج آزمونهای انجام شده برای تعیین مقاومت به سایش
- ۳ - توصیف رویه‌ها و اقدامات پیشگیرانه طراحی شده برای اجتناب از سایش بیش از حد



لایه‌های محافظ

اهداف

برای IWE: شناخت اصول، روشهای ایجاد لایه‌های محافظ و مواد بکار رفته

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۴	
*	روکش کاری (Cladding) دلایل روکش کاری
*	فرایندهای روکش کاری (رقت)
*	اتصال فولادهای روکش کاری شده
*	طراحی اتصال و رویه‌های جوشکاری از لحاظ دسترسی به اتصال
*	کاربردها
*	استانداردها
*	جوشکاری آسترها (Linings)
*	طراحی اتصال و رویه‌های جوشکاری
*	عملیات سطحی: لایه های مقاوم به خوردگی
*	لایه های مقاوم به سایش
*	روکشدهی (آبکاریها) فولادهای آبکاری شده
*	فولادهای گالوانیزه (سیلسیم دار)
*	رنگ آمیزی
*	مشکلات اتصال

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - توصیف تکنیک‌های مختلف ایجاد لایه‌های محافظ
- ۲ - طراحی جوشهای حاوی لایه‌های محافظ و بیان دلایل انتخاب مواد
- ۳ - ارزیابی مشکلات هر یک از روشها و راه حل آنها



فولادهای پرآلیاژ مقاوم به حرارت و مقاوم به خزش

اهداف

برای IWE: شناخت رابطه بین ریزساختار و مقاومت به خزش و آگاهی از انواع مختلف فولادهای مقاوم به خزش و مقاوم به حرارت

سرفصل	لزم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۲
مقاومت به خزش فولادهای پرآلیاژ	*
مکانیزمهای مقاومت به حرارت	*
انواع فولادهای مقاوم به خزش	*
انواع فولادهای مقاوم به حرارت (آستنیتی، فريتی)	*
جوشپذیری و انتخاب مواد مصرفی	*
کاربردها و مشکلات خاص	*
استانداردها	*

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - تشخیص اثر عناصر آلیاژی بر مقاومت به خزش و مقاومت به حرارت
- ۲ - ارزیابی جزئیات پدیده‌های ریزساختاری که در دمای بالا در ماده رخ می‌دهد.
- ۳ - شناخت انواع فولادهای مقاوم به حرارت و مقاوم به خزش
- ۴ - ارزیابی جوش‌پذیری انواع فولادهای مقاوم به حرارت و مقاوم به خزش



فولادها و چدن‌های ریختگی

اهداف

برای IWE: شرح مختصر انواع مختلف فولاد و چدن ریختگی، زمینه‌های کاربرد و جوش‌پذیری آنها

سرفصل	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۲
مطالعهٔ اجمالی فولادهای ریختگی	*
مطالعهٔ اجمالی چدنهای ریختگی	*
فرایندها و رویه‌های جوشکاری قابل کاربرد در جوشکاری قطعات چدنی	*
جوش‌پذیری	*
مواد پرکننده	*
کاربرد و مشکلات جوشکاری خاص	*
استانداردها	*

نتایج مورد نظر برای IWE:

- ۱ - تشریح دیاگرام آهن-کربن با توجه ویژه به کربن بالای ۲ درصد
- ۲ - شناخت انواع مختلف چدن و فولاد ریختگی ترکیب شیمیایی و ساختار بلوری
- ۳ - ارزیابی مشکلات جوش‌پذیری و فرایندهای جوشکاری قابل کاربرد و انواع مواد مصرفی برای جوشکاری چدن‌های ریختگی



مس و آلیاژهای مس

اهداف

برای IWE: شرح مختصر زمینه‌های کاربرد مس و جوش‌پذیری مس و آلیاژهای مس

سرفصل	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۴
مطالعه اجمالی دسته بندی مس و آلیاژهای مس	*
اکسیژن زدایی و جوش‌پذیری	*
خواص فیزیکی و مکانیکی	*
فرایندهای اتصال قابل کاربرد (جوشکاری، لحیمکاری نرم و سخت، جوشکاری نفوذی)	*
فلزات پرکننده	*
گازهای پشت بند و محافظ	*
کاربرد و مشکلات خاص	*
استانداردها	*

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح متالورژی مس و آلیاژهای مس
- ۲ - شرح جوش‌پذیری مس و آلیاژهای مس شامل جوشهای نامتشابه
- ۳ - شرح فرایندهای جوشکاری قابل کاربرد و انواع مواد مصرفی برای جوشکاری مس و آلیاژهای آن.
- ۴ - شرح گستره کاربرد مس و آلیاژهای مس



نیکل و آلیاژهای نیکل

اهداف

برای IWE: شرح مختصر زمینه‌های کاربرد و جوش‌پذیری نیکل و آلیاژهای نیکل

سرفصل	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۴
مطالعه اجمالی دسته‌بندی نیکل و آلیاژهای نیکل	*
فراایندهای جوشکاری قابل کاربرد و فلزات پرکننده	*
گازهای محافظ و پشتبند	*
مشکلات جوشکاری (ترک گرم) و راه جلوگیری	*
کنترل کیفیت اتصالات جوشی	*

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح متالورژی نیکل و آلیاژهای نیکل
- ۲ - شرح جوش‌پذیری نیکل و آلیاژهای نیکل
- ۳ - شرح فراایندهای جوشکاری قابل کاربرد و انواع مواد مصرفی برای جوشکاری نیکل و آلیاژهای نیکل
- ۴ - تشریح مثالهایی در مورد زمینه‌های کاربرد نیکل و آلیاژهای نیکل



آلومینیوم و آلیاژهای آلومینیوم

اهداف

برای IWE: شرح مختصر زمینه‌های کاربرد و جوش‌پذیری آلومینیوم و آلیاژهای آلومینیوم

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۶	
*	مطالعهٔ اجمالی بر دسته‌بندی آلومینیوم و آلیاژهای آن (خالص، غیرقابل عملیات حرارتی، عملیات حرارتی پذیر)
*	جوش‌پذیری
*	آماده‌سازی اتصال
*	فرایندهای جوشکاری قابل کاربرد
*	تمیزکاری لایه اکسید (تمیزکاری کاتدی، پشت‌بند قوس، محافظ دنباله‌رو)
*	فلزات پرکننده (انتخاب، انبار و حمل و نقل)
*	گازهای محافظ و پشت‌بند
*	مشکلات جوشکاری، (نرم شدن HAZ، مک و ترک گرم، دیگرامهای ترک، اعوجاج) و راههای جلوگیری از آن
*	جزئیات طراحی
*	کاربرد و مشکلات خاص (سازههای سبک، کاربردهای دمای پائین)

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح متالورژی جوشکاری آلومینیوم و آلیاژهای آلومینیوم
- ۲ - شرح جوش‌پذیری آلومینیوم و آلیاژهای آلومینیوم شامل اتصال نامتشابه.
- ۳ - شرح فرایندهای جوشکاری قابل کاربرد و انواع مواد مصرفی برای آلومینیوم و آلیاژهای آلومینیوم
- ۴ - شرح گستره کاربرد آلومینیوم و آلیاژهای آلومینیوم



سایر فلزات و آلیاژها

اهداف

برای IWE: درک اصول متالورژی، کاربردها و جوش پذیری فلزات مشخص شده

سرفصل	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۲
تیتانیوم	*
منیزیم	*
تانتالوم	*
زیرکونیم	*
فرایندهای جوشکاری قابل کاربرد و فلزات پرکننده	*
مسائل خاص	*

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح متالورژی جوشکاری فلزات مشخص شده
- ۲ - شرح جوش پذیری این فلزات
- ۳ - شرح فرایندهای جوشکاری قابل استفاده و کاربردها



اتصال مواد نامتشابه

اهداف

برای IWE: شرح مختصر اصول اتصال مواد نامتشابه و مشکلات آن

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۴	
*	اصول
*	استفاده از دیاگرام شفلر/دلونگ برای جوشکاری فلزات نامتشابه
*	انتخاب فرایند
*	اثر رقت
*	مواد مصرفی
*	مشکلات جوشکاری و معیارها (تشکیل ترکیب بین فلزی، مهاجرت کربن)
*	شکست در حین کار (خستگی، جداشدن)
*	کاربردهای نمونه اتصال فولاد پرآلیاژ و فولاد نرم
*	اتصال فولاد زنگ نزن و فولاد نرم
*	اتصال آلیاژهای CuNi با فولاد نرم/فولاد زنگ نزن
*	اتصال آلیاژهای Ni با فولاد نرم
*	اتصال فولاد زنگ نزن و آلیاژهای مس
*	اتصال فولاد Al/ آلیاژهای آلومینیوم
*	اتصال Cu و Al/ آلیاژهای Al
*	اتصال Ni و Cu

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح جنبه‌های متالورژی و جوش‌پذیری در اتصال مواد نامتشابه
- ۲ - تفسیر و استفاده از دیاگرام شفلر/دلونگ
- ۳ - انتخاب روش جوشکاری که مشکلات متالورژیکی را کاهش می‌دهد.
- ۴ - تفسیر انتخاب صحیح فلز پرکننده



آزمایشهای متالوگرافی

اهداف

برای IWE: درک جزئیات ساختار بلوری و کاربرد آزمون متالوگرافی

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۶	
*	آماده سازی نمونه برای بررسی ساختار میکرو و ماکرو
*	بررسی ساختار میکرو و ماکرو
*	آنالیز شیمیایی میکرو از ساختار کریستالی
*	استانداردهای مرجع EN ۱۳۲۱, CR ۱۲۳۶۳

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح عمومی و توانایی استفاده از روشهای آماده سازی مواد
- ۲ - شرح جنبه های بررسی میکرو و ماکرو
- ۳ - تفسیر ساختار میکرو و ماکرو، نواقص متالورژیکی



ماژول ۳: طراحی و ساخت

تئوری مقدماتی سیستمهای سازه‌ای

اهداف

برای IWE: درک اثر نیروهای خارجی بر سازه‌ها، انواع سیستمهای سازه‌ای و رابطه بین نیروهای خارجی و داخلی

سرفصل	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۴
عناصر سازه‌ای (کابل‌ها، میله‌ها، تیرها، صفحه‌ها، اسلب‌ها و پوسته‌ها)	*
تئوری نیروها	*
ترکیب و تجزیه نیروها	*
تعادل نیروها و گشتاورها	*
یاتاقان‌ها، قیود و انواع اتصالات	*
تعادل سیستمهای سازه‌ای	*
سیستمهای معین و نامعین استاتیکی	*
تنش ناشی از نیروهای خارجی در سیستمهای سازه‌ای	*
رابطه بین بارهای خارجی و نیروهای داخلی	*
محاسبه و تعیین نیروهای داخلی و گشتاورها در سازه‌ها معین ساده	*

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - تشریح ترکیب نیروها
- ۲ - تشریح تجزیه نیروها
- ۳ - تعریف شرایط تعادل
- ۴ - تشریح تعادل سیستمهای سازه‌ای
- ۵ - شرح یاتاقانها، قیود و انواع اتصالات
- ۶ - شرح تفاوت بین سازه‌های معین و نامعین استاتیکی
- ۷ - تعیین نیروهای داخلی و گشتاور در سازه‌های ساده معین
- ۸ - شرح و ترسیم نیروی برشی و گشتاور خمشی در یک سازه معین استاتیکی با یک بارگذاری ساده



مبانی استحکام مواد

اهداف

برای IWE: فهم اصول مؤثر در رفتار ساختارهای تحت شرایط بارگذاری مختلف.

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۴	
*	انواع تنشها (عمودی، برشی)
*	انواع تغییر شکل (کرنش محوری، کرنش برشی)
*	رابطه تنش-کرنش، تئوریهای تسلیم
*	تغییر شکل پلاستیک و الاستیک
*	مدول یانگ، مدول برشی
*	خواص مشخصه ماده
*	تنشهای مختلف ناشی از نیروها و گشتارهای داخلی
*	انواع مختلف خواص سطوح
*	محاسبه خواص سطوح
*	محاسبه تنشها

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح انواع مختلف تنش (نرمال و برشی)
- ۲ - شرح انواع مختلف تغییر شکل (کرنش محوری و برشی)
- ۳ - شرح روابط تنش-کرنش
- ۴ - استخراج مدول یانگ و مدول برشی از روابط تنش-کرنش
- ۵ - شرح چگونگی تعیین خواص مشخصه مواد
- ۶ - شرح تنشهای مختلف ناشی از نیروها و گشتارهای داخلی
- ۷ - محاسبه انواع خواص سطوح
- ۸ - محاسبه تنشها



طراحی اتصال جوش

اهداف

برای IWE: طراحی و رسم جزئیات جوش براساس مواد داده شده، ضخامت دیواره، دسترسی، بارگذاری، فرایند جوشکاری، وضعیت جوشکاری، NDT، تجهیزات موجود، تلورانس

سرفصل	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۴
مقدمه (اهمیت طراحی اتصال جوش و شکل شیار، تأثیر بر تنشها و اعوجاج جوشکاری)	*
انواع اتصالات جوشی (EN14324 ، ISO9692 لحیمکاری سخت	*
اهمیت طراحی اتصال جوش و شکل شیار، انواع اتصالات جوش و طراحی	*
دسته‌بندی شکل شیارها (براساس نوع مواد، ضخامت، فرایند جوشکاری، دسترسی)	*
الزامات تلورانس (ISO ۱۳۹۲۰)	*
علائم جوشکاری روی نقشه‌ها، علائم شکل شیارها	*
حالت علامت گذاری مطابق ISO ۲۵۵۳	*
استانداردهای ملی	*

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - دسته بندی انواع مختلف اتصال جوش
- ۲ - طراحی یک جوش با توجه به شرایط داده شده
- ۳ - استفاده مناسب از علائم جوش
- ۴ - شرح نمادهای جوشکاری و لحیم کاری بر روی نقشه‌ها



اصول طراحی سازه‌های جوش

اهداف

برای IWE: فهم رابطه بین نیروهای خارجی وارد بر سازه و تنشهای ناشی از آنها با توجه ویژه به جوشها.

سرفصل	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۸
انواع تنشها در اتصالات جوشی (تنش نرمال، تنش نقطه‌ای داغ، تنش فاق (Notch))	*
تنش در جوشهای سربه‌سر، تنش در جوشهای گوشه	*
محاسبه خواص سطح در اتصالات جوشی	*
تعیین تنش نرمال در جوشهای تک پاس	*
تعیین مقادیر مرجع تنش با توجه به تنشهای چند محوری	*
تعیین مقاومت اتصالات جوش قوسی و جوش مقاومتی	*
مثالهای واقعی از محاسبه تنش نرمال در اتصالات جوشی	*

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - تشریح انواع تنشهای موجود در اتصالات جوشی
- ۲ - محاسبات دقیق اتصالات جوشی ساده (نیروهای داخلی)
- ۳ - محاسبات مربوط به سطح مقطع اتصالات جوشی
- ۴ - محاسبه تنشهای اسمی در جوشها
- ۵ - محاسبه تنشهای مرکب در جوشها (برهم نهی)



رفتار سازه‌های جوشی تحت انواع مختلف بارگذاری

اهداف

برای IWE: فهم انواع مختلف بارگذاری و تأثیر شرایط محیطی بر سازه‌ها

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۴	
*	استحکام استاتیک
*	استحکام دما بالا
*	استحکام دما پایین
*	مقاومت به خزش
*	رفتار در مقابل ضربه
*	اثر فاق (Notch) و عیوب جوش
*	انواع شکست (شکست نرم، شکست خستگی، شکست ترد، پارگی صفحه‌ای)
*	انتخاب گروه‌های کیفی فولاد
*	داده‌های معمول برای فولادهای متداول
*	استفاده از استانداردها و مشخصات فنی

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - تشریح الزامات با توجه به انواع مختلف بارگذاری و دما
- ۲ - تعیین موادی که پاسخگوی شرایط بارگذاری و دما هستند
- ۳ - انتخاب مواد مناسب برای یک کاربرد خاص
- ۴ - شرح انواع مختلف شکست (شکست نرم، شکست خستگی، شکست ترد، پارگی صفحه‌ای)



طراحی سازه‌های جوشی تحت بارگذاری استاتیکی

اهداف

برای IWE: توانایی طراحی و محاسبه اتصال و تمام جزئیات مربوط به سازه‌های فلزی جوشی

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۸	
*	سازه‌های فولادی شامل سازه‌های سبک
*	جزئیات سازه‌های (اتصالات سپری و سر به سر، استفاده از مقاطع نوردی (H, I, U, T)، زاویه، غیره)، اتصالات جوش، اتصالات گوشه، سازه‌های مقید شده و تقویت شده، بادبند/مهاربندی، سازه‌های شبکه‌ای، ستون‌ها، تکیهگاه‌ها، سازه‌های قابی)
*	استفاده از انواع مختلف جوش با توجه به نوع اتصال
*	استفاده از استانداردها و مشخصات فنی
*	مثالهای کار شده

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - طراحی شایسته نواحی مختلف اتصال
- ۲ - محاسبه مناسب شکل هندسی جوش
- ۳ - محاسبه تنش در جوشها
- ۴ - بیان تنشها در قابها
- ۵ - نام بردن از تنشها در جوشهای قابها
- ۶ - آگاهی دقیق در مورد مزایا و معایب انواع مختلف جوشها



رفتار سازه‌های جوش تحت بارگذاری دینامیکی

اهداف

برای IWE: فهم کلی ایجاد خستگی، محاسبه سیکل‌های بار، اثر شیار و راه‌های پیشگیری

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۶	
*	انواع بارگذاری سیکلی
*	تحلیل تنش آماری روی سازه‌های حقیقی
*	دیاگرام S-N
*	تجمع تنش
*	استحکام خستگی (کم چرخه و غیره)
*	اثر تنش متوسط
*	اثر محدوده تنش
*	توزیع تنش
*	اثر شیار
*	اثر عیوب جوش
*	روشهای بهبود عمر خستگی (چکش کاری (Peening) تمیزکاری با تیگ، سنگ زنی، چکشکاری (Hammering، تنش‌دایی و غیره)
*	استانداردها
*	قانون پالمگرن- ماینر
*	دسته‌بندی اتصالات جوشی

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - رسم و استفاده از دیاگرام S-N
- ۲ - توصیف روشهای شمارش سیکل‌های اعمال نیرو
- ۳ - محاسبه نسبت تنش
- ۴ - شرح اثرات شیارها و عیوب جوش
- ۵ - شرح اصلاحات ممکنه جوش برای بهبود عملکرد



طراحی سازه‌های جوشی تحت بارگذاری دینامیکی

اهداف

برای IWE: شناخت جزئیات طراحی و انواع شیارها در سازه جوش تحت بارگذاری دینامیکی در زمینه‌های مختلف کاربردی

سرفصل	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۸
زمینه‌های کاربرد: پلها، جرثقیل‌ها، ماشینها، کشتیها، سازه‌های ستونی نفتی، دودکشهای صنعتی، برجها، دکل حفاری، خودروها (ماشین، کامیون، ریل راه آهن و غیره)	*
معیارهای پذیرش	*
استفاده از استانداردها و مشخصات فنی	*
مثالهای کار شده	*

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - طراحی اتصالات جوشی مطابق جزئیات داده شده
- ۲ - تفسیر اثر شیار بر دسته‌بندی اتصالات جوشی
- ۳ - تفسیر استانداردهای مناسب
- ۴ - مقایسه استانداردهای مختلف و دسته‌بندی آنها



طراحی سازه‌های جوشی تحت فشار

اهداف

برای IWE: شناخت الزامات خاص طراحی و ساخت اجزاء سازه در این زمینه از کاربردها با در نظر گرفتن محاسبات جوشها

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۶	
*	ساخت بویلرها، مخازن تحت فشار، خطوط لوله، غیره
*	محاسبات (فرمولها) جوشها
*	کاربردهای دما بالا و پایین
*	جزئیات طراحی (فلنجهای، نازلها، بدنه‌ها، ورقه‌های جبرانی، غیره)
*	بکار بردن مقررات و اصول طراحی، استانداردها و مشخصات فنی
*	مثالهای کار شده از ساخت و طراحی

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح مزایای جوشهایی با جزئیات مختلف
- ۲ - شرح طراحی جزئیات یک جوش سازه‌ای داده شده
- ۳ - تفسیر استانداردهای مرتبط
- ۴ - محاسبه جوشهای طولی و محیطی
- ۵ - طراحی جزئیات جوش سازه‌ای داده شده
- ۶ - شرح مزایای سازه‌هایی با جزئیات مختلف



طراحی سازه‌های آلیاژهای آلومینیوم

اهداف

برای IWE: شناخت رفتار سازه‌های آلومینیومی جوشی با در نظر گرفتن استحکام، تنش و طراحی

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۴	
*	مقایسه طراحی سازه‌های فولادی و آلومینیومی
*	سازه‌های سبک وزن
*	آلیاژهای استاندارد برای کاربرد عملی و تنش و کرنش‌های مرتبط
*	اثر منطقه متأثر از حرارت (HAZ) (نرم شدن)
*	طراحی خاص با در نظر گرفتن پروفیلها
*	اهمیت عیوب
*	گستره کاربرد (خودرو، کشتیها، هواپیما، مخازن و محفظه‌ها)
*	کاربرد استانداردهای ساخت و طراحی
*	مثالهای کار شده

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱- تفسیر نرم شدن HAZ
- ۲ - طراحی پروفیل‌های آلومینیوم برای کاربردهای داده شده
- ۳ - بحث درباره چگونگی رفع نواقص متداول در جوش آلومینیوم
- ۴ - شرح تنش و کرنش در یک قطعه جوشی آلومینیومی
- ۵ - شرح استحکام آلیاژهای مختلف
- ۶ - انتخاب آلیاژ برای کاربرد مشخص شده



اتصالات جوشی فولادهای تقویت کننده

اهداف

برای IWE: درک اصول انتخاب اتصال ها و طراحی آنها

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۲	
*	انواع فولادهای تقویت کننده، خواص آنها
*	بارگذاری مستقیم و غیر مستقیم
*	انواع اتصالات استفاده شده (lap, cruciform)
*	محاسبه
*	جوشپذیری با توجه به استحکام اتصال جوشکاری شده
*	پیشگرم با توجه به قطر میله
*	کاربرد فرایندهای جوشکاری
*	استانداردها و مشخصات فنی (استانداردهای ملی و سری ISO ۱۷۶۶۰)

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح کامل اصول اتصال های مختلف
- ۲ - تشخیص تفاوت بین اتصال های حامل بار و اتصال های غیر حامل
- ۳ - شرح جزئیات فرایندهای قابل استفاده
- ۴ - تعیین طول جوش با توجه به قطر
- ۵ - تعیین دمای پیشگرم لازم



مقدمه‌ای بر مکانیک شکست

اهداف

برای IWE: فهم استفاده از مکانیک شکست در سازه‌های جوشکاری شده

سرفصل	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۶
دیدگاه مکانیک شکست	*
کاربرد مکانیک شکست	*
مکانیک شکست الاستیک خطی	*
اصول مکانیک شکست الاستیک-پلاستیک	*
اندازه بحرانی نقص، مقدار KIC	*
تست مکانیک شکست (CTOD) و غیره	*
رشد ترک قبل از مقدار بحرانی	*
تست خستگی	*
استانداردها	*

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح اصول مکانیک شکست الاستیک خطی و الاستیک-پلاستیک
- ۲ - توصیف عوامل بر مکانیک شکست الاستیک خطی و الاستیک-پلاستیک
- ۳ - توصیف کاربرد مکانیک شکست برای سازه‌های تحت بارگذاری دینامیکی
- ۴ - توصیف تست مکانیک شکست



ماژول ۴: مهندسی تولید

مقدمه‌ای بر تضمین کیفیت در سازه‌های جوشی

اهداف

برای IWE: فهم اصول تضمین کیفیت و کنترل کیفیت و شناخت استانداردها و کاربرد آنها در محصولات جوشی به عنوان یک فرایند ویژه

سرفصل	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۶
مفهوم کنترل کیفیت و تضمین کیفیت (شامل آنالیز، بهبود مستمر)	*
جوش پذیری	*
نظامنامه کیفیت	*
برنامه کیفیت	*
ممیزی کارخانه	*
پرسنل و تجهیزات	*
تعمیر و نگهداری	*
بازرسی	*
وظیفه مهندس/تکنولوژیست/متخصص/امری جوشکاری در کارهای مختلف صنایع	*
استانداردهای سری ISO ۹۰۰۰، سری ISO ۳۸۳۴، راهنمای QMS و استانداردهای ملی	*

ن

تایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح اصول کنترل کیفیت و تضمین کیفیت و کاربرد آنها در تولیدات جوش
- ۲ - توانایی نوشتن رویه‌های کنترل کیفیت و برنامه کیفیت برای سازه‌های جوشی
- ۳ - تشریح اهداف ممیزی کارخانه
- ۴ - توانایی ممیزی فعالیتهای مرتبط با جوشکاری، پرسنل، تجهیزات و غیره
- ۵ - تفسیر مناسب استانداردها (مانند سری‌های ISO ۹۰۰۰ و ISO ۳۸۳۴)
- ۶ - شرح کامل عوامل اصلی مرتبط به پرسنل و تجهیزات که بر کیفیت تولیدات جوشی تأثیر می‌گذارند.
- ۷ - شرح نقش مهندس جوشکاری در صنعت تولیدات جوشی



کنترل کیفیت در حین ساخت

اهداف

برای IWE, IWT, IWS, IWP: شرح الزامات و وظایف کنترل کیفیت در حین ساخت. شرح استانداردهای مرتبط با صحت گذاری جوشکاران و رویه جوشکاری شامل قابلیت ردیابی، نیاز به کالیبراسیون و پایش متغیرهای جوشکاری.

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن		سرفصل
IWE	۱۴	
*		مستندسازی (مانند WPS) با توجه به استانداردهای ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی
*		مزایای کنترل کیفی برای کیفیت سازه جوشی
*		ترتیب جوشکاری
*		کارکنان بازرسی و هماهنگی جوشکاری؛ وظایف و مسئولیتها (ISO ۱۴۷۳۱)، ISO ۹۷۱۲ و استانداردهای ملی
*		صحت گذاری رویه‌ها (ISO ۱۵۶۰۷) و استانداردهای ملی
*		مشخصات رویه جوشکاری (WPS)؛ چگونگی ایجاد و توسعه
*		تأیید صلاحیت جوشکاران (EN ۲۸۷ - ۱، ISO ۹۶۰۶) و استانداردهای ملی
*		تأیید صلاحیت اپراتورهای جوشکاری (EN ۱۴۱۸) استانداردهای ملی و ISO
*		قابلیت ردیابی (شناسایی مواد، جوشکاران، رویه‌ها، گواهینامه‌ها)
*		روشهای پایش، کنترل و ذخیره داده‌های ساخت
*		تنظیم و اعتبارسنجی تجهیزات اندازه گیری
تمرینهای عملی		
IWE - صحت گذاری رویه جوشکاری		IWE - صحت گذاری جوشکاران و اپراتورها
IWT - صحت گذاری جوشکاران و اپراتورها		IWS - صحت گذاری رویه جوشکاری
IWP - صحت گذاری رویه جوشکاری		IWS - صحت گذاری جوشکاران و اپراتورها

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح هدف اصلی WPS/PQR و دستاورد آن برای کیفیت سازه جوشکاری شده
- ۲ - گردآوری و بازنگری اطلاعات WPS مطابق با استانداردهای ملی و بین‌المللی
- ۳ - تفسیر استاندارد مناسب برای صحت گذاری WPS، تعیین متغیرهای اصلی صحت گذاری یک WPS خاص و تشخیص گستره صحت گذاری آن
- ۴ - شرح هدف اصلی تأیید صلاحیت جوشکاران و دستاورد آن برای کیفیت سازه جوشکاری شده
- ۵ - تفسیر استاندارد مناسب برای صحت گذاری جوشکاران تعیین متغیرهای اصلی صحت گذاری جوشکاران و تشخیص گستره صحت گذاری آن
- ۶ - شرح هدف اصلی تأیید صلاحیت اپراتورهای جوشکاری و دستاورد آن برای کیفیت سازه جوشکاری شده
- ۷ - تفسیر استاندارد مناسب برای صحت گذاری اپراتورهای جوشکاری، تعیین متغیرهای اصلی صحت گذاری اپراتورهای جوشکاری و تشخیص گستره صحت گذاری آن
- ۸ - شرح الزامات قابلیت ردیابی برای رویه‌ها و گواهینامه‌ها
- ۹ - شرح روشهای ممکن برای پایش و ذخیره اطلاعات ساخت
- ۱۰ - شرح الزامات کالیبراسیون برای تجهیزات اندازه گیری و دلیل نیاز به آنها
- ۱۱ - شرح کامل وظایف و مسئولیت‌های کارکنان هماهنگی جوشکاری
- ۱۲ - شرح کامل وظایف و مسئولیت‌های کارکنان مختلف بازرسی



تنشهای پسماند و اعوجاج

اهداف

برای IWE: شرح عوامل موثر بر تنش جوشکاری و اعوجاج در سازه‌های جوشکاری شده و چگونگی اندازه‌گیری و به حداقل رساندن این تنشها

سرفصل	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۶
عوامل موثر	*
داده‌های حرارتی مواد	*
مبدأ تنشهای پسماند و تغییر شکل	*
اندازه تنشهای انقباضی طولی و عرضی	*
رابطه بین حرارت ورودی، تنشهای انقباضی و اعوجاج	*
روشهای اندازه‌گیری تنش پسماند	*
تکنیکهای ترتیب جوش	*
تاثیر تنشهای پسماند بر رفتار سازه در حین سرویس	*
روشهای کاهش تنش پسماند و اعوجاج	*
اصلاح و رفع تغییر فرم ناشی از جوشکاری (پرس، نورد، گرم کردن موضعی و غیره)	*
مثالهای کنترل اعوجاج	*

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح کامل مبدأ و اندازه تنشهای پسماند و اعوجاج در سازه‌های جوشکاری شده.
- ۲ - پیش بینی کمی میزان انقباض و اعوجاج در سازه‌های جوشکاری شده.
- ۳ - تدوین رویه برای به حداقل رساندن تنشهای پسماند و اعوجاج
- ۴ - شرح چگونگی تاثیر تنش پسماند بر رفتار سازه‌های جوشکاری شده در حین کار



امکانات کارخانه، جیگ و فیکسچرهای جوشکاری

اهداف

برای IWE: درک دلیل نیاز به جیگ و فیکسچر و وسایل جانبی، کارکرد آنها از لحاظ کیفیت، اقتصاد و محیط

سرفصل	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۴
نمای خط تولید	*
جیگ، فیکسچر و موقعیت یاب (Positioner) (انواع، کاربردها، مزایا و نکات ویژه)	*
Roller blades, manipulators	*
کابلها، تجهیزات الکترونیکی و نکات ویژه	*
محیط عملیاتی	*
تجهیزات کمکی (برای فیتآپ، انتقال، گاز پشتبند، دیسک و غیره)	*
تجهیزات تهویه (انواع، جریان هوا)	*
فیتآپ اتصال	*
خال جوش زدن و برداشتن آنها	*
انبار کردن، توزیع و انتقال مواد مصرفی (گازها و مواد مصرفی، کورههای پخت)	*
تجهیزات پیشگرم، پسگرم و دیگر عملیاتیهای حرارتی و وسایل کنترل دمای کورهها و عملیات حرارتی موضعی	*
نگهداری	*

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - تشریح جزئیات بخشهای مختلف کارخانه برای بهبود تولید و افزایش ایمنی و راحتی کار
- ۲ - شرح کامل مزایای استفاده از انواع جیگ، فیکسچر و موقعیت یاب
- ۳ - پیش بینی جیگ، فیکسچر و موقعیت یابی که باید برای یک سازه بخصوص استفاده شود
- ۴ - پیش بینی تجهیزات جانبی که باید برای یک سازه بخصوص استفاده شود مانند کابلها، قابها و تجهیزات حرارتی و کنترل دما
- ۵ - شرح کامل تجهیزات لازم برای انبارش و حمل و نقل مواد مصرفی
- ۶ - شرح کامل تجهیزات لازم برای فیتآپ و خال جوش زدن



ایمنی و بهداشت

اهداف

برای IWE: فهم اصول ایمنی و بهداشت فرایند تولید و جوشکاری شامل روشهای کاهش خطرات

سرفصل	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۴
مقدمه‌ای بر الزامات ایمنی و بهداشت	*
مطالعه اجمالی جنبه‌های محیطی و ارزیابی ریسک	*
خطرات منابع الکتریکی	*
میدانهای الکترومغناطیسی	*
اتصال تجهیزات	*
مشکلات گازهای محافظ	*
تشعشعات و حفاظت چشم	*
انتشار دود جوشکاری	*
حدود در معرض اشعه بودن MAC و OEL	*
مکش دود و بخارات و تهویه	*
علم بهداشت محیط کار	*
تعیین میزان نشرهای مجاز	*
آزمایش برای اندازه‌گیری نشر	*
سطوح صدا و محافظت گوش	*
ریسک‌های ویژه فرآیندهای اتوماتیک شده	*
استانداردها و مقررات	*

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح عوامل خطرزا در ارتباط با جوشکاری شامل برق، گازها، دودها، آتش، نور و سر و صدا
- ۲ - تفسیر مقررات ایمنی و بهداشت نسبت به خطرات فوق
- ۳ - استنتاج میزان ریسک هر فرایند جوشکاری با توجه به اندازه‌گیری‌های انجام شده
- ۴ - تدوین رویه کار ایمن برای رسیدن به الزامات
- ۵ - اندازه‌گیری خطرات جوشکاری



اندازه‌گیری، کنترل و ثبت در جوشکاری

اهداف

برای IWE: آشنایی با الزامات اندازه‌گیری، کنترل و ثبت حین جوشکاری و کارهای مرتبط

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۴	
*	روش‌های اندازه‌گیری (متغیرهای الکتریکی، سرعت جریان، دما، سرعت)
*	ابزارها (انواع، کاربردهای اندازه‌گیری)
*	دما (EN ISO ۱۳۹۱۶)، رطوبت، باد
*	زمان خنک شدن مانند $t_{50\%}$
*	متغیرهای جوشکاری (ولتاژ، جریان، سرعت، سرعت جریان گاز و غیره)
*	کنترل در عملیات حرارتی (سرعت خنک شدن و گرم شدن، CR ISO ۱۷۶۶۳)
*	تجهیزات تصدیق و کالیبراسیون (ISO ۱۷۶۶۲)
	تمرینهای آزمایشگاهی: ۱: IWE, IWT, IWS: ۴ ساعت ۱: IWP: ۲ ساعت

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح روشهای اندازه‌گیری بکار رفته در کنترل جوشکاری و کارهای مرتبط
- ۲ - شرح رویه‌های کاری برای اندازه‌گیری متغیرهای جوشکاری
- ۳ - شرح رویه‌های کاری برای اندازه‌گیری و کنترل عملکرد عملیات حرارتی
- ۴ - شرح رویه کالیبراسیون، اعتبارسنجی و پایش عملکرد جوشکاری



آزمایش‌های غیرمخرب

اهداف

برای IWE: شرح استفاده از آزمایش‌های غیرمخرب به صورتی که برای آزمایش تولیدات جوشی بکار می‌رود.

سرفصل	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۲۰
انواع نواقص جوش (علامتگذاری IIW مطابق استانداردهای ISO)	*
معیارهای پذیرش (مانند ISO ۵۸۱۷ و ISO ۱۰۰۴۲)	*
اصول پایه روشهای NDT (چشمی، مایع نافذ، ذرات مغناطیسی، جریان گردابی، نشر اکوستیک، رادیوگرافی، آلتراسونیک، غیره)	*
زمینه کاربرد و محدودیت‌ها	*
طراحی یا در نظر گرفتن NDT	*
کالیبراسیون	*
تفسیر (مرجع رادیوگرافی IIW)	*
ثبت داده‌ها	*
انتخاب درست روش NDT براساس کاربرد (بعنوان مثال CEN/TR ۱۵۱۳۵)	*
صحه‌گذاری و صدور گواهینامه کارکنان NDT	*
رویه‌های NDT	*
اتوماسیون NDT (ارزیابی به کمک رایانه)	*
استفاده از استانداردها و Spec ها	*
جنبه‌های بهداشت و ایمنی	*
تمرینات آزمایشگاهی: حدود ۵۰٪ زمان آموزش	

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح حالت‌های مختلف عملکرد روشهای اصلی NDT، مزایا و معایبشان هنگام اعمال بر تولیدات جوشی
- ۲ - شرح معایب جوش، علت‌ها، پیشگیری و روشهای شناسائی
- ۳ - درک استانداردهای پذیرش عیوب جوش
- ۴ - شناسائی اصول تفسیر NDT
- ۵ - شرح پیکربندی جوش و طراحی به گونه‌ای که اجازه NDT بدهد
- ۶ - شناسائی صلاحیت پرسنل NDT
- ۷ - تشخیص مسائل ایمنی



اقتصاد

اهداف

برای IWE: شناخت اقتصاد کارهای جوشکاری تولیدات جوشی

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۸	
*	تحلیل هزینه‌های جوشکاری
*	نرخ رسوب
*	هزینه کارگری
*	هزینه مواد مصرفی
*	هزینه تجهیزات
*	برگشت سرمایه
*	هزینه انرژی
*	سیکل کاری دستگاه جوش
*	محاسبه هزینه جوشکاری
*	آگاهی از هزینه‌ها (کارگر، مواد مصرفی، تجهیزات و غیره)
*	استفاده از نرم‌افزار، برنامه‌های محاسباتی
*	راههای کاهش هزینه جوشکاری
*	مکانیزاسیون
*	اتوماسیون
*	رباتیک

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح اجزاء هزینه جوشکاری
- ۲ - محاسبه هزینه‌های جوشکاری
- ۳ - انتخاب فرایندهای جوشکاری و اجرای آن شامل مکانیزاسیون و اتوماسیون برای کمینه کردن هزینه‌های تولید
- ۴ - استفاده از نرم‌افزارهای بکار رفته در محاسبات هزینه جوش



جوشکاری تعمیری

اهداف

برای IWE: فهم مشکلات جوشکاری تعمیری هم در حین ساخت و هم در شرایط کاری

لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن	سرفصل
IWE	
۲	
*	مشخصات فنی رویه جوشکاری تعمیری
*	برنامه جوشکاری تعمیری
*	تایید صلاحیت رویه جوشکاری تعمیری
*	NDT جوشکاری تعمیری
*	نکات ویژه

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - تشریح مشکلات و گرفتاریهای جوشهای تعمیری
- ۲ - پیشبینی خطرات احتمالی در جوشکاری تعمیری مخصوصاً در تعمیرات در حین کار
- ۳ - تهیه رویههای اعمال جوشهای تعمیری
- ۴ - مشخص ساختن تایید صلاحیتهای اپراتوری و رویه‌ای که به جوشهای تعمیری اعمال می‌شوند.



تناسب برای هدف

اهداف

برای IWE: درک نیاز و استفاده از تکنیکهای ارزیابی بحرانی مهندسی

سرفصل	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۲
آشنایی با ۱۰۹۳ IIW SST-۸ و ISO\TR ۱۵۲۳۵	*
اهمین عیوب	*
تکنیکهای ارزیابی بحرانی مهندسی	*

نتایج مورد انتظار برای IWE:

- ۱ - شرح اصول تناسب برای هدف
- ۲ - توصیف تاثیر اندازه، مورفولوژی و موقعیت بر یکپارچگی (Integrity) سازه
- ۳ - شرح روشهای متداول انجام تکنیکهای ارزیابی بحرانی مهندسی در سازه های جوشکاری



مطالعات موردی

اهداف

برای IWE: درک و توانایی اجرای کارهای مربوط به جوشکاری برای یک محصول خاص.

سرفصل	لزوم آموزش و تعداد ساعتهای آن
	IWE
	۴۰
سازه‌های فولادی و سبک، بویلر و مخازن تحت فشار، پتروشیمی و خطوط لوله، کشتی‌سازی و فراساحل، حمل و نقل و هوافضا مواردی که معمولاً مرور می‌شود: استانداردها، Specها، طراحی، انتخاب مواد، فرایند جوشکاری، مواد مصرفی، PWHT و NDT.	*



آموزش عملی برای IWE

هدف این بخش ارائه مهارت‌های عملی برای IWE نیست بلکه آگاهی از نحوه کنترل فرایندهای مختلف جوشکاری است. دانشجویان باید تا حد امکان با مسائل و عیوب ناشی از کاربرد ناصحیح روشهای جوشکاری آشنا شوند. در طی تمرینها، دانشجویان توسط مربیان مجرب راهنمایی میشوند.

تعداد ساعتها	آموزش عملی
۶	جوشکاری و برشکاری اکسی استیلن
۱۰	MMAW
۱۰	TIG
۱۴	MIG/MAG , FCAW
۲۰	نمایش فیلم و غیره درباره: ● گوجینگ ● لحیم کاری سخت ● جوشکاری پلاسما ● برشکاری پلاسما ● جوشکاری زیرپودری ● جوشکاری مقاومتی ● جوشکاری اصطکاکی ● جوشکاری پرتو الکترونی ● جوشکاری لیزر ● فرایندهای دیگر
مجموع ۶۰	

اگر افراد حاضر در دوره بتوانند در هر یک از فرایندهای جوشکاری مذکور، مهارت عملی کافی نشان دهند، ATB می‌تواند آنها را از این دوره معاف کند.

آموزشهای آزمایشگاهی موجود در ماژول ۱ تا ۴ آموزشهای نظری به شکل اضافی بوده و معمولاً در مراحل بعدی آموزش ارائه می‌شوند.



بخش دوم: آزمون و تأیید صلاحیت



نکته: سایر قوانین و رویه‌ها در ۲۰۰۰-۲۰۰۱ IAB پوشش داده میشوند.

۱- مقدمه

هدف این راهنما رسیدن به یک هماهنگی و استاندارد مشترک بین‌المللی در زمینه آزمون و تأیید صلاحیت کارکنان هماهنگی جوشکاری می‌باشد. سازمانهای ملی جوشکاری که عضو انیستیتو بین‌المللی جوش (IIW) هستند مدارک IWE که از طریق آزمون گفته شده در این راهنما صادر شده باشد را متقابلاً قبول دارند.

آموزش بایستی بر اساس این راهنما انجام شده و آزمون باید توسط یک سازمان ملی تأیید شده از سوی IIW گرفته شود. این سازمان تأیید شده ملی (ANB) معمولاً توسط سازمان ملی جوشکاری هر کشور که عضو IIW است اداره می‌شود، هر چند که می‌تواند با موافقت سازمان ملی جوشکاری به سازمان دیگری واگذار شود.

۲- تأیید آموزشهای تکمیلی (برای IWE)

هرگونه آموزشی که به آزمون‌های IIW منتهی شود باید به تأیید ANB آن کشور برسد. تعداد مدرسین دوره باید به تعداد کافی باشد تا از وجود دانش حیاتی و تجربه صنعتی در گروه مدرسین اطمینان حاصل شود.

۳- هیأت ممتحن

یک هیأت ممتحن به نمایندگی از طرف ANB بر آزمونها نظارت دارد. از این راه، استقلال، جامعیت و عدالت سیستم آزمون رعایت می‌شود.

۴- پذیرش برای امتحان

فقط افراد زیر برای امتحان IWE پذیرفته می‌شوند:

الف) کسانی که حداقل الزامات گفته شده در بخش شرایط دسترسی (Access Conditions) را داشته باشند و
ب) مسیر استاندارد: کسانی که حداقل رد ۹۰٪ کلاسها با تأیید ANB حضور داشته‌اند. موارد استثناء به صلاحدید ANB بستگی دارد.

ج) کسانی که در دوره آموزش غیرحضور با تأیید ANB که شرایط گفته شده در راهنمای ۱۹۵ IAB-۲۰۰۴ را دارد شرکت کرده‌اند.

د) مسیر جایگزین: ارزیابی دقیق بعمل آمده توسط ANB را با موفقیت پشت سر گذاشته باشد.

۵- رویه‌های آزمون

این راهنما حداقل الزامات آزمون را مشخص می‌کند. ANB می‌تواند در صورت نیاز مواردی را به آن اضافه کند. رویه‌های آزمون توصیف شده در زیر، برای ارزیابی دانش و درک آزمون‌دهنده از شرایط مختلف فناوری جوشکاری طراحی شده‌اند. در هر یک از ماژولهای زیر امتحان کتبی و شفاهی برگزار خواهد شد.

الف) فرایندها و تجهیزات جوشکاری

ب) مواد و رفتار آنها در جوشکاری

ج) ساخت و طراحی

د) تولید و مهندسی فعالیتهای

۱-۵- امتحان کتبی



در صورت صلاحدید هیأت ممتحن، امتحان باید شامل موارد زیر باشد:
 الف) چند سوال تشریحی که کل مباحث ماژول را پوشش دهد یا
 ب) مجموعه سوالات چندگزینه‌ای که کل مباحث ماژول را پوشش دهد یا
 ج) ترکیبی از الف و ب
 حداقل زمان امتحان باید:
 IWE: ۲ ساعت برای هر ماژول، ۸ ساعت در مجموع

۵-۲- امتحان شفاهی

امتحان شفاهی فقط برای IWE الزامی است و برای سایر سطوح به صلاحدید هیأت ممتحن بستگی دارد.
 امتحان شفاهی به منظور ارزیابی میزان درک و توانایی استدلال در زمینه جوشکاری طراحی شده است.
 برای سطح IWE حداقل زمان امتحان شفاهی برای هر ماژول یک ساعت است.
 افرادی که موفق به کسب بیش از ۷۵٪ درصد نمره در آزمون کتبی یک ماژول شده باشند ممکن است از امتحان شفاهی آن ماژول معاف شوند.

۶- ارزیابی اجرا

امتحانهای کتبی و شفاهی باید اهمیتی برابر (۵۰٪) داشته باشند، ولی وزن امتحان شفاهی بنا به صلاحدید هیأت ممتحن می‌تواند ۴۰-۶۰٪ باشد. این موضوع باید قبل از شروع امتحان اعلام شود.
 برای قبولی در امتحان داوطلبان باید حداقل ۶۰٪ نمره هر ماژول را کسب کند.
 امتحان تمامی ماژولها باید در بازه زمانی حداکثر ۳ ساله از اولین امتحان برگزار شده و به اتمام برسد.
 اگر داوطلبی در یکی از امتحانها مردود شود بازه ۳ ساله برای برگزاری امتحانهای هر ماژول به شکل جداگانه ممکن است به علت عدم امکان برگزاری امتحان مجدد توسط ANB تمدید شود.

۷- امتحان مجدد و رویه استیناف

مردود شدن در امتحان هر ماژول منجر به امتحان مجدد فقط در همان ماژول خواهد شد. امتحان مجدد باید در ۲ هفته تا ۱۵ ماه بعد از امتحان اول برگزار شود و در صورت مردودی مجدد، امتحان سوم باید بین ۱ تا ۱۵ ماه بعد از امتحان دوم برگزار گردد. اگر داوطلبی سه بار در امتحان یک ماژول مردود شود باید دوباره در کلاسهای آن ماژول شرکت کرده و سپس در امتحان شرکت کند. اگر داوطلبی احساس کند که در مورد او با عدالت رفتار نشده می‌تواند درخواست استیناف خود را به ANB دهد.

۸- دیپلم‌های بین‌المللی جوشکاری

پس از قبولی در امتحان یک دیپلم از طرف ANB به داوطلب ارائه می‌شود.

۹- برنامه‌ریزی انتقال

برنامه‌ریزی ملی انتقال AII در سند ۲۱-۰۲۱-۲۰۰۰-IAB از دایرکتوری برنامه‌های انتقال IAB منتشر شده است.
 برنامه انتقال ویژه هر کشور توسط گروه B از IAB تایید شده و از طریق ANB مربوطه قابل دریافت است.
 یک ANB می‌تواند برنامه انتقال ۳/۵ ساله پیشنهاد دهد. تغییر مدت زمان این برنامه با نظر گروه B از IAB امکان پذیر است.
 افراد شرکت کننده در دوره‌ها به شرطی موفق به اخذ دیپلم خواهند شد که بتوانند نشان دهند ترکیب آموزش و تجربه، آنها را به



سطح الزامات IIW رسانده است و بتوانند خواسته‌ها ANB که در برنامه انتقال گنجانده شده است را برآورده سازند.

دو اصل دیگر باید در اعمال برنامه‌ریزی مد نظر قرار گیرد:

۱ - شرکت کنندگان باید بر اساس سند ۲۰۰۰-۲۰-۰ IAB از دایرکتوری شرایط دسترسی و همچنین راهنماهای مرتبط دارای صلاحیت و تجربه کافی باشند.

۲ - روشهای ارائه دیپلم در برنامه انتقال عبارتند از:

الف) به وسیله ANB کشوری که فرد شرکت کننده در آن کشور تأیید صلاحیت شده است یا

ب) به وسیله ANB کشوری که فرد فعلاً در آن فعالیت می‌کند و با موافقت ANB کشوری که فرد شرکت کننده در آن کشور تأیید صلاحیت شده است.

پیوست ۱

الزامات تجهیزات، امکانات و نمونه‌های مورد نیاز جهت دوره‌های IWE که به آزمونهای IIW منتهی می‌شود.

۱- تجهیزات

تجهیزات زیر باید آماده و در شرایط کاری مناسبی قرار داشته باشند:

۱-۱- تجهیزات جوشکاری

تجهیزات جوشکاری فرایندهای زیر باید برای تمرین فراهم باشد.

جوشکاری الکتروود دستی ۱۱۱

جوشکاری MIG ۱۳۱

جوشکاری MAG ۱۳۵/۱۳۶

جوشکاری TIG ۱۴۱

جوشکاری گاز ۳۱۱

برشکاری با شعله گاز ۸۱

برای فرایندهای دیگر می‌توان از نمایش فیلم استفاده کرد.

۱-۲- تجهیزات دیگر

تست مکانیکی، ارزیابی متالورژیکی و تجهیزات تستهای غیر مخرب باید برای آموزشهای آزمایشگاهی در دسترس باشند.

۲- نمونه‌ها

یک مجموعه مرجع از نمونه‌های جوشکاری، پولیش و etch شده و مستند سازی شده باید برای فرایندهای مذکور در این راهنما و حداقل یک نمونه برای هر فرایند موجود باشد. ترجیحاً بهتر است برای چند ماده و چند ضخامت متفاوت نمونه‌هایی موجود باشند.



پیوست ۲

(کد و علائم اختصاری فرآیندهای جوشکاری)

جدول زیر ارتباط بین اختصارات بکار رفته در مدارک اروپائی و آمریکایی و اختصارات ISO را نشان می دهد.

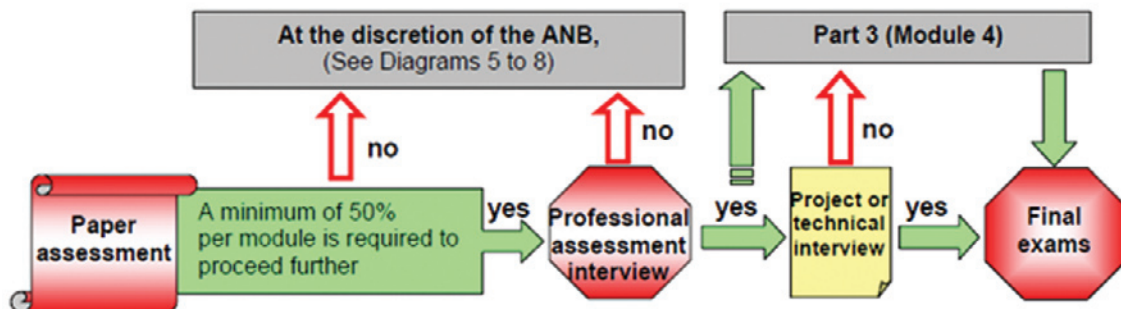
عنوان فرآیند جوشکاری یا برشکاری	علامت اختصاری بر اساس استاندارد اروپا (EA) و آمریکا (AA)		کد فرآیند جوشکاری (ISO ۴۰۶۳ - ۲۰۰۰)
Manual Metal Arc Welding	MMA	EA	111
Shielded Metal Arc Welding	SMAW	AA	
Flux-cored wire metal arc welding without gas shield	FCAW	EA	114
Flux-cored arc welding	FCAW	AA	
Submerged Arc Welding	SAW	EA	12
Submerged Arc Welding	SAW	AA	
Gas Shielded Metal Arc Welding	GMAW	EA	13
Gas Metal Arc Welding	GMAW	AA	
Metal-arc Inert Gas Welding	MIG	EA	131
Gas Metal Arc Welding	GMAW	AA	
Metal-arc Active Gas Welding	MAG	EA	135
Gas Metal Arc Welding	GMAW	AA	
Flux-cored wire metal-arc welding with active gas shield	FCAW	EA	136
Flux-cored arc welding	FCAW	AA	
Flux-cored wire metal-arc welding with active gas shield	FCAW	EA	137
Flux-cored arc welding	FCAW-S	AA	
Flux-cored wire metal-arc welding with active gas shield	FCAW	EA	139
Flux-cored arc welding	FCAW	AA	
Tungsten Inert Gas Welding	TIG	EA	141
Gas Tungsten Inert Gas Welding	GTAW	AA	
Spot Welding		EA	21
Resistance Spot Welding	RSW	AA	
Resistance Butt Welding		EA	25
Upset Welding	RSEW	AA	
Gas Welding		EA	3
Oxy-fuel Gas Welding	OFW	AA	
Oxy-acetylene Welding		EA	311
Oxy-acetylene Welding	OAW	AA	
Flame Cutting		EA	81
Oxyfuel Gas Cutting	OFC	AA	
Flame Gouging		EA	86
Thermal Gouging		AA	



پیوست ۳

ارزیابی دقیق توسط ANB

پس از آنکه داوطلب امتحان کتبی را با موفقیت پشت سر گذاشت، ارزیابی دقیق توسط ANB فرا می‌رسد. (مطابق شکل زیر)



ارزیابی دقیق توسط ANB باید شامل موارد زیر باشد:

الف) ارزیابی دقیق کتبی

ب) مصاحبه حرفه‌ای برای ارزیابی درک و توان استدلال در زمینه فناوری جوشکاری و مباحث جاری در این راهنما

ج) مصاحبه فنی و پروژه‌ای برای ارزیابی استفاده صحیح از دانش جوشکاری با در نظر گرفتن مباحث ماژول ۴.

ترتیب این ارزیابی توسط ANB تعیین می‌شود. ANB بنا به صلاحدید خود می‌تواند داوطلب را به مرحله قبل فرستاده و یا به مسیر استاندارد بفرستد.

الف) سیستم نمره دهی ارزیابی دقیق کتبی

سیستم نمره دهی ارزیابی دقیق کتبی

سیستم نمره دهی	ماژول
IWE	
۲۲	ماژول ۱: فرایندها و تجهیزات جوشکاری
۲۱	ماژول ۲: مواد و رفتار آنها در جوشکاری
۱۹	ماژول ۳: ساخت و طراحی
۲۲	ماژول ۴: تولید و مهندسی فعالیتها
۸۴۲۱	مجموع



توزیع نمره ها بین ماژولها

Module 1: Welding processes and equipment	Max. number of points		
	IWE and IWT	IWS	IWP
111 - MMA	3	3	4
141 - TIG and 15 - Plasma	2	2	2
131 - MIG	2	2	2
135 - MAG	2	2	2
114, 136 and 137 - Flux-cored methods	3	3	3
91, 93 and 97 - Brazing methods	2	2	0
81, 82 and 83 - Thermal cutting	2	2	3
12 - SAW	3	3	3
Other methods	3	3	3
Sum:	22	22	22

Module 2: Materials (acc. to CR ISO/TR 15608) and their behaviour during welding	Max. number of points		
	IWE and IWT	IWS	IWP
Steel alloys groups 1 - 3 and 11	4	4	6
Cr-Mo- and vanadium steels groups 4 - 6	2	1	1
Ferritic and martensitic steels group 7	3	2	2
Austenitic and aust / fer. steels groups 8 and 10	4	2	3
Steel-Ni- alloys, max 10% Ni group 9	1	1	1
Aluminium and alloys groups 21 - 26	3	2	2
Copper and alloys groups 31 - 38	1	1	0
Nickel and alloys groups 41 - 48	1	1	0
Ti, Zr and alloys groups 51 - 54 and 61 - 62	1	0	0
Cast iron groups 71 - 76	1	1	0
Sum:	21	15	15

Module 3: Construction and design	Max. number of points		
	IWE and IWT	IWS	IWP
Stresses and strains	5	2	0
Design of welded structures - static loading	3	3	4
Design of welded structures - dynamic loading	3	1	2
Joint design & design principles of welded structures	4	4	5
Design of structures of aluminium and its alloys	4	1	0
Sum:	19	11	11

Module 4: Fabrication and applications engineering	Max. number of points	
	IWE and IWT	IWS and IWP
Quality assurance in welded fabrication	4	3
Quality control during manufacture	3	3
Welding stresses and distortion	4	4
Plant facilities, welding jigs and fixtures	2	2
NDT	3	3
Economics	2	1
Health and safety	2	2
Repair welding	2	2
Sum:	22	20



برای راهیابی به مصاحبه حرفه‌ای هر داوطلب باید حداقل ۵۰٪ نمره را کسب کند.
 نکته: اگر شرکت کننده‌ای مدرکی مرتبط دال بر صلاحیت در یکی از ماژولها که معادل ۵۰٪ نمره باشد ارائه کند ANB میتواند آنرا بپذیرد.

حداقل زمان مصاحبه حرفه‌ای: برای IWE ۱ ساعت

افرادی که موفق به کسب بیش از ۷۵٪ درصد نمره در آزمون کتبی یک ماژول شده باشند ممکن است از مصاحبه ارزیابی حرفه‌ای آن ماژول معاف شوند.

اگر ANB تصمیم بگیرد که داوطلبان می‌توانند پس از مصاحبه ارزیابی حرفه‌ای از ارزیابی دقیق معاف شوند ولی قبل از پروژه یا مصاحبه فنی، داوطلب باید حداقل ماژول ۴ مسیر استاندارد را طی کند. پس از آن داوطلب میتواند در آزمون پایانی شرکت کند.

ج) پروژه یا مصاحبه فنی

ANB به داوطلب پیشنهاد می‌دهد که یک پروژه انتخاب کرده و انجام دهد و در پایان درباره پروژه آن بحث کند یا در یک مصاحبه فنی مورد ارزیابی قرار گیرد. هر کدام از این روشها در اینجا توضیح داده می‌شود.

ج ۱) پروژه

پروژه باید در قالب یک مطالعه موردی و قابل اجرا در تعداد معینی از ساعات طراحی شود. این پروژه باید در زمان تعیین شده به اتمام برسد.

این مطالعه موردی را می‌توان به شکل تیمی و با حداکثر ۷ نفر انجام داد. ارائه نهایی و بحث درباره گزارش پروژه باید به شکل انفرادی انجام شود.

شرایط زمانی	سطح مورد نظر IWE
وقت انجام	۸۰ ساعت
حداکثر زمان مجاز	۴ هفته

ANB یکی از موارد زیر را به عنوان زمینه انجام پروژه انتخاب نماید:

نوع سازه	سطح IWE
مخزن تحت فشار	*
سازه با بار استاتیکی	*
سازه با بار دینامیکی	*
دیگر سازه ها	*

بنا به صلاحدید ANB داوطلب می‌تواند پروژه را در رابطه با کار خود انتخاب کند.
 جزئیات پروژه به شکل زیر است:



ج ۱-۱ پیش مطالعه

- پیش مطالعه شامل مثالهایی از مهارت
- درک ترتیب کد مطلوب تولید
- ارزیابی نقشه‌ها و مشخصات فنی
- مطالعه و درک نقشه‌ها و مشخصات فنی
- ارزیابی و ارائه نظر درباره مواد پایه. بحث درباره جوش پذیری و نیاز به پیشگرم و پسگرم
- آگاهی درباره مواد پایه. بحث درباره جوش پذیری و نیاز به پیشگرم و پسگرم
- ارزیابی و بحث درباره ساخت بر پایه انتخاب
- روش اتصال مواد پایه
- روش برش برای آماده سازی مواد پایه
- آماده سازی اتصال و محاسبات مربوط به جوش
- آماده سازی اتصال
- مواد مصرفی جوش
- نیاز به آماده سازی سطحی قبل از جوشکاری
- آماده سازی سطحی محصول؛ روشهای مورد استفاده
- آماده سازی WPS های ضروری و روشهای تست
- تفسیر WPS های ضروری
- ارزیابی روشهای ارزیابی جوش و جوشکاران
- معرفی روش NDT در حین و بعد از جوشکاری
- بحث درباره روشهای ممکن NDT حین و پس از جوشکاری شامل روشهای ارزیابی کیفیت کل سازه
- آماده سازی:
- طرح تولید
- برنامه جوشکاری شامل ترتیب جوشکاری و خال جوشها
- لیست استانداردهای مورد نیاز
- طرح کیفیت بر پایه ISO ۳۸۳۴

ج ۲-۱- بخش عملی پروژه

- چک کردن:
- گواهینامه و نامگذاری مواد پایه
- گواهینامه جوشکاران
- گواهینامه کارکنان تستهای مخرب و غیر مخرب
- ارزیابی نتایج تست و مقایسه با پیش مطالعه ها
- برنامه بازرسی قبل و در حین جوشکاری
- بازرسی پس از جوشکاری بر پایه برنامه از قبل تعیین شده
- بحث و ارزیابی درباره نتایج تستها
- اگر نیاز به تعمیر بود آماده سازی WPS و برنامه تعمیر



ارزیابی هزینه های تولید
ج ۱-۳ گزارش نهائی و ارائه
داوطلب باید یک گزارش نهائی مکتوب ارائه کند با نتیجه گیری از پروژه
گزارش نهائی باید همزمان شامل مسائل اقتصادی و کیفی باشد.
داوطلب باید در برابر هیأت ممتحن یک گزارش شفاهی از پروژه ارائه کند
داوطلب باید یک گزارش شفاهی از نتایج بدست آمده از پروژه همراه با تحلیل آنها ارائه کند

ج ۲- مصاحبه فنی IWE ۶ ساعت

مصاحبه فنی به ۲ بخش تقسیم میشود:
ارزیابی دانش
ارزیابی دانش عملی
قبل از مصاحبه باید به داوطلب ۱ ساعت فرصت داده شود تا مدارک لازم جهت مصاحبه را آماده کند.
ANB مدارک لازم را در اختیار داوطلب خواهد گذاشت یا اینکه داوطلب مدارک را آماده کرده و به تایید ANB می‌رساند.
مصاحبه فنی باید حداقل شامل موارد زیر باشد:

IWE	ج ۱-۲ بحث درباره ساخت
*	پیش مطالعه شامل مثالهایی از مهارت
	درک ترتیب کد مطلوب تولید
*	ارزیابی نقشه‌ها و مشخصات فنی
	مطالعه و درک نقشه‌ها و مشخصات فنی
*	ارزیابی و ارائه نظر درباره مواد پایه، بحث درباره جوش پذیری و نیاز به پیشگرم و پسگرم
	آگاهی درباره مواد پایه، بحث درباره جوش پذیری و نیاز به پیشگرم و پسگرم
*	ارزیابی و بحث درباره ساخت بر پایه انتخاب
*	روش اتصال مواد پایه
*	روش برش برای آماده سازی مواد پایه
	آماده سازی اتصال و محاسبات مربوط به جوش
*	آماده سازی اتصال
*	مواد مصرفی جوش
*	نیاز به آماده سازی سطحی قبل از جوشکاری
*	آماده سازی سطحی محصول؛ روشهای مورد استفاده
	آماده سازی WPS های ضروری و روشهای تست
*	تفسیر WPS های ضروری
	ارزیابی روشهای ارزیابی جوش و جوشکاران



*	معرفی روش NDT در حین و بعد از جوشکاری
	بحث درباره روشهای ممکن NDT حین و پس از جوشکاری شامل روشهای ارزیابی کیفیت کل سازه
	آماده سازی:
*	طرح تولید
*	برنامه جوشکاری شامل ترتیب جوشکاری و خال جوشها
*	لیست استانداردهای مورد نیاز
*	طرح کیفیت بر پایه ISO ۳۸۳۴
	ج ۲-۲ - بخش عملی
	چک کردن:
*	گواهینامه و نامگذاری مواد پایه
*	گواهینامه جوشکاران
*	گواهینامه کارکنان تستهای مخرب و غیر مخرب
*	ارزیابی نتایج تست و مقایسه با پیش مطالعه ها
*	برنامه بازرسی قبل و در حین جوشکاری
	بازرسی پس از جوشکاری بر پایه برنامه از قبل تعیین شده
*	بحث و ارزیابی درباره نتایج تستها
*	اگر نیاز به تعمیر بود آماده سازی WPS و برنامه تعمیر
*	ارزیابی هزینه های تولید

نکته : پس از برآورده کردن تمام الزامات گفته شده در الف و ب و ج ۱ و ج ۲ داوطلب می تواند در آزمون نهائی شرکت کند.



پیوست ۴

لیست استانداردهای مرجع

Standard series	Title
ASME IX	American Society of Mechanical Engineers; Boiler and Pressure Vessel Code, Section IX: Welding and Brazing Qualifications
1-EN 287	Qualification test of welders- Fusion welding – Part 1: Steels
8-IIW SST 1093 (draft)	IIW recommendation on the application of an engineering criteria as assessment in design, fabrication and inspection to assess the fitness for purpose of welded structures
EN 1418	Welding personnel –Approval testing of welding operators for fusion welding and resistance weld setters for fully mechanized and automatic welding of metallic materials
ISO 2553	Welded, brazed and soldered joints – Symbolic representation on drawings
ISIRI 3834	Quality requirements for fusion welding of metallic materials series
ISO 4063	Welding and allied processes – Nomenclature of processes and reference numbers
ISIRI 11851	Welding – Fusion – welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded)- Quality levels for imperfections
ISIRI 13000	Quality management systems series
ISIRI 5961	Approval testing of welders- Fusion welding series
ISIRI 11563	Welding and allied processes – Recommendation for joint preparation
ISO 9712	Non-destructive testing – Qualification and certification of personnel
ISIRI 11856	Welding – Arc- welded joints in aluminium and its alloys- Quality levels for imperfections
EN 12062	Non-destructive examination of welds- General rules for metallic materials
ISIRI 11465	Welding- Guidance on the measurement of preheating temperature, in tempering temperature and preheat maintenance temperature
ISIRI 11466	Aluminium and aluminium alloys – Scrap series
EN14324	Brazing – Guidance on the application of brazed joints
ISO 14731	Welding coordination- Tasks and responsibilities
CEN/TR 15135	Welding – Design and non-destructive testing of welds
ISO/TR 15235	Welding – Methods for assessing imperfections in metallic structures



Standard series	Title
ISIRI 11964	Specification and qualification of welding procedures fo metallic materials – General rules
CR ISO/TR 15608	Welding- Guidelines for a metallic material grouping system
ISIRI 12995	Specification and qualification of welding procedures for metallic materials- Welding procedure specification series
ISO 15610	Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Qualification based on tested welding consumables
ISIRI 11963	Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Qualification by adoption of a standard welding procedure
ISIRI 12990	Specification and qualification of wlding procedures for metallic materials- Qualification by adaption of a astandard welding procedure
ISIRI 12988	Specification and qualification of welding procedures for metallic materials- welding procedure test series
ISIRI 10984	Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Welding procdure test series
ISO 17660	Welding – Welding of reinforced steel series
ISO 17662	Welding – Calibration, verification and validation of equipment used for welding , including ancillary activitiyes
CR ISO 17663	Welding- Guidelines for quality requirements for heat treatment in connection with welding and allied processes.