



Namatek
True Education

Welding Flash Pty. Ltd.
Welding Procedure Specification
PQR No.: PQR 028
Material Grade: 3678 Gr 250/ 300/ 350
Thickness: 10mm
Material Group No. 1 to 4
Material Heat No. 7976339

21 October 2008

Welding Flash Pty. Ltd.
Welding Procedure Specification
PQR No.: PQR 028
Material Grade: 3678 Gr 250/ 300/ 350
Thickness: 10mm
Material Group No. 1 to 4
Material Heat No. 7976339

Company Standard Procedure
AS/NZS 1554.1
Welding Process: GMAW
Position: 2G
Joint Type: Single Bevel Single Sided Butt



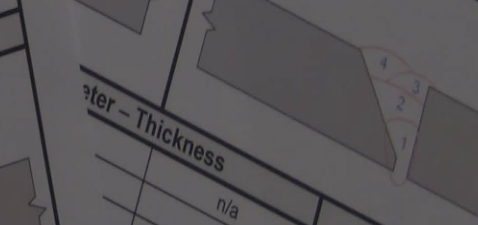
Joint Tolerances
Bevel Angle: 45-55°
Root Gap: 2-3mm
Root Face: 1-2.5mm



Thermal treatment
>10°C see note
<250 °C

Welding Flash Pty. Ltd.
Welding Procedure Qualification Record
Page 1 of 1
AS/NZS 1554.1
GMAW
2G

Material Grade: 3678 Gr 350
Thickness: 10mm
Material Group No. 4
Material Heat No. 7976339



Thermal treatment
Preheat °C: >10°C
Inter-pass °C: <250 °C
P.W.H.T.: N/A

Welding Parameters
Technique: Electrode Stickout: Push
Transfer: 10mm
Gas / Flow Rate: Short Arc / Globular
Cleaning: N/A
Batch: Brush/Grind

Travel Speed mm/min: 290
Interpass Temp °C: 16°C
Heat Input KJ/mm: 64

Welding instructions

www.namatek.com

دستور العمل جوشکاری

فهرست مطالب

1. دستورالعمل جوشکاری (WPS) چیست؟
2. نمونه فرم خام دستورالعمل جوشکاری
3. نحوه تهیه دستورالعمل جوشکاری
4. پارامترها و متغیرهای دستورالعمل جوشکاری
5. تعریف انواع متغیر های دستورالعمل جوشکاری

دستورالعمل جوشکاری یکی از مهم ترین مراحل قبل از شروع عملیات جوشکاری می باشد. حتما شما هم قبول دارید که انحراف از دستورالعمل جوشکاری می تواند باعث نقص در جوش نهایی شود. برای آشنایی با روش های تدوین دستورالعمل جوشکاری در این مقاله همراه ما باشید.

#1 دستورالعمل جوشکاری (WPS) چیست؟

دستورالعمل جوشکاری یا welding procedure specification به نوعی شرایط لازم برای شروع جوشکاری را مشخص می کند.

در استاندارد های متفاوت ممکن است تعاریف مختلفی داشته باشد ولی در نهایت همه آن ها جزئیات فرآیند جوشکاری قطعه مورد نظر را مشخص می کنند.

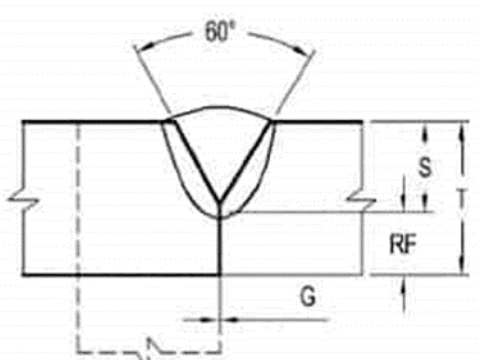
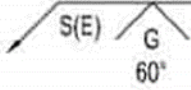
برای مثال در استاندارد ASME، دستورالعمل جوشکاری مدرکی است که حداقل الزامات کد را برای راهنمایی انجام جوشکاری بیان می کند. در حقیقت یک دستورالعمل جوشکاری، از قبل مقادیر و محدوده تغییرات پارامترهای موثر در جوشکاری را مشخص کرده و مشخصات مواد و متریال مورد جوش را نیز دارد.

#2 نمونه فرم خام دستورالعمل جوشکاری

فرم های مختلفی برای نوشتن یک WPS وجود دارد که بر اساس استانداردهای مختلف رایج دنیا نوشته می شوند.

این استاندارد ها و فرم ها موارد مشترک زیادی دارند و هر کدام با تغییرات جزئی نسبت به سایر فرم ها تدوین و سپس تکمیل می شوند. ممکن است در برخی استانداردها سختگیری های بیشتری وجود داشته باشد و در برخی مانند استاندارد (ASME SEC IX) قسمت 9 استاندارد ASME کمتر باشد. به همین دلیل استاندارد ASME رایج ترین استاندارد بین المللی می باشد که در ایران هم برای تکمیل فرم خام WPS استفاده می شود. اما باید توجه داشت که علاوه بر WPS، فرم WQT یا WPQ که مربوط به تست جوشکار (اپراتور جوشکاری) می باشد نیز قبل از تأیید شروع عملیات جوشکاری باید تکمیل شود.

استاندارد ASME در این آزمون (WQT) سختگیری های لازم را انجام می دهد. در شکل های زیر چند نمونه از فرم خام دستورالعمل جوشکاری بر اساس استاندارد های رایج را مشاهده می کنید.

Welding Procedure Specification (WPS)				Sheet 1 of 2																	
Code: AWS D1.1																					
Company Name:			Identification #:																		
Address:			GMAW-DEMO																		
			Is WPS Prequalified?																		
			Yes																		
Welding Process:	Process Type:	Position:	Supporting PQR No.(s):																		
GMAW	Semi-Automatic	Flat	Prequalified																		
Base Metal Part I (Material Spec., type or grade):		Base Metal Part II (Material Spec., type or grade):																			
Group I and II of Table 3.1-AWS D1.1		Group I and II of Table 3.1-AWS D1.1																			
Thickness*/Pipe Diameter:		Filler Metals:																			
Groove or Fillet Range:		AWS Classification*/AWS Specification:																			
$T \geq 6 \text{ mm } (1/4 \text{ in.})$		E70C-6M H4																			
* If Prequalified, qualified range as shown in Sketch		A5.18																			
		* Electrode-Flux Class. (SAW)																			
Joint Details/Sketch:																					
		 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <caption>Table 3.4 of AWS D1.1</caption> <thead> <tr> <th>T</th> <th>S</th> <th>E min</th> </tr> <tr> <th>in</th> <th>in</th> <th>in</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$T = \frac{1}{4}$</td> <td rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;">As specified in the drawing</td> <td>$\frac{1}{8}$</td> </tr> <tr> <td>$T \leq \frac{1}{2}$</td> <td>$\frac{3}{16}$</td> </tr> <tr> <td>$T \leq \frac{3}{4}$</td> <td>$\frac{1}{4}$</td> </tr> <tr> <td>$T \leq 1 - \frac{1}{2}$</td> <td>$\frac{5}{16}$</td> </tr> <tr> <td>$T \leq 2 - \frac{1}{4}$</td> <td>$\frac{3}{8}$</td> </tr> </tbody> </table> $RF \geq 3 \text{ mm } (\frac{1}{8} \text{ in})$ $G = 0$ $E = S$ $T \geq 6 \text{ mm } (\frac{1}{4} \text{ in})$			T	S	E min	in	in	in	$T = \frac{1}{4}$	As specified in the drawing	$\frac{1}{8}$	$T \leq \frac{1}{2}$	$\frac{3}{16}$	$T \leq \frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$	$T \leq 1 - \frac{1}{2}$	$\frac{5}{16}$	$T \leq 2 - \frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$
T	S	E min																			
in	in	in																			
$T = \frac{1}{4}$	As specified in the drawing	$\frac{1}{8}$																			
$T \leq \frac{1}{2}$		$\frac{3}{16}$																			
$T \leq \frac{3}{4}$		$\frac{1}{4}$																			
$T \leq 1 - \frac{1}{2}$		$\frac{5}{16}$																			
$T \leq 2 - \frac{1}{4}$		$\frac{3}{8}$																			
Joint Design Used (Design information for Prequalified WPS as shown in Sketch):																					
Root Opening G: mm (in) 0		Root Face RF: $\geq 3 \text{ mm } (1/8 \text{ in.})$		Groove Angle: 60																	
Radius (J-U): n/a																					
Weld Type:		Joint Type:																			
Partial Joint Penetration Groove Weld		Butt Joint Corner Joint																			
Backing Option:	Backing Material:	Back Gouging Method:																			
Welded without backing	n/a	n/a																			

نمونه فرم استاندارد AWS D1.1

FORM QW-482 SUGGESTED FORMAT FOR WELDING PROCEDURE SPECIFICATIONS (WPS)
(See QW-200.1, Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code)

Organization Name _____ By _____

Welding Procedure Specification No. _____ Date _____ Supporting PQR No.(s) _____

Revision No. _____ Date _____

Welding Process(es) _____ Type(s) _____

(Automatic, Manual, Machine, or Semi Automatic)

JOINTS (QW-402)

Details

Joint Design _____

Root Spacing _____

Backing: Yes _____ No _____

Backing Material (Type) _____

(Refer to both backing and restraint)

☐ Metal ☐ Nonfusing Metal

☐ Nonmetallic ☐ Other

Sketches, Production Drawings, Weld Symbols, or Written Description should show the general arrangement of the parts to be welded. Where applicable, the details of weld groove may be specified.

Sketches may be attached to illustrate joint design, weld layers, and bead sequence (e.g., for notch toughness procedures, for multiple process procedures, etc.)

***BASE METALS (QW-403)**

P-No. _____ Group No. _____ to P-No. _____ Group No. _____

OR

Specification and type/grade or UNS Number _____

to Specification and type/grade or UNS Number _____

OR

Chem. Analysis and Mech. Prop. _____

to Chem. Analysis and Mech. Prop. _____

Thickness Range: _____

Base Metal: _____ Groove _____ Fillet _____

Maximum Pass Thickness $\leq \frac{1}{2}$ in. (13 mm) (Yes) _____ (No) _____

Other _____

نمونه فرم خام بخش 9 استاندارد ASME



Preliminary WELDING PROCEDURE SPECIFICATION

(ISO 15609-1; BS EN ISO 15614-1 - 2017 Edition, Level 2)

DESCRIPTION									
1. WPS No.:					7. Method of preparation and cleaning:				
2. WPQR No.:					8. Parent material designation:				
3. Manufacturer:					9. Material thickness (mm):				
4. Mode of metal transfer:					10. Outside diameter (mm):				
5. Joint type and weld type:					11. Welding position:				
6. Weld preparation details:					12. Other:				
JOINT DESIGN					WELDING SEQUENCES				
Root gap:									
Root face:									
Groove preparation:									
Angle bevel:									
WELDING DETAILS									
Run	Welding process	Filler metal		Current & polarity	Amperage range	Voltage range	Travel speed [mm/minute]	Heat input [kJ/mm]	Other
		Class.	Dia. [mm]						
Root									k=?
Hot									
Fill									
Cap									
13. Filler metal designation and make:					23. Heating and cooling rate:				
14. Any special baking and drying:					24. Weaving:				
15. Designation gas / flux:					25. Oscillation				
- Shielding:					- Amplitude:				
- Backing:					- Frequency:				
16. Gas flow rate:					- Method:				
- Shielding:					26. Pulse welding details:				
- Backing:					27. Distance contact tube/work pipe:				
17. Tungsten electrode type/size:					28. Plasma welding details:				
18. Detail of back gouging/backing:					29. Touch angle:				
19. Preheat temperature:					30. Other information:				
20. Inter-pass temperature:					-				
21. Pre-heat maintenance temperature:					-				
22. PWHT and/or ageing:					-				
- Time:					-				
- Temperature:									
- Method:									
WELDING ENGINEER		QA/QC MANAGER			THIRD PARTY		CLIENT		

Reference: API Standard 1104, 5.2

PROCEDURE SPECIFICATION NO. _____

For _____ Welding of _____ Pipe and fittings

Process _____

Material _____

Pipe outside diameter and wall thickness _____

Joint design _____

Filler metal and no. of beads _____

Electrical or flame characteristics _____

Position _____

Direction of welding _____

No. of welders _____

Time lapse between passes _____

Type and removal of lineup clamp _____

Cleaning and/or grinding _____

Preheat/stress relief _____

Shielding gas and flow rate _____

Shielding flux _____

Speed of travel _____ Plasma gas flow rate _____

Plasma gas composition _____

Plasma gas orifice size _____

Sketches and tabulations attached _____

Tested _____

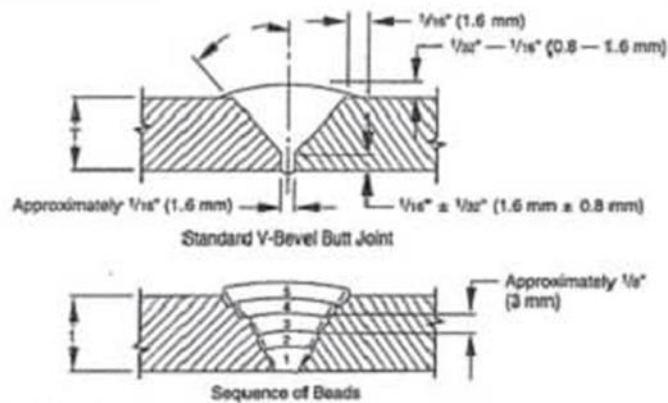
Approved _____

Adopted _____

Welder _____

Welding supervisor _____

Chief engineer _____



Note: Dimensions are for example only.

ELECTRODE SIZE AND NUMBER OF BEADS

Bead Number	Electrode Size and Type	Voltage	Amperage and Polarity	Speed

Figure 1—Sample Procedure Specification Form

نمونه فرم استاندارد API 1104

#3 نحوه تهیه دستورالعمل جوشکاری

همانطور که در شکل های بالا مشاهده کردید اکثر فرم های WPS که بر اساس استاندارد های مختلف تدوین می شوند شامل پارامترهایی هستند که تک تک این موارد باید با دقت تکمیل شوند.

این موارد بر اساس بازه و محدوده ای که طراح و مهندس جوش تشخیص می دهد تکمیل می شوند. اما نکته ای که اهمیت دارد این است که شاخص همه این مقادیر نسخه PQR ضمیمه شده به دستورالعمل جوشکاری می باشد. چون مقادیر درج شده در PQR بر اساس تائید آزمایشگاه به دست آمده اند.

#4 پارامترها و متغیرهای دستورالعمل جوشکاری

با وجود اینکه اکثر فرم هایی که در بالا مشاهده کردید اشتراکات زیادی دارند ولی در ادامه متغیرهای دستورالعمل جوشکاری را بر اساس بخش 9 استاندارد ASME معرفی می کنیم.

#4-1 نام شرکت (Company Name)

در این قسمت نام شرکتی که فرم WPS را کامل می کند نوشته می شود. چون در چند جای دیگر نیز شاید نیاز به ثبت نام شرکت باشد، ترجیحا بهتر است که مخفف نام شرکت نوشته شود.

#2-4 نام تهیه کننده (By)

به دلیل اهمیت مدرک دستورالعمل جوشکاری و اینکه در مراحل بعدی ممکن است بازنگری و تأیید شود نام تهیه کننده نیز درج می شود.

#3-4 شماره WPS

روش خاصی برای شماره گذاری دستورالعمل جوشکاری قید نشده است. ولی به دلیل اینکه ممکن است در یک پروژه چند WPS نوشته شود، مهم این است که هر WPS یک شماره منحصر به فرد داشته باشد.

#4-4 تاریخ تنظیم دستورالعمل جوشکاری

تاریخ دقیق تنظیم فرم دستورالعمل جوشکاری باید ثبت شود.

#4-5 شماره بازبینی (Revision)

معمولا پس از نوشتن و تنظیم WPS ممکن است به علت نظرات مشاور پروژه و یا دلایل دیگر تغییراتی در WPS ایجاد شود که نیاز به بازنگری مجدد داشته باشد. پس از هر بار باز بینی شماره بازبینی افزایش میابد.

#4-6 تاریخ بازبینی (Revision Date)

در صورت بازبینی مجدد دستورالعمل جوشکاری تاریخ آن باید ثبت گردد.

#4-7 شماره های PQR

چون ممکن است که برای یک WPS چند بار تست انجام شود و در نتیجه چند فرم PQR ضمیمه شود باید همه آن ها شماره منحصر به فرد خود را داشته باشند.

#4-8 فرآیند های مورد استفاده برای جوشکاری (Welding Processes)

مرحله اول: بررسی ویژگی هایی که اتصال نیاز دارد در این مرحله باید موقعیت و جهت جوشکاری، اندازه اتصال جوش و ضخامت فلز پایه (Base Metal) بررسی شوند.

مرحله دوم: مطابقت نیازمندی های اتصال با فرآیندهای جوشکاری معمولاً اکثر سازنده های اینورتر های جوشکاری درون کاتالوگ دستگاه خود، اطلاعات توانایی های دستگاه جوش را ارائه می دهند.

در این مرحله با توجه به تناسب ویژگی های دستگاه و فرآیندهای جوش مورد نظر، باید یک یا چند فرآیند بر اساس نیازمندی های اتصال جوش انتخاب شوند.

مرحله سوم: تهیه فهرست مطابقت توانایی فرآیندهای انتخاب شده با شرایط کاری خاص

گاهی اوقات بر حسب ایجاد شرایطی خاص در محیط کارگاه، برخی فرآیندها باید حذف شوند.

باید لیستی از پارامتر های خاصی که موجب این اتفاق می شوند تهیه کرد و همه آن ها را بررسی نمود.

مرحله چهارم: بازنگری فرآیند با کاتالوگ اینورتر برای تأیید قابلیت آن

در این مرحله باید با همکاری نماینده سازنده دستگاه جوش یا اینورتر ویژگی های مورد نیاز بازنگری شده و فهرستی از آن ها تهیه شود تا از توانایی دستگاه اطمینان حاصل شود. برخی از فرآیند های جوشکاری را در زیر نام میبریم.

SMAW: جوش کاری قوسی با الکترود روکشدار

GMAW: جوشکاری قوسی با گاز محافظ

GTAW: جوشکاری با الکترود تنگستن و گاز خنثی

SAW: جوشکاری قوس زیر پودری

#4-9 نحوه فرآیند عملیات جوشکاری (Type)

یک فرآیند جوشکاری به 4 روش اصلی زیر می تواند انجام شود:

1. ماشینی

2. اتوماتیک

3. نیمه اتوماتیک (Semi Automatic)

4. دستی (Manual)

#4-10 طرح اتصال جوش (Joint Design) در

تدوین دستورالعمل جوشکاری

منظور از طرح اتصال نحوه قرار گرفتن قطعات برای جوش کاری می باشد. نام های 5 مدل اصلی طرح اتصال را ملاحظه میکنید.

1. اتصال روی هم (Lap Joint)
2. اتصال سپری (T Joint)
3. اتصال سر به سر (But Joint)
4. اتصال لبه ای (Edge Joint)
5. اتصال گوشه ای (Corner Joint)

دارا بودن یا نبودن Backing

بنا به شرایط طراحی و به دلایل مختلفی مانند عدم ریزش مذاب جوش، جلوگیری از اکسید شدن جوش و ... از مواد مختلفی مانند تسمه فلزی یا محافظ جریان گاز به عنوان پشت بند جوش (Backing) استفاده می کنند.

در صورت تأیید استفاده از پشت بند انتخاب نوع جنس آن اهمیت زیادی دارد.

#4-11 شرایط جنس فلزات پایه (base metal)

یکی از مهمترین مطالبی که در دستورالعمل جوشکاری باید ذکر شود نوع و آنالیز شیمیایی فلز مورد جوشکاری می باشد.

اهمیت انتخاب جنس فلزات پایه جوشکاری به دلیل تاثیر آن در دیگر پارامترهای دستورالعمل جوشکاری مانند عملیات حرارتی (قبل و بعد از جوشکاری)، انتخاب الکترود و تکنیک های جوشکاری می باشد.

عواملی مانند شماره گروه P (تقسیم بندی کلی فلزات پایه)، G-No. ها (ترکیب آلیاژ و خواص مکانیکی)، محدوده قطر لوله، ضخامت قطر لوله و... در انتخاب فلزات پایه جوشکاری تاثیرگذار هستند.

#4-12 فلزات پرکننده الکترود یا (Filler Metal)

برای اتصال دو فلز باید از فلز واسطه به عنوان پرکننده استفاده شود. در استاندارد های مختلف جداولی برای انتخاب فلز پر کننده تدوین شده است که در استاندارد ASME مشخصات زیر درون جداول آمده است:

- F No.
- A No.
- Class No.
- اندازه الکترود

• Spec No.

• محدوده ضخامت فلز جوش

مشخصات دیگری هم برای انتخاب الکتروود و فلز پر کننده مانند نام تجاری و کلاس فلاکس می توان در نظر گرفت.

#4-13 درج موقعیت جوشکاری (Position) در دستورالعمل جوشکاری

موقعیت های جوشکاری به 4 گروه اصلی زیر تقسیم می شوند

1. موقعیت تخت (Flat)
2. موقعیت افقی (Horizontal)
3. موقعیت عمودی (Vertical)
4. موقعیت سقفی (Overhead)

موقعیت تخت ساده ترین موقعیت جوشکاری می باشد.

در موقعیت عمودی جهت پیشروی اهمیت پیدا می کند که ممکن است از بالا به پایین و یا بر عکس تعیین شود و درون دستورالعمل جوشکاری درج شود.

#4-14 عملیات حرارتی

عملیات حرارتی هم می تواند قبل (Pre Heat) از عملیات جوشکاری انجام شود و هم پس (Post Weld Heat Treatment) از جوش و در صورت لزوم هر دو انجام شود.

عملیات حرارتی قبل از جوشکاری جهت کاهش سرعت سرد شدن جوش می باشد. عملیات حرارتی پس از جوشکاری جهت رفع تنش های پسماند (تغییرات متالورژیکی) می باشد.

#4-15 گاز محافظ

حفاظت از حوضچه مذاب در مقابل آلودگی های اتمسفر یکی از وظایف اصلی گاز محافظ می باشد.

شرایط اصلی گاز که نوع آن و نرخ جریان گاز می باشند بر اساس جدول های استاندارد تعیین می شوند.

#4-16 مشخصات الکتریکی (Electrical Characteristics)

تغییرات جریان الکتریکی باعث تغییر در حرارت ورودی جوش می شود که در نهایت روی کیفیت جوش اثر می گذارد. اصلی ترین مشخصات الکتریکی که باید در دستورالعمل جوشکاری قید شود 4 مورد زیر است:

1. نوع جریان (DC/AC)

2. قطبیت

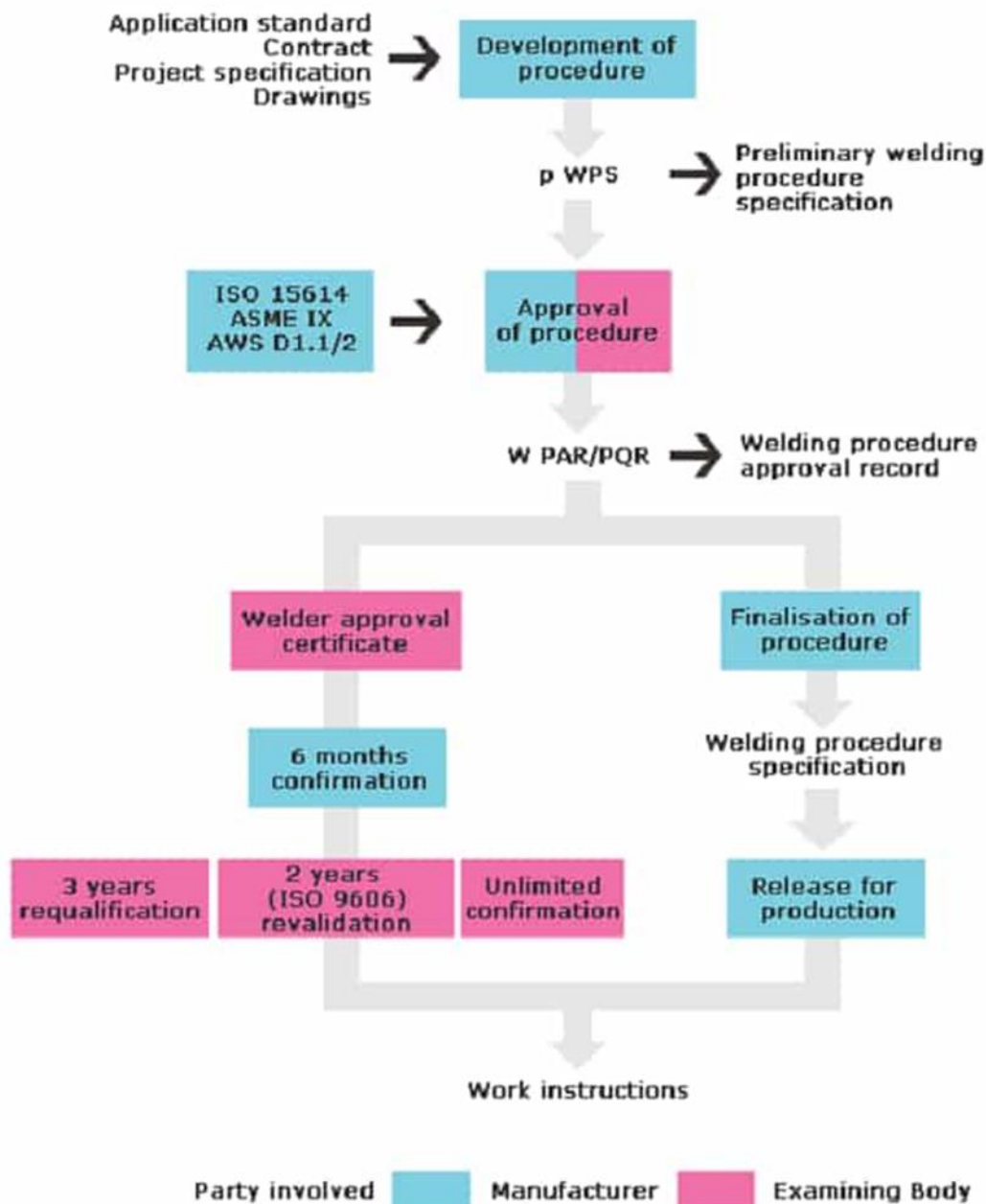
3. ولتاژ

4. شدت جریان

#4-17 نگارش نکات تکنیکی در دستورالعمل جوشکاری

یکی از مهمترین نکات تکنیکی نحوه حرکت الکترود و چند پاسه انجام دادن جوشکاری می باشد. همچنین تمیزکاری مقاطع و سرباره قبل و بعد از جوشکاری نیز میتواند کیفیت جوش را بالاتر ببرد.

Stages in welding procedure and welder approval



#5 تعریف انواع متغیر های دستورالعمل جوشکاری

متغیر های WPS به سه گروه اصلی تقسیم می شوند و هر کدام از این دسته بندی ها وابستگی زیادی به تست ضربه و ضمیمه PQR دارند.

#5-1 متغیر های ضروری (اساسی)

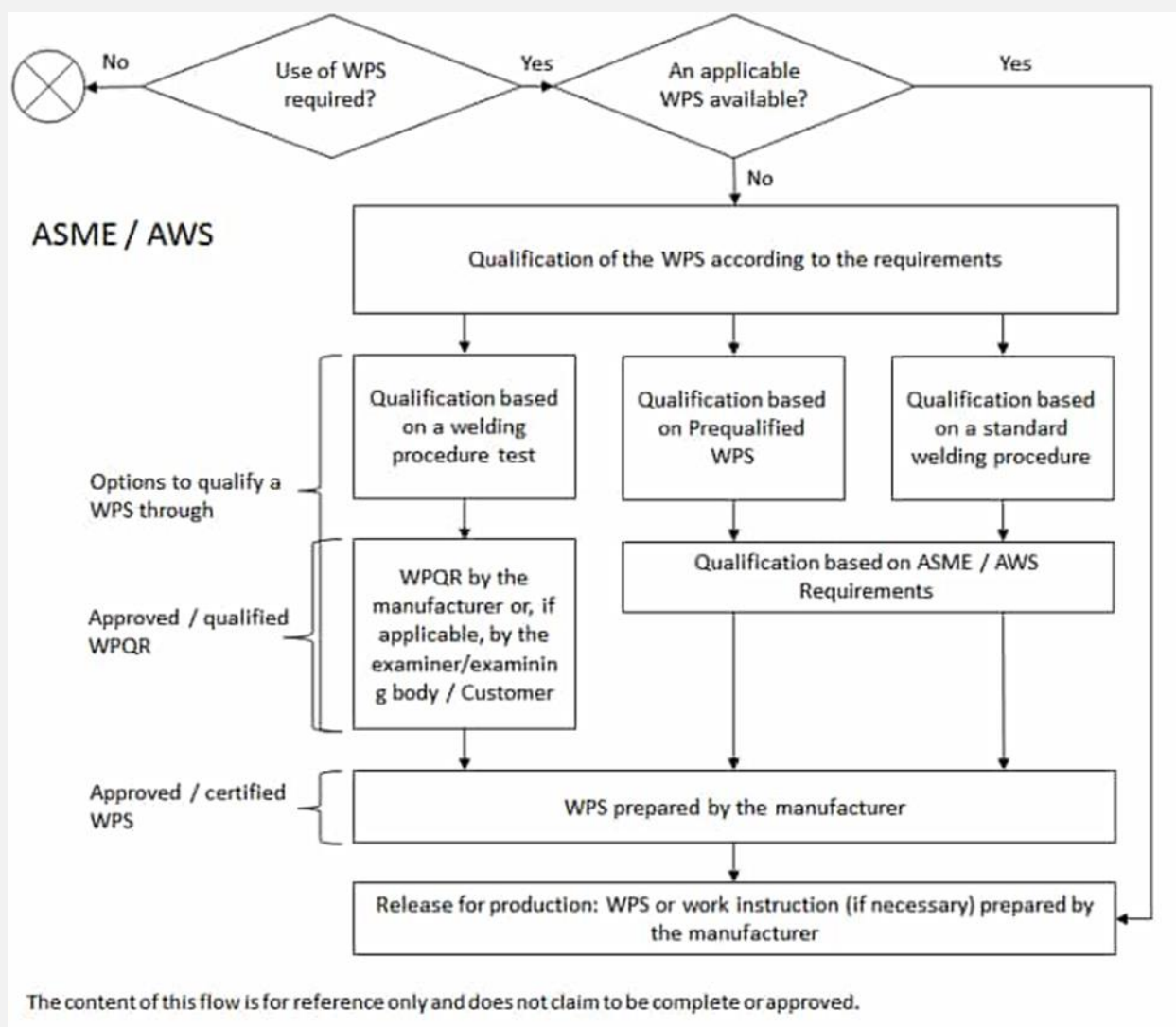
در صورت تغییر این متغیر ها باید یک دستورالعمل جوشکاری جدید نوشته شود مانند متریا، فرآیند جوشکاری، عملیات حرارتی و...

#5-2 متغیر های ضروری تکمیلی

در صورتی که الزامات تست ضربه و ضمیمه PQR فراهم شود این متغیر ها حالت اساسی پیدا کرده و همان شرایط متغیر های اساسی را خواهند داشت.

#5-3 متغیر های غیر ضروری (اساسی)

هرگونه تغییر نیازمند تغییر در دستورالعمل جوشکاری نمی باشد.



در این مقاله با فرم خام دستورالعمل جوشکاری در استاندارد های مختلف آشنا شدیم. همچنین انواع متغیر ها و پارامترهای دستورالعمل جوشکاری را شناختیم.