

THERMIT- جوشکاری ترمیت



WELDING

مقدمه

امروزه جوشکاری ترمیت یکی از مرسوم ترین روشها، برای اتصال ریل های راه آهن به شمار می آید این نوع جوش به وسیله واکنش شیمیایی بین اکسید آهن و آلومینیوم و احیاشدن آهن توسط آلومینیوم و آزادشدن گرمای ناشی از فرآیند اکسیداسیون آلومینیوم صورت می گیرد. این واکنش اولین بار توسط واتین کشف شد و سپس برای اولین بار در سال 1894 توسط دکتر گلد اش میت جهت اتصال دو قطعه آهنی به کار گرفته شد زمانی که واکنش ترمیت انجام می گیرد، اکسید آهن احیاشده و آلومینیوم اکسید می شود آنگاه گرمای آزاد شده حاصل از این فرآیند باعث افزایش دمای محصولات می شود به علت تفاوت بین دانسیته آهن مذاب و اکسید آلومینیوم جامد، آهن مذاب در زیر بوته و اکسید آلومینیوم در روی سطح قرار می گیرد. می توان از این مذاب جمع شده، برای انجام عملیات جوشکاری استفاده کرد از آنجا که محصول واکنش آهن خام است و استحکام لازم را برای اتصال ریل های راه آهن ندارد، برای افزایش خواص مکانیکی به آن عناصر آلیاژی نظیر کربن، سیلیسیم، منگنز و وانادیم اضافه می کنند.

در صنعت امروزی اکثر سازه ها و ماشین آلات پیچیده تر از آن هستند، که به صورت یکپارچه ساخته شوند، بنابراین قطعاتی را که به طریقه ریخته گری، آهنگری، ماشینکاری و ... آماده شده اند، بر هم سوار کرده ، و سپس توسط اتصالات آنها را به صورت یک واحد کامل درمی آورند. ماشینها و ادوات مکانیکی اصولاً از اجزاء مختلفی تشکیل شده اند، که پس از اتصال آنها به یکدیگر ماشین مورد نظر بوجود می آید. این اجزاء را می توان به طور کلی به دو دسته تقسیم کرد.

1- اتصالات جداشدنی یا گسستنی، که در آن می توان قطعات را به راحتی به هم متصل و دوباره از هم جدا کرد، مانند اتصال توسط پیچ و مهره، خارها گوه، پین و غیره.

2- اتصالات جداشدنی یا ناگسستنی، که در آن قطعات به هم متصل شده را نمی توان به راحتی از هم جدا کرده و دوباره سوار نمود، مانند اتصال توسط پرچ کردن، لحیم کاری، جوشکاری

پس از مقدمه بالا چنین نتیجه می شود، که موارد استعمال جوشکاری در اتصالات در دسته دوم می باشد. (اتصالات ناگسستنی) ترمیت از ترکیب شیمیائی اکسید آهن با آلومینیوم یا اکسید آهن و آهن خالص به دست می آید، از موارد استعمال آن می توان به اتصال ریلهای خطوط راه آهن به یکدیگر و جوش دادن دندانهای نوردی چرخ دنده های بزرگ شکسته اشاره نمود. ..

تعریف جوشکاری

اتصال دوقطعه به هم، به وسیله گرما دادن آنها تا یک درجه حرارت خیلی زیاد، که باعث نرم شدن یا ذوب شدن آنها می گردد، با استفاده از فشار و فلزات پرکننده و یا حتی بدون استفاده از آنها جوشکاری نام دارد، به طور خلاصه هر روش جوشکاری با چهار عامل ضروری زیر روبرو است، و معمولاً رده بندی روشها بر مبنای این چهار عامل انجام می گیرد.

1- انرژی لازم.

2- حذف و زدودن آلودگی ها از سطح جوش.

3- محافظت سطح جوش در هنگام جوشکاری.

4- خواص متالورژیکی جوش و کنترل های لازم.

به تعریف دیگر فرایند اتصال فلزات به یکدیگر با انجام جوشها به طوری که ذوب و انجماد مداوم در امتداد درز صورت گیرد و یا اتصال لبه ها از طریق له شدن در هم انجام شود، را جوشکاری می نامند،

جوشکاری ترمیت

جوشکاری ترمیت به مجموعه فرآیندهایی گفته می شود که در آن جوش از فلز مذابی که توسط یک واکنش شیمیایی بشدت گرمازا بوجود آمده است، تشکیل می شود. این نوع جوشکاری بیشتر شبیه به ریخته گری بوده و دور دو قطعه ای که باید به هم جوش داده شوند یک قالب قرار دارد که فلز مذاب ناشی از این واکنش شیمیایی به این قالب هدایت شده و پس از سرد شدن فلز مذاب داخل قالب جوش شکل می گیرد.

واکنش شیمیایی یا ترمیت معمولاً بین اکسید یک فلز (معمولاً آهن یا مس) و فلز احیا کننده مانند آلومینیوم انجام می شود. برای انجام واکنش از یک پودر که به سرعت محترق شده به عنوان چاشنی استفاده می شود که گرمای لازم برای شروع واکنش را فراهم می آورد.

کاربرد این نوع جوشکاری، در فلزات پرکننده، یا اتصال دو قطعه از فلز، دو قطعه معمولاً فولادی، با استفاده از تولید حرارت همراه با یک واکنش شیمیایی صورت می گیرد. اگرچه این روش امروزه به صورت بسیار وسیع مورد استفاده قرار نمی گیرد، در سالهای گذشته اکثر تعمیرات عمده با استفاده از این روش انجام شده است.

معمولاً قسمت های بزرگ همانند راه آهن، چرخ دنده های بزرگ، و عموماً شکستهای بزرگ تجهیزات تعمیر شده با استفاده از جوشکاری ترمیت انجام می شود.

هانس گولدشمیت آلمانی فرایندی را کشف نمود، که آن را ترمیت نامید. در سال 1985 وی در آزمایشگاهش واقع در دیزن آلمان به کشف اولیه اش رسید، هنگامی که در جهت کاهش کروم و منگنز تلاش می نمود، به جای کشف روشی در جهت کاهش دو فلز، روشی مطمئن برای پودر سفید اکسید آلومینیوم سرخ شده کشف نمود. بنابراین حرارت، اکسید آهن را به فولاد مایع تبدیل می کند.

مواد شیمیایی مورد استفاده برای فرایند، مخلوط آلومینیوم و اکسید آهن می باشد. ترمیت همچنانکه یک مخلوط است، به یک جرقه برای شروع واکنش احتیاج دارد.

ترمیت از ترکیب شیمیایی اکسید آهن با آلومینیوم یا اکسید آلومینیوم و آهن خالص به دست می آید، که هر دو به حالت مذاب در آمده و دارای دمای فوق العاده زیادی می باشد. تاکنون درجه حرارت این فعل و انفعال به صورت دقیق اندازه گیری نشده است، اما فلز شناسان این حرارت را در حدود 3000 درجه سلسیوس تخمین زده اند، که دو برابر گداز فولاد های معمولی است. چنانچه ترمیت مذاب که حرارت زیادی دارد، با یک قطعه فولادی تماس پیدا کند، سطح قطعه فولاد را ذوب کرده و به آن جوش می خورد.



تعمیر ریل بوسیله جوشکاری ترمیت

انواع ترمیت مورد استفاده در صنعت

- 1- ترمیت ساده : شامل مخلوط پودر های اکسید آهن و آلومینیوم
 - 2- ترمیت فولاد کم کربن : شامل ترمیت ساده به اضافه پودر فولاد کم کربن یا حتی مقداری پودر منگنز
 - 3- ترمیت چدن : شامل ترمیت ساده به اضافه مقداری پودر فولاد سیلیسیوم دار و فولاد کم کربن
 - 4- ترمیت برای جوشکاری ریل ها : شامل ترکیبات ترمیت ساده به اضافه مقداری پودر کربن ، منگنز و عناصر آلیاژی دیگر به منظور افزایش سختی فلز جوش در ریل
 - 5- ترمیت برای اتصال کابل های برق : شامل پودر های اکسید مس و آلومینیوم
- جوشکاری ترمیت معمولاً به دو صورت در صنعت وجود دارد؛ در نوع اول از فلز ذوب شده مستقیماً برای اتصال دو قطعه استفاده می شود . در نوع دوم از فلز ذوب شده به منظور گرم کردن و به درجه حرارت آهنگری رساندن قطعات استفاده می شود و سپس با اعمال فشار به قطعات اتصال شکل خواهد گرفت .

عکس العمل ترمیت در مقابل گرما:

ترمیت در برابر حرارت با دمای کمتر از 1200 درجه سلسیوس هیچ نوع عکس العملی از خود نشان نمی دهد. از این لحاظ کار کردن و انبار کردن آن خطری ندارد. اما اگر این ترمیت را در بوته مخصوص بریزیم، و واکنش انجام شود، فلز شروع به ذوب شدن می نماید، واکنش برای سوختن کامل مخلوط، به مدت 25 الی 30 ثانیه ادامه می یابد.

همچنانکه آلومینیوم در مخلوط با اکسیژن از اکسید آهن ترکیب می شود، اکسید آلومینیوم تشکیل می گردد، که به عنوان یک سرباره عمل نموده و به صورت شناور در بالا قرار می گیرد. حرارت باقی مانده سبب تغییر حالت آهن از جامد به مایع می شود، چنانچه این فولاد شروع به ذوب شدن می کند، و به درجه حرارت مطلوب مذاب می رسد، و به بستر مناسبی برای آماده نمودن مذاب تبدیل می شود.

برای شکست یا اتصال دو قطعه به هم، آنها را تا درجه حرارتی بالاتر از فولاد مایع حرارت می دهند. بنابراین دو قطعه به هم جوش می خورند.

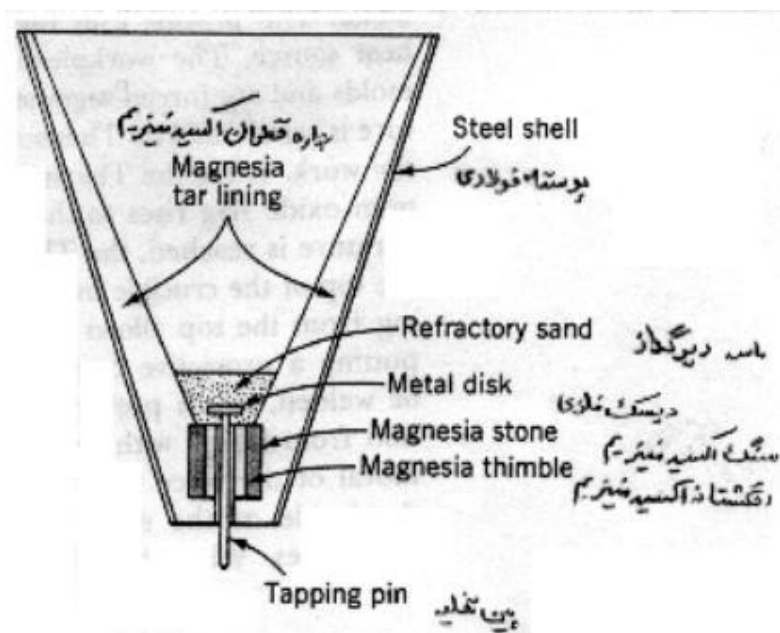
سرباره آلومینیوم مایع نیز فوق العاده گرم است، و بیش از آهن گرما نکه می دارد. و این عمل موجب جوشکاری سریع ریل های راه آهن می شود، و بعلاوه به تجزیه سرباره مایع که همراه آهن مذاب به قالب جوشکاری وارد شده کمک می کند.

هنگامی که عکس العمل شیمیایی بسیار شدید باشد، می توان با افزودن آلیاژهای مناسب که جاذب گاز هستند، آهن مذاب را تصفیه کرد، تا ذرات اکسید آهن در آن باقی نماند، و خواص و استحکام مشابهی با قطعانی که قرار است، با آن جوش بخورند، به آنها داد، یعنی تغییر آلیاژ داد.

بوته ترمیت

بوته مورد استفاده برای ترمیت مهیا شده یک قسمت بسیار مهم در این فرایند می باشد، و بایستی از ماده ای ساخته شود، که بتواند در مقابل حرارت شدید تاب مقاومت زیادی داشته باشد. بوته نه تنها بایستی وزن ترمیت را تحمل نماید، بلکه بایستی فشار ناشی از واکنش شیمیایی را نیز تحمل نماید. پوسته بیرونی بوته معمولاً از ورقه فولادی ر نذظر گرفته می

شود (ساخته می شود)، و به شکل یک مخروط ناقص می باشد، که در شکل (1) نشان داده شده است، این بوتله یک سر آن



از بالا باز می باشد.

شکل (1) - بوتله ترمیتی

قطران اکسید منیزیم برای جداره داخلی بوتله مورد استفاده قرار می گیرد، در قسمت پایین بوتله یک سنگ اکسید منیزیم، یک انگشتانه که از میان آن یک پین تخلیه آویزان است، قرار دارد. این طرح به ما این اجازه را می دهد، که فولاد مایع با هیچ گونه خطری از سرباره داخل شده در جوش، جدا شود، زیرا موقعیت سرباره در بالا می باشد.

آتش زدن ترمیت

ترمیت را برای جلوگیری از صدمات در بوتله ریخته و با میله فولادی توسط کبریت آتش می زنند، آتش زدن ترمیت با میله فولادی مطمئن تر است. برای آتش زدن ترمیت می توان از چوب کبریت نیز استفاده کرد، اما این احتمال وجود دارد، که ممکن است، دست سوخته شود.

جرقه زن ترمیت

مخلوط ترمیت به تنهایی خطرناک نیست، مگر اینکه جرقه زن موجود باشد. بنابراین دو قطعه ای که معمولاً به هم جوش داده می شوند، معمولاً بزرگ بوده و تنازهای متفاوتی از ترمیت را می توان مورد استفاده قرار داد. چون میدان سرد شدن بسیار آهسته فرض می شود، بنابراین کمترین تغییر شکل را در میدان فوق داریم، اگر چه مقطعی که جوش را تحمل می کند بزرگ است، می توان برای رسیدن به اندازه مناسب با یک بار سرد شدن میدان، سطح فوق را ماشینکاری نمود

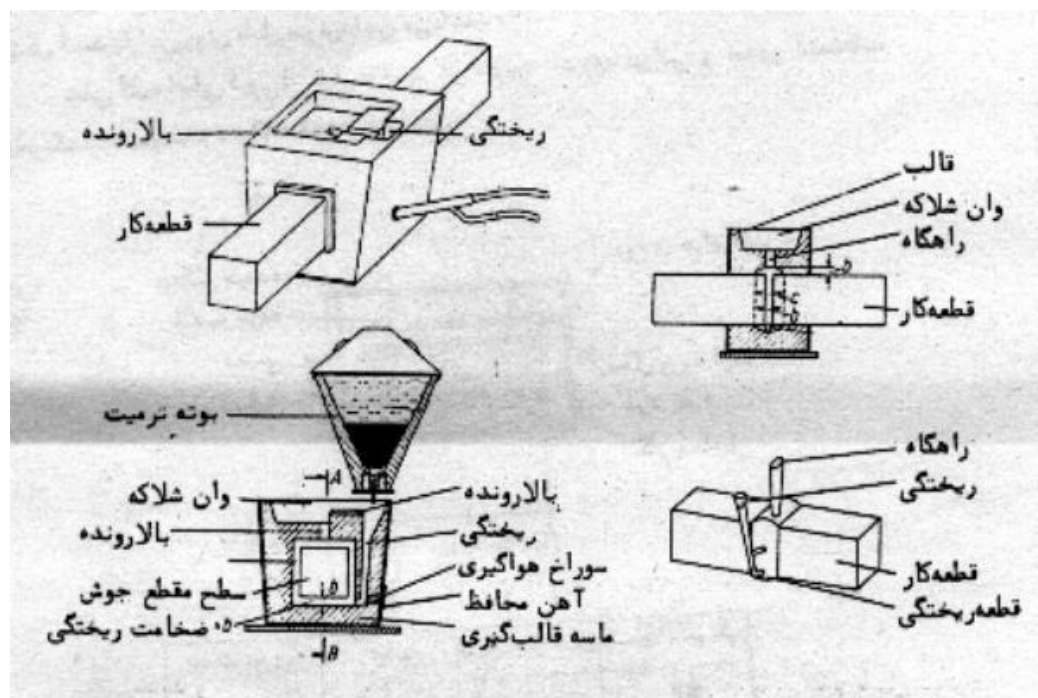
جرقه زن معمولاً پری اکسید باریم یا پودر منگنز می باشد. جرقه زن معمولاً در بالای بوته قرار دارد، و مواد با یک میله فلزی سرخ شده مشتعل می شود.

مراحل جوشکاری ترمیت

- 1- تمیز کردن سطح قطعات از آلودگی و اکسید
- 2- آماده کردن قالب (قالب ها بصورت دستی ساخته شده یا بصورت آماده برای اشکال و قطعات خاص در بازار موجودند)
- 3- ایجاد فاصله مناسب بین قطعات و قرار دادن قالب دور قطعات
- 4- پیشگرم کردن قالب
- 5- ریختن مواد ترمیت در محفظه احتراق
- 6- قرار دادن چاشنی
- 7- روشن کرد چاشنی به منظور احتراق ترمیت
- 8- باز کردن قالب پس از سرد شدن مذاب حاصل از واکنش
- 9- تمیز کردن و پرداخت کردن سطح قطعات و اتصال

روش انجام جوشکاری ترمیت

جوشکاری به روش ترمیت یک نوع خاص ریخته گری می باشد. برای کنترل آهن مذاب و به شکل مورد نظر در آوردنش در همان حالی که به صورت مذاب و مایع است، بایستی از قالب استفاده کرد. (شکل 2)



شکل (2) - شکل جوشکاری به روش ترمیت

فلزاتی را که بایستی به هم جوش بخورند، به صورت تخت پخ زده و سپس به دقت کنار هم قرار می دهند، و به کمک وسائل در محل خود محکم نگه می نمایند. معمولاً لبه قطعات را چنان پخ می زنند، که یک درز جناغی دور تا دور شان ایجاد شود. یک قالب مومی به شکلی که فلز مذاب پس از سرد شدن باید داشته باشد، در درز قرار می دهند. سرانجام قالب مومی و کار را در میان دریچه گذاشته در آن ماسه می ریزند، و ماسه را می کوبند.

نکات قابل توجه در جوشکاری ترمیت:

- 1- ماسه از 75 درصد شن خالص و 25 درصد خاک رس و مقداری ماده چسبنده تشکیل می شود.
- 2- قالب ماسه ای باید دارای مجرای ورود بار و نفس کشی یا خروج هوا باشد.
- 3- در جوشکاری قطعات بزرگ ماسه ای هواکش نیز لازم است.
- 4- ضمن گرم کردن قطعاتی که باید جوش داده شوند، قالب مومی دور درز آنها ذوب می شود، و ماسه در اطراف فرم مربوط را به فلز می دهد.
- 5- ترمیت را در بوتله ای که به شکل مخروط ناقص بوده و بالای قالب قرار دارد، می ریزند و مشتعل می سازند.

6- از این جهت بوتنه در بالای قالب قرار دارد که آهن مذاب با استفاده از نیروی ثقل بتواند به داخل قالب جاری شده فضای خالی اطراف قطعه کار را کاملاً پر کند.

ویژگی مهم قالب جوشکاری ترمیت

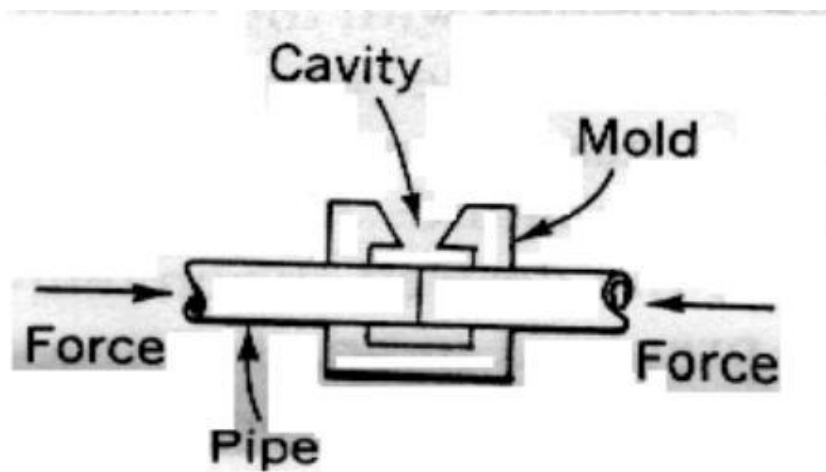
قالب جوشکاری ترمیت علاوه بر مجرای ورودی بار و هواکش که در قالب های ریخته گری نیز دیده می شود، سوراخ دیگری به نام مجرای گرم کردن دارد که از آنجا قطعاتی را که باید به هم جوش داده شود، قبل از ریختن آهن مذاب بدون قالب گرم کنند.

جوش ترمیت و لوله:

- 1- جوش ترمیت در صنایع فلز کاری با موفقیت همراه بوده است، و از آن برای جوش دادن لوله ها نیز استفاده میشود.
- 2- در این روش، جوشکاری ترمیت با فلز لوله در هم نمی آمیزند، بلکه گرمای ناشی از آن انتهای دو لوله را به قدر کفایت گرم و ملتهب می سازد، و سپس در حالت ذوب شدن آنها را به طرف یکدیگر می فشارند، تا به هم جوش بخورند.

جوش مرکب ترمیتی

نوعی جوش که برای ریل های راه آهن به کار می رود. بدین ترتیب که سر ریل ها با فرایند فشاری ترمیتی بالای فلزی یا بدون آن ، همزمان ، پایه و جان ریلها با فرایند جوشکاری ترمیتی به هم متصل می شود. (شکل 3)



شکل (3) - نمای شماتیک جوشکاری فشاری ترمیتی

موارد استفاده از جوش ترمیت

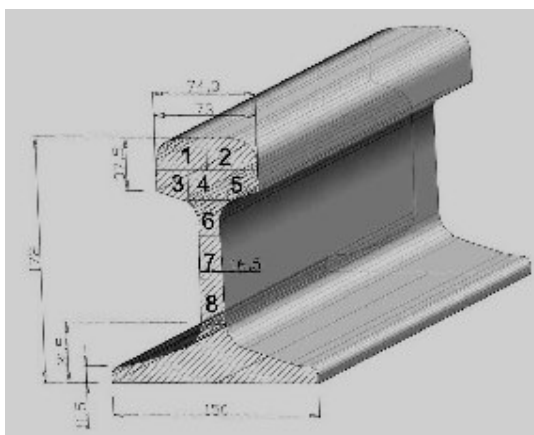
- اتصال ریل‌های خطوط راه آهن به یکدیگر و تعمیر ریل های شکسته
- جوش و تعمیر شاسی ماشین ها
- جوش و اتصال قطعات ریخته گری شده که بخاطر طول بلند و بزرگ بودن نمیتوانند در یک مرحله قالبگیری و ریختگری شوند .
- برای جوش کابل های ضخیم برق به یکدیگر یا یک هادی دیگر
- برای جوش و اتصال میلگردهای تقویت کننده بتن در سازه ها ساختمانی به یکدیگر
- جوش لب به لب لوله های جدار ضخیم
- جوش و تعمیر میل لنگهای شکسته
- جوش دادن دندانهای نوردی چرخ دنده های بزرگ شکسته.
- اتصال قطعات ریخته گری شده ای که ابعاد آنها مانع ریختن آنها به طور یکپارچه است.
- تعمیر ساختمانهای فولادی بزرگی که بنا به سفارش مخصوص ساخته شده و تعویض آن مستلزم مخارج زیادی است.



مزایا و معایب این روش

مزیت جوشکاری ترمیت نیاز نداشتن به سیستم های تامین انرژی (مانند مولد برق و ...) برای

جوشکاری است و پودر و قالب ها را در هر مکانی (برای مثال در طول ریل راه آهن برای تعمیر ریل شکسته) بکار برد . از محدودیت های این روش میتوان به ناتوان بودن در جوش دادن مقاطع نازک اشاره کرد زیرا انرژی جوش زیاد بوده و فقط برای مقاطع کلفت مثل ریلها و میل لنگ های شکسته و کابل های برق کاربرد دارد .



شکل ۱. الگوی برش نمونه های آزمایشی از قسمت جوشکاری شده ریل؛ نمونه های ۱ و ۲ برای متالوگرافی و سختی سنج ۳ و ۴ و ۵ برای آزمایش کشش، ۶ و ۷ و ۸ برای آزمایش ضربه

مراجع

- 1- سایت های جوشکاری
- 2- تکنیک علمی و عملی جوشکاری-ترجمه و تالیف:مهندس شکری هراتی-انتشارات علم و صنعت
- 3- فرهنگ جوشکاری -تالیف:دکتر کوکی و همکاران-انتشارات جامعه ریخته گران

HANDBOOK OF WELDING TECHNOLOGY —4

تهیه و تنظیم : ناصر کیانی مربی مرکز مهاباد