



POLYOLEFIN PIPES
INTERNATIONAL
CONFERENCE

مستربچ های مشکی در صنعت لوله و پیشنهاد چهارچوب فنی

دکتر غلامرضا پیر چراغی، دانشیار دانشکده مهندسی و علم مواد، دانشگاه صنعتی شریف



IRANIAN ASSOCIATION
OF PE PIPE & FITTING
PRODUCERS



سرفصل مطالب



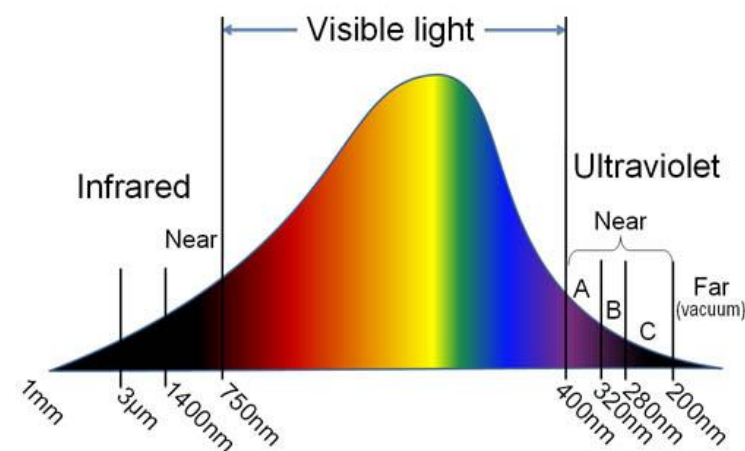
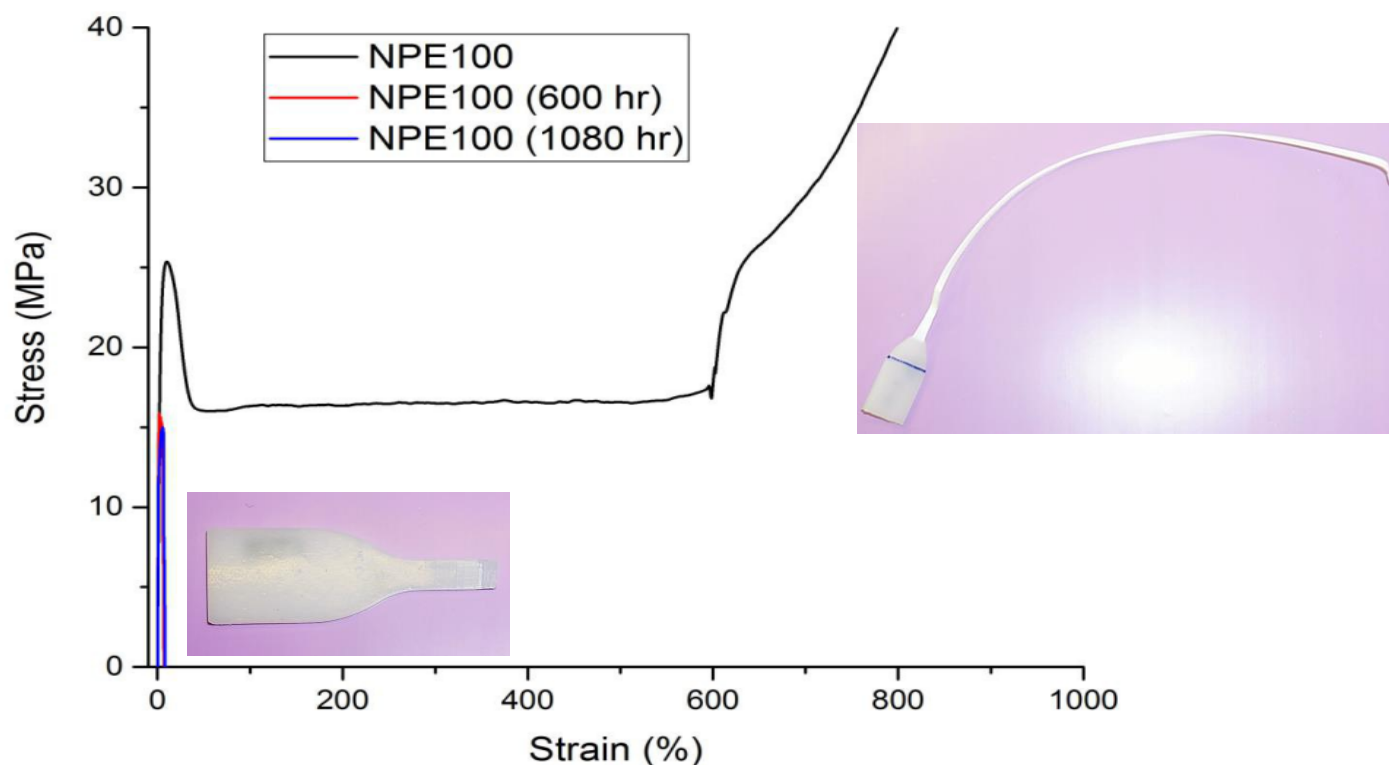
- ☐ تخریب نوری در پلیمرها
- ☐ دوده
- ☐ دوده مناسب برای لوله
- ☐ مستربچ مشکی
- ☐ اثر مستربچ بر خواص لوله
- ☐ برگه مشخصات فنی پیشنهادی برای گرید لوله
- ☐ برگه مشخصات فنی مستربچ



تخریت نوری پلیمرها



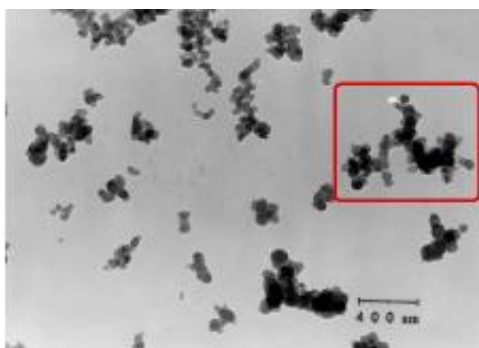
- اشعه فرابنفش (UV Radiation) دارای انرژی لازم برای شکست پیوند کووالانسی کربن-کربن در زنجیره پلیمر است.
- افت شدید خواص مکانیکی
- شکست ترد و از دست دادن ازدیاد طول



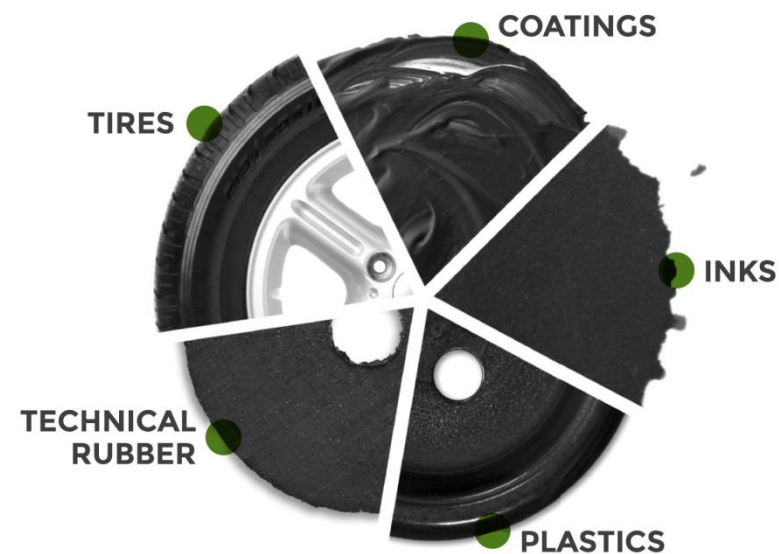
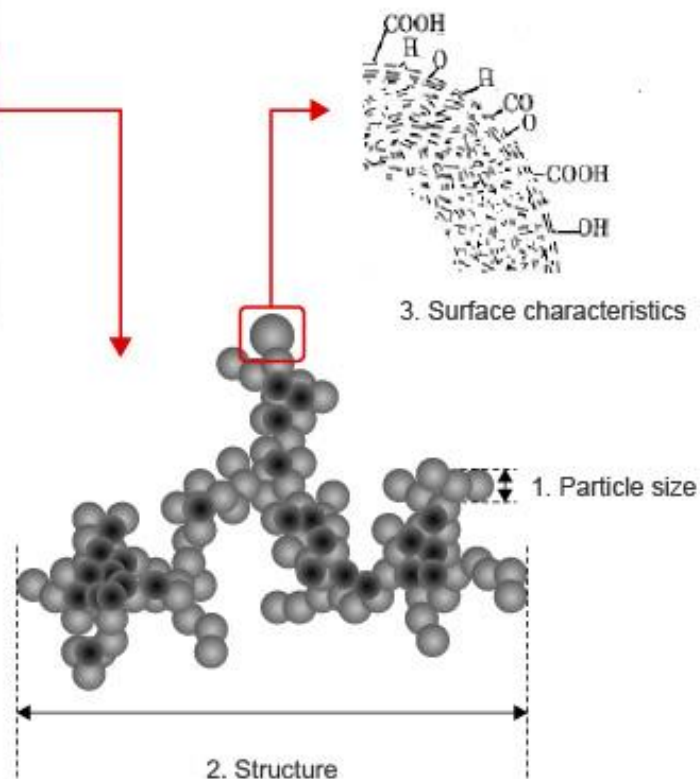


دوده – Carbon Black

- ساختار سلسله مراتبی و انواع مختلف
- بهترین و ارزانه‌ترین جاذب UV
- روش‌های مختلف تولید
- کاربردهای متنوع



Asahi #60 4. Aggregate distribution (TEM)

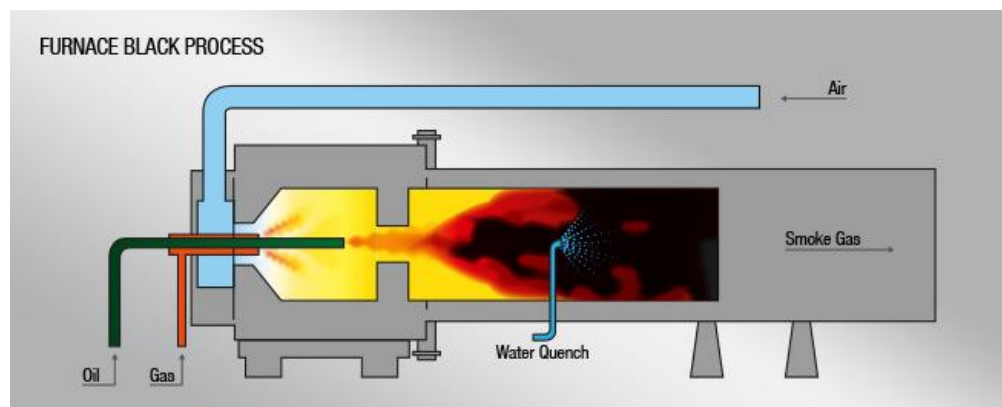
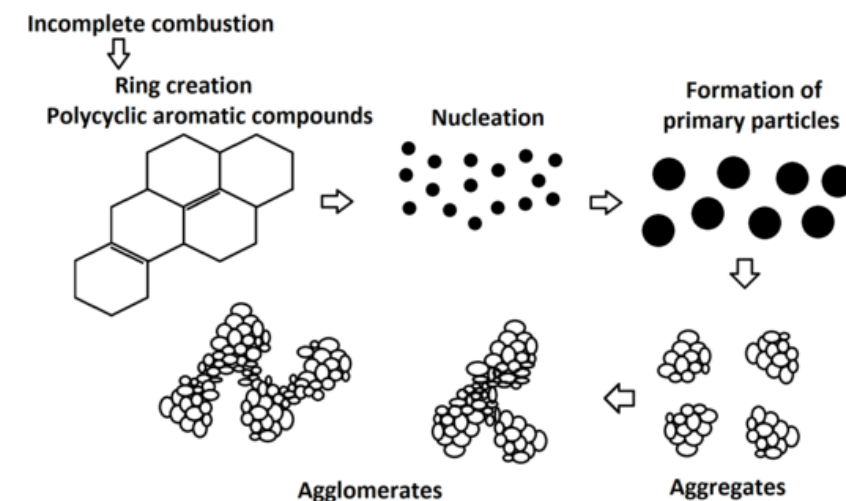




روش های مختلف تولید دوده

Carbon Blacks/Production Processes

		Thermal-Oxidative Decomposition			Thermal Decomposition	
		Lamp Black	Gas Black	Furnace Black	Thermal Black	Acetylene Black*
Nitrogen Surface Area	m ² /g	16–24	90–500	15–450	6–15	approx. 65
Iodine Adsorption	mg/g	23–33	n.a.	15–450	6–10	approx. 100
Primary Particle Size (arithm. mean)	nm	110–120	10–30	10–80	120–500	32–42
OAN	ml/100g	100–120	n.a.	40–200	37–43	150–200
Jetness M _v		200–220	230–300	210–300	170–190	225
Tint Strength	%	20–35	90–150	50–160	approx. 20	n.a.
Volatile Matter	%	1–2.5	4–24	0.5–6	0.5–1.0	0.5–2,0
pH **		6–9	4–6	6–10	7–9	5–8*



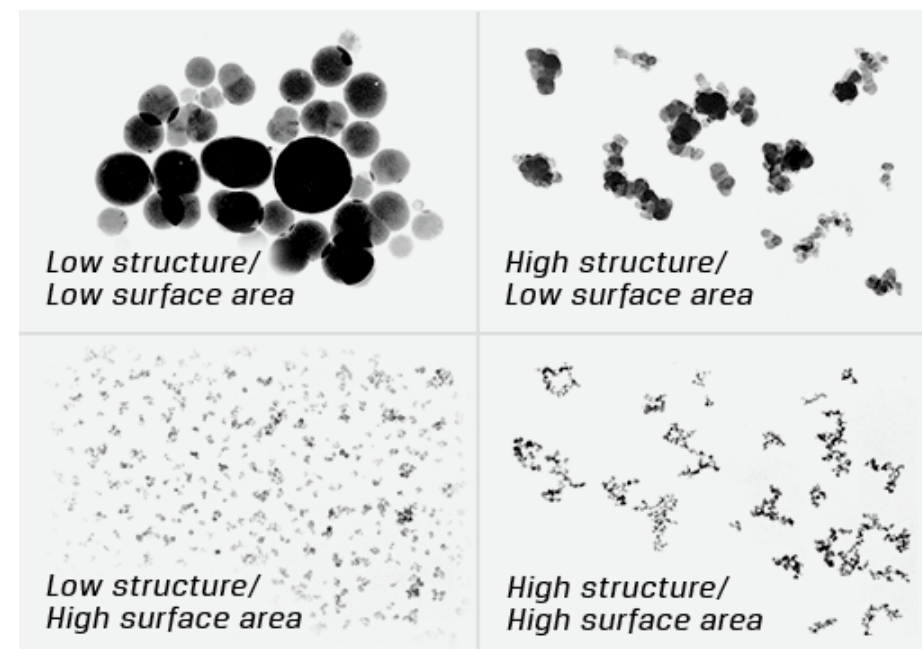
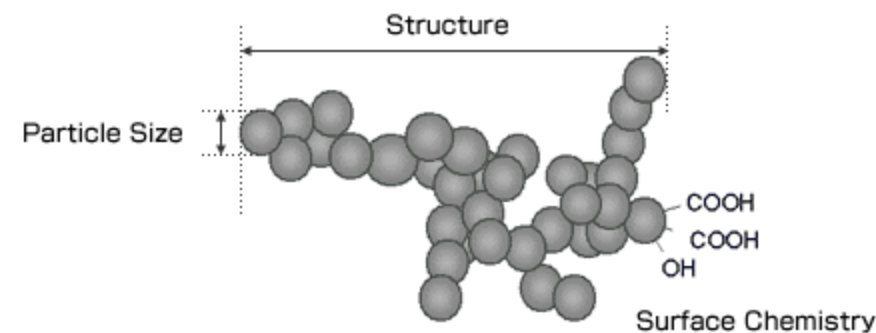


مشخصات دوده و آزمون های کنترل کیفی



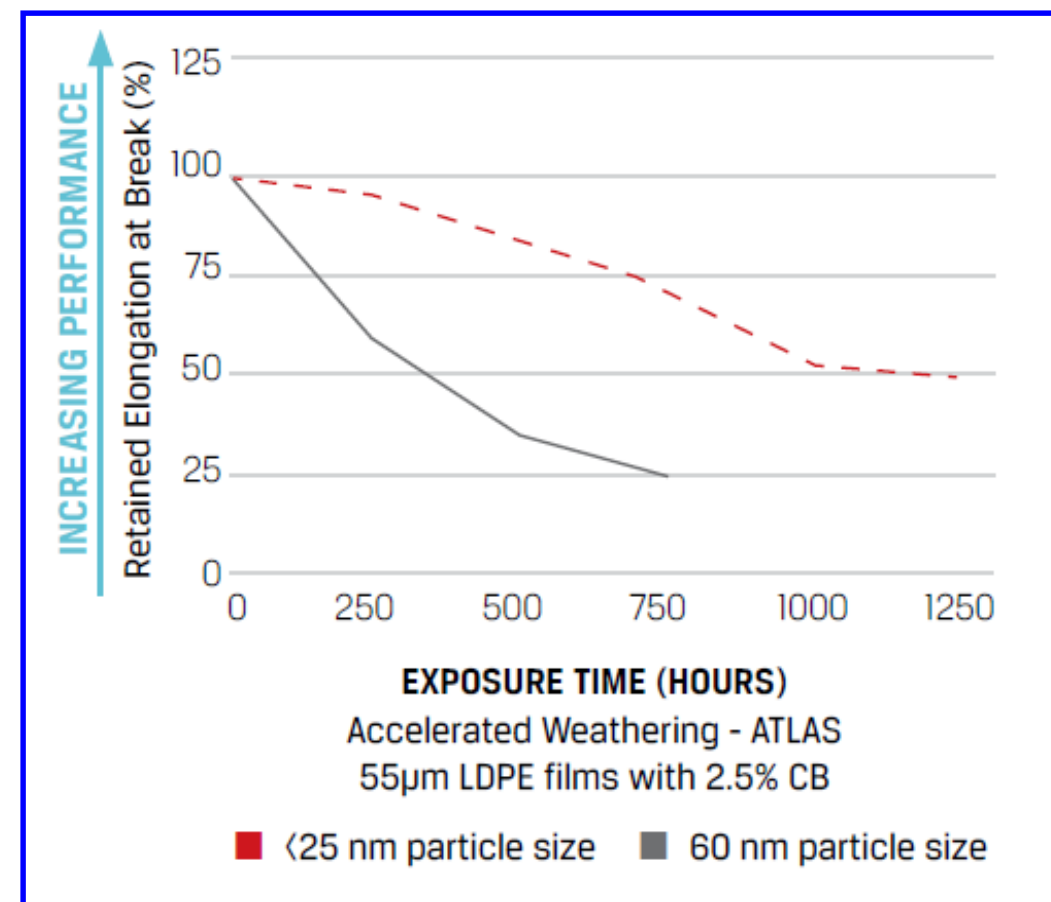
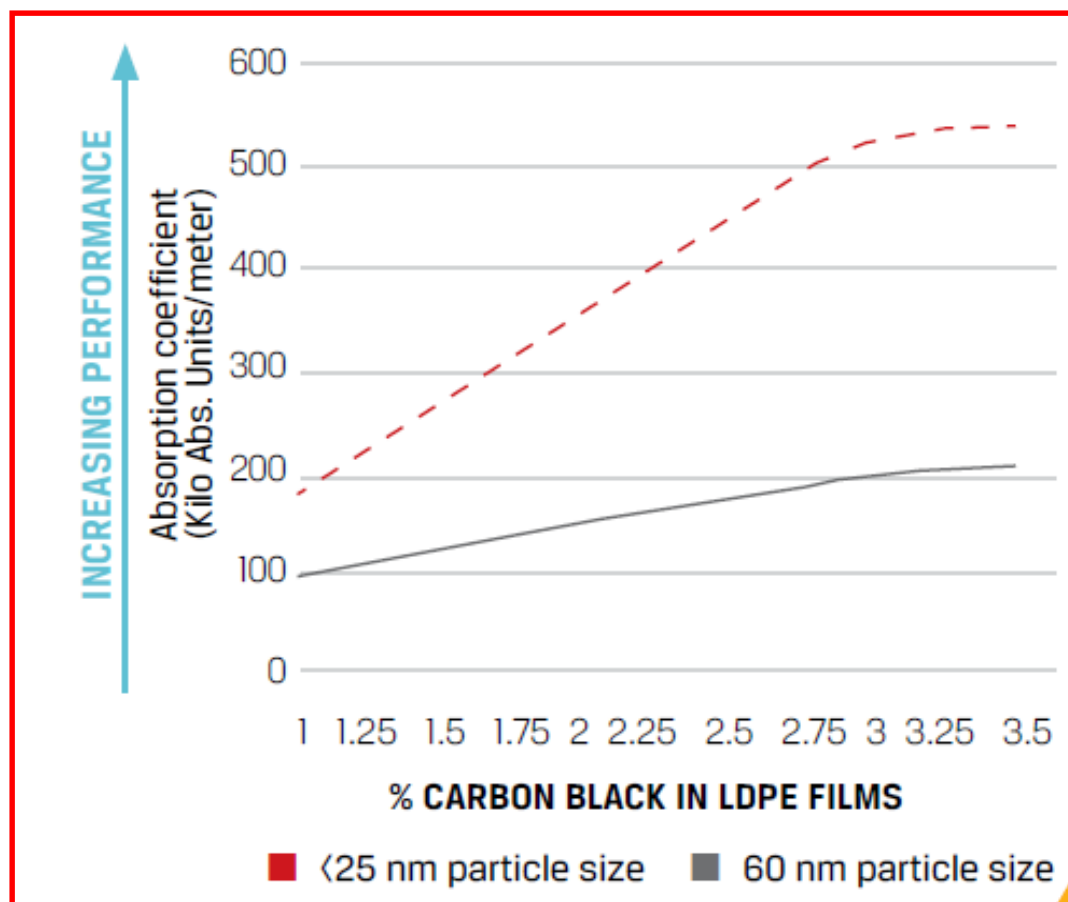
Standardized Carbon Black Test Methods

Description	ISO	ASTM	DIN
Surface Area Iodine Adsorption Nitrogen Surface Area/STSA	1304 4652/18852	D 1510 D 6556	66132
Structure/Rheology OAN COAN Oil Absorption	4656 4656 787/5	D 2414 D 3493	*)
Colorimetry Jetness Tint Strength	5435	D 3265	55979
Chemical Analyses Volatile Components Ash Residue Moisture Sieve Residue Non-Dispersible Matter Toluene Extract Transmittance of Toluene Extract pH	1125 787/2 787/18 6209 3858 787/9	D 1506 D 1509 D 1514 D 7724 D 4527 D 1618 D 1512	53552 53586 *) *) *)
External Appearance/Texture and Handling Properties Pour Density Individual Pellet Hardness Pellet Size Distribution	1306 8511	D 1513 D 3313/D 5230 D 1511	**)





اثر اندازه دوده بر جذب فرابنفش و حفظ خواص

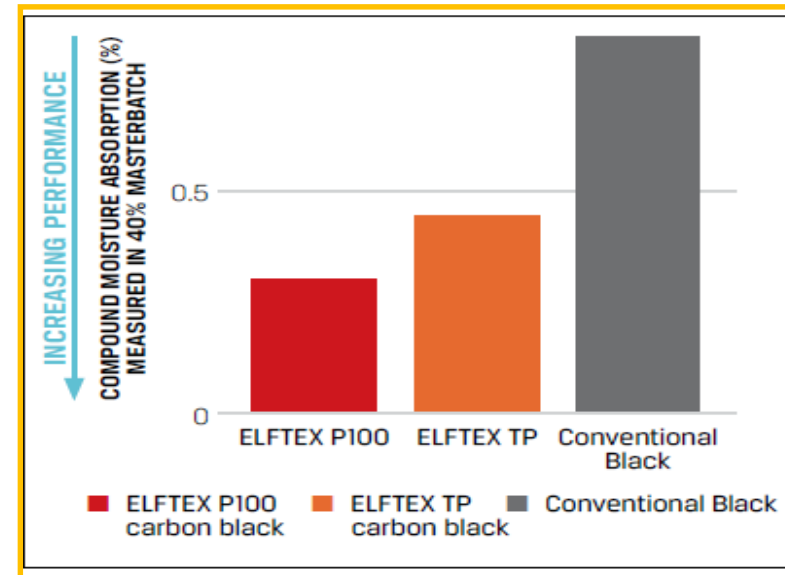
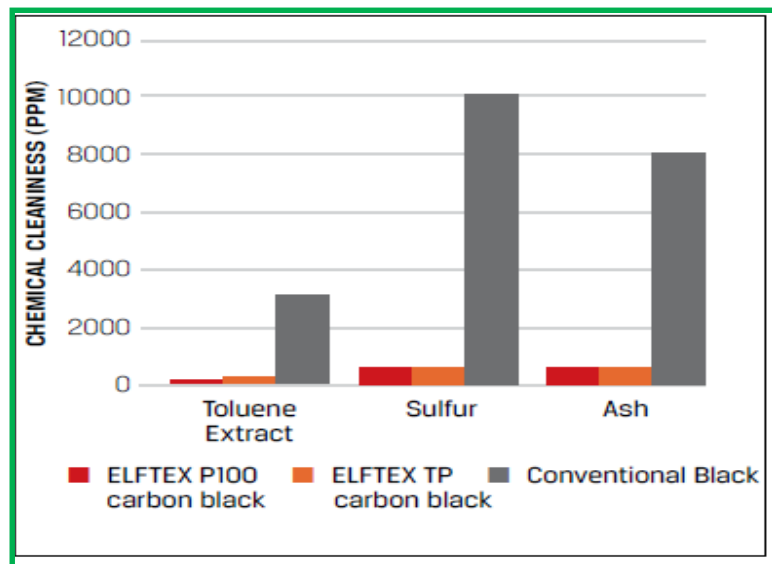




مشخصات دوده نوع پلاستیک-Elftex P100

- Particle Size (Weatherability)
- Microscopic Dispersion
- Compound Moisture Absorption
- Chemical Impurities
- Dispersability

PROPERTY	TEST METHOD	LIMIT
Total Ash	ASTM D-1506	< 0.10%
Toluene Extract	ASTM D-1618	< 0.03%
Total Sulfur	CTM 15.71	< 0.1%
Particle Size	ASTM D-3849	< 25 nm
325 Mesh Residue	ASTM D-1514	< 20 ppm





مستریچ مشکی



Polymer Carrier

Carbon Black

Additives





کاربردهای مستر بیج مشکی در پلی اولفین ها



- ❖ فیلم ها و نوارهای کشاورزی
- ❖ لوله های تحت فشار
- ❖ لوله و پروفیل
- ❖ ژئوممبرین
- ❖ ژئوسینتیک
- ❖ پوشش های سیم و کابل
- ❖ پوشش های لوله های فولادی
- ❖ قطعات قالبگیری شده
- ❖ قطعات رسانا و ESD



ویژگی های مسترچ مشکی در پلی اولفین ها

Pipe application	Key MB and CB Performance	Typical Carrier	Suitable CB	Suitable MB
Irrigation Pipes-Tapes	UV / Weatherability	LDPE,LLDPE	BLACK PEARL 4040,160,120 ELFTEX 570 VULCAN 9A32	LL6259 LL6055 LL4932 PE6213
	Micro dispersion			
	Surface smoothness			
	Mechanical Strength			
Pressure Application	UV / Weatherability	LDPE,LLDPE	ELFTEX P100,TP	LL3608 LL4943 PE2824 PE1873 PE2648 PE4462
	Physical Cleanness (e.g. Ash)			
	Chemical Cleanness (e.g.Sulfur)			
	Dispersibility			
	Fusion Compatibility			
	Mechanical Strength			
Non Pressure – Gravity Application	UV / Weatherability	LLDPE,LLDPE		
	Surface smoothness			
	Dispersibility			
	Fusion Compatibility			



استفاده از مسترېچ مشكی در توليد لوله

❖ استفاده در پتروشیمی و تولید گرید خودرنگ

❖ استفاده در پایین دست و هنگام تولید لوله

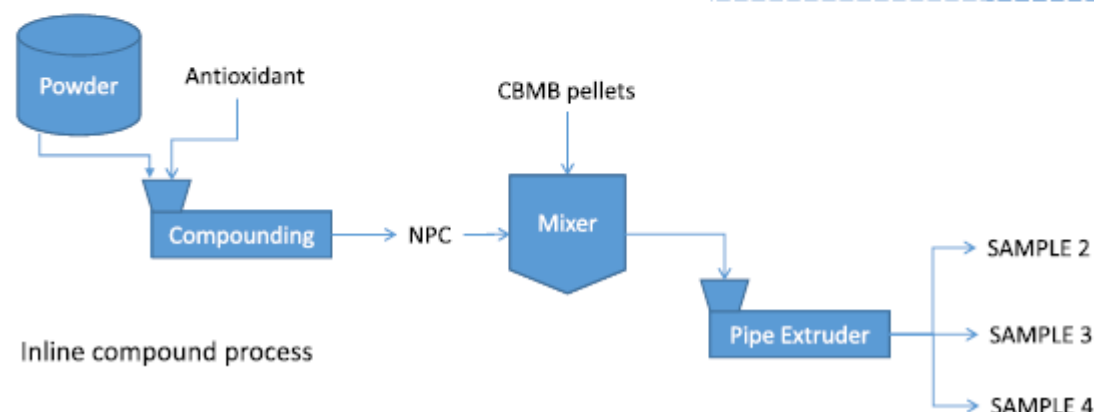
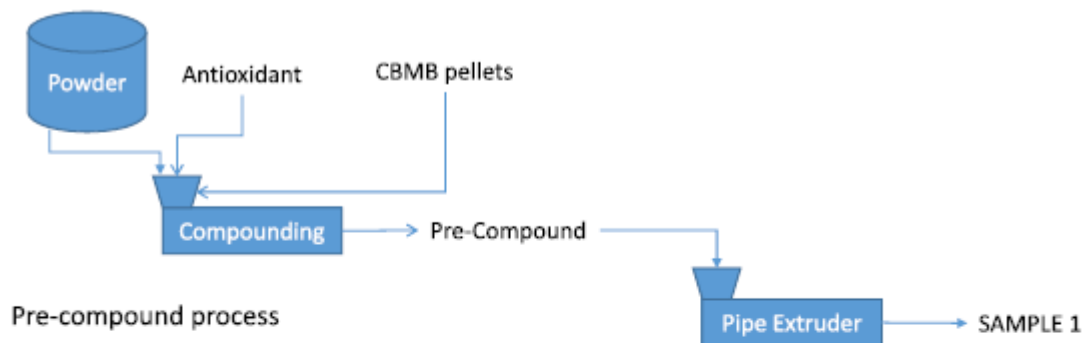


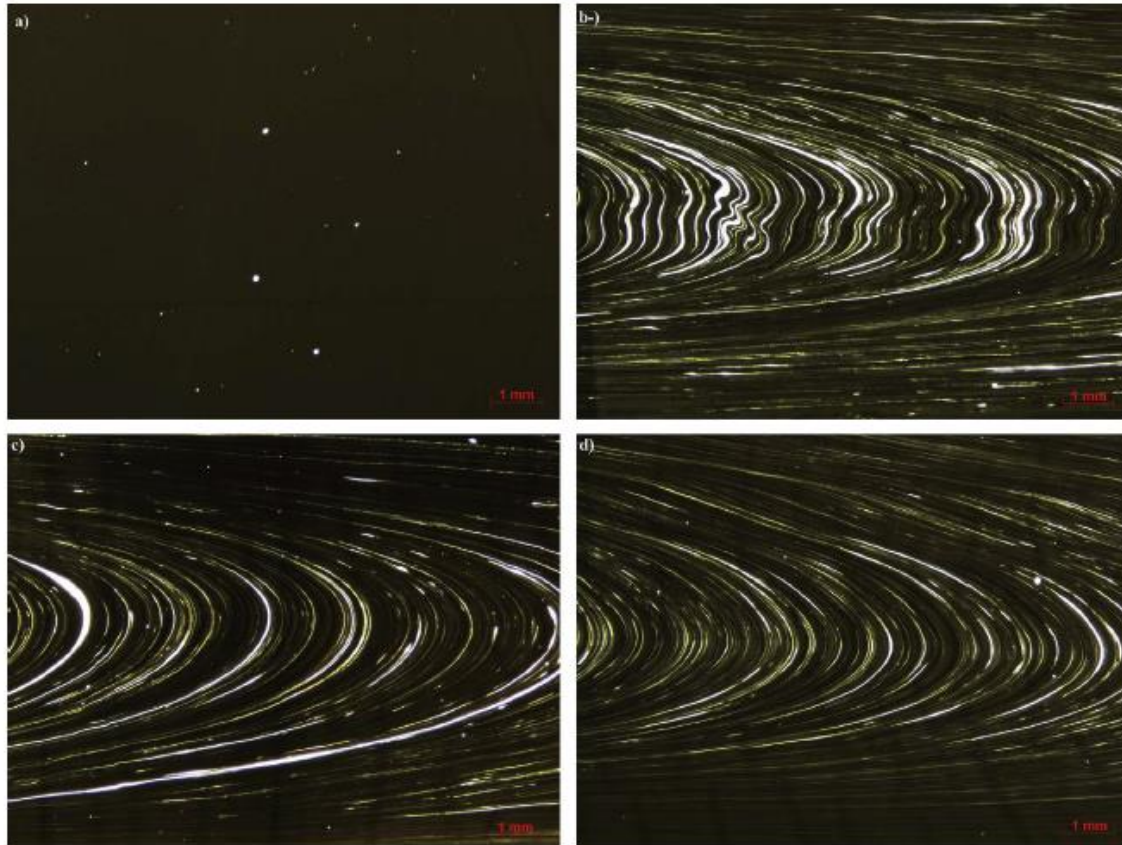
Table 1

Description of pipe samples.

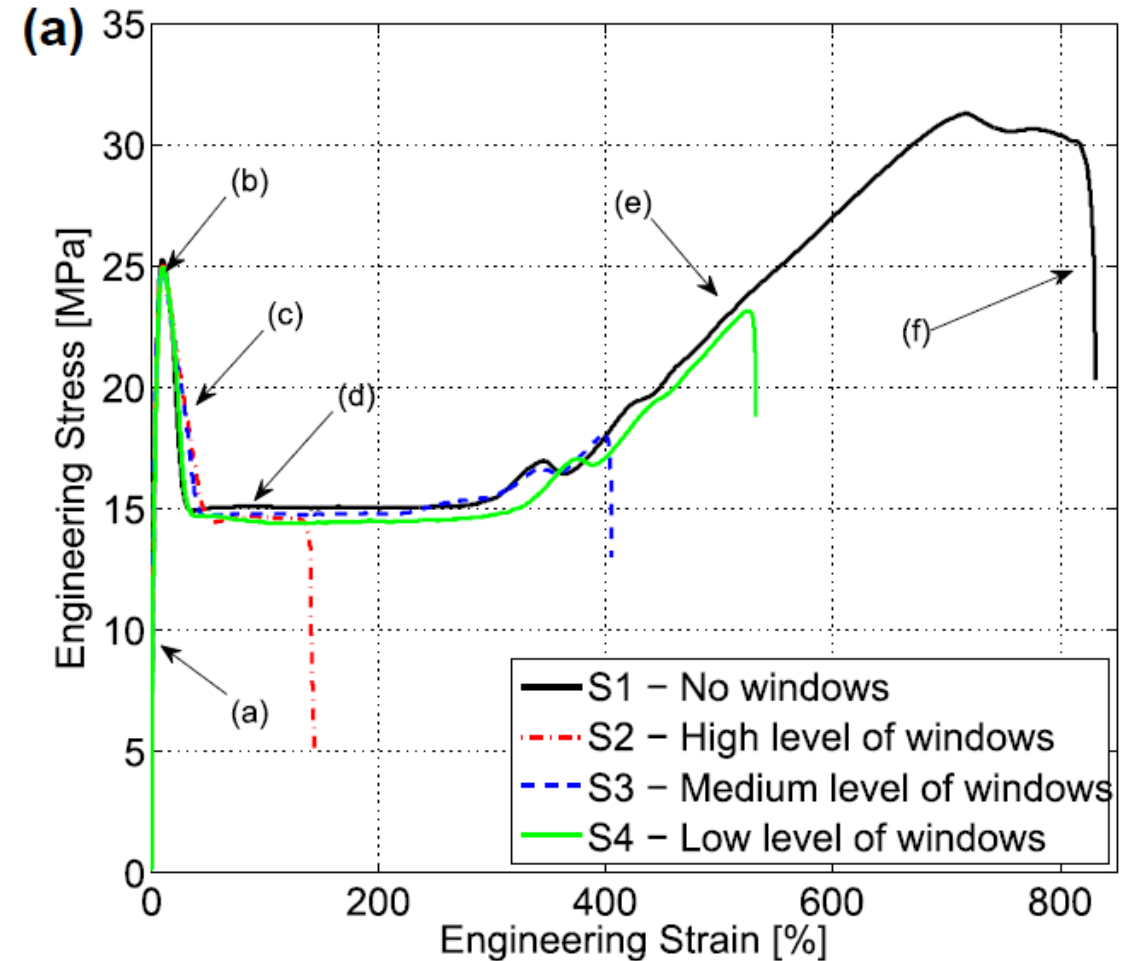
Sample No	Sample Description	Material	Note
Sample 1	Reference Sample HE3490LS	Pre-compounded	Extrusion speed: 115 kg/h
Sample 2	High level of Windows	NPC + CBMB mixture	Extrusion speed: 115 kg/h
Sample 3	Medium level of Windows	NPC + CBMB mixture	Extrusion speed: 95 kg/h
Sample 4	Low level of Windows	NPC + CBMB mixture	Extrusion speed: 70 kg/h



استفاده از مسترېچ مشكی در توليد لوله

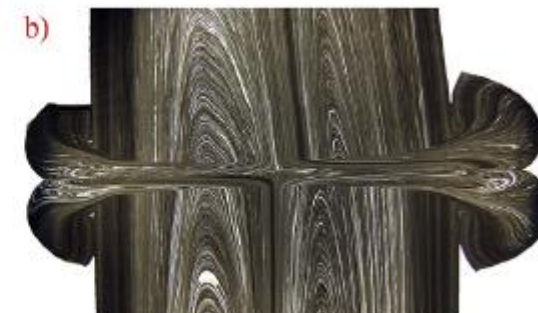
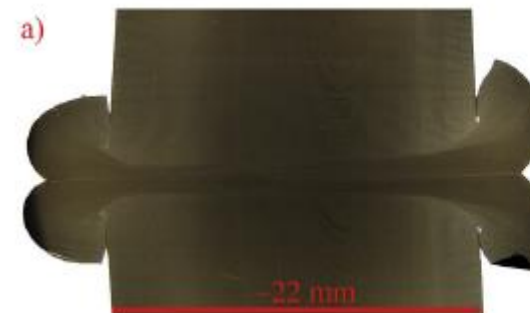
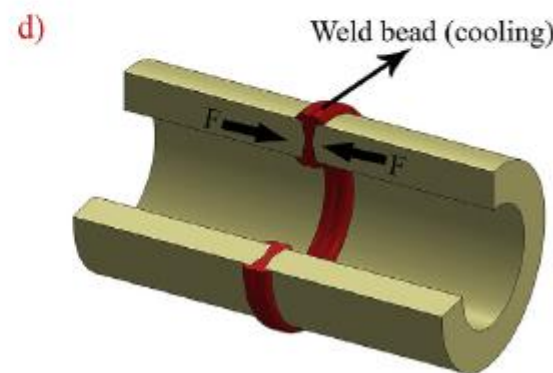
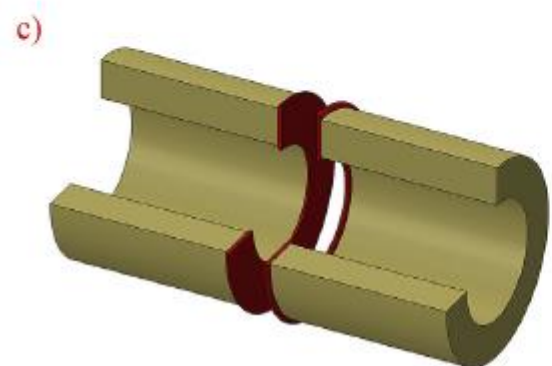
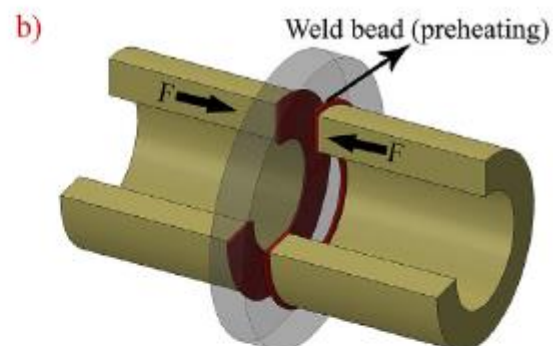
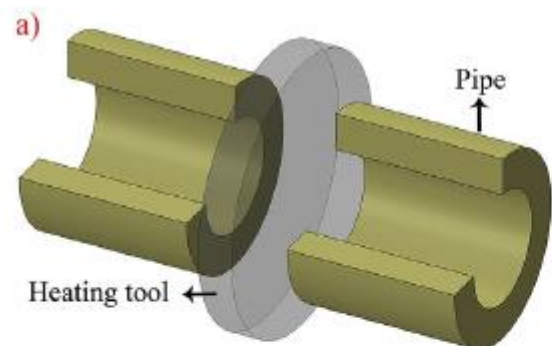


Polymer Degradation and Stability 148 (2018) 75–85





اثر مسترېج مسترېج مشكې بر جوش و اتصالات

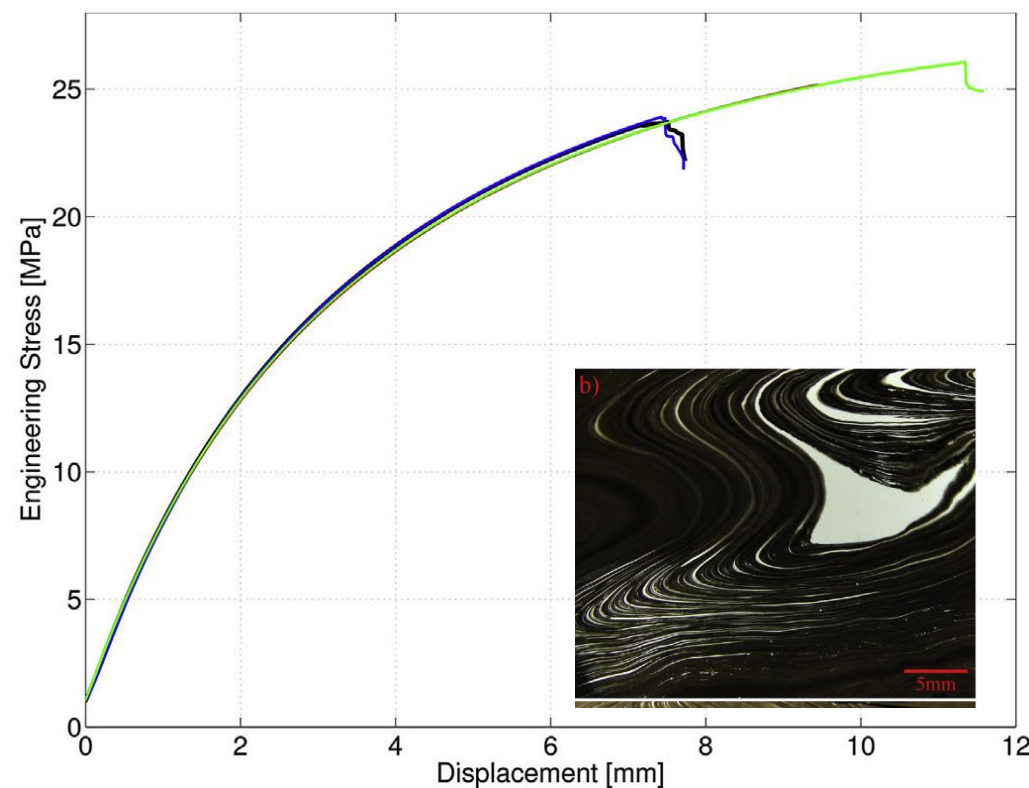
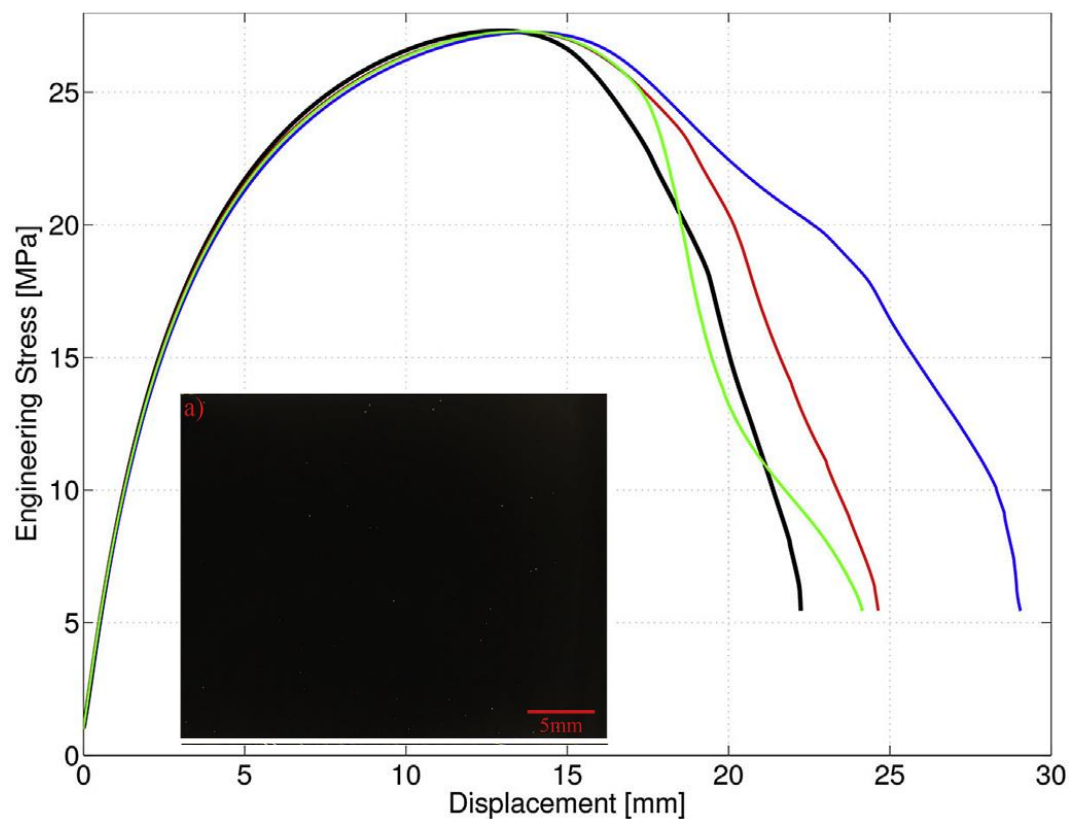


S. Deveci 140 et al. / Polymer Degradation and Stability 162 (2019) 138e147



اثر مسترېچ مسترېچ مشكې بر جوش و اتصالات

❖ استفاده از مسترېچ با پخش نامناسب باعث ترد شدن اتصال جوشي مي شود.



S. Deveci et al. / Polymer Degradation and Stability 162 (2019) 138e147

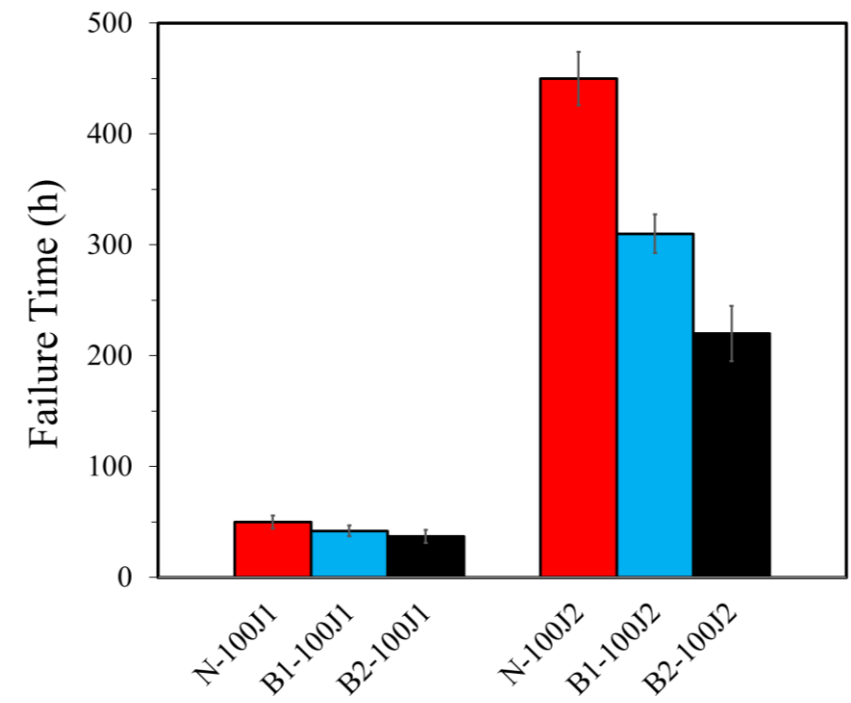
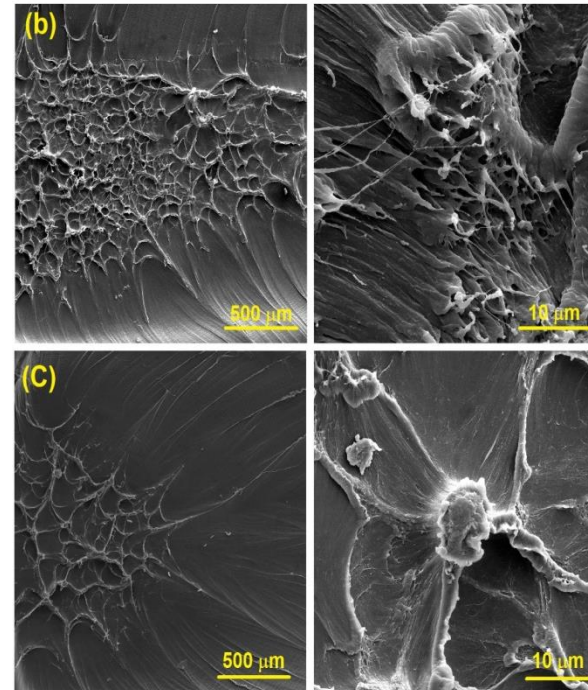
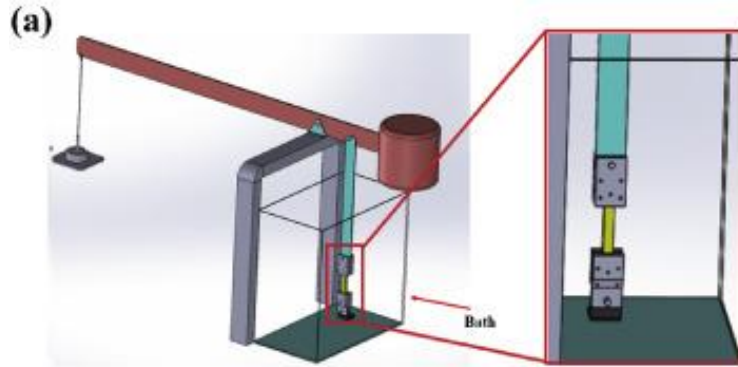


اثر مستربچ مستربچ مشکی بر رشد آهسته ترک

❖ با استفاده از آزمون FNCT رشد آهسته ترک بررسی شد.

❖ مستربچ باعث کاهش مقاومت لوله در برابر رشد آهسته ترک می شود.

❖ میزان کاهش SCG تابع نوع پایه مستربچ است.





اثر دوده بر روی نتایج تست SCG



Description:

start date: 1396/08/04
Pipe size: 110-SDR11
Material: PE100-CRP100
COMPANY: SEMNAN POLYETHYLENE
Client: SHAZAND PET

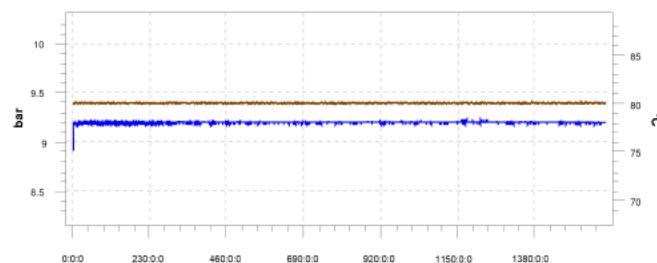
Parameter:

Connection: 002
Test-Id: 0000000734
Set pressure: 9.2 bar
min. Pressure: 1 %
max. Pressure: 2 %
Duration: 2000.00 ih
Temperature: 80 °C
Conditioning time: 0.0 ih

Results:

Status: Broken
Timecounter (Start): 0.0 ih
Timer reading: 1568.28 ih
Start date: 26/10/17 07:18:26 pm
End date: 01/01/18 03:18:56 am
Burst type: Ductile
Burst time: 0.00 sec
Burst Pressure: 0.00 bar

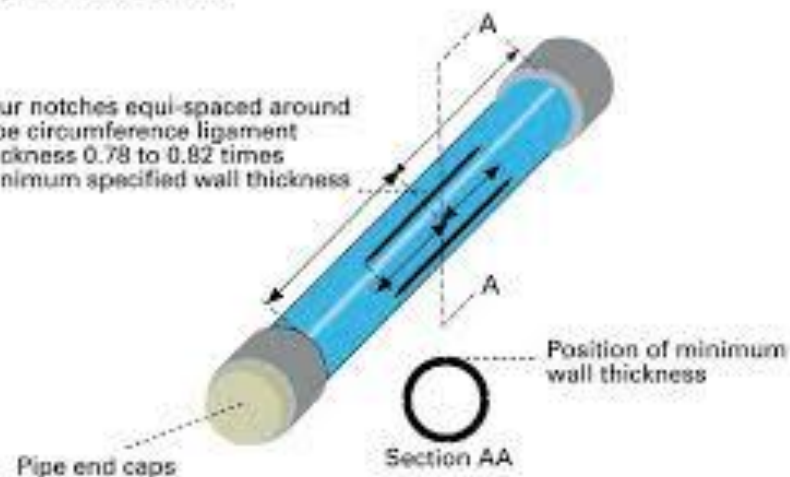
Pressure / Temperature



Natural - 1568 h

Pipe notch test

Four notches equi-spaced around pipe circumference ligament thickness 0.78 to 0.82 times minimum specified wall thickness



اضافه کردن دوده به صورت پودر در پتروشیمی

Description:

start date: 96/12/24
pipe size: 110mm-SDR11-Sample 2
Material: CRP100/B-Lot96557
COMPANY: SEMNAN POLYETHYLENE
Client: SHAZAND PET
Kind of Test:

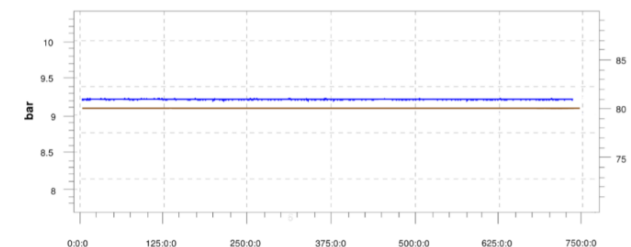
Parameter:

Connection: 003
Test-Id: 0000000861
Set pressure: 9.2 bar
min. Pressure: 1 %
max. Pressure: 2 %
Duration: 1500.00 ih
Temperature: 80 °C
Conditioning time: 0.0 ih

Results:

Status: Broken
Timecounter (Start): 0.0 ih
Timer reading: 735.41 ih
Start date: 16/03/18 10:57:32 am
End date: 16/04/18 02:11:13 am
Burst type:
Burst time: 0.00 sec
Burst Pressure: 0.00 bar

Pressure / Temperature



Black compound- 735 h



اثر مستربچ مشکی بر روی نتایج تست SCG

Description:

start date: 1396/04/28
Pipe size: 110-SDR11
Material: PE100
COMPANY: SEMNAN POLYETHYLENE
Client: JAM PET-SCG-Sample 2

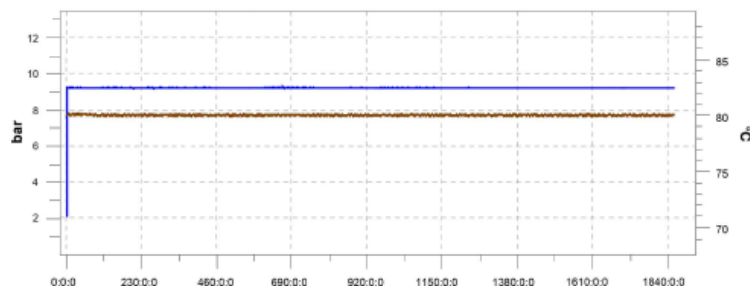
Parameter:

Connection: 004
Test-Id: 0000000670
Set pressure: 9.2 bar
min. Pressure: 1 %
max. Pressure: 2 %
Duration: 2000.00 ih
Temperature: 80 °C
Conditioning time: 0.0 ih

Results:

Status: Broken
Timecounter (Start): 0.0 ih
Timer reading: 1876 ih
Start date: 19/07/17 02:14:15 pm
End date: 05/10/17 06:15:22 am
Burst type:
Burst time: 0.00 sec
Burst Pressure: 0.00 bar

Pressure / Temperature



Natural - 1876 h

استفاده از مستربچ مشکی در پایین دست برای تولید لوله



Black Compound- 450 h



نکات کلیدی برای استفاده از مستربچ

- خشک کردن گرانول ها به ویژه مستربچ
- استفاده از سیستم اندازه گیری وزنی (Gravimetric dosing)
- گرانول و مستربچ قبل از ورود به قیف اصلی به صورت فیزیکی کاملاً مخلوط شوند.
- میزان دوده در محصول نهایی به صورت متناوب اندازه گیری شود.
- پراکنش پیگمنت ها در خروجی زیاد اکسترودر مشکل می باشد.
- پراکنش دوده باید در بالاترین سرعت اکسترودر بررسی شود.
- پراکنش دوده در ضخیم ترین قسمت محصول بررسی شود.
- از گرانول بی رنگی استفاده شود که SCG آن بیش از ۱۰۰۰ ساعت است.
- از اکسترودری استفاده شود که پیچ مانع دار با $L/D > 36$ داشته و دارای نواحی اختلاط (از نوع Maddock) باشد.



در تولید با مسترچ و مواد نچرال چه کشورهایی وضعیت شبیه ما دارند ؟

In North America today

- The following PE resin companies offer inline extrusion grades for different applications (alphabetically listed):
 - Chevron Phillips Chemical Company
 - Dow Chemical
 - INEOS
 - Formosa
 - Equistar Chemicals (LyondellBasell)
 - Sasol
- Inline compounding is used for all pipe applications: gas distribution, oil & gas gathering, potable water, sewage, drainage, conduit, etc.
- NOTE: In Japan, Prime Polymers offers non-black inline extrusion grades for gas applications.



مشخصات مواد پلی اتیلن گرید PE100 به شکل گرانول (مواد خودرنگ مشکی)

مشخصات آمیزه به شکل گرانول					
مشخصه	الزامات ^۱	پارامترهای آزمون		مقدار اندازه گیری شده	نوع آزمون
چگالی آمیزه	بزرگتر یا مساوی ۹۳۰ kg / m3	دمای آزمون	۲۳ °C	یک نمونه/هر بیچ/۷ روز	BRT
		تعداد آزمون			
میزان دوده	۲ تا ۲/۵ درصد وزنی	مطابق با استاندارد ISO 6964			BRT
پراکنش دوده (آمیزه سیاه)	درجه کوچکتر یا مساوی با ۳ نرخ پراکنش A1,A2,A3 یا B	مطابق با استاندارد INSO 20059 ^۲			BRT
مقدار آب ^۳	کوچکتر یا مساوی ۳۰۰ mg/kg	تعداد آزمون	یک نمونه/هر بیچ/۷ روز		BRT
میزان مواد فرار	کوچکتر یا مساوی ۳۵۰ mg/kg	تعداد آزمون	یک نمونه/هر بیچ/۷ روز		BRT
زمان القاء اکسایش (OIT)	بزرگتر یا مساوی با ۲۰ min	دمای آزمون	۲۱۰ °C		BRT
		تعداد آزمون	یک نمونه/هر بیچ/۷ روز		
		محیط آزمون	اکسیژن		
		وزن نمونه	۱۵±۲ Mg		
نرخ جریان جرمی مذاب (MFR)	۰/۲ ≤MFR ≤ ۰/۷ حداکثر انحراف از مقدار اسمی ^۴ ± ۲۰ %	وزنه	۵Kg		BRT
		دمای آزمون	۱۹۰ °C		
		زمان	۱۰Min		
		تعداد آزمون	یک نمونه/هر بیچ/۷ روز		
روش آزمون	استاندارد ملی ۷۰۹۰-۱ یا ۷۰۹۰-۲				
روش آزمون	استاندارد ISO 6964				
روش آزمون	استاندارد INSO 20059				
روش آزمون	استاندارد ISO 15512				
روش آزمون	استاندارد EN 12099				
روش آزمون	استاندارد ملی ۷۱۸۶-۶				
روش آزمون	استاندارد ملی ۶۹۸۰-۱				



مشخصات مواد پلی اتیلن گرید PE100 به شکل لوله (مواد خودرنگ مشکی)

مشخصات آمیزه به شکل لوله						
مشخصه	الزامات ^۱	پارامترهای آزمون		نتیجه آزمون	نوع آزمون	روش آزمون
استحکام کششی برای جوش لب به لب "۲"	آزمایش تا ایجاد نقص؛ شکل پذیر: قابل قبول ترد : مردود	قطر لوله	۱۱۰ mm	۳ نمونه / هر کامپاند	TT	استاندارد ISO 13953 استاندارد INSO 17304
		نسبت ابعادی استاندارد	SDR 11			
		دمای آزمون	۲۳ °C			
		تعداد آزمونه ^۳				
رشد آهسته ترک لوله SCG 110 mm-SDR 11	بدون نقص در حین آزمون	دمای آزمون	۸۰ °C	۳ نمونه / هر کامپاند	TT	استاندارد ISO 13479 استاندارد ISIRI 13065
		فشار داخلی آزمون	۹/۲ بار			
		مدت آزمون	۵۰۰h			
		نوع آزمون	آب در آب			
		تعداد آزمونه				
باید منطبق بر الزامات استاندارد ملی ۷۱۷۱-۲ باشد						
استحکام هیدرواستاتیک در دمای ۲۰ درجه	در مدت زمان آزمون نمی بایست هیچ نقیصه ای رخ دهد	درپوش انتهایی	نوع الف	۳ نمونه / هر کامپاند	TT	استاندارد ملی ۱۲۱۸۱-۱ و ۱۲۱۸۱-۲
		مدت زمان تثبیت شرایط	مطابق استاندارد ملی ۱۲۱۸۱-۱ و ۱۲۱۸۱-۲			
		تعداد آزمونه				
		نوع آزمون	آب در آب			
		دمای آزمون	۲۰ درجه سانتیگراد			
		مدت ازمون	۱۰۰۰ ساعت			
		تنش محیطی برای : PE100	۱۱/۴۴ مگاپاسکال			
استحکام هیدرواستاتیک در دمای ۸۰ درجه	در مدت زمان آزمون نمی بایست هیچ نقیصه ای رخ دهد	درپوش انتهایی	نوع الف	۳ نمونه / هر کامپاند	TT	استاندارد ملی ۱۲۱۸۱-۱ و ۱۲۱۸۱-۲
		مدت زمان تثبیت شرایط	مطابق استاندارد ملی ۱۲۱۸۱-۱ و ۱۲۱۸۱-۲			
		تعداد آزمونه				
		نوع آزمون	آب در آب			
		دمای آزمون	۸۰ درجه سانتیگراد			
		مدت ازمون	۱۰۰۰ ساعت			
		تنش محیطی برای : PE100	۵ مگاپاسکال			

SCG = 500h





مشخصات مواد پلی اتیلن گرید PE80 به شکل گرانول (مواد بیرنگ)

مشخصات مواد به شکل گرانول					
روش آزمون	نوع آزمون	مقدار اندازه گیری شده	پارامترهای آزمون		الزامات ^۱
استاندارد ملی ۷۰۹۰-۱ یا ۷۰۹۰-۲	BRT		۲۳ °C	دمای آزمون	بزرگتر یا مساوی ۹۴۱ kg / m3
			یک نمونه/هر بچ/۷ روز	تعداد آزمون	
استاندارد ISO 15512	BRT		یک نمونه/هر بچ/۷ روز	تعداد آزمون	کوچکتر یا مساوی ۳۰۰ mg/kg
استاندارد EN 12099	BRT		یک نمونه/هر بچ/۷ روز	تعداد آزمون	کوچکتر یا مساوی ۳۵۰ mg/kg
استاندارد ملی ۶-۷۱۸۶	BRT		۲۱۰ °C	دمای آزمون	بزرگتر یا مساوی با ۲۰min
			یک نمونه/هر بچ/۷ روز	تعداد آزمون	
			اکسیژن	محیط آزمون	
			۱۵±۲ Mg	وزن نمونه	
استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰	BRT		۵Kg	وزنه	۰/۲ ≤ MFR ≤ ۰/۷ حداکثر انحراف از مقدار اسمی ^۳ ± ۲۰ %
			۱۹۰ °C	دمای آزمون	
			۱۰Min	زمان	
			یک نمونه/هر بچ/۷ روز	تعداد آزمون	



مشخصات مواد پلی اتیلن گرید PE80 به شکل لوله (مواد بیرنگ)

مشخصات آمیزه به شکل لوله						
مشخصه	الزامات ^{۱)}	پارامترهای آزمون		نتیجه آزمون	نوع آزمون	روش آزمون
استحکام کششی برای جوش لب به لب ^{۲)}	آزمایش تا ایجاد نقص؛ شکل پذیر: قابل قبول ترد: مردود	قطر لوله	۱۱۰ mm	۳ نمونه / هر کامپاند	TT	استاندارد ISO 13953 استاندارد INSO 17304
		نسبت ابعادی استاندارد	SDR 11			
		دمای آزمون	۲۳ °C			
		تعداد آزمونه ^{۳)}				
رشد آهسته ترک لوله SCG 110 mm-SDR 11	بدون نقص در حین آزمون	دمای آزمون	۸۰ °C	۳ نمونه / هر کامپاند	TT	استاندارد ISO 13479 استاندارد ISIRI 13065
		فشار داخلی آزمون	۸ بار			
		مدت آزمون	۱۰۰۰h			
		نوع آزمون	آب در آب			
		تعداد آزمونه				
باید منطبق بر الزامات استاندارد ملی ۲-۷۱۷۱ باشد						
استحکام هیدرواستاتیک در دمای ۲۰ درجه	در مدت زمان آزمون نمی بایست هیچ نقیصه ای رخ دهد	درپوش انتهایی	نوع الف	۳ نمونه / هر کامپاند	TT	استاندارد ملی ۱۲۱۸۱-۱ و ۱۲۱۸۱-۲
		مدت زمان تثبیت شرایط	مطابق استاندارد ملی ۱۳-۱۲۱۸۱			
		تعداد آزمونه				
		نوع آزمون	آب در آب			
		دمای آزمون	۲۰ درجه سانتیگراد			
		مدت ازمون	۱۰۰۰ ساعت			
		تنش محیطی برای : PE80	۹/۴۳ مگاپاسکال			
استحکام هیدرواستاتیک در دمای ۸۰ درجه	در مدت زمان آزمون نمی بایست هیچ نقیصه ای رخ دهد	درپوش انتهایی	نوع الف	۳ نمونه / هر کامپاند	TT	استاندارد ملی ۱۲۱۸۱-۱ و ۱۲۱۸۱-۲
		مدت زمان تثبیت شرایط	مطابق استاندارد ملی ۱۳-۱۲۱۸۱			
		تعداد آزمونه				
		نوع آزمون	آب در آب			
		دمای آزمون	۸۰ درجه سانتیگراد			
		مدت ازمون	۱۰۰۰ ساعت			
		تنش محیطی برای : PE80	۴ مگاپاسکال			

SCG = 1000h





مشخصات مستربچ به شکل گرانول

جدول مشخصات مستربچ به شکل گرانول					
روش آزمون	نوع آزمون	مقدار اندازه گیری شده	پارامترهای آزمون		مشخصه
استاندارد ملی ۷۰۹۰	BRT	---	۲۳°C	دمای آزمون	چگالی مستربچ
			یک نمونه/هر بچ/۷ روز	تعداد آزمون	
استاندارد ملی ۱- ۶۹۸۰	BRT	---	۲۱/۶ Kg	وزنه	نرخ جریان جرمی مذاب (MFR)
			۱۹۰ °C	دمای آزمون	
			۱۰ Min	زمان	
			یک نمونه/هر بچ/۷ روز	تعداد آزمون	
استاندارد ISO 6964	BRT	مطابق با استاندارد ISO 6964	---		درصد دوده
استاندارد ASTM D1506	BRT	مطابق با استاندارد ASTM D1506	کوچکتر از ۰/۱ درصد وزنی		میزان خاکستر
استاندارد ASTM D1618	BRT	مطابق با استاندارد ASTM D1618	کوچکتر از ۰/۰۳ درصد وزنی		تولوثن استخراج شده
استاندارد CTM 15071	BRT	مطابق با استاندارد CTM 15.71	کوچکتر از ۰/۱ درصد وزنی		میزان گوگرد
---	BRT	مثال : LLDPE	---	---	نوع پلیمر پایه
---	BRT	مثال : N550	---	---	نوع دوده
---	BRT	مثال : ضد اکسایش ، کمک فرآیند	---	---	نوع افزودنی های موجود
---	BRT	مثال : HDPE-80 کاربرد لوله کاروگیت	---	---	نوع کاربرد و سازگاری



مشخصات لوله تولیدی با مستربچ

مشخصات لوله تولیدی با مستربچ				
مشخصه	پارامترهای آزمون	مقدار اندازه گیری شده	نوع آزمون	روش آزمون
میزان دوده	۲ تا ۲/۵ درصد وزنی	مطابق با استاندارد ISO 6964	BRT	استاندارد ISO 6964
پراکنش دوده	درجه کوچکتر یا مساوی با ۳ نرخ پراکنش A1,A2,A3 یا B	مطابق با استاندارد INSO 20059	BRT	استاندارد INSO 20059
اثر بر کیفیت آب	باید منطبق بر الزامات استاندارد ملی ۷۱۷۱-۲ باشد.			
رشد آهسته ترک لوله SCG 110 mm-SDR 11	دمای آزمون	بدون نقص در حین آزمون	BRT	استاندارد ISO 13479 استاندارد ISIRI 13065
	فشار داخلی آزمون			
	مدت آزمون			
	نوع آزمون			
	تعداد آزمون			



با تشکر از توجه شما

