



POLYOLEFIN PIPES
INTERNATIONAL
CONFERENCE

روش جوشکاری لب به لب تک فشاری با فشار بالا و افزایش بهره وری فرانک دبیرشاه اویسی _ شرکت صنایع پلاستیک جهاد زمزم



IRANIAN ASSOCIATION
OF PE PIPE & FITTING
PRODUCERS



• فهرست

- استانداردهای جوش لب به لب اروپایی ISO 21307 و آمریکایی ASTM
- مقایسه اجمالی جوش روش تک فشاری با فشار پایین و روش تک فشاری با فشار بالا
- پیش بینی زمان خنک کاری
- استحکام اتصال و انرژی شکست
- تأثیر خنک کاری بهینه شده به روش McElroy بر روی بهره وری
- انطباق با سایر روشهای جوشکاری



INTERNATIONAL STANDARD

**ISO
21307**

Second edition
2011-05-15

Plastics pipes and fittings — Butt fusion jointing procedures for polyethylene (PE) pipes and fittings used in the construction of gas and water distribution systems

*Tubes et raccords en matières plastiques — Modes opératoires
d'assemblage par soudage bout à bout de tubes et raccords en
polyéthylène (PE) utilisés pour la construction de systèmes de
distribution de gaz et d'eau*



This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.



Designation: F2620 – 19

An American National Standard

Standard Practice for Heat Fusion Joining of Polyethylene Pipe and Fittings¹

This standard is issued under the fixed designation F2620; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.



- **ISO 21307:2011**

SLP

Single Low Pressure

DLP

Dual Low Pressure

SHP

Single High Pressure



مقایسه جوش تک فشاری با فشار بالا و پایین در ISO 21307

Ø 250 SSDR11	فشار پایین		فشار بالا	
	فشار جوش MPa	0.17±0.02 47bar	0.52±0.1 143bar	
زمان خنک کاری تحت فشار دستگاه (Min)	en + 3	26 min	0.43 en	10 min
زمان خنک کاری خارج از دستگاه (Min) جوش	en + 3	26 min	میتواند توصیه شود ولی اغلب لازم نیست	

فشار سه برابر

۱۶ دقیقه کمتر

۶۰٪ زمان کمتر در فشار بالا



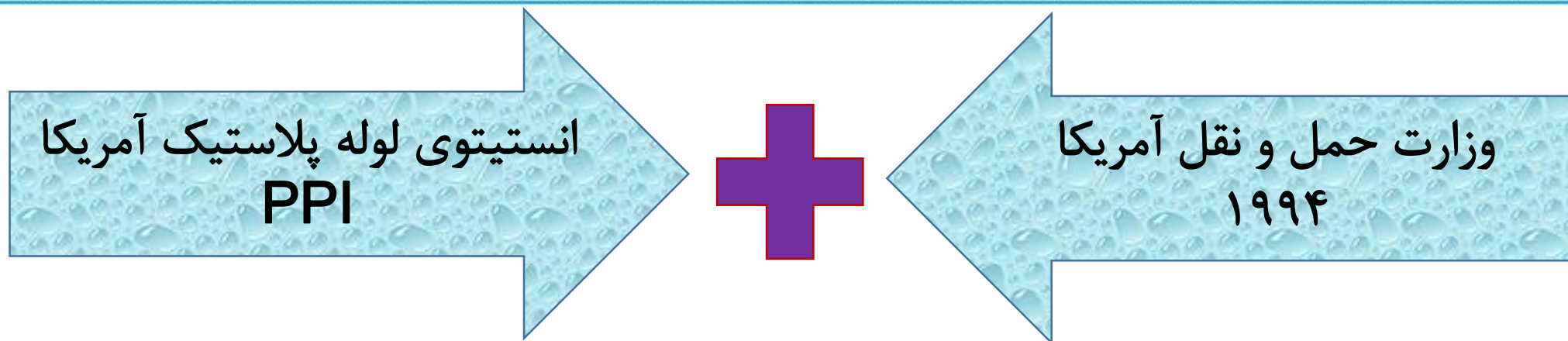
مقایسه جوش تک فشاری با فشار بالا و پایین در ISO 21307

Ø 630 SSDR 17	فشار پایین		فشار بالا	
	فشار جوش MPa	21bar	0.52±0.1	63bar
زمان خنک کاری تحت فشار دستگاه (Min)	en + 3	40 min	0.43 en	16 min
زمان خنک کاری خارج از دستگاه (Min) جوش	en + 3	40 min	میتواند توصیه شود ولی اغلب لازم نیست	-

فشار سه برابر

۲۴ دقیقه کمتر

۶۰٪ زمان کمتر در فشار بالا



گزارش فنی PPI شماره ۳۳ در سال ۱۹۹۹
(TR-33)

PPI : (2006) → ASTM F2620



• بازه زمانی خنک کاری تحت فشار جوش:

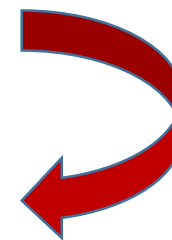
ASTM F 2620 : 2006

P: (60-90) PSI (TR33)

Cooling Time : (30 – 90) S/inch of Pipe Diameter

ASTM F2620: 2011 → 2013 → 2019

Cooling Time : 11 min/inch of Wallthickness





برای پیش بینی زمان خنک کاری:

- ❖ تعیین دمای مرکز و درون دیواره هر اتصال
- ❖ شناسایی فاکتورها و متغیرهای مستقل
- ❖ میزان تأثیر خنک کاری به روشهای تسریع شده



لوله های مورد آزمون :

❖ PE Pipe (HDPE :PE 4710)

❖ Ø18 " ~450mm SDR 7 en :2.5 " ~ 63mm

❖ Ø18 " ~450mm SDR 32.5 en :0.55 " ~ 14mm



پارامترهای جوش برای لوله 450 mm SDR7 براساس ASTM F2620-13

Description	Ambient Conditions during test		Average heater temperature		Interfacial pressure - bar (psi)		Heat soak time (seconds)	Open/close time (seconds)
	°C	°F	°C	°F	bar	psi		
ASTM specifications for 18-inch DR 7			<u>204-232</u>	400-450	<u>5.2</u>	75	<u>694</u>	25
Standard fusion with 8 thermocouples	24	74	211	412	5.2	75	697	3
Standard fusion	22	71	216	421	5.2	75	700	5
High ambient fusion	49	119	213	416	5.2	75	696	8
Low ambient fusion	6	43	217	423	5.2	75	698	5
1 minute hold during cool	21	69	210	411	5.2	75	697	7
Fusion cooled by ice water	26	79	213	415	5.2	75	698	10

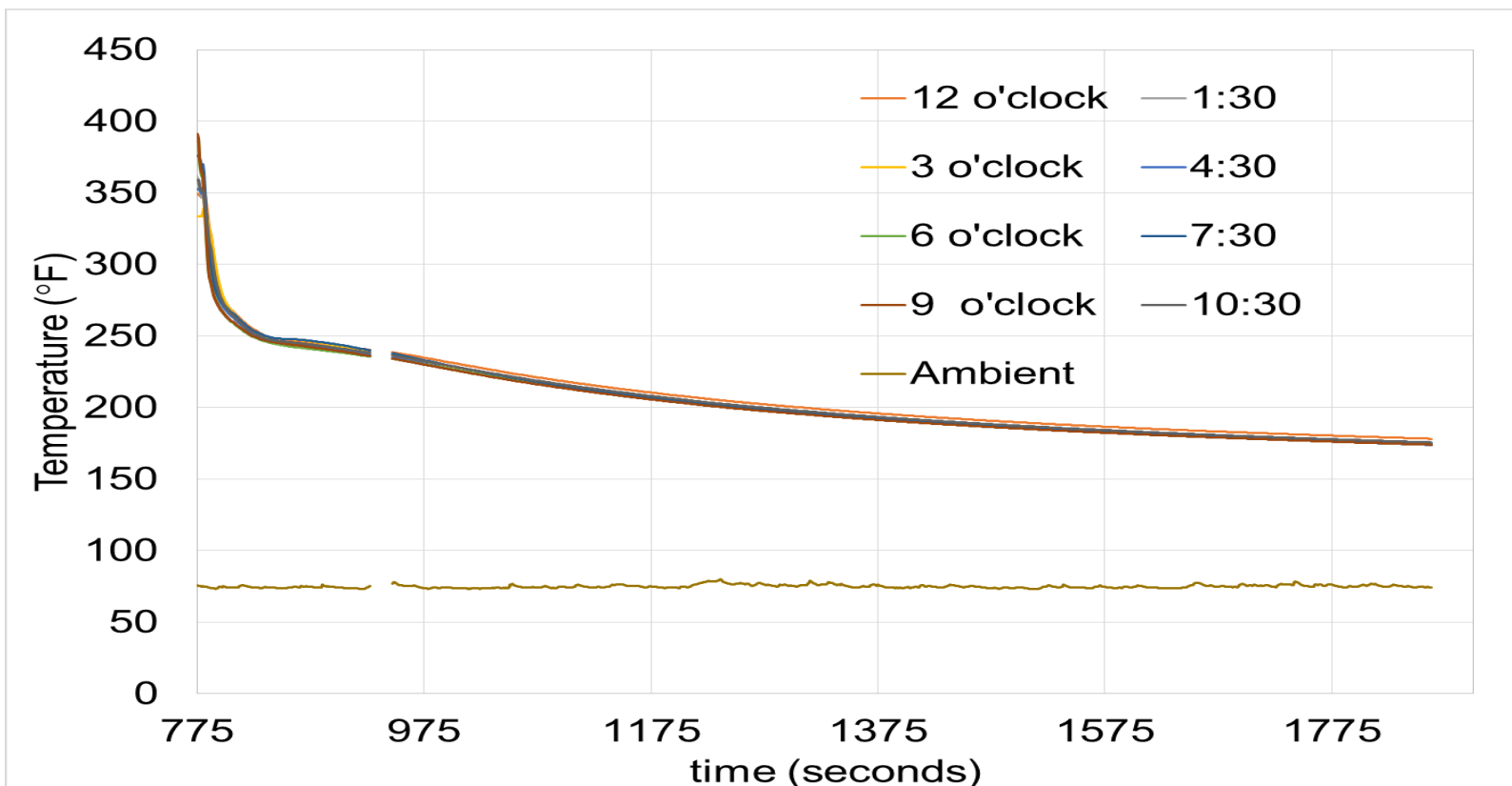


پارامترهای جوش برای لوله SDR32.5 450 mm براساس ASTM F2620-13

Description	Ambient Conditions during test		Average heater temperature		Interfacial pressure - bar (psi)		Heat soak time (seconds)	Open/close time (seconds)
	°C	°F	°C	°F	bar	psi		
ASTM specifications for 18-inch DR 32.5			<u>204-232</u>	400-450	<u>5.2</u>	75	<u>149</u>	15
Standard fusion	23	73.9	214	417	5.2	75	153	6
High ambient fusion	48	118.1	214	417	5.2	75	152	9
Low ambient fusion	6	42.3	216	420	5.2	75	152	7
1 minute hold during cool	21	70.4	217	422	5.2	75	151	7



دمای هسته داخلی (مرکزی و درونی) جوش :



تست خنک کاری با ۸ ترموکوپل دورتادور محیط لوله



شناسایی عوامل و فاکتورهای مستقل :

- دمای صفحه گرمکن (C_{te})
- زمان نفوذ گرمایی (C_{te})
- فشار سطحی ($C_{te} : 75\text{Psi}$)
- زمان باز و بسته کردن در طول فرآیند جوشکاری
- دمای محیط
- دمای لوله *
- ضخامت دیواره لوله



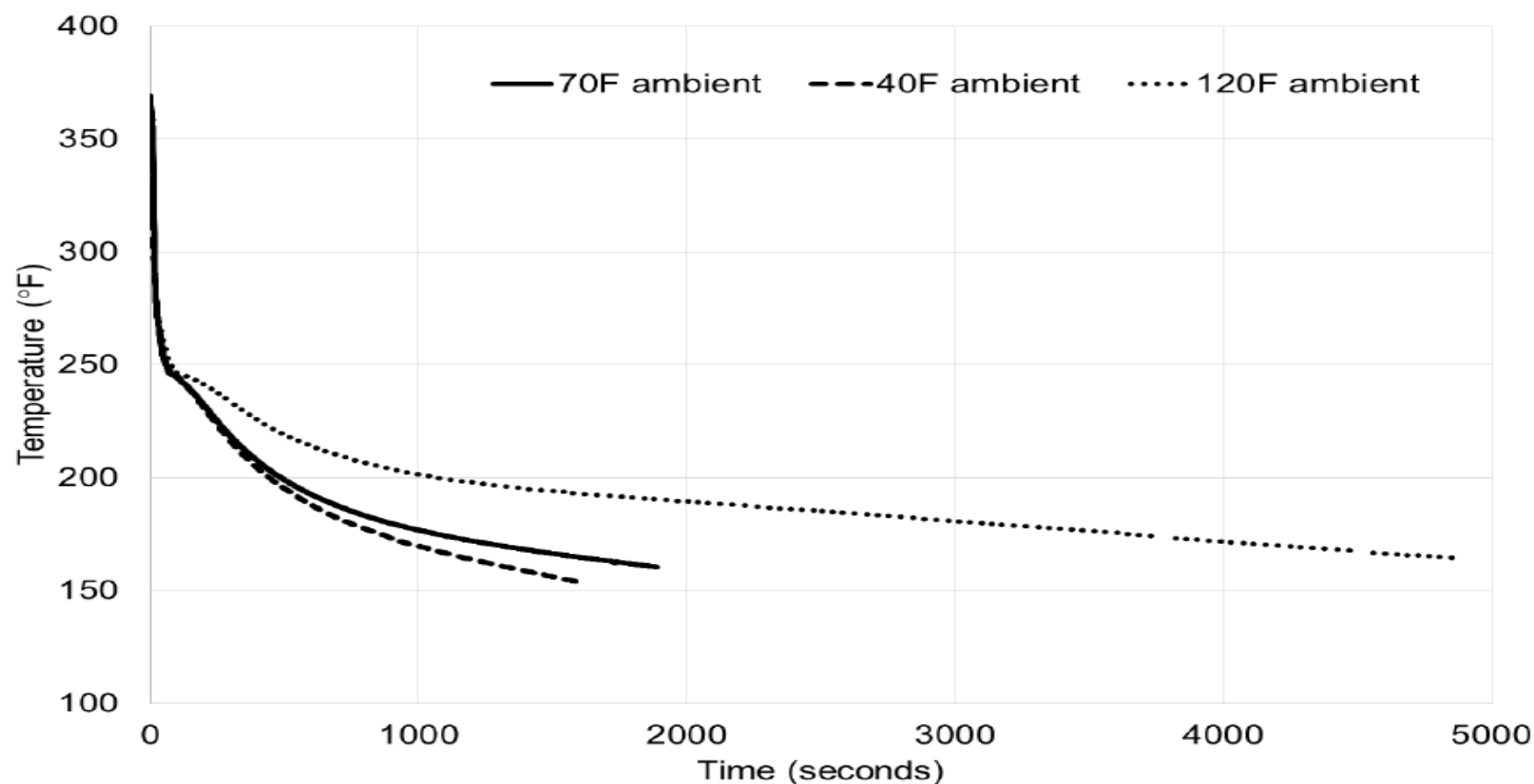
دمای محیط:

- ماتریس نمونه آزمونهای خنک کاری

Pipe size	Ambient temperature
18-inch DR 7	(4°C) 40°F
	(21°C) 70°F
	(49°C) 120°F
18-inch DR 32.5	(4°C) 40°F
	(21°C) 70°F
	(49°C) 120°F

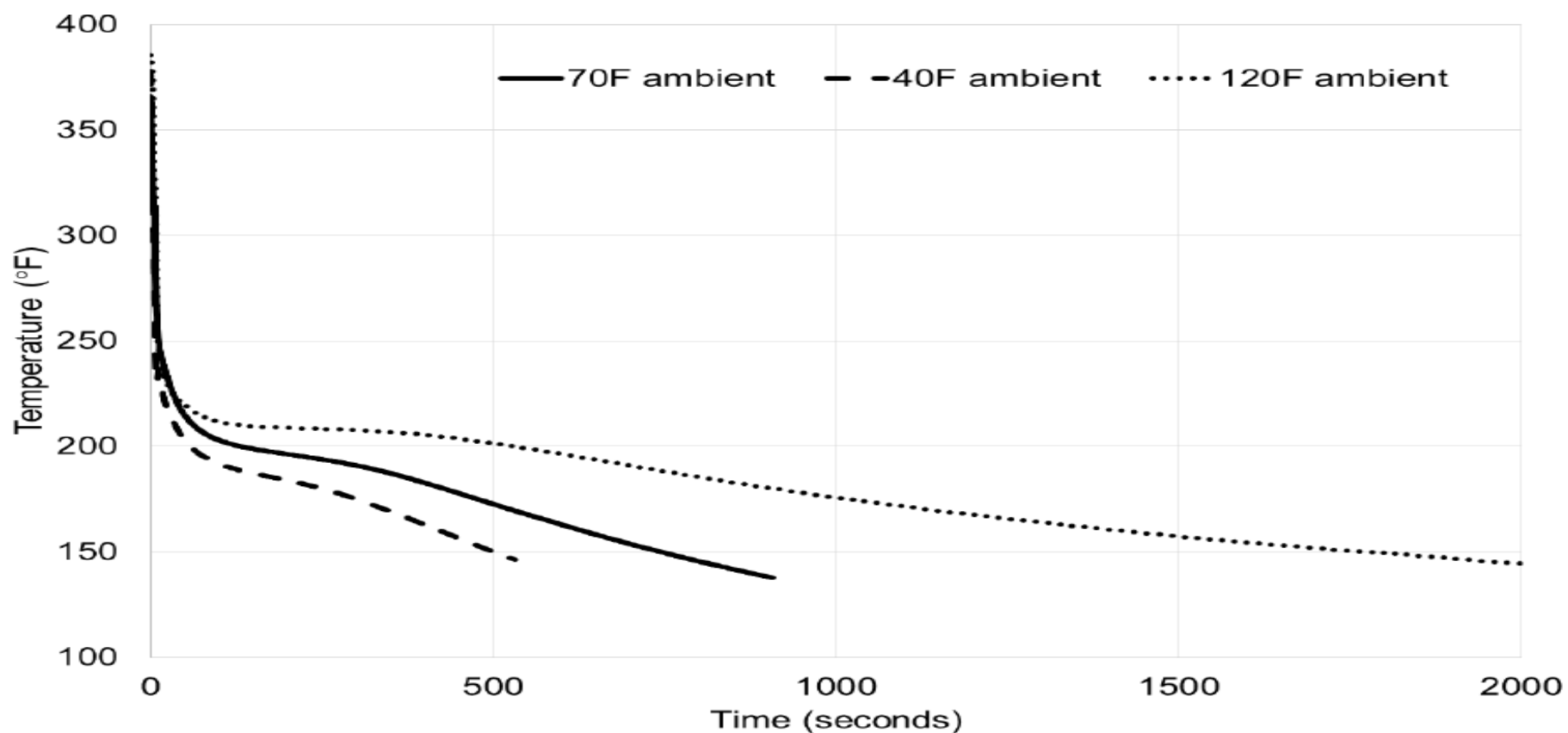


منحنی خنک کاری لوله 450 mm با SDR7 در دماهای مختلف محیطی





منحنی خنک کاری لوله ۴۵۰mm با SDR32.5 در دماهای مختلف محیطی





خنک کاری تابعی از فشار سطحی و دمای محیط:

Pipe size	Ambient temperature °C (°F)	Joint failure energy compared to the standard fusion joint failure energy	Approx. internal joint temperature at pressure release °C (°F)
18-inch DR 7	21 (70)	108%	122 (251)
18-inch DR 32.5	20 (69)	231%	89 (192)

دما و انرژی شکست براساس ASTM F2634 برای محل های اتصالی که در فشار جوش به مدت یک دقیقه از چرخه خنک کاری نگه داشته شده اند



استحکام نهایی اتصال :

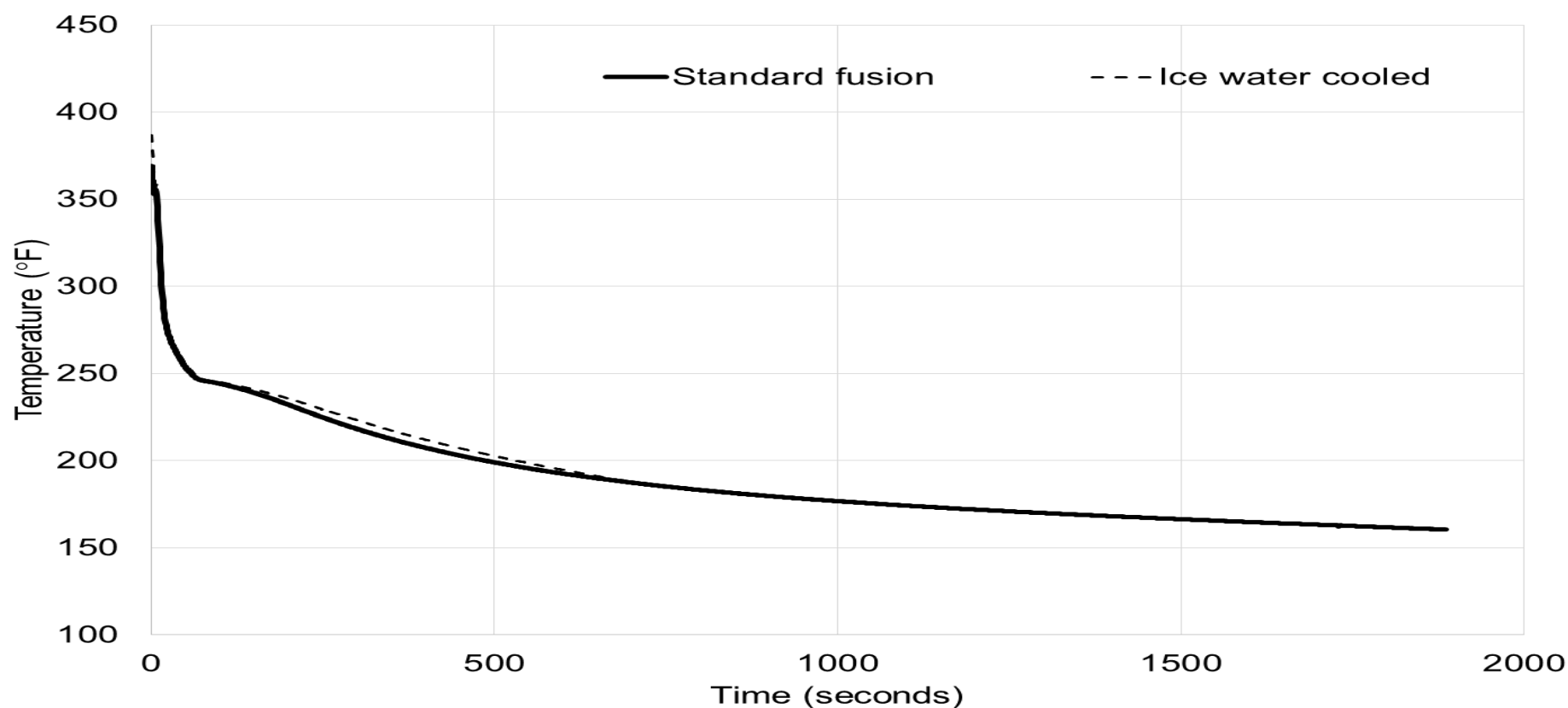
تحت تأثیر نحوه عملکرد پس از برداشتن اتصال از دستگاه جوش است .

- بکار گیری اتصال تحت شرایط نرمال.

- احتراز از برخوردها و روشهای بکار گیری خشن و نامتعارف



تست های خنک کاری جوش اغراق آمیز





تأثیر شدید خنک کاری بهینه شده به روش McElroy بر روی بهره وری

Method	Ambient T (°F)	Pipe T (°F)	Minimum Fusion/ Cooling Time (seconds)	Reduction in Fusion/Cooling Time (%)
ASTM F2620-19	Not specified	Not Specified	1885	
F2620-19with McElroy Optimized Cooling™	75	75	849	55% reduction
F2620-19 with McElroy Optimized Cooling™	120	140	976	48% reduction

مقایسه زمان خنک کاری براساس ASTM F2620-19 و سپس ASTM 2620-19 به همراه با الگوریتم خنک کاری بهینه McElroy برای دو نمونه سرد و گرم (هم دمای محیط هم دمای لوله)



اجرای خنک کاری بهینه :

خنک کاری بهینه McElroy قابل اجرا :

برای عملیات اتصالی با استفاده از DataLogger® 6 یا فناوریها و تکنولوژیهای
جدید میباشد .



انطباق با سایر روشهای جوشکاری :

خنک کاری بهینه McElroy قابل اجرا :

- **ASTM F2620**
- **ISO 21307 (Single High Force pressure Procedure)**
برای روشهای زیر بسط و توسعه نیافته :
- **ISO 21307 (Low single or Dual pressure)**
- **Others Such : DVS , GIS , WIS**



نتیجه گیری :

- با استفاده از روش اجرایی جوش ASTM F 2620 بهینه سازی زمان خنک کاری تابعی از قطر لوله ، ضخامت دیواره ، دمای محیط و دمای سطح لوله است .
- با توجه به خصوصیات عایق HDPE روشهای خنک کاری تسریع شده تاثیر چندانی بر دمای داخلی ضخامت های بالا ندارد .
- روش خنک کاری بهینه McElroy صرفه جویی قابل توجهی را در زمان جوشهای لب به لب فراهم کرده و کیفیت اتصالات را تضمین میکند.



- روش های بکار گیری نرمال و خشن و نامتعارف میتواند برای محدود کردن تنش های بکارگیری و بالا بردن راندمان تعریف شود .

- در حال حاضر جوشکاری بر اساس ASTM F2620 و ISO 21307 به روش تک فشاری با فشار بالا (مرجع استاندارد ملی ایران) میتواند با همکاری سازندگان تجهیزات جوشکاری مطابق با استانداردهای مربوطه و آموزش اپراتورهای مجرب درایران نیز قابل اجرا باشد .



Final Conclusion

**"Still waiting for that
joint to cool? "**



- **Reference :**

- Striplin, T., “Butt Fusion Cooling Times, Speeding Up the Process-Effect of Ambient Temperatures”, Plastic Pipes XV, 2010 .
- Zhang Ao-peng, MA Ting-xia, LV Ya-feng, “Study on Temperature Field Distribution of Hot Melt Welding of PE100,” International Journal of Advanced Engineering and Management Research, Vol 2 Issue 5, 2017.
- Willis, S., Troughton, M, “Effect of Forced Cooling on the Integrity of Polyethylene Butt Fusion Welds”, TWI Ltd, July 2014.
- ASTM F2620-13 – Standard Practice for Heat Fusion Joining of Polyethylene Pipe and Fittings
- ISO 21307 :2011 – Buttfusion jointing procedure for PE pipes and fittings used in the construction of gas and water distribution systems.



DataLogger® 6



















با تشکر از توجه شما

