بسم الله الرحمن الرحيم

ارزیابی وتأیید جوش

- ***آزمایشات مخرب***
- ***آزمایشات غیر مخرب***
- آزمایشهای جوش با اهداف عمدهٔ زیرانجام می شوند:
- ***الف) آزمایش های ارزیابی شامل:***
- 1- آزمایشهای ارزیابی وتأیید صلاحیت دستورالعمل جوشکاری (W.P.S.)
- 2- آزمایشهای ارزیابی، تعیین صلاحیت ورده بندی جوشکاران
- ***ب) آزمایش های تأیید شامل:***
- 3- آزمایشهای بازرسی وتأیید

- ازمایشهای ردیف 1و2 در قالب برنامهٔ تضمین کیفیت بوده ودر ردهٔ آزمایشهای مخرب قرار میگیرند.بعنوان مثال در آزمایشهای ارزیابی دستورالعمل جوشکاری (W.P.S.)،یک قطعه با درزجوشی محدود درحدود 30 تا 60 سانتیمتر،مطابق به مشخصات وروش ارائه شده در دستورالعمل جوشکاری ،توسط یک جوشکار با صلاحیت جوشکاری می شودوسپس نمونه هائی از این قطعه اخذ شده وتحت آزمایشهای مکانیکی نظیر:
- *بازرسی چشمی*
- *آزمایش کشش*
- *آزمون شکست (نحوهٔ استخراج نمونه شکست جوش گوشه در ضمیمه ارائه شده است)*
- *خمش راهنمائی شده(نمونه ازمون خمش وقیدوبند آن در ضمیمه ارائه شده است)*
- *آزمون حکاکی ماکرو*
- *آزمون ریز ساختاری*
- *آزمایش رادیوگرافی*
- قرارمی گیرد.در صورت قابل پذیرش بودن نتایج،نوع الکترود،شدت جریان،اختلاف پتانسیل،قطبیت،هندسهٔ درز،تعداد پاسها وتمام اطلاعاتی از این قبیل که در دستورالعمل جوشکاری معرفی شده است،قابل پذیرش خواهد بود.

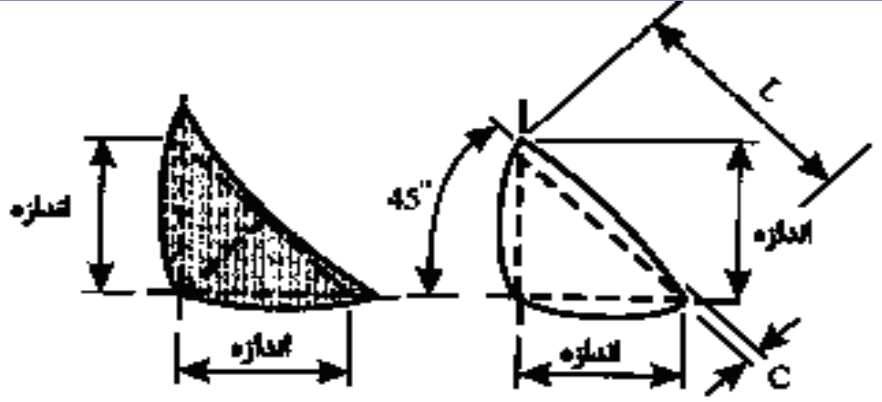
- آزمایشهای ارزیابی ورده بندی جوشکاران نیز کم وبیش مطابق فوق است ودراین آزمون ها،یک جوش که دستورالعمل آن مورد تأیید است،توسط جوشکاردر وضعیت مورد نظر انجام می گردد.از قطعه جوشکاری شده نمونه هائی اخذ شده وتحت آزمایشهای مکانیکی تا نقطهٔ خرابی قرارمیگیرد.بر حسب نتایج حاصل صلاحیت جوشکار مورد ارزیابی قرار میگیرد.در ارزیابی جوشکار میتوان ار نمونه های آزمایش های غیر مخرب UT وRT نیز استفاده نمود.
- آزمایشهای بازرسی وتأیید اساسا" با آزمایشهای فوق متفاوت است وغالبا" در ردهٔ آزمایشهای غیر مخرب قرار میگیرند.هدف از انجام آزمایشهای بازرسی وتأیید،اطمینان از کیفیت جوشی است که مقاومت آن در ارزیابی دستورالعمل جوشکاری به تأیید رسیده وتوسط جوشکاری انجام میشود که صلاحیت آن نیز مورد تأیید می باشد.

روشهای غیر مخرب بازرسی جوش
" Non-destructive Testing"

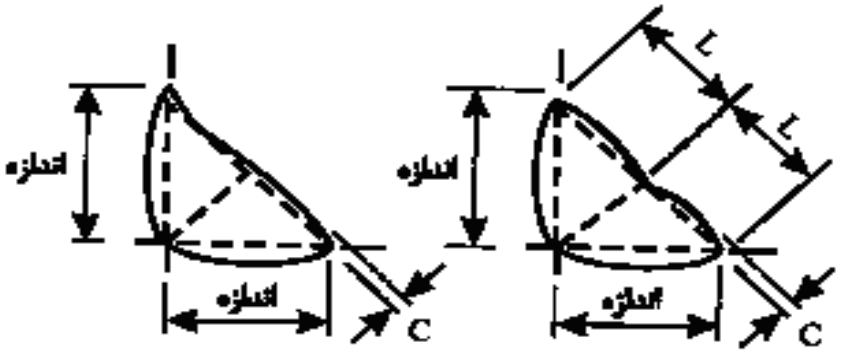
- بازرسی چشمی " Visual Test "
- آزمایش نفوذ " Leak Test "
- بازرسی با مایع نافذ " Liquid Penetrant Test "
- بازرسی با ذرات مغناطیسی " Magnetic Particle Test "
- آزمون فراصوتی " Ultrasonic Testing"
- رادیوگرافی یا پرتونگاری " Radiographic Testing "

بازرسي چشمي "Visual Test"

- **عيوبي كه مي توان با بازرسي چشمي تشخيص داد عبارتند از :**
- *خلل و فرج هايي كه تا سطح جوش امتداد دارند.*
- *سوختگي و بريدگي كنارة جوش و يا پر نشدن كامل شكاف جوش.*
- *حفرة انتهايي جوش همراه با سوراخ ناشي از انقباض حاصل از انجماد.*
- *گردة جوش اضافي و يا سررفتن فلز جوش.*
- *موج هاي زياد ، ناموزون و خشن پشت جوش در اثر حركات موجي و زيگزاكي غير يكنواخت با الكترود يا مشعل.*
- *قطرات چسبيده شدة جرقه و ترشح و يا اثرات لكة قوس در كنارة خط جوش.*
- *تركيدگي ها در جوش يا منطقة مجاور جوش كه قابل تشخيص با چشم به كمك ذره بين باشند.*
- *جا به جا شدن ، تاب برداشتن و تغيير ابعاد اجزاء مورد جوش.*



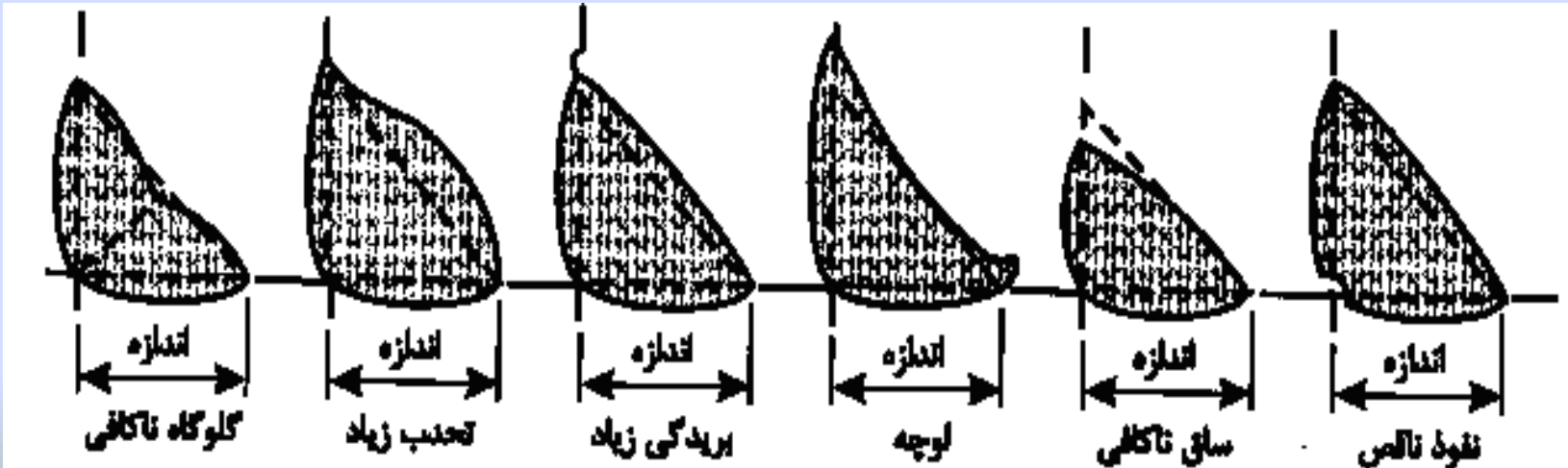
(الف) مقطع مورد نظر برای جوش گوشه



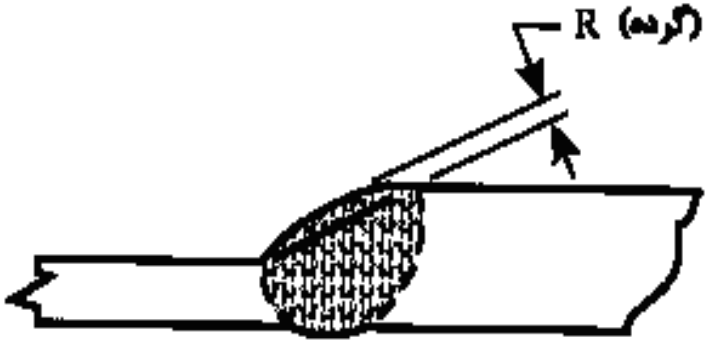
(ب) مقطع قابل پذیرش جوش گوشه

توجه: میزان تحدب C نباید از مقادیر زیر تجاوز نماید

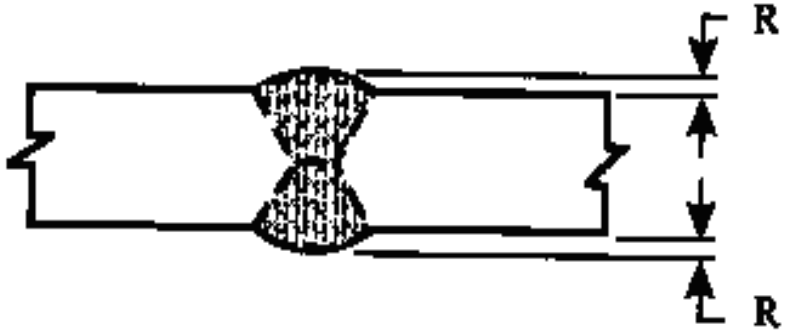
اندازه وتر (L)	حداکثر تحدب (mm)
$L \geq 8$ mm	1.5 mm
8 mm < L < 25 mm	3 mm
L > 25 mm	5 mm



(پ) مقاطع غیرقابل پذیرش جوش گوشه



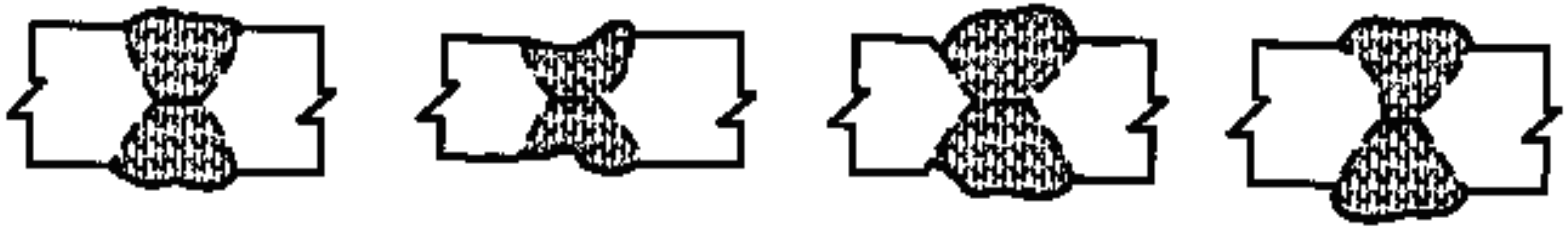
درز لب به لب (دو ورق غیر هم ضخامت)



درز لب به لب (ورق با ضخامت یکسان)

توجه: میزان گرده جوش نباید بیش از ۳ میلی متر باشد

(ت) مقاطع جوش های شیاری قابل پذیرش در درزهای لب به لب



لوچه

بریدگی زیاد

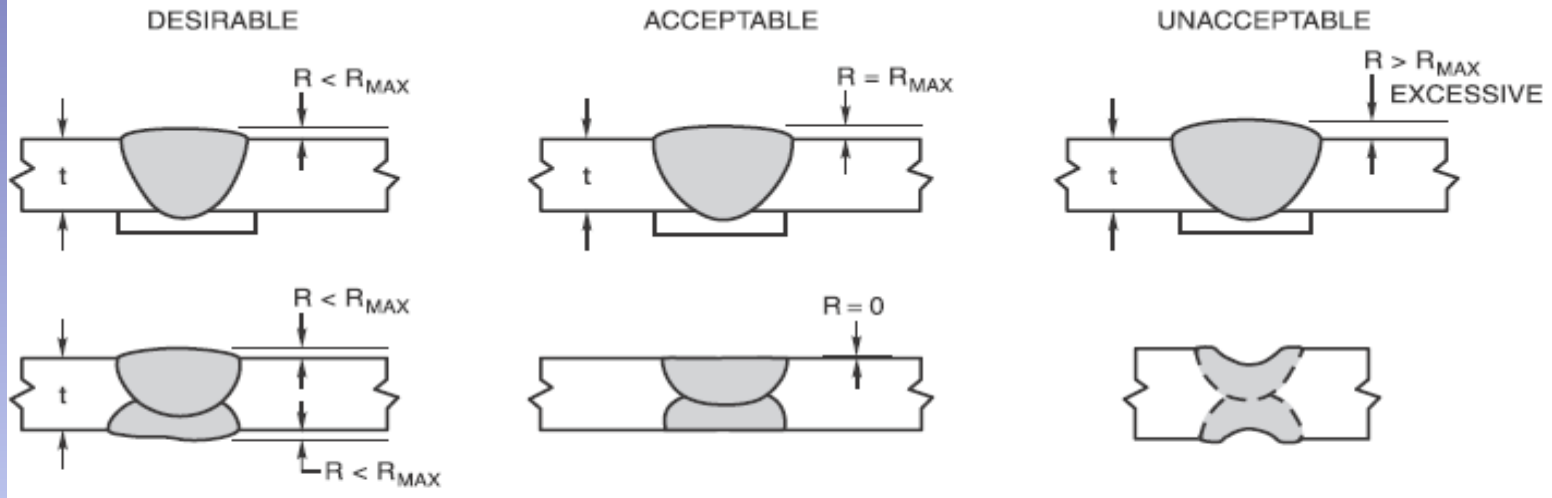
گلوگاه ناکافی

تحدب زیاد

(ث) مقاطع غیر قابل پذیرش جوش شیاری در درزهای لب به لب

• 5.23 Weld Profiles

- *All welds shall meet the visual acceptance criteria of Tables 6.1 and 9.16, and shall be free from cracks, overlaps, and the unacceptable profile discontinuities exhibited in Figure 5.4, Table 5.8, and Table 5.9, except as otherwise allowed in 5.23.1, 5.23.2, and 5.23.3.*
- **5.23.1 Fillet Welds.** *The faces of fillet welds may be slightly convex, flat, or slightly concave as shown in Figure 5.4 and as allowed by Tables 5.8, 5.9, 6.1, and 9.16.*
- **5.23.2 Exception for Intermittent Fillet Welds.** *Except for undercut, as allowed by the code, the profile requirements of Figure 5.4 shall not apply to the ends of intermittent fillet welds outside their effective length.*
- **5.23.3 Groove Welds.** *Groove weld reinforcement shall comply with Tables 5.8, and 5.9 and with the provisions below. Welds shall have a gradual transition to the plane of the base metal surfaces.*



(A) WELD PROFILES FOR BUTT JOINTS

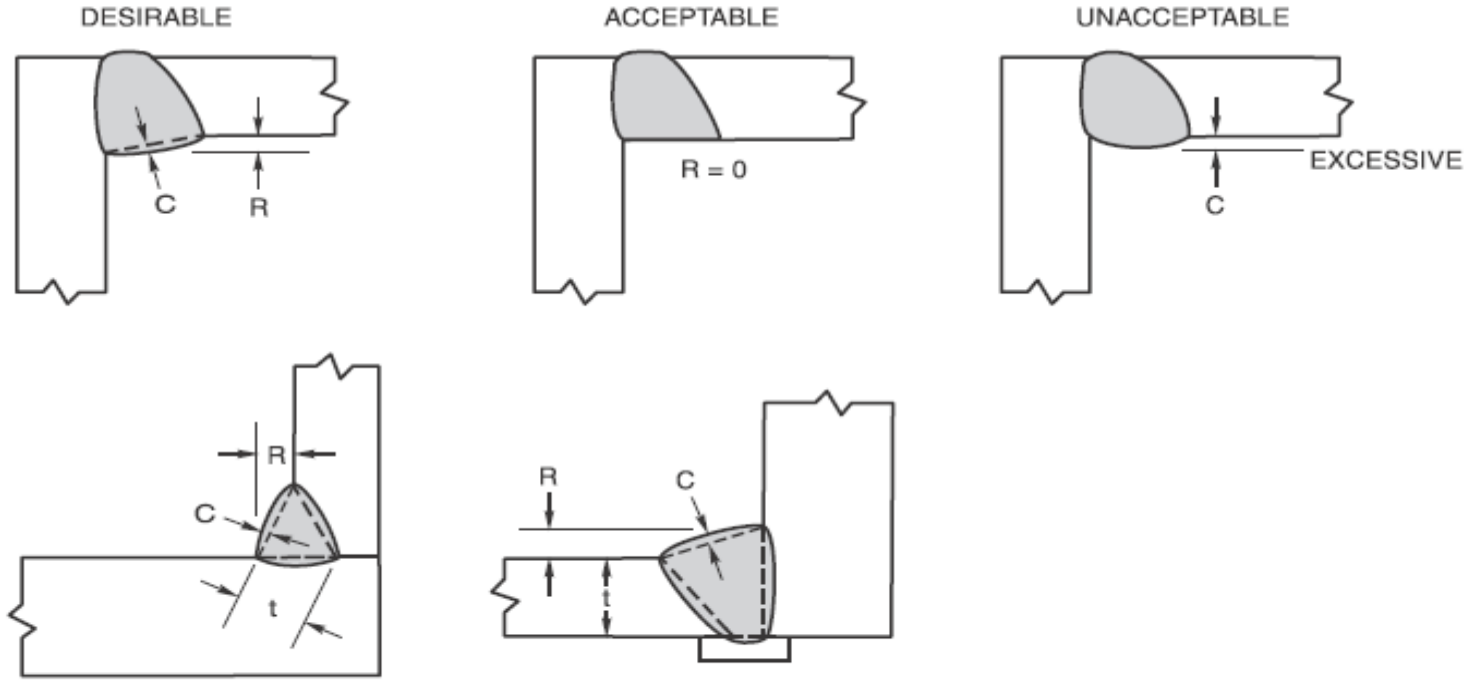
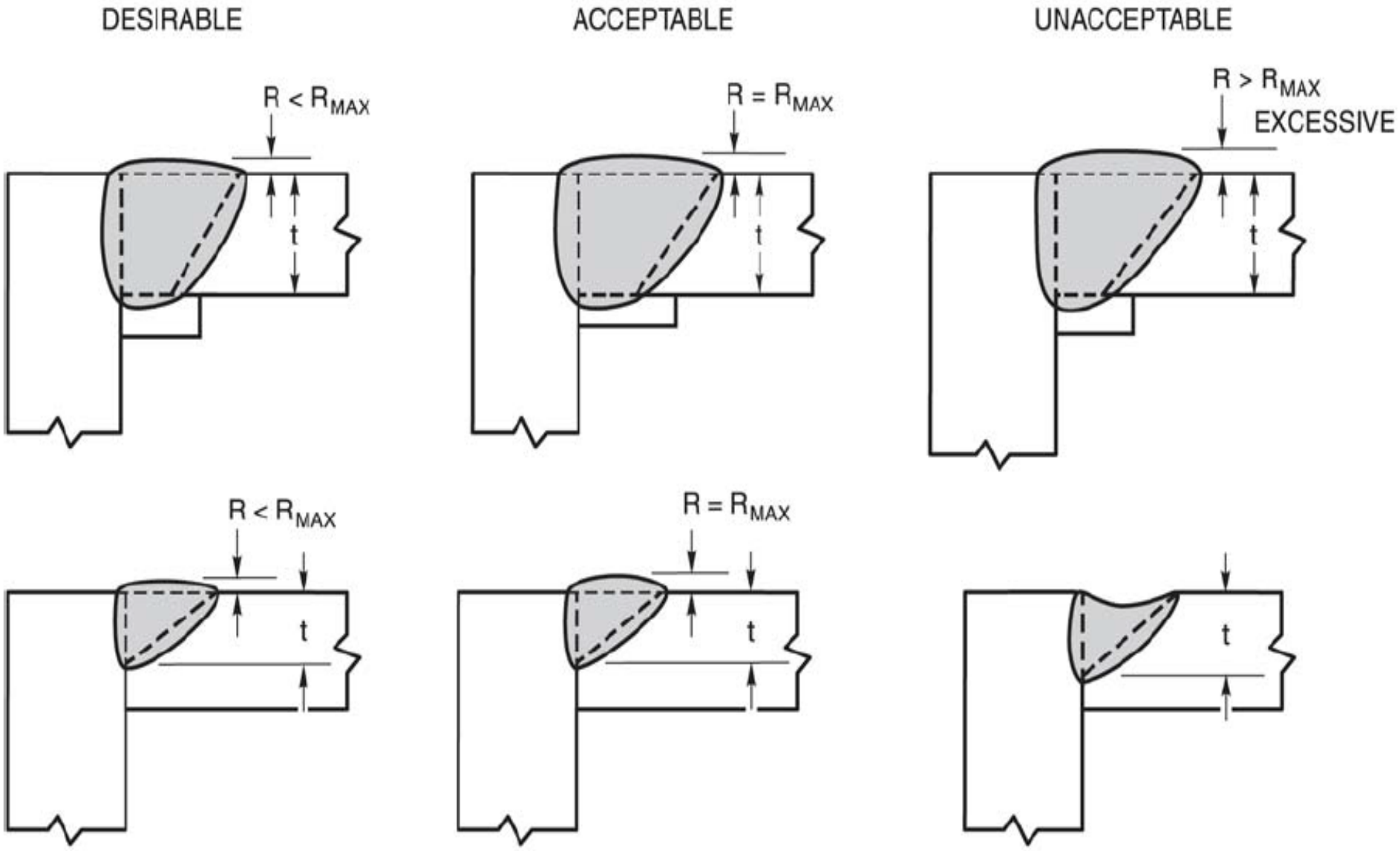
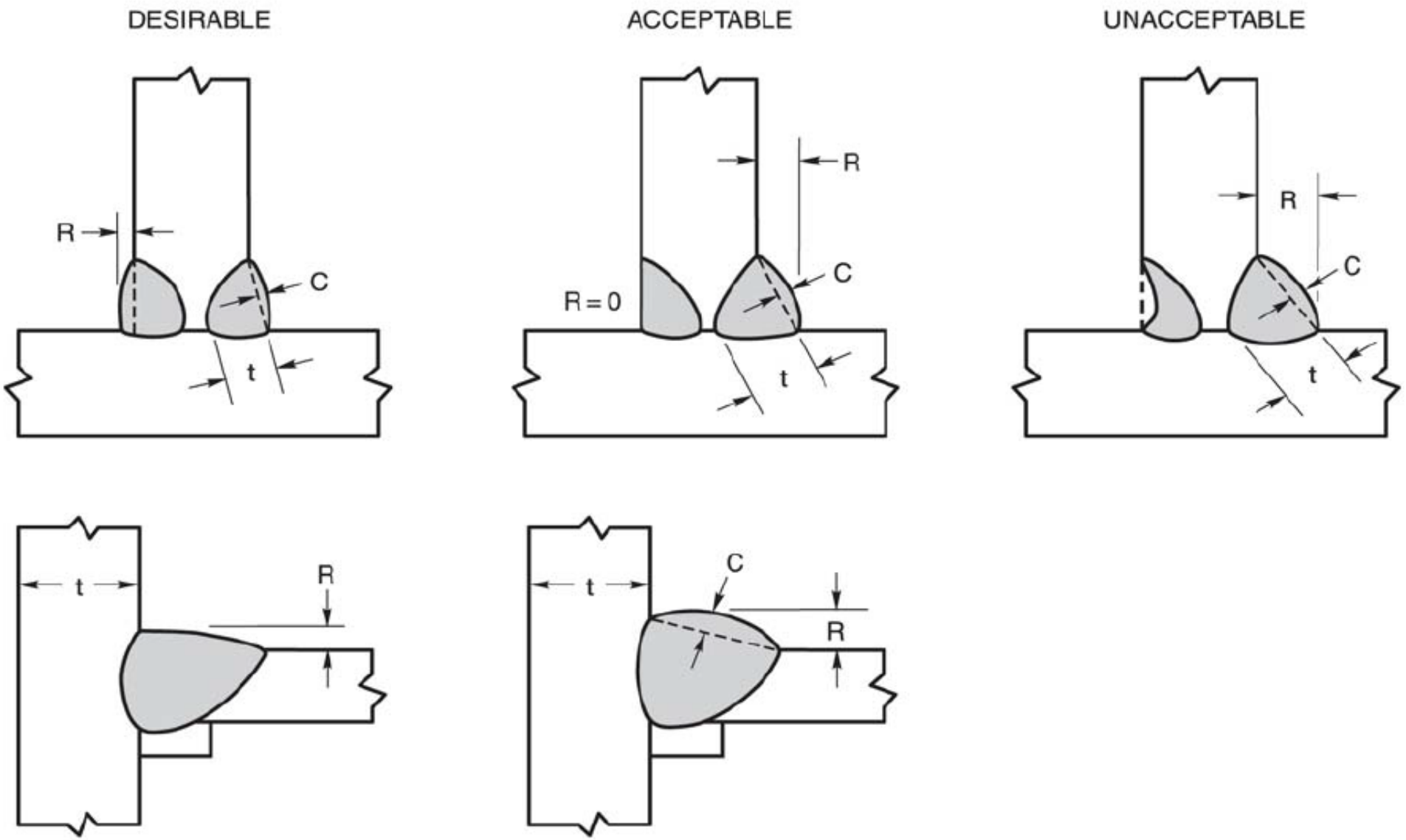


Figure 5.4—Requirements for Weld Profiles (see Tables 5.8 and 5.9)

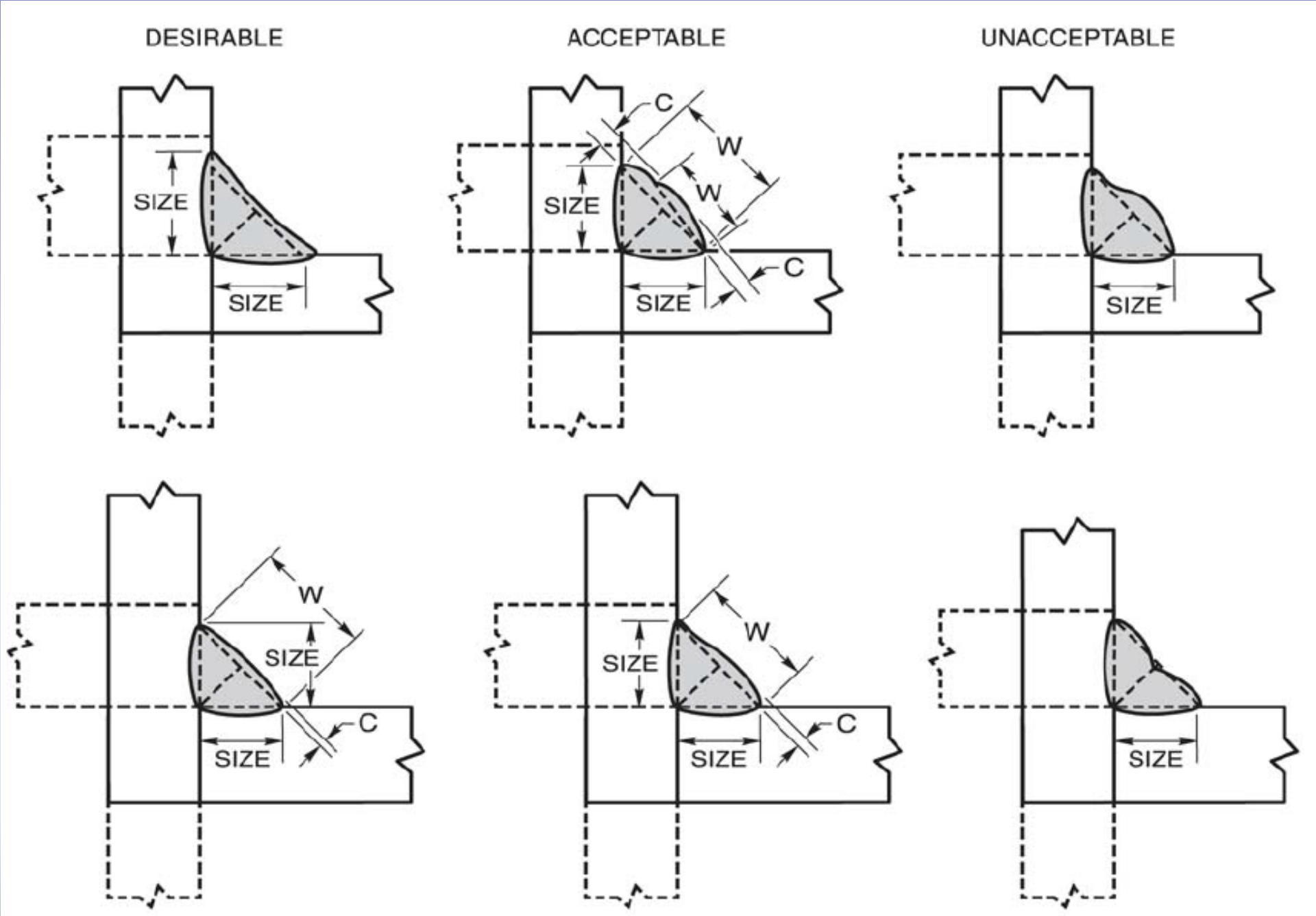


(C) GROOVE WELD PROFILES OUTSIDE CORNER JOINTS

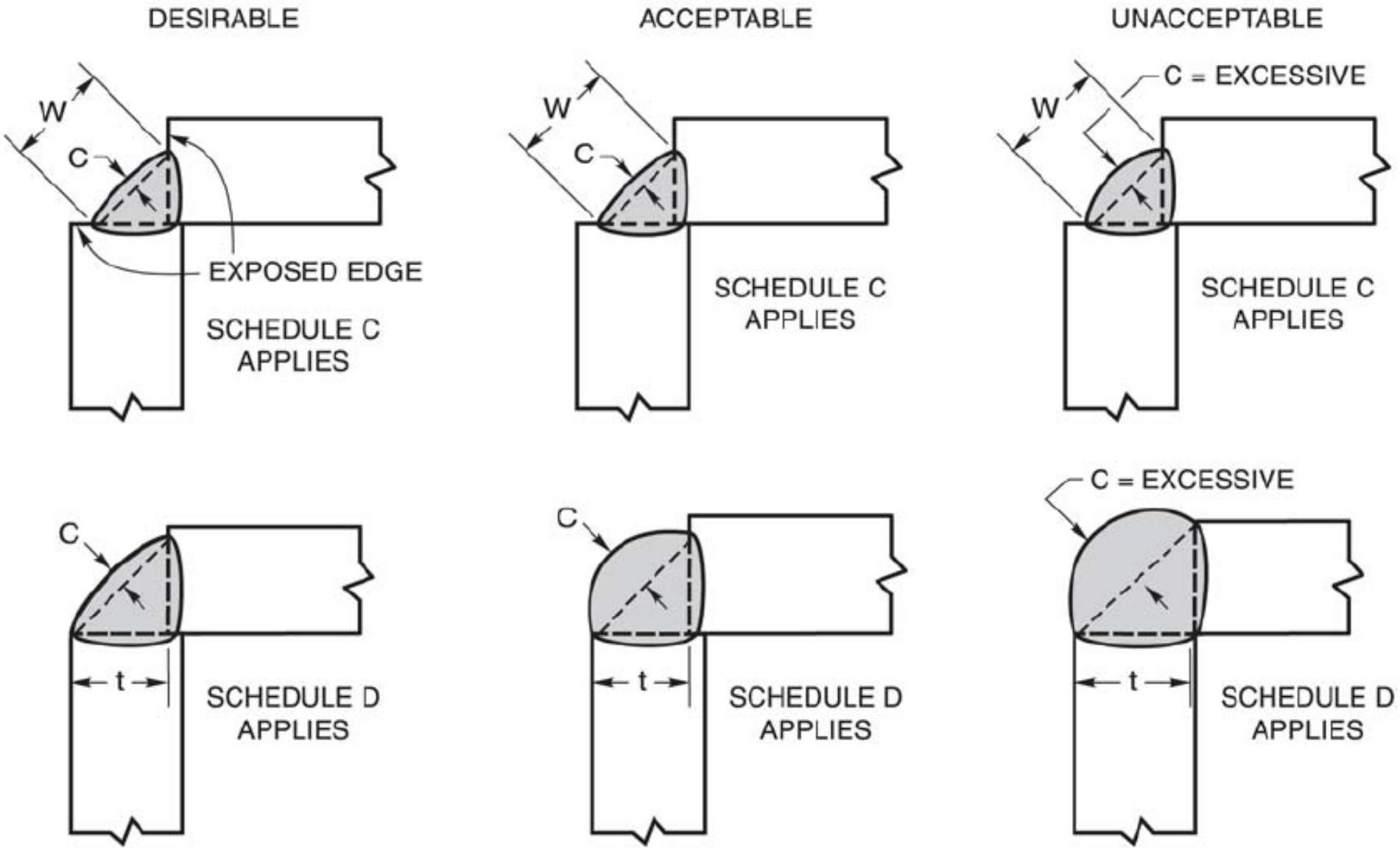


(D) GROOVE WELD PROFILES IN T-JOINTS

Figure 5.4 (Continued)—Requirements for Weld Profiles (see Tables 5.8 and 5.9)

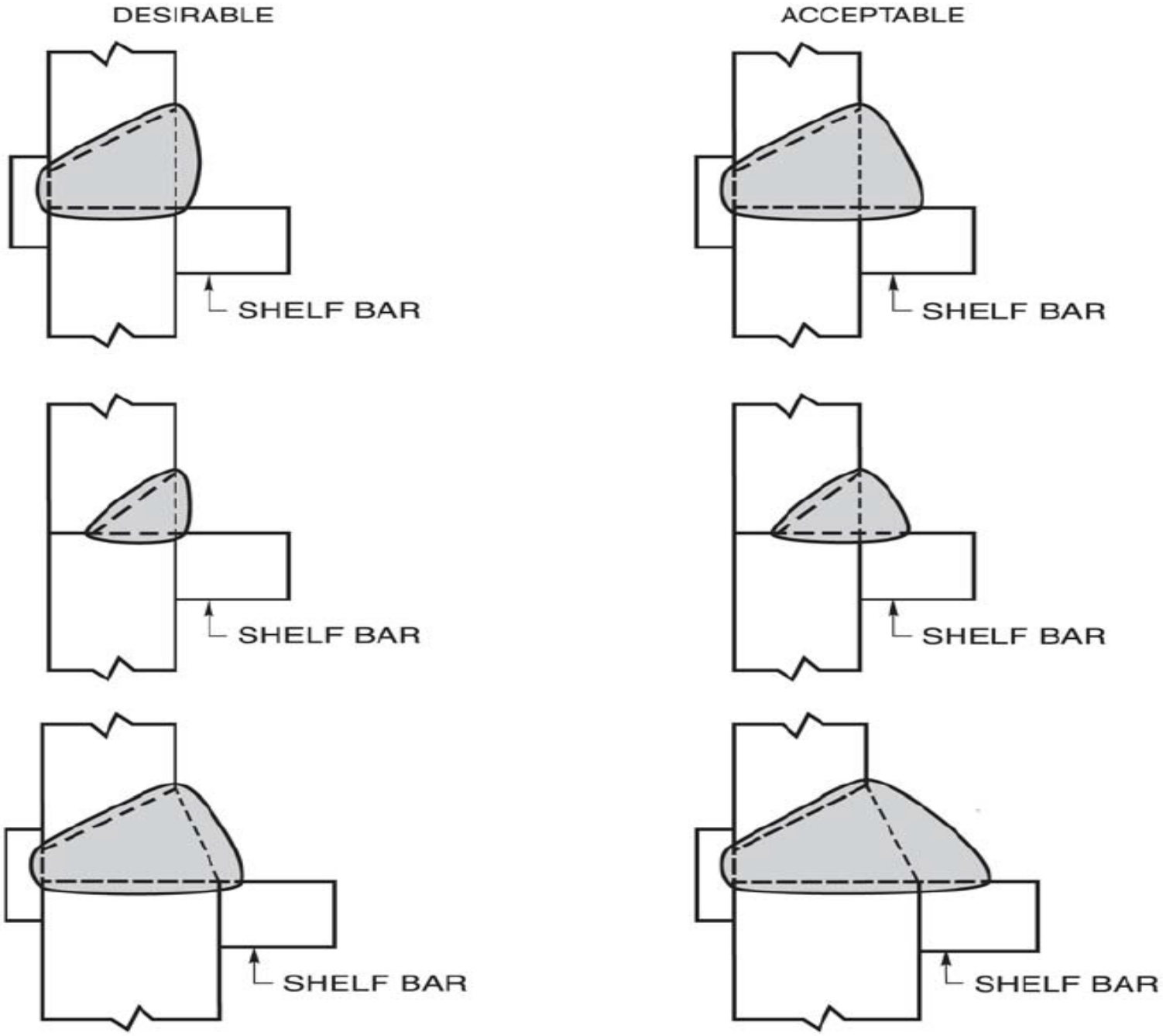


(E) FILLET WELD PROFILES FOR INSIDE CORNER JOINTS, LAP JOINTS, AND T-JOINTS

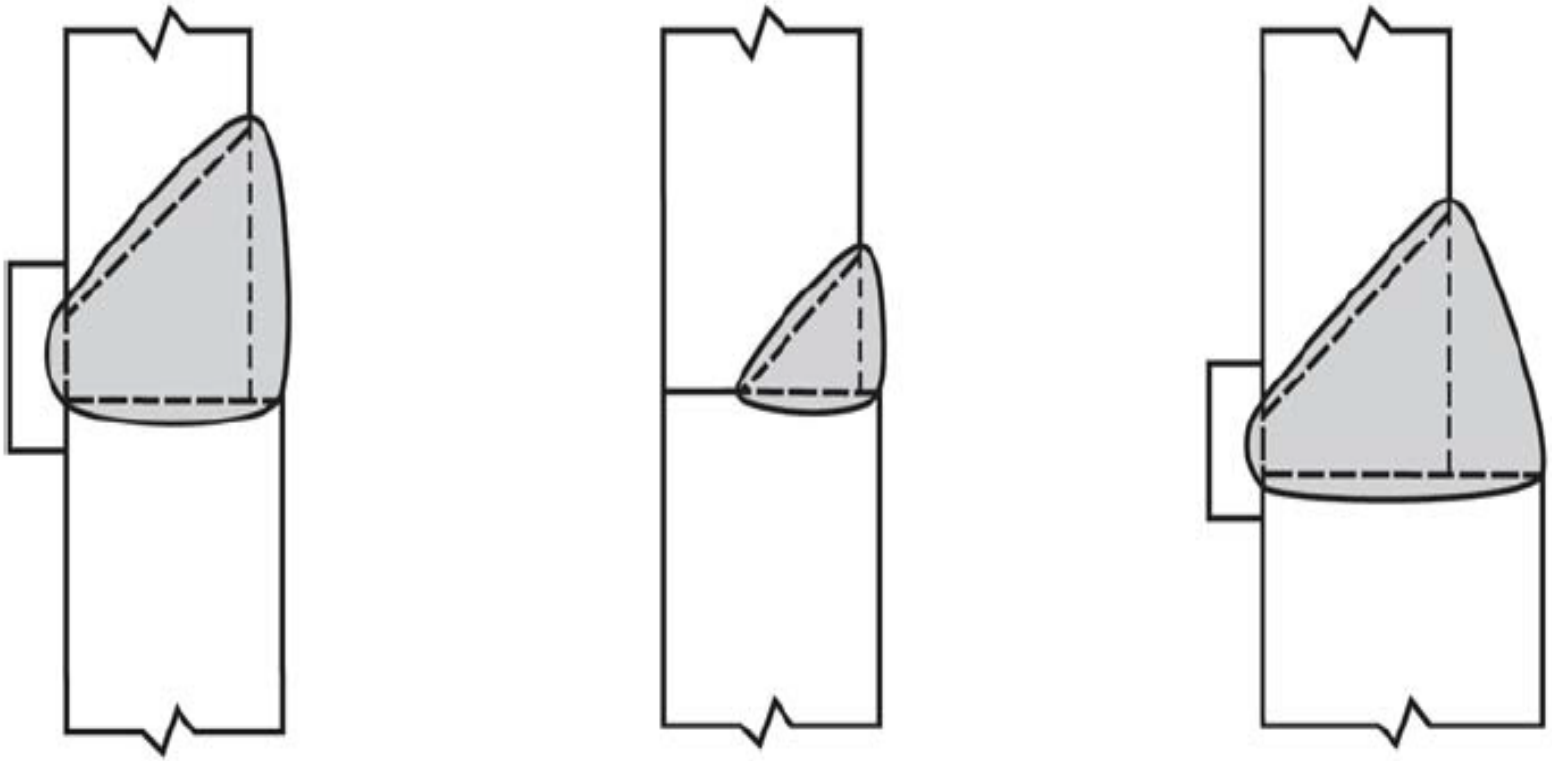


(F) FILLET WELD PROFILES FOR OUTSIDE CORNER JOINTS

Figure 5.4 (Continued)—Requirements for Weld Profiles (see Tables 5.8 and 5.9)



(G) TYPICAL SHELF BAR DETAILS



(H) TYPICAL PROFILES FOR BUTT WELDS BETWEEN UNEQUAL THICKNESSES

Figure 5.4 (Continued)—Requirements for Weld Profiles (see Tables 5.8 and 5.9)

Table 5.8
Weld Profiles[a] (see 5.23)

Weld Type	Joint Type					
	Butt	Corner—Inside	Corner—Outside	T-Joint	Lap	Butt with Shelf Bar
Groove (CJP or PJP)	Figure 5.4A	Figure 5.4B[b]	Figure 5.4C	Figure 5.4D[b]	N/A	Figure 5.4G
	Schedule A	Schedule B	Schedule A	Schedule B	N/A	See Note c
Fillet	N/A	Figure 5.4E	Figure 5.4F	Figure 5.4E	Figure 5.4E	N/A
	N/A	Schedule C	Schedule C or D[d]	Schedule C	Schedule C	N/A

[a] Schedules A through D are given in Table 5.9.
[b] For reinforcing fillet welds required by design, the profile restrictions apply to each groove and fillet, separately.
[c] Welds made using shelf bars and welds made in the horizontal position between vertical bars of unequal thickness are exempt from R and C limitations. See Figures 5.4G and 5.4H for typical details.
[d] See Figure 5.4F for a description of where Schedule C and D apply.

Table 5.9
Weld Profile Schedules (see 5.23)

Schedule A (t = thickness of thicker plate joined for CJP; t = weld size for PJP)

t	R min.	R max.
≤ 1 in [25 mm]	0	1/8 in [3 mm]
> 1 in [25 mm], ≤ 2 in [50 mm]	0	3/16 in [5 mm]
> 2 in [50 mm]	0	1/4 in [6 mm] [a]

Schedule B (t = thickness of thicker plate joined for CJP; t = weld size for PJP; C = allowable convexity or concavity)

t	R min.	R max.	C max. [b]
< 1 in [25 mm]	0	unlimited	1/8 in [3 mm]
≥ 1 in [25 mm]	0	unlimited	3/16 in [5 mm]

Schedule C (W = width of weld face or individual surface bead; C = allowable convexity)

W	C max. [b]
≤ 5/16 in [8 mm]	1/16 in [2 mm]
> 5/16 in [8 mm], < 1 in [25 mm]	1/8 in [3 mm]
≥ 1 in [25 mm]	3/16 in [5 mm]

Schedule D (t = thickness of thinner of the exposed edge dimensions; C = allowable convexity; see Figure 5.4F)

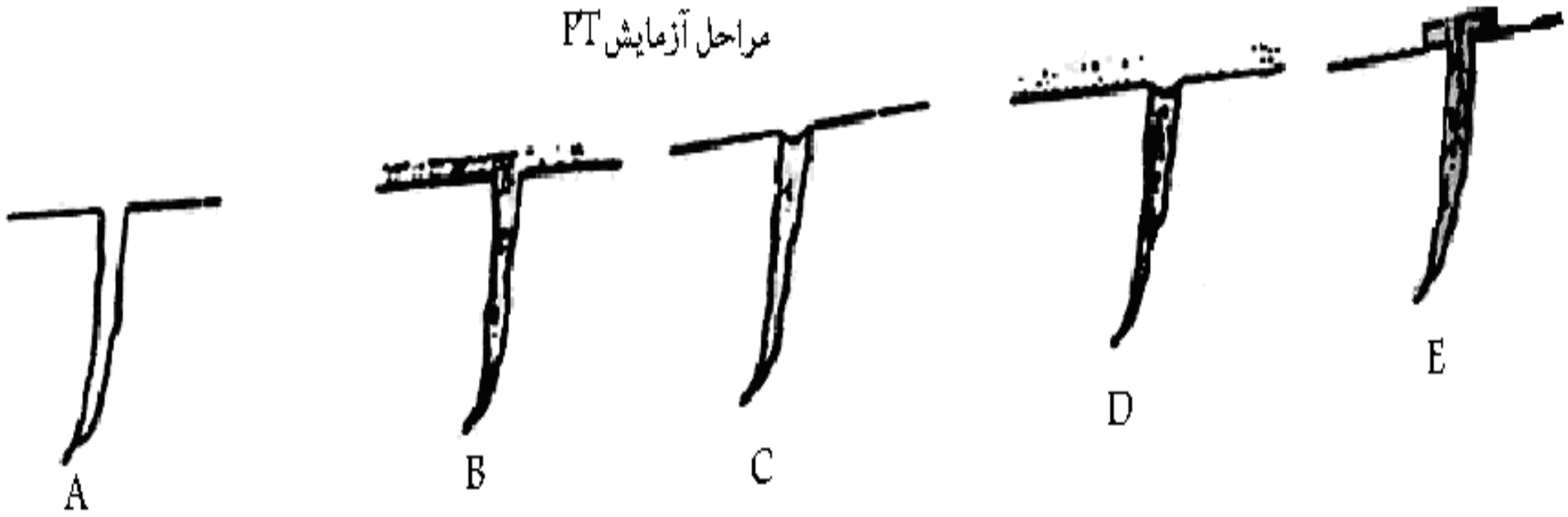
t	C max. [b]
any value of t	t/2

[a] For cyclically loaded structures, R max. for materials > 2 in [50 mm] thick is 3/16 in [5 mm].
[b] There is no restriction on concavity as long as minimum weld size (considering both leg and throat) is achieved.

• آزمايش نفوذ "Leak Test "

- آزمايش نفوذ يكي از آزمايشات نسبتاً ساده و سريع براي تشخيص كامل بودن جوش در مخازن ، سيلندرها و لوله ها از نظر نفوذ مايع يا گاز است. پس از بستن كلية دريچه ها در مخزن يا كپسول از طريق فشار هيدروليكي آب ، نفت ، هوا و گاز به داخل آن هدايت مي شود. آب قابليت نفوذ كم ، نفت نسبتاً خوب و هوا و گازها مخصوصاً گاز هيدروژن قابليت نفوذ زيادي دارند. در مواردي كه استفاده از آب قابل قبول باشد بهتر است از آب استفاده شود. ، چون خطرات ناشي از پاره شدن مخزن كمتر از حالت بكار بردن گازها است. فشار اعمال شده در منبع يا لوله تقريباً 2 برابر فشاري است كه در عمل و موقع كار در آن ايجاد مي شود. البته شرايط و موارد مختلف را استانداردها تعيين كرده اند.
- **از طرق مختلف مي توان نفوذ مايع يا گاز به خارج از مخزن را مشخص كرد كه متداول ترين آن عبارتند از :**
- *اعمال فشار معين و خواندن اين فشار بر روي فشارسنج در زمان هاي مختلف : در صورتيكه افت فشاري ايجاد شود نشان دهندة سوراخ و يا نفوذ گاز يا مايع به بيرون است.*
- *پس از وارد كردن هوا يا گاز به داخل مخزن با فشار مشخص ، محلول آب صابون در مسير جوشكاري ماليده مي شود و يا مخزن را وارد آب صابون مي كنيم : در صورت ملاحضة حباب ها مي توان پي به نفوذ هوا يا گاز از مخزن به بيرون برد.*

بازرسي به كمك مايعات نافذ
" Liquid Penetrant Test "



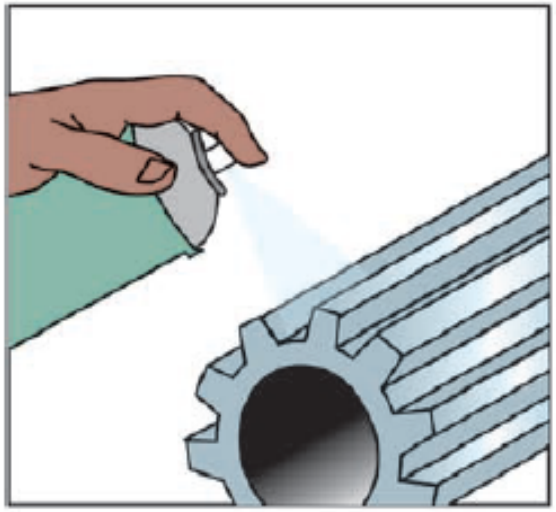
A- سطح ماده تمیز و بدون گریس باشد

B- مایع نافذ به داخل عیب جذب شود

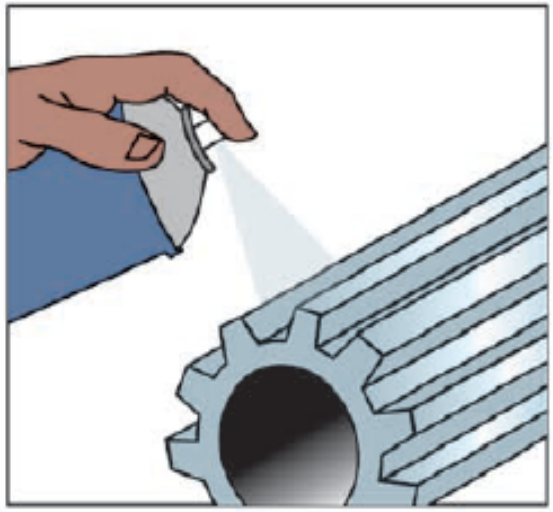
C- مایع نافذ اضافی از سطح قطعه پاک شود ولی در داخل ترک باقی بماند

D- سطح به مادهٔ ظاهر کننده آغشته می شود

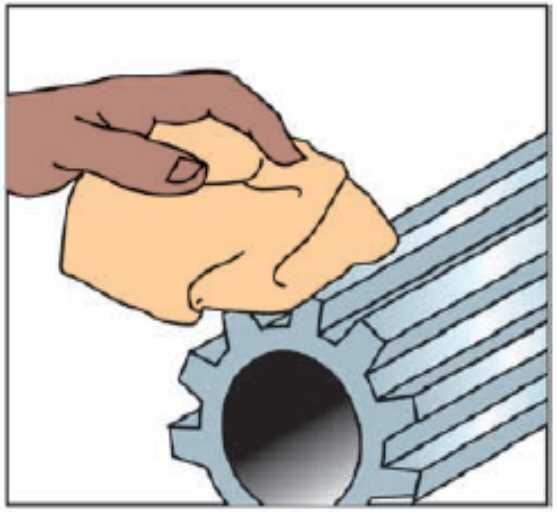
E- مایع نافذ توسط ظاهر کننده جذب می شود و نشانه های ترک را آشکار می کند



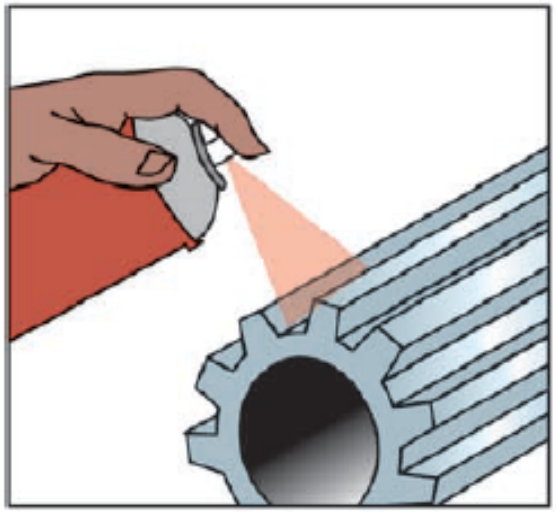
1. PRECLEAN INSPECTION AREA. SPRAY ON CLEANER/REMOVER –WIPE OFF WITH CLOTH.



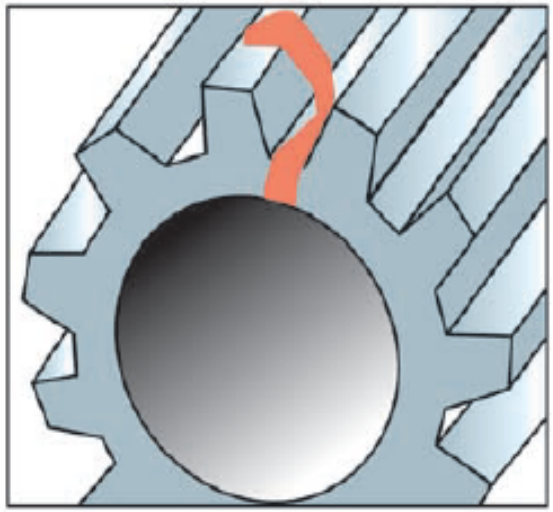
2. APPLY PENETRANT, ALLOW SHORT PENETRATION PERIOD.



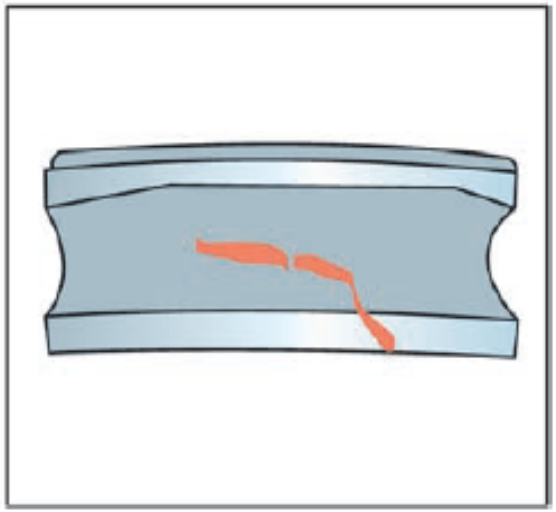
3. SPRAY CLEANER/REMOVER ON WIPING TOWEL AND WIPE SURFACE CLEAN.



4. SHAKE DEVELOPER CAN AND SPRAY ON A THICK, UNIFORM FILM OF DEVELOPER.



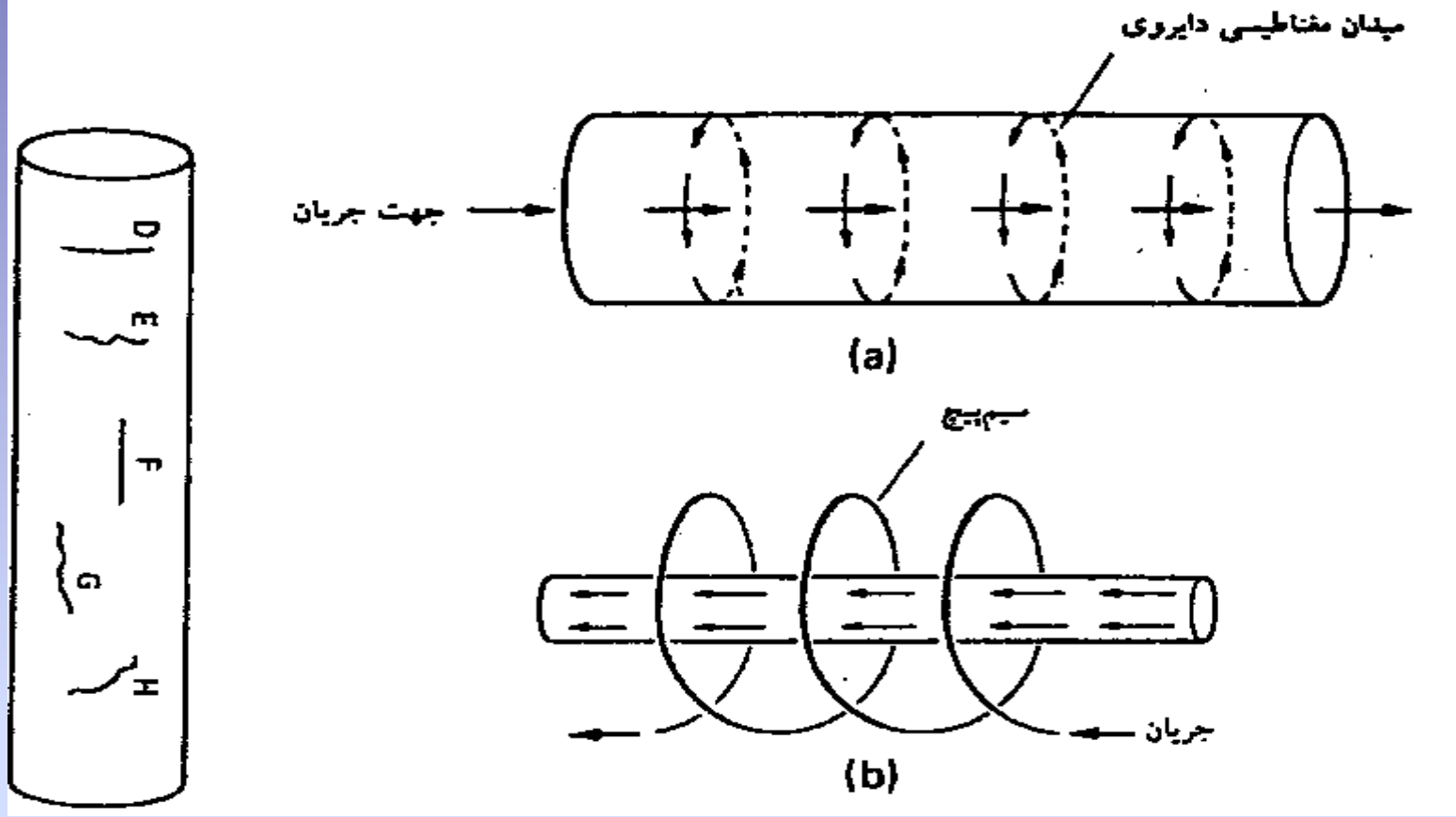
5. INSPECT. DEFECTS WILL SHOW AS BRIGHT RED LINES IN WHITE DEVELOPER BACKGROUND.

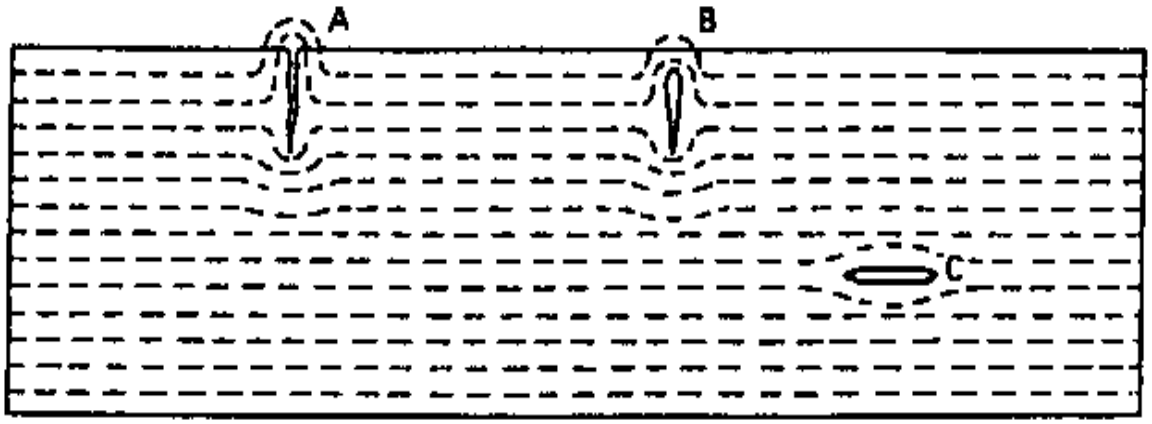


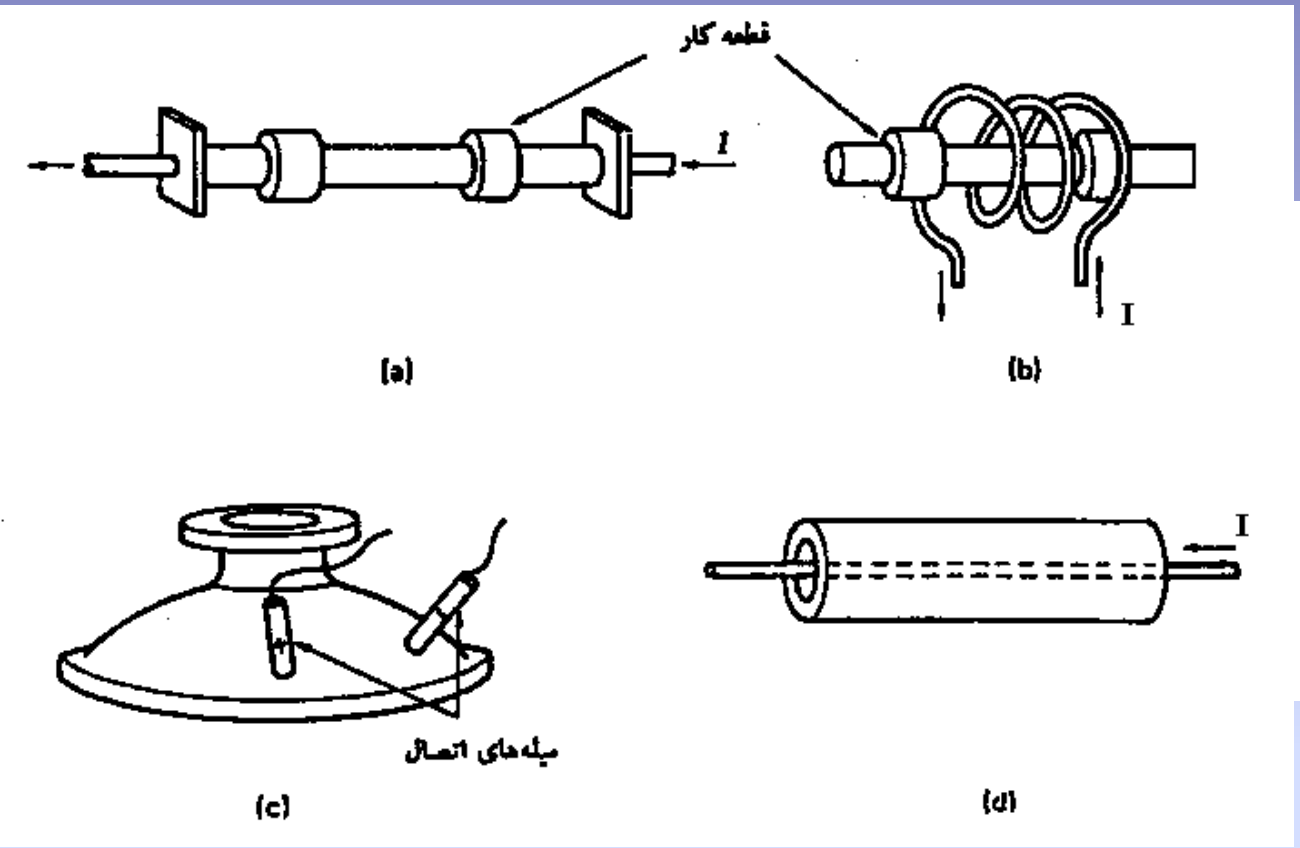
- **مزاياي روش PT :**
- ساده بودن روش كار
- بسيار ارزان است.
- بازرسي با مايع نافذ براي كلية قطعات به هر شكل و هر اندازه قابل استفاده است.
- قطعات در حال كار را مي توان در محل كار بازرسي كرد.
- **معايب روش (PT) :**
- فقط براي عيب يابي ترك هاي سطحي بكار مي رود.
- براي قطعاتي كه داراي سطوح زبر و خشن هستند ، استفاده نمي شود.

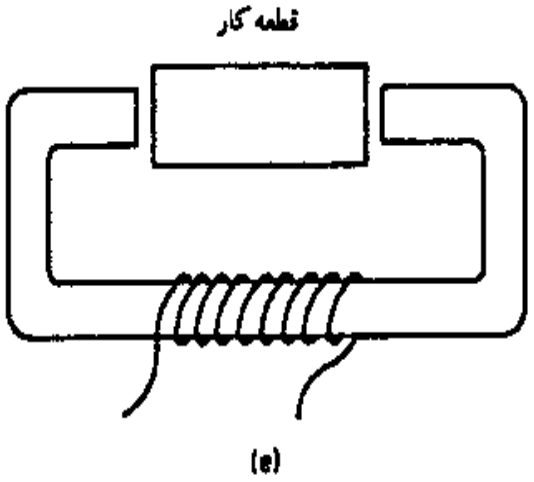
بازرسي با ذرات مغناطيسي
" Magnetic Particle Test "

- در اين روش از يك جريان قوي(DCيا AC) ايجاد كنندة حوزة مغناطيسي در جوش استفاده مي شود كه پس از پاشيدن پودر ريز مغناطيسي شونده بر روي منطقة جوش ، اگر عيوبي در سطح يا لاية زير سطح وجود داشته باشد موجب قطع نيرو و خطوط مغناطيس شده و منجر به تمركز ذرات پودر در اطراف عيب مي شود (ايجاد قطب هاي مغناطيسي در دو طرف عيب). به اين ترتيب اندازه ، شكل و موقعيت عيب مشخص مي شود. طبيعي است كه هر چه عيب در عمق پايين تري باشد نياز به حوزة مغناطيسي قوي تر بوده و اين تمركز ذرات در سطح نامشخص تر است


میدان مغناطیسی دایروی
جهت جریان
D
E
F
G
H
(a)
سیم پیچ
جریان
(b)


A
B
C





(a)جریان الکتریکی از میان تمام قطعه عبور کرده ومیدان مغناطیسی دایروی القاء میکند.

(b)قطعه در وسط سیم پیچی قرارداده شده ومیدان مغناطیسی طولی القاء میکند.

(c)اتصال سیخکی که روی قطعه بزرگ ریختگی قرار داده شده است.

(d)مقطع توخالی که با عبور یک کابل هادی ازداخل آن مغناطیسی می شود.

(e)قطعه در داخل یک طوقه مغناطیسی می شود.

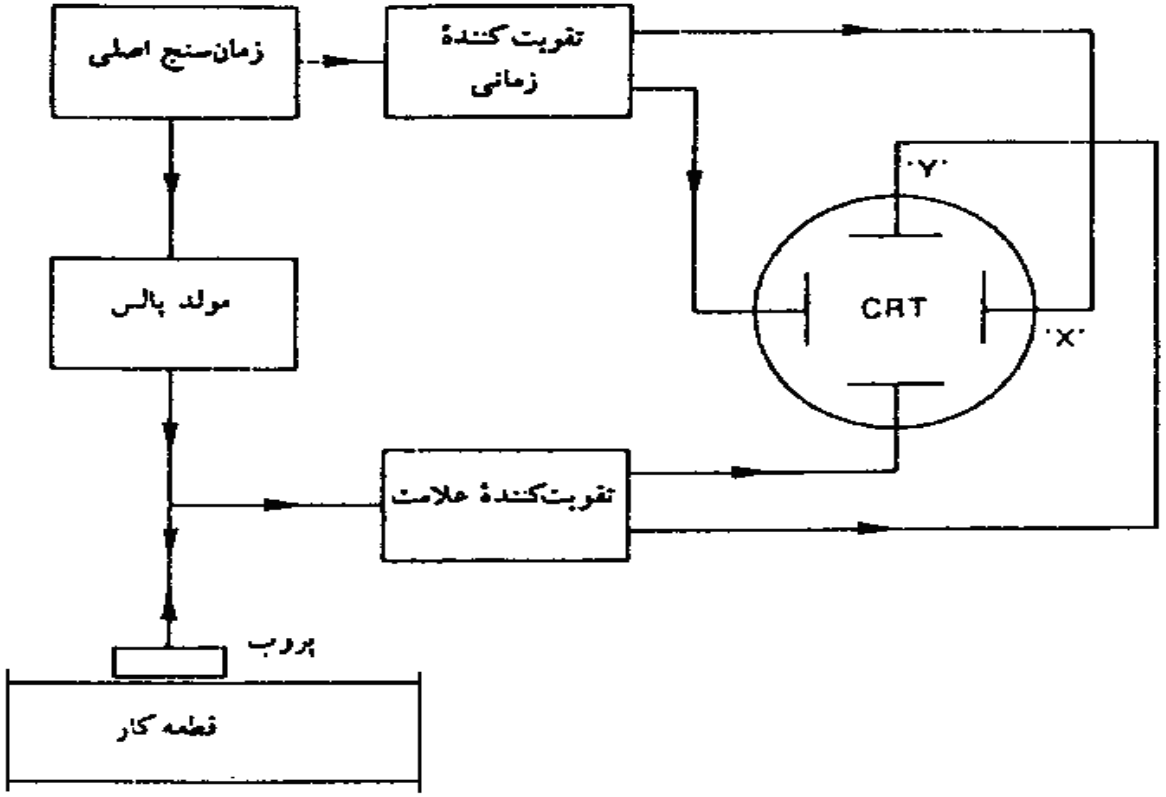
- **مزاياي روش ذرات مغناطيس :**
- عيوب سطحي و زير سطحي تا عمق 7 ميليمتر را مي توان بازرسي نمود.
- اغلب ضروري نيست كه سطح قطعه با دقت تميز كاري شود.
- با اين روش مي توان تقريباً پهناي عيب را حدس زد.
- ارزان وسريع است.
- برای تشخیص عیوب سطحی وزیر سطحی جوش گوشه بهترین روش است.
- **معايب روش ذرات مغناطيس:**
- فقط براي مواد فرومغناطيس قابل استفاده است.
- هميشه بهتر است كه ميدان مغناطيسي عمود بر عيوب باشد.
- بعضي مواقع لازم است يك قطعه را چندين بار مغناطيسي كنيم.
- بعد از عمل بازرسي بايد مغناطيس زدايي انجام گيرد.
- مهارت و تجربة زيادي نياز دارد.

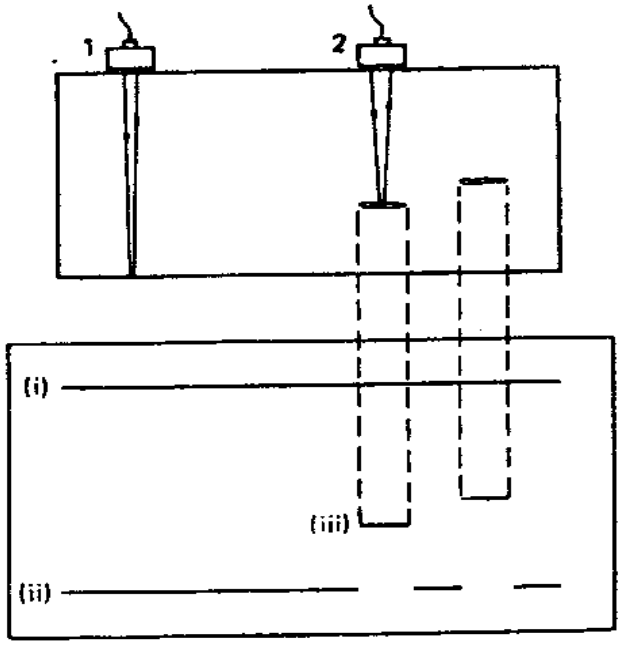
آزمايش با امواج فراصوتي يا راديويي "Ultrasonic Testing "

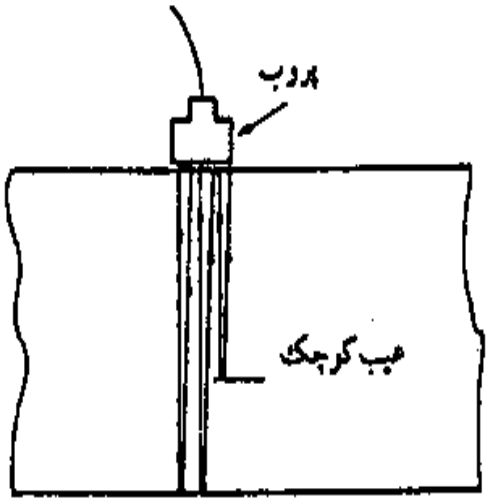
- در اين آزمايش ارتعاشات يا امواج فركانس بالا 20KHz- 20MHz براي تشخيص موقعيت و اندازة عيوب سطحي و عمق نظير خلل و فرج ، ترك ، سربارة محبوس شده ، نفوذ ناقص و حتي ضخامت جوش يا قطعه كار بكار مي رود. اين روش كه بسيار حساس و دقيق است براي فلزات آهني و غير آهني و حتي غير فلزات (سراميك و پلاستيك) نيز قابل استفاده و داراي كاربرد مي باشد.

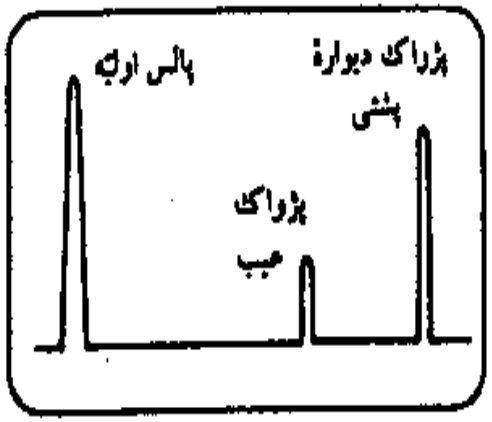
- اصول كلي روش مطابق شكل (3-5) بدين ترتيب است كه از عبور جريان الكتريكي متناوب با فركانس بالا (يك ميليون سيكل در ثانيه) از كريستال كوارتز ، انرژي الكتريكي به انرژي مكانيكي تبديل مي شود. در قسمت اول سيكل سطح كريستال منبسط شده و در نيم سيكل ديگر منقبض مي شود و بدين ترتيب ارتعاش مكانيكي ايجاد مي شود. اگر سطح صاف شدة مورد آزمايش با اين سطح منتشر كنندة موج تماس حاصل نمايد امواج به طور مؤثر از Probe به كار منتقل مي شود. پس از عبور در ضخامت قطعه ، اين امواج در اطراف ديگر سطح منعكس مي شود. اگر كوچكترين عيبي در مسير اين امواج باشد ، تمام يا قسمتي از موج در برخورد با اين عيب ، منعكس مي شود و در روي صفحه كاملاً مشهود خواهد بود(شكل 6-1).
- اگر منحني استانداردي كه نشان دهندة فاصله يا زمان رفت و برگشت موج است در روي صفحه موجود باشد ، به راحتي مي توان فاصلة عيب را تا سطح نيز تعيين كرد.

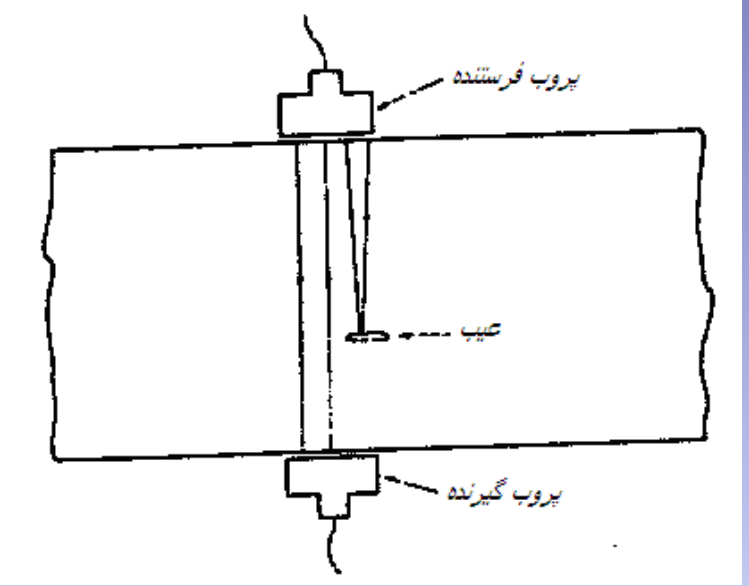
FIGURE 23-41 Portable ultrasonic inspection unit.
Olympus NDT


زمان‌سنج اصلی
تقویت کنندهٔ زمانی
مولد پالس
CRT
'Y'
'X'
تقویت‌کنندهٔ علامت
پروب
قطعه کار

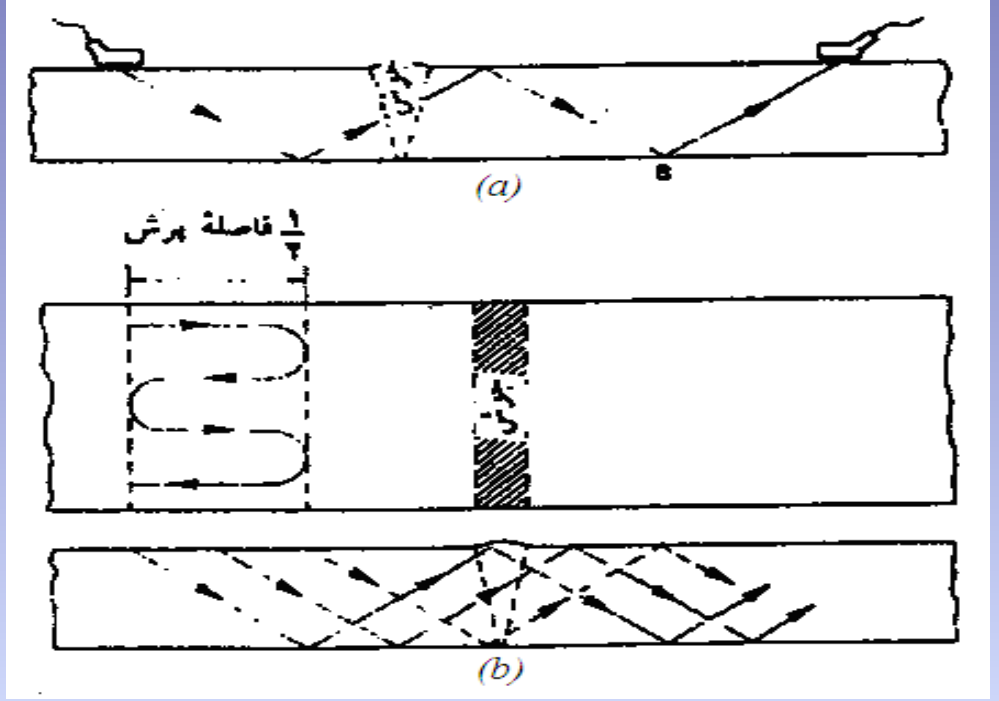

1
2
(i)
(iii)
(ii)


پروب
عیب کوچک

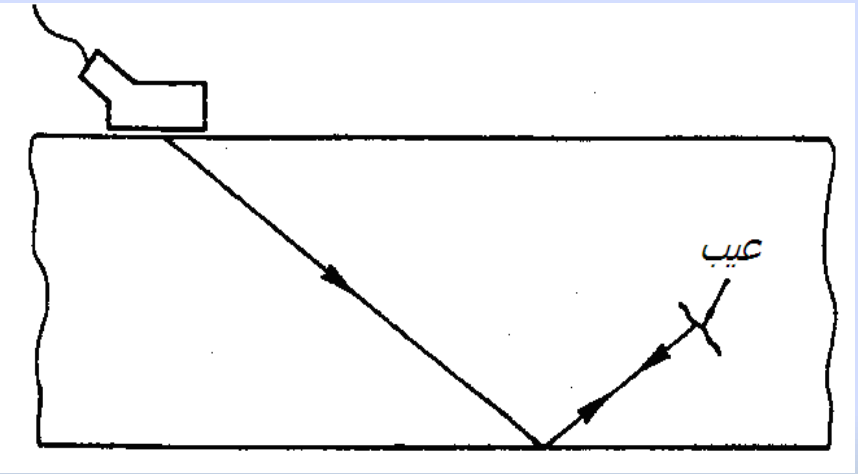

پالس اولیه
پژواک دیوارهٔ پشتی
پژواک عیب



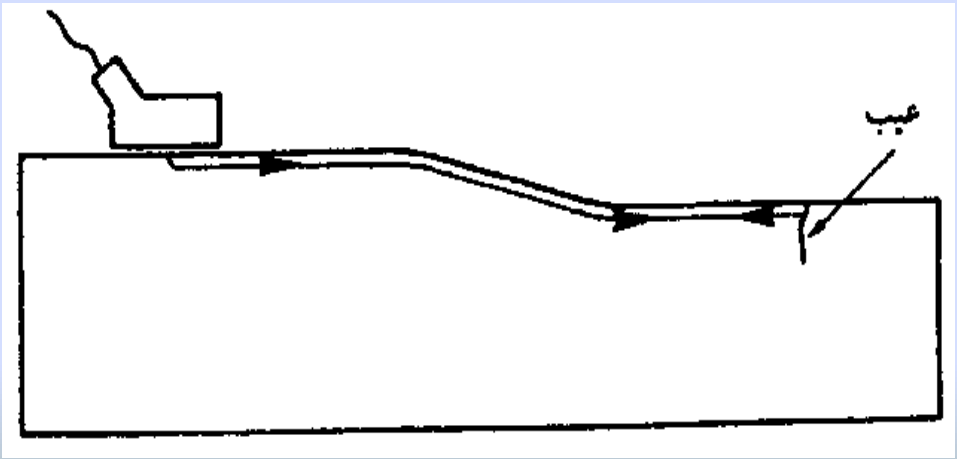
1-روش بازتابی با پروب عمودی



2-روش عبوری با پروب زاویه ائی



3- روش بازتابی با پروب زاویه ای



4- بازرسی با پروب موج سطحی

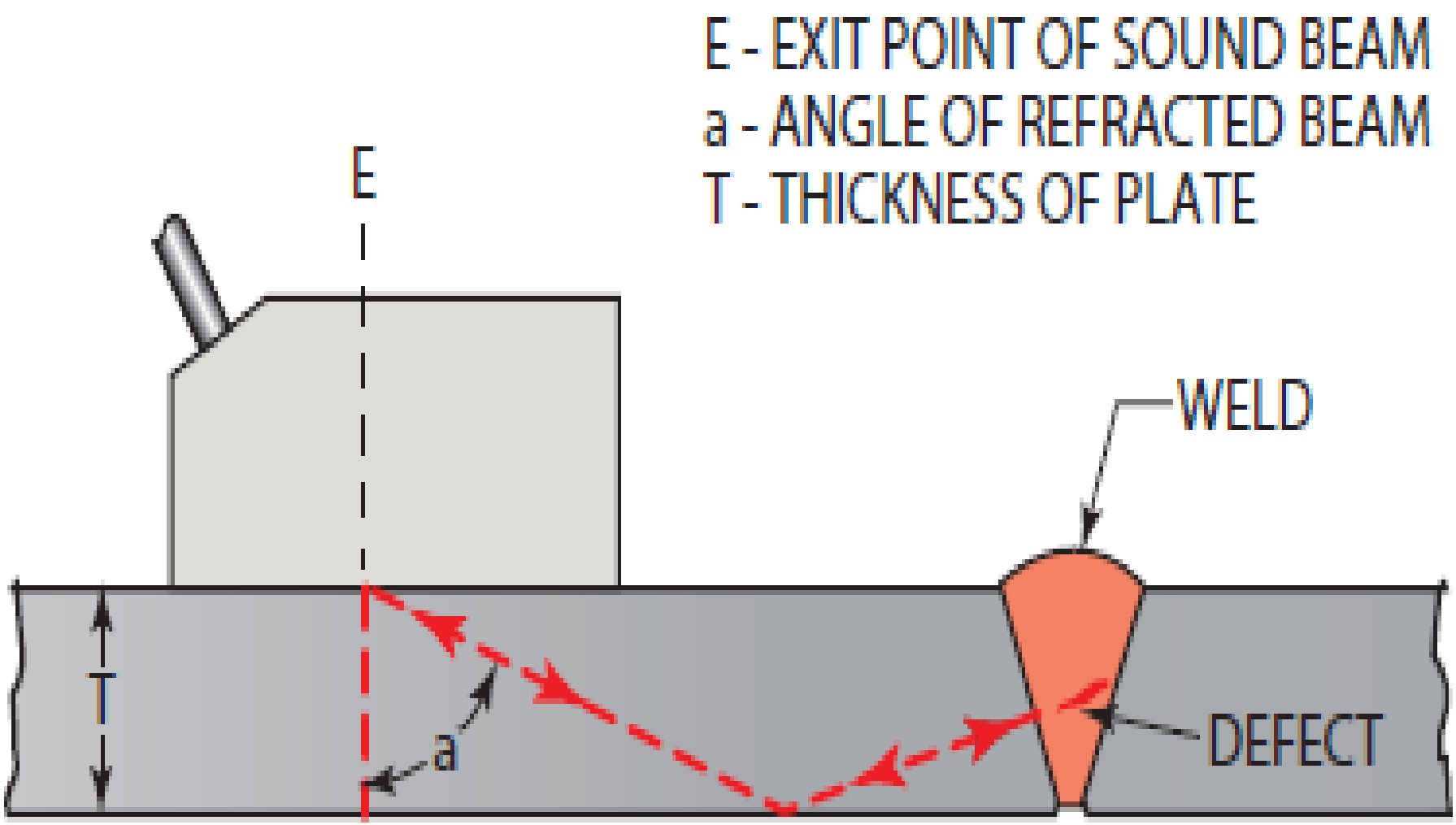
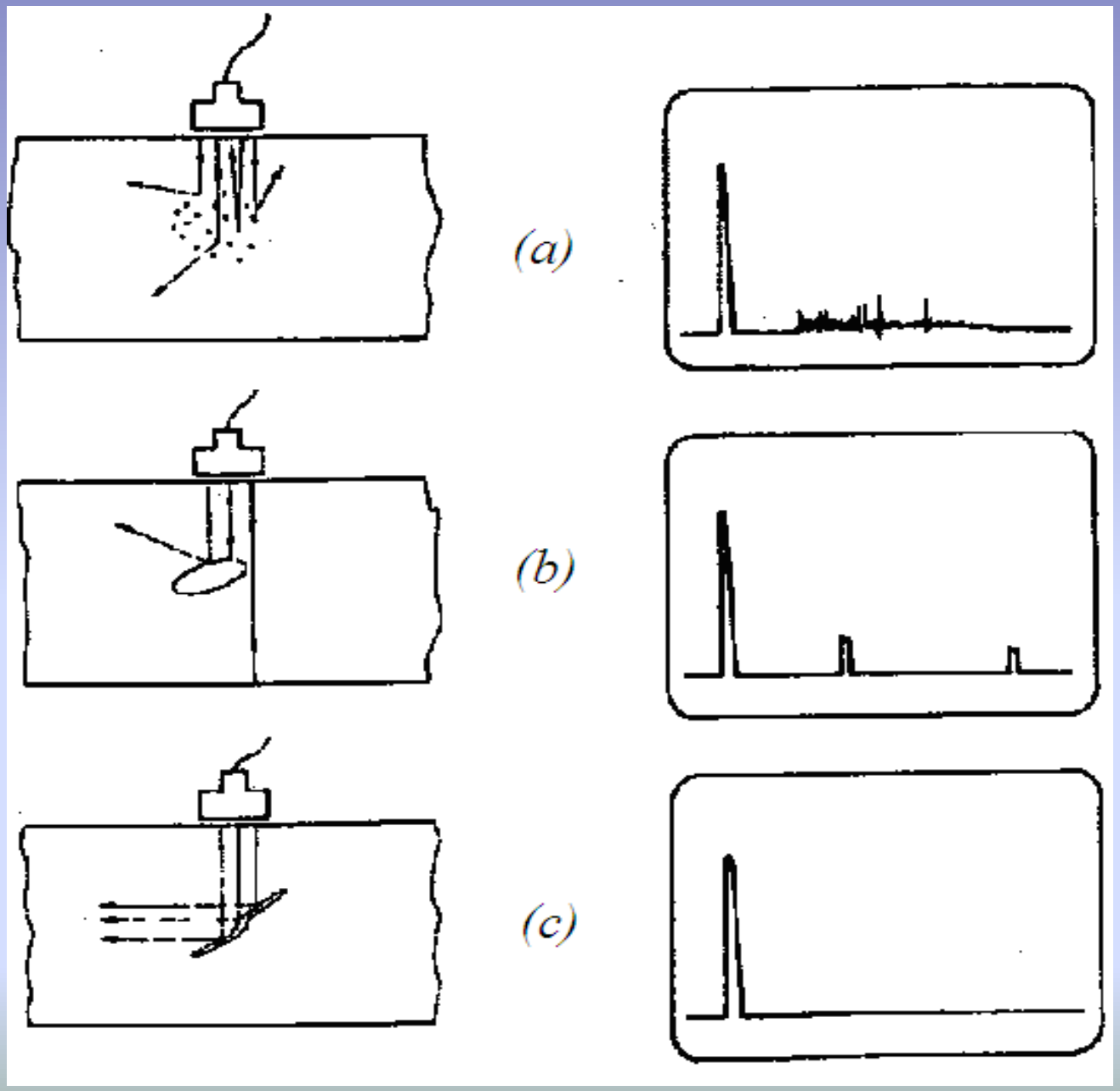


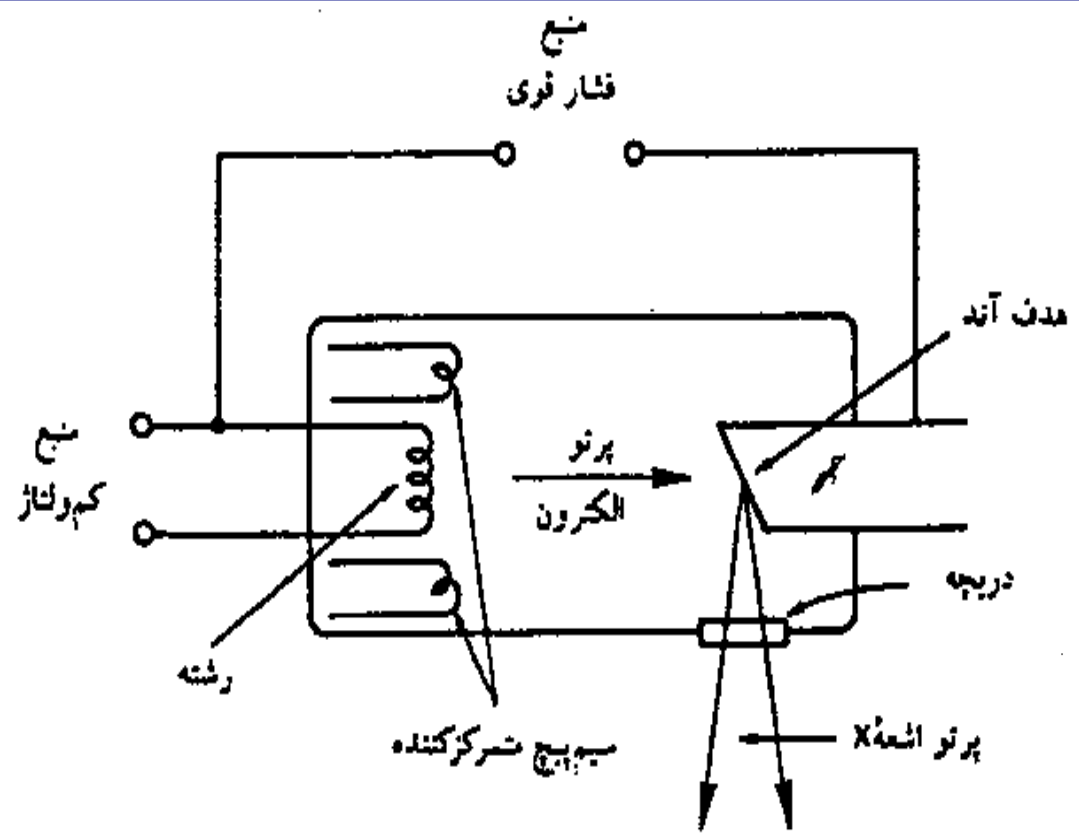
FIGURE 23-42 Ultrasonic testing. © Cengage Learning 2012

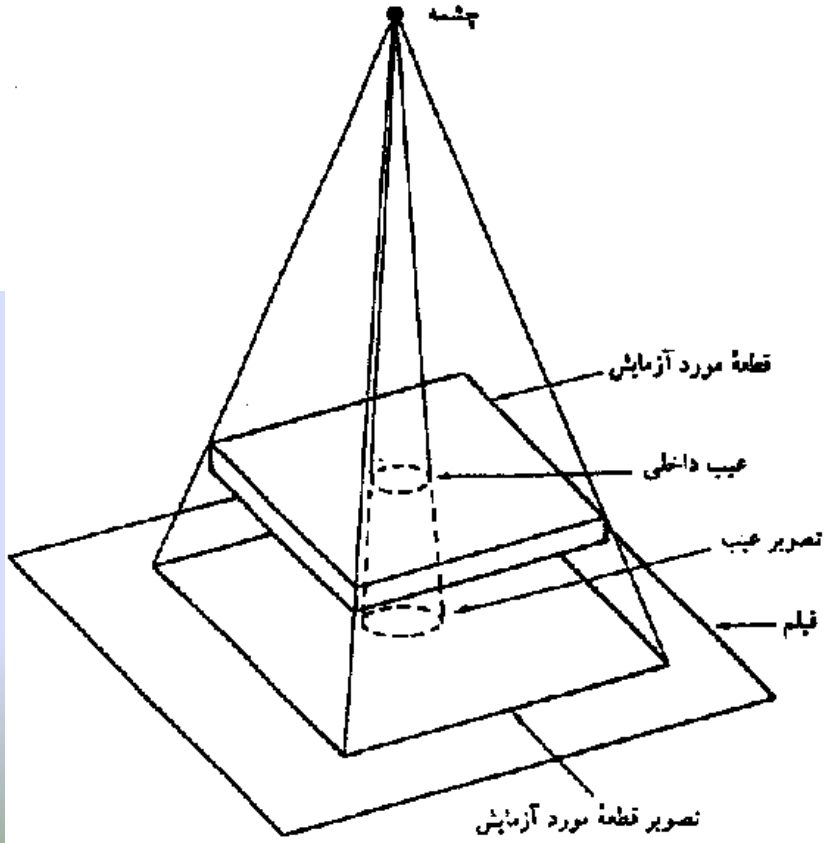

(a)
(b)
(c)

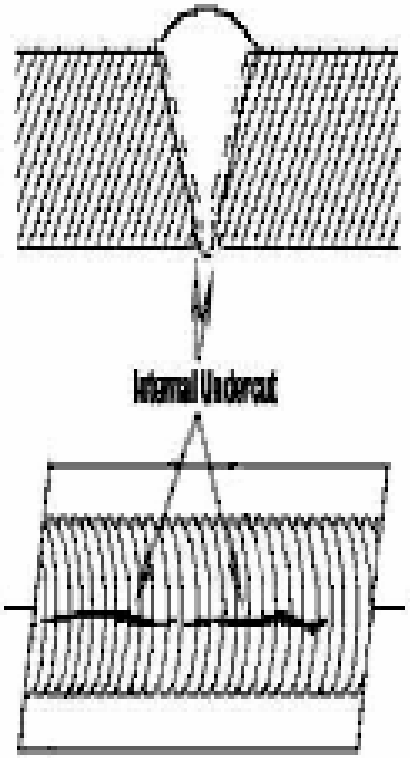
- **مزاياي روش Ultrasonic**
- با استفاده از اين روش عيوب سطحي ، زير سطح و داخل جوش و عمق ريشة شيار قابل شناسايي مي باشد.
- قابل انتقال در هر موقعيت سازه جهت تست مي باشد.
- دقت كار بالا است.
- نوع ، ابعاد و موقعيت عيب قابل شناسايي است.
- **معايب روش Ultrasonic**
- گران بودن تجهيزات و دستگاه
- مهارت اپراتور بايد زياد باشد و آموزش هاي خاصي لازم است.
- تميز بودن و صاف بودن سطح محل آزمايش مهم است و در دقت كار اثر دارد. (بايستي محل آزمايش سنگ زده شود و از گريس يا روغن براي پر كردن ناهمواري ها و صيقل شدن سطح استفاده مي شود.)

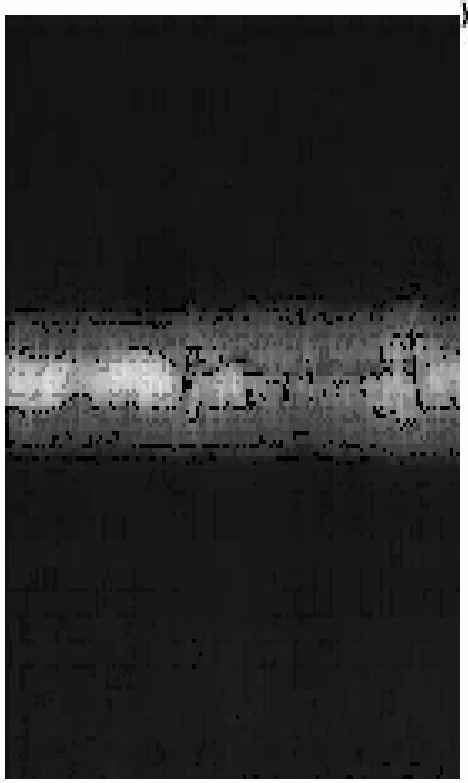
راديوگرافي
" Radiographic Testing "

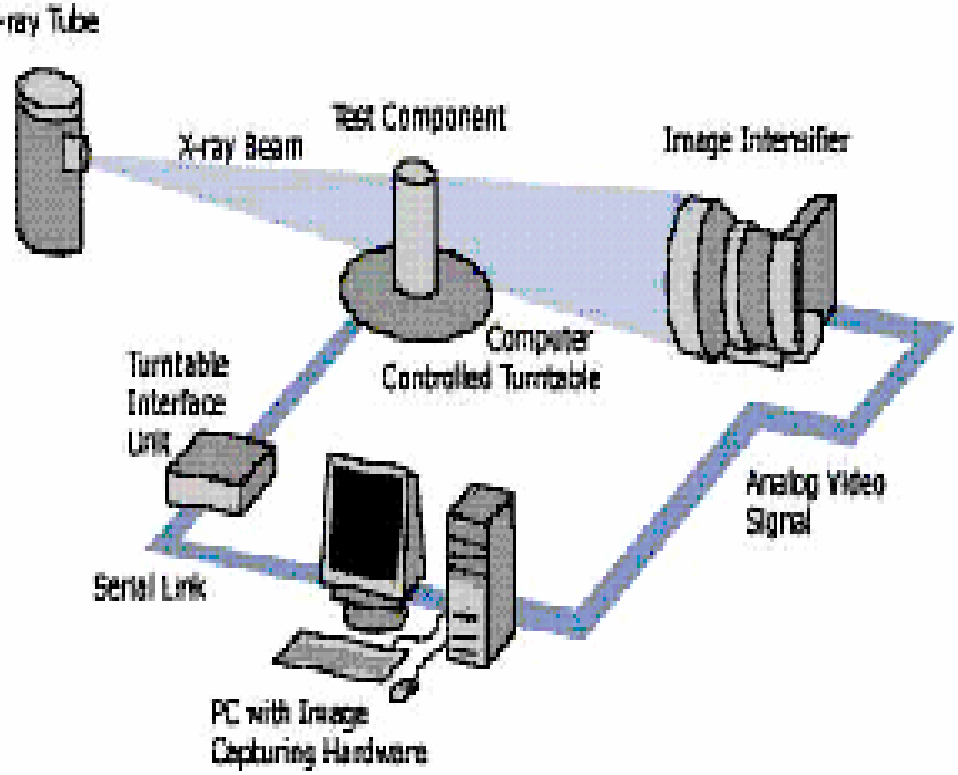
- پرتونگاري يكي از روش هاي آزمايش غير مخرب مي باشد كه نوع و محل عيوب داخلي و بسيار ريز جوش را نشان مي دهد. در اين روش دو نوع پرتو X و گاما را مورد استفاده قرار مي دهند. اشعة گاما به خاطر طول موج كوتاه خود مي تواند در ضخامت هاي نسبتاً زيادي از مواد نفوذ كند ، در ضمن تابش اشعه به قطعه مورد پرتونگاري در مورد اشعه گاما نسبت به اشعه X بسيار طولاني تر مي باشد(شكل 9-3). در آزمايش پرتونگاري يك عكس از وضعيت داخلي فلز جوش گرفته مي شود. در حين عكس برداري ، فيلم در يك طرف و منبع پرتوزا (X يا گاما) در سمت ديگر قطعه قرار مي گيرد.
- دراينجا آشكارساز عبارت است از يک ورقه فيلم که در يک پوشش غيرقابل نفوذ از نور يا در يک نگهدارنده فيلم که ضخامت صفحه جلوئی آن ناچيز می باشد قرارگرفته طوريکه صفحه جلوئی اجازه عبور پرتوهای Xويا گاما را می دهد.

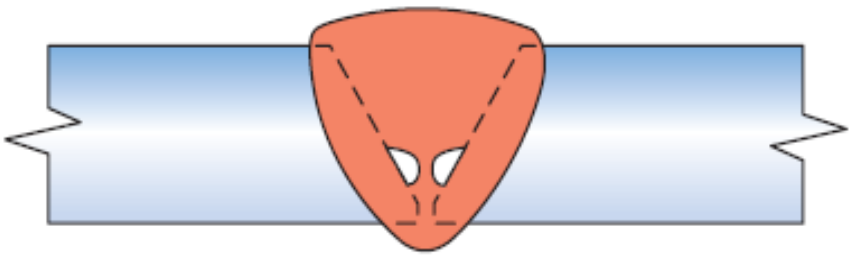

منبع
فشار قوی
هدف آند
منبع
کم‌ولتاژ
پرتو
الکترون
دریچه
رشته
سیم‌پیچ متمرکزکننده
پرتو اشعهٔX


چشمه
قطعهٔ مورد آزمایش
عیب داخلی
تصویر عیب
فیلم
تصویر قطعهٔ مورد آزمایش

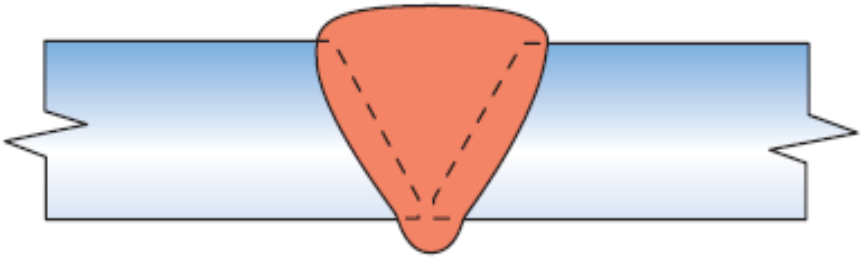

Internal Undercut



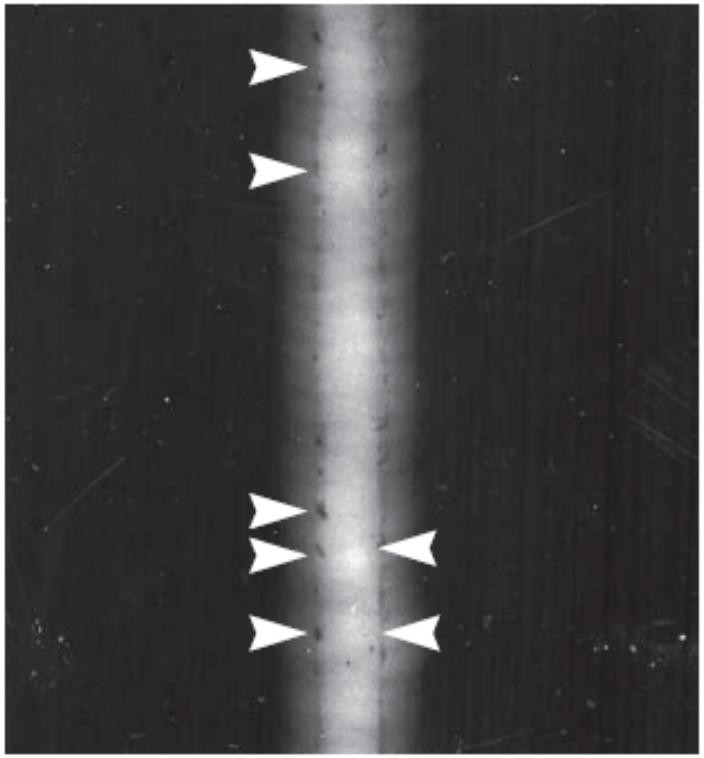

X-ray Tube
X-ray Beam
Test Component
Image Intensifier
Computer
Controlled Turntable
Turntable
Interface
Link
Analog Video
Signal
Serial Link
PC with Image
Capturing Hardware



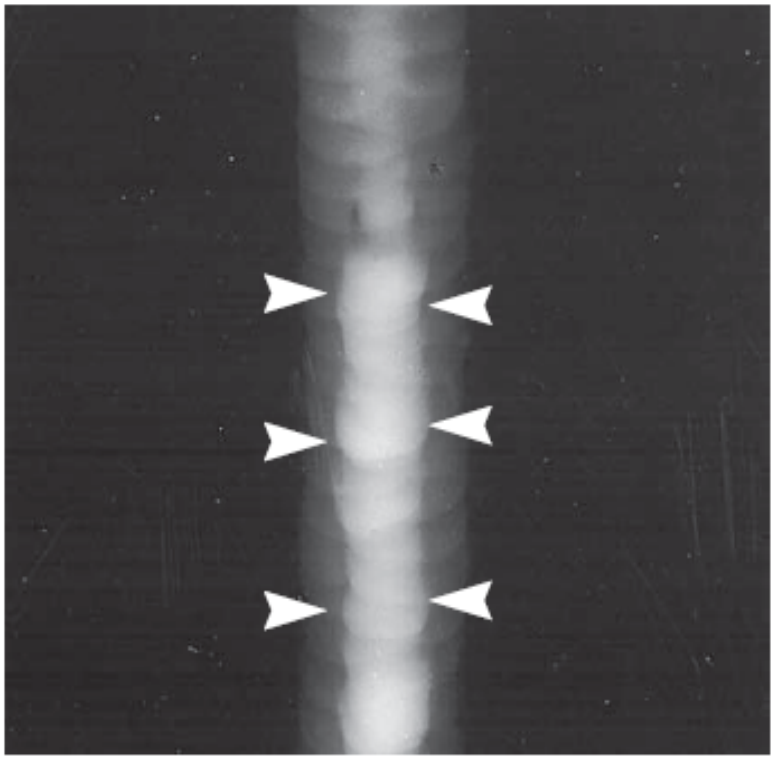
WELDING DEFECT: Lack of sidewall fusion (LOF). Elongated voids between the weld beads and the joint surfaces to be welded.



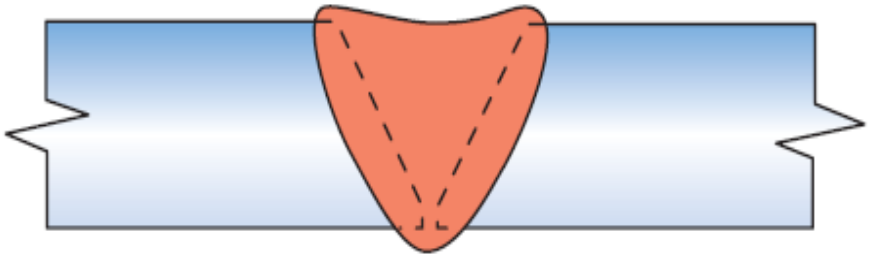
WELDING DEFECT: Excessive penetration (icicles, drop-thru). Extra metal at the bottom (root) of the weld.



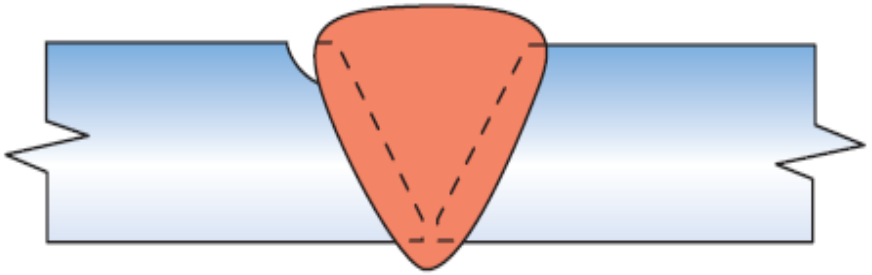
RADIOGRAPHIC IMAGE: Elongated parallel, or single, darker density lines sometimes with darker density spots dispersed along the LOF lines which are very straight in the lengthwise direction and not winding like elongated slag lines. Although one edge of the LOF lines may be very straight like LOP, lack of sidewall fusion images will not be in the center of the width of the weld image.



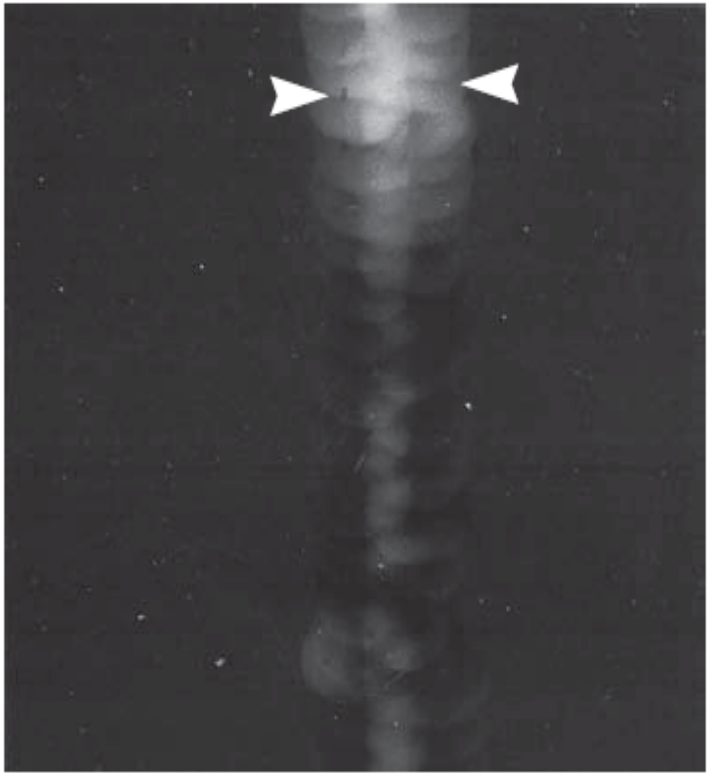
RADIOGRAPHIC IMAGE: A lighter density in the center of the width of the weld image either extended along the weld or in isolated circular "drops."



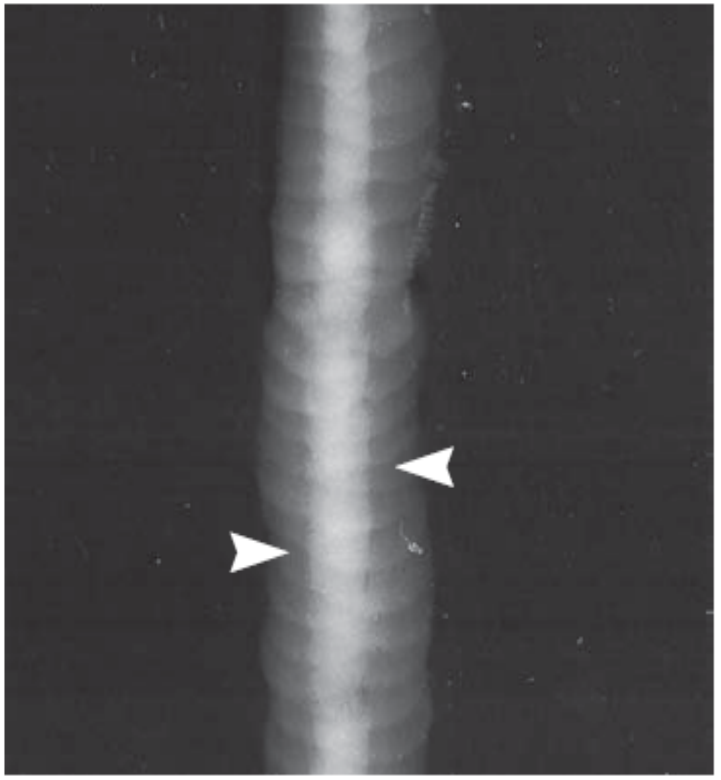
WELDING DEFECT: External concavity or insufficient fill. A depression in the top of the weld, or cover pass, indicating a thinner more normal section thickness.



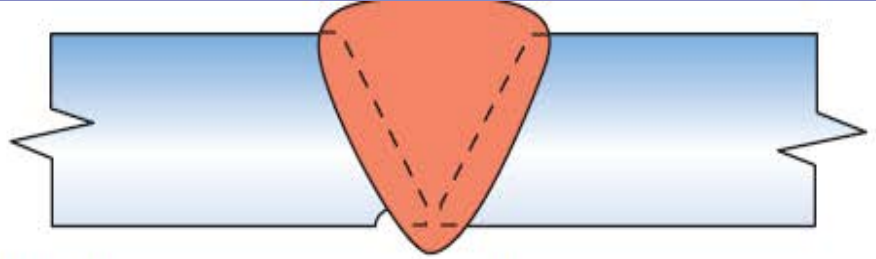
WELDING DEFECT: External undercut. A gouging out of the piece to be welded, alongside the edge of the top or "external" surface of the weld.



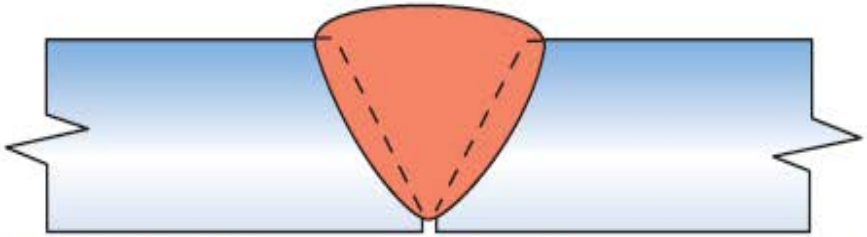
RADIOGRAPHIC IMAGE: A weld density darker than the density of the pieces being welded and extending across the full width of the weld image.



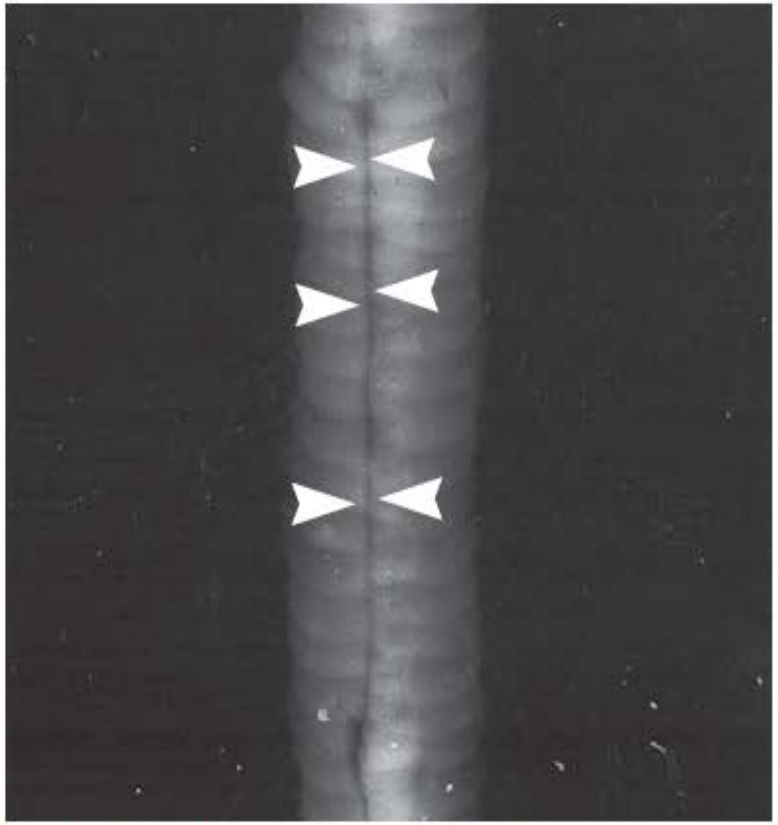
RADIOGRAPHIC IMAGE: An irregular darker density along the edge of the weld image. The density will always be darker than the density of the pieces being welded.



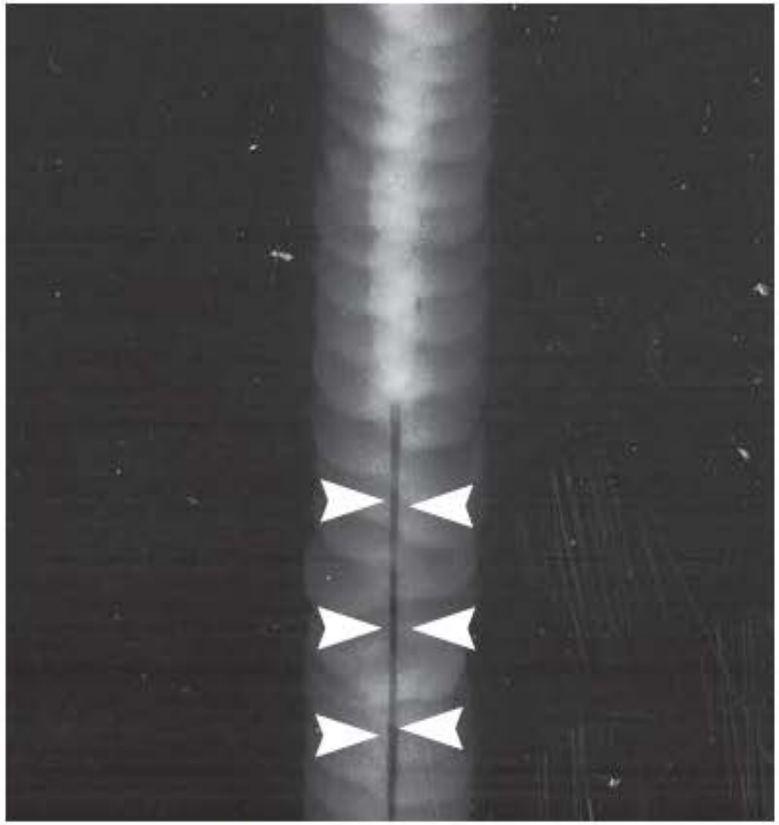
WELDING DEFECT: Internal (root) undercut. A gouging out of the parent metal, alongside the edge of the bottom or "internal" surface of the weld.



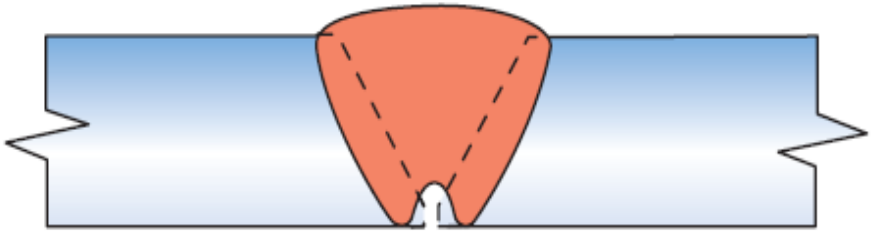
WELDING DEFECT: Incomplete or lack of penetration (LOP). The edges of the pieces have not been welded together, usually at the bottom of single V-groove welds.



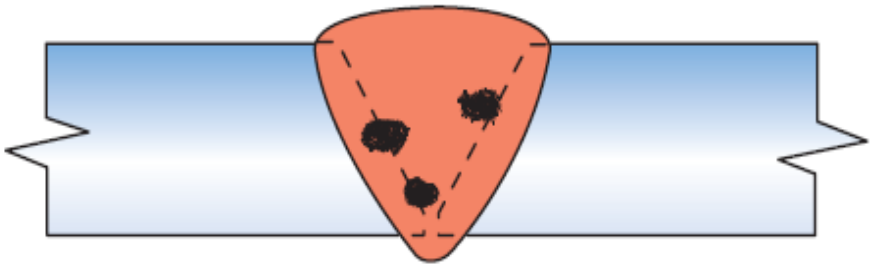
RADIOGRAPHIC IMAGE: An irregular darker density near the center of the width of the weld image and along the edge of the root pass image.



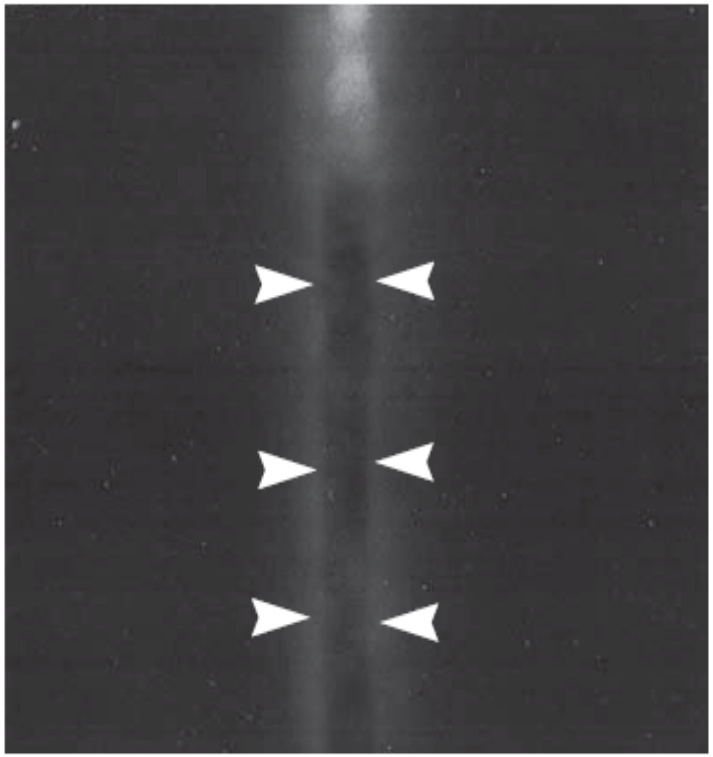
RADIOGRAPHIC IMAGE: A darker density band, with very straight parallel edges, in the center of the width of the weld image.



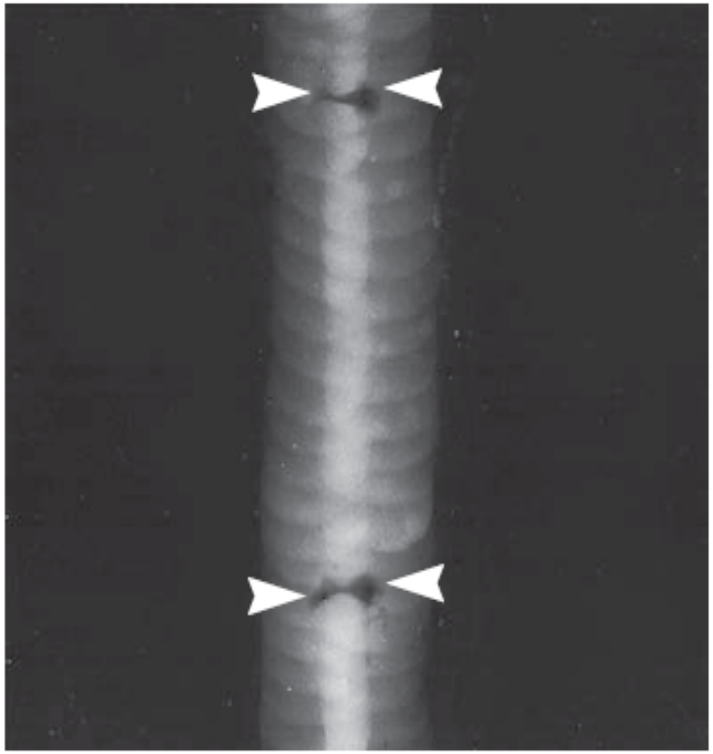
WELDING DEFECT: Internal concavity (suck back). A depression in the center of the surface of the root pass.



WELDING DEFECT: Interpass slag inclusions. Usually nonmetallic impurities that solidified on the weld surface and were not removed between weld passes.

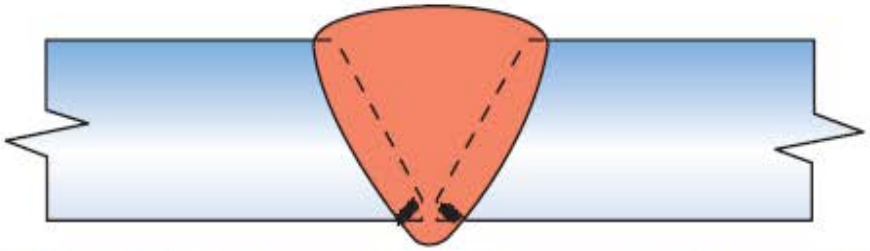


RADIOGRAPHIC IMAGE: An elongated, irregular darker density with fuzzy edges in the center of the width of the weld image.

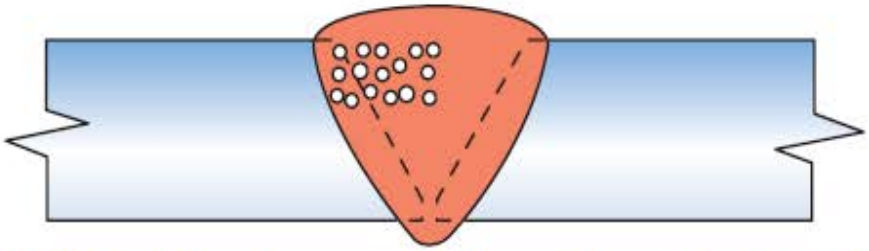


RADIOGRAPHIC IMAGE: An irregularly shaped darker density spot, usually slightly elongated and randomly spaced.

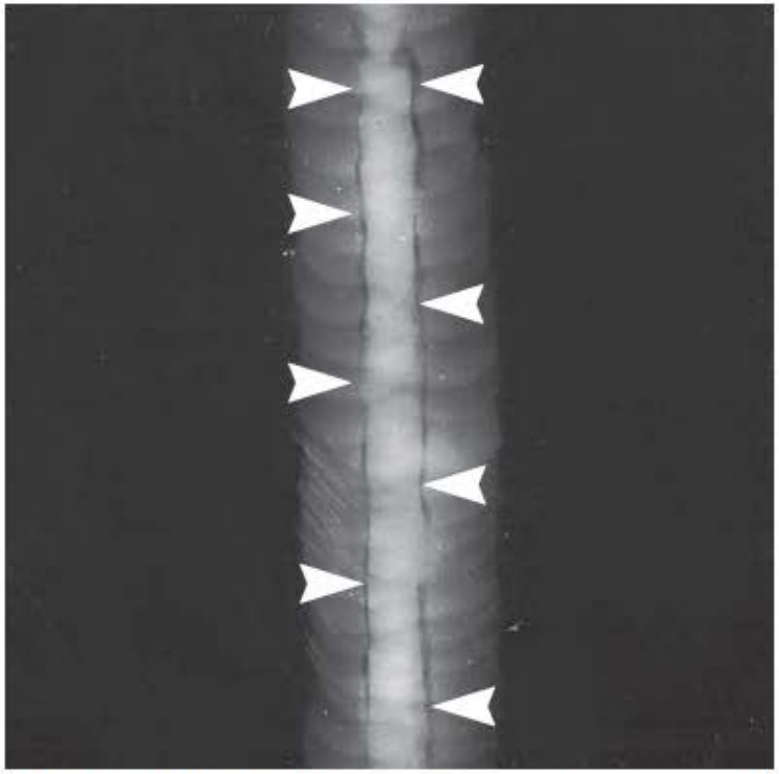
FIGURE 23-38 Welding defects with radiographic images. Reprinted with permission of E. I. DuPont de Nemours & Co., Inc. *(continued)*



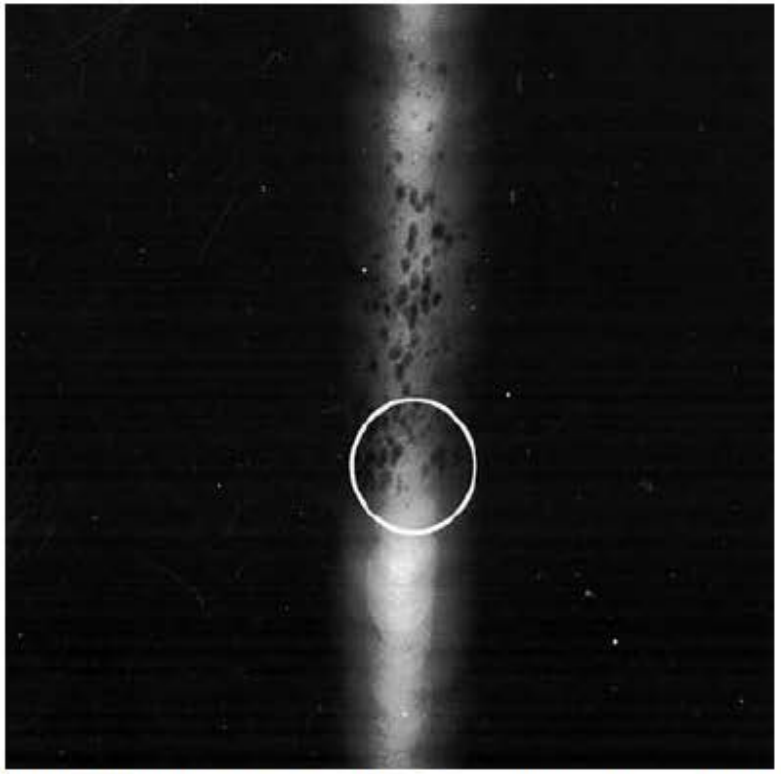
WELDING DEFECT: Elongated slag lines (wagon tracks). Impurities that solidified on the surface after welding and were not removed between passes.



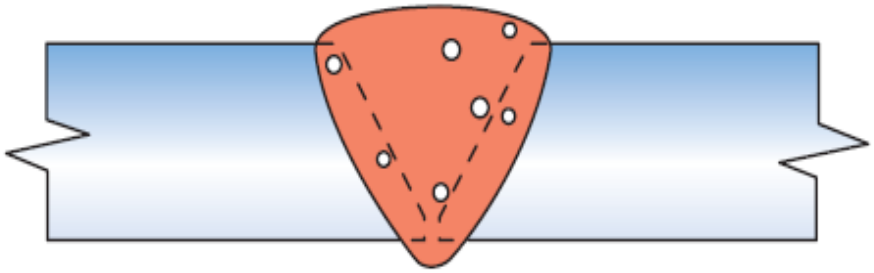
WELDING DEFECT: Cluster porosity. Rounded or slightly elongated voids grouped together.



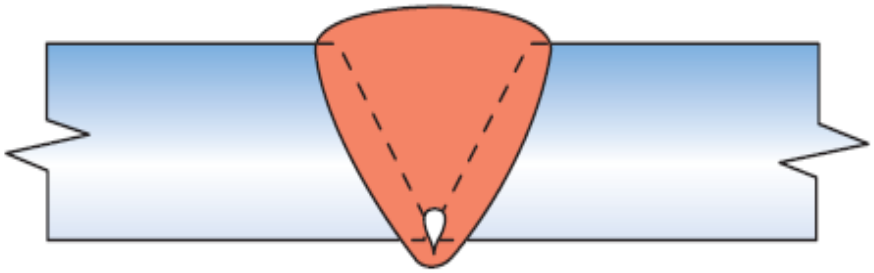
RADIOGRAPHIC IMAGE: Elongated, parallel, or single darker density lines, irregular in width and slightly winding in the length-wise direction.



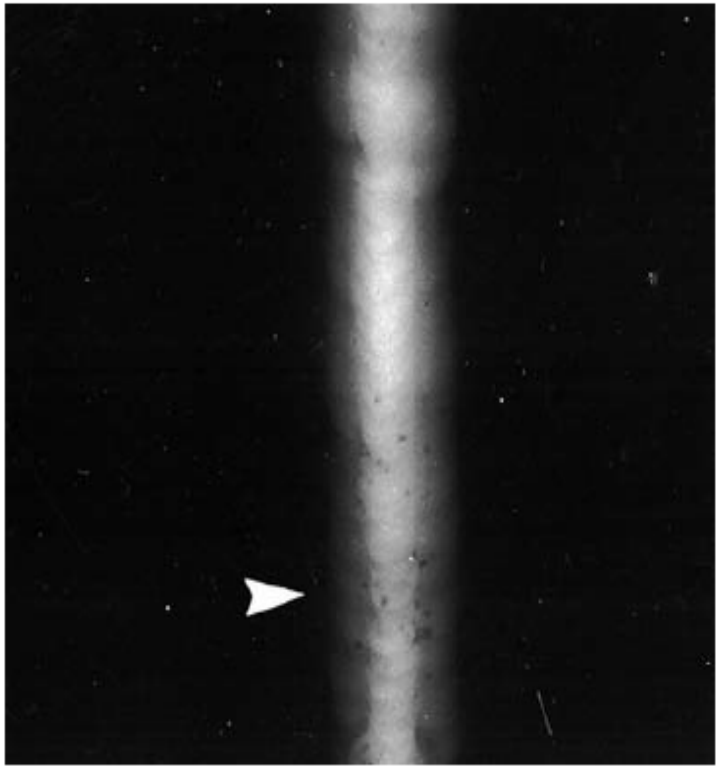
RADIOGRAPHIC IMAGE: Rounded or slightly elongated darker density spots in clusters with the clusters randomly spaced.



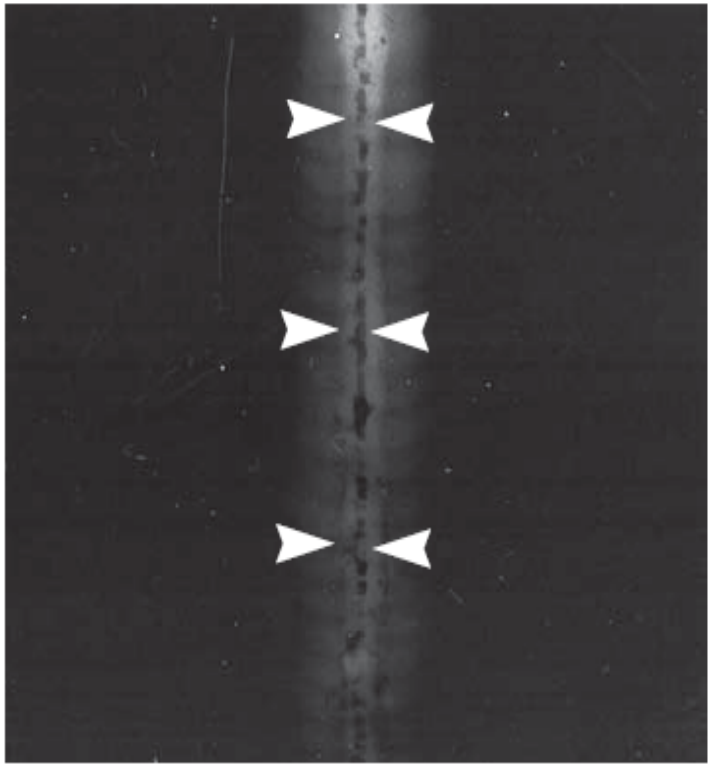
WELDING DEFECT: Scattered porosity. Rounded voids random in size and location.



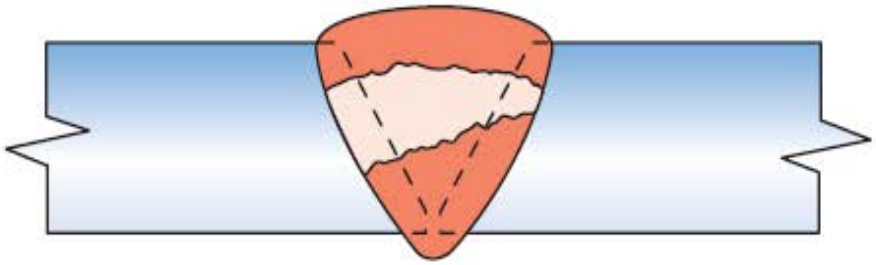
WELDING DEFECT: Root pass aligned porosity. Rounded and elongated voids in the bottom of the weld aligned along the weld centerline.



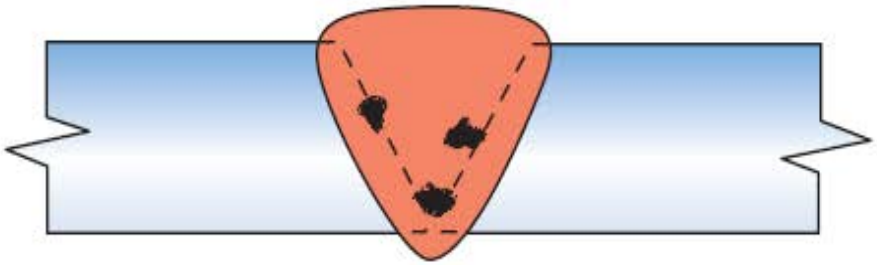
RADIOGRAPHIC IMAGE: Rounded spots of darker densities random in size and location.



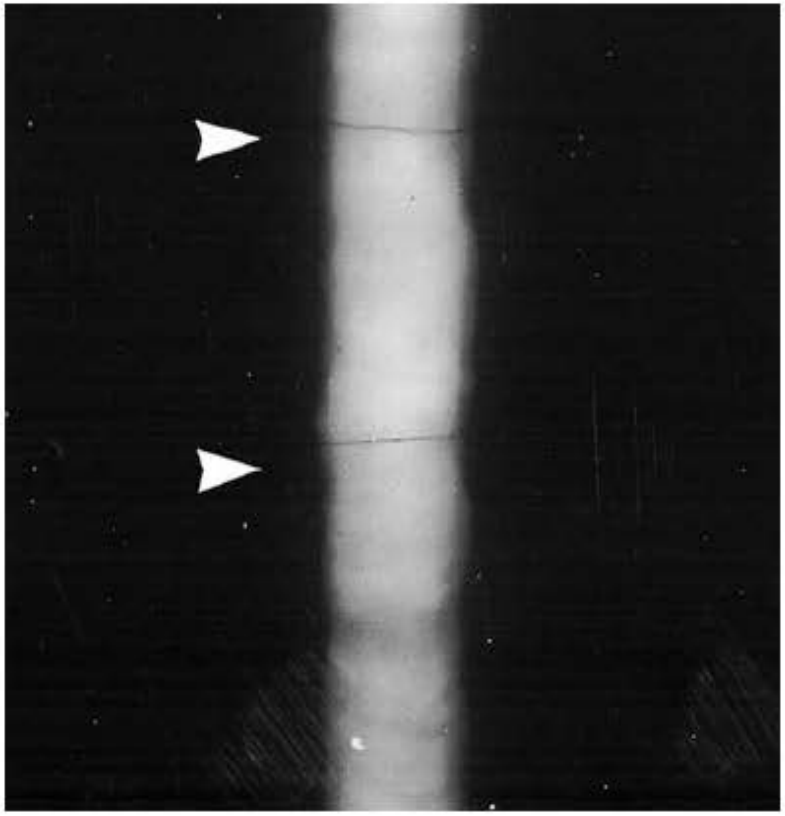
RADIOGRAPHIC IMAGE: Rounded and elongated darker density spots, which may be connected, in a straight line in the center of the width of the weld image.



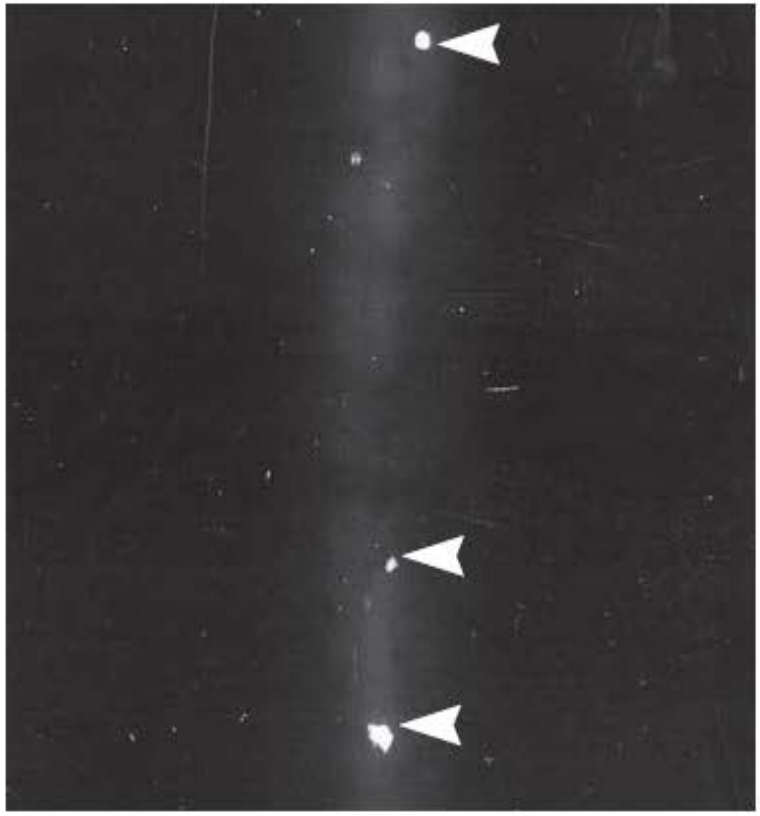
WELDING DEFECT: Transverse crack. A fracture in the weld metal running across the weld.



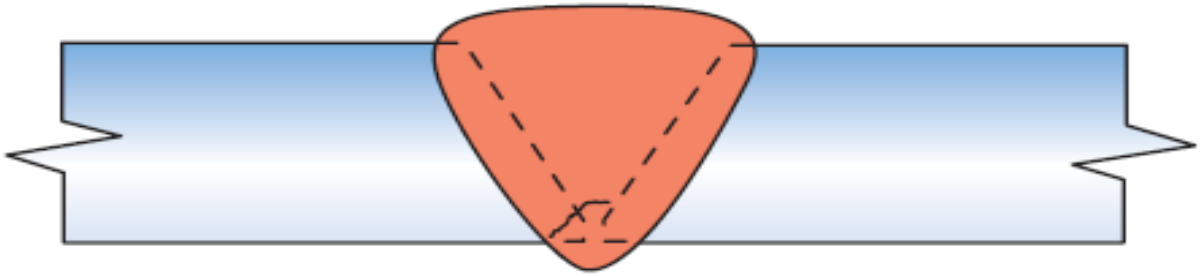
WELDING DEFECT: Tungsten inclusions. Random bits of tungsten fused, but not melted, into the weld metal.



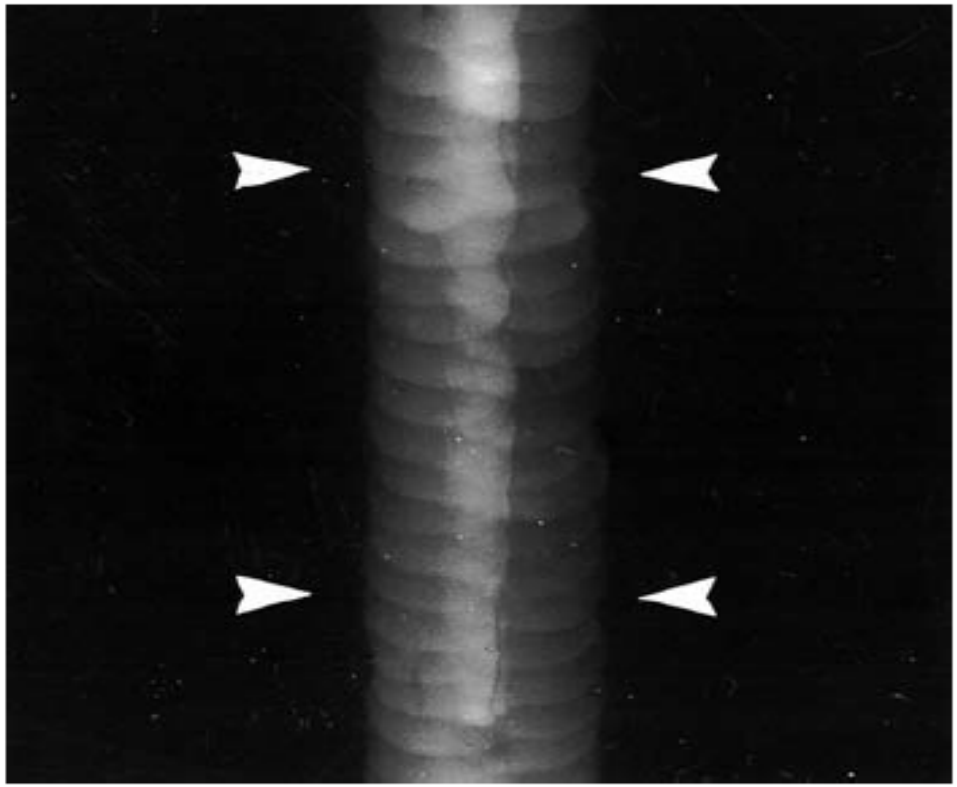
RADIOGRAPHIC IMAGE: Feathery, twisting line of darker density running across the width of the weld image.



RADIOGRAPHIC IMAGE: Irregularly shaped lower density spots randomly located in the weld image.



WELDING DEFECT: Longitudinal root crack. A fracture in the weld metal at the edge of the root pass.



RADIOGRAPHIC IMAGE: Feathery, twisting lines of darker density along the edges of the image of the root pass. The "twisting" feature helps to distinguish the root crack from incomplete root penetration.

- **مزاياي روش راديوگرافي :**
- *براي بررسي عيوب عمقي مؤثر و مفيد است.*
- *مواد فلزي آهني و غير فلزي را مي توان راديوگرافي كرد.*
- *محل عيوب و شكل ظاهري عيب را مي توان در عكس ملاحظه نمود.*
- **معايب روش راديوگرافي :**
- *گران بودن ابزار و وسايل كار*
- *نياز به اتاق تاريك براي ظهور و ثبوت فيلم*
- *تنظيم دستگاه وقت گير است.*
- *حداكثر 75 ميليمتر از عمق فولاد را مي توان به طور مؤثر راديوگرافي كرد.*
- *خطرات فراواني براي سلامتي افراد دارد.*

FIGURE 23-39 New mobile X-Ray equipment. CMOS X-ray

FIGURE 23-40 Preparing to test the quality of a weld on a pipe using X-ray equipment. CMOS X-Ray

معیارهای پذیرش عیوب مطابق استاندارد AWS

- آیین نامهٔ AWS پذیرش جوشها را در دو مرحله مقرر می دارد:
- 1- *بازرسی عینی*
- *2- بازرسی با آزمایش های غیر مخرب نظیر پرتونگاری،فراصوتی ،ذرات مغناطیسی ورنگ نافذ.*
- جوشی تحت آزمایشهای غیر مخرب قرارمیگیردکه در بازرسی های عینی مورد پذیرش قرارگرفته باش

ضوابط پذیرش جوشهائی که تحت بازرسی عینی قرارگرفته اند

- **الف) جوش تحت بار استاتيكي :**
- *جوش ترك نداشته باشد.*
- *ذوب كامل بين فلز جوش و فلز پايه و شيار بين لايه ها حاصل شده باشد.*
- *تمام چاله های انتهائی نوارجوش باید به اندازۀ سطح مقطع کامل جوش پرشوند.این چاله ها می توانند حاوی ترکهای ستاره ای باشند.*
- *مقطع جوش باید مطابق شکل ضوابط پذیرش بازرسی عینی باشد.*
- *برای ورقهائی با ضخامت مساوی ویا کمتراز25 میلیمتر،میزان بریدگي لبۀ جوش باید کمتراز 1 میلیمتر باشد،لیکن در طولی معادل 50 میلیمتردرهر 300 میلیمترطول نوار،میتوان بریدگی تا 1.5 میلیمتر را پذیرفت.*
- *در ضخامت هاي ورق هاي بيشتر از 25 ميليمترعمق گودي نبايد از 1.6 ميليمتربراي هر طول جوش افزايش يابد.*

- در جوشهای گوشه مجموع قطر تخلخلها ی سطحی با قطر 1 میلیمتر وبزرگتر، نباید از 10 میلیمتر در هر 25 میلیمتر طول جوش واز 20 میلیمتر در هر 300 میلیمتر طول جوش بیشتر باشد.
- مجموعا" 10 در صد از طول کل نوار جوش می تواند دارای اندازه ای به مقدار 1.5 میلیمترکوچکتر از اندازهٔ نقشه باشد.در جوش گوشه متصل کنندهٔ بال به جان، در طولی معادل دوبرابر عرض نوار بال از انتهای تیر،هیچ گونه کمبود اندازه مجاز نیست.
- در درزهای لب به لب با جوش شیاری تمام نفوذی که امتداد درز عمود بر امتداد تنش کششی است،نباید هیچ گونه تخلخل سطحی قابل ملاحظه داشته باشد.در سایر موارد جوشهای شیاری ،مجموع قطر تخلخل های سوزنی با قطر کمتر1 میلیمتر وبزرگتر،نباید از 10 میلیمتر در هر 25 میلیمتر طول جوش و20 میلیمتر درهر 300 میلیمتر طول جوش بیشتر باشد.
- بازرسي عيني می تواند بلافاصله پس از سرد شدن تمام جوش در درجه حرارت محیط انجام پذیرد.در فولادهای خیلی پر مقاومت با تنش تسلیم بزرگتراز 6000 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع ،بازرسی های عینی باید 48 ساعت بعد از تکمیل جوش انجام شود.

Table 6.1
Visual Inspection Acceptance Criteria (see 6.9)

Discontinuity Category and Inspection Criteria	Statically Loaded Nontubular Connections	Cyclically Loaded Nontubular Connections
(1) Crack Prohibition Any crack shall be unacceptable, regardless of size or location.	X	X
(2) Weld/Base Metal Fusion Complete fusion shall exist between adjacent layers of weld metal and between weld metal and base metal.	X	X
(3) Crater Cross Section All craters shall be filled to provide the specified weld size, except for the ends of intermittent fillet welds outside of their effective length.	X	X
(4) Weld Profiles Weld profiles shall be in conformance with 5.23.	X	X
(5) Time of Inspection Visual inspection of welds in all steels may begin immediately after the completed welds have cooled to ambient temperature. Acceptance criteria for ASTM A514, A517, and A709 Grade HPS 100W [HPS 690W] steels shall be based on visual inspection performed not less than 48 hours after completion of the weld.	X	X
(6) Undersized Welds The size of a fillet weld in any continuous weld may be less than the specified nominal size (L) without correction by the following amounts (U): L, specified nominal weld size, in [mm] / U, allowable decrease from L, in [mm] ≤ 3/16 [5] / ≤ 1/16 [2] 1/4 [6] / ≤ 3/32 [2.5] ≥ 5/16 [8] / ≤ 1/8 [3] In all cases, the undersize portion of the weld shall not exceed 10% of the weld length. On web-to-flange welds on girders, underrun shall be prohibited at the ends for a length equal to twice the width of the flange.	X	X

(7) Undercut (A) For material less than 1 in [25 mm] thick, undercut shall not exceed 1/32 in [1 mm], with the following exception: undercut shall not exceed 1/16 in [2 mm] for any accumulated length up to 2 in [50 mm] in any 12 in [300 mm]. For material equal to or greater than 1 in [25 mm] thick, undercut shall not exceed 1/16 in [2 mm] for any length of weld.	X	
(B) In primary members, undercut shall be no more than 0.01 in [0.25 mm] deep when the weld is transverse to tensile stress under any design loading condition. Undercut shall be no more than 1/32 in [1 mm] deep for all other cases.		X
(8) Porosity (A) CJP groove welds in butt joints transverse to the direction of computed tensile stress shall have no visible piping porosity. For all other groove welds and for fillet welds, the sum of the visible piping porosity 1/32 in [1 mm] or greater in diameter shall not exceed 3/8 in [10 mm] in any linear inch of weld and shall not exceed 3/4 in [20 mm] in any 12 in [300 mm] length of weld.	X	
(B) The frequency of piping porosity in fillet welds shall not exceed one in each 4 in [100 mm] of weld length and the maximum diameter shall not exceed 3/32 in [2.5 mm]. Exception: for fillet welds connecting stiffeners to web, the sum of the diameters of piping porosity shall not exceed 3/8 in [10 mm] in any linear inch of weld and shall not exceed 3/4 in [20 mm] in any 12 in [300 mm] length of weld.		X
(C) CJP groove welds in butt joints transverse to the direction of computed tensile stress shall have no piping porosity. For all other groove welds, the frequency of piping porosity shall not exceed one in 4 in [100 mm] of length and the maximum diameter shall not exceed 3/32 in [2.5 mm].		X

Note: An "X" indicates applicability for the connection type; a shaded area indicates non-applicability.

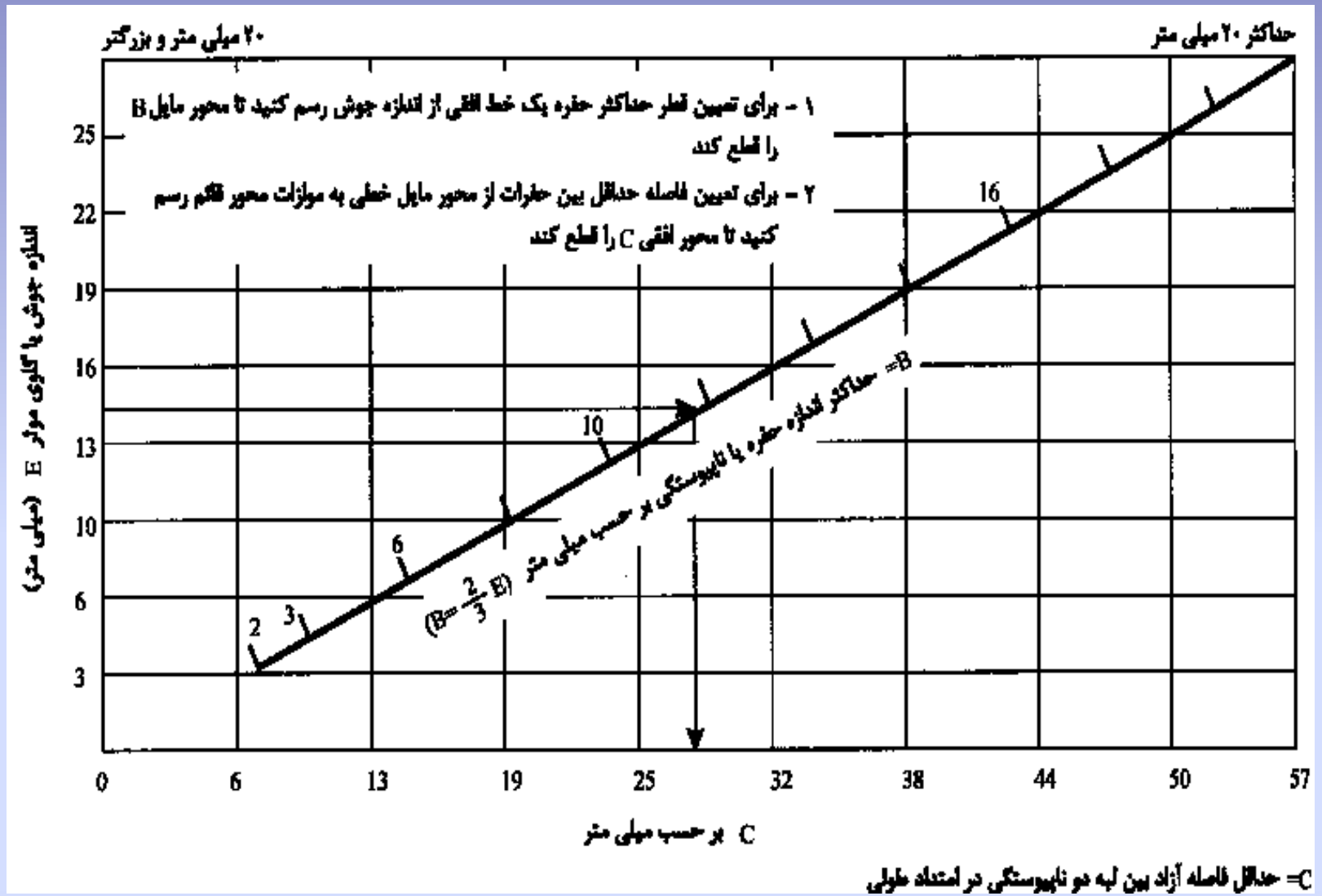
- **ب) جوش تحت بار ديناميكي :**
- *جوش ترك نداشته باشد.*
- *ذوب كامل بين فلز جوش و فلز پايه و شيار بين لايه ها حاصل شده باشد.*
- *كلية فرورفتگي هاي سطح مقطع جوش بايد به طور كامل پر شوند ، مگر براي انتهاي جوش هاي گوشه منقطع كه بيشتر از طول مؤثر جوشكاري شده اند.*
- *مقطع جوش باید مطابق شکل ضوابط پذیرش بازرسی عینی باشد.*
- *بریدگی لبه های جوش در اعضای اصلی که امتداد جوش عمود برامتداد تنش کششی است، نبایدبیش از0.25 میلیمترباشد. براي حالات ديگر سقف مجاز 1 ميليمتراست.*
- *تخلخلهای سوزنی در جوشهای گوشه به یک عدد درهر100 میلیمتر طول جوش وقطر2 میلیمترمحدود میشوند،جوشهای گوشه که متصل کننده سخت کننده به جان هستند،ازاین قاعده مستثنی می باشند.در این موردمجموع قطرهای تخلخلهای سوزنی نبایداز10 میلیمتر در هر 25 میلیمترطول جوش واز 20 میلیمتر درهر300 میلیمتر طول جوش تجاوزکند.*

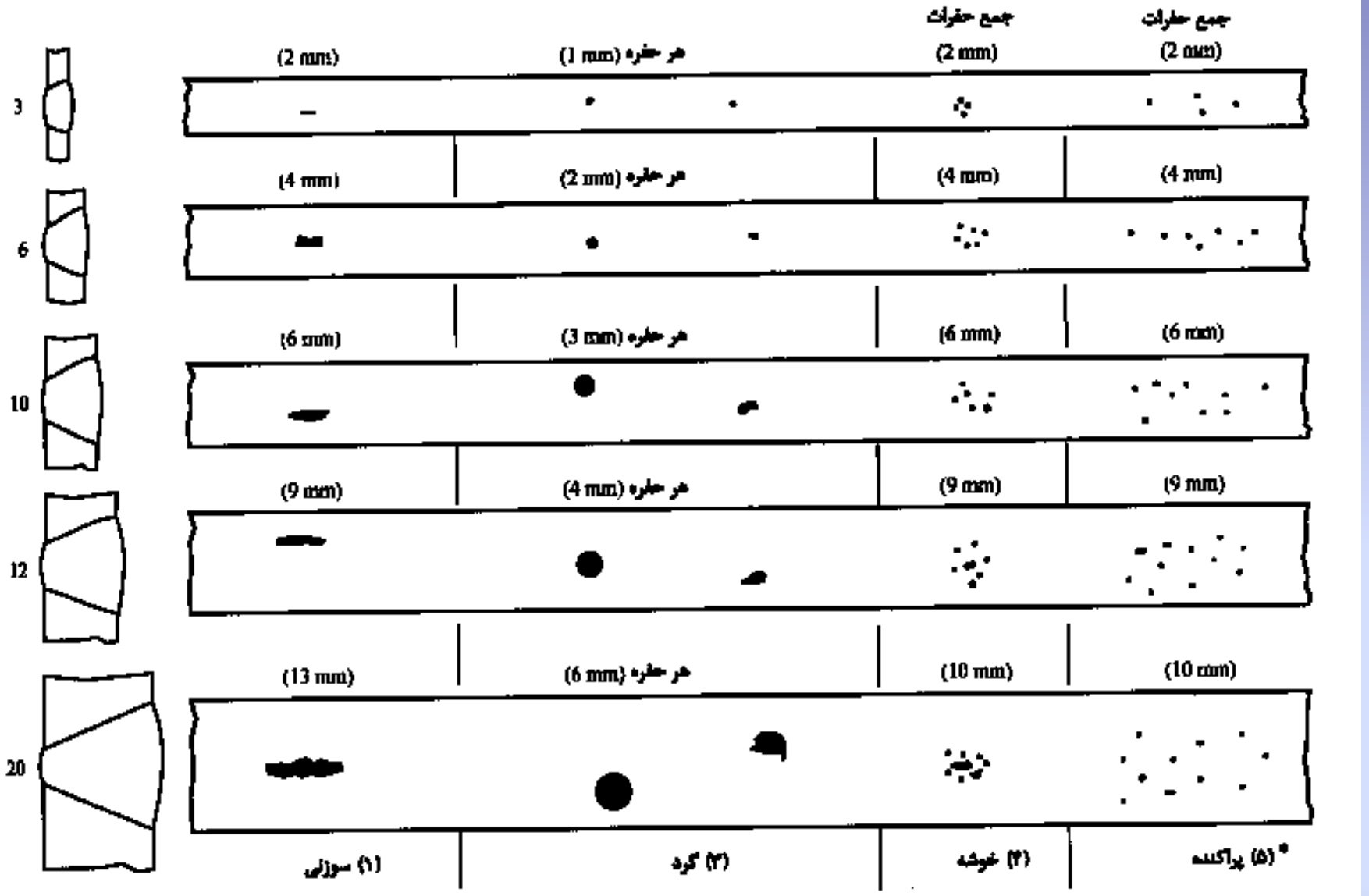
- اندازة جوش درهرنواربپیوستهٔ یک عبوره میتواندبه اندازه 1.5 میلیمترکمترازاندازهٔ اسمی جوش گوشه باشد،مشروط براینکه طول ناحیه کم اندازه از10 درصدطول کل جوش تجاوزنکند. در جوش انتهائی جان به بال تیرهااجازهٔ کمبوداندازه درفاصله ای مساوی دوبرابرعرض بال وجود ندارد.
- دردرزهای لب به لب با جوش شیاری نفوذی کامل که امتداد درزعمود برامتدادتنش کششی محاسباتی است،نباید هیچگونه تخلخل سوزنی وجود داشته باشد.در سایرمواردجوشهای شیاری،مجموع قطرتخلخلهای سوزنی به یک عدد درهر100 میلیمترطول جوش وقطر2 میلیمترمحدود می شود.
- بازرسي عینی می تواند بلافاصله پس از سرد شدن تمام جوش در درجه حرارت محیط انجام پذیرد.در فولادهای خیلی پر مقاومت با تنش تسلیم بزرگتراز 6000 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع ،بازرسی های عینی باید 48 ساعت بعد از تکمیل جوش انجام شود.

ضوابط پذیرش جوشهائی که با آزمایشهای غیرمخرب بازرسی میشوند

- ***الف) جوش تحت بار استاتیکی***
- ***بازرسی پرتونگاری***
- در عکسهای پرتونگاری، جوش نباید حاوی ترک باشد.شرایط پذیرش سایرناپیوستگی ها (حفرات) بستگی به هندسهٔ حفره دارد که آیا سوزنی است یا گرد.حفرهٔ سوزنی آن است که نسبت طول به عرض آن بزرگتراز 3 بوده واز لحاظ شکل می تواند به صورت گرد یا نامنظم دم دار باشد.
- در صورتی که ابعاد حفرات آشکار شده در عکسهای پرتونگاری بزرگترازمحدودیتهای زیر باشد،غیرقابل پذیرش خواهند بود(E=اندازهٔ جوش).

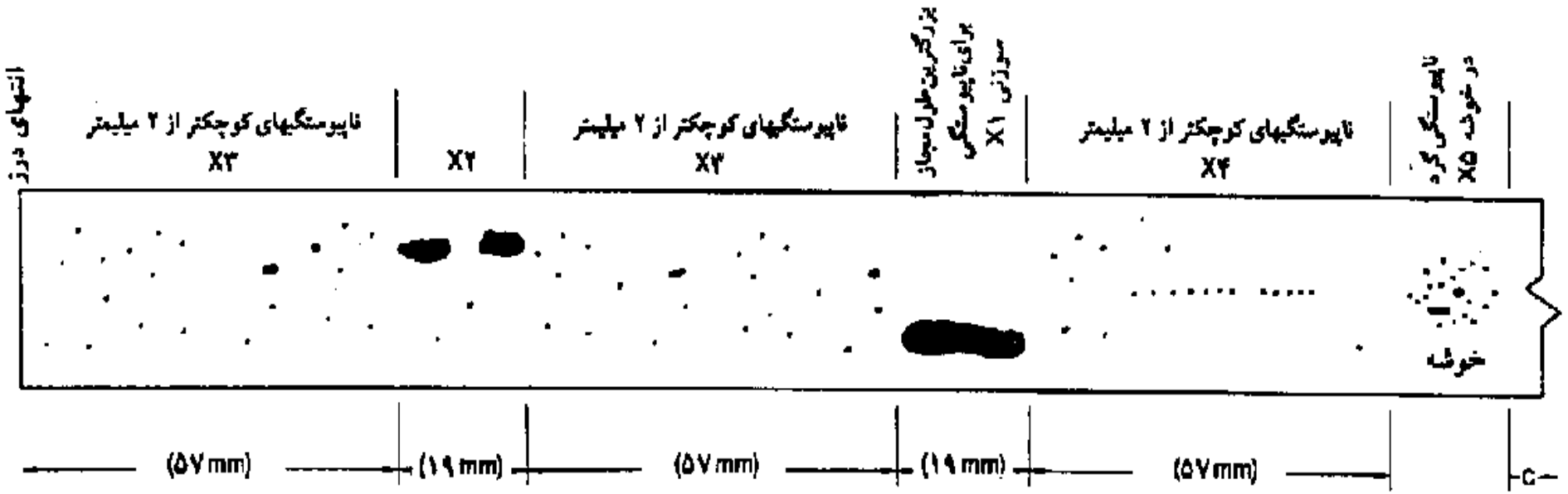
- حفرهٔ سوزنی که اندازهٔ آن بزرگتراز اندازهٔ نشان داده شده در شکل(12-3) باشد.
- حفراتی که فاصله آنها کوچکتراز حداقل فاصله نشان داده شده در شکل(12-3)باشد.
- حفرات گرد با اندازهٔ بزرگتراز E/3 یا 6 میلیمتر.در صورتی که ضخامت قطعه بزرگتر از 50 میلیمتر باشد،محدودیت 6 میلیمتر می تواند به 10 میلیمتر افزایش یابد.حداقل فاصله آزاد این نوع حفره با بعد بزرگتراز 2 میلیمتر،تا یک حفرهٔ سوزنی ویا گرد قابل پذیرش ویا تا لبهٔ جوش تقاطعی، سه برابر بزرگترین بعد حفرهٔ مورد نظر است.
- خوشهٔ حفرات گرد که مجموع بزرگترین بعد آنها، بزرگتراز اندازهٔ مجاز حفرهٔ تک طبق شکل(12-3) است.فاصلهٔ حداقل هر خوشه تا خوشه یا حفرهٔ تک بعدی با انتها ولبهٔ جوش متقاطع، مساوی مقدارC در شکل(12-3) می باشد.
- مجموع بعد حفرات تک با بعد حداکثر 2 میلیمتر،درهر 25 میلیمتر طول جوش، نباید بزرگتر از 2E/3 یا 10 میلیمتر(هر کدام که کوچکتر است)،باشد.این محدودیت مستقل از بندهای a وb و c می باشد.
- در حفرات سوزنی وقتی که مجموع بعد بزرگترحفرات بزرگتراز E درهر 6E طول نوار جوش باشد.وقتی که کل نوار جوش کوچکتر از 6E باشد،مقدار مجاز مجموع حفرات، به تناسب کاهش می یابد.


حداکثر ۲۰ میلی متر
۲۰ میلی متر و بزرگتر
۱ - برای تعیین قطر حداکثر حفره یک خط افقی از اندازه جوش رسم کنید تا محور مایل B را قطع کند
۲ - برای تعیین فاصله حداقل بین حفرات از محور مایل خطی به موازات محور قائم رسم کنید تا محور افقی C را قطع کند
اندازه جوش یا گلوی موثر E (میلی متر)
25
22
19
16
13
10
6
3
2
3
6
10
16
B= حداکثر اندازه حفره یا ناپیوستگی بر حسب میلی متر
$(B=\frac{2}{3}E)$
0
6
13
19
25
32
38
44
50
57
C بر حسب میلی متر
C= حداقل فاصله آزاد بین لبه دو ناپیوستگی در امتداد طولی



* (۵) مستقل از ۱و۳

* (۵) می تواند در ترکیب با ۱ و۳ باشد


انتهای درز
ناپیوستگیهای کوچکتر از ۲ میلیمتر
X۳
X۲
ناپیوستگیهای کوچکتر از ۲ میلیمتر
X۳
بزرگترین طول مجاز برای ناپیوستگی سوزنی X۱
ناپیوستگیهای کوچکتر از ۲ میلیمتر
X۴
ناپیوستگی گرد در خوشه X۵
خوشه
(۵۷ mm)
(۱۹ mm)
(۵۷ mm)
(۱۹ mm)
(۵۷ mm)
C

- ***بازرسی فراصوت***
- جوشهای قابل پذیرش در بازرسی عینی،وقتی در بازرسی فراصوت قابل پذیرش هستند که الزامات جدول زیر را برآورد نمایند.

ردهٔ شدت ناپیوستگی وحفرات *	ضخامت جوش برحسب میلیمتر وزاویهٔ پروب **										
	8تا20	20تا38	بزرگتر از38تا64			بزرگتراز64تا100			بزرگتراز100تا200		
	70°	70°	70°	60°	45°	70°	60°	45°	70°	60°	45°
ردهٔ A	5+و کمتر	2+و کمتر	2- و کمتر	1+ وکمتر	3+ وکمتر	5- و کمتر	2- و کمتر	0 و کمتر	7- و کمتر	4- و کمتر	1- و کمتر
ردهٔ B	+6	+3	-1 0	+2 +3	+4 +5	-4 -3	-1 0	+1 +2	-6 -5	-3 -2	0 +1
ردهٔ C	+7	+4	+1 +2	+4 +5	+6 +7	2-تا +2	+1 +2	+3 +4	4-تا +2	1-تا +2	+2 +3
ردهٔ D	8+ و بیشتر	5+ و بیشتر	3+ و بیشتر	6+ و بیشتر	8+ و بیشتر	3+ و بیشتر	3+ و بیشتر	5+ و بیشتر	3+ و بیشتر	3+ و بیشتر	4+ و بیشتر

**برای دیدن ردهٔشدت ناپیوستگی به جدول (3-4)و(3-5) مراجعه شود.*

*** ضخامت جوش، ضخامت قطعه نازکتر است.*

1- ناپسوستگی های B وC باید به اندازه 2L از یکدیگرفاصله داشته باشند.L طول بزرگترین ناپیوستگی است.

2- ناپسوستگی های B وC باید به اندازه 2L ازلبه فاصله داشته باشند.L طول ناپیوستگی است.

3- اعداد داخل جدول، درجهٔ عیب d برحسب دسی بل می باشند.

A	ناپیوستگی های وسیع	هر نشانه ای دراین رده مردود است(بدون توجه به طول)
B	ناپیوستگی های متوسط	هر نشانه ای دراین رده بزرگتراز20 میلیمتر مردود است
C	ناپیوستگی های کوچک	هر نشانه ای دراین رده با طول بزرگتراز50 میلیمتر مردود است
D	ناپیوستگی های ریز	هر نشانه ای دراین رده بدون توجه به طول یا محل قابل پذیرش است

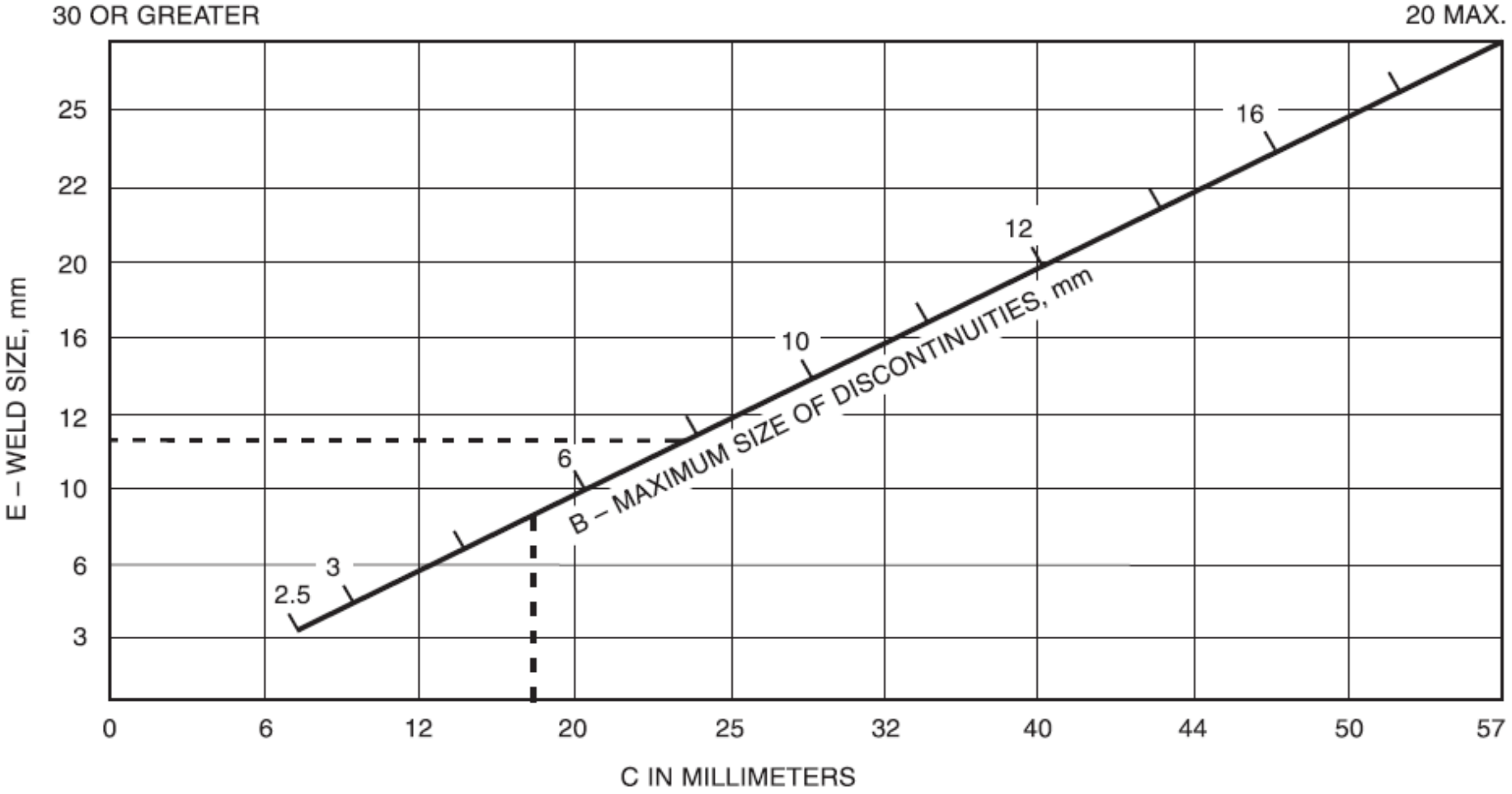
*** مسیر تابش (میلیمتر)***	***بالای تراز مرجع (dB)***
تا 60	14
60 تا 125	19
125 تا 250	29
250 تا 380	39

** این ستون طول مسیر تابش است نه ضخامت قطعه*

- ***آزمایش با رنگ نافذ وذرات مغناطیسی***

ضوابط پذیرش در آزمایش با رنگ نافذ وذرات مغناطیسی مطابق ضوابط پذبرش بازرسی عینی است.

- **6.12.1 Discontinuity Acceptance Criteria for Statically Loaded Nontubular Connections.** *Welds that are subject to RT in addition to visual inspection shall have no cracks and shall be unacceptable if the RT shows any discontinuities exceeding the following limitations. The limitations given by Figure 6.1 for 1-1/8 in [30 mm] weld size (E) shall apply to all weld sizes greater than 1-1/8 in [30 mm].*
- ***(1) Elongated discontinuities exceeding the maximum size of Figure 6.1.***
- ***(2) Discontinuities closer than the minimum clearance allowance of Figure 6.1.***
- ***(3) Rounded discontinuities greater than a maximum size of E/3, not to exceed 1/4 in [6 mm]. However, when E is greater than 2 in [50 mm], the maximum rounded indication may be 3/8 in [10 mm]. The minimum clearance of rounded discontinuities greater than or equal to 3/32 in [2.5 mm] to an acceptable elongated or rounded discontinuity or to an edge or end of an intersecting weld shall be three times the greatest dimension of the larger of the discontinuities being considered.***



Notes:
1. To determine the maximum size of discontinuity allowed in any joint or weld size, project E horizontally to B.
2. To determine the minimum clearance allowed between edges of discontinuities of any size greater than or equal to 3/32 in [2.5 mm], project B vertically to C.
3. See Legend on page 217 for definitions.

Figure 6.1—Discontinuity Acceptance Criteria for Statically Loaded Nontubular and Statically or Cyclically Loaded Tubular Connections (see 6.12.1 and 9.26.2 for tubulars)

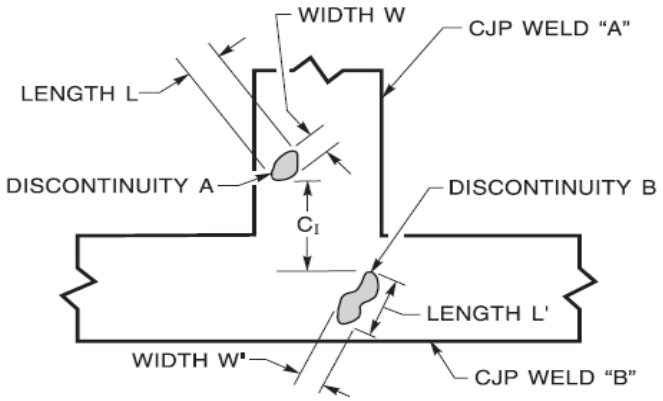
- *(4) At the intersection of a weld with another weld or a free edge (i.e., an edge beyond which no material extension exists), acceptable discontinuities shall conform to the limitations of Figure 6.1, Cases I–IV.*
- *(5) Isolated discontinuities such as a cluster of rounded indications, having a sum of their greatest dimensions exceeding the maximum size single discontinuity allowed in Figure 6.1. The minimum clearance to another cluster or an elongated or rounded discontinuity or to an edge or end of an intersecting weld shall be three times the greatest dimension of the larger of the discontinuities being considered.*
- *(6) The sum of individual discontinuities each having a greater dimension of less than 3/32 in [2.5 mm] shall not exceed 2E/3 or 3/8 in [10 mm], whichever is less, in any linear 1 in [25 mm] of weld. This requirement is independent of (1), (2), and (3) above.*
- *(7) In-line discontinuities, where the sum of the greatest dimensions exceeds E in any length of 6E. When the length of the weld being examined is less than 6E, the allowable sum of the greatest dimensions shall be proportionally less.*

KEY FOR FIGURE 6.1, CASES I, II, III, AND IV

DISCONTINUITY A = ROUNDED OR ELONGATED DISCONTINUITY LOCATED IN WELD A
DISCONTINUITY B = ROUNDED OR ELONGATED DISCONTINUITY LOCATED IN WELD B

L AND W = LARGEST AND SMALLEST DIMENSIONS, RESPECTIVELY, OF DISCONTINUITY A
L' AND W' = LARGEST AND SMALLEST DIMENSIONS, RESPECTIVELY, OF DISCONTINUITY B

E = WELD SIZE
C_I = SHORTEST DISTANCE PARALLEL TO THE WELD A AXIS, BETWEEN THE NEAREST DISCONTINUITY EDGES



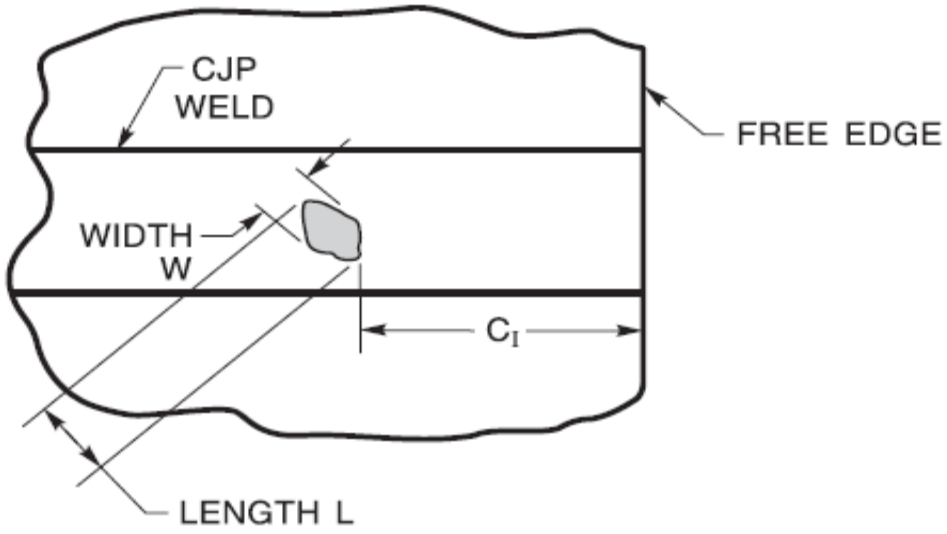
CASE I DISCONTINUITY LIMITATIONS[a]

DISCONTINUITY DIMENSION	LIMITATIONS	CONDITIONS
L	< E/3, ≤ 1/4 in [6 mm]	E ≤ 2 in [50 mm]
	≤ 3/8 in [10 mm]	E > 2 in [50 mm]
C_I	≥ 3L	(A) ONE DISCONTINUITY ROUNDED, THE OTHER ROUNDED OR ELONGATED[a] (B) L ≥ 3/32 in [2.5 mm]

[a] The elongated discontinuity may be located in either weld "A" or "B." For the purposes of this illustration the elongated discontinuity "B" was located in weld "B."

Case I—Discontinuity at Weld Intersection

Figure 6.1 (Continued)—Discontinuity Acceptance Criteria for Statically Loaded Nontubular and Statically or Cyclically Loaded Tubular Connections (see 6.12.1 and 9.26.2 for tubulars)

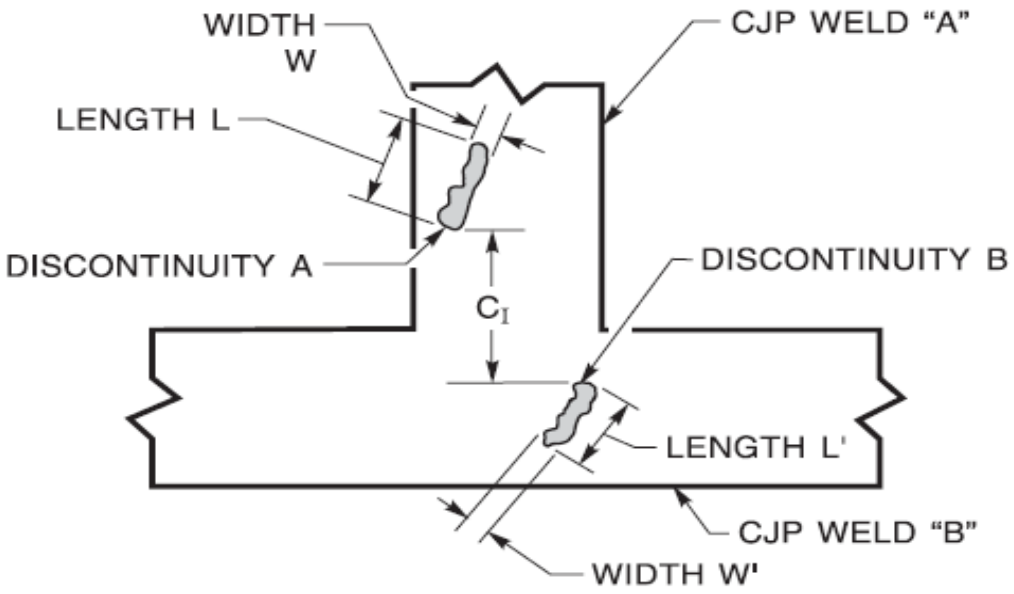


CASE II DISCONTINUITY LIMITATIONS

DISCONTINUITY DIMENSION	LIMITATIONS	CONDITIONS
L	<E/3, ≤1/4 in [6 mm]	E ≤ 2 in [50 mm]
	≤3/8 in [10 mm]	E > 2 in [50 mm]
C_I	≥3L	L ≥ 3/32 in [2.5 mm]

Case II—Discontinuity at Free Edge of CJP Groove Weld

Figure 6.1 (Continued)—Discontinuity Acceptance Criteria for Statically Loaded Nontubular and Statically or Cyclically Loaded Tubular Connections (see 6.12.1 and 9.26.2 for tubulars)

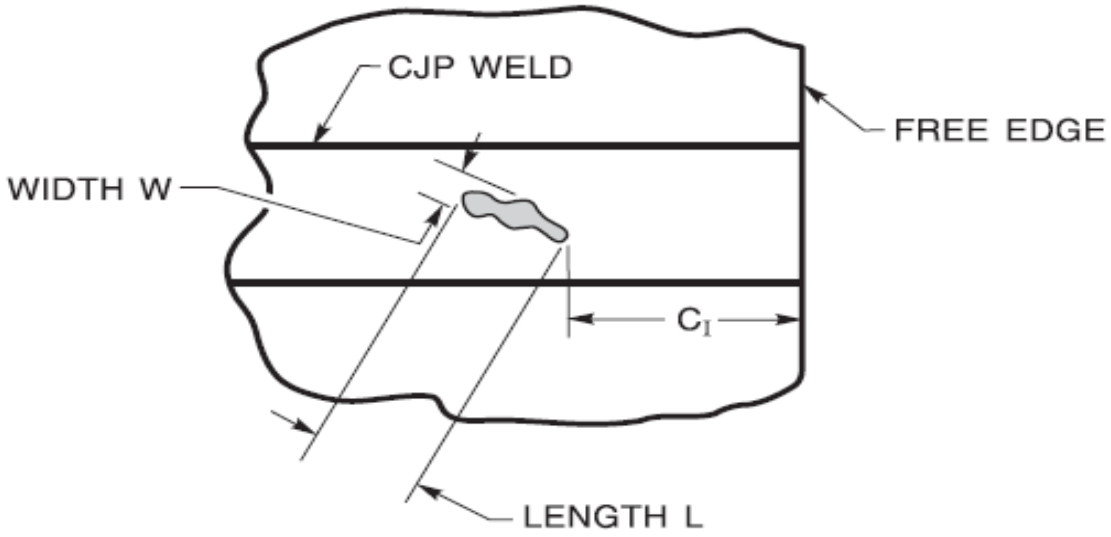


CASE III DISCONTINUITY LIMITATIONS

DISCONTINUITY DIMENSION	LIMITATIONS	CONDITIONS
L	≤2E/3	L/W > 3W
C_I	≥3L OR 2E, WHICHEVER IS GREATER	L ≥ 3/32 in [2.5 mm]

Case III—Discontinuity at Weld Intersection

Figure 6.1 (Continued)—Discontinuity Acceptance Criteria for Statically Loaded Nontubular and Statically or Cyclically Loaded Tubular Connections (see 6.12.1 and 9.26.2 for tubulars)



CASE IV DISCONTINUITY LIMITATIONS

DISCONTINUITY DIMENSION	LIMITATIONS	CONDITIONS
L	≤2E/3	L/W > 3
C_I	≥3L OR 2E, WHICHEVER IS GREATER	L ≥ 3/32 in [2.5 mm]

Case IV—Discontinuity at Free Edge of CJP Groove Weld

Figure 6.1 (Continued)—Discontinuity Acceptance Criteria for Statically Loaded Nontubular and Statically or Cyclically Loaded Tubular Connections (see 6.12.1 and 9.26.2 for tubulars)

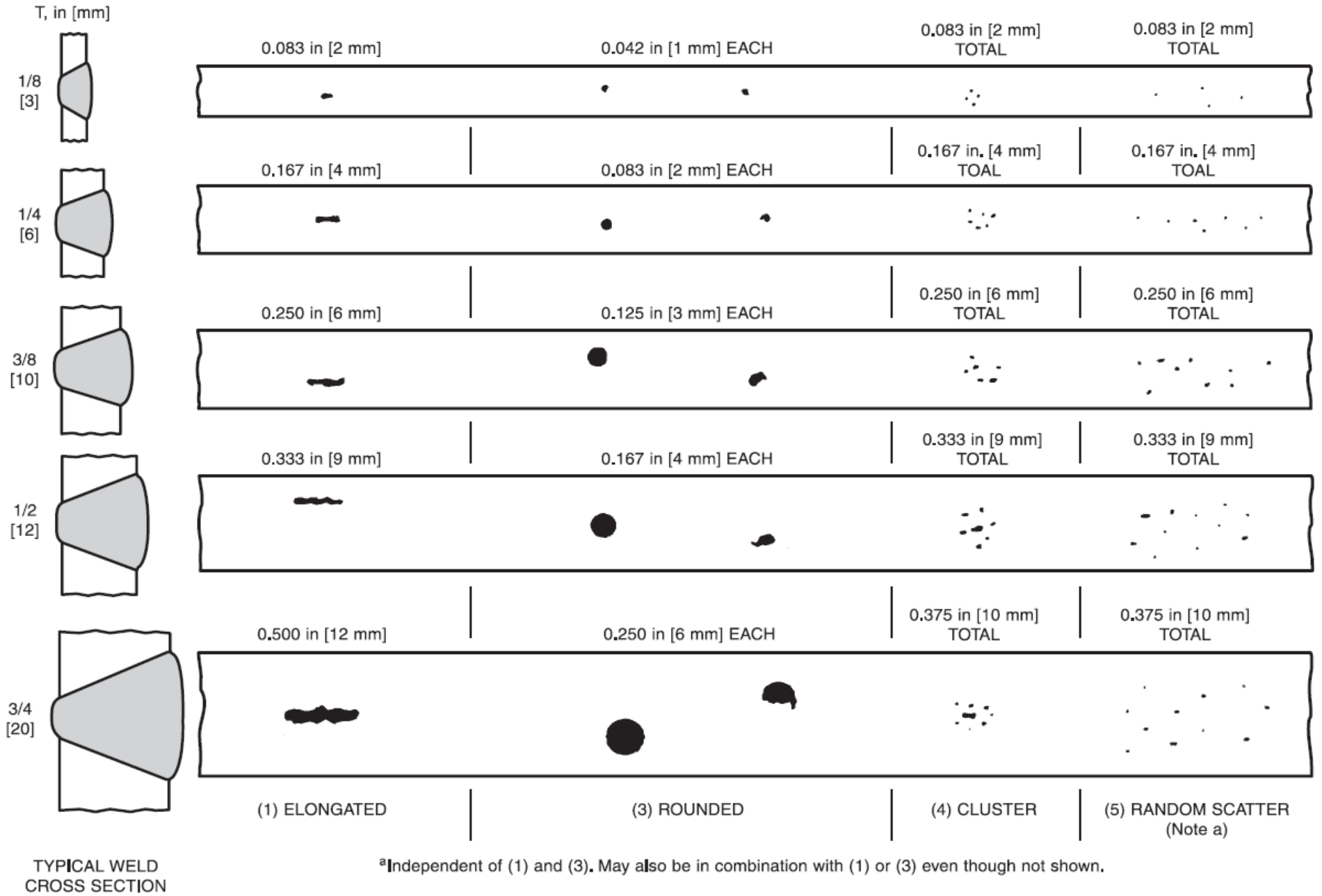
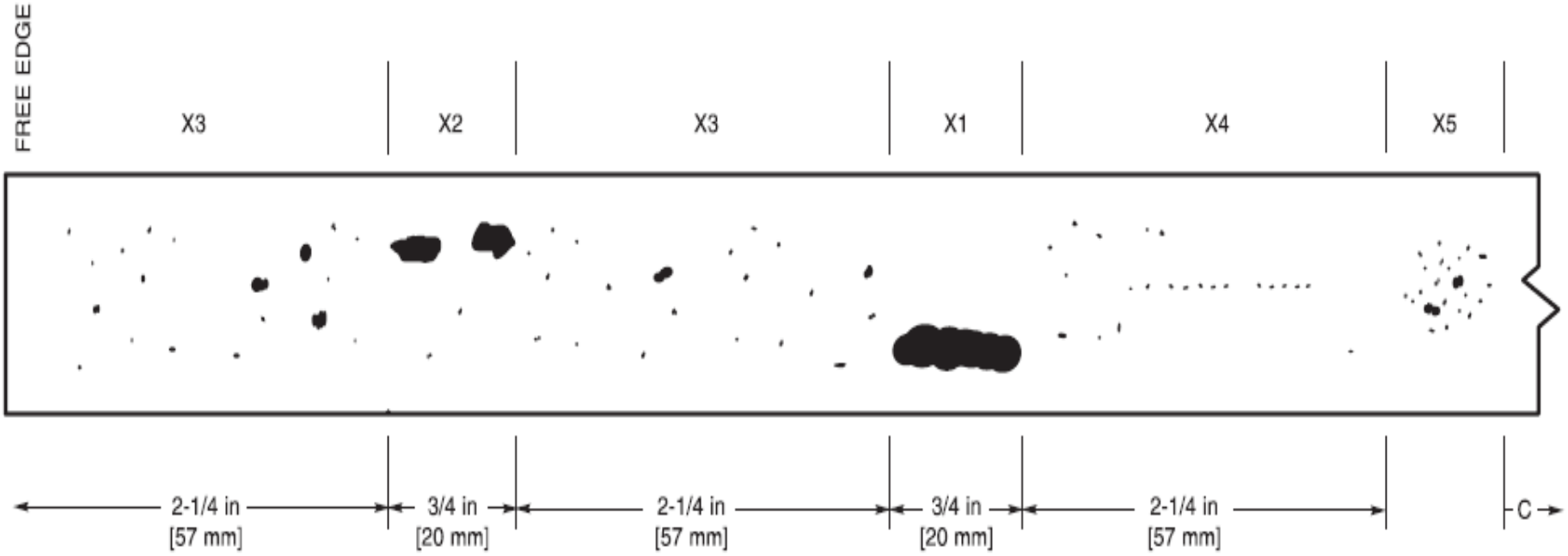


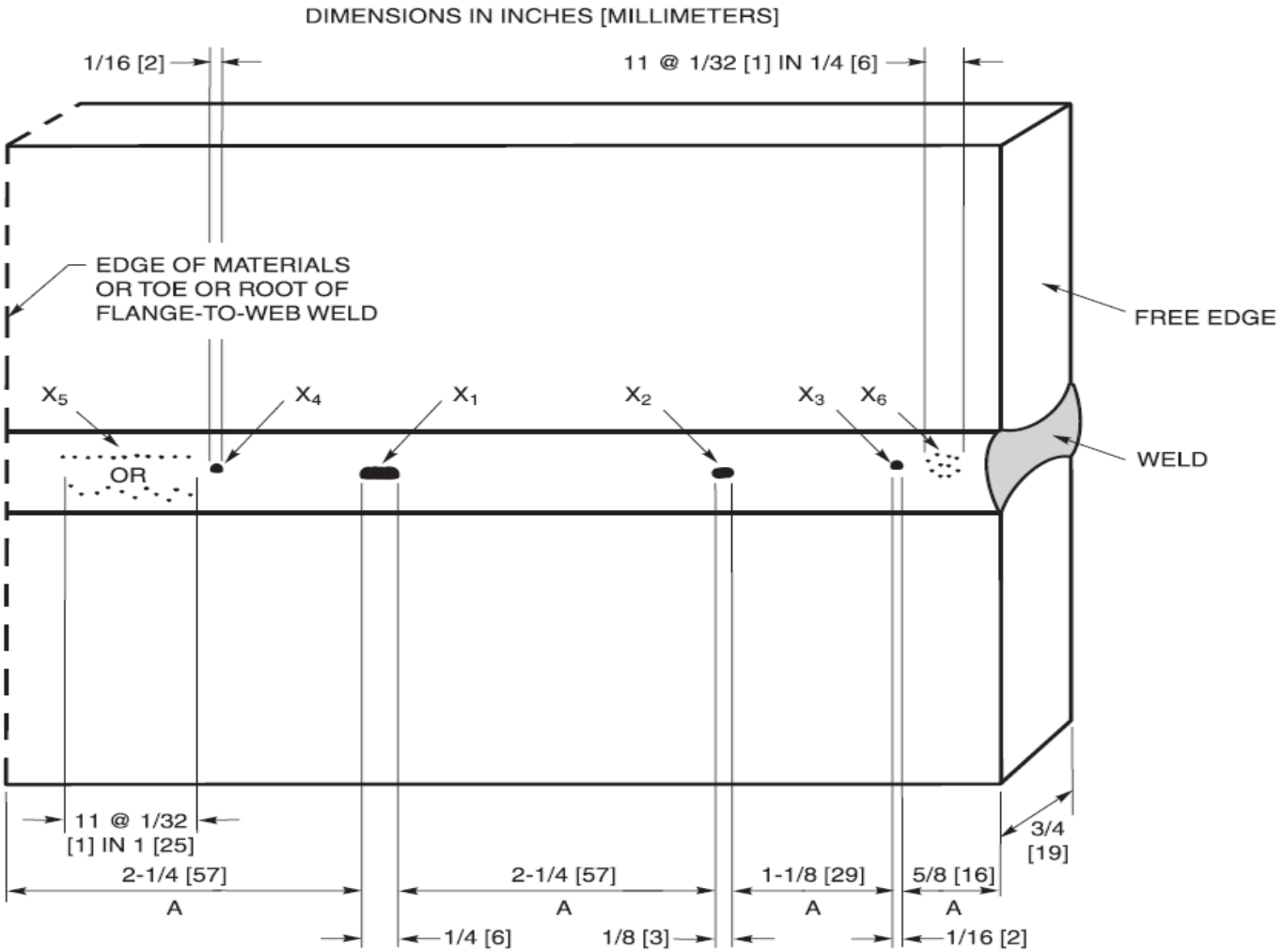
Figure C-6.7—Illustration of Discontinuity Acceptance Criteria for Statically Loaded Nontubular and Statically or Cyclically Loaded Tubular Connections (see 6.12.1)



Notes:

1. C—Minimum clearance allowed between edges of discontinuities 3/32 in [2.5 mm] or larger (per Figure 6.1). Larger of adjacent discontinuities governs.
2. X1—Largest permissible elongated discontinuity for 1-1/8 in [30 mm] joint thickness (see Figure 6.1).
3. X2—Multiple discontinuities within a length allowed by Figure 6.1 may be handled as a single discontinuity.
4. X3–X4—Rounded-type discontinuity less than 3/32 in [2.5 mm].
5. X5—Rounded-type discontinuities in a cluster. Such a cluster having a maximum of 3/4 in [20 mm] for all pores in the cluster is treated as requiring the same clearance as a 3/4 in [20 mm] long discontinuity of Figure 6.1.
6. Interpretation: Rounded and elongated discontinuities are acceptable as shown. All are within the size limits and the minimum clearance allowed between discontinuities or the end of a weld joint.

Figure C-6.8—Illustration of Discontinuity Acceptance Criteria for Statically Loaded Nontubular and Statically or Cyclically Loaded Tubular Connections 1-1/8 in [30 mm] and Greater, Typical of Random Acceptable Discontinuities (see 6.12.1)

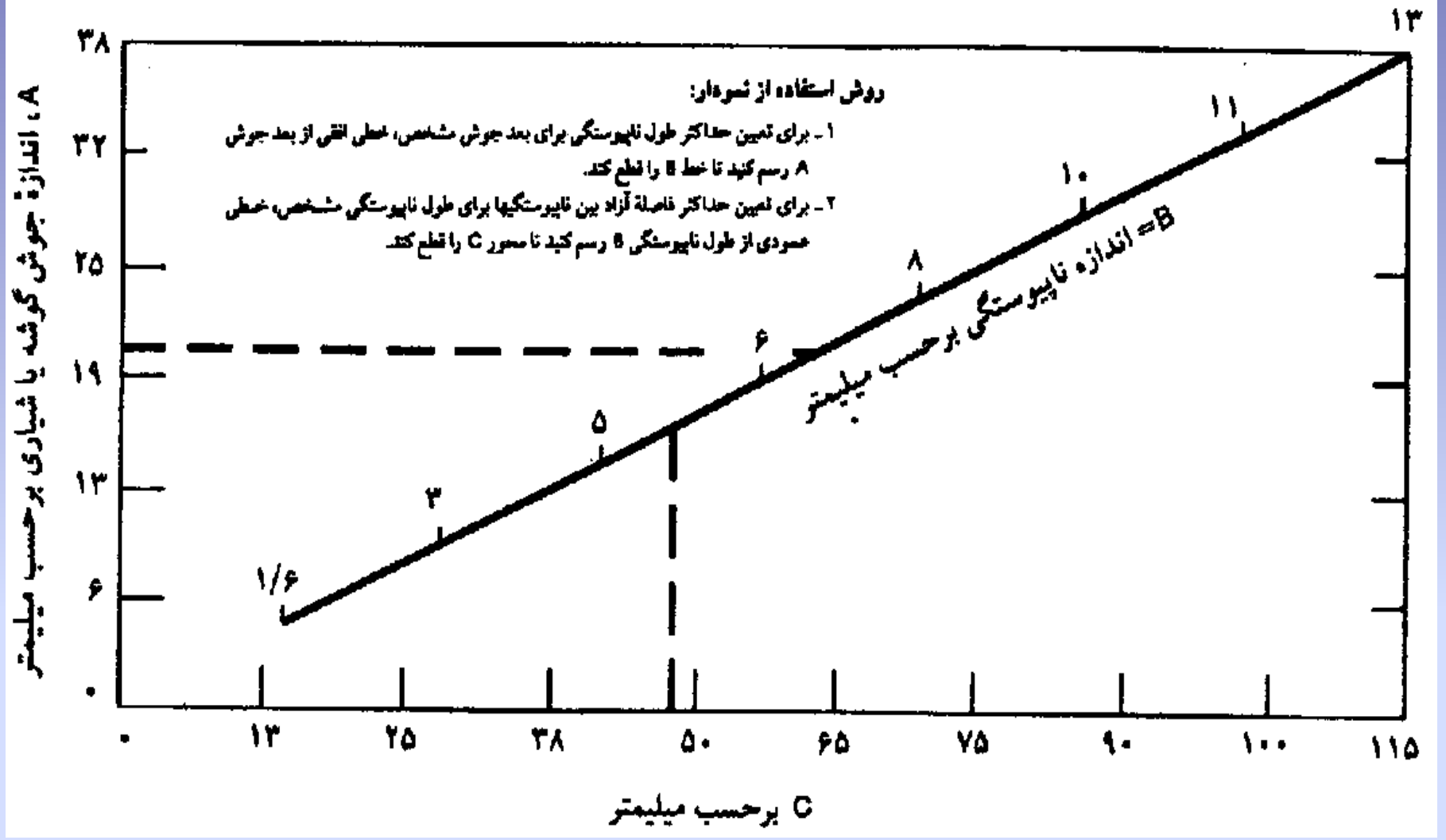


Notes:

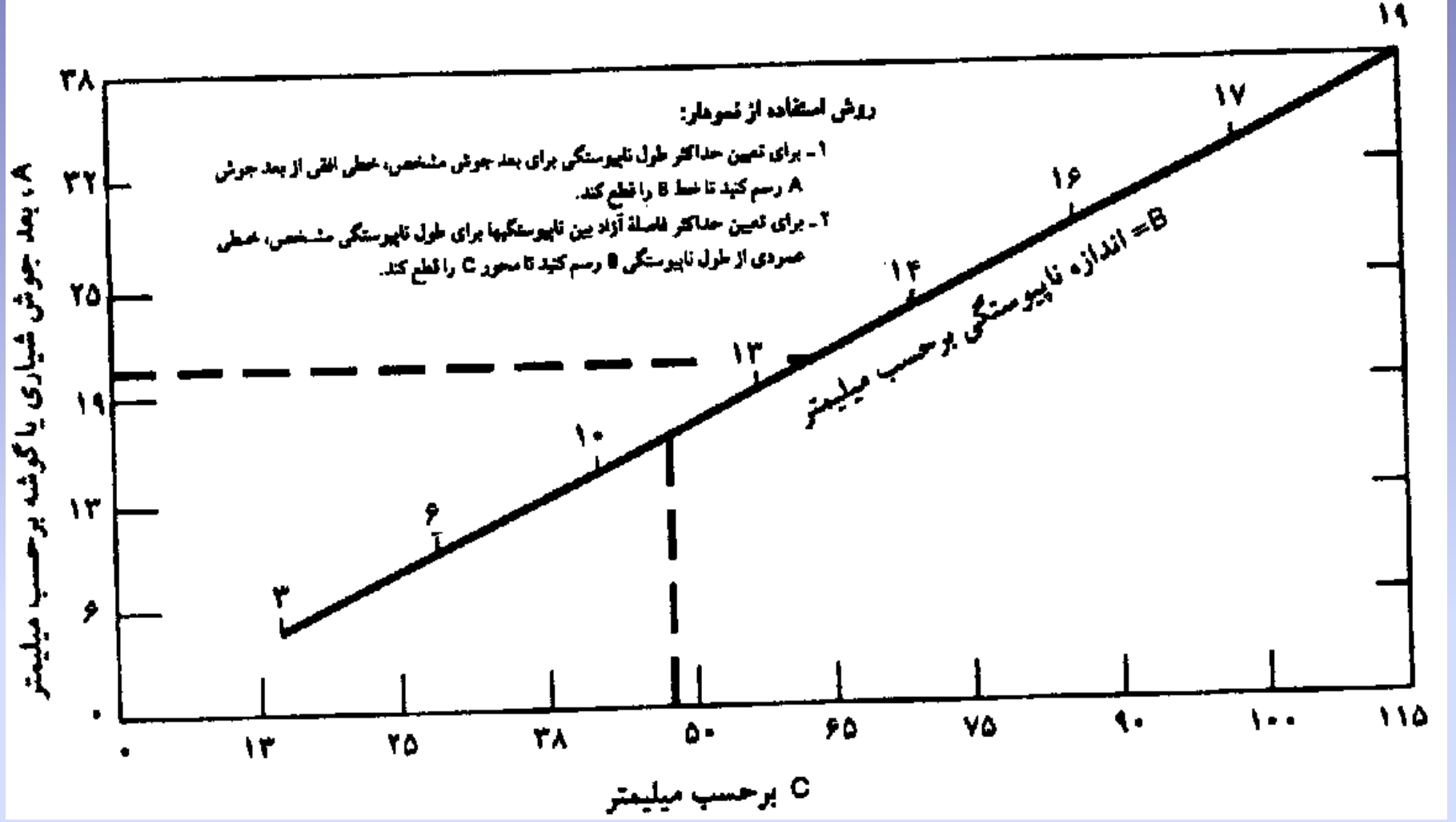
1. A—Minimum clearance allowed between edges of porosity or fusion-type discontinuities 1/16 in [2 mm] or larger. Larger of adjacent discontinuities governs.
2. X_1—Largest allowable porosity or fusion-type discontinuity for 3/4 in [20 mm] joint thickness (see Figure 6.2).
3. X_2, X_3, X_4—Porosity or fusion-type discontinuity 1/16 in [2 mm] or larger, but less than maximum allowable for 3/4 in [20 mm] joint thickness.
4. X_5, X_6—Porosity or fusion-type discontinuity less than 1/16 in [2 mm].
5. Porosity or fusion-type discontinuity X_4 is not acceptable because it is within the minimum clearance allowed between edges of such discontinuities (see 6.12.2.1 and Figure 6.2). Remainder of weld is acceptable.
6. Discontinuity size indicated is assumed to be its greatest dimension.

Figure C-6.9—Illustration of Discontinuity Acceptance Criteria for Cyclically Loaded Nontubular Connections in Tension (see 6.12.2.1)

- ***ب) جوش تحت بار دینامیکی***
- ***بازرسی پرتونگاری***
- در عکسهای پرتونگاری، جوش نباید حاوی ترک باشد.در صورتی که حفرات آشکار شده در عکسهای پرتونگاری بزرگترازمحدودیتهای زیر باشد،غیرقابل پذیرش خواهند بود.
- در جوشهایی که تحت اثرتنشهای کششی قراردارند،در صورتیکه بعد حداکثرناپیوستگی از نوع تخلخل یا عدم امتزاج بزرگتراز1.5 میلیمترباشد،برحسب اندازهٔ جوش، بعد حداکثرناپیوستگی به مقدارB حاصل از شکل(15-3) محدود می شود.فاصله لبه ناپیوستگی (ازنوع تخلخل یا عدم امتزاج) تا لبه ناپیوستگی دیگرویا انتهای جوش ویا تقاطع جوش دیگر، نباید از مقدارC حاصل از شکل (15-3) بزرگتر باشد.
- برای جوشهایی که تنها تحت اثرتنشهای فشاری قراردارند و مخصوصا" درنقشه های طراحی قید شده اند،اگربزرگترین بعد ناپیوستگی ازنوع تخلخل یا عدم امتزاج برابریا بیش از 3 میلیمترباشد،برحسب اندازهٔ جوش، بعد حداکثرناپیوستگی به مقدارB حاصل از شکل(16-3) محدود می شود.بعلاوه طول آزاد بین لبهٔ دو ناپیوستگی نباید از مقدارC حاصل از همان شکل کمت شود.
- ناپیوستگی هائی به طول کمتر از 1.5 میلیمترکه مجموع طولهای آنها از 10 میلیمتر در هر 25 میلیمتر طول جوش تجاوز می کند،غیر قابل پذیرش هستند(بدون توجه به موارد a و b).
- برای تمام جوشهائی با بعد بیش از 38 میلیمتر،استفاده از منحنی مربوط به جوش با بعد 38 میلیمتر در اشکال (15-3) و(16-3) امکان پذیر است.



- ***تذکر: درصورتیکه فاصله بین ناپیوستگیهای مجاورکمتراز حداقل مقادیرشکل فوق باشد،طول ناپیوستگی برابر با مجموع طول ناپیوستگیها وفاصله بین آنها،به صورت یک ناپیوستگی واحد منظورمی شود.***
- شکل(15-3): شرایط پذیرش حفرات ناشی از تخلخل یا عدم امتزاج در جوشهای تحت تنش کششی



- ***تنکر: درصورتیکه فاصله بین ناپیوستگیهای مجاورکمتراز حداقل مقادیرشکل فوق باشد،طول ناپیوستگی برابر با مجموع طول ناپیوستگیها وفاصله بین آنها،به صورت یک ناپیوستگی واحد منظورمی شود.***
- شکل(3-16): شرایط پذیرش حفرات ناشی از تخلخل یا عدم امتزاج در جوشهای تحت تنش فشاری

- ***بازرسی فراصوت***
- جوشهای قابل پذیرش در بازرسی عینی،وقتی در بازرسی فراصوت قابل پذیرش هستند که:
- 1- جوشهای تحت اثرتنشهای کششی ،الزامات جدول(3-6) را برآورد نمایند.
- 2- جوشهای تحت اثر تنسهای فشاری، الزامات جدول(3-3) را برآورد نمایند.

ردهٔ شدت ناپیوستگی وحفرات *	ضخامت جوش برحسب میلیمتر وزاویهٔ پروب **									
	8تا20	20تا38	بزرگتر از38تا64			بزرگتراز64تا100			بزرگتراز100تا200	
	70°	70°	70°	60°	45°	70°	60°	45°	70°	60°	45°
ردهٔ A	10+و کمتر	8+و کمتر	4+ و کمتر	7+ وکمتر	9+ وکمتر	1+ و کمتر	4+ و کمتر	6+ و کمتر	2- و کمتر	1+ و کمتر	3+ و کمتر
ردهٔ B	11+	9+	5+ 6+	8+ 9+	10+ 11+	2+ 3+	5+ 6+	7+ 8+	-1 0	2+ 3+	4+ 5+
ردهٔ C	12+	10+	7+ 8+	10+ 11+	12+ 13+	4+ 5+	7+ 8+	9+ 10+	1+ 2+	4+ 5+	6+ 7+
ردهٔ D	13+ و بیشتر	11+ و بیشتر	9+ و بیشتر	12+ وبیشتر	14+ وبیشتر	6+ و بیشتر	9+ و بیشتر	11+ وبیشتر	3+ و بیشتر	6+ و بیشتر	8+ و بیشتر

A	ناپیوستگی های وسیع	هر نشانه ای دراین رده مردود است(بدون توجه به طول)
B	ناپیوستگی های متوسط	هر نشانه ای دراین رده بزرگتراز20 میلیمتر مردود است
C	ناپیوستگی های کوچک	هر نشانه ای دراین رده با طول بزرگتراز50 میلیمتر مردود است
D	ناپیوستگی های ریز	هر نشانه ای دراین رده بدون توجه به طول یا محل قابل پذیرش است

*** مسیر تابش (میلیمتر)***	***بالای تراز مرجع (dB)***
تا 60	20
60 تا 125	25
125 تا 250	35
250 تا 380	45

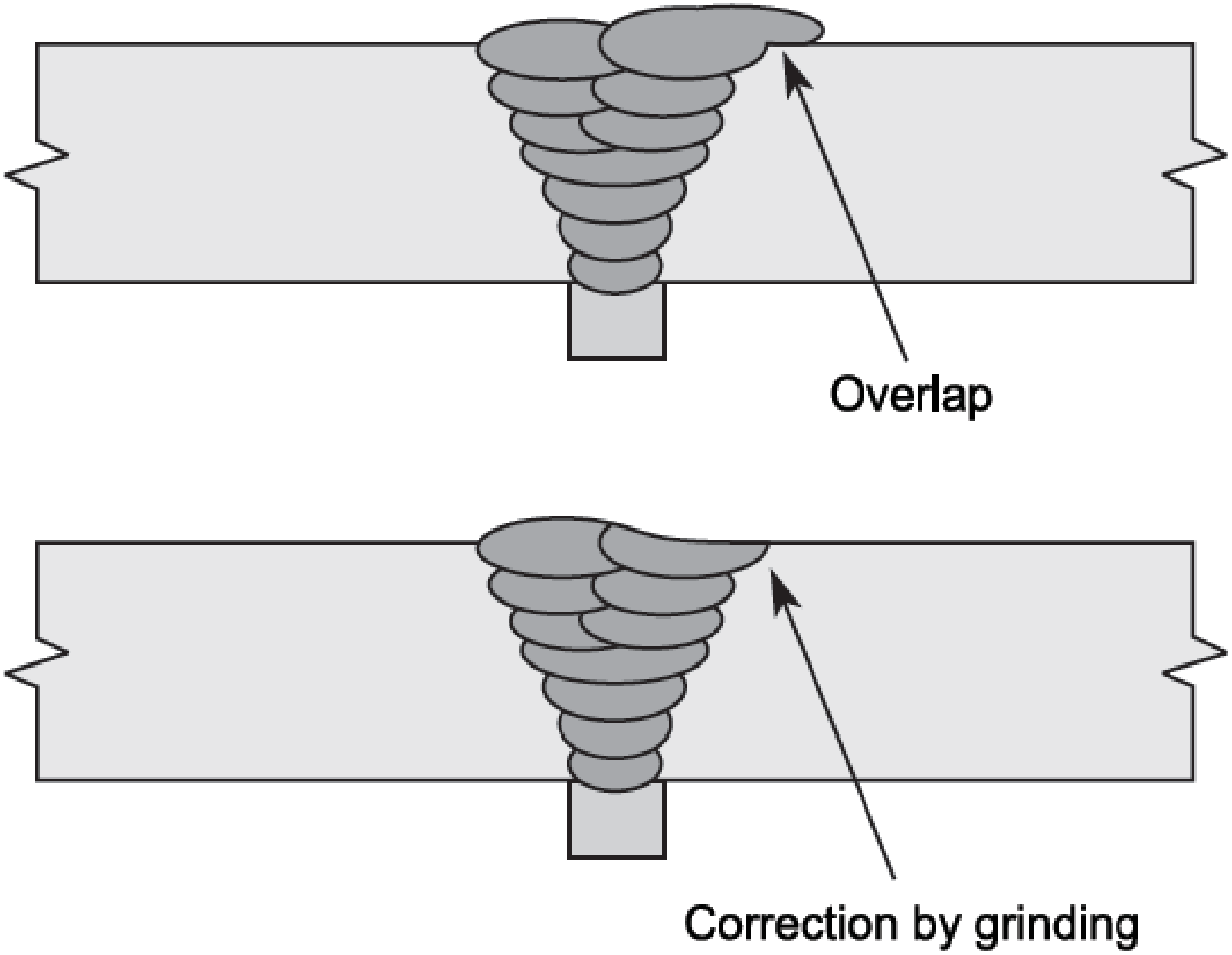
آزمایش با رنگ نافذ وذرات مغناطیسی

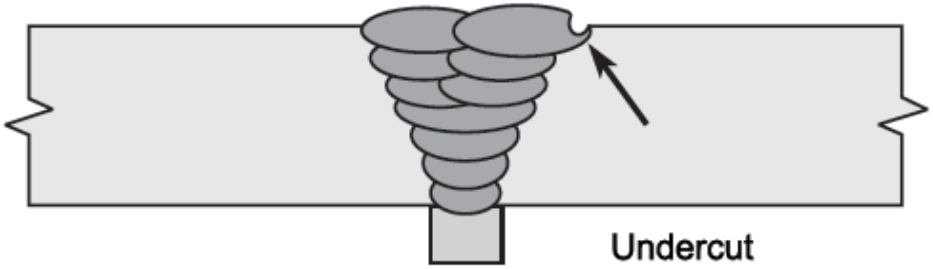
ضوابط پذیرش در آزمایش با رنگ نافذ وذرات مغناطیسی مطابق ضوابط پذبرش بازرسی عینی است.

- **در صد انجام آزمایشات پیشنهادی**
- **1-** بازرسی چشمی 100 در صد جوشکاریهای انجام شده.
- **2-** صد در صد جوشهای لب به لب عرضی بالهای کششی،اعضای کششی خرپاها، 6/1 ارتفاع جان تیرها در مجاورت بال کششی باید بوسیله پرتونگاری یا فراصوتی آزمایش شوند.
- **3-** ده درصد جوشهای لب به لب طولی بالهای کششی واعضای کششی خرپاها،باید بوسیله پرتونگاری و یا فراصوتی آزمایش شوند.
- **4-** بیست در صد جوشهای لب به لب عرضی وطولی در بالهای فشاری واعضای فشاری خرپاها،بوسیله پرتونگاری یا فراصوتی آزمایش شوند.
- **5-** بیست در صد جوشهای لب به لب عرضی جان تیرها که شامل بند 2 فوق نمی باشند و جوشهای لب به لب طولی جان تیرها،بایستی بوسیله پرتونگاری یا فراصوتی آزمایش شوند.

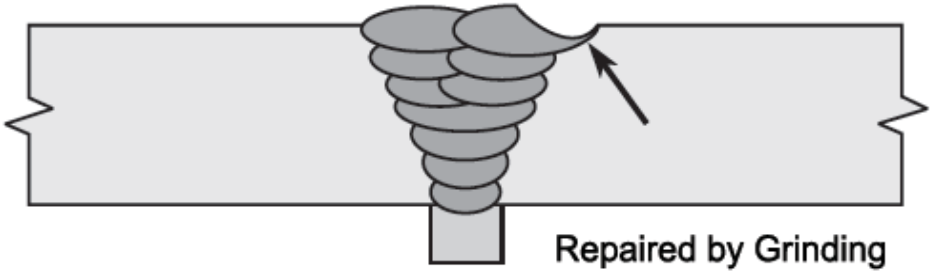
- *6- ده در صد جوش گوشه بال به جان بوسیله ذرات مغناطیسی یا رنگ نافذ آزمایش شوند.*
- *7- تمامی جوشهای نفوذ کامل که تحت تأثیربار های دینامیکی یا متغیرقرارمی گیرند،باید بوسیلۀ پرتونگاری صنعتی یا فراصوتی آزمایش شوند.*
- *8- سایرجوشهای با نفوذ کامل باید با پرتونگاری صنعتی یا فراصوتی بصورت آماری واتفاقی تا میزان 20 در صد آزمایش شوند.*
- *9- جوشهای با نفوذ نسبی به لحاظ کنترل مقدار نفوذ جوش وکیفیت جوش بصورت آماری واتفاقی تا میزان 10 درصد آزمایش شوند.*
- *10- جوشهای سپری به لحاظ کنترل عیوب سطحی وزیرسطحی جوش بطورآماری واتفاقی تا میزان 20 در صد توسط ذرات مغناطیسی ویا مایعات نافذ ازمایش شوند.در صورت مشاهده عیوب درجوشها به میزان 5 درصد،میزان آزمایشات افزایش یافته تا حدی که اطمینان لازم برای بازرس حاصل گردد.*
- *11- آزمایش پرتونگاری برای سایرجوشهای لب به لب وفقط در مواقع لزوم ودر خواست ونظر بازرس اجرا می گردد.*

- ***تعمير عيوب جوش :***
- جوش هاي مردود را مي توان تعمير نمود و يا تمام آن را برداشته و مجدداً بطور كامل جوش داد. معيار پذيرش جوش تعمير شده مطابق جوش هاي اصلي بوده و با همان روش بايد مورد آزمايش قرار گيرد. روش هاي تعمير عيوب به قرار زير مي باشد :
- جهت تعمير عيب سر رفتگي (Overlap) و تحدب بيش از حد ، جوش اضافي بايد به روش مناسبي برداشته شود. (معمولاً سنگ مي زنند.)
- تقعر بيش از حد حوضچة چالة جوش ، كمبود در اندازة جوش و بريدگي كنار جوش را بايستي با جوشكاري تكميلي ضخامت مورد نظر را جبران نمود.
- ذوب ناقص ، تخلخل بيش از حد و حبس سرباره بايستي در قسمت هاي مشكوك را با سنگ برداشته و مجدداً جوش داد.
- ترك در جوش يا فلز پايه : در اين حالت عمق نفوذ ترك بايد به كمك آزمايش هاي مناسب (PT و MT) تعيين نمود و يك دو طرف ترك برداشته شده و مجدداً با جوش پر كرد.
- لكة قوس بايستي با سنگ فرز برداشته شود.
- سوراخ هاي اضافي را بايستي با جوش پر شوند و پس از جوش با تست هاي غير مخرب كنترل نمود.
- پشت بند جوش هاي شياري ، اگر سازه تحت بار استاتيكي باشد ، لزومي به برداشتن آن نيست ولي اگر تحت بار ديناميكي باشد بايستي پشت بند را برداشت.
- قسمت هاي انتهايي جوش در انتهاي كار بهتر است با جوش دادن روي يك قطعه ورق اضافي آن را خاتمه داد و پس از اتمام جوشكاري اگر سازه تحت بار استاتيكي باشد نيازي به حذف آن نيست ولي اگر تحت بار ديناميكي باشد بايستي قطعة اضافي را حذف كرده و لبة جوش با عمق هم سطح و سنگ زده شود و از سلامت جوش مطمئن شد.

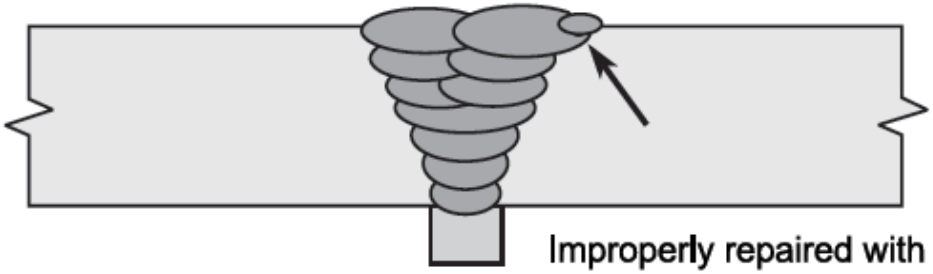

Overlap
Correction by grinding



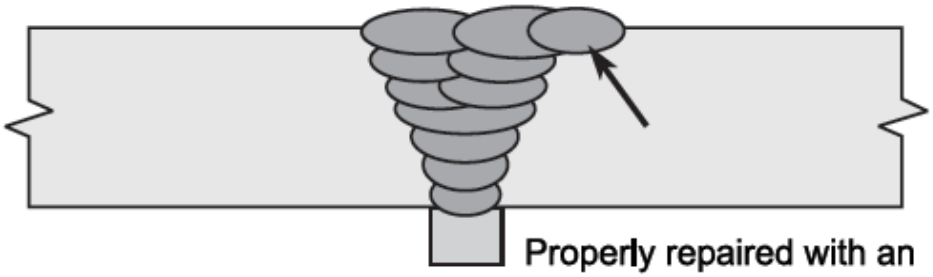
Undercut



Repaired by Grinding

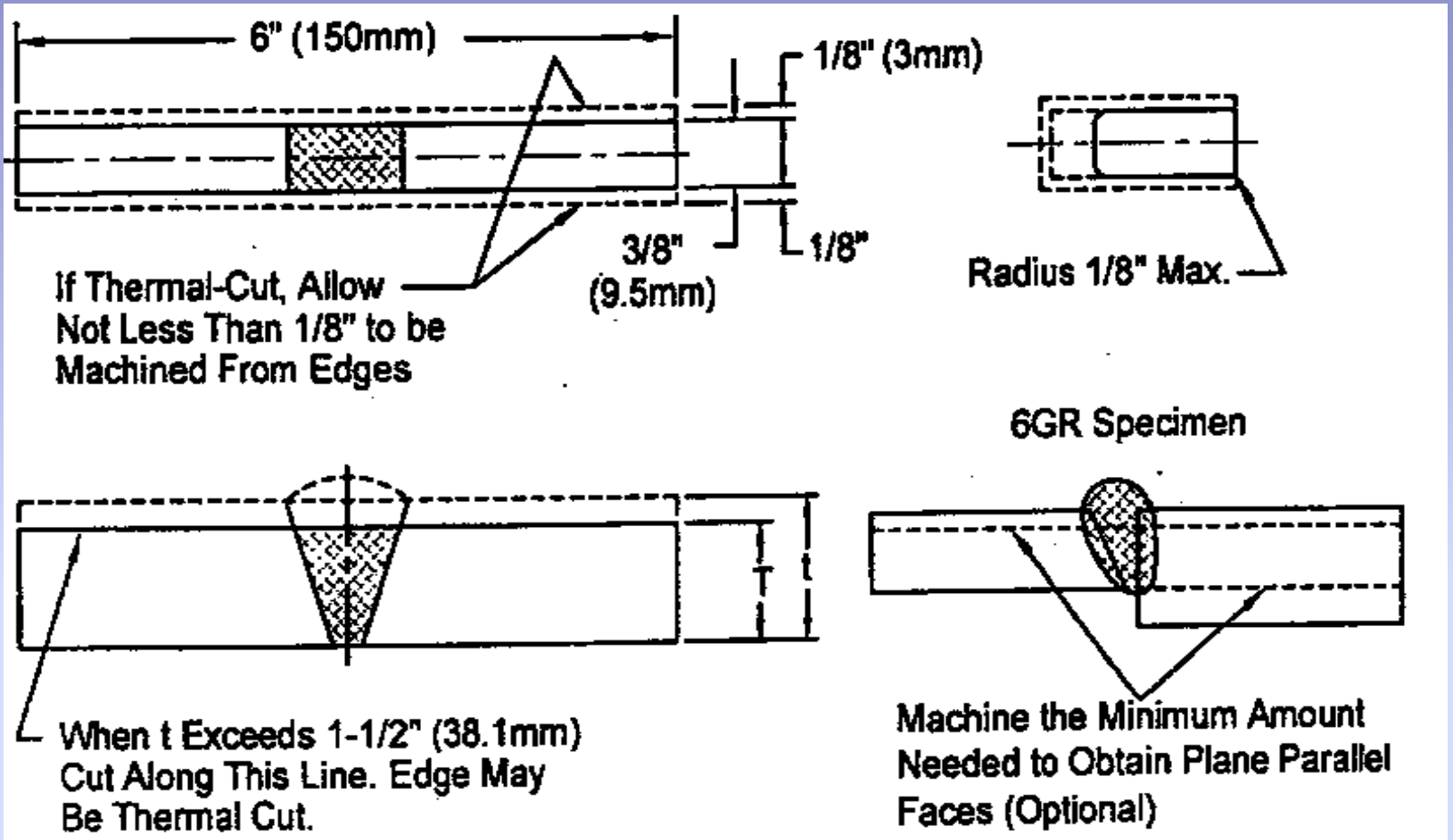


Improperly repaired with
small repair weld pass



Properly repaired with an
appropriate repair weld pass

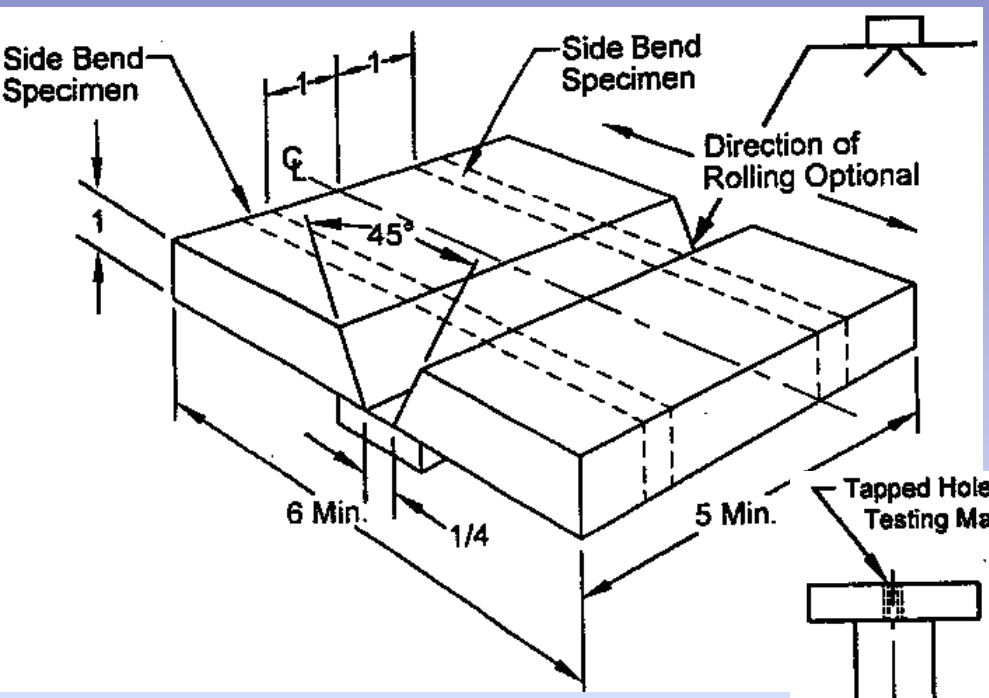
آزمون خمش

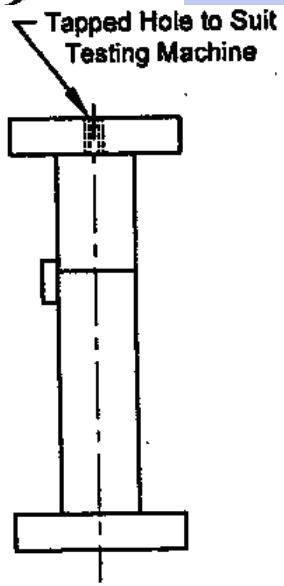


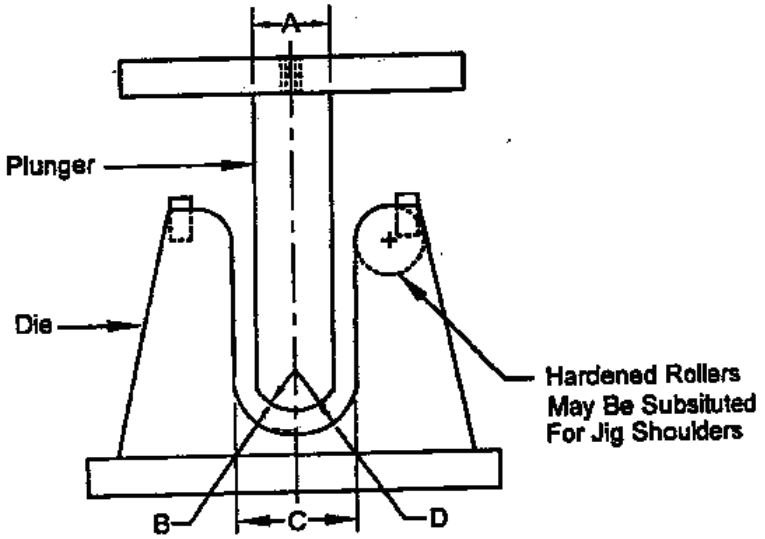
t, in.	T, in.
3/8 to 1-1/2	t
>1-1/2	See Note 2

t, mm	T, mm
9.5 to 38.1	t
>38.1	See Note 2

قید وبند آزمون خمش

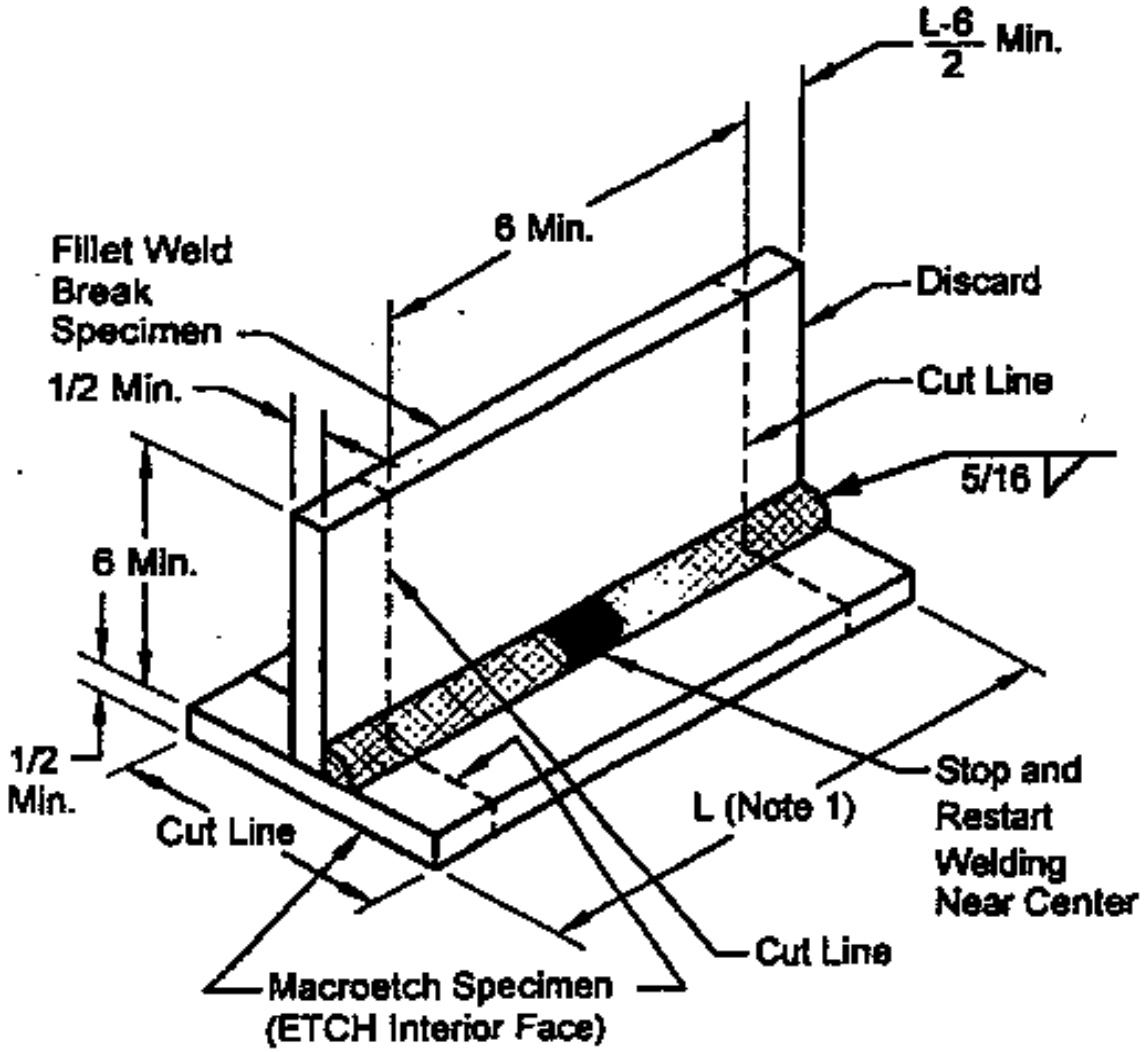






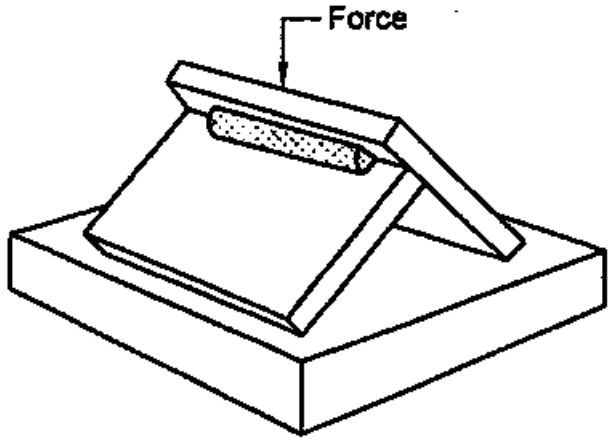
Specified or Actual Base Metal Yield Strength, PSI	A in.	B in.	C in.	D in.
50,000 & Under	1-1/2	3/4	2-3/8	1-3/16
Over 50,000 to 90,000	2	1	2-7/8	1-7/16
90,000 & Over	2-1/2	1-1/4	3-3/8	1-11/16

نحوهٔ استخراج نمونهٔ شکست جوش گوشه



Notes:

1. L=8 min. (welder) 15 min. (welding operator).
2. Either end may be used for the required macroetch specimen. The other end may be discarded.



فرم استاندارد دستورالعمل جوشکاری WPS

نام شرکت ..... شماره تجدیدنظر ..... تاریخ ..... توسط .....

شماره دستورالعمل ..... تأییدکننده ..... تاریخ .....

روش جوشکاری ..... دستی ☐ نیمه‌اتوماتیک ☐ اتوماتیک ☐

نوع درز

نوع: یک‌رو ☐ دو رو ☐

پشت‌بند: بله ☐ خیر ☐

مصالح پشت‌بند .....

بازشدگی ریشه ..... ضخامت ریشه .....

زاویه شیار ..... شعاع .....

شیارزنی پشت: بله ☐ خیر ☐ روش .....

وضعیت

جوش شیاری ..... گوشه .....

جوشکاری قائم: سربالا ☐ سرپایین ☐

فلز پایه

مشخصات فنی .....

نوع یا رده .....

ضخامت .....

خواص الکتریکی

نوع انتقال (GMAW):

مدار کوتاه ☐ قطره‌ای ☐ پاشیدنی ☐

جریان: AC ☐ DCEP ☐ DCEN ☐ ضربه‌ای ☐

غیره .....

الکترود تنگستن (GTAW):

اندازه .....

نوع .....

مصالح الکترود

مشخصات فنی AWS

رده طبق AWS

تکنیک جوشکاری

زنجیری ☐ زیگ‌زاگ ☐

یک‌پاسه ☐ چندپاسه ☐

تعداد الکترود .....

فواصل الکترود: طولی .....

عرضی .....

زاویه .....

فاصله بالقطعه کار .....

تمیزی میان پاس .....

پوشش

نوع پودر ..... گاز .....

ترکیب .....

نوع روکش الکترود .....

پیش‌گرمایش

دمای پیش‌گرمایش، حداقل .....

دمای میان پاس، حداقل ..... حداکثر .....

عملیات پس‌گرمایش

درجه‌حرارت .....

زمان .....

هندسهٔ درز	جریان			الکترود		روش جوشکاری	عبور
	سرعت حرکت mm/min	ولتاژ	آمپراژ	نوع و قطبیت	قطر	رده		
								۱
								۲
								۳

گزارش آزمایش ارزیابی دستورالعمل جوشکاری (مخرب)

آزمایش کششی

شماره نمونه	عرض	ضخامت	سطح	بار کششی نهایی (kg)	تنش حد نهایی kg/cm^2	نوع و موقعیت شکست

آزمایش خمش هدایت‌شده

شماره نمونه	نوع خمش	نتیجه	توضیحات

بازرسی چشمی:

ظاهر جوش.....

بریدگی کناری.....

تخلخل حفره‌ای.....

تقعر.....

تاریخ آزمایش.....

گواهی‌کننده.....

آزمایش‌های دیگر

آزمایش پرتونگاری ـ فراصوتی

شماره گزارش RT:..... نتیجه .....

شماره گزارش UT:..... نتیجه .....

نتایج آزمایش جوش گوشه

حداقل بعد چندپاسه زخم‌دار		حدا کثر بعد تک‌پاسه زخم‌دار	
۱.	۲.	۳.	۱. ۲.

آزمایش کشش فلزجوش

مقاومت کششی (kg/cm^2).....

مقاومت تسلیم (kg/cm^2).....

افزایش طول در ۵۰ میلی‌متر، ٪ .....

شماره آزمایش.....

شماره تأیید.....

آزمایشگاه .....

نام جوشکار.....

تأیید آزمایش توسط.....

شماره آزمایش.....

هر.....

ما، امضاءکنندگان، صحت نتایج مندرج در این برگه و تطبیق آماده‌سازی، جوشکاری و آزمایش قطعات نمونه را مطابق دستورالعمل آیین‌نامه، تأیید می‌نماییم.

سازنده یا پیمانکار.....

امضاء

معرفی به‌وسیلهٔ.....

عنوان.....

تاریخ.....

بازرسی عینی

مورد تأیید □ مردود □

نتایج آزمایش خمش هدایت‌شده

نوع	نتیجه	نوع	نتیجه

نتایج آزمایش جوش گوشه

اندازهٔ جوش _____ ظاهر جوش _____

زخم _____ آزمایش شکست نفوذ ریشه _____

شرح مکان، نوع و اندازهٔ هرگونه ترک ایجاد شده در نمونهٔ آزمایشی

شمارهٔ آزمایش _____ بازرسی به‌وسیلهٔ _____

تاریخ _____ مؤسسه _____

نتایج آزمایش پرتونگاری

شمارهٔ فیلم	نتیجه	علامت	شمارهٔ فیلم	نتیجه	علامت

شمارهٔ آزمایش _____ بازرسی به‌وسیلهٔ _____

تاریخ _____ مؤسسه _____

ما امضاءکنندگان، صحت نتایج مندرج در این برگه و تطبیق آماده‌سازی، جوشکاری و آزمایش قطعات نمونه را مطابق دستورالعمل آیین‌نامه، تأیید می‌نماییم.

سازنده یا پیمانکار .....

معرفی به‌وسیلهٔ .....

تاریخ .....

گزارش آزمایش ارزیابی جوشکاران، اپراتورهای جوشکاری و خال‌جوشکاران

نوع جوشکار .....

نام: ..... شماره شناسنامه: .....

شماره دستورالعمل جوشکاری ..... اصلاح ..... تاریخ .....

متغیرها	محدودهٔ ارزیابی	ثبت مقادیر واقعی مورد استفاده در ارزیابی
نوع / روش		
الکترود (تک یا چندگانه)		
جریان / قطبیت		
موقعیت		
موقعیت جوشکاری		
پشت بند (بله، خیر)		
نوع مصالح		
مصالح پایه		
ضخامت (ورق) شیاری		
ضخامت (ورق) گوشه		
ضخامت (لوله) شیاری		
ضخامت (لوله) گوشه		
قطر (لوله) شیاری		
قطر (لوله) گوشه		
مصالح پُرکننده		
شمارهٔ مشخصه		
رده		
نوع گدازآور / گاز		
سایر موارد		