کنفرانس بین المللی
لوله های پلی اولفینی

انجمن صنفی تولیدکنندگان
لوله و اتصالات پلی اتیلن

خلاصه مقالات
اولین کنفرانس بین المللی
لوله های پلی اولفینی

www.ippfaconf.ir
ippfaconf@ippfa.ir

هتل المپیک تهران

خرداد ماه ۱۳۹۹

۲۶ و ۲۵

مقدمـــــه :

اولین کنفرانس بین المللی لوله و اتصالات پلی اولفینی با هدف بوجود آوردن یک بستر فنی مناسب جهت گفتگوی کلیه اجزای زنجیره ارزش صنعت لوله های پلی اولفینی طرح ریزی گردیده است . در این کنفرانس سعی شده کلیه مواردی که می تواند در حوزه صنعت و پیرامون آن بر روی چرخه طول عمر و هزینه نهایی کالا برای مصرف کننده اثر گذار باشد بررسی و روی موضوعات تخصصی آن حوزه تولید محتوی مناسب صورت پذیرد.

در ابتدای برنامه ریزی کنفرانس در مهر و آبان ۹۸ ، در ۵ جلسه نظر سنجی از پیشکسوتان صنعت ، اساتید و هیات علمی دانشگاهی ، تولید کنندگان برتر لوله و اتصالات پلی اولفینی ، مصرف کنندگان بزرگ محصولات و کارشناسان استاندارد و آزمایشگاههای همکار در مورد محتوی مطلوب کنفرانس نظرخواهی گردید و در جمع بندی نهایی نظرات این نتیجه حاصل شد که می بایست کل زنجیره ارزش برای تولید محتوی در نظر گرفته شود و نظر اکثر کارشناسان بر این بود که اثر عوامل خارج از تولید لوله بسیار بیشتر موارد تولید می باشد بنابراین ۱۴ محور موضوعی تعریف گردیدند که ۶ محور موضوعی مربوط به تولید لوله و ۸ محور خارج از آن و مرتبط با سایر عناصر زنجیره ارزش و یا محیط پیرامونی می باشند .

این کنفرانس شامل ۳ بخش ارائه علمی مقالات شامل ۶۷ مقاله ، بخش کارگاه های آموزشی و پنل های دو طرفه شامل ۱۰ موضوع آموزشی کاربردی و ۲ پنل تخصصی می باشد و در بخش نمایشگاهی شامل ۱۵ شرکت فعال در بخش تولید و ۳ آزمایشگاه همکار سازمان ملی استاندارد می باشد .

امید است این کنفرانس در ایجاد یک حرکت علمی کاربردی در صنعت پلیمر کشور موفق بوده و برای مخاطبین و شرکت کنندگان قابل استفاده باشد .

بیوک صحاف امین

رئیس هیات مدیره – انجمن لوله و اتصالات پلی اتیلن

انجمن صنفی تولیدکنندگان
لوله و اتصالات پلی اتیلن

معرفی انجـــمن :

انجمن صنفی تولیدکنندگان لوله و اتصالات پلی اتیلن در تاریخ ۲۰ آذر ۱۳۸۱ با اخذ مجوز از وزارت تعاون ،کار و رفاه اجتماعی تشکیل و به ثبت رسیده است و هم اکنون عضو اتاق بازرگانی صنایع و معادن ایران می باشد.

این انجمن صنفی با تعداد بیش از ۲۸۰ عضو فعال در حال حاضر یکی از بزرگترین تشکل های صنایع تکمیلی کشور می باشد و در فرآیند رتبه بندی معاونت آب و خاک جهادکشاورزی با این سازمان همکاری دارد. از فعالیت های انجمن می توان به برگزاری مستمر دوره های آموزشی مرتبط با صنعت ، همکاری درتدوین استانداردهای مورد نیاز ، برگزاری نمایشگاه کشاورزی-آبیاری و تعریف دوره های آموزشی در آن و برگزاری همایش های استانی و منطقه ای اشاره کرد . این انجمن در سال ۹۷ انجمن برگزیده اتاق بازرگانی ایران انتخاب گردید.

بطور کلی ، محصولات تولیدی اعضای این انجمن در چهار بخش زیرساختی کشاورزی و آبیاری مدرن ،شبکه های آب و فاضلاب ، تاسیسات ساختمان و پروژه های گازرسانی شهری ، استفاده می شوند . اهمیت فعالیتهای انجمن در سالهای گذشته به شرح زیر می باشد :

- پیگیری مشکلات تامین مواد مورد نیاز برای تولید کنندگان از طریق نشست و رایزنی با دفتر توسعه صنایع تکمیلی، بورس کالا و پتروشیمی ها
- تدوین استانداردهای تخصصی صنعت لوله و اتصالات پلی اولفین
- تعریف پروژه های علمی کاربردی با هیات علمی و راهبری تا رسیدن به نتیجه
- انتشار کتاب آموزشی راهنمای فنی و اجرایی لوله های پلی ا تیلنی
- ارائه تقویم آموزشی سالیانه و برگزاری دوره ها در تهران و شهرستانها برای واحدهای متقاضی
- استاندارد سازی عرضه مواد اولیه پلی اتیلنی با حمایت دفتر توسعه صنایع تکمیلی

سخنرانان کلیدی کنفرانس بین المللی لوله های پلی اولفینی

دکتر صادقی نیارکی
معاونت امور صنایع وزارت صمت

مهندس علیمـراد اکبری
معاونت آب و خاک وزارت کشاورزی

مهندس تربتی
مدیر عامل شرکت ملی گاز ایران
و معاون وزارت نفت

مهندس شاهین پاکروح
معاونت مهندسی و توسعه
شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

دکتر محمد رضا سعیدی
مدیر عامل پتروشیمی جم

مهندس عباس زارع
مشاور وزیـر و مجـری طـرح
سـامانه های نوین آبیاری

مرضیه طهماسبی
ریاست دفتر توسعه صنایع تکمیلی

دکتر سعید ترکمان
ریاست انجمن ملی صنایع پلیمر

دکتر حسین نازکدست
هیئت علمی دانشگاه امیـر کبیـر

دکتر غلامرضا پیر چراغی
هیئت علمی دانشگاه
صنعتی شریف

دکتر محمد رضا رضوی
هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی
واحد علوم تحقیقات

دکتـر محسـن معصـومی
ریاست کمیته TC138 استاندارد

دکتر رضا راشدی
رئیس واحد پژوهش و فناوری
پتروشیمی‌جـم

دکتر قدرت الله هاشمی
هیئت علمی دانشگاه تهران

دکتر سید محمد مهدی هادوی
رئیس مرکز ساخت داخل ، صنایع ماشین
سازی و تجهیزات وزارت صمت

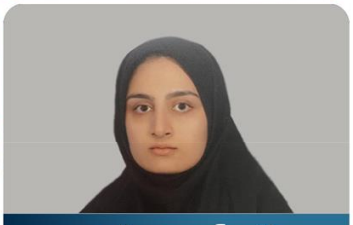
دکتر حسن پسندیده
مدیریت پسماند سازمان
حفاظت از محیط زیست

دکتر علیرضا شریف
هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس

دکتـر رامین شمسی
واحد پژوهش و نوآوری
پتروشیمی مـارون

دکتـر علی هدایتی
شرکت پلیمـر پیشرفته دانا

دکتر محمد رضا هنـر
هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی
شیـراز



دکتـر آسیـه عـطاردی
مرکـز تحقیقات راه
مسکن و شهرسازی

دکتر علی عباسیان
هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی
واحد علوم تحقیقات

دکتر داوود سود بر
پتروشیمی شازنـد

دکتر فرزین صادق وندی
پتروشیمی نوید زر شیمی

اعضای کمیته علمی کنفرانس بین المللی لوله های پلی اولفینی

دکتر حسین نازکدست
استاد و عضوهیأت علمی دانشکده
پلیمر دانشگاه امیرکبیر

مهندس هوسپ هارطونیان
مدیرفنی شرکت PES

مهندس داوود خادمی
مدیرعامل شرکت مهندسی آریانام

دکتر محسن معصومی
رییس کمیته فنی متناظر ISO/TC۱۳۸

دکترقدرت الله هاشمی مطلق
استاد و عضو هیأت علمی دانشکده
پلیمر دانشگاه تهران

دکترغلامرضا پیرچراغی
استاد و عضو هیأت علمی دانشکده علم
مواد دانشگاه صنعتی شریف

مهندس عیسی زاده
مدیر کنترل کیفیت شرکت گسترش
پلاستیک

مهندس نورالله میرزاییان
مدیر فنی شرکت مهندسی
کاوشیارپژوهان

مهندس علیرضا صحاف امین
مدیر کمیته استاندارد انجمن صنفی
تولیدکنندگان لوله و اتصالات پلی اتیلن

مهندس حامدجباری
مدیر کمیته آموزش انجمن صنفی
تولیدکنندگان لوله و اتصالات پلی اتیلن

اعضـای کارگـروه فنـی و علمی انجـمن

مهندس علیرضا صحاف امین

مهندس حامد جباری

دکترسیف اللّه جمالپور

مهندس نور اللّه میرزائیان

مهندس فرانک دبیر شاه اویسی

مهندس مرضیه شجیعی

مهندس لیلا نظری

مهندس علی دربندی

مهندس کیومرث اکبر خانی

مهندس هانیه حسینی

مهندس سحر فروتن

مهندس علی خلیلی

مهندس علیرضا عزیزی

مهندس کریم کاظمی

مهندس محمد رضا عزیزی

مهندس محمد رحمتی

یکشنبه ۲۵ خرداد ۹۹- سالن اصلی - افتتاحیه

حکجبرنامه اولین کنفرانس بین المللی لوله های پلی اولفینی ۲۵ و ۲۶ خردادماه ۱۳۹۹

۸:۰۰ - ۹:۰۰	ثبت نام
۹:۰۰ – ۹:۱۰	افتتاحیه (قرآن و سرود) و خیر مقدم مجری
۹:۱۰-۹:۲۰	انجمن ملی صنایع پلیمر – آقای دکتر ترکمان
۹:۲۰ – ۹:۳۰	معاونت امور صنایع وزارت صنعت ، معدن و تجارت – آقای دکتر صادقی نیارکی
۹:۳۰-۹:۴۰	معاونت آب و خاک وزیر جهاد کشاورزی – آقای مهندس اکبری
۹:۴۰ – ۹:۵۰	مدیر عامل شرکت ملی گاز ایران و معاون محترم وزارت نفت – آقای مهندس تربتی
۹:۵۰-۱۰:۰۰	معاونت مهندسی و توسعه شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور- آقای مهندس شاهین پاکروح
۱۰:۰۰-۱۰:۲۵	تقدیر از پیشکسوتان صنعت لوله و اتصالات پلی اولفینی و اهدای لوح و جوایز (پخش تیزر)
	۱۰:۲۵ -۱۰:۴۰ استراحت و بازدید از محل غرفه های نمایشگاهی

موضوع اول : نوآوری های مواد اولیه		موضوع دوم : نوآوری های ماشین آلات و تکنولوژی های تولید	
۱۰:۴۰ -۱۱:۰۰	سرپرست دفتر توسعه صنایع پایین دستی پتروشیمی – خانم طهماسبی	۱۰:۴۰ -۱۱:۰۰	نقش صنعت ماشین سازی و تجهیزات تولید در توسعه کشور- وزارت صمت دکتر هادوی
۱۱:۰۰ – ۱۱:۲۰	ریز ساختار و ویژگیهای مکانیکی پلی اتیلن های نسل جدید -دکتر نازکدست	۱۱:۰۰ – ۱۱:۲۰	وضعیت ساخت ماشین آلات داخلی- انجمن کارفرمایی ماشین سازان و تولیدکنندگان تجهیزات پلیمری
۱۱:۲۰ – ۱۱:۴۰	ارتقا خواص کوپلیمر EPD60R برای تولید لوله های فاضلابی– پتروشیمی شازند دکتر سودبر	۱۱:۲۰ – ۱۱:۴۰	معرفی یک تجربه موفق در صنعت اکستروژن ترکیه- خارجی
۱۱:۴۰ -۱۲:۰۰	پلی‌پروپیلن PP-RCT جهت لوله های آب گرم – پتروشیمی نوید زرشیمی دکتر صادق وندی	۱۱:۴۰ -۱۲:۰۰	آخرین نوآوری های صنعت اکستروژن لوله- خارجی
۱۲:۰۰-۱۲:۲۰	گریدهای پایپ MR230C ارتقاء یافته و MR240C– پتروشیمی مارون دکتر شمسی	۱۲:۰۰-۱۲:۲۰	طراحی دای هد های خاص برای لوله های پلی اولفینی - خارجی
۱۲:۲۰-۱۲:۴۰	نسل جدید پلی اتیلن های PE100 – امیر کرباسی	۱۲:۲۰-۱۲:۴۰	سیستم مدیریت انرژی و توان مصرفی کارخانجات RES-PMS- رسالوله پاسارگاد
	۱۲:۴۰ الی ۱۳:۳۰ ناهار و نماز و بازدید از محل غرفه های نمایشگاهی		
موضوع سوم : نوآوری های مستربچ و و افزودنی ها برای بهبود خواص		**موضوع چهارم : تضمین کیفیت و ارزیابی انطباق ، تجهیزات آزمایشگاهی و آزمون های کیفی جدید**	
۱۳:۳۰-۱۳:۵۰	راه حل های مستربچ و کامپاند در تولید لوله و اتصالات پلیمری استاندارد-امید کوشکی	۱۳:۳۰-۱۳:۵۰	دغدغه و چالشهای آزمایشگاه های همکار سازمان ملی استاندارد - مهندس خادمی
۱۳:۵۰-۱۴:۱۰	تولید دوده مخصوص پلاستیک و شاخص ها کنترل کیفی و بهداشتی - شرکت کربن ایران	۱۳:۵۰-۱۴:۱۰	معرفی روشهای سریع تشخیص شاخص رشد ترک SH/CRB – دکتر جمالپور
۱۴:۳۰-۱۴:۱۰	مستربچ های مشکی در صنعت لوله و پیشنهاد چهارچوب فنی –دکتر پیرچراغی	۱۴:۳۰-۱۴:۱۰	روشSH در رده بندی مواد پلی اتیلنی و بیان یک مورد کاوی داخلی – دکتر راشدی
۱۴:۵۰-۱۴:۳۰	آخرین نوآوری ها در پایدار کننده های لوله و اتصالات پلی اولفینی – مهندس حسینی	۱۴:۵۰-۱۴:۳۰	آزمون های غیر مخرب NDT جهت بازرسی سیستم های لوله کشی- حامد جباری
۱۵:۱۰-۱۴:۵۰	آخرین نوآوری ها در چسب های لوله های چندلایه – شرکت پلیمر پیشرفته دانا	۱۵:۱۰-۱۴:۵۰	شرایط فرآیندی موثر بر برگشت طولی و بازنگری در معیار پذیرش استاندارد - مهندس میرزائیان
	۱۵:۱۰ -۱۵:۲۵ استراحت و بازدید از محل غرفه های نمایشگاهی		
موضوع پنجم : فرصت های توسعه صادرات در شرایط تحریم و بیان نمونه های موفق		**موضوع ششم : تحلیل اقتصاد کلان و زنجیره ارزش حاکم در صنعت**	
۱۵:۲۵-۱۵:۴۵	وضعیت واردات و صادرات لوله های پلی اولفینی- گمرک ایران	۱۵:۲۵-۱۵:۴۵	استراتژی بقاء در سال ۹۹ برای بنگاه های اقتصادی –دکتر پیمان مولوی
۱۵:۴۵ -۱۶:۰۵	اتحادیه اورآسیا و فرصت های جدید صادرات – آقای سیدی	۱۵:۴۵ -۱۶:۰۵	نگاه بودجه ۹۹ به مقوله تولید و لزوم بازنگری در آن بعلت بحران کرونا- دکتر محمد حسین ادیب
۱۶:۰۵ – ۱۶:۲۵	بیان یک تجربه موفق صادراتی- شرکت آواهونام آقای دکتر فرجی	۱۶:۰۵ – ۱۶:۲۵	وضعیت نوآوری و سطح فناوری در صنعت لوله و اتصالات پلیمری- دکتر رضوی
۱۶:۲۵-۱۶:۴۵	تعرفه های گمرکی و رفع موانع تولید - انجمن	۱۶:۲۵-۱۶:۴۵	دغدغه های عرضه مواد در سال ۹۸ و پیشنهاد هایی برای سال ۹۹ - انجمن

دوشنبه ۲۶ خرداد ۹۹

۹:۰۰ - ۹:۱۰	آغاز روز دوم کنفرانس و اعلام برنامه	آغاز روز دوم کنفرانس و اعلام برنامه	
۹:۱۰ - ۹:۳۰	سیاست ها و برنامه های انواع سامانه های نوین آبیاری- دفتر سامانه های نوین آبیاری	مدیریت دارایی و چرخه عمر لوله های پلی اتیلنی در شبکه های توزیع آب - خانم مهدی بادی	
۹:۳۰ – ۹:۵۰	رتبه بندی صورت گرفته برای نوارهای آبیاری و بیان نکات مهم – علی اکبرخانی	دغدغه های مصرف لوله های پلی اتیلن- شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران	
۹:۵۰ -۱۰:۱۰	تست تخریب نوری بر روی نوارهای آبیاری قطره ای و تعیین مقدار بهینه مستربچ در تولید آن	عارضه یابی حوادث لوله های پلی اتیلنی در شرکت های آب و فاضلاب کشور- حامد جباری	
۱۰:۱۰ -۱۰:۳۰	استفاده از لوله های پلی اولفینی در کاربرد جمع آوری آبهای سطحی و زهکشی بر اساس استاندارد جدید :DIN 4262-1 - علی دربندی	استفاده از پلی پروپیلن مدول بالا PP-HM برای تولید لوله های دوجداره کاروگیت – دکتر جمالپور	
۱۰:۳۰-۱۰:۵۰	طراحی سیستم های مدرن آبیاری با نوارهای آبیاری نسل جدید با طول بلند و یکنواختی مناسب (فرموله کردن و تهیه اپلیکیشن برای استفاده طراحان) – دکتر محمد رضا هنر	بررسی حساسیت و رده بندی لوله های انتقال آب از منظر زلزله ، رانش زمین و پدافند غیر عامل – خانم نظری	
۱۰:۵۰-۱۱:۱۰	بررسی زبری در لوله های پلیمری/چدن نشکن و مقایسه هزینه های ناشی از افت فشار – خانم حسینی	تعیین مقدار بهینه پایدار کننده نوری در اتصالات رزوه ای مکانیکی– آزمایشگاه دانا پلاستیک	
۱۱:۱۰ الی ۱۱:۳۰ استراحت و بازدید از محل غرفه های نمایشگاهی			
۱۱:۳۰-۱۱:۵۰	نقش مرکز تحقیقات ساختمان در ارتقاء کیفی محصولات ساختمانی- دکتر عطاردی	لوله و اتصالات پلی اتیلن در گازرسانی شهری (فرصت ها و چالشها)- رکسانا معرف-دکتر جمالپور	
۱۱:۵۰-۱۲:۱۰	عده هماهنگی مقررات ملی ساختمان با استانداردهای ملی لوله های پلی اولفینی	خصوصیات درزگیرهای لاستیکی استاندارد – فرناز طاهریان/ مهرناز رشیدی شرکت پارمیدا	
۱۲:۱۰-۱۲:۳۰	معادل سازی ابعادی/هیدرولیکی لوله های فلزی و پلیمری و بیان چند نکته مهم در تاسیسات ساختمان – علیرضا عزیزی	تأثیرات در نتایج آزمون SCG ناشی از عدم کنترل عمق میزان ناچ در لوله های فشار قوی مورد استفاده در پروژه های گاز و آب- شرکت ملی گاز/پتروشیمی امیرکبیر/ رنگدانه سیرجان	
۱۲:۳۰ – ۱۲:۵۰	آشنایی با الزامات استانداردهای مرتبط با سلامت آب مصرفی و آشامیدنی انسان در تماس با لوله‌های پلیمری – گروه تحقیقاتی صنعتی مترا	طول عمر و کارایی مورد انتظار درزگیرها و واشرهای لاستیکی دکتر علی عباسیان- حمیدرضا صبغی	
۱۲:۵۰ الی ۱۳:۳۰ ناهار و نماز و بازدید از محل غرفه های نمایشگاهی			
۱۳:۳۰-۱۳:۵۰	اثر مدول الاستیسیته در انتخاب لوله های پلیمری جهت استفاده در کاربرد انتقال آب تحت فشار و فاضلاب ثقلی دفنی – مهندس میرزائیان	صنعت بازیافت و محیط زیست – دکتر پسندیده مدیریت محترم پسماند سازمان حفاظت از محیط زیست	
۱۳:۵۰-۱۴:۱۰	کارگذاری لوله های پلیمری با روش بدون ترانشه Trenchless- دکتر معصومی	چهارچوب محیط ریستی استفاده از لوله ها پلیمری – علیرضا صحاف امین	
۱۴:۱۰-۱۴:۳۰	ردیابی لوله های مدفون پلیمری (استانداردها و روشها)- آقای خلیلی	دستورالعمل و چهارچوب فنی چگونگی بازیافت لوله های پلیمری و استفاده مجدد در پروسه تولید جهت کاهش اثرات منفی بر محیط زیست – دکتر علیرضا شریف	
۱۴:۳۰-۱۴:۴۵ استراحت و بازدید از محل غرفه های نمایشگاهی			
۱۴:۴۵-۱۵:۰۵	استاندارد جدید دستگاه های جوش لب به لب و الکتروفیوژن – شرکت روتنگران	بررسی لوله های پلی اتیلن تقویت شده با الیاف شیشهPE-GF -مطالعه موردی- مهندس رحمتی	
۱۵:۰۵-۱۵:۲۵	جوشکاری لب به لب تک فشاری فشار بالا و افزایش بهره وری و بهبود خنک کاری - خانم شاه اویسی	لوله های پلی اتیلنی تقویت شده با فلز انتقال فاضلاب و بیان مورد کاوی داخلی–شرکت روتنگران	
۱۵:۴۵-۱۵:۲۵	استاندارد بازرسی ظاهری (Visual Check) جوشهای گرمایی- خانم شجیعی	لوله های پلی اولفینی در کاربری های معدنی و صنعتی– آقای مهندس کاظمی	
۱۵:۴۵-۱۶:۰۵	بررسی تاثیر دوده بر خواص لوله های پلی اتیلنی و جوش لب به لب – خانم سلطانی	لوله های پلی اولفینی مورد استفاده در خطوط انتقال و ایستگاه های سوخت – خانم فروتن	
ارائه های ۱۰ دقیقه ای – سالن اصلی			
۱۶:۱۵-۱۶:۲۵	لوله های پلی اتیلنی مقاوم در برابر دمای بالا (PE-RT) – دکتر راشدی – مهندس افضلی – واحد پژوهش و فناوری پتروشیمی جم		
۱۶:۲۵-۱۶:۳۵	اثر پلی اتیلن سبک خطی به مقدار کم بر خواص کششی و مدول سخت شدگی کششی پلی اتیلن سنگین دوقله ای گرید لوله- فرناز ابراهیمی – قدرت اله هاشمی مطلق		
۱۶:۳۵-۱۶:۴۵	بررسی راهکارهای موجود برای بهبود پخش دوده در آمیزه های مورد استفاده در لوله های پلی اتیلنی- محمد مهدی نگارش (رنگدانه سیرجان) ، مهدیه عسگری نژاد(انهار حیات کرمان)		
۱۶:۴۵-۱۷	اختتامیه اولین کنفرانس بین المللی لوله های پلی اولفینی و قرائت بیانیه پایانی اهدا لوح های تقدیر ارائه کنندگان مقاله و عکس یادگاری		

موضوع هفتم : استفاده در سیستمهای آبیاری مدرن و بخش کشاورزی

موضوع هشتم : استفاده در صنعت آب و فاضلاب (خطوط اصلی و شبکه های توزیع)

موضوع نهم : استفاده در سیستم تاسیسات ساختمان

موضوع دهم : استفاده در شبکه های گازرسانی (خطوط اصلی و شبکه های توزیع)

موضوع یازدهم : نصب کارگذاری و اجرای لوله های پلی اولفینی (بایدها و نبایدها)

موضوع دوازدهم : محیط زیست و بازیافت لوله های پلی اولفینی (چالشها و فرصتها)

موضوع سیزدهم : جوشکاری استاندارد ، دستگاه های جوش و روشهای اتصال

موضوع چهاردهم : کاربردهای جدید لوله های پلی اولفینی

کارگـاه های آمـوزشـی و پنـل هـای دوطرفـه

99/03/25 11:00 - 12:30	کارگاه آموزشی منابع آب ، شناسایی سختی ها و روش های حذف ناخالصی ها - دکتر آراسته منش - سالن حافظ (۴۵ نفره)
99/03/25 11:00 - 12:30	نـوآوری های کامپاند و مستربچ - راهبردهای جدید در صنعت لوله های پلیمری– گروه گیتی پسند (مهندس صفری– مهندس صادقی)– سالن ۲۳ (۶۰ نفره)
99/03/25 13:30 - 15	پنـل ویژه تولید کنندگان مواد اولیه و لوله و اتصالات پلی اولفینی (فرصت های توسعه و لزوم همکاری های زنجیره ارزش) – سالن ۲۳ (۶۰ نفره)
99/03/25 15:25 - 16:55	پنـل ویژه ماشین آلات و تکنولوژی های تولید لوله و اتصالات پلی اولفینی (چالشها و فرصت ها) – سالن ۲۳ (۶۰ نفره)
99/03/25 15:25 - 16:35	تولید گریدهای جدید لوله های پلی اتیلنی و بهبود خواص گریدهای موجود در صنعت پتروشیمی - پتروشیمی جم (سید کمال افضلی) – سالن حافظ (۴۵ نفره)
99/03/26 10 – 11:10	کارگاه آموزشی بررسی آزمون های کارایی سامانه لوله و اتصالات پلی اتیلن (جوش لب به لب والکتروفیوژن) - آزمایشگاه آریانام (مهندس شیری) سالن ۲۳ (۶۰ نفره)
99/03/26 10 – 11:10	کارگاه آموزشی معرفی ساختار و مزایای نسل جدید لوله های پلی پروپیلن (سه لایه و PPRCT)– گروه گیتی پسند (مهندس فخری) سالن حافظ (۴۵ نفره)
99/03/26 11:30 - 13	کارگاه آموزشی کارگذاری استاندارد لوله های پلیمری به روش ترانشه باز - دکتر محسن معصومی– سالن حافظ (۴۵ نفره)
99/03/26 11:30 - 13	سیاست ها و برنامه های انواع سامانه های نوین آبیاری– دفتر سامانه های نوین آبیاری– مهندس فرهاد ملکی – سالن ۲۳ (۶۰ نفره)
99/03/26 13:15 - 14:45	کارگاه آموزشی جوشکاری استاندارد لوله های پلی اتیلن - حامد جباری– سالن ۲۳ (۶۰ نفره)
99/03/26 13:15 - 14:45	کارگاه آموزشی رینگ و فلنچ پلیمری با هسته فولادی و ارائه انواع کاربرد - محمدرضا خیامی– شرکت تکاب اتصال– سالن حافظ (۴۵ نفره)
99/03/26 15:05 - 16:35	کارگاه آموزشی استاندارد جدید نوارهای آبیاری قطره ای - علیرضا صحاف امین - حامد جباری – سالن ۲۳ (۶۰ نفره)

پنل ویژه تولید کنندگان مواد اولیه و لوله و اتصالات پلی اولفینی (فرصت های توسعه و لزوم همکاری های زنجیره ارزش) – سالن ۲۳

زمان : یکشنبه ۲۵ خرداد ۹۹ ساعت ۱۳:۳۰ الی ۱۵

1. 13:30 - 15 — آقای دکتـــر سعیدی - مدیریت محترم پتروشیمی جـم - ۲۰ دقیقه
2. 13:30 - 15 — آقای دکتـر محمد رضا رضـــوی - هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات - ۲۰ دقیقه

مدیریت پنل

رئیس هیات مدیره انجمن لوله و اتصالات پلی اتیلن
بیـوک صحاف امیـن

رئیس هیات مدیره انجمن ملی صنایع پلیمر
دکتـر ترکـمان

پرسش و پاسخ حاضرین در پنل با مدیریت ریاست پنل - ۴۵ دقیقه

پنل ویژه ماشین آلات و تکنولوژی های تولید لوله و اتصالات پلی اولفینی (چالشها و فرصت ها) – سالن ۲۳

زمان : یکشنبه ۲۵ خرداد ۹۹ ساعت ۱۵:۲۵ الی ۱۶:۵۵

1. 15:25 - 16:55 — آقای دکتر هادوی - ریاست محترم مرکز ساخت داخل، صنایع ماشین سازی و تجهیزات وزارت صمت - ۱۵ دقیقه
2. 15:25 - 16:55 — آقای هروس ابراهیمی - ریاست انجمن کارفرمایی ماشین سازان و تولیدکنندگان تجهیزات پلیمری - ۱۵ دقیقه
3. 15:25 - 16:55 — آقای هرویک باریجانیان -ریاست انجمن ماشین سازان و تجهیزات پلیمری ایران - ۱۵ دقیقه

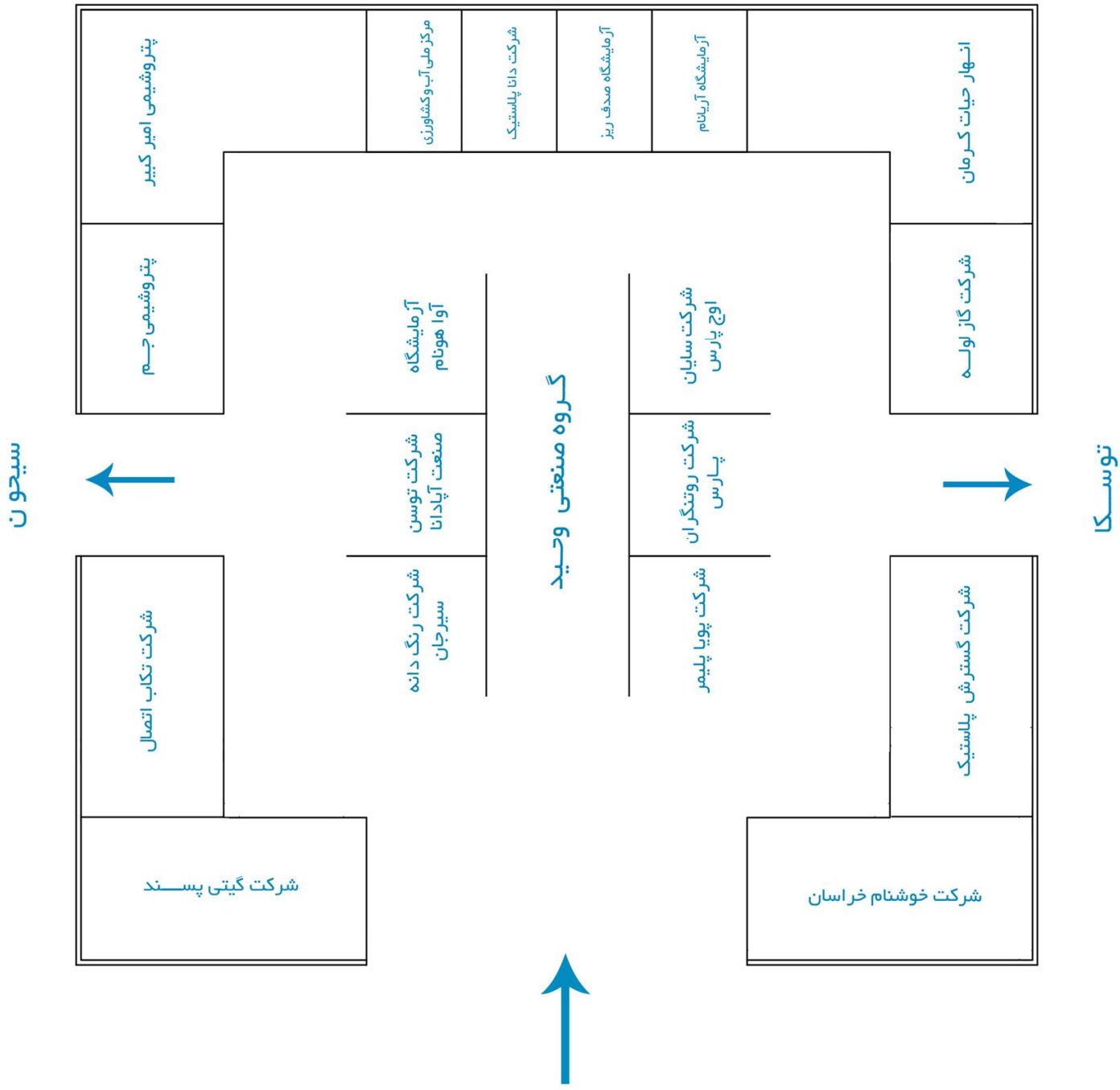
مدیریت پنل

رئیس هیات مدیره انجمن لوله و اتصالات پلی اتیلن
بیوک صحاف امین

عضو هیات مدیره انجمن ملی صنایع پلیمر
مهندس زمان زاده

پرسش و پاسخ حاضرین در پنل با مدیریت ریاست پنل- ۴۵ دقیقه

فضای نمایشگاهی تالار آبگینه



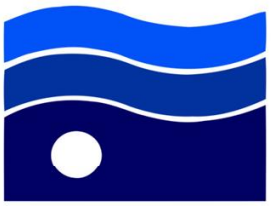
تراس سیحون
سالن سیحون
فضای پذیرایی
سایت اداری
جلسه ۴
سایت اداری
نمازخانه
W.C
مجموعه ورزشی
استخر
بیلیارد
تشریفات
سالن هگمتانه
محورهای موضوعی زوج
سنتی
سالن آبگینه
فضای نمایشگاهی
رستوران یاس
کارگاه آموزشی
سالن حافظ
W.C
سالن توسکا
فضای پذیرایی
W
C
سالن جلسه ۳
سالن جلسه ۲
کارگاه آموزشی
صنایع دستی
پذیرش
دستگاه ضد عفونی کننده دست
میز پذیرش
کافی شاپ جدید
سالن اصلی
محورهای موضوعی فرد
اولین کنفرانس بین المللی
لوله های پلی اولفینی
۲۵ و ۲۶ خرداد ۱۳۹۹
۹:۰۰ الی ۱۷:۰۰

اسپانسرهای طلائی کنفرانس بین المللی لوله های پلی اولفینی

اسپانسرهای نقره ای کنفرانس بین المللی لوله های پلی اولفینی

اسپانسرهای برنزی کنفرانس بین المللی لوله های پلی اولفینی

حامیـان معنـوی کنفرانـس بین المللی لوله های پلی اولفینی



شرکت مدیریت منابع آب ایران

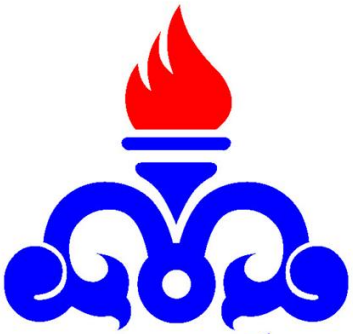
اتاق بازرگانی ایران

اتاق بازرگانی تهران

سازمان ملی استاندارد ایران

شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران

معاونت آب و خاک



شرکت ملی گاز ایران

شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

موضــوع اول

نــوآوری های مــواد اولیه

FIRST INTERNATIONAL POLYOLEFIN PIPE CONFERANCE

توسعه صنایع پایین دستی پتروشیمی با استاندارد سازی محصولات

و همکاری بین تمامی اجزای زنجیره ارزش

سرپرست دفتر توسعه صنایع پایین دستی – شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران – مرضیه طهماسبی

صنعت پتروشیمی در کشور یک از موتورهای توسعه و رشد اقتصادی در چند ساله گذشته می باشد . این صنعت حالا در دوره بلوغ خود نیاز به ابزاری جدیدی برای ادامه رشد و شکوفایی خود دارد . از این رو می بایست با به روز کردن دیدگاه های سنتی سعی در حرکت به سمت تعالی و خلق ارزش افزوده بیشتر در زنجیره ارزش محصولات تولیدی باشیم . از این رو پیشنهاداتی جهت گفتگو و همکاری بیشتر عوامل زنجیره ارزش با یکدیگر جهت ارتقای کیفی و کمی محصولات در زیر ارائه می گردد.

- استاندارد سازی فنی محصولات جهت ایجاد بستر مشترک برای گفتگو و ارتقای کیفی
- تعریف پروژه های پژوهشی کاربردی با مشارکت تمامی زنجیره ارزش جهت خلق ارزش افزوده بیشتر
- تمرکز بر روی نقاط ضعیف زنجیره ارزش و ارتقای آنها جهت روان سازی گفتگو
- لزوم تخصصی سازی گریدهای پتروشیمی ها جهت جلوگیری از رقابت ناعادلانه
- گفتگو با مراکز استاندارد نویسی و قانون گذاری کشور جهت مانع برداری تولید و کمک به جهش تولید

ریزساختار و ویژگی‌های مکانیکی پلی اتیلن‌های نسل جدید با تاکید بر CRP100

حسین نازکـــدست – استاد دانشکده پلیمر دانشگاه صنعتی امیرکبیر

مقـــدمه:

اگرچه نزدیک به سه دهه از تولید و عرضه گریدهای تجاری نسل جدید پلی اتیلن‌ها می‌گذرد، با این حال هنوز بسیاری از اهداف مورد نظر از تولید آن‌ها و جزئیات مربوط به ساختمان مولکولی و ارتباط آن با ریزساختار و بلورینگی دو فازی و نقش آن‌ها در تعیین ویژگی‌های مکانیکی مانند طول عمر مفید و مقاومت در مقابل عوامل نقیصه زا برای آن‌ها در مقایسه با پلی اتیلن‌های نسل قبلی از نظر بسیاری از تولیدکنندگان پلیمر پایه و سازندگان محصول نهایی این دسته از پلی اتیلن‌ها به خصوص گرید CRPE100 کاملا شناخته نشده است و تحقیقات در این زمینه‌ها همچنان ادامه دارد.

علاوه براین با توجه به ماهیت ویسکوالاستیک بودن رفتار پلی اتیلن و طول عمر قابل انتظار بیش از پنجاه سال برای لوله‌های پلی اتیلن تحت فشار، انتخاب معیارهای دقیق و در عین حال چابک که بتوان توسط آن‌ها مشخصات فیزیکی - مکانیکی به خصوص طول عمر مفید و مقاومت در مقابل عوامل نقیصه زا به خصوص رشد ترک آهسته (SCG , ESC) را برای CRPE100 ارزیابی و کنترل کیفی نمود تا براساس آن لوله‌های تحت فشار برای رده فشاری مختلف را مطابق با استانداردهای بین المللی طراحی و تولید کرد همچنان از موضوعات قابل توجه تولیدکنندگان مواد اولیه CRPE100، تولیدکنندگان لوله‌های پلی اتیلن و طراحان شبکه‌های گازرسانی و آب رسانی می‌باشند.

در این ارائه بخشی از مطالب فوق تحت عناوین زیر بیان می‌گردد:

۱- خلاصه ای از ملزومات لوله‌های تحت فشار مورد استفاده در شبکه‌های گازرسانی و آب رسانی و دلایل انتخاب لوله‌های پلی اتیلن با تاکید بر:

- درجه ایمنی بالا، رفتار مکانیکی داکتیل به عنوان یکی از مهمترین ملزومات مقاومت در مقابل عوامل نقیصه زا و طول عمر مفید بیش از پنجاه سال، مقاومت شیمیایی بالا و مقاومت خوب در مقابل محیط‌های مهاجم، فرآیندپذیری مناسب با حداقل ایستگاه‌های ایجاد کننده عوامل نقیصه زا و تکرارپذیر بودن محصول، سهولت نصب و بهره برداری و هزینه تمام شده

۲- اهداف مهم از تولید CRPE100 شامل :

- افزایش حداقل تنش قابل تحمل لوله برای طول عمر مفید بیش از پنجاه سال از طریق کاهش نرخ خزش (Creep)

- افزایش مقاومت در مقابل عوامل نقیصه زا، به خصوص رشد ترک آهسته (SCG,ESCR) به عنوان مهمترین عوامل نقیصه زا از طریق کنترل ساختمان مولکولی و توزیع وزن مولکولی دو قله‌ای

- بهبود رفتار رئولوژیکی و فرآیند پذیری مخصوصا استحکام مذاب به منظور کاهش محدودیت‌های تولید لوله‌های با ضخامت بالا برای رده های فشاری بالا و قطرهای بزرگ

- کاهش ضخامت لوله برای یک رده فشاری مشخص و در نتیجه کاهش اثر ضخامت به عنوان تشدید کننده نقیصه‌های ناشی از رشد آهسته ترک

۳- توصیف ساختار بلورینگی پلی اتیلن و نقش هریک از دو فاز بلور و آمورف در تعیین رفتار و خواص مکانیکی آن

۴- تشریح ساختار مولکولی و توزیع دو قله‌ای وزن مولکولی CRPE100 و ارتباط آن با بلورینگی، ویژگی‌های مکانیکی و فرآیندپذیری آن

ارتقاخواص کوپلیمر EPD60R پتروشیمی شازند برای تولید لوله های غیرفشاری

دکتر سودبر – بخش تحقیق و توسعه پتروشیمی شازنـــد

کوپلیمر های بلوکی پروپیلن در صنایع مختلف و از جمله صنعت لوله مورد استفاده می باشند. یکی از محصولات شرکت پتروشیمی شازند به نام کوپلیمرEPD60R نیز به عنوان کوپلیمر بلوکی پلی پروپیلن از سالها پیش به عنوان گرید لوله در ایران شناخته شده و مورد استفاده بوده است. امکان استفاده از این ماده در ساخت لوله های غیر فشاری نظیر لوله های Push fit فاضلابی وهمچنین لوله ای دوجداره Corrugated وجود دارد. ولیکن بعضاً شرکت های لوله ساز ایرانی به جای استفاده از این محصول پتروشیمی شازند تمایل به استفاده از مواد وارداتی با مدول الاستیک بالاتر دارند. علت این امر سفتی حلقوی بالاتر در لوله های تولیدی با مواد وارداتی است که نهایتاً به سبک تر شدن لوله می انجامد. لذا افزایش مدول الاستیک محصول پتروشیمی شازند و رساندن آن به یکی از محصولات شرکت بروج به نام BirECO BA415E به عنوان هدف در این پروژه انتخاب شد.

در قدم اول در اجرای این پروژه ماده تولیدی توسط پتروشیمی شازند (60R) و ماده وارداتی و یا همان هدف پروژه (415 E) در چند آزمون مختلف با یکدیگر مقایسه شدند که نتایج آن به شرح زیر می باشد:

آزمـــون کشش

آزمون کشش با سرعت ۱۰ میلیمتر بر دقیقه و با استفاده از کستنسومتر بر روی پنج نمونه از هر ماده مطابق با استاندارد ASTM D638 انجام گرفت. متوسط نتایج در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- مقایسه خواص کششی 60R با 415E

نمونه	مدول یانگ (MPa)	تنش تسلیم (MPa)	کرنش تسلیم (٪)
R60	1208	26	10
415E	1510	30	9

همانطور که در جدول ۱ مشاهده می گردد. مدول الاستیک ماده هدف حدوداً ۲۵٪ بالاتر ماده 60R می باشد که همین تفاوت علت تفاوت در سفتی حلقوی لوله بوده و مینای تعریف این پروژه بوده است. جهت افزایش مدول نیاز به افزایش ساختار بلوری در پلیمر می باشد هسته سازهای مختلفی مورد بررسی قرار گرفت که پس از فعالیت های پژوهشی مکرر مخلوط هیبریدی از تالک و یک افزودنی اورگانو فسفر انتخاب گردید جدول ۲ مقایسه خواص مدول حلقوی و سفتی حلقوی 60R ارتقاء یافته تحت عنوان 60RM با دو پلیمر را نشان می دهد.

جدول ۲- مقایسه لوله های تولیدی از سه گرید

	مدول حلقوی(MPa)	سفتی حلقوی(KN/m^2)
60R	987	2.93
415E	1250	3.71
60RM	1252	3.80

موضوع: تولید پلی‌پروپیلن RCT با کاربرد در تولید لوله های آب گرم در شرکت صنعتی نوید زر شیمی

فرزین صادق وندی*[۱]، علیرضا صحاف امین[۲]، هادی فخری[۳]، آسیه عطاردی[۴]
۱. شرکت صنعتی نوید زر شیمی، ۲. شرکت لوله سازی وحید، ۳. شرکت آذین لوله، ۴. مرکز تحقیقات مسکن و شهرسازی

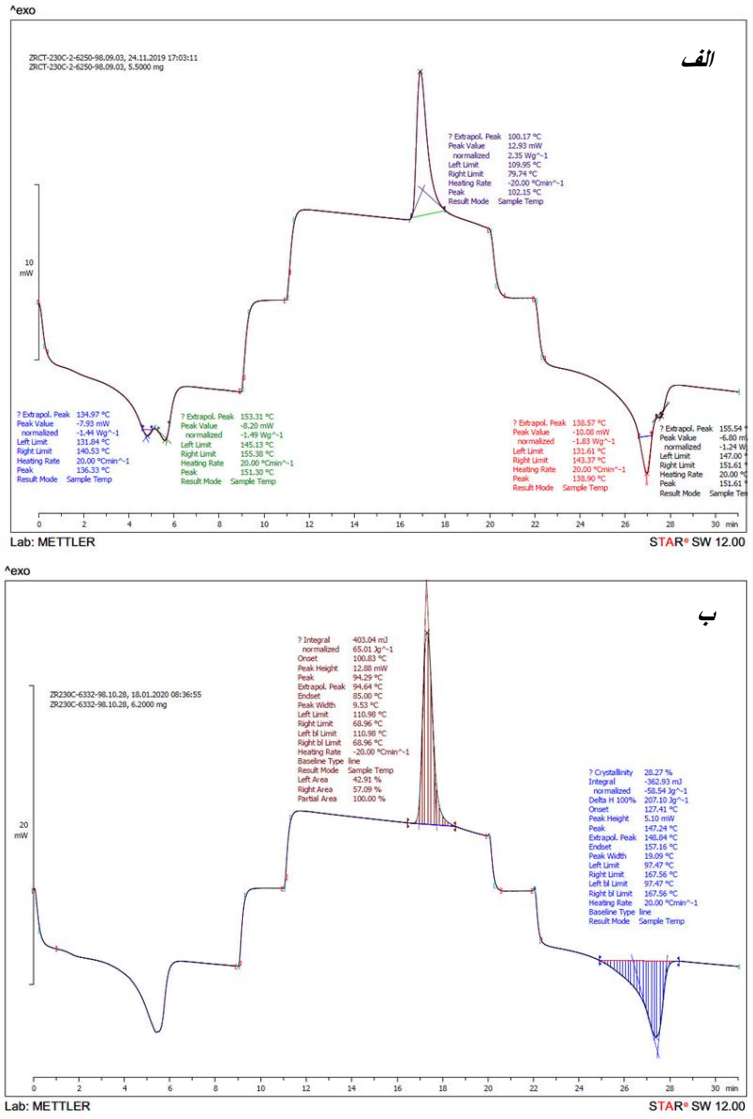
پلی‌پروپیلن (PP) پلیمری نیمه‌بلورین[۱] با توزیعی یکنواخت از نواحی بلوری و بی‌شکل[۲] می‌باشد. مهمترین عامل موثر در خواص فیزیکی و مکانیکی PP میزان بلورینگی و نوع ساختار آن می‌باشد. بسته به ساختار سلول واحد ناحیه بلورین، PP در سه شکل بلوری α، β و γ وجود داشته و از اینرو ساختاری چند شکلی[۳] دارد. بسته به نوع افزودنی‌های هسته‌ساز، می توان PP را در حداقل یکی از شکلهای بلورین خود ایجاد نمود. ساختار بلورین پلیمر، بر روی خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمر بسیار موثر بوده و فرآیندپذیری محصول نهایی را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد.

فرم پایدار و غالب ناحیه بلوری در زمان شکل دهی پلی‌پروپیلن، فرم α بوده که ساختاری مونوکلینیک دارد. دمای ذوب این ساختار برای Random-PP در محدوده ۱۵۰ °C می‌باشد. نقطه ذوب ساختارهای بلوری β یا هگزاگونال، بطور معمول $^{\circ}C$ ۱۵- ۱۲ کمتر از نقطه ذوب ساختارهای بلوری α است. ساختار بلوری γ به ندرت در PP دیده شده و از اینرو مورد بحث قرار نمی‌گیرد. استفاده از افزودنی‌های هسته‌ساز β در فرمولاسیون رزین های PP، مزایای بی‌همتایی برای استفاده از این رزین‌ها در صنعت لوله‌های ساختمانی و زه‌کشی ایجاد می‌نمایند، که عبارتند از:

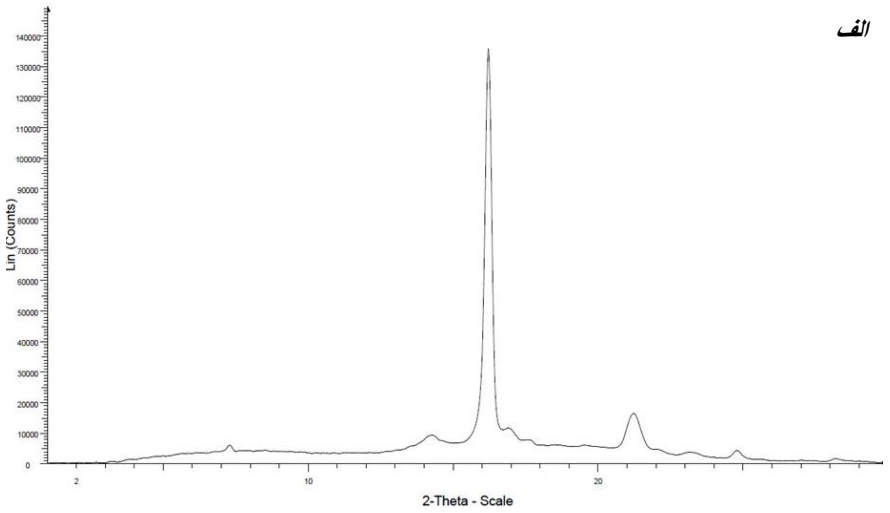
- ✓ اصلاح مقاومت در برابر ضربه
- ✓ افزایش استحکام خزشی طولانی مدت
- ✓ توانایی استفاده از لوله‌های با جداره نازک‌تر
- ✓ کاهش مصرف برق و آب در خطوط اکستروژن لوله
- ✓ افزایش مقاومت در برابر تنش‌های حرارتی
- ✓ تحمل فشارهای بالا
- ✓ افزایش سرعت اکستروژن
- ✓ بهبود قابل ملاحظه در جوش پذیری

شرکت صنعتی نوید زر شیمی با توسعه و تولید محصولات β-RCP، با نام تجاری ZRCT230C، موفق به ارائه محصولی برای تولید لوله هایی با تحمل فشار و دمای بالا در دوره های طولانی مدت گردید، که بطور موفقیت آمیزی در همکاری بسیار نزدیک با شرکتهای لوله سازی وحید و آذین لوله و نیز همکاری با مرکز تحقیقات مسکن و شهر سازی، مورد استفاده برای تولید لوله هایی گردیدند که شکافتگی ناشی از خزش برای آنها مطابق با استانداردهای تولید لوله های نوع RCT می باشند. رفتار حرارتی مواد مزبور مطابق با آزمون کالریمتری روبشی تفاضلی[۴] (DSC)، مقاومت در برابر ضربه در مقایسه با مواد متداول فاقد این ساختار بلوری، گراف پراش اشعه X و نیز آزمون رشد آهسته ترک[۵] (SCG) با اعمال فشار هیدروستاتیک به لوله‌ها در دماهای معین (hoop stress) برای محصول ZRCT230C و لوله های با سایز ۲۰ و ۲۵ میلیمتر صورت پذیرفته است.

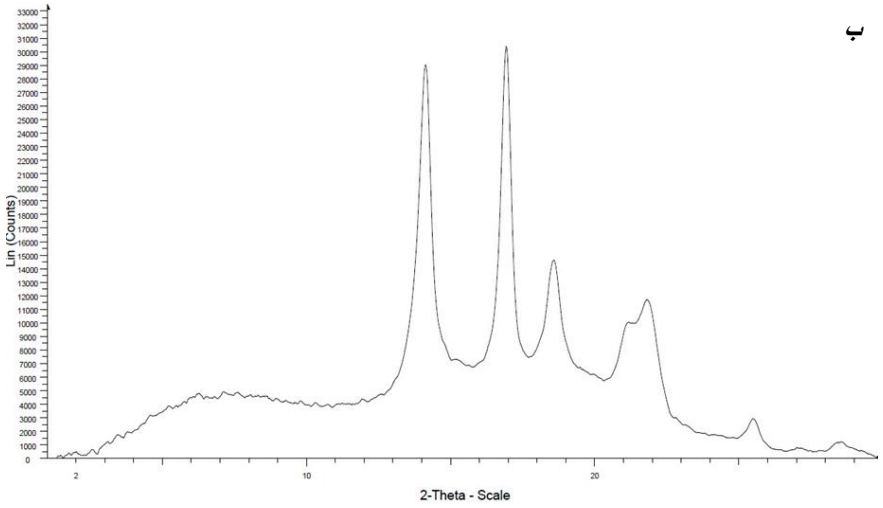
۱. Semi-crystalline
۲. Amorphous
۳. Polymorphism
۴. Differential Scanning Calorimetry (DSC)
۵. Slow Crack Growth (SCG)



شکل ۱ مقایسه ترموگرام پایش DSC برای نمونه *(الف)* ZRCT230C و *(ب)* ZR230C بصورت Heat-Cool-Heat



ب



شکل ۲ مقایسه الگوی پراش WAXD برای ساختار بلوری (الف) ZRCT230C با نمونه ZR230C

مواد پلی پروپیلن *MR230C* با خواص ارتقاء یافته و گرید جدید *MR240C*

رامین شمسی[1*]، احمد دهقان[1]، حجت الله رشیدی[1]، سلیمان گلپور[1]

[1] شرکت پتروشیمی مارون

* (مسئول مکاتبات): رامین شمسی، دکترای مهندسی پلیمر، واحد پژوهش و نوآوری، پتروشیمی مارون

چکیده

شرکت پتروشیمی مارون با ارتقاء خواص گرید *MR230C* و همچنین تولید یک گرید جدید با نام *MR240C* که دارای فاز بلوری بتا (*PP-RCT*) می باشد گام های جدی در راستای توسعه گریدهای با کاربری استفاده در لوله و اتصالات ساختمانی دنبال می کند. در بخش اول این مقاله عملکرد گرید *MR230C* ارتقاء یافته روی خطوط تولید لوله و اتصالات در چند کارخانه مورد ارزیابی قرار گرفته و با برخی گریدهای مشابه مقایسه شده است. در بخش دوم نتایج آزمون های *WAXD*، *DSC*، مقاومت به ضربه، دمای پایداری حرارتی (*HDT*)، کشش (*Tensile*) و مدول خمشی جهت مقایسه ویژگی های ساختاری و خواص مکانیکی گرید *MR240C* با گرید *MR230C* تشریح شد. نتایج بیانگر وجود فاز کریستالی بتا به میزان ۸۰ درصد در گرید *MR240C* و همچنین قابلیت تحمل بالای این گرید در برابر ضربه حتی در دمای صفر درجه سانتی گراد است.

۱- شرح

۱-۱- گرید *MR230C* ارتقاء یافته

گرید *MR230C* یکی از محصولات پلیمری تولیدی واحد پلی پروپیلن (*PP*) پتروشیمی مارون می باشد که به صورت گرانول تولید شده و به عنوان خوراک در کارخانه های تولید لوله و اتصالات انتقال آب گرم و سرد برای کاربردهای داخل ساختمان، ارائه می شود. بنابر گزارش های دریافت شده از شرکت های مختلف مشخص شد این گرید دارای معایبی از قبیل فرآیند پذیری دشوار و در برخی موارد مقاومت به ضربه پایین می باشد. در جدول ۱ مشکلاتی که سه شرکت لوله سازی هنگام استفاده از گرید *MR230C* با آن مواجه بودند ذکر شده است.

جدول ۱. مشکلات گرید *MR230C* در خطوط تولید شرکت های لوله و اتصالات وحید، آذین لوله سپاهان و اتصال بسپار

نام شرکت	مشکلات گرید *MR230C*
آذین لوله سپاهان	• کاهش سرعت تولید لوله با سایز (قطر اسمی) ۲۰*mm* به میزان ۳۵ الی ۴۰ درصد در مقایسه با گریدهای کره ای • عدم امکان تولید لوله های سایز بالای (با قطر اسمی بالاتر از ۵۰ *mm*) با کیفیت
اتصال بسپار	• افزایش آمپر مصرفی اکسترودر هنگام تولید لوله از این گرید در مقایسه با سایر گریدها • مشاهده نوسان ضخامت در لوله های تولید شده • بالا بودن ضایعات مواد *MR230C* هنگام راه اندازی خط تولید لوله
لوله و اتصالات وحید	• مقاومت به ضربه پایین در برخی از لوله های تولید شده

به منظور رفع نقایص فوق الذکر طی چند مرحله تغییراتی در فرمولاسیون تولید این گرید در مجتمع پتروشیمی مارون اعمال شد و در نهایت معایب ذکر شده در جدول ۱ برای گرید *MR230C* در گرید جدید (*MR230C* ارتقاء یافته) مرتفع گردید. بازخوردهای دریافت شده پیرامون لوله و اتصالات تولید شده از گرید *MR230C* ارتقاء یافته در شرکت های آذین لوله سپاهان، مونا پلیمر و اتصال بسپار به همراه مقایسه آن با گرید *MR230C* قدیم و گرید های مشابه تولید شده توسط سایر شرکت های پتروشیمی در جدول های ۲ و ۳ نشان داده شده است.

برخی از نتایج تست های انجام شده روی لوله های تولید شده از گرید *MR230C* ارتقاء یافته در سایز های ۲۰ و ۱۲۵ میلی متر توسط شرکت لوله و اتصالات وحید در جدول ۴ قابل مشاهده است.

جدول ۲. بازخورد گریدهای مختلف روی خطوط تولید لوله و اتصالات در شرکت های آذین لوله سپاهان و مونا پلیمر

گرید پلی پروپیلن رندوم با کاربری تولید لوله و اتصالات	حداکثر سرعت قابل دستیابی در خط تولید لوله با سایز ۲۰ میلی متر (متر بر دقیقه)	حداکثر سایز لوله استاندارد قابل تولید (میلی متر)	فرایند پذیری تزریق		مقاومت به ضربه اتصالات تولید شده
			قابلیت تولید اتصالات ساده	قابلیت تولید اتصالات تلفیقی	
گرید *A* *	۱۸	۵۰	خوب	متوسط	متوسط
گرید *B* **	۱۸	۵۰	خوب	متوسط	متوسط
MR230C	۱۳	۳۲	خوب	متوسط	بسیار خوب
MR230C ارتقاء یافته	۲۰ ***	۱۱۰ ****	عالی	عالی	خوب
R200P	۲۰	۱۱۰	عالی	عالی	عالی

* و ** : گریدهای تولید شده توسط شرکت های پتروشیمی رقیب

***: حداکثر سرعت عملی این خط تولید ۲۰ متر بر دقیقه است که در یک تست حتی با بالاتر بردن سرعت خط به ۲۲ متر بر دقیقه، لوله استاندارد بدون هیچ مشکلی از مواد *MR230C* ارتقاء یافته تولید شد.

****: تست تولید لوله با سایز ۱۲۵ میلی متر انجام نشد.

جدول ۳. بازخورد گریدهای مختلف روی خطوط تولید لوله و اتصالات در شرکت اتصال بسپار

گرید پلی پروپیلن رندوم با کاربری تولید لوله و اتصالات	آمپر مصرفی اکسترودر در خط تولید لوله با سایز ۲۰ میلی متر	آمپر مصرفی اکسترودر در خط تولید لوله با سایز ۶۳ میلی متر	درصد نوسان ضخامت لوله با سایز ۲۰ میلی متر	میزان ضایعات راه اندازی برای تولید لوله با سایز ۲۰ میلیمتر (متر)	فرایند پذیری تزریق			مقاومت به ضربه اتصالات تولید شده
					قابلیت تولید اتصالات ساده	قابلیت تولید اتصالات تلفیقی***	قابلیت پخش رنگ	
گرید *A* *	۷۰	۱۰۰	۱/۱۵	۶۰	خوب	ضعیف	ضعیف	متوسط
MR230C	۶۷	**	۱/۱۵	۱۲۰	عالی	متوسط	متوسط	خوب
MR230C ارتقاء یافته	۶۴	۹۴	<۰/۴	۲۴	عالی	عالی	عالی	عالی
RP2400	۶۰	۹۰	<۰/۴	۱۸	عالی	عالی	عالی	عالی

*: گرید تولید شده توسط شرکت پتروشیمی رقیب

**: در این شرکت تاکنون لوله با سایز ۶۳ میلی متر از گرید *MR230C* قدیم تولید نشده است.

***: اتصالات جوشی پلی پروپیلن- برنج

جدول ۴. نتایج آزمون های انجام شده روی لوله های با سایز (قطر اسمی) ۲۰ و ۱۲۰ میلی متر تولید شده از گرید *MR230C* ارتقاء یافته در شرکت لوله و اتصالات وحید

شرح آزمون	استاندارد روش آزمون	حد استاندارد	نتیجه آزمون برای لوله با سایز ۲۰	نتیجه آزمون برای لوله با سایز ۱۲۵
وضعیت ظاهری	ملی ۲-۶۳۱۴	مطابق بند ۴-۳	مطابقت دارد	مطابقت دارد
مقاومت در برابر فشار داخلی *T=20 °C, t=1h, P=47.3 bar (size 20) P=49 bar (size 125)*	ملی ۱-۱۲۱۸۱ ملی ۲-۱۲۱۸۱	فاقد ترکیدگی و شکستگی باشد	فاقد ترکیدگی، شکستگی و ترک	فاقد ترکیدگی، شکستگی و ترک
مقاومت در برابر فشار داخلی *T=95 °C, t=165h, P=12.61 bar (size 20) P=13 bar (size 125)*	ملی ۱-۱۲۱۸۱ ملی ۲-۱۲۱۸۱	فاقد ترکیدگی و شکستگی باشد	فاقد ترکیدگی، شکستگی و ترک	فاقد ترکیدگی، شکستگی و ترک
آزمون ضربه روش پاندولی (در آب و یخ و دمای *0 °C*)	ملی ۱-۱۲۸۲۸ ملی ۲-۱۲۸۲۸	*TIR* < ۱۰٪	مطابقت دارد	مطابقت دارد
آزمون ضربه روش ساعتگرد (در آب و یخ و دمای *0 °C*)	ملی ۱۱۴۳۸	*TIR* < ۱۰٪	مطابقت دارد	مطابقت دارد
حداکثر برگشت طولی (درصد)	*ISIRI 17614*	٪۲ ≥	۱/٪۲	۱/٪۲
آزمون *MFI* ماده اولیه	*ISIR 6980-1*	۰/۵ ≥	۰/۲۲	۰/۲۲

نتایج آزمون های انجام شده در شرکت های لوله و اتصالات وحید، آذین لوله سپاهان و اتصال بسپار نشان داد در گرید جدید (*MR230C* ارتقاء یافته) تمام نواقص قبلی بر طرف شده و در بسیاری از ویژگی های فرایند پذیری و خواص مکانیکی معادل گریدهای معروف کره ای (*RP2400* و *R200P*) شده است. نکته قابل توجه در این گرید افزایش قابل ملاحظه خواص فرایند پذیری با وجود *MFI* پایین این گرید است (*MFI=0.22, 2.16 kg, 230 °C*) که می تواند دوام و افزایش خواص مکانیکی بلند مدت را نیز به دنبال داشته باشد.

لازم به ذکر است گرید *MR230C* ارتقا یافته یک رندوم کوپلیمر با فاز بلوری آلفا (*PP-R*) است که پس از حصول اطمینان از قابلیت های آن در خطوط تولید لوله و اتصالات کارخانه های مختلف، به عنوان ساختار پایه در تولید یک گرید *PP-RCT* با نام *MR240C* که دارای ۸۰ درصد فاز بلوری بتا است مورد استفاده قرار گرفت. استفاده از ساختار پایه *MR230C* ارتقاء یافته در تولید گرید *PP-RCT* منجر به افزایش بیش از پیش خواص مکانیکی کوتاه مدت و بلند مدت و احتمالا فرایند پذیری خواهد شد.

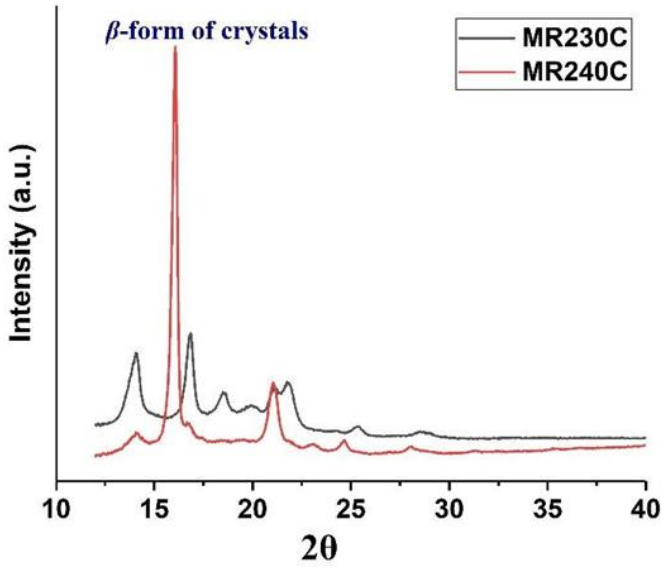
۲-۱- گرید *MR240C*

گرید *MR240C* یک کوپلیمر تصادفی با ساختار کریستالی بتا (*PP-RCT*) می باشد که در مقایسه با گریدهای با فاز بلوری آلفا (*PP-R*) دارای مزیت هایی به شرح زیر است:

- مقاومت به ضربه بالاتر (حدود ۲/۸ برابر در دمای صفر درجه سانتی گراد و ۲/۲ برابر در دمای ۲۳ درجه سانتی گراد)
- در قطر خارجی برابر برای لوله، ظرفیت هیدرولیکی بالاتری دارد

- در قطر داخلی برابر برای لوله، مصرف مواد را ۱۵ تا ۲۵ درصد کاهش می دهد
- افزایش راندمان تولید لوله و اتصالات توسط اکسترودر و دستگاه تزریق
- قابلیت استفاده در رده کاربری ۵ استاندارد *ISO 15874* که برای لوله و اتصالات گرمایشی ساختمان بوده و می تواند جایگزین لوله های تک لایه یا پنج لایه پلی اتیلن شبکه ای (*PEX*) گردد
- قابلیت تحمل فشار هیدروستاتیک بالاتر و در نتیجه طول عمر بالاتر

به منظور بررسی ساختار بلوری گرید *MR240C* و مقایسه آن با یک گرید دارای فاز بلوری آلفا (*MR230C* ارتقا یافته)، آزمون های *WAXD* و *DSC* مورد استفاده قرار گرفت (شکل های ۱ و ۲). نتایج این آزمون ها (جدول های ۵ و ۶) بیانگر موفقیت آمیز بودن تشکیل بلور های بتا در گرید *MR240C* است.



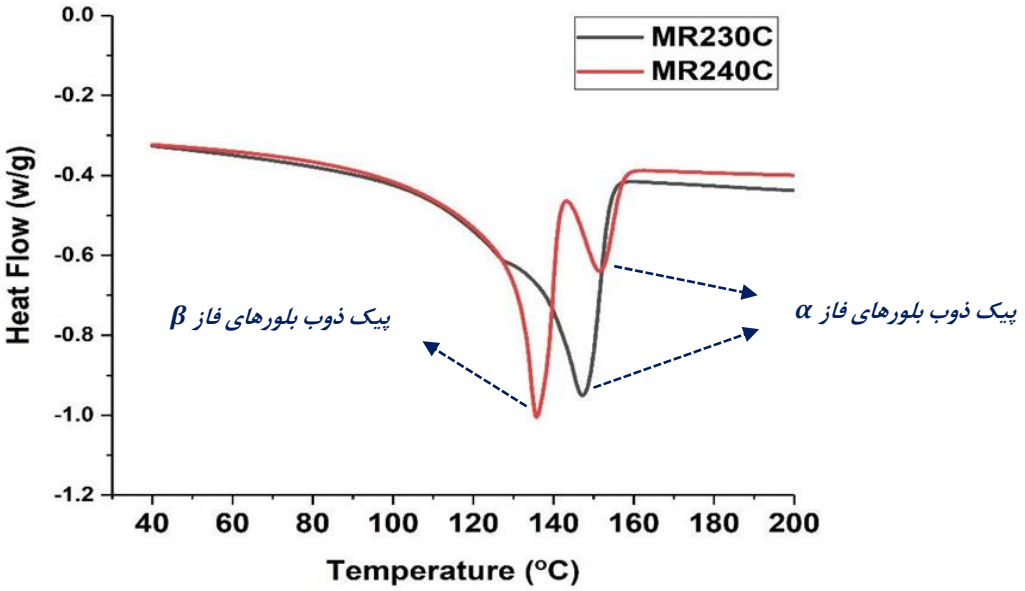
شکل ۱. نمودارهای *WAXD* برای گریدهای *MR230C* ارتقا یافته و *MR240C*

جدول ۵. اطلاعات استخراج شده از منحنی های *WAXD* برای تعیین سهم فاز بلوری بتا

نمونه	سهم فاز بلوری بتا (%)
MR230C	صفر
MR240C	۸۲/۸

جدول ۶. اطلاعات استخراج شده از منحنی های ذوب *DSC* گریدهای *MR230C* ارتقا یافته و *MR240C*

نمونه	آنتالپی ذوب برای فاز بتا *(J/g)*	آنتالپی ذوب برای فاز آلفا *(J/g)*	آنتالپی ذوب کل *(J/g)*	نسبت آنتالپی فاز بتا به آلفا	سهم آنتالپی ذوب فاز بتا *(%)*	دمای ذوب فاز بتا *(°C)*	دمای ذوب فاز آلفا *(°C)*
MR230C	۰	۴۰/۲	۴۰/۲	۰	۰	–	۱۴۷/۲
MR240C	۳۵/۹	۸/۸	۴۴/۷	۴/۱	۸۰/۳	۱۳۵/۹	۱۵۱/۶



شکل ۲. ترموگرام های *DSC* برای گریدهای *MR230C* ارتقا یافته و *MR240C*

به منظور مقایسه خواص مکانیکی *MR240C* (به عنوان یک گرید *PP-RCT*) با *MR230C* ارتقا یافته (به عنوان یک گرید *PP-R*) آزمون های مقاومت به ضربه، *HDT*، کشش و مدول خمشی برای هر نمونه در شرایط یکسان انجام شد و سپس بر اساس نتایج بدست آمده درصد افزایش یا کاهش هر پارامتر برای گرید *MR240C* نسبت به گرید *MR230C* ارتقا یافته تعیین گردید (جدول ۷). همانطور که در جدول ۷ مشاهده می شود مدول خمشی و کرنش در نقطه تسلیم بدون تغییر باقی مانده و بجز کاهش جزئی تنش در نقطه تسلیم سایر خواص مکانیکی برای گرید *MR240C* بهتر از گرید *MR230C* ارتقا یافته است. از بین پارامترهای تعیین شده در جدول ۷، بیشترین افزایش مربوط به مقاومت به ضربه می باشد که بیانگر مقاومت به ضربه ۲/۲ برابر در دمای ۲۳ درجه سانتی گراد و ۲/۸ برابر در دمای صفر درجه سانتی گراد گرید *MR240C* نسبت به *MR230C* ارتقا یافته است. لازم به ذکر است کاهش جزئی تنش در نقطه تسلیم برای گرید *MR240C* ناشی از خاصیت ذاتی بلورهای بتا است که تاثیر منفی در کاربرد محصول نهایی نخواهد داشت.

در آینده برای گرید *MR240C* نتایج تست های مکانیکی بلند مدت از قبیل: فشار هیدروستاتیک، ترموسیکلیک و ...، مطابق با استاندارد *ISO 15874* (رده کاربری ۵) که مختص لوله و اتصالات تولید شده از گریدهای *RCT* است ارائه خواهد شد.

جدول ۷. میانگین درصد افزایش/ کاهش خواص مکانیکی برای گرید *MR240C* نسبت به گرید *MR230C* ارتقا یافته

نوع آزمون		میانگین درصد افزایش برای *MR240C* نسبت به *MR230C* ارتقا یافته (٪)	میانگین درصد کاهش برای *MR240C* نسبت به *MR230C* ارتقا یافته (٪)
مقاومت به ضربه	در دمای *23 °C*	۲۲۰	–
	در دمای *0 °C*	۲۸۰	–
HDT		۱۲	–
کرنش تا نقطه شکست		~۱۳۰	–
تنش در نقطه شکست		~۳۶	–
مدول خمشی		۰	–
کرنش در نقطه تسلیم		–	۱
تنش در نقطه تسلیم		–	۹

۲- جمع بندی

اصلاح خواص گرید *MR230C* منجر به تولید گرید *MR230C* ارتقا یافته در پتروشیمی مارون شد. تست این گرید در خطوط تولیدی کارخانه های مختلف بیانگر ارتقاء قابل ملاحظه خواص فرایند پذیری و مقاومت به ضربه این گرید بود به طوریکه خواص گرید *MR230C* ارتقا یافته تا حد زیادی مشابه خواص گریدهای معروف کره ای (از قبیل: *RP2400* و*R200P*) می باشد. پس از دستیابی به دانش فنی تولید یک گرید *PP-R* (*MR230C* ارتقا یافته) که منطبق با انتظارات صنایع تولید کننده لوله و اتصالات بود برنامه تولید یک گرید جدید از خانواده *PP-RCT* با نام *MR240C* مد نظر قرار گرفت. گرید *MR240C* در بسیاری از خواص از گرید *MR230C* ارتقاء یافته نیز بهتر بوده و پیش بینی می شود بتواند در سیستم های گرمایشی ساختمان جایگزین لوله های تک لایه و پنج لایه *PEX* گردد. همچنین این گرید امکان تولید لوله و اتصالات استاندارد و با ضخامت کمتر را بدون افت خواص نسبت به گرید های *PP-R* میسر می سازد که در نتیجه آن میزان مصرف مواد اولیه برای تولید لوله و اتصالات کاهش می یابد.

SAMPOLTEK LTD
POLYOLEFIN TECHNOLOGY TEAM
Amir Karbasi
FINLAND

4th February 2020

1st Polyolefin Pipe Conference, 14th – 15th June 2020, Olympic Hotel
Association of PE Pipe & Fittings Producers (IPPFA)

SUMMARY OF PRESENTATION:
NEW GENERATION OF PE-100 BLACK PIPE MATERIALS;
A LOOK INTO DEVELOPMENTS, APPLICATIONS & FUTURE VISIONS.
DIFFERNTITATION IS SUCCESS KEY FACTOR.

In this presentation, we will have review on history of HDPE pipe material history during las thirty years and direction of progress of this industry.

Today, about 220 million tons of polyolefins are globally produced (about 1200 production plants), 60 million ton of HDPE. Share of HDPE pipe and conduit material is 16-17% of all HDPE produced. Global HDPE pipe market is around 16 billion USD and will reach 20 billion USD by year 2025.

POLYOLEFIN WORLD IS CHANGING

PO industry is facing new challenges and is under a deformation process. Shale-gas based ethylene, green ethylene, change of consumption philosophy and mindset of public consumers, increasing of recycling, environmental challenges and reduction of short life cycle plastic products is putting more pressure on global competition. This will highlight pressure on small, stand-alone and non-technology owner producers and primarily in Middle-East. This will naturally result in Priced to Sell.

You are small producer if annual PO production capacity is below 1 million ton.

ARE YOU READY AND HOW TO SURVIVE?

Differentiation is the only way to survive.

PE-80 pipe material was introduced in 1980s which was followed by commercialization of PE-100 Black pipe material in 1995 first by INEOS Olefins & Polymers (formerly BP Chemicals). This followed by BOREALIS, LYONDELLBASELL and others in the beginning of 2000s.

Further development of standard PE-100 Black pipe material has resulted in new generation of PE-100 Black HDPE pipe materials including:

1) PE-100 LS Black for large diameters pipes (2001),
2) PE-100 RC Black with raised crack resistance (2005),
3) PE-100 RD Black with resistance to disinfectants (2014) and
4) PE-100 RT Black with raised temperature resistance (2016).

CLOSER LOOK TO NEW GENERATION OF PE-100 BLACK PIPE MATERIALS

PE-100 LS Black pipe material

It is not possible to produce larger diameter HDPE pipes (> 630 mm) with standard PE-100 Black material due to sagging on the walls of the pipe during pipe extrusion. This results in flow of molten polymer down inside of the pipe and causes non-uniformity in pipe wall thickness.

This problem is solved by introduction of a material with better melt strength property (higher viscosity at lower share rate) during extrusion of large diameter pipes.

PE-100 LS Black pipe material is used for production of pipes with diameter 400 – 3500 mm.

SAMPOLTEK LTD
POLYOLEFIN TECHNOLOGY TEAM
Amir Karbasi
FINLAND

4th February 2020

PE-100 RC Black pipe material

Ideal conventional installation of PE-100 pipes with sand bed is not always possible, cost-effective and timewise lucrative. Sand-less bedding or NO-DIG pipe installations allows for installation cost reduction up to 50%.

Along development of non-conventional alternative installation techniques such as trenchless-horizontal drilling, pipe bursting and pipe relining, also a new generation of PE-100 class pipe material has been developed with improved resistance against slow crack growth and rapid crack propagation. Requirements defined in PAS 1075 established in 2009 in Germany.

Standard PE-100 Black pipe material cannot be used by NO-DIG installation techniques due to formation of rills, grooves, scratches, rock impingement and point load.

PE-100 RC Black pipe material requirement according to DIN PAS 1075 for Notched Pipe Test (ISO 13479: 80°C/ 9.2 bar), Point Loading Test (Hessel Ingenieurtecknik GmbH: 80°C/ 4 MPa, 2wt % Arkopal N100) and FNCT (ISO 16770: 80°C/ 4 MPa, 2wt % Arkopal N100) is **>8760 hours**.

PE-100 RC Black is a new PE-100 Class pipe material for municipal utilities.

PE-100 RD Black pipe material

New disinfection techniques are now used for drinking water. Chlorine dioxide is used for disinfection (called chlorination) of municipal drinking water. Chlorine species used as disinfectants in tap water have a deteriorating effect on many materials including Standard PE-100 Black pipe material.

A new PE-100 Black Pipe with improved resistance to disinfectants (chlorine dioxide ClO2) replaces standard PE-100 Black pipe material.

PE-100 RD Black is a new PE-100 Class pipe material for drinking water systems.

PE-100 RT Black Pipe material

Standard PE-100 Black material cannot be used in pipe applications above >40°C.

A new PE-100 class pipe material with improved pressure resistance at elevated temperatures with excellent heat aging and extremely high extraction stability is commercialized for pressure and non-pressure pipe requirements to elevated temperatures up to 70°C.

It is intended to use when ambient or fluid temperature are consistently above 50°C. This material is more commonly used in hot water and industrial applications and relatively seldom in buried water or gas networks. But in certain hot regions and applications it may be necessary.

PE-100 RT Black is a new PE-100 Class pipe material for industrial (such as cable protection), waste & soil, geothermal, drinking water and gas pipes.

PE-RT TYPE II

Last but not least is development of new PE class pipe materials for Hot and Cold water systems inside buildings.

PE-RT are PE-HD natural pipe materials with improved pressure resistance at elevated temperatures (up to 70°C). Type II has an improved pressure resistance compared to Type I.

Type I is a suitable choice for underfloor heating applications.

SAMPOLTEK LTD
POLYOLEFIN TECHNOLOGY TEAM
Amir Karbasi
FINLAND
4th February 2020

Type II is a material of choice for the more demanding applications like radiator heating and drinking water, either monolithic or as a multilayer pipe combined with aluminum.

PE-RT is a new PE Class pipe material for Hot and Cold water systems inside buildings.

BUT WHAT ARE NEWEST TRENDS AFTER DIFFERENTIATIONS OF PE-100? COMBINE THE PROPERTIES!

The newest and current trend by PO raw material producers is toward reduction of number of plastic raw materials. Therefore, a newer generation of commercial PE-100 Class materials with combined properties of LS, RC, RD and (RT) in one material are already introduced.

BOREALIS/BOROUGE, INEOS O&P, LYONDELLBASELL and SABIC pioneers of PE-100 Black pipe materials commercialized PE-100 Black pipe materials with combined improved resistance to sagging, improved resistance against slow crack growth and rapid crack propagation, and improved resistance to disinfectants. Examples are:

- BOREALIS & BOROUGE, HE-3490 LS-H Black (LS-RC)
- INEOS O&P, TUB121 N9000 Black (LS-RC)
- SABIC, Vestolen A RELY 5922R-10000 Black (LS-RC)
- BASELL, Hostalen CRP 100 RCD Black (RD-RC)
- INEOS O&P, TUB121 NRG Black (RT-RC)

It seems that trend for tomorrow's PE-100 Black pipe material will be commercialization of new PE-100 Black material with combined properties, **All in One** (LS, RC and RD and maybe RT)

HOW ONE CAN DIFFERENTIATE? DIFFERENTIATE AND SURVIVE!

Small, stand-alone and non-technology owner PO producers which are producing general purpose commodities or standard products has to go for differentiation of its product portfolio by producing more value-added, specialties and new generation products to gain a better competiveness position in changing global PO market.

To be able to differentiate, one has to gain Technology Platform. The Technology Platform is a necessary and needful tool for differentiation. In absence of the Technology Platform, one ends up to production of general purpose commodities and or standard outdated products, licensed originally by production technology licensor (LYONDELLBASELL, INEOS, MITSUI Chemicals, and UNIVATION Technologies etc.).

Production window is comparable to a line when one has a Process and a Right Catalyst.
This single dimension production window becomes a pyramid of the Production Technology Platform with three dimensions when one has excess to sum of different KNOW-HOWs.

Pyramid of the Production Technology Platform includes apex, faces and base.

Apex is the Business.

Faces are the
Deep Application Know-How,
Deep Product Know-How,
Deep Catalyst Know-How and
Deep Process Know-How.

Base is the Production Technology Platform.
END.

موضــوع دوم

نـوآوری های ماشین آلات و تکنــولوژی های تولیــد

FIRST INTERNATIONAL POLYOLEFIN PIPE CONFERANCE

نقش صنعت ماشین‌سازی و تجهیزات در توسعه کشور

سید محمد مهدی هادوی

مرکز ساخت داخل، ماشین‌سازی و تجهیزات – وزارت صنعت، معدن و تجارت

بر اساس گزارش یونیدو در سال ۲۰۱۸، مرتبه رشد صنعت ماشین سازی و تجهیزات در چین رتبه سوم پس از رایانه و فلزات پایه، در کشورهای توسعه یافته رتبه سوم پس از محصولات دارویی و رایانه و در کشورهای در حال توسعه رتبه هفتم را دارد. از طرف دیگر طبق پژوهشی که توسط کانون طراحی مهندسی و طراحی مونتاژ ایران در بهمن سال ۸۳ انجام شده است و با عنوان "پژوهشی در تدوین استراتژی صنایع ماشین سازی و تجهیزات صنعتی ایران" مستند گردیده است، بخش های کشاورزی، معدن، صنایع غذایی، صنایع نساجی، پوشاک و چرم، صنایع شیمیایی پایانی، صنایع شیمیایی، صنایع پتروشیمی، صنایع فلزات اساسی، صنایع وسایل نقلیه موتوری، لوازم الکترونیکی و خانگی، صنایع ماشین سازی و تجهیزات، ساختمان و خدمات مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان می دهند که تغییر در تقاضای نهایی در بخش ماشین سازی و تجهیزات به میزان ۱ واحد باعث افزایش تولیدات کل اقتصاد، یا در واقع افزایش تولید به میزان ۲,۰۲۳ واحد می شود. تغییر در ارزش افزوده بخش ماشین سازی و تجهیزات به میزان ۱ واحد باعث افزایش عرضه در کل اقتصاد به میزان ۲,۲۵۹ واحد می شود. افزایش یک واحدی مصرف در صنایع ماشین سازی می تواند بصورت غیرمستقیم باعث رشد مصرف ۲درصدی در صنایع فلزات اساسی شود. بخش ماشین سازی وتجهیزات برای سرمایه گذاری پس از فلزات اساسی و صنایع غذایی از ارجحیت برخوردار است. تاثیرگذاری صنعت ماشین سازی و تجهیزات بر روی افزایش مصرف و در نتیجه تقاضا برای تولید، پس از صنایع غذایی، صنایع پوشاک و صنایع شیمیایی پایانی، بیشتر از بخش های دیگر است. در نهایت گزارش جمع بندی کرده است که بخش صنایع ماشین سازی و تجهیزات بعد از بخش صنایع غذایی موثرترین بخش در اقتصاد کشور می باشد. مطالعات بعدی نیز کم و بیش همین نتایج را تایید کرده‌اند.

در اقتصاد صنعتی هر کشور، برند یا نشان که بیان کننده کیفیت محصول و کالاست، در تداوم و پایداری فروش و کسب سهم قابل توجه بازار نقش کلیدی دارد. از مولفه های تاثیرگذار بر کیفیت محصول نهایی و در کنار نرم افزار (دانش فنی و فناوری پیشرفته)، مغزافزار (سرمایه های انسانی و مهارت های فردی) و نهادافزار (توانایی بسیج امکانات، استفاده از ظرفیت کارگروهی)، سخت افزار و ماشین آلات است. بعنوان یک نمونه، یکی از دلایل ضعف صنعت نساجی کشور، ماشین آلات فرسوده و قدیمی خطوط تولید اعلام می شود. کارشناسان عدم رقابت منسوج داخلی با منسوج وارداتی از کشورهای ترکیه، چین، پاکستان و حتی کشورهای شرقی آسیا را به نوع ماشین آلات مورد استفاده مرتبط می دانند.

سیاست هایی چون موارد زیر می تواند در توسعه و رشد صنعت ماشین سازی و تجهیزات کشور موثر و مفید باشد:

- حمایت از صنعت ماشین‌سازی کشور با تمرکز بر داخلی‌سازی طراحی، مهندسی و راه‌اندازی کارخانجات و همچنین تجهیزات طرح‌های توسعه‌ای بزرگ کشور
- ایجاد و تقویت شرکت‌های پیمانکاری عمومی و تخصصی.
- مدیریت هوشمند واردات ماشین‌آلات و تجهیزات طرح های بزرگ بگونه‌ای که هم از فناوری روز دنیا استفاده شود و هم سطح فناوری تولیدکنندگان داخلی ارتقا یابد.
- تامین مالی تسهیل شده، کاهش هزینه های تولید و تحریک تقاضا
- کاهش نرخ تسهیلات بانکی برای تولید کالاهای سرمایه‌ای و ماشین‌آلات با توجه به میزان عمق ساخت داخل
- پرداخت یارانه سود بانکی برای تولیدکننده کالاهای سرمایه‌ای
- تحریک تقاضا با ارائه تسهیلات به خریداران در بازار داخلی با فروش اقساطی یا لیزینگ و در بازار خارجی با تسهیلات صادرات
- اجرای دقیق قانون "حداکثر استفاده از توان تولیدی و خدماتی کشور و حمایت از کالای ایرانی" بهمراه پیاده سازی دقیق آیین نامه های تعیین عمق ساخت داخل، آیین نامه کشف قیمت کالاهای وارداتی دارای مشابه داخلی و رتبه‌بندی تولیدکنندگان کالا و خدمات
- تسهیل صادرات با فعال‌شدن دفتر یا دفاتری در خارج از کشور صرفا برای بازاریابی محصولات ایرانی
- تشویق سرمایه گذاری خارجی در تولید ماشین آلات در کشور و حمایت از صادرات این تولیدات حتی با برند خارجی
- شرکت فعال تولیدکنندگان ماشین آلات وتجهیزات در نمایشگاه های داخلی و خارجی با محوریت انجمن های صنفی
- تامین بخشی از بار مالی شرکت در نمایشگاه های داخلی و خارجی
- برگزاری نمایشگاه ها بر اساس اهداف از پیش تعیین شده توسط انجمن های صنفی ماشین سازی و ارزیابی رسیدن به اهداف پس از برگزاری و اصلاح فرایندها در نمایشگاه های بعدی
- تقویت و فعال‌سازی دفاتر تحقیق و توسعه در شرکت ها
- توسعه شبکه تولید و هوشمند سازی تولید بر اساس موج چهارم صنعتی به منظور کاهش قیمت تمام شده، بهبود کیفیت و تولید در زمان کوتاه تر

به نام خدا

سرفصلهای مطالب سخرانی انجمن صنفی کارفرمایی ماشین سازان و تولیدکنندگان تجهیزات پلیمری

مروری کوتاه و کلی به شکل گیری و اهداف انجمن

بررسی زنجیره ارزش و عوامل موثر در آن همچنین جایگاه صنعت ساخت ماشین آلات در زنجیره ارزش که بیان گر اهمیت و راهبردی بودن این صنعت میباشد و ارتباط مستقیمی با کیفیت محصول نهایی دارد و نگاهی مختصر به عوامل موثر در این زنجیره

بررسی موقعیت کشور و بسترهای موجود در زمینه تولیدات پلیمری و ساخت ماشین آلات داخلی پلیمری خصوصا ماشین آلات مورد استفاده در تولید لوله و اتصالات پلی اتیلنی

بررسی سیاستهای گذشته و حال که صنعت ساخت ماشین آلات پلیمری را تحت تاثیر قرار داده و میدهد

مروری بر دستاوردها و نوآوری های صنایع ماشین آلات پلیمری کشور و ظرفیتهای موجود در زمینه لوله و اتصالات و ارتباط آن با صنایع پایین دست و همچنین چگونگی شکل گیری یک نو آوری

آسیب شناسی صنعت ماشین آلات پلیمری و ارائه پیشنهاداتی در این حوزه مبتنی بر تجربیات سنوات گذشته و نگاهی اجمالی به ضعفها و کاستیهای و چشم اندازهای موجود

در نهایت جمع بندی و نتیجه گیری وضعیت صنعت ساخت ماشین آلات پلیمری در کشور

معرفی یک تجربه موفق در صنعت اکستروژن ترکیه
نادر خرازی امین – مدیر صادرات شرکت صارم

صارم تولید کننده ماشین آلات مورد استفاده در خطوط تولید لوله های پلیمری می باشد و همواره با ارائه آخرین تکنولوژی های موجود در این صنعت سعی در دستیابی به بالاترین راندمان ممکن با حداقل هزینه در دستگاه های تولیدی خود را دارد . خطوط تولیدی ما به بیش از ۴۰ کشور خارجی صادرات داشته و تیم های مهندسی ما همواره درحال بررسی و کسب دانش برای رسیدن به بالاترین بهره وری ممکن هستند . تیم های توسعه و تحقیقات ، آماده سازی برای پروژه ، ماشین سازی و اسمبلینگ و کنترل کیفیت صارم در کارخانه ای سرپوشیده به مساحت ۷۰۰۰ متر مربع در استانبول در حال فعالیت می باشند . در حال حاضر خطوط تولیدی ما شامل ماشین آلات تولید کننده: لوله های کاروگیت پلی اتیلن ، لوله های آبیاری قطره ای ، PP، PE، PPR-C، PVC، لوله های انتقال دهنده گاز طبیعی ، لوله های PEX جهت استفاده در سیستم های گرمایش از کف می باشند ، همچنین تمامی این خطوط بسته به نیاز متفاوت تولید کنندگان محترم قابل بهینه سازی هستند تا بتوانیم بالاترین راندمان ممکن را در خطوط تولید برای شما فراهم سازیم.

شرکت صارم از سال ۲۰۰۳ فعالیت خود را در حوزه تولید ماشین آلات تولید خطوط لوله های پلیمری آغاز کرده است در طی ۱۷ سال گذشته صارم از یک شرکت کوچک تنها با پنج نیروی کاری تبدیل به یکی از بزرگترین تولید کننده ماشین آلات تولید لوله شده است و هم اکنون تیمی متشکل از ۱۰۰ نیروی متخصص در این شرکت در حال فعالیت می باشند.

هدف و چشم انداز صارم، ارائه ماشین آلات با کیفیت و با استاندارد جهانی بوده و در راستای این هدف صارم سرمایه گذاری های متعددی برای انتقال دانش فنی از متخصصان و مشاوران معتبر جهانی در قالب همکاری های دو جانبه انجام داده است. از جمله این این همکاری ها می توان به تولید و طراحی دستگاه کاروگیتر اشاره کرد که با همکاری با شرکتی آلمانی انجام شد همچنین پروژه های دیگری از جمله وایندر های فول اتوماتیک، خطوط اکستروژن لوله های آبیاری قطره ای با سرعت بالای ۲۰۰ متر بر دقیقه و دستگاه سوکت زن لوله برای لوله های پوش فیت فاضلابی اشاره کرد.

New in extrusion technology

solEX NG

solEX NG 75-40

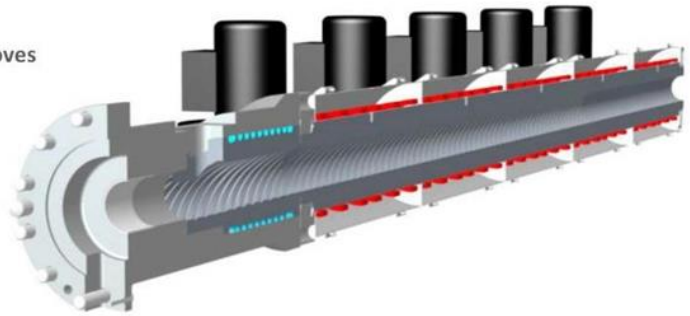
solEX NG – Concept processing unit

Barrel with grooves

- straight or helical grooves are possible, straight grooves are standard

Feed bush substantially equal, only the grooves of the bush get a steeper angle

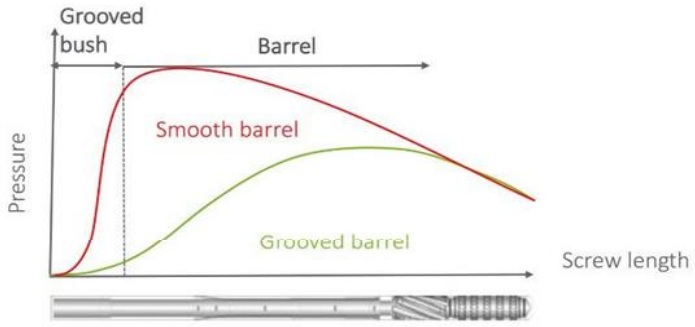
New screw geometry



solEX NG concept
Result: Low pressure profile

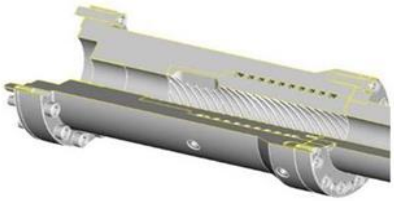
The new grooved barrel concept expands „grooved bush“ conveying up to the end of the melting zone

- Axial pressure profile significantly reduced
- Less wear mechanisms (higher lifetime)

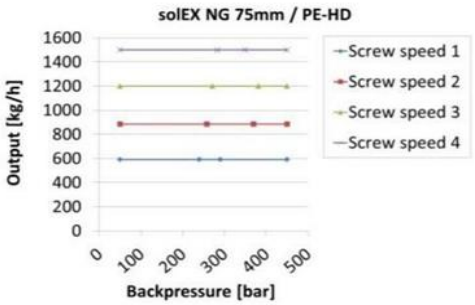


solEX NG –Processing benefit: Low pressure profile

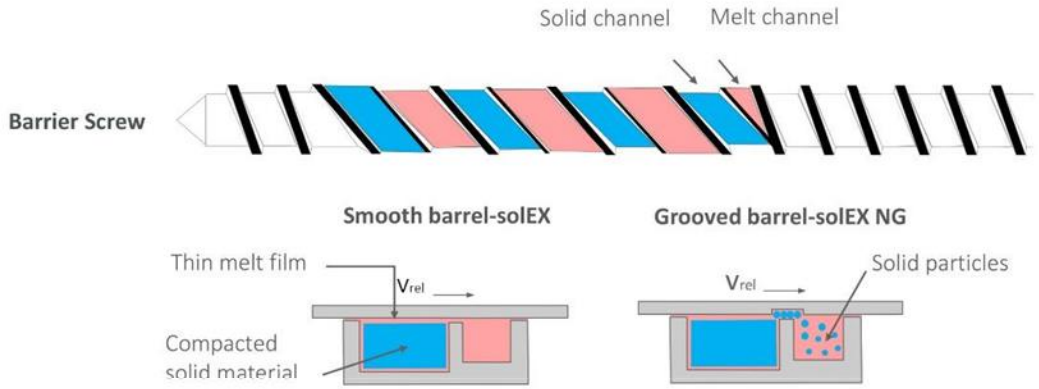
- Further developed intake concept based on low pressure profile
- No conveying instabilities even in cases of high back pressure applications (e.g. corrugated pipes) up to 500bar



- Extremely high spec. output possible for virgin material- higher than solEX 10-25%



solEX NG – Processing benefits: Extremely high melting capacity

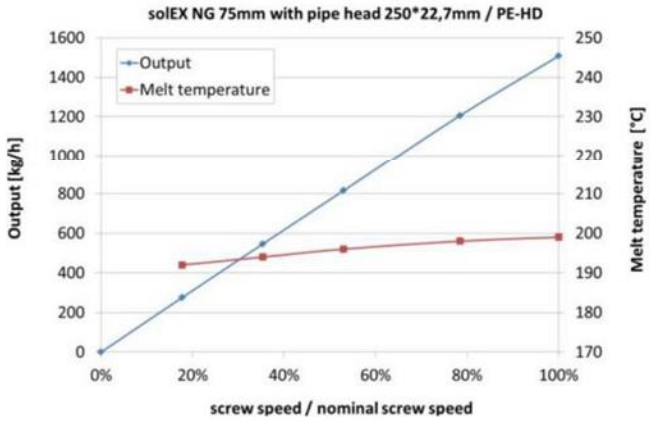


- additional disperse melting in the melt channel (like ice cubes in water)
- Low melt temperature

solEX NG – Processing benefits: Effect on melt temperature

- Extremely low melt temperatures
- Only small temperature increase with rising screw Speed

10°C lower melt temperatures compared to solEX machines

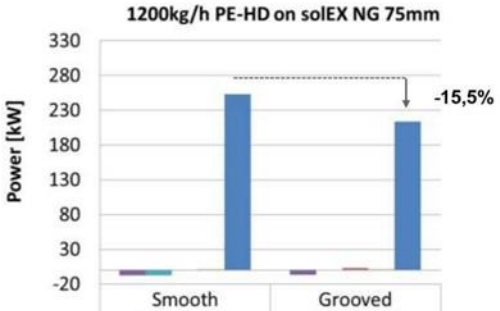


solEX NG – Processing benefits: Effect on energy consumption

Test result example:

- Minus 15,5% main drive power
- Minus 14,9% in total (incl. cabinet,…)
- Less energy losses through grooved bush and barrel cooling
- Energy efficiency increased

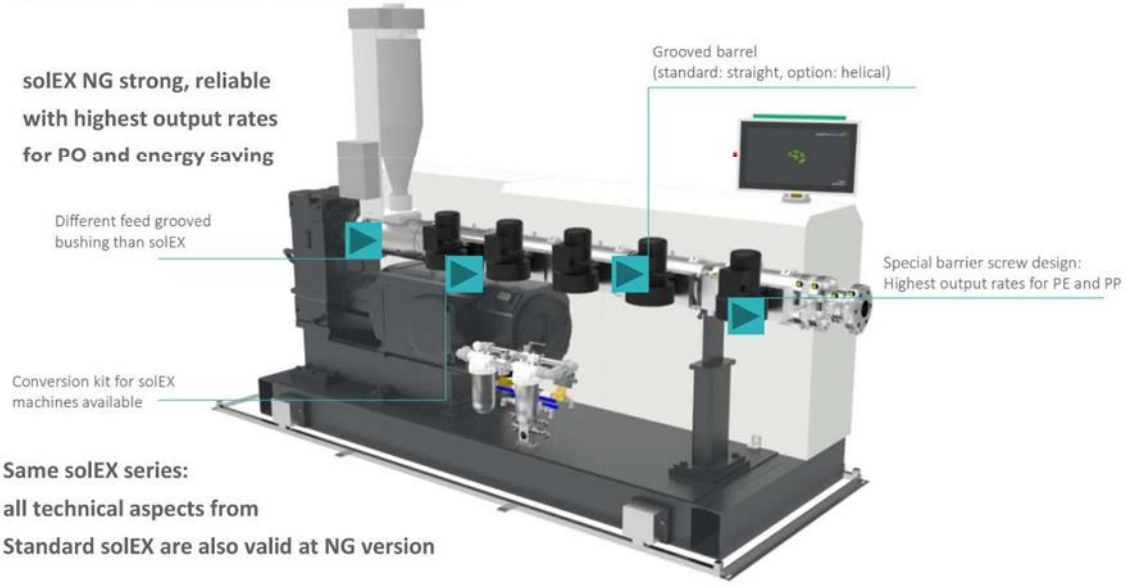
15% in energy savings compared to the solEX machines



	Smooth barrel unit	Grooved barrel unit
Grooved bush	-7,32	-6,8
Fans	-7,16	-0,2
Barrel heating	0	2,84
Die heating	0,43	0,66
Main drive	253,1	214

solEX NG – Machine configuration

solEX NG strong, reliable with highest output rates for PO and energy saving



Same solEX series:
all technical aspects from Standard solEX are also valid at NG version

solEX NG – Machine types

Official name	Power	Output PE-HD*	Output PP-H/B*
solEX NG 60-40	225 kW	1000 kg/h	750 kg/h
solEX NG 75-40	338 kW	1500 kg/h	1150 kg/h
solEX NG 90-40	445 kW	1800 kg/h	1400 kg/h
solEX NG 120-40	560 kW	2500 kg/h	1800 kg/h

* Output rates for smooth pipes

Die head – adjustable (FDC)

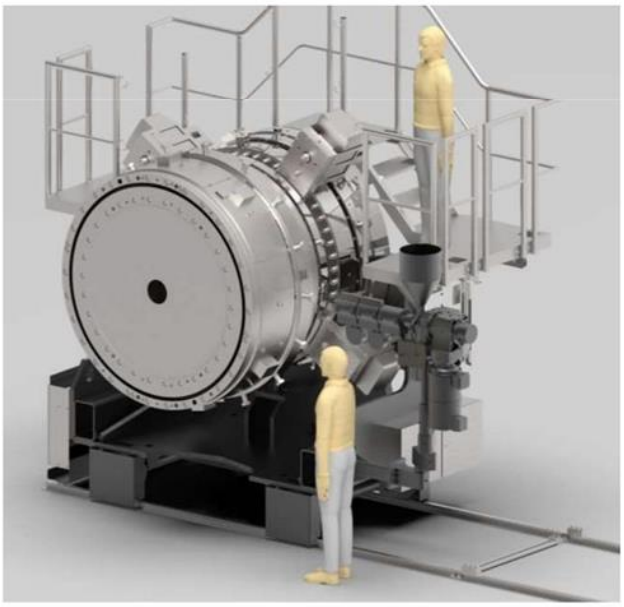
Research & development focus – FDC (fast dimension change)

World biggest adjustable melt gap 1,600:

1,200 – 1,600 mm

Large diameter pipes

- Helix II 1600 VSI-TZ pipe head for pipe dimension from 400 – 1600 mm with adjustable melt gap
- Integration of outer layer and color stripes in the adjustable melt gap possible for faster color change
- Pipe centering in the adjustable melt gap manually with centering screws and/or with hydraulic centering unit



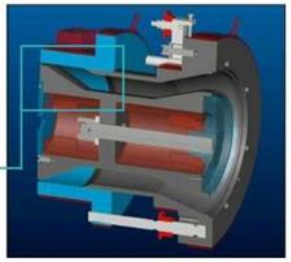
FDC pipe heads – Continuously adjustable melt gap - Principle

helix 800-4: 4-layer pipe head with minimum melt gap

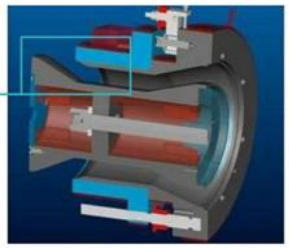
helix 800-4: 4-layer pipe head with maximum melt gap

Mandrel with conical shape
Sleeve moveable in longitudinal direction

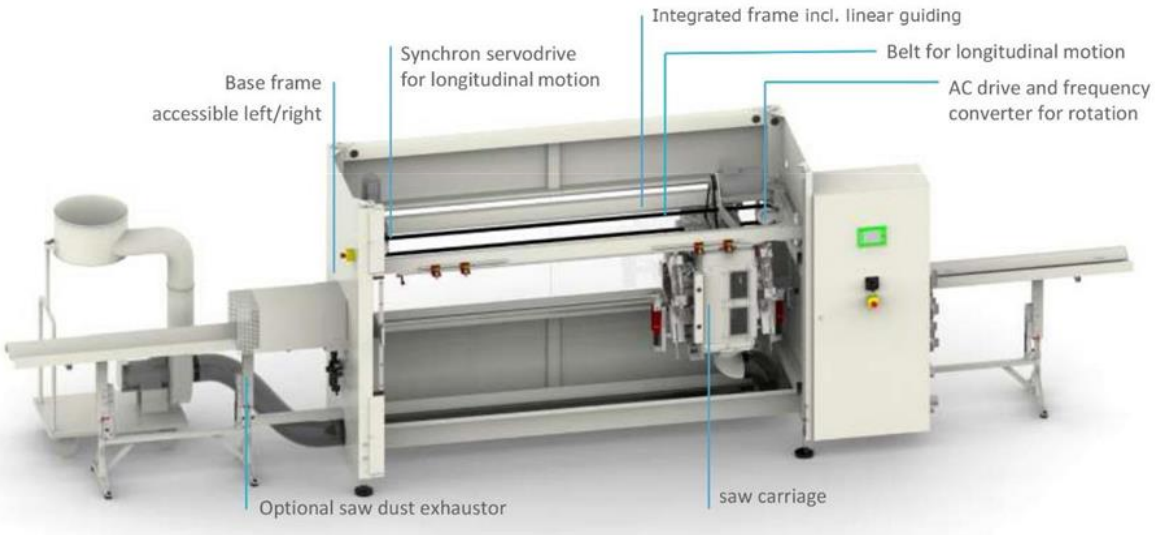
Minimum melt gap
Sleeve moved in forward position



Maximum melt gap
Sleeve moved in backward position



Research & development focus – Structure of Saw: DTA 160

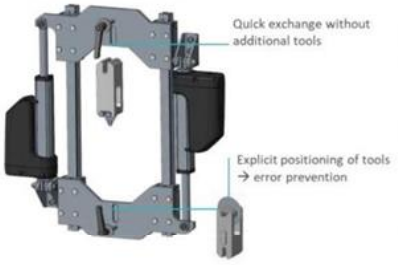


Research & development focus – Structure of Saw: DTA 160

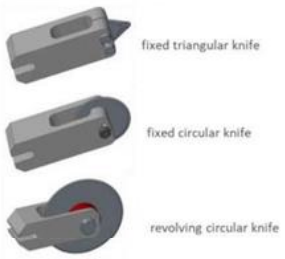
Advantages of the DTA 160 – Cutting of PE and PVC Pipes:

- High line speed / cutting frequency is possible
- Independent infeed of different tools → high flexibility
- Less mechanical play due to direct tool infeed (no gear boxes, no energy conversion)
  → **precise, reproducible cutting / fast reaction**
- **easy, intuitive operating with new control system**
  (less manual adjustment of machine parts)
- Error prevention by:
  → **Explicit positioning of tools**
- Use of low maintenance / insesible machine parts
- Retrofitting of FDC possible

Use of diffrent cutting tools:

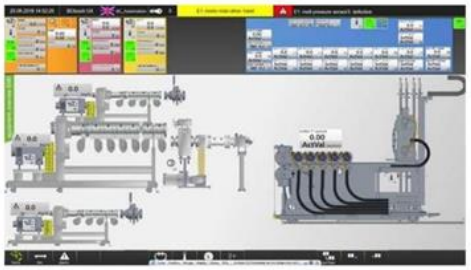


tools for swarfless cutting



Control System BCtouch UX

Our research & development focus – Control System BCtouch UX



Introduced 2016

- Meanwhile established for all applications
- Fast, intuitive machine handling
  without user manual (base functions)
- Reduction of training times for operating personnel
- Increase machine/equipment availability

Fit for Industry 4.0

- Flexible OPC UA Server
- Preventive/predictive maintenance
- Condition monitoring
- Integration web services
- Integration new media / social media services

CONEXTRU GmbH
Engineering for Extrusion

TOOLS FOR PIPES

a situation report about technology and solutions

By Josef Dobrowsky MSc, Director CONEXTRU GmbH

Over the last years we could see significant trends in pipe application as following:

- Higher demand on larger diameters
- From monolayer to multilayer
- Cross heads for pipe coating
- Increase of capacity and throuput
- Performance increase of polymers

This trends leads to a continuous adaptation, changes in design and new solutions for pipe heads. Today the expectation of a pipe tool can be summarized as following:

High throuput at low pressure
This is important because has some influence to the mechanical design, to energy consumption and to the melt temperature.

Optimised flow
Is needed to reduce overweight to save raw material. Today´s pipe tools are optimised so that automated die centring systems disappeared from the market.

Pipe inner cooling
Higher output rates require longer cooling time. Up to date tools should offer the possibility to cool the pipe also from Inside, which has not only impact to the cooling length, but also to roundness, eccentricity, internal stress causing tubing in effect after cutting and also exhausting some evaporated waxes of PE which would condensate at inner surface. Internal pipe cooling leads to less thermal load to the material which can be seen on the OIT value.

Wide dimension range
Nowadays we have the solution that the basic head – having a certain melt outlet diameter – is used to make pipe sizes also bigger than the melt outlet diameter. This is possible by changes in the mechanical design. Furthermore more pipe sizes can be produced by draw down method for most of the polymers.
Three or sometime 4 pipe sizes can be produced with 1 tool set is possible and reduces significantly the change over time.

Easy handling
This means low weight of die parts and horizontal die mounting makes changes easier and quicker.
Low number of screws and easy cleaning are also important design criteria's.

Low volume and small surfaces
This means short residence time which leads to a short heat history for the material and short self-cleaning time.

Internal head cooling
Is needed for large size tools to keep temperatures stable over long term production. Air cooling systems are efficient and low in operation cost and preferred compared to oil or water cooling system.

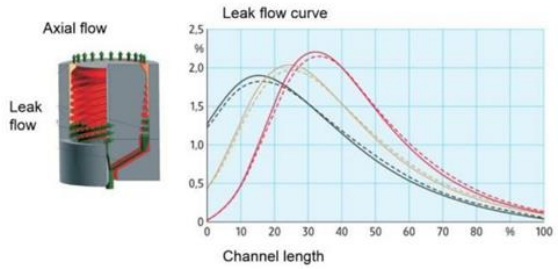
Tools for pipes

Due to this criteria's and changes of requirements, we have a growing market for Polyolefin pipe tools.
My estimation for the amount of new tools per year is app. 1 000 to 1500 units. The biggest amount is in between 250 and 630 mm. This number stands for pipe heads in new extrusion lines but also of changes from monolayer to multilayer or even to invest into a tool offering internal pipe cooling or any other feature as described above.

Technical aspects

If we look closer how to design a new tool than we need to decide which distribution system has to be used. We know different solution but the most used system is the helical spiral system. We find this system also in Blown film lines as well in blow moulding machines and I would say the spiral design is the most used system in the plastic industry.

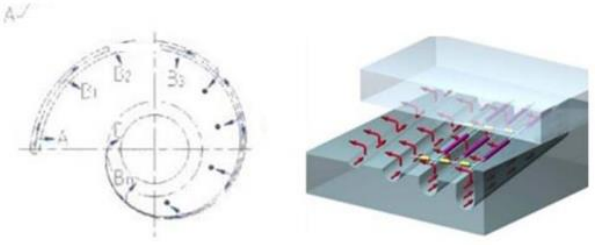
The spiral distribution system requires a calculation of the flow channel. No other distribution system is such depending on calculation than the helical spiral. The calculation is quite complicated and is an optimisation process by slightly changes of the geometry. The result is a curve – showing which amount remains within the spiral channel and which amount is going out of the spiral channel into an axial flow. The curve – volume over channel length – should look lick a gauss distribution which we know from statistical analysis. Precondition for the calculation is the viscosity curve of the polymer which means viscosity over shear rate. This because a loop within the calculation is a pressure calculation based on volume and shear rate and viscosity.



Picture 1: helical spiral distributor flow schema

Due to the fact that the calculation is based on one channel along its length, a new pipehead is generated at first by the number of channels. Therefore we know exactly how the distributor will behave in terms of melt distribution when he has X numbers of spiral channels. At the same time based on the diameter we know the output because the throuput is proportional to number of channels.

In pipe extrusion we have polymers with very high viscosity up to 250 000 Pas (PE 100 RC low sagging) or very low viscosity materials up to 20 000 Pas (adhesive for Coextrusion).
The praxis has shown that it is sufficient to have a range of distributors – for high and low output and high and low viscosities. Conextru has 5 different geometries which are used depending on the circumstances. With this range nearly all cases can be covered.



A version of the helical spiral is the radial spiral.
Conextru GmbH was the first company who applied this technology – which is know from blown film dies – to pipe application.

Tools for pipes

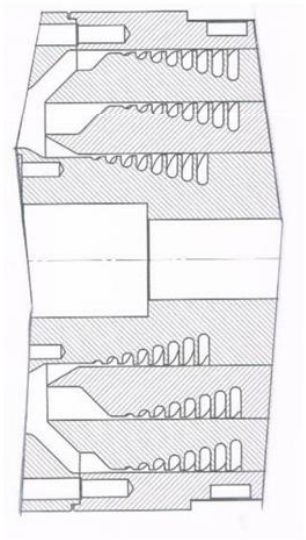
Of course the geometry was adopted to polymers for pipes. Within the radial spiral we have similar flow condition like in the helical spiral and the flow goes from outside to inside of the distributor plate. The difference in the mechanical design is that the distributor disc is much shorter in length but bigger in diameter – compared to the helical version. The main application for such distributors is for a thin layer and low output but there is no limitation in the diameter. Conextru GmbH uses 2 types of radial distributor geometries depending on polymer and output.

Picture 2: radial spiral distributor – flow schema
Picture 3: radial spiral distributor for a 400 mm die

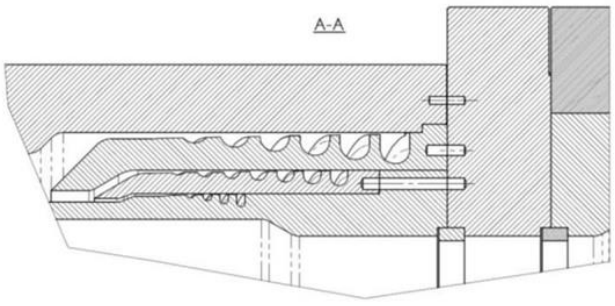
Regarding melt distribution there is one more distributor in use which is called Pinole or heart curve distributor. It works well for low viscosity materials. The only advantage is that this type doesn't need melt pre distribution and the volume is very low. Conextru uses this type in case of large diameter, temperature sensitive and low viscosity polymers.

With this 3 systems and in total 6 different distribution system – which are standard and proven -it is possible to design a new tailored tool best suitable to fulfil the requirements. In case of coextrusion the final solution is a combination of one of these distributors depending on polymer, diameter and output and application.

If the distributor or for coextrusion the distributors are selected it is necessary to define the pre distribution of the melt stream, because each channel - not related to the spiral system - requires the same amount of material. For symmetric dividing from main inlet to 2 or 4 or 8 melt inlets is quite simple. More complicated is the pre distribution if we need to split into uneven numbers of channels like 3 or 5 or 7 etc. In this case the channel width / depth maybe different and calculate having same flow rate. This is an important area because the quality of layer eccentricity is based on how equal each spiral is feed with material.



After this evaluation follows the definition of the melt feed points which is based on required extruder position. As a next step in the design is to look to the melt merging point. It should be designed in a way that a wide range of layer distribution (5/90/5 to 45/5/45) is possible.
In the past small channels were used –which are creating high flow speed, high shear rate with temperature increase and high back pressure.



Picture 4: melt merging area of 3 layer head (PE/PE/PE)
Picture 5: melt merging area of a 3 layer head for PE/Adhesive/EVOH)

Detailed analysis leads to the opposite direction – big gaps in the melt merging area working with a kind of draw down is the better solution. Big gaps leads to low flow speed and the melt coming together with similar speeds. In the border of this to flows the shear stress is less and therefore no defects in the distribution.

After melt merging point the tool should have the shortest possible melt path to the final die sets. Long dies creating pressure, shear stress, and long residence time and the trend is to shorten the dies as much as possible. The new design of heads have after melt merging a centring unit in which a master die is mounted. This die covers a certain range. Further die- and mandrel- rings are mounted on that master die. This die set rings can be bigger or smaller in diameter than the melt merging area. We call this system add on dies.

Picture 6: die set system to cover 200 to 630

Colour stripe units are usually mounted after melt merging and before the centring unit. In case the colour of the stripes has to be changed often than the so called CSR Colour stripe ring – can be mounted at the end of the die set.

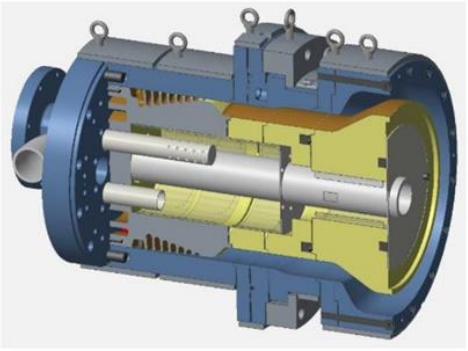
For new tools it is necessary to make a pressure calculation based on the required output and Polymer.
For that calculation Conextru uses 3 main geometries which are round channel, rectangular channel and ring channel. With this three main geometries it's possible to make a quite precise calculation of pressure.
This calculation is not flow simulation it is based on – geometry, length, throuput, shear rate, viscosity
Pressure built up – it is a simple numeric method.
Such simple calculation is used to get information about the pressure for the areas Adapter, pre melt distribution, and area after melt merging or end of spiral.
The spiral itself is not calculated again – the pressure built up is known – and normally the most uncritical part.

Finally the total pressure of the whole system – starting from extruder flans to end of die- is a summary of sections. Target is to be below 250 bar. Adapters a playing an important part because in coextrusion based on the space, adapters are sometimes long and can create high pressure if the cross section is too small in diameter

Low pressure has influence to energy (pumping energy) and also to the mechanical design - means number and size of screws and this again influence time for maintenance and mounting as well as to the melt temperature.
That's why pressure built up calculation is important. The formulas can be found in literature but viscosity curve need to be supplied by the raw material supplier or if not accurate available it's necessary to record that from a testing institute.

Tools for pipes

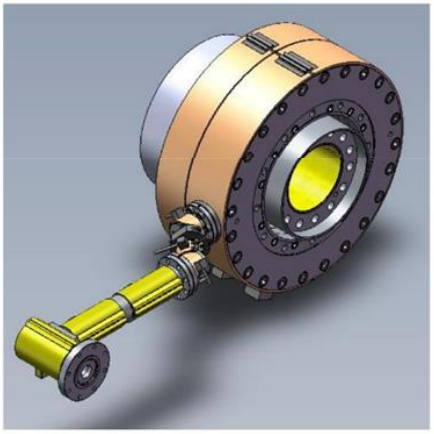
Looking to the application of this tools we have single and multilayer heads as well cross heads for pipe coating.

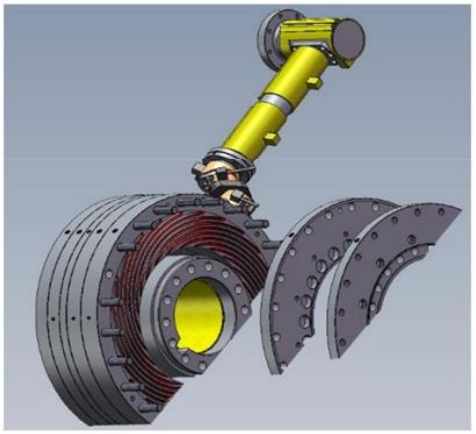


Mono- & Multilayer heads:

Attached an example for an updated head design for a single layer head having all this features. The head was fundamental designed by Conextru and final engineered and manufactured by Rollepaal India under supervision of Conextru. Also an example how Cooperation with Conextru works. The head has low volume short pre melt distribution, helical spiral for 1200 kg/h throuput, centring unit with master die 400 mm, die set for 630 mm, has Internal head cooling by air and internal pipe cooling. The head is short in length – low in volume – suitable for 1200 kg/h, low in heating power consumption.
Picture 7: PO 400- 630

The features for multilayer heads is same – attached also a photo of a PO 3 450 up to 630 mm. The head is designed to produce 3 layer PE or PP-R pipe from 75 to 630 mm. The heads was fundamental designed by Conextru and final engineered and manufactured by Mikrosan under supervision of Conextru GmbH. The head is design for a 2 extruder version according customer requirements and is in operation in Serbia. More common is to work with 3 extruders.
Picture 8: PO 3 450 – 630





Another example is a simple 2 layer coextrusion version and if the output for the outer layer is max. 10% than the best solution is to add a Coex unit – based on radial spiral design to the main head
Picture 9: Coex unit for a 400 mm single layer head
Picture 10: Coax unit with radial spiral

Cross heads for pipe coating

Another increasing and more and more important tool segment are cross heads. Cross heads are used to coat a plastic or steel pipe in line with a single or multilayer structure. A further application is a sort of bundling small pipes which we know from optical fibre protection. Three five or more pipes are arranged into round or flat or rectangular shape followed by a coating process to keep the shape.

The method coating – 2 step process - via a cross head is very simple and offer some advantages compared to single step multilayer extrusion process.

A comparison of plus & minus is shown in the table below.

1 STEP PROCESS		**2 STEP PROCESS**	
with multilayer die		**with single or multilayer die and single or mulitlayer cross head**	
advantage	**disadvantage**	**advantage**	**disadvantage**
Good adhesion of additional outer layer	in case of additional outer layer new calibrators and sealing's are needed	Adhesion adjustable by temperature - important if the layer must be peeled off	Pre heating of the pipe is for good adhesion needed
Conventional down stream	Monolayer production possible if outer layer extruder is not in use	Quick change from monolayer to multilayer	Downstream is more complicated
Existing lines can be converted to Coex lines by modification of existing head	to keep outer diameter of inner layer round and stable	Dies of cross heads have very wide outer diameter range	Tools and auxiliaries are more expensive
New coex heads less expensive than new cross heads	difficult peeling of outer layer in case of electrofusion welding	Only one solution for pipe in pipe extrusion	Extrusion line is longer
Simple process		Good solution for more than 1 coextruded layer	Not calibrated surface
Calibrated outer surface		Easy possibility to insert wire for detection	
		Printing on outer surface of basic pipe possible	

The polymer structure of the coating can be monolayer e.g. a protection layer to a PE pressure pipe or multilayer and there are a lot of different versions existing.

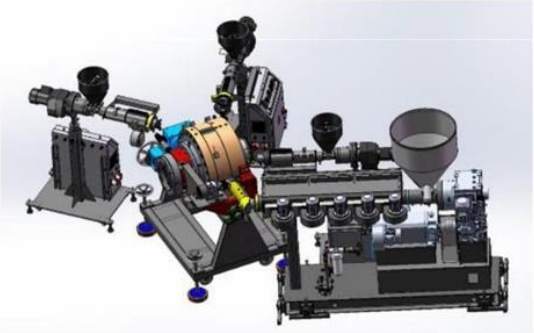
The rules to design the cross head are same, just the size is different because we need to have an internal passage which should be app. 10% larger than the pipe to be coated. This to have some space for internal heaters as well. The coating process is called tubing coated – that means the additional layer is pressed by under pressure inside the head. We use low capacity vacuum pumps or blowers for building up the internal under pressure. High vacuum is not required.

Tools for pipes

Looking again into application here 4 examples:

Large diameter single layer cross head up to 630 mm for high output. The head is design to cover a PE 100 water pressure pipe with 2 mm PP.

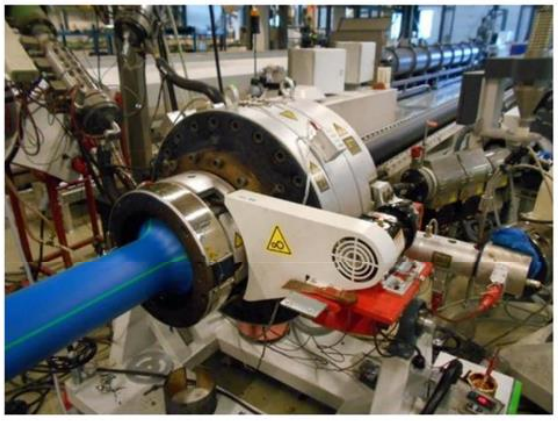
Picture 11: PO 630 CR during mounting



Large diameter cross head up to 180 mm with 4 layers. This head is designed to cover a water pressure pipe with 3 or 4 layers to produce a barrier pipe according EN 12 201. The head offers a quick and simple change from 3 to 4 layers if needed. Furthermore for quick cleaning the distributor for EVOH can be pulled out from backside.

Picture 12: PO 4 180 CR with extruders

Picture 13: Cross head PO 4 180 CR in operation

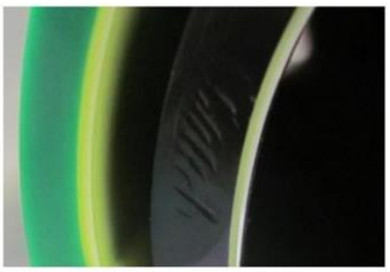


Small cross heads are used for bundling small pipes for optical fibre protection.

Picture 14: coating of speed pipes

Picture 15: PO 3 125 CR as pipe in pipe

Pipe in pipe production is a further application of cross heads – In this case the production of a 3 layer (PE/Adhesive/EVOH) protection pipe over a 4 layer PE pipe for fuel transportation on petrol stations



Picture 16: fuel-pipe in 3 layer protection pipe

Tools for PVC

For PVC we have single layer pipe heads for U-PVC, M-PVC and O-PVC – the tools are single spider or double spider pipe heads. There were no significant improvement´s on that tools over the last 20 years. The technology is still the same and no changes in the design criteria's. PVC heads have and need compared to NON PVC tools much larger volume to get residence time in between 3 and 10 minutes.
PVC need a kind of compression with minimum ration of compression (torpedo square to die set sqare) for best welding after torpedo and also much longer die sets.

Multilayer tools are designed for PVC foam core pipes or for 3 layer compact pipes. Tools for this application were developed from pipe producers – in the beginning and later also from machine suppliers. A wide range of different types are on the market. The manifold of the several systems are completely different and most of them are optimised by trial and error.

Summary

The trend of multilayer pipes will continue with new polymers and new applications. This trend requires flexible engineering to requirement. The polyolefin tools will play an important part in the development of non PVC pipes.
Traditional PVC tools have some disadvantages. It is time to review the spider technology for PVC pipes.
A solution could be to use a 2 channel manifold die which is used for PVC multilayer dies. Conextru has already built such a tool for O-PVC heavy wall pipes but further optimisation is in progress. Such a tool will be tested soon.

2019

J. Dobrowsky

سیستم مدیریت انرژی و توان مصرفی کارخانجات"RES-PMS"

ارائه دهنده : خانم مهندس لیلا نظری

نگارش و تدوین بخش مکانیک : آقای مهندس ابراهیمی نگارش و تدوین بخش کنترل : آقای مهندس رستگار

مقدمه

با توجه به بروز و ظهور انقلاب چهارم صنعتی در سال ۲۰۱۱ و مطرح شدن این مفهوم به عنوان مهمترین موضوع صنعت پلاستیک در معتبرترین نمایشگاه پلاستیک دنیا (K۲۰۱۹) بررسی در این خصوص حائز اهمیت است .چنانچه بخواهیم به عنوان مقدمه کوتاهی انقلاب های اخیر صنعت را مرور کنیم اولین انقلاب، گذاراز تولید دستی به ماشینی است که در بین سال‌های ۱۷۶۰ و ۱۸۳۰ رخ داد. دومین انقلاب صنعتی با ورود الکتریسیته به چرخه‌ی صنعت، در حدود سال‌های ۱۸۵۰ برمی‌گردد که امکان تولید انبوه را فراهم کرد. انقلاب صنعتی سوم در اواسط قرن بیستم یعنی زمان ظهور مخابرات، فناوری اطلاعات و ارتباطات رخ داد. اکنون، انقلاب صنعتی چهارم، شرایطی را برای اتوماسیون تولید و ساخت شبکه های هوشمند فراهم می‌کند. این مفهوم همانطور که ارتباطات و بازار مصرف را تحت تاثیر قرار داد، تولید را نیز دگرگون خواهد کرد. ایده اصلی انقلاب صنعتی چهارم این است که تولید صنعتی باید همگام با فناوری اطلاعات و ارتباطات پیشرفته رشد کند .در مدل صنعتی داده محور(متمرکز بر داده)، خطوط تولید از راه دور کنترل شده و این تکنولوژی امکان شناساییِ عدم کارایی، پیش‌بینی شکست، بهبود و بهینه‌سازیِ فرآیندهای صنعتی و غیره را فراهم می‌کنند. از آنجا که انقلاب صنعتی چهارم یک رویکرد استاندارد نیست و به همین دلیل روش‌های مورد استفاده و اقدامات لازم برای پیاده سازی آن در شرکت‌های مختلف یکسان نخواهد بود.

امروزه در صنعت به دلیل اهمیت نظارت بر مصرف انرژی از یکسو و کنترل بهینه ماشین آلات و تجهیزات خطوط تولید از سوی دیگر، نیاز مبرم به استقرار یک سامانه هوشمند جمع آوری و ثبت اطلاعات وجود دارد RES-PMS بر اساس این نیاز توسط متخصصین شرکت resplast طراحی ، ساخته و پیاده سازی شده است.

پیش نیازهای سخت افزاری

به منظور استقرار این سامانه در کارخانجات وجود پیش نیازهای سخت افزاری زیر الزامیست:

۱ -اتاق برق و کنترل که مجهز به تابلوهای فیدر بندی شده جهت توزیع انرژی الکتریکی بصورت تفکیک شده به خطوط تولید ، ماشین آلات و تجهیزات گوناگون مستقر در کارخانه باشد.

۲ -سیستمهای اندازه گیری پارامترهای اصلی تولید که میبایست بصورت مجزا بر روی ماشین آلات و تجهیزات خطوط تولید مستقر باشد.

اجزاء تشکیل دهندهRES-PMS

- مولتی متر دارای پورت سریال یا شبکه اترنت برای هر یک از فیدرها
- ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ متناسب
- کیوسک جمع آوری ، مانیتورینگ و ثبت اطلاعات ، وقایع و خطاها
- کامپیوتر All in one تاچ اسکرین مجهز به پورتهای لازم جهت ارتباط با مولتی مترها
- نرم افزار RES-PMS با قابلیت قرائت ، ثبت و پردازش اطلاعات مربوط به پارامترهای خطوط تولید
- دستگاه RES-GRAVICON جهت اندازه گیری دقیق وزن مواد اولیه مصرفی در خطوط تولید و ارسال

اطلاعات کیلوگرم بر ساعت ، کیلوگرم بر متر و کیلوگرم کل مصرفی از طریق پورت سریال یا شبکه اترنت

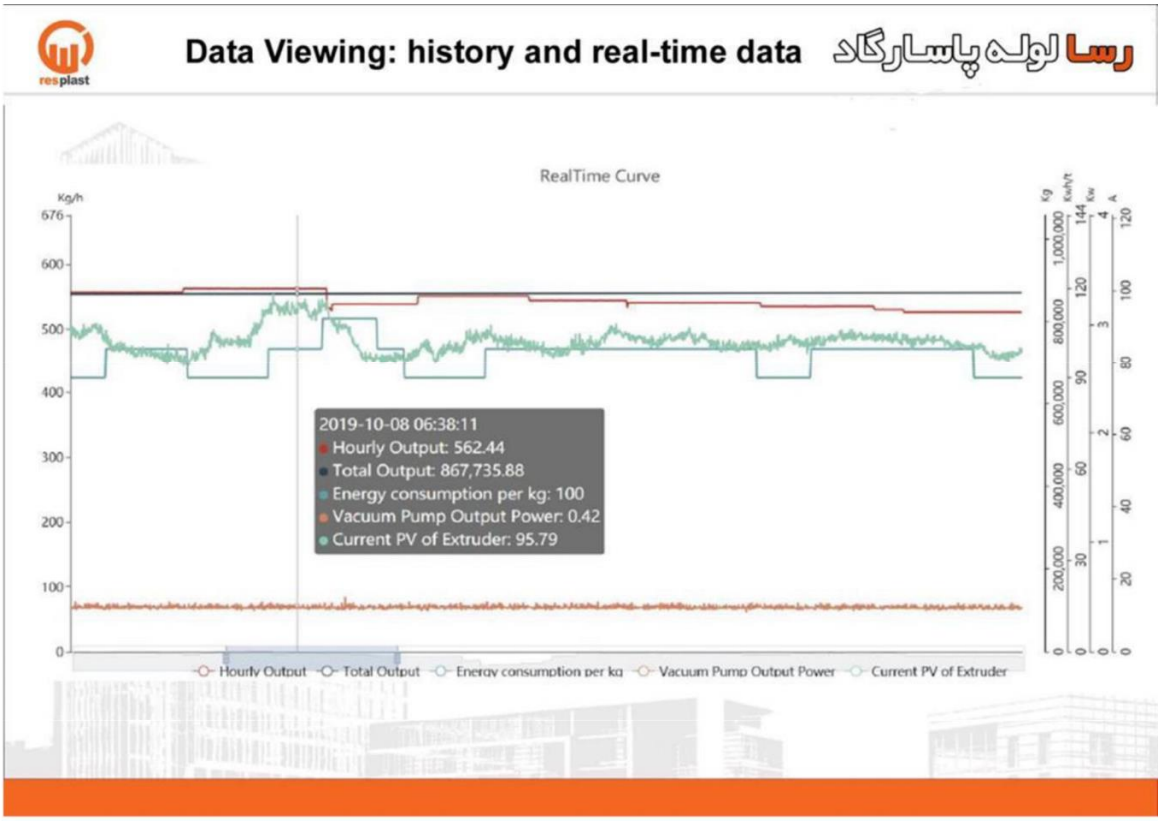
طراحی، پیاده سازی و راه اندازی سامانه

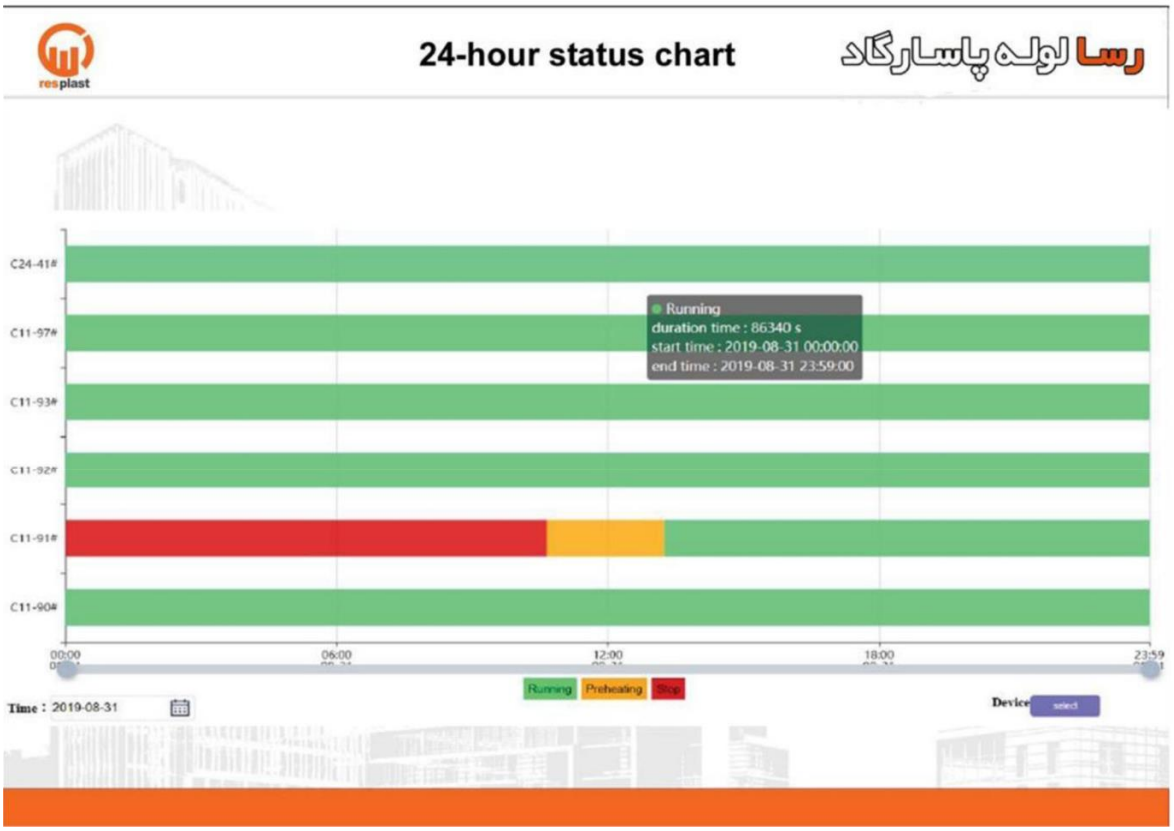
دانش فنی ، تسلط بر فرایند و تجربه بیش از ۲۵ سال تولید در صنعت لوله ، طراحی ، پیاده سازی و راه اندازی سامانه مذکور توسط متخصصین شرکت resplast را در کوتاه ترین زمان ممکن و متناسب با شرایط هر واحد صنعتی امکانپذیر مینماید.

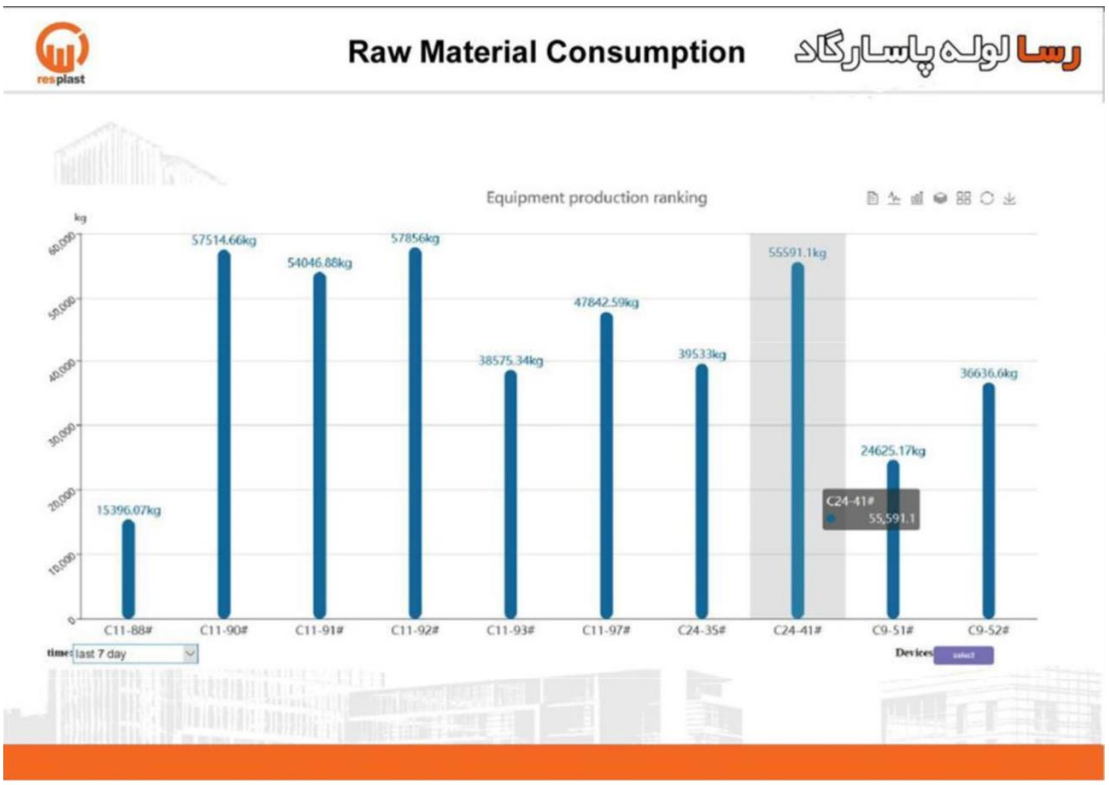
شکل ۱- نمای کلی سیستم RES-PMS

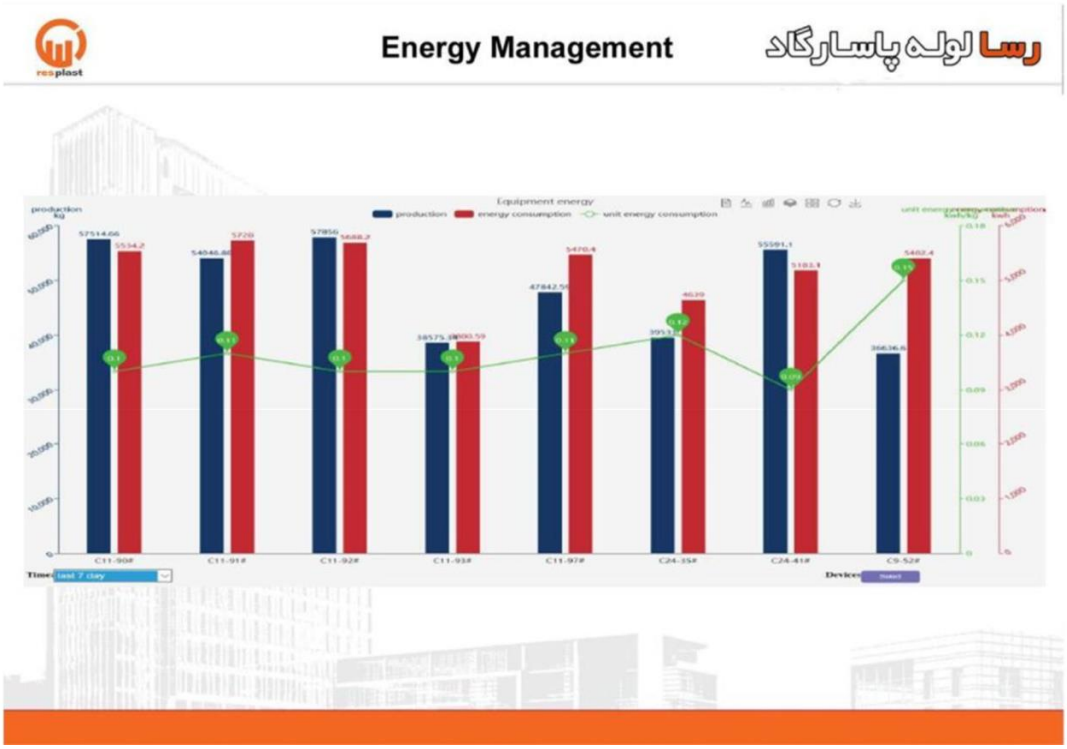
در ادامه به معرفی RES-GRAVICON به عنوان یکی از اجزای جانبی خواهیم پرداخت :

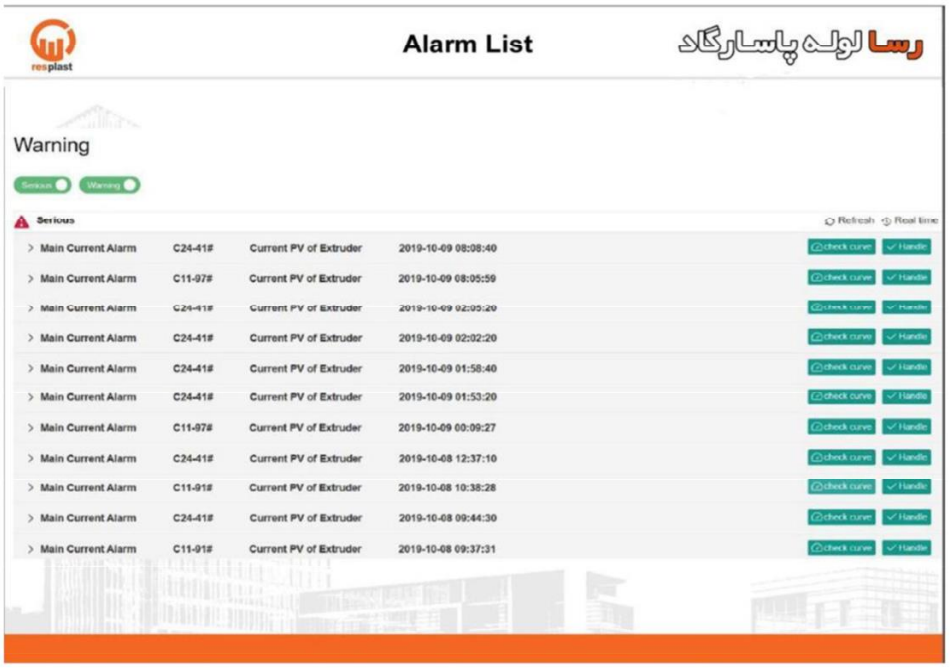
و در نهایت Information Technology بسط داده شده و معرفی میگردد:


Data Viewing: history and real-time data
رسا لوله پاسارگاد
RealTime Curve
Kg/h
2019-10-08 06:38:11
Hourly Output: 562.44
Total Output: 867,735.88
Energy consumption per kg: 100
Vacuum Pump Output Power: 0.42
Current PV of Extruder: 95.79
Hourly Output
Total Output
Energy consumption per kg
Vacuum Pump Output Power
Current PV of Extruder


24-hour status chart
رسا لوله پاسارگاد
C24-41#
C11-97#
C11-93#
C11-92#
C11-91#
C11-90#
Running
duration time : 86340 s
start time : 2019-08-31 00:00:00
end time : 2019-08-31 23:59:00
00:00
06:00
12:00
18:00
23:59
Running
Preheating
Stop
Time : 2019-08-31
Device
select


Raw Material Consumption
رسا لوله پاسارگاد
Equipment production ranking
kg
57514.66kg
54046.88kg
57856kg
38575.34kg
47842.59kg
39533kg
55591.1kg
24625.17kg
36636.6kg
15396.07kg
C24-41#
55,591.1
C11-88#
C11-90#
C11-91#
C11-92#
C11-93#
C11-97#
C24-35#
C24-41#
C9-51#
C9-52#
last 7 day


Energy Management
رسا لوله پاسارگاد
Equipment energy
production
energy consumption
unit energy consumption


Alarm List
رسا لوله پاسارگاد
Warning
Serious
Warning
Refresh
Real time
Main Current Alarm C24-41# Current PV of Extruder 2019-10-09 08:08:40 check curve Handle
Main Current Alarm C11-07# Current PV of Extruder 2019-10-09 08:05:59 check curve Handle
Main Current Alarm C24-41# Current PV of Extruder 2019-10-09 02:02:20 check curve Handle
Main Current Alarm C24-41# Current PV of Extruder 2019-10-09 01:58:40 check curve Handle
Main Current Alarm C24-41# Current PV of Extruder 2019-10-09 01:53:20 check curve Handle
Main Current Alarm C11-07# Current PV of Extruder 2019-10-09 00:09:27 check curve Handle
Main Current Alarm C24-41# Current PV of Extruder 2019-10-08 12:37:10 check curve Handle
Main Current Alarm C11-01# Current PV of Extruder 2019-10-08 10:38:28 check curve Handle
Main Current Alarm C24-41# Current PV of Extruder 2019-10-08 09:44:30 check curve Handle
Main Current Alarm C11-01# Current PV of Extruder 2019-10-08 09:37:31 check curve Handle

موضـــوع ســـوم

نـــوآوری های مستربـــچ و افـــزودنی ها بـــرای بهبـــود خـــواص

FIRST INTERNATIONAL POLYOLEFIN PIPE CONFERANCE

راه حل های مستربچ و کامپاند در رفع چالش های تولید لوله و اتصالات پلیمری استاندارد

ارائه دهنده: امید کوشکی - رئیس هیات مدیره انجمن کامپاند و مستربچ

تولید مستربچ و کامپاند پلیمری طی نیم قرن اخیر، دانش متخصصان ایرانی را در یافتن راه حل های متنوع برای مشکلات فرآیندهای مختلف اکستروژن و تزریق، توسعه داده و بومی ساخته است. طول عمر و کیفیت مناسب لوله و اتصالات پلیمری در ایران ناشی از این خودکفایی در تامین مواد اولیه، مستربچ و کامپاند است. بهبود خواص سطحی، فیزیکی، مکانیکی و حرارتی لوله و اتصالات پلیمری امروزه با انواع افزودنی های نوین و نانو میسر شده است. مستربچ های آنتی اکسیدانت عارضه های مربوط به فرایند شکل دهی هم چون تغییر رنگ، کدر شدن، تغییر ویسکوزیته یا گرانروی و ایجاد ترک های سطحی را مرتفع می سازد؛ مشکل محصولات متخلخل به واسطه رطوبت موجود در مواد اولیه با مستربچ های رطوبت گیر رفع می شود. سطح زبر و موج دار محصولات (عارضه پوست پرتقالی شدن سطوح محصول) ناشی از دشواری فرآیند کردن پلیمرهای خطی به دلیل ناپایداری جریان مذاب با مستربچ های کمک فرآیند از بین می روند و معضلات محصولاتی که در معرض تابش مستقیم نور خورشید هستند و دچار تخریب نوری می شوند، با افزودن مستربچ های پایدارکننده نوری، مرتفع شده و سطح یکنواخت و بدون مشکل تولید می کنند.

در این مقاله سعی خواهیم کرد بخشی از نوآوری ها، قابلیت ها و توان صنعت مستربچ و کامپاند ایران را به تولیدکنندگان لوله و اتصالات پلیمری معرفی نماییم:

تفاوت های دوده مورد مصرف در صنعت پلاستیک با دوده مورد مصرف در صنعت لاستیک

- تعریف کربن بلک
- روشهای تولید کربن بلک
- موارد مصرف دوده در صنایع مختلف
- بررسی میزان فروش دوده شرکت کربن ایران طی سه سال اخیر به صنعت پلیمر و پلاستیک
- تعریف دوده P-type
- مقایسه دوده مورد مصرف در صنعت لاستیک با دوده مورد مصرف در صنعت پلاستیک
- شرح ناخالصی های موجود در دوده و منشا آنها
- سولفور در کربن بلک:

  روش اندازه گیری.

  چقدر از سولفور موجود در روغن در کربن تولید شده باقی می ماند.

  اشکال وجود سولفور در کربن.

  نحوه کاهش.
- خاکستر:

  روش اندازه گیری.

  منشا.

  نحوه کاهش.
- گریت:

  روش اندازه گیری.

  منشا.

  نحوه کاهش.
- رطوبت:

  روش اندازه گیری.

  منشا.

  نحوه کاهش.
- مواد قابل استخراج با حلال:

  روش اندازه گیری.

  منشا.

  نحوه کاهش.
- جدول پیشنهادی شرکت کربن ایران در خصوص مشخصات فنی کربن بلک مورد مصرف در پلی اتیلن.
- چرا تولید دوده special هزینه بیشتری دارد؟۱

چهارچوب فنی مورد نیاز مستربچ های مشکی قابل استفاده در لوله و اتصالات پلی اتیلن

غلامرضا پیرچراغی– دانشیار دانشکده مهندسی و علم مواد - دانشگاه صنعتی شریف

مقدمه

مستربچ های مشکی یکی از مهم ترین افزودنی‌های مورد نیاز صنعت لوله و اتصالات پلی اتیلنی می باشد. این نوع افزودنی‌ها علیرغم اضافه شدن بسیار کم (حدود ۵ تا ۶/۵ درصد) به پلیمر اصلی می تواند در خواص مکانیکی محصول نهایی تاثیراتی مهمی داشته باشد. از آن رو همانند مشخصات فنی مورد نیاز جهت مواد اولیه می بایست برای مستربچ های مشکی نیز چارچوبی فنی معین گردد و تولید کنندگان این نوع افزودنی‌ها و خریداران بر پایه آن نسبت به آزمون فنی و بررسی مشخصات اقدام نمایند.

در این مقاله ابتدا انواع دوده های مورد استفاده SRF، HAF ، RCF و P-TYPE در کاربردهای مختلف صنعت لوله و اتصالات پلی اتیلن پرداخته معرفی و در ادامه مشخصات فنی ساختاری و کنترل کیفی دوده‌ها مختلف بررسی می شود و استانداردهای مختلف بررسی شاخص‌های تعیین کیفیت دوده های مورد نظر و قابل استفاده در صنعت لوله معرفی می گردند.

Property	P	RCF	HAF	SRF
Average particle size, nm	20-25	< 25	27-30	60-70
DBP Surface Area, ml/100 gr	98	114	120	65
Iodine Absorption, mg/gr	118	121	90	30
Tinting Strength, IRB#3	107	115	110	57
CTAB, m2/gr	99	110	94	33
Ash, %	< 0,2	< 0,75	< 0,75	< 0,75
Sulfur content, %	0,1			
Toluene extract, %	0,03			

جدول ۱- مشخصات فنی انواع دوده

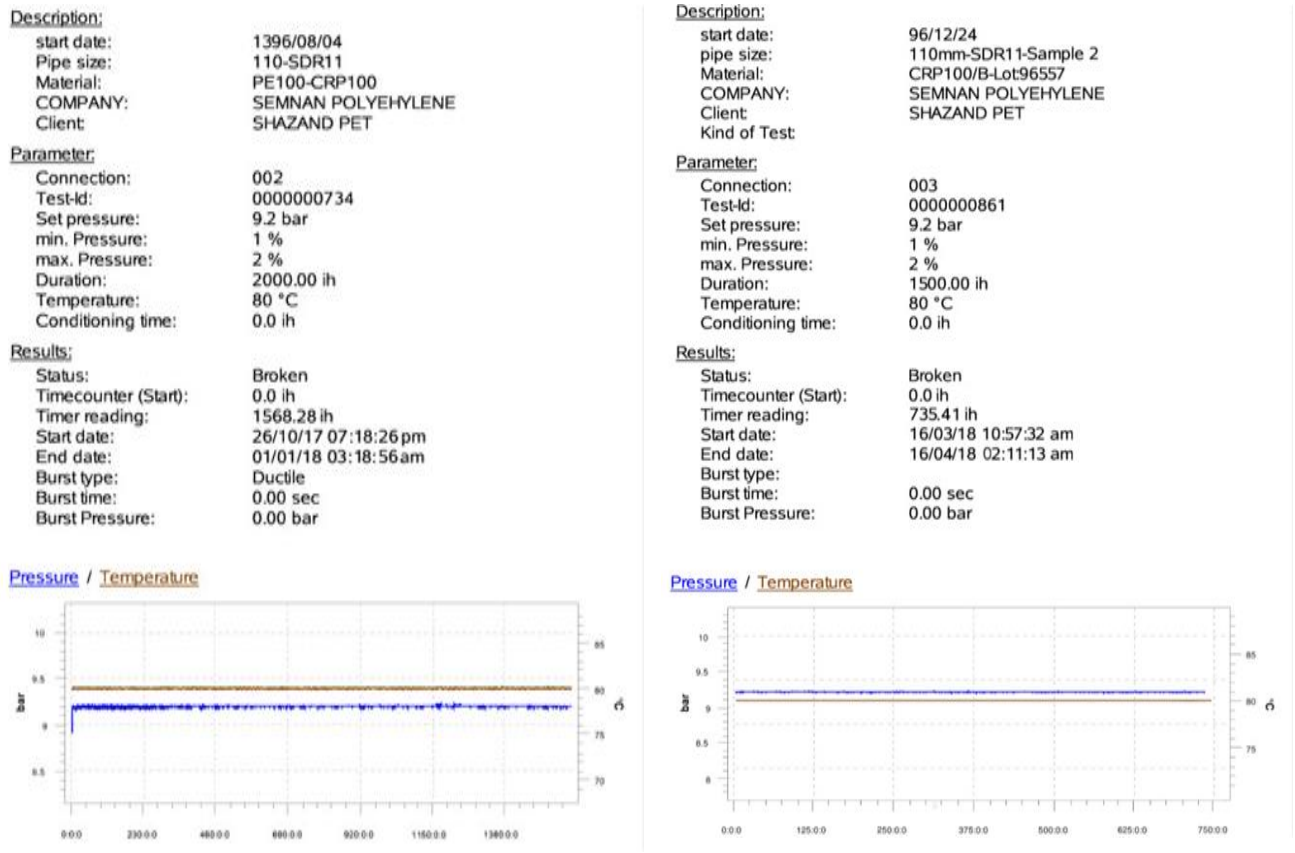
یکی از تغییرات جدید در کشورهای پیشرو دنیا تعیین حدود هیدروکربن‌های حلقوی PAH (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons) در دوده های مورد استفاده پرداخته می شود که شایسته است صنعت دوده سازی کشور با این روند توجه کافی مبذول دارد.

در ادامه به معرفی انواع مستربچ ها با دوده‌های مختلف جهت کاربردهای متنوع صنعت لوله و اتصالات با ذکر مصداق و در مورد تولید مستربچ های مشکی به توصیه هایی در مورد تکنولوژی های مختلف و تجهیزات استاندارد تولید مستربچ پرداخته می شود. همچنین به شاخص های کیفی مورد نظر از مستربچ در کاربردهای مختلف صنعت لوله و اتصالات تشریح می گردد.

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

جدول ۲- مشخصات فنی دوده مورد استفاده در تولید لوله

یکی از مهمترین آزمون هایی که اثر دوده و مستربچ بر خواص مکانیکی را نشان میدهد آزمون رشد آهسته ترک (SCG) است. طی تحقیقات انجام شده دوده P-type که به صورت مستقیم به مواد اولیه اضافه میشود حدود ۵۰ درصد و مستربچ حدود ۱۰۰ درصد زمان شکست در آزمون SCG را کاهش داده و باعث افت خواص می‌گردد.



شکل۱ – تصویر چپ راست نتایج آزمون SCG لوله تولید با مواد بیرنگ (۱۵۶۸ ساعت) و تصویر سمت راست نتیجه آزمون SCG لوله تولیدی با مواد خودرنگ مشکی (۷۳۴ ساعت)

در پایان با توجه به نتایج بدست آمده، برای تعیین شاخص های فنی مستربچ های مشکی جهت استفاده با مواد PE80 جدول ذیل تهیه و پیشنهاد می گردد.

جدول مشخصات مستربچ به شکل گرانول

مشخصه	پارامترهای آزمون		مقدار اندازه گیری شده	نوع آزمون	روش آزمون
چگالی مستربچ	دمای آزمون	˚c۲۳	---	BRT	استاندارد ملی ۷۰۹۰
	تعداد آزمونه	یک نمونه/هر بچ/۷ روز			
نرخ جریان جرمی مذاب (MFR)	وزنه	۲۱/۶ Kg	---	BRT	استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰
	دمای آزمون	۱۹۰ ˚c			
	زمان	۱۰Min			
	تعداد آزمونه	یک نمونه/هر بچ/۷ روز			
درصد دوده	---		مطابق با استاندارد ISO 6964	BRT	استاندارد ISO 6964
میزان خاکستر	کوچک‌تر از ۰/۱ درصد وزنی		مطابق با استانداردASTM D1506	BRT	استاندارد ASTM D1506
تولوئن استخراج شده	کوچک‌تر از ۰/۰۳ درصد وزنی		مطابق با استاندارد ASTM D1618	BRT	استاندارد ASTM D1618
میزان گوگرد	کوچک‌تر از ۰/۱ درصد وزنی		مطابق با استاندارد CTM 15.71	BRT	استاندارد CTM 15071
نوع پلیمر پایه	---	---	مثال : LLDPE	BRT	---
نوع دوده	---	---	مثال : N550	BRT	---
نوع افزودنی های موجود	---	---	مثال : ضد اکسایش ، کمک فرآیند	BRT	---
نوع کاربرد و سازگاری	---	---	مثال : HDPE-80 کاربرد لوله کاروگیت	BRT	---

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 ۲-۷۱۷۱ باشد.				
رشد آهسته ترک لوله SCG 110 mm-SDR 11	دمای آزمون	۸۰ ˚C	بدون نقص در حین آزمون	BRT	استاندارد ISO 13479 استاندارد ISIRI 13065
	فشار داخلی آزمون	۸ بار برای PE80			
	مدت آزمون	۵۰۰ h			
	نوع آزمون	آب در آب			
	تعداد آزمونه	۳ نمونه / هر کامپاند			

ارائه شرکت مانا صنعت تجارت

آخرین دستآوردهای افزودنیهای پلیمر برای لوله های پلی اولفینی

خلاصه ارائه:

بخش اول: کشفیات جدید در پایدار سازی لوله های آب آشامیدنی در تماس با دی اکسید کلر ,

در اکسید کلر باعث تخریب زود هنگام لوله های پلی اتیلنی میشود. تولید کنندگان این لوله ها با چالشهای بسیاری برای محافظت از لوله های پلاستیکی در برابر این تخریب مواجه هستند, متاسفانه پایدارکننده های موجود به اندازه کافی جهت ایجاد طول عمر مورد نیاز اطمینان بخش نیستند, این مطالعات که توسط متخصصین شرکت Songwon بزرگترین شرکتهای تولید کننده پایدارکننده های پلیمری از کشور کره جنوبی انجام شده است, نشان میدهد که چگونه تازه ترین پیشرفتها به ما این اجازه را میدهند تا بتوانیم با اضافه نمودن افزودنی بالاسری(Top-UP) به افزودنیهای موجود , دوام لوله های پلی اولفینی را افزایش دهیم. زمانیکه نمونه های در معرض آب داغ حاوی دی اکسید کلر قرار میگیرند, OIT لوله نمونه در یکی از این راه حلها برای لوله های با دمای پایین به میزان چهار برابر و برای لوله های با دمای بالاتر به میزان دو برابر طولانی تر میشود. لوله های نمونه در آزمایشگاه تخریب سطحی محدودتری را نیز از خود نشان میدهند.

بخش دوم: سیستمهای OPS (One Pack System) و مزایای استفاده از آنها جهت تولید گرانول پلی اولفین گرید لوله و سایر محصولات با دوام

پتروشمیهای تولید کننده پلاستیک های پلی اولفینی با حجم تولید بسیار بالا با چالشهای بسیاری در زمینه افزودن پایدار کننده های پلیمری محصول تولید شده مواجه هستند, ضعفهای پایدار کننده ها با فرم فیزیکی پودری این تولید کنندگان و نیز تامین کنندگان مواد پایدارکننده پلیمری به سمت توسعه فرم فیزیکی جدیدی از پایدارکننده های پلیمری به نام OPS یا NBD . سوق داد امروزه استفاده ازمواد افزودنی با فرم فیزیکی پودری در اکثر پلنتهای پلیمری منسوخ شده است. هدف استفاده از OPS به صفر رساندن افت OIT , افزایش یکنواختی کیفیت پلی اولفین تولید شده و یا به عبارت دیگر همسانی همه دانه ها گرانول تولید از لحاظ ترکیب پایدار کننده های پلیمر است.

مهمترین الزامات و ویژگی های چسب های بین لایه ای مورد مصرف در تولید لوله های چند لایه

دکتـــر علی هدایتی – شـــرکت پلیمر پیشـرفته دانـا

دستیابی به خواص هم افزای و همزمان حاصل از چندین لایه، موجب پیدایش فناوری تولید لوله های چند لایه پلیمری شده است. این فناوری کمک شایانی به برآورده کردن الزامات سختگیرانه امروزی کاربردهای آبرسانی و کاربری های گرمایشی صنعت ساختمان کرده است. انواع ساختارهای ترکیبی چندلایه بر پایه پلی اتیلن عادی و با دمای کاربری بالا (PE, PE-RT)، پلی اتیلن شبکه ای شده (PEX)، پلی پروپیلن (PP) و پلی بوتن (PB) همراه با آلومینیوم یا اتیلن وینیل الکل (EVOH) برای تضمین عملکرد این لوله ها در دمای بالا و همچنین ایجاد خاصیت نفوذ ناپذیری در برابر اکسیژن به کار گرفته می شوند. پایداری در برابر دما در کاربری سیستم های گرمایشی اهمیت دارد و نفوذ ناپذیری در مقابل اکسیژن در سیستم های لوله کشی بسته (Close loop)، برای جلوگیری از وقوع پدیده خوردگی لازم است. پایداری حرارتی این لوله های چند لایه بر عهده پلیمرهای مورد استفاده است و نفوذ ناپذیری در برابر اکسیژن به عهده آلومینیوم و EVOH است. همچنین آلومینیوم مقاومت لوله در برابر فشارهای عملیاتی بالا را افزایش می دهد. با توجه به طبیعت ناسازگار پلی الفین ها و سایر اجزای قطبی موجود در این ساختارها، مانند آلومینیوم و EVOH، برای ایجاد ساختارهای یکپارچه چند لایه از چسب های بین لایه ای در این لوله ها استفاده می شود.

با توجه به پلیمرهای مورد مصرف در تولید لوله های چند لایه محدوده وسیعی از خواص مکانیکی و عبور پذیری در برابر اکسیژن بدست می آید. این لوله ها می توانند الاستیک و منعطفی یک کابل باشند و در کاربردهای گرمایش از کف و آبرسانی استفاده شوند، منعطف باشند اما الاستیک نباشند و در نهایت کاملا صلب و سخت باشند و به کمک اتصالات در شبکه های تاسیساتی قرار گیرند.

چسب های بین لایه ای تضمین کننده عملکرد طولانی مدت لوله های چند لایه معرفی شده و مزایای آن ها هستند. علاوه بر الزامات معمول، همچون شکل پذیری و فرایند پذیری، چسب های بین لایه ای بایستی استحکام چسبندگی قابل قبولی را بین لایه های پلی الفینی و دیگر لایه ها ایجاد کنند و مجموعه لوله چند لایه بتواند تمامی الزامات استانداردی هر کاربری را برآورده کند. بنابراین چسب های بین لایه ای مناسب برای هر کاربری ویژگی های خاص خود را دارند. این مقاله انواع لوله های چند لایه پلیمری و کاربرد های آن ها را معرفی خواهد کرد و مهمترین معیارهای انتخاب چسب مناسب برای هر کاربری را بر خواهد شمرد.

موضـــوع چهـــارم

تضمین کیفیت و ارزیابی انطباق ، تجهیزات آزمایشگاهی و آزمون های کیفی جدید

FIRST INTERNATIONAL
POLYOLEFIN PIPE
CONFERANCE

موضوع مقاله : دغدغه و چالشهای آزمایشگاه های همکار سازمان ملی استاندارد

ارائه کننده :آقای مهندس داود خادمی – مدیرعامل شرکت آریانام

یکی از عوامل مهم در توسعه و ماندگاری یک محصول در یک صنعت ، کیفیت محصولات می باشد و برای ارزیابی کیفیت محصولات ، آزمایشگاهها بایستی به خوبی بر وظایف خود آشنا و نقش خود را ایفاء نمایند .هر گونه خللی در سازماندهی و قوانین و مقررات و عملکرد آزمایشگاهها منجر به بروز خطا و صدمات جبران ناپذیر خواهد شد.

در امر سازماندهی و تعریف زنجیره کیفیت ، بخشهای دیگری به جز آزمایشگاهها منجمله سازمانهای قانون گذار ، گواهی دهنده ها و نظارت کننده ها نقش آفرینی می کنند.

در این مقاله سعی شده هر چند کوتاه به چالشها و دغدغه هایی که بر کیفیت عملکرد آزمایشگاهها موثر است اشاره شود .

مشکلات نمونه برداری

علی رغم تلاش در امر تدوین دستورالعمل های نمونه برداری و آموزشهای کارشناسان شرکتهای محترم بازرسی به دلیل عدم توجه کافی به الزامات نمونه برداری از لحاظ تعیین استاندارد های محصول ، حجم/ مقدار نمونه ، آماده سازی نمونه در موارد نیاز به فرایند های تکمیلی منجمله جوشکاری ، نصب قطعات جانبی و... منجر به دوباره کاری ، افزایش هزینه و تاخیر در فرایند های ارزیابی انطباق خواهد شد.

تاخیر در ابلاغ استاندارد های محصول و روش های آزمون

علی رغم تلاش مسئولانه سازمان ملی استاندارد ، صدور نتایج آزمون همواره به دلیل فقدان هماهنگی کافی ما بین معاونت های سازمان با چالشهایی منجمله تاخیر در ابلاغ استاندارد ها همراه بوده است .

بعضا مشاهده می شود پس از تجدید نظر و یا تدوین استاندارد های جدید در جلسات کمیته های فنی و نهایی و تصویب در کمیته های ملی ، استاندارد ها پس از چند سال به سایر بخشهای سازمان و آزمایشگاههای همکار ابلاغ تا به عنوان سند رسمی ملاک عمل قرارگیرد .

طی این مدت صدور گواهی نامه های واحد های تولیدی و آزمایشگاهها در ادارات کل استاندارد بر اساس استاندارد های جدید صورت گرفته و آزمایشگاهها بر اساس استاندارد جدید ارزیابی می شوند . ولی به دلیل عدم ابلاغ استاندارد ، آزمون ها بر اساس استاندارد قدیم صورت می گیرد .

به عنوان مثال می توان به موارد زیر اشاره نمود :

ردیف	استاندارد باطل شده	استانداردا های تجدید نظر شده	عنوان استاندارد
۱	۶۳۱۴-۱و۲ سال ۱۳۸۶	۶۳۱۴-۱و۲ سال ۱۳۹۵	سیستم لوله کشی اب سرد، گرم و داغ -PP لوله و کلیات
۲	۱۱۲۳۳-۱و۲ سال ۱۳۸۷	۱۱۲۳۳-۱و۲ سال ۱۳۹۵	سامانه لوله گذاری برای کاربرد گاز رسانی لوله و اتصالات
۳	۹۱۱۹سال ۱۳۸۶	۹۱۱۹-۱ سال ۱۳۹۴	سامانه های لوله گذاری برای تخلیه فاضلاب و پساب ساختمان-PVC-U-ویژگی ها
۴	۹۱۱۸ سال ۱۳۸۶	۹۱۱۸-۱ سال ۱۳۹۵	سامانه لوله گذاری مدفون در خاک برای کاربرد های فاضلاب و زهکشی ثقلی -PVC-U

نبود نمونه و آزمایشگاه مرجع

ارزیابی دقت و صحت نتایج آزمون آزمایشگاهها نیازمند وجود نمونه مرجع و آزمایشگاههای مرجع می باشد. در حال حاضر، نبود مواد و آزمایشگاه مرجع منجر به بلا تکلیفی سازمان ملی استاندارد ، آزمایشگاهها ، مراجع تصمیم گیرنده ، کارفرمایان ، پیمانکاران و صنعتگران گردیده است. از این رو ، سازمان ملی استاندارد جهت برون رفت از این چالش به آزمون های مقایسه بین آزمایشگاهی روی آورده است که با عنایت به این دستوالعمل همچنان پاره ای از مشکلات پابر جاست.

استقرار استاندارد ISO 17025

چندی است که سازمان ملی استاندارد با نظارت مرکز ملی تایید صلاحیت در تلاش است جهت ارتقاء کیفیت آزمایشگاهها ، طی برنامه چند ساله آزمایشگاهها را به سمت رعایت الزامات استاندراد IΣO 17025 هدایت نماید.

اصولا قدم گذاشتن در جهت استقرار استانداردهای بین المللی بی شک و تردید مورد وثوق همگان است اما از جمله چالشهای پیاده سازی الزامات استاندارد برای کالا محور بودن دامنه شمول آزمایشگاهها و انجام آزمون کامل یک کالا عدم وجود برخی از تجهیزات و یا مواد و یا قیمت بالای تجهیز و هزینه های بالای آزمون و تعداد کم نمونه در طی سال جهت انجام آزمون می باشد و اصولا تهیه و تدارک تجهیزات برای تک تک آزمایشگاهها منطقی نیست ، لاجرم به نظر می رسد بایستی در ردیف های آزمون به تعداد محدودی آزمایشگاه به عنوان آزمایشگاه تخصصی اکتفاء نمود و سایر آزمایشگاهها از خدمات آزمایشگاههای تخصصی به عنوان پیمانکار فرعی بهرمند گردند.

براساس این مدل به دلیل مقرون به صرفه بودن آزمون های تخصصی بخش خصوصی نیز نسبت به تهیه تجهیزات خاصی تمایل پیدا خواهد کرد.

از طرفی چنانچه دامنه شمول آزمایشگاهها صرفا به دلیل عدم امکان انجام تمامی آزمون های یک کالا ، محدود گردیده و آزمایشگاهها به جای کالا - محور بودن براساس روش های آزمون فهرست شوند در این صورت کارشناسان استاندارد، گمرکات و مشتریان در بررسی و ارزیابی و انتخاب آزمایشگاهها همزمان با ارسال نمونه ، با مشکل مواجه خواهند شد.

عدم تناسب تعرفه های آزمون و عدم پرداخت به موقع هزینه های آزمون

واضح و مبرهن است که ادامه حیات و توسعه زنجیره کیفیت منوط به توجه کافی سازمان به تمامی بخشهای زنجیره کیفیت می باشد.

در این راستا عدم تغییر تعرفه آزمون متناسب با نرخ تورم اعلام شده توسط بانک مرکزی در ابتدای هر سال ادامه کار آزمایشگاهها را به مخاطره انداخته است.

از طرفی عدم پرداخت به موقع هزینه آزمون و عدم پیگیری به موقع سازمان جهت پرداخت مطالبات آزمایشگاهها مانع ادامه کار آزمایشگاهها خواهد شد.

عدم هماهنگی سازمانهای دولتی

عدم پذیرش و الزام شرکت ملی گاز به رعایت استاندارد ملی ۱۱۲۳۳ و انطباق لوله های گاز رسانی مطابق استاندارد IGS و ممانعت ماده (۱۶) مقررات ملی ساختمان از بکارگیری لوله های پلی پروپیلن در ساختمان علی رغم وجود استاندارد ملی ایران به شماره ۶۳۱۴ .

استفاده از استانداردهای ASME در ارزیابی کیفیت لوله های پلی اتیلن علی رغم وجود استانداردهای ملی ۱۴۴۲۷.

و موارد این چنین مابین سازمانهای دولتی از جمله چالشهای دیگر آزمایشگاههاست که برای ارزیابی و صدور نتایج آزمون یک محصول برای سازمانهای مختلف بایستی تجهیزات و الزامات متعددی را فراهم نموده که منجر به افزایش هزینه های خرید و تامین و نگهداری تجهیزات و اختصاص فضای بیشتر برای تجهیزات خواهد شد.

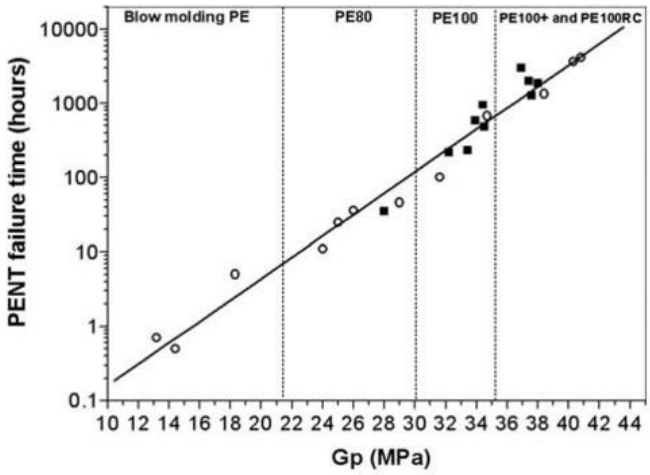
ارزیابی آزمون تعیین مدول Strain Hardening جهت تشخیص مقاومت در برابر رشد آهسته ترک

دکتر سیف الله جمالپور – شرکت پلی وین

مقدمه

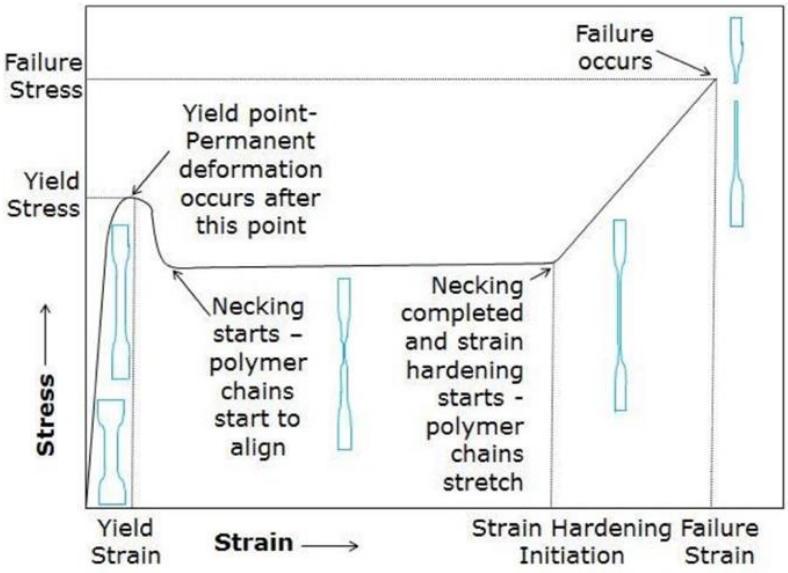
مقاومت در برابر رشد آهسته ترک به طور کلی با طول عمر مواد پلی اتیلن و در نتیجه، طول عمر محصولات پلی اتیلنی مثل لوله و اتصالات مرتبط می باشد. در واقع قابلیت باز شدن گره خوردگی تای مولکول ها در پلیمر، مقاومت در برابر رشد آهسته ترک را تعیین می کند.

معمولاً مقاومت در برابر رشد آهسته ترک با استفاده از روشهای تست زمان بر مانند PENT، FNCT، NPT و غیره ارزیابی می شود. این روش ها اغلب نیاز به استفاده از نمونه های شکاف دار، استفاده از مایعات خاص و درجه حرارت بالا می باشد. بعنوان مثال همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود در روش PENT برای نمونه ها با کیفیت بالا مانند PE100-RC زمان تست نزدیک به ۱۰۰۰۰ ساعت به طول می انجامد.



شکل ۱. نمودار مدت زمان آزمون PENT برای گریدهای مختلف PE بر حسب مدول Strain Hardening

یک روش هوشمندانه و نوین جهت ارزیابی رفتار مقاومت در برابر رشد آهسته ترک استفاده از مدول Strain Hardening در آزمون کشش می باشد که مطابق شکل ۲ در ناحیه بعد از کشش طبیعی رخ می دهد.



شکل ۲. منحنی تنش- کرنش پلی اتیلن

مدول Strain Hardening معیاری از قابلیت باز شدن گره خوردگی تای مولکول ها می باشد که از شیب منحنی تنش- کرنش در بالای ناحیه کشش طبیعی در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد بدست می آید. در واقع مقدار Strain Hardening در آزمون کشش میزان مقاومت در برابر تغییر فرم فیبریلار می باشد.

روش Strain hardening روشی مناسب است که نیازی به نمونه شکاف دار و یا مواد محرک ندارد. مزیت های این روش، آسانی برای انجام در آزمایشگاهها، میزان اندک مواد مورد استفاده (کمتر از ۵۰ گرم) و از همه مهمتر کاهش چشمگیر زمان اندازه گیری از هزاران ساعت به چند ساعت است. این روش بسیار مناسبی در توسعه گریدهای جدید توسط محققان است ، همچنین گذشته از این به عنوان تست BRT هم برای تأمین کنندگان مواد اولیه و هم برای تولید کنندگان لوله بسیار ارزشمند است.

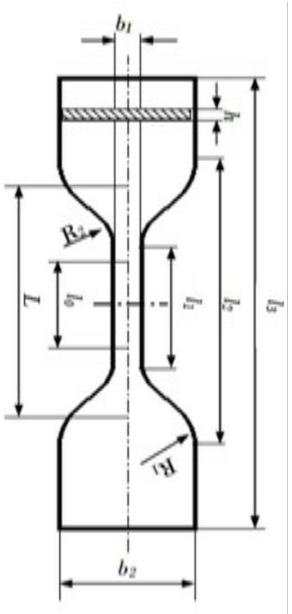
نحوه تهیه آزمونه ها:

ابعاد آزمونه مطابق شکل ۳ می باشد. برای تهیه آزمونه گرانول های پلی اتیلن مطابق شرایط ذکر شده در جدول ۱ تحت قالب گیری فشاری قرار گرفته می شود تا فیلم های به ضخامت ۰,۳ تا ۱ میلیمتر تهیه گردد. پس از قالبگیری، جهت حذف تاریخچه حرارتی نمونه ها به مدت ۱ ساعت در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد قرار گرفتند و با خاموش کردن محفظه دما به آرام ی تا دمای اتاق سرد شدند (با نرخ کمتر از ۲ درجه سانتیگراد بر دقیقه). سرانجام ، آزمونه ها با استفاده از پانچ تهیه می شوند. آزمونه ها

قبل از تست بمدت ۳۰ دقیقه در محفظه دمایی در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد قرار می گیرد تا تعادل حرارتی ایجاد گردد. سپس آزمونه ها با سرعت ۲۰ ملیمتر بر دقیقه تحت کشش قرار می گیرد. از هر نمونه ۵ آزمونه تحت تست قرار می گیرد و میانگین نتایج گزارش می شود.

Dimension		Size mm
L	Start length between clamps	30,0 ± 0,5
l_0	Gauge length	12,5 ± 0,1
l_1	Length of narrow parallel sided portion	16,0 ± 1,0
l_2	Length between the parallel portions of the clamp area	46 ± 1,0
l_3	Minimum overall length[a]	70
R_1	Radius	10,0 ± 0,5
R_2	Radius	8,0 ± 0,5
b_1	Width at narrow parallel sided portion	4,0 ± 0,1
b_2	Width at ends	20,0 ± 1,0
h	Thickness	0,30 + 0,05/-0,03 or 1,0 ± 0,1

[a] A greater overall length may be necessary to ensure that only the wide end tabs come into contact with the machine grips, thus avoiding "shoulder breaks".



شکل ۳. آزمونه و ابعاد آزمونه مطابق استاندارد ISO 18488-2015

جدول ۱. شرایط قالبگیری فشاری

Thickness mm	Moulding temperature °C	Average cooling rate[a] °C/min	Preheating time[b] min	Full pressure MPa	Full-pressure time min
0,30 or 1,0	180	15 ± 2	5 to 15	5	5 ± 1

[a] Demoulding temperature <40 °C.

[b] Preheating pressure to equal contact pressure.

آنالیز داده های آزمون:

وقتی که نمونه در طول تست به طور کامل دچار پدیده necking شود سطح مقطع آزمونه، به دلیل افزایش طول قابل توجه، کاهش پیدا می کند، لذا جهت بررسی رفتار نمونه در ناحیه Strain Hardening، باید تنش واقعی بررسی شود. برای این منظور نسبت کشش (λ) بصورت زیر تعریف می شود (معادله ۱) و سپس تنش واقعی بر اساس آن مطابق معادله ۲ محاسبه می گردد.

$$\lambda = \frac{l}{l_0} = 1 + \frac{\Delta l}{l_0} \quad (1)$$

l_0 طول اولیه و l طول ثانویه و تغییر طول می باشد.

$$\sigma_{\text{true}} = \lambda \cdot \frac{F}{A} \quad (2)$$

F نیروی اندازه گیری شده و A سطح مقطع اولیه آزمونه می باشد.

جهت تعیین مدول Strain Hardening بر اساس مدل Neo-Hookean با در نظر گرفتن λ=۸ تا λ=۱۲ یا شکستگی از معادله ۳ استفاده می شود:

$$\sigma_{\text{true}} = \frac{< G_p >}{20} \cdot \left(\lambda^2 - \frac{1}{\lambda} \right) + C \quad (3)$$

C یک پارامتر ریاضی است که از برون یابی تنش تسلیم به λ =۰ بدست می آید.

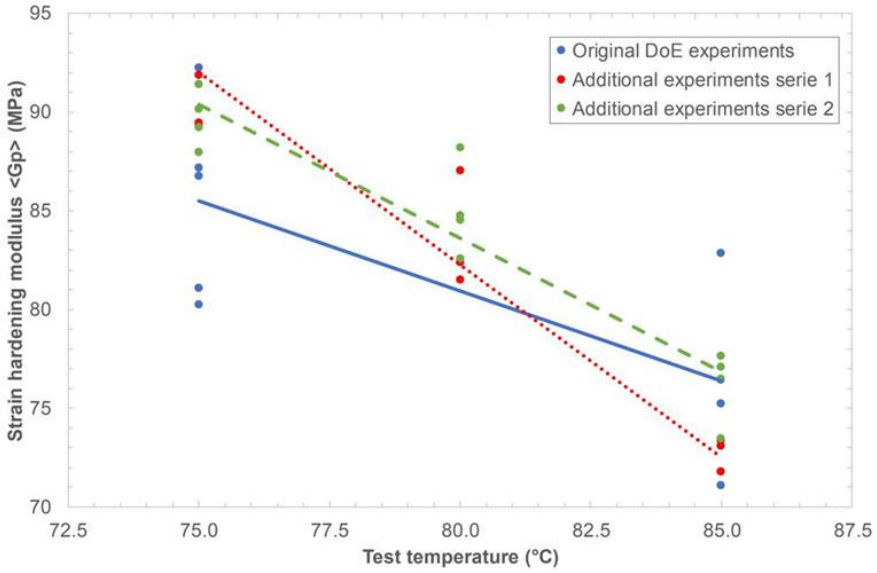
باید توجه داشت اگر آزمونه نسبتاً سریع شکسته شود به عنوان مثال در $\lambda = 9$، فیت کردن روی داده های نسبتاً کوچک در یک رنج نسبت کشش باریک انجام می شود. در مقابل، آزمونه ای که پس از $\lambda = 12$ شکسته می شود، به کل رنج نسبت کشش اجازه می دهد تا برای فیت کردن شیب استفاده شود. رنج وسیع یک فیت بهتر می دهد و در نتیجه پراکندگی کمتری دارد. بطور کلی داده های زیر λ=۸/۵ باید حذف شوند.

بررسی پارامترهای اثر گذار بر آزمون:

پارامترهای مختلفی از جمله دمای آزمون، نوع مواد، سرعت خنک کاری، سرعت کشش، ضخامت آزمونه، نسبت کشش، آزمایشگاه های مختلف (تجهیزات مختلف)، نوع کومونومر و ... می تواند بر نتایج آزمون اثرگذار باشد.

مطابق شکل ۴ دما تاثیر قابل توجهی بر نتایج دارد، بعنوان مثال تغییر ۱۰ درجه سانتیگرادی در دمای آزمون می تواند منجر به تغییر حدود ۷ مگاپاسکال در مدول SH شود. این بدان معنی است که تغییر دمای ۲ درجه سانتیگراد مجاز توسط استاندارد ISO 18488 می تواند یک انحراف آماری در حدود ۱,۴ مگاپاسکال را ایجاد کند. اما از آنجا که دما و نوع PE بر یکدیگر اثرگذار هستند، تغییر حدود ۷ مگاپاسکال در مدول SH فقط یک مقدار متوسط است. تغییر در مدول SH به دلیل اختلاف دمای ۱۰ درجه سانتیگراد برای PE100-RC ۲ مگاپاسکال بزرگتر از مقدار میانگین یعنی حدود ۹ مگاپاسکال می باشد و برای PE نسل اول ۲ مگاپاسکال کوچکتر یعنی حدود ۵ مگاپاسکال بود. آزمایشات اضافی که بر روی نمونه PE100-RC انجام گرفت یک رابطه خطی بین دما و مدول SH در این محدوده دما را نشان می دهد. این آزمایشات همچنین نشان میدهد که تغییر ۱۰

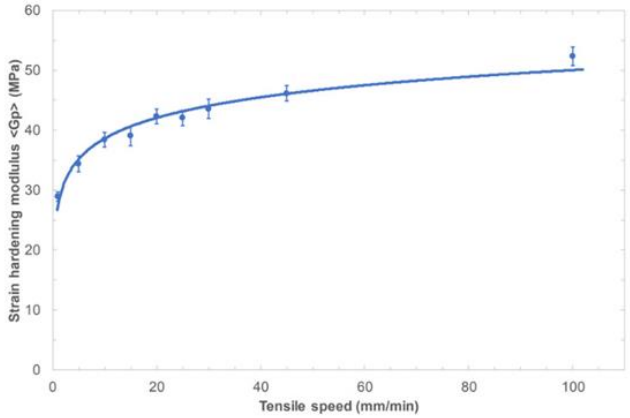
درجه سانتیگراد ممکن است تأثیر بیشتری در مدول SH، یعنی بین 13-19 MPa داشته باشد. این بدان معنی است که تغییر دما از ۲ درجه سانتیگراد ممکن است یک انحراف آماری تا ۳,۸ مگاپاسکال را ایجاد کند.



شکل ۴. تاثیر دما بر مدول Strain Hardening

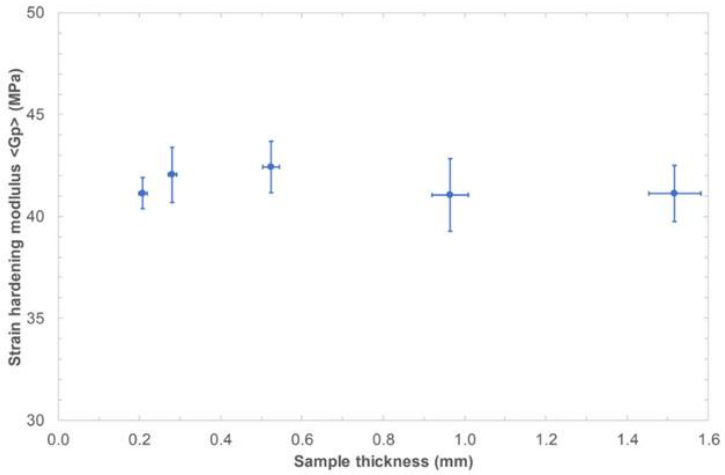
نرخ خنک کاری بعد از آنیلینگ نیز مهم می باشد. خنک کاری بسیار سریع تأثیر قابل توجهی بر روی مدول SH با حدود ۲,۷- مگاپاسکال در مقایسه با خنک کاری کند دارد. با این حال، باید توجه داشت که خنک کاری سریع یک نمونه مطابق استاندارد ISO 18488 مجاز نیست. این نشان می دهد که تغییرات در ساختار مولکولی ناشی از اختلاف در بلورینگی برای مدول SH از اهمیت بسیاری برخوردار است.

همانطور که در شکل ۵ مشاهده می شود، سرعت کشش نیز اگر خیلی پایین تر یا خیلی بالاتر از مقدار ذکر شده در استاندارد (۲۰ میلیمتر بر دقیقه) باشد می تواند بر مدول SH تاثیر چشمگیر داشته باشد.



شکل ۵. اثر سرعت کشش بر مدول Strain Hardening

کار تحقیقاتی انجام گرفته توسط Kiwa نشان دادند که مدول SH تحت تاثیر افزایش ضخامت تا ۱ میلیمتر و حتی بیشتر قرار ندارند (شکل ۶).



شکل ۶. اثر ضخامت آزمونه بر مدول Strain Hardening

با این حال، Dominguez و همکاران مدول SH کمی پایین تر برای نمونه ها با ضخامت ۲ میلیمتر نسبت به نمونه ها با ضخامت ۰,۳ میلی متر پیدا کرد. دلیل اینکه نمونه های ضخیم تر ممکن است مقادیری انحراف نشان دهند به دلیل گرمایش ذاتی (آدیاباتیک) نمونه در هنگام تغییر شکل پلاستیک است.

Correlating Polyethylene Pipe Resins Strain Hardening Modulus to Slow Crack Growth Resistance

R. Rashedi[1], S.K. Afzali[1], E. Isazadeh[2], H. Nazokdast[3]

[1]Research & Development Dept., Jam Petrochemical Co., Assaluyeh, Iran.
[2]Gostaresh Plastic Pipe Manufacturing Co., Tehran, Iran.
[3]Polymer Engineering Dept., Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran

Abstract:

The development in recent years of fast evaluation techniques such as Strain Hardening (SH) modulus has opened an important alternative for quick SCG evaluation since it correlates well with other conventional tests such as FNCT and PENT. In this study, commercial polyethylene pipe resins produced with different catalysts and technologies were evaluated in order to define their SH values to rank the resins as PE100 or PE80. A relationship is proposed that utilizes SH test results to estimate the SCG resistance of PE pipes. A linear correlation (R^2=0.9871) was found between the strain hardening modulus and slow crack growth resistance relationship for black samples used in this study which covered bimodal pipe resins made using different catalysts and technologies.

Introduction

High-density polyethylene (HDPE) is currently used for the production of plastic pipes for water and gas distribution systems. This material offers several advantages over its competitors, like flexibility, low cost, environmental attack resistance and ease of installation. HDPE pipes for water distribution systems are, in principle, designed for long lifetimes in service: current life-times specified by industrial standards are expected to be of the order of 50 years [1, 2]. In spite of this, HDPE pipes are known to be subject to premature in-service failures due to time-dependent (creep) fracture, which leads to leakage and, consequently, to environmental and economic costs (water losses and increased maintenance costs). The search for improved materials leads the petrochemical industry to continuous development of new HDPE resins using advanced technologies (see Fig.1). As illustrated in Fig. 2 strategies such as increase in the molecular mass, precise copolymerization (chain branching) and engineered molecular mass distribution have been suggested to improve resistance to failure [2, 3], which is known to occur via a slow crack growth (SCG) mechanism [4].

Corresponding author:

E-mail address: r_rashedi@jpcomplex.com

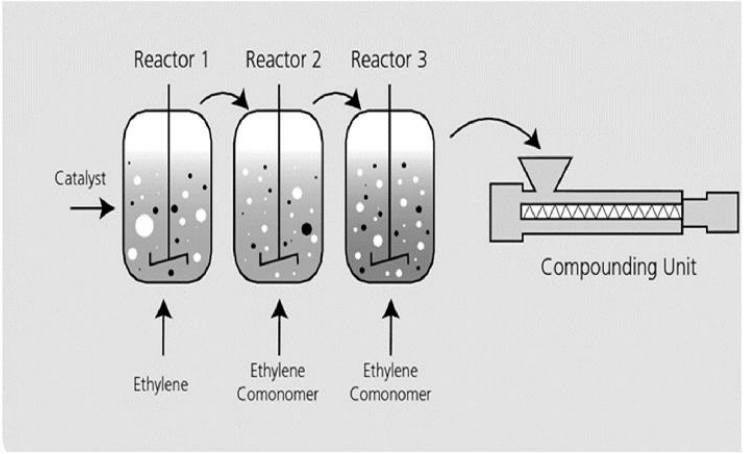


Fig 1. Advanced cascade process for the production of HDPE high performance pipes [5].

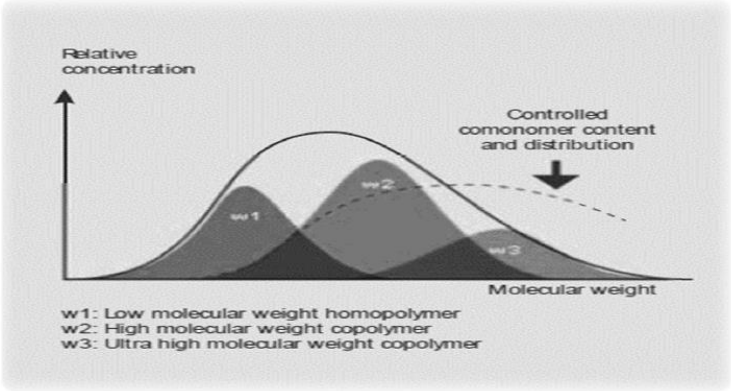


Fig 2. Engineered molecular weight and comonomer distribution in high performance pipe resins [5].

The properties of polyolefins depend mainly on the polymer structure. For example, the rather simple ethylene monomer can be converted into a great variety of polymer grades showing completely different mechanical properties suitable for many applications. Structure-property-relationship have been studied widely for polyethylene and different polymerization technologies have been developed in order to tailor the polymer architecture of polyethylene for specialities applications (Fig 3).

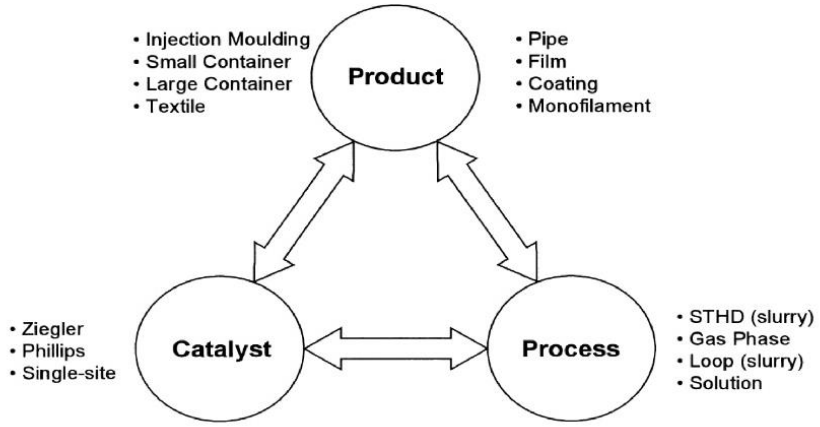


Fig 3. Catalyst, production technology and product application for different PE grades [5].

The molecular feature that allows bimodal resins to exhibit improved properties is not the shape (bimodal) of the MWD. Rather it is a high degree of short chain branching (SCB) on the longest chains in the MWD, In fact. this pattern is contrary to the behavior of the PE-80 resins, which tended to concentrate branching in its short chains or the distribution. Pulling more branching on the longer chains forces them into the amorphous region of the polymer and thus increases the probability that they will act as tie molecules, holding the semi crystalline polymer matrix together. In this manner, the strength of the polymer is greatly improved in numerous ways [6].

The long time behaviour of polyethylene (PE) structures has been extensively investigated because PE is a very important structural material being used in pipes, fittings, tanks, and jacketing for electrical cables. Under a constant load, PE exhibits two general modes of failure: (1) ductile failure by homogeneous deformation, and (2) brittle failure which initiates at a point of stress concentration and the crack is proceeded by a craze. This general behaviour has been observed in thousands of tests on pipes during the past 30 years, where the ductile failure occurs at high stress and below a critical stress, which depends on the temperature. It was found that under certain conditions, some polyethylenes violated the usual time dependent fracture behaviour with respect to the effect of temperature and the quantitative relationship between stress and the failure time.

It is well known that resistance against slow crack growth is important for the lifetime of pressurized polyethylene (PE) pipes. Thus, several methods have been proposed in recent years to evaluate the long-term performance of PE using fracture mechanics. It is generally believed that this leads to results more quickly compared to internal pressure tests. Many researchers have pointed out that SCB (from suitable comonomers) along the longest molecules of the MWD is an especially effective manner to enhance resistance to SCG [7-9].

Internal pressure tests on pipe specimens are the traditional way to determine the long-term properties of PE pipes. Unfortunately, this method is expensive and very time-consuming, especially when information on the SCG behavior is needed. Due to this, strong efforts have been put into the development of accelerated tests, which are able to simulate SCG behavior of pipes in a laboratory test and to obtain information on the long-term behavior of PE pipes within a

reasonable time frame. The main aim of this work, is to correlate strain hardening modulus to slow crack growth resistance of commercial PE pipe natural and black resins.

Material and Experiment

Several commercial PE resin types were used in this study and were produced using Zeigler Natta (ZN catalyst system with different technologies. The physical properties of these resins are given in table 1. The strain hardening modulus (<Gp>) is determined from uniaxial tensile test at 80 °C, and was performed according to ISO 18488 using universal test machine with a 100 N load cell and a video extensometer to measure the elongation [10]. The samples were compression moulded to form a sheet with a hydraulic press at 180 °C, nominal pressure of 200 bar and cooling rate of 15 °C/min, as per ISO 1872-2. After pressing the samples were annealed for 1 h at 120 °C and then slowly cooled to room temperature then dumbbell shaped specimens were punched from the sheets. In accordance with ISO 18488, the strain rate was 20 mm/min, the initial distance between the gauge marks on the center of the test specimen was 12.5 ± 0.1 mm, and the thickness was 1 ± 0.1 mm. Resistance to slow crack growth (SCG) of pipes was performed according to ISO 13479 [11]. 110x10 mm (SDR 11) sample pipes were produced using BATTENFELD 75 extruder with barrier screw in 150 rpm, temperature profile between 210 °C to 225 °C and melt pressure of 231 bar. Four notches are introduced on a minimum of three pipes. The notched pipes are then subjected to hydrostatic pressure in tap water, and the result is expressed in terms of time to failure.

Table 1

Physical properties of commercial PE pipe resins

Material	Catalyst	Comonomer	Density (g/cm3)	FRR	Crystallinity(%)
P80N C4-1	ZN	1-Butene	0.9462	26.2	58.2
P80N C4-2	ZN	1-Butene	0.9451	27.4	58.7
P80N C4-3	ZN	1-Butene	0.9442	26.5	57.5
P80B C4-1	ZN	1-Butene	0.9535	25.1	53.6
P80B C4-2	ZN	1-Butene	0.9521	25.4	54.7
P80B C4-3	ZN	1-Butene	0.9534	26.2	54.9
P100N C4-1	ZN	1-Butene	0.9479	27.3	64.2
P100N C4-2	ZN	1-Butene	0.9482	27.1	65.2
P100N C4-3	ZN	1-Butene	0.9485	27.5	64.5
P100N C4-4	ZN	1-Butene	0.9483	27.8	65.8
P100N C4-5	ZN	1-Butene	0.9486	27.7	65.1
P100B C4-1	ZN	1-Butene	0.9576	27.6	61.3
P100B C4-2	ZN	1-Butene	0.9581	27.7	60.5
P100B C4-3	ZN	1-Butene	0.9585	27.9	61.4

Results and Discussion

One of the most important feature of bimodal pipe resins is that short chain branching (SCB) is concentrated at the high end of the MWD and is commonly referred to as a reversed SCB distribution. This important property is achieved using proper catalyst with accurate polymerization condition specially in series reactors. This feature has direct effect on pipe long term properties including SCG, RCP etc.

SCG and Gp values were correlated for all resins and the results for PE80 and PE100 natural and black were shown in Fig. 4 and 5 respectively. It can be seen from Fig 4 that SCG resistance time correlates well with the strain hardening modulus <Gp>. The minimum value of failure time for a PE100 material is 500 hr which defined in ISO 13479 [11] and implies a Gp approximately higher than 32 Mpa.

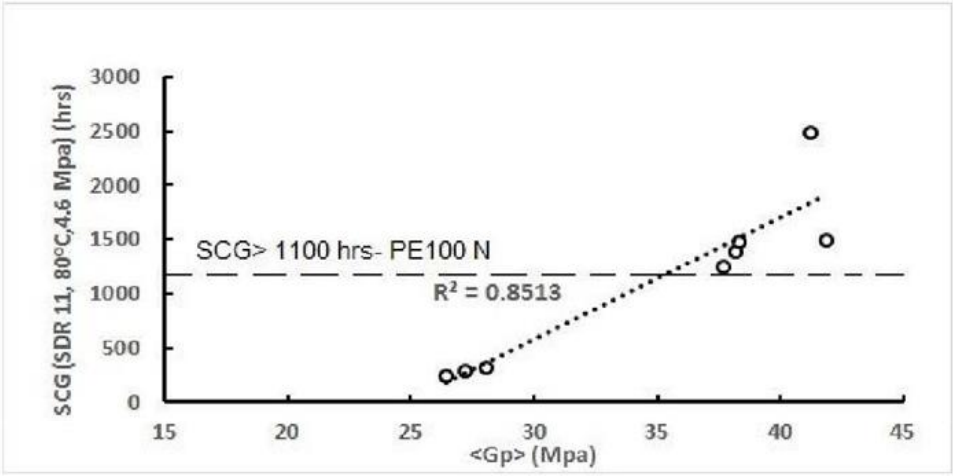


Fig 4. SCG resistance time vs strain hardening modulus for PE80 and PE100 natural resins

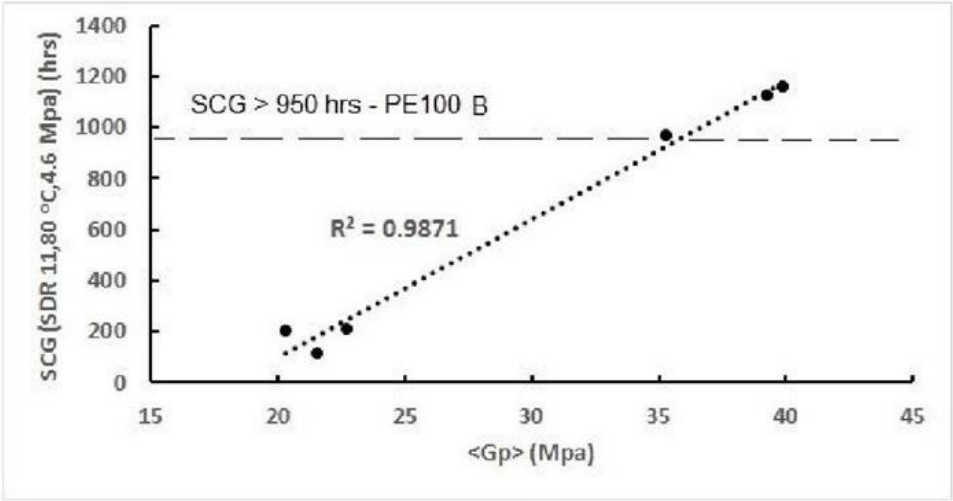


Fig 5. SCG resistance time vs strain hardening modulus for PE80 and PE100 black resins

Table 2

Strain hardening modulus value for different PE pipe resins (including standard deviations)

Grade	Strain Hardening Modulus (Mpa)
PE100 Natural	38±3
PE100 Black	37±2
PE80 Natural	27±2
PE80 Black	22±3

Conclusions

The SH test can easily distinguish different PE types and even the differences between PE100 and PE80 of different resin manufacturers are very clear. SH test has been found to be a good short term method for SCG performance of PE pipe resins. For PE100 resins, SH values of 41 Mpa are achieved, while values of 29 Mpa are obtained in the case of PE80 resins. For both resin types SCG values of produced pipes correlated with their SH modulus and their relationship have been reported.

References

1. C. Dominguez, R.A. Garcia, M. Aroca, A. Carrero, Mech. Time-Dependent Mater. 16 (2012) 105.
2. F. M. Peres, C. G. Schon, J Polym Res, 14 (2007) 181-189.
3. B. Fayolle, J. Verdu, Polym Eng Sci 45 (2005) 424.
4. 4. H.B. Hamouda, M. Simoes, F. Grillon, Polymer 42 (2001) 5425.
5. F.P Alt, L. Bohm, H.F. Enderle, J. Berthold, Macromol. Symp., 163 (2001) 135.
6. P. J. Deslauriers, M. P. McDaniel, D.C. Rohlfing, Polym Eng Sci., 190 (2005) 1203.
7. I. Kurelec, M. Teeuwen, H. Schoffeleers, R. deblieck, Polymer 46(2005) 6369.
8. J. Cazenave, R. Seguela, B. Sixou, Y. Germain, Polymer 47(2006) 3904.
9. S. Deveci, S.K. Kaliappan, J. fawaz, U. Gadgoli, B. Das, Polym Test., 72(2018) 285.
10. ISO 18488 Polyethylene (PE) materials for piping systems - determination of Strain Hardening Modulus in relation to slow crack growth - test method https: //www.iso.org/standard/62593.html2015.
11. ISO 13479 Polyolefin pipes for the conveyance of fluids — Determination of resistance to crack propagation — Test method for slow crack growth on notched pipes.

"بررسی روش های آزمون غیر مخرب (NDT) جوش های گرمایی(Heat fusion)"

حامد جباری – مدیر کمیته آموزش انجمن لوله و اتصالات پلی اتیلن

مقدمه

یکی از بخش های جدانشدنی سیستم‌های لوله‌های پلی اتیلنی، روش‌های به کار رفته برای اتصال لوله و اتصالات است. لوله و اتصالات پلی اتیلن توسط جوش گرمایی یا اتصالات مکانیکی به هم متصل می‌شوند. دو نوع متداول از جوش‌های گرمایی: جوش لب به لب و جوش الکتروفیوژن می‌باشد. در یک طراحی صحیح، نوع و کارایی تکنیک مورد استفاده برای اتصال قطعات و هم چنین دوام اتصالات مد نظر می‌باشد.

برای بررسی کیفیت محل اتصال دو نوع آزمون مخرب (DT)[5] و غیر مخرب (NDT) وجود دارد. روش های آزمون غیر مخرب شامل موارد زیر می‌باشد:

۱) شاخص بازرسی چشمی(Visual inspection criteria)

۲) آزمون مایکروویو (Microwave testing)

۳) آزمون التراسونیک (Ultrasonic testing)

۴) آزمون رادیوگرافی اشعه ایکس(X-ray radiographic testing)

مزایای روش آزمون به NDT به DT به شرح زیر می‌باشد:

۱) در محل سایت قابل انجام می‌باشد.

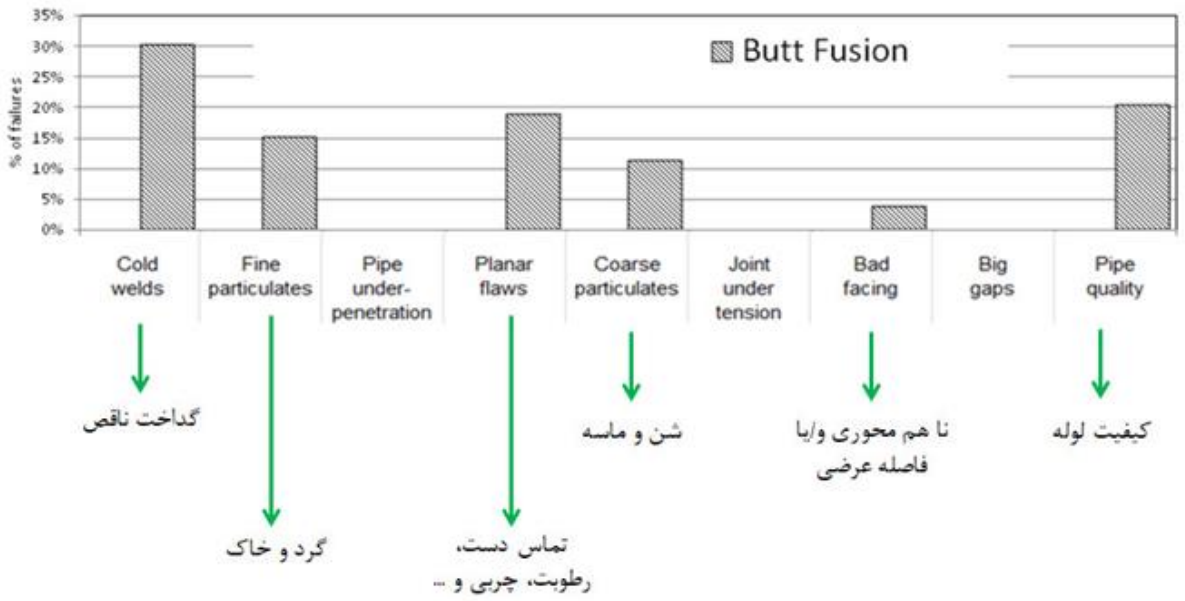
۲) امکان بررسی سطح داخلی و خارجی محل جوش وجود دارد.

۳) از نظر صرفه جویی در هزینه و زمان مقرون به صرفه است.

دلایل اصلی شکست در اتصالات جوش لب به لب و الکتروفیوژن

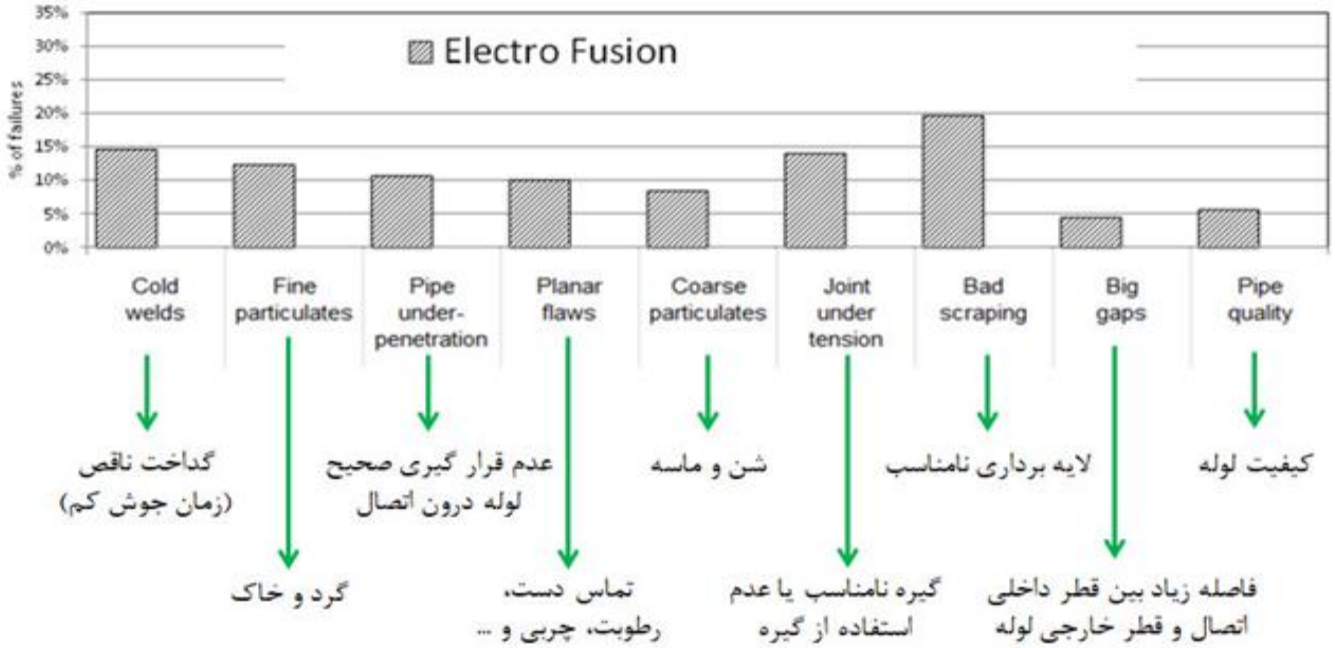
طی تحقیقات بعمل آمده توسط موسسه جوش (TWI) دلایل اصلی شکست در جوش های لب به لب و الکتروفیوژن به شرح زیر می‌باشد:

الف) دلایل شکست در جوش لب به لب



شکل ۱- دلایل اصلی شکست و درصد وقوع آن در جوش لب به لب

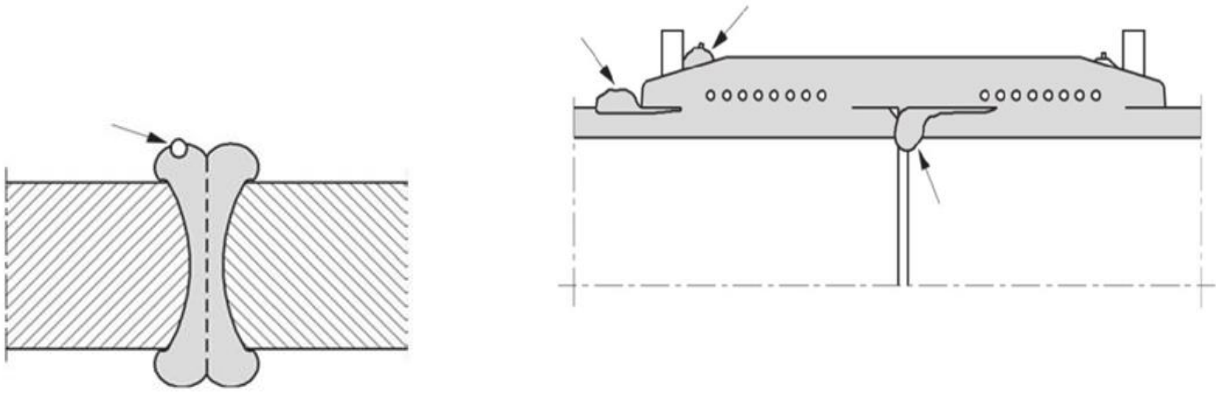
ب) دلایل شکست در جوش الکتروفیوژن



آزمون‌های غیر مخرب:

۱) شاخص بازرسی چشمی(Visual inspection criteria)

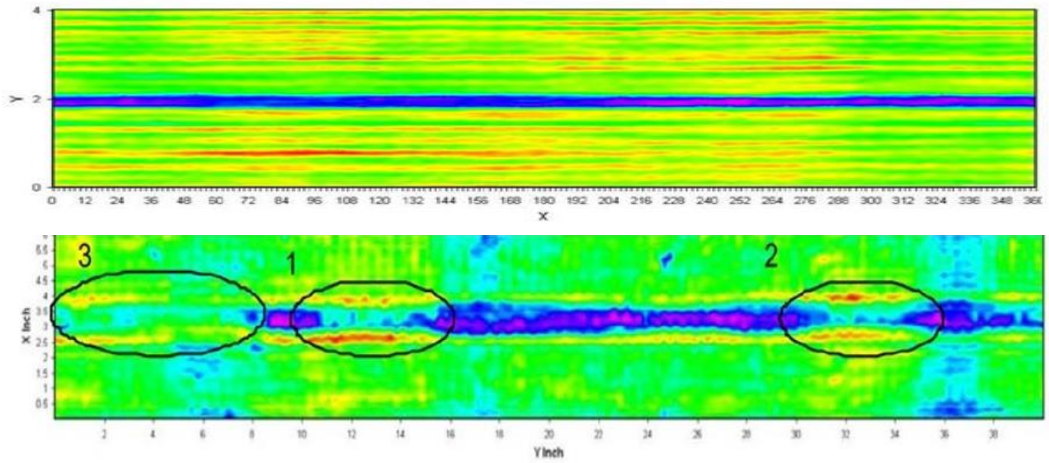
بازرسی چشمی (**Visual testing**) از ابتدایی، کم هزینه و ساده ترین روش‌هایی است که البته به علت ماهیت پیشگیرانه بودن بسیار موثر و کاربردی در کیفیت جوشکاری می‌باشد. شاید بازرسی چشمی به نظر آسان بیاید اما بازرس جوش که بازرسی چشمی را انجام می‌دهد باید بسیار با تجربه، تیز بین و متخصص باشد تا بتواند کیفیت جوش را تضمین کند. در واقع بازرسی جوش به روش چشمی مکمل روش های دیگر آزمون غیر مخرب جوش است و روش انجام آن بر اساس استانداردهای EN 13100-1، EN 14728، EN 16296 و DVS2202-1 می‌باشد.



شکل ۳- نقایص قابل مشاهده در جوش لب به لب و الکتروفیوژن

۲) آزمون مایکروویو (Microwave testing)

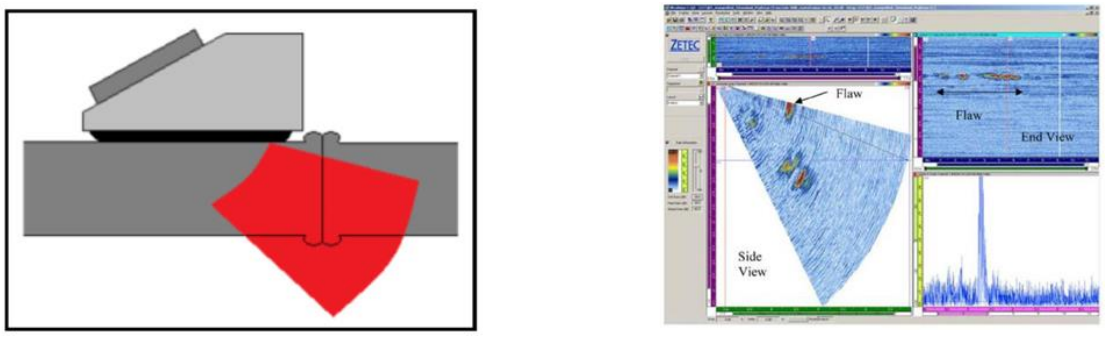
امواج مایکروویو مشابه نور و اشعه X-ray جز امواج الکترومغناطیس و فرکانس آن بین ۳۰۰ مگاهرتز تا ۳۰۰ گیگاهرتز است. این آزمون محدود به مواد دی الکتریک بوده و بر اساس حرکت امواج مایکروویو از یک ماده به ماده دیگر با ثابت دی الکتریک متفاوت می‌باشد. بنابراین هرگونه نقیصه مانند حفره، سوراخ، ترک و ناخالصی را در جوش لب به لب و الکتروفیوژن به عنوان یک ماده جدید با ثابت دی الکتریک متفاوت شناسایی و به شکل‌های Scan B و Scan C نمایش داده می‌شود.



شکل ۴- نتایج بازرسی مایکروویو که تصویر بالایی نشانگر جوش لب به لب مورد تایید و در تصویر پایینی نواحی ۱و ۲ نشانگر جوش سرد (Cold fusion) و ناحیه ۳ نبودن مذاب پلی اتیلن (low of fusion) را نشان می‌دهد

۳) آزمون التراسونیک (Ultrasonic testing)

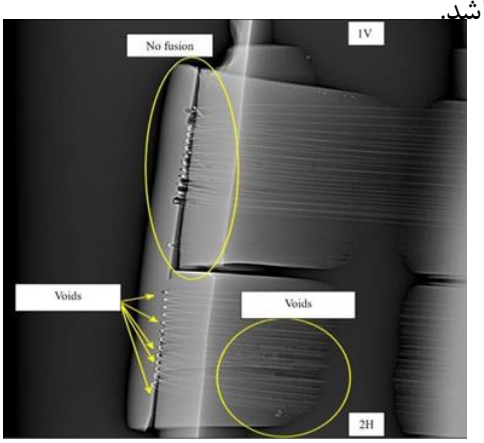
آزمون فراصوتی یا التراسونیک **UT** یکی از روش‌های بسیار دقیق بازرسی غیر مخرب است. در آزمون التراسونیک امواج صوتی با فرکانس بالا (در محدوده ۵ تا ۲۵ مگاهرتز) به داخل نمونه ی مورد بازرسی وارد می شوند تا عیوب داخلی شناسایی شده و خواص مواد بررسی گردد. امواج صوتی با کاهش مقداری از انرژی خود به دلیل پدیده ی تضعیف صوت در داخل مواد حرکت می کنند و در فصل مشترک ها و مرزها منعکس می شوند. این بازتاب ها توسط مولد صوتی دریافت گردیده و به پالس های الکتریکی تبدیل شده و در صفحه نمایش به صورت یک سیگنال ظاهر می‌گردد. روش انجام این آزمون بر اساس استانداردهای ISO 16943 و EN13100-3 می‌باشد.



شکل ۵- تصویر سمت چپ: پراب آزمون التراسونیک جوش لب به لب و تصویر سمت راست نتایج بررسی و نقایص را نشان میدهد.

۴) آزمون رادیوگرافی اشعه ایکس(X-ray radiographic testing)

در آزمون رادیوگرافی از پرتوهای الکترومغناطیسی با قابلیت نفوذ بالا (طول موج های خیلی کوچک) استفاده می‌شود. مقدار جذب این پرتوها در محیطهای مختلف متفاوت و به ضخامت، چگالی و عدد اتمی ماده بستگی دارد. با افزایش ضخامت و چگالی جذب پرتو بیشتر خواهد شد. اشعه جذب نشده به فیلم برخورد می کند و اثری (شبیه به اثر نور در فیلم عکاسی) روی فیلم می گذارد. با ظهور فیلم، یک شکل دو بعدی که به صورت نقاط تیره و روشن می باشدروش انجام این آزمون بر اساس استاندارد EN13100-2 می‌باشد.



شکل ۶- نتیجه آزمون رادیو گرافی اشعه ایکس بر روی اتصال الکتروفیوژن

نتیجه گیری:

۱) آزمون UT، Microwave و X-ray امکان تشخیص مکان و اندازه نقص را به صورت مناسبی دارد.

۲) روش UT و Microwave به صورت حجمی بوده و هیچ گونه محدودیتی در ضخامت ندارند.

۳) آزمون X-RAY بهترین عملکرد را در روش های NDT دارد ولی به دلایل زیر مورد استفاده قرار نمی‌گیرد:

الف) پرتوهای یونیزه کننده خطرناک نیاز به رعایت موارد محیط ایمنی دارد.

ب) تجهیزات نسبتاً گران قیمت

پ) روند بازرسی نسبتاً کند

ت) محدودیت ضخامت تا حداکثر ۵۰ میلیمتر

۴) برای تفسیر نتایج به مهارت و تجربه بالای اپراتور نیاز می باشد.

۵) روش های NDT برای صحه گذاری فرایند جوشکاری بسیار مناسب می باشند.

۶) طی چند سال گذشته بسیاری از شرکت ها برای بررسی کیفیت جوش های لب به لب و الکتروفیوژن در محل سایت از روش های NDT استفاده می کنند.

"بررسی شرایط فرآیندی تاثیرگذار بر مقدار برگشت طولی لوله‌های پلی‌اتیلن و لزوم بازنگری در معیار پذیرش آن "

نوراله میرزائیان، کارشناس ارشد مهندسی پلیمر، شرکت بازرسی کاوشیارپژوهان

چکیده

به طور کلی در حین فرایند تولید لوله‌های پلی‌اتیلن دو نوع تنش پس‌ماند در لوله ایجاد می‌شود: تنش پس‌ماند محیطی[1] و تنش محبوس طولی[2]. یکی از روش‌های ارزیابی تنش محبوس طولی، آزمون برگشت طولی[3] (LR) براساس ISO 2505 می‌باشد. تقریباً تمامی استانداردهای ملی و بین‌المللی از قبیل ISO 4427، EN 12201 و INSO 14427 معیار پذیرش این آزمون را حداکثر مقدار ٪۳ برای لوله‌های پلی‌اتیلن ذکر کرده‌اند. با توجه به اثرات نامطلوب این نوع تنش بر پایداری ابعادی (کاهش طول لوله در زمان انبارش و یا بهره‌برداری) و خواص نهایی لوله، لازم است تا با رعایت برخی شرایط فرآیندی در زمان تولید، مقدار برگشت طولی به حداقل برسد. در این تحقیق نمونه لوله‌های پلی‌اتیلن (PE80 و PE100) با مشخصات ابعادی مختلف تحت دو دسته شرایط فرآیندی (استاندارد و غیراستاندارد) تولید شده و تاثیر هر یک از شرایط مذکور بر مقدار برگشت طولی بررسی شده است. براساس نتایج به دست آمده، معیار پذیرش ٪۳ برای پارامتر LR نسبتاً عدد بزرگی بوده و پیشنهاد شده است به منظور دستیابی به خواص بهتر و پایداری ابعادی بیشتر لوله، شاخص فوق به مقدار ٪۱/۵ تقلیل یابد.

مقدمه

تنش پس‌ماند[4] تقریباً در تمامی قطعات پلاستیکی وجود دارد. تنش پس‌ماند که به نام‌های دیگری مانند تنش داخلی[5] و یا تنش محبوس[6] معروف است به واسطه فرایند خنک‌کاری مذاب پلیمری ایجاد می‌شود. در اثر فرایند خنک‌کاری بخشی از زنجیره‌های پلیمری به صورت کشیده شده در محصول نهایی باقی مانده که با عنوان تنش محبوس شناخته می‌شوند. همچنین حین فرایند خنک‌کاری نوع دیگری از تنش پس‌ماند رخ می‌دهد؛ این نوع تنش پس‌ماند در اثر اختلاف نرخ خنک‌کاری مناطق مختلف مذاب (شامل سطوح بیرونی و بخش‌های درونی) تشکیل می‌شود.

تنش محبوس

هنگامی که مذاب‌های پلیمری در معرض هیچ‌گونه تنش خارجی قرار نداشته باشند حالت پایدار مولکول‌های (زنجیره‌ها) پلیمر، به شکل فضایی کلافی[7] می‌باشد. زنجیره‌ها همواره تمایل دارند این آرایش فضایی تصادفی را حفظ کنند. با اعمال تنش خارجی (که در حین فرایندهای اکستروژن، تزریق و یا سایر فرایندهای شکل‌دهی رخ می‌دهد) زنجیره پلیمر مذاب از حالت کلافی تصادفی، تغییر آرایش فضایی داده و در راستای تنش اعمالی آرایش یافته می‌شود. به طور کلی در اکثر فرایندها بعد از شکل‌دهی مذاب، بلافاصله خنک‌کاری شروع می‌شود به عنوان مثال با استفاده از یک حمام آب بعد از دای اکستروژن. در چنین مواردی مولکول‌ها زمان کافی برای بازگشت کامل به حالت پایدار اولیه (آرایش کلافی) را نخواهند داشت. در این حالت بخشی از

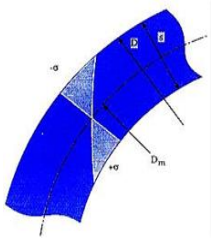
[1] circumferential residual stress
[2] longitudinal residual stress
[3] Longitudinal reversion
[4] Residual stress
[5] Internal stress
[6] Frozen-in stress
[7] Coil conformation

زنجیره‌های محصول نهایی به صورت کشیده شده (تحت تنش) خواهد بود که بالطبع خواص نهایی محصول را تحت تاثیر قرار می‌دهد. این پدیده با عنوان "آرایش‌یافتگی مولکولی تنشی محبوس[۸]" شناخته می‌شود. این نوع تنش‌های محبوس معمولاً در اثر اعمال تنش‌های مکانیکی و یا گرمادهی قطعه آزاد شده و زنجیره با تغییر آرایش فضایی خود، به حالت کلافی نزدیک می‌شود. به عنوان مثال با گرم کردن لوله‌های پلی‌اتیلن بخش عمده‌ای از این تنش‌ها در دمای ۸۰-۱۲۰ $^{\circ}C$ آزاد شده و پس از خنک شدن، طول لوله کاهش خواهد یافت.

به طور کلی در حین فرایند تولید لوله‌های پلی‌الفینی دو نوع تنش پس‌ماند تشکیل می‌شود: تنش پس‌ماند محیطی[۹] و تنش محبوس طولی[۱۰] .

تنش پس‌ماند محیطی لوله

تنش پس‌ماند محیطی نتیجه خنک‌کاری غیریکنواخت سطوح داخلی و خارجی لوله در حین فرایند اکستروژن است. در فرایندهای اکستروژن لوله به طور معمول سطح بیرونی لوله توسط آب خنک می‌شود در حالی که سطح داخلی که در مجاورت هواست با نرخ آهسته‌تری خنک می‌شود. براین اساس ایجاد بلورینگی بیشتر در لایه‌های نزدیک به سطح داخلی، باعث می‌شود این مناطق تحت تنش کششی محیطی قرار گرفته و لایه‌های نزدیک به سطح بیرونی تحت تنش فشاری محیطی قرار گیرند (شکل ۱). هر عاملی که باعث افزایش اختلاف نرخ خنک‌کاری سطوح بیرونی و داخلی شود، باعث افزایش تنش مذکور می‌شود. به عنوان مثال علی‌رغم اینکه افزایش سرعت خنک‌کاری در لوله‌های پلی‌الفینی منجر به افزایش چقرمگی لوله می‌شود اما باعث افزایش مقدار تنش پسماند می‌گردد. همچنین با افزایش ضخامت لوله همین روند مشاهده می‌شود. به هنگام برش عمود بر محور لوله‌های پلی‌الفینی، لبه‌های لوله در اثر وجود تنش پس‌ماند به سمت داخل جمع می‌شود (شکل ۲) ؛ برخی مواقع از مقدار کاهش قطر لبه لوله، به عنوان معیاری برای ارزیابی تنش پس‌ماند استفاده می‌شود.



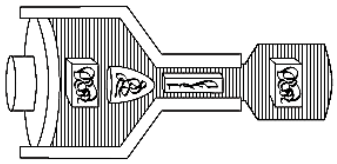
شکل ۱ - توزیع تنش در دیواره لوله به واسطه خنک کاری مختلف سطوح لوله

شکل ۲- جمع شدگی دیواره لوله به سمت داخل در انتهای لوله

[8] Frozen-in stress molecular orientation
[9] circumferential residual stress
[10] longitudinal residual stress

تنش محبوس طولی لوله

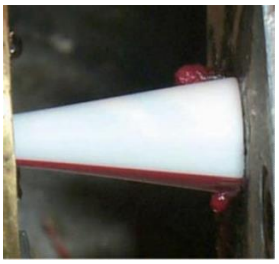
هنگام تولید لوله، تنش محبوس طولی در راستای طول لوله رخ می‌دهد. در جریان‌های مذاب ویسکوالاستیک در صورتی که کاهش سطح مقطع در مسیر جریان درون دای داشته باشیم در ناحیه ورودی این مناطق، در اثر تنش‌های نرمال موجود، زنجیره‌های کلافی دچار کشیدگی و آرایش یافتگی می‌شوند و مقداری انرژی در زنجیرها ذخیره می‌گردد (شکل -۳-الف) . این آرایش یافتگی در نزدیکی دیواره‌های دای به دلیل بالاتر بودن تنش برشی، بیشتر است. زمانی که مذاب از دای خارج می‌شود به دلیل حذف تنش در اثر برداشته شدن اثر دیواره‌ها، زنجیره‌های کشیده شده به حالت کلافی برمی‌گردند که این پدیده به اشتباه به "تورم دای[11] " مصطلح شده است (شکل ۳-الف).



شکل ۳ الف- تورم دای

علی‌رغم اینکه به طور کلی پدیده تورم دای نامطلوب بوده و منجر به ناپایداری ابعادی محصول نهایی می‌شود اما کاهش مقدار تنش محبوس در محصول نهایی را به دنبال دارد. در فرایند تولید لوله‌های پلی‌الفینی جلوگیری از وقوع پدیده تورم دای و یا اعمال هرگونه تنش کششی بر مذاب خروجی از دای باعث افزایش تنش محبوس در لوله می‌شود. برخی از این موارد عبارتند از:

۱- بالاتر بودن سرعت کشش دستگاه کشنده نسبت به سرعت خروج مذاب از دای
۲- یکسان نبودن رده سایز قطر بوشن دای و کالیبراتور (شکل ۳ب)
۳- نزدیک نمودن بیش از حد کالیبراتور به دای



شکل۳ب- یکسان نبودن رده سایز قطر بوشن دای و کالیبراتور

وجود تنش محبوس در لوله‌های پلی‌الفینی مانند هر محصول پلیمری دیگری مخاطرات و مشکلاتی را به دنبال دارد. وجود مقادیر بالای تنش محبوس در لوله‌ها، مشخصه‌های ابعادی، فیزیکی و مکانیکی از قبیل طول لوله، ESCR و ... را تحت تاثیر قرار می‌دهد. به عنوان مثال در اثر انبارش در محیط باز به ویژه در مناطق گرمسیری، به دلیل دوده موجود در لوله‌ها، امکان افزایش دمای لوله به حدود $80\ ^{\circ}C$ و یا اندکی فراتر از آن وجود دارد. در اثر این افزایش دما بخشی از تنش‌های محبوس آزاد شده و طول لوله کاهش می‌یابد. این کاهش طول به ویژه زمانی که لوله‌ها به صورت کلافی با طول بزرگتر از ۱۰۰ متر عرضه شده باشند

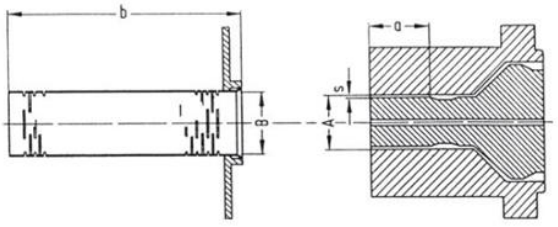
[11] Die swell

کاملاً مشهود بوده و باعث مناقشات بعدی مابین تولیدکننده و کاربر نهایی خواهد شد. از طرفی در صورت عدم آزاد شدن تنش محبوس قبل از نصب، موجب می‌شود که در طول مدت بهره‌برداری، به مرور زمان تنش مذکور آزاد شده و به موازات آن طول لوله کاهش یابد؛ در این صورت به ویژه در خطوط لوله، امکان اعمال تنش بر اتصالات و یا ایجاد نشتی در اتصالات مکانیکی وجود خواهد داشت. تنش محبوس جزء ذاتی فرایند اکستروژن لوله‌های پلی‌الفینی می‌باشد اما با رعایت اصول فنی در زمان تولید می‌توان مقادیر آن را تا حد قابل قبولی کاهش داد. یکی از روش‌های رایج برای ارزیابی تنش محبوس طولی اندازه گیری پارامتر برگشت طولی مطابق روش آزمون ISO 2505 است. شایان ذکر است داده‌های تجربی نشان داده که در لوله‌هایی با ضخامت بیشتر از ۱۶mm به دلیل اینکه مدت زمان خنک‌کاری کل جداره افزایش قابل ملاحظه‌ای نسبت به لوله‌های نازک خواهد داشت بخش عمده‌ای از زنجیره‌ها فرصت کافی جهت بازگشت به حالت کلافی را دارند و تنش محبوس موجود در این لوله‌ها با استفاده از روش آزمون مذکور قابل شناسایی نیست.

تهیه نمونه و انجام آزمایشات

در انجام این تحقیق از ۳ نوع مواد اولیه پلی‌اتیلن گونه لوله (PE80 و PE100) برای تهیه نمونه لوله‌های مورد نیاز (۲ سایز لوله ۶۳ و ۱۱۰ با SDRهای متفاوت) استفاده شد. در نمونه‌های تولید شده تفاوت محسوسی بین نتایج LR برای مواد PE80 و PE100 مشاهده نشد. در این تحقیق دو دسته لوله پلی‌اتیلن با شرایط فرایندی متفاوت تولید شده تا اثر این شرایط بر پارامتر برگشت طولی لوله‌ها براساس ISO 2505 بررسی شود. این دو دسته تحت عنوان شرایط فرایندی استاندارد و شرایط فرایندی غیراستاندارد تعریف شدند.

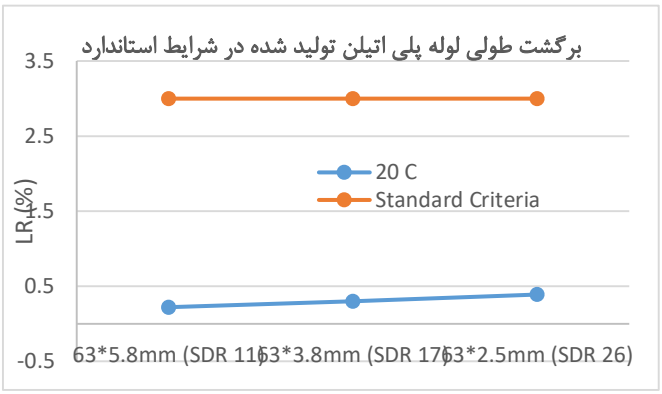
- **شرایط فرایندی استاندارد :**
  - ۱- دمای آب خنک‌کاری ˚C ۲۰-۱۵
  - ۲- متناسب بودن سایز قطر بوشن دای با قطر کالیبراتور (A≈B) (شکل ۴)
  - ۳- متناسب بودن ضخامت خروجی دای (s) با ضخامت لوله (شکل ۴)
- **شرایط فرایندی غیر استاندارد :**
  - ۱- دمای آب خنک‌کاری ˚C ۳۰ و ˚C ۱۰
  - ۲- متناسب نبودن سایز قطر بوشن دای با قطر کالیبراتور (A≇B) (شکل ۴)
  - ۳- متناسب نبودن ضخامت خروجی دای (s) با ضخامت لوله (شکل ۴)



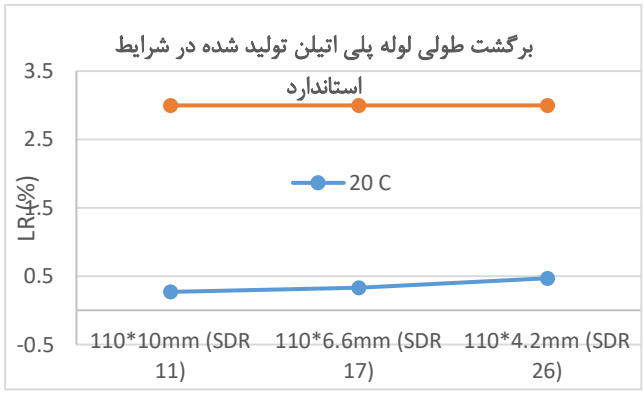
شکل ۴ – مشخصات دای و کالیبراتور

نتایج آزمون

نمودارهای ۱ و ۲ نتایج آزمون برگشت طولی نمونه لوله‌های پلی اتیلن تولید شده در شرایط استاندارد برای سایزهای ۶۳ و ۱۱۰ را نشان می‌دهد.

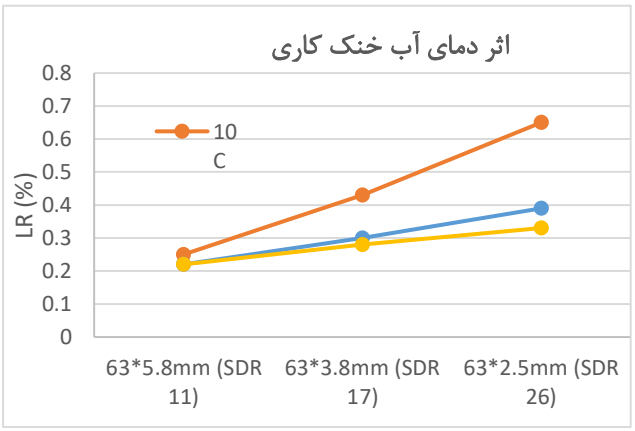


نمودار ۱ – نتایج آزمون برگشت طولی لوله سایز ۶۳ با SDR های متفاوت

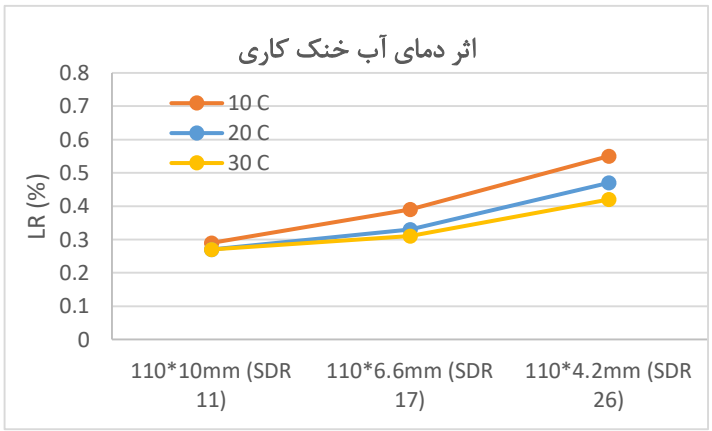


نمودار ۲ – نتایج آزمون برگشت طولی لوله سایز ۱۱۰ با SDR های متفاوت

نمودارهای ۳ و ۴ اثر دمای آب بر نتایج آزمون برگشت طولی نمونه لوله‌های پلی اتیلن تولید شده در شرایط استاندارد برای سایزهای ۶۳ و ۱۱۰ را نشان می‌دهد.

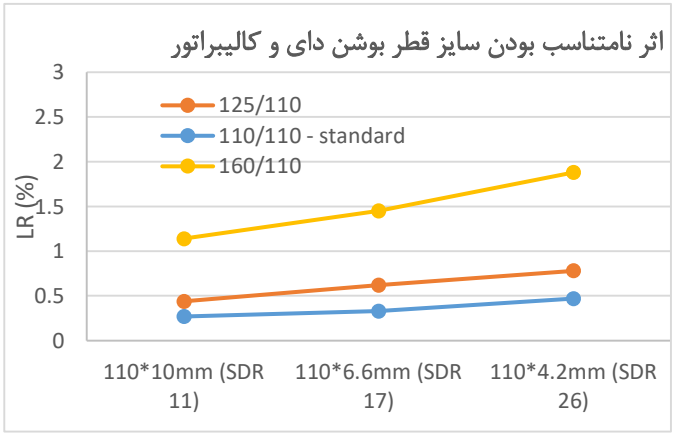


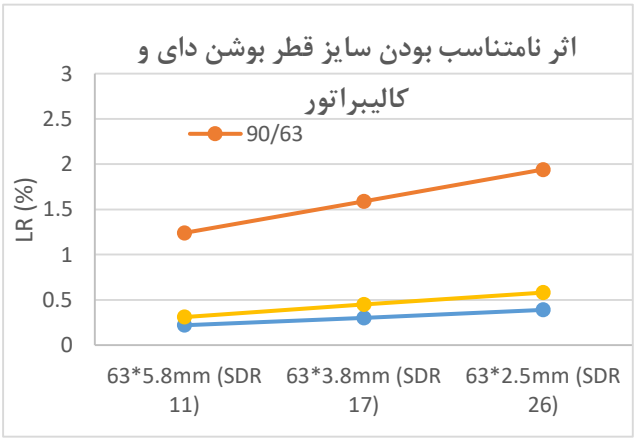
نمودار ۳ – اثر دمای آب بر نتایج آزمون برگشت طولی لوله سایز ۶۳ طولی لوله سایز ۱۱۰



نمودار ۴ – اثر دمای آب بر نتایج آزمون برگشت

نمودارهای ۵ و ۶ اثر متناسب نبودن سایز قطر بوشن دای با قطر کالیبراتور بر نتایج آزمون برگشت طولی نمونه لوله‌های پلی اتیلن تولید شده در شرایط فرایندی غیراستاندارد را نشان می‌دهد. برای تولید لوله سایز ۶۳ از بوشن‌های رده سایز ۷۵ و ۹۰ میلیمتر و برای تولید لوله سایز ۱۱۰ از بوشن‌های رده سایز ۱۲۵ و ۱۶۰ میلیمتر استفاده شده است.

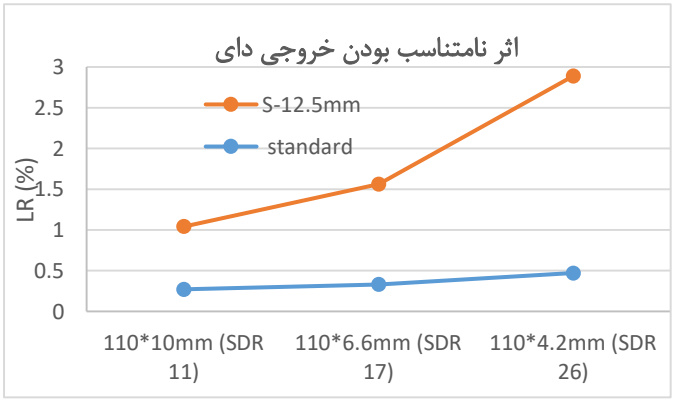


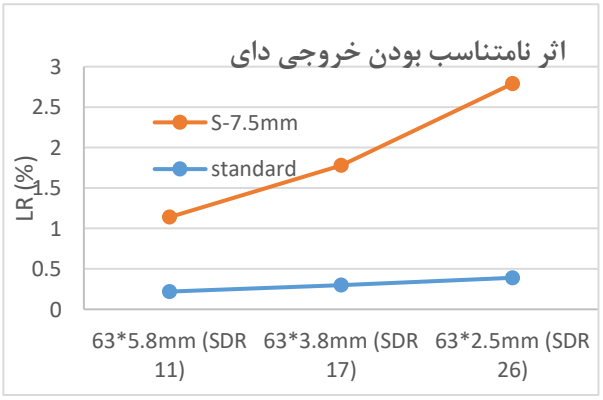


نمودار ۵ – اثر نامتناسب بودن بوشن و کالیبراتور بر نتایج آزمون برگشت طولی لوله ۶۳

نمودار ۶ – اثر نامتناسب بودن بوشن و کالیبراتور بر نتایج آزمون برگشت طولی لوله ۱۱۰

نمودارهای ۷ و ۸ اثر متناسب نبودن ضخامت خروجی دای (S) با ضخامت لوله بر نتایج آزمون برگشت طولی نمونه لوله‌های پلی‌اتیلن تولید شده در شرایط فرایندی غیراستاندارد را نشان می‌دهد. برای تولید لوله سایز ۶۳ از دای با خروجی ۷٫۵ میلیمتر و برای تولید لوله سایز ۱۱۰ از دای با خروجی ۱۲٫۵ میلیمتر استفاده شده است.

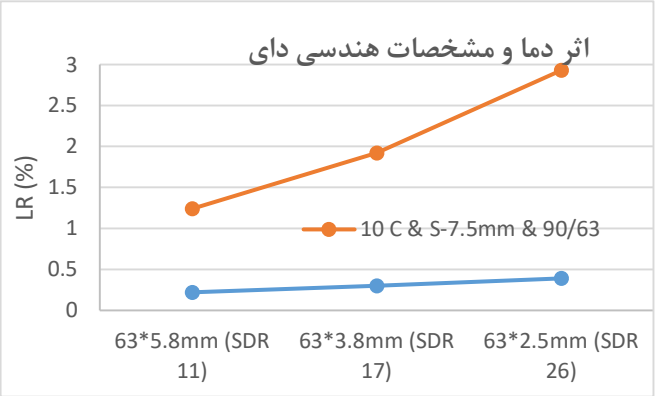




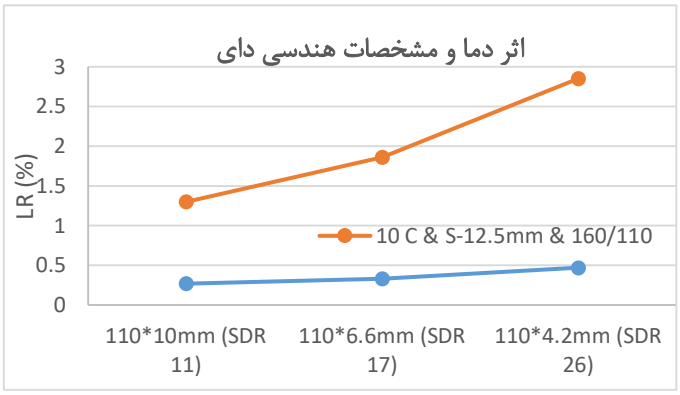
نمودار ۷ – اثر نامتناسب بودن ضخامت خروجی دای بر نتایج آزمون برگشت طولی لوله ۶۳

نمودار ۸– اثر نامتناسب بودن ضخامت خروجی دای بر نتایج آزمون برگشت طولی لوله ۱۱۰

نمودارهای ۹ و ۱۰ ترکیب اثرات قبلی (دما و مشخصات هندسی دای) بر نتایج آزمون برگشت طولی نمونه لوله‌های پلی‌اتیلن تولید شده در شرایط فرایندی غیراستاندارد را نشان می‌دهد.



نمودار ۹ – اثر دما و مشخصات هندسی دای بر نتایج آزمون برگشت طولی لوله ۶۳ آزمون برگشت طولی لوله ۱۱۰



نمودار ۱۰– اثر دما و مشخصات هندسی دای بر نتایج

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

۱- در صورت تولید لوله پلی‌اتیلن تحت شرایط استاندارد ، مقدار برگشت طولی لوله‌ها از حد مجاز استاندارد (۳٪)، فاصله زیادی دارد (مقادیر اندازه گیری شده حدود ۰/۵ درصد و یا کمتر است).

۲- پارامتر "دمای آب" کمترین تاثیر بر مقدار LR را دارد.

۳- در صورتی که قطر بوشن دای حداقل ۲ سایز بزرگتر از رده قطر کالیبراتور (یا قطر لوله) باشد مقادیر LR به شدت افزایش می‌یابد. این افزایش مقادیر برای لوله‌های نازکتر حدود ۲٪ (۴ برابر مقدار LR لوله استاندارد) می‌باشد.

۴- پارامتر "نامتناسب بودن ضخامت خروجی دای با ضخامت لوله" بیشترین تاثیر بر مقدار LR را دارد. در واقع در این حالت، به دلیل بالاتر بودن سرعت کشنده نسبت به سرعت خروج مذاب از دای اکسترودر، دستگاه کشنده تنش کششی قابل ملاحظه‌ای را بر زنجیره‌های مذاب وارد می‌کند.

۵- با ترکیب تمامی پارامترهای غیراستاندارد تاثیرگذار بر LR ، مقدار این شاخص برای نمونه لوله‌های نازک به حدود ۳٪ نزدیک شد با توجه به تاثیرات شدید این مقدار (۳٪) بر کاهش طول لوله‌ها (در زمان انبارش یا بهره‌برداری)و سایر تاثیرات تنش‌های محبوس بر خواص عملکردی قطعات پلیمری، پیشنهاد می‌شود شاخص فوق به مقدار ۱/۵٪ تقلیل یابد. تجارب قبلی آزمایشگاه‌ها و تولیدکنندگان لوله‌های پلی‌اتیلن در زمینه انجام این آزمون نیز مؤید این مطلب می‌باشد که حد ۳٪ کاربرد عملی ندارد.

موضــوع پنجــم

فرصت های توسعه صادرات در شرایط تحریم و بیان نمونه های موفق

FIRST INTERNATIONAL POLYOLEFIN PIPE CONFERANCE

وضعیت واردات و صادرات زنجیره ارزش لوله های پلی اولفینی

آقای علی اکبر شامانی - مدیر کل دفتر صادرات گمرک ایران

در این ارائه آمارهای واردات و صادرات مربوط به زنجیره ارزش بیان می گردد. تعرفه های زنجیره ارزش لوله های پلیمری در جدول زیر آمده است :

ردیف	کدتعرفه	عنوان	حق ورودی	وضعیت تعرفه	گروه کالایی مندرج درسامانه
۳۱۳۶	۳۹۰۱۲۰۱۰	گرید پایپ HDPE	٪۵	فعال-مجاز به واردات	۲۲
۳۱۴۶	۳۹۰۲۱۰۱۰	گرید پایپ PP	٪۵	فعال-مجاز به واردات	۲۲
۳۱۵۲	۳۹۰۲۳۰۱۰	گرید پایپ PP	٪۵	فعال-مجاز به واردات	۲۲
۳۱۳۳	۳۹۰۱۱۰۶۱	کامپاند پلی اتیلن	٪۱۵	فعال-مجاز به واردات	۲۳
۲۶۹۰	۳۲۰۴۱۷۲۰	گرانول مستربچ	٪۲۶	فعال-مجاز به واردات	۲۴
۳۲۷۴	۳۹۱۷۲۱۰۰	لوله های پلی اتیلن	٪۱۰	فعال-مجاز به واردات	۲۳
۳۲۷۸	۳۹۱۷۳۱۰۰	لوله های پلی اتیلن منعطف	٪۱۰	فعال-مجاز به واردات	۲۳
۳۲۷۵	۳۹۱۷۲۲۰۰	لوله های پلی پروپیلن	٪۱۰	فعال-مجاز به واردات	۲۳
۳۲۸۳	۳۹۱۷۴۰۰۰	اتصالات پلیمری	٪۱۰	فعال-مجاز به واردات	۲۳
۶۶۹۱	۸۴۷۷۲۰۰۰	ماشین آلات اکسترودر	٪۱۵	فعال-مجاز به واردات	۲۵
۶۶۹۰	۸۴۷۷۱۰۰۰	ماشین آلات تزریق	٪۱۵	فعال-مجاز به واردات	۲۱
۶۶۹۷	۸۴۷۷۹۰۰۰	اجزاء و قطعات	٪۵	فعال-مجاز به واردات	۲۳

انجمن صنفی تولیدکنندگان لوله و اتصالات پلی اتیلن
Iranian Association of PE Pipe & Fitting Producers

موافقتنامه تجاری با اتحادیه اقتصادی اوراسیا ، فرصت های جدید صادرات

میر هادی سیدی: مشاور امور بین الملل و توافق های تجاری سازمان توسعه تجارت و مذاکره کننده موافقتنامه تجاری ایران واوراسیا

در شرایط حاضر مطابق با اعلام سازمان جهانی تجارت (World Trade Organization) بیش از ۵۰ درصد صادرات جهانی کالاها در چارچوب توافق های تجاری منعقد شده بین کشورها صورت می گیرد. اغلب این توافق ها توافق تجارت آزاد هستند که به معنی حذف تعرفه های گمرکی از تجارت فیمابین کشورهای طرف این توافق هاست. این در حالی است که فقط حدود ۴ درصد صادرات غیر نفتی ایران در چارچوب معدود توافق های تجاری منعقد شده بین جمهوری اسلامی ایران و شرکای تجاری آن صادر می شود.

در شرایط حاضر موافقت نامه های تجاری نه تنها با کاهش تعرفه ها زمینه دسترسی تولیدکنندگان داخلی به بازارهای جدید را فراهم می کنند بلکه این امکان را نیز بوجود می آورند که مشارکت در زنجیره جهانی ارزش بین کشورهای طرف موافقت نامه تسهیل شود. از این نظر ایران نیاز دارد با کشورهایی که مراودات تجاری و اقتصادی و سیاسی مناسبی دارد به ویژه کشورهای همسایه، موافقت نامه تجارت آزاد یا ترجیحی منعقد نماید. در همین راستا موافقت نامه تجاری بین ایران و اوراسیا منعقد و به مورد اجرا گذاشته شده است که از ظرفیت بالایی برای گسترش تجارت فیمابین برخوردار است.

اتحادیه اقتصادی اوراسیا شامل کشورهای بلاروس، قزاقستان، روسیه، ارمنستان و قرقیزستان، در سال ۲۰۱۵ میلادی تشکیل شد و بسیاری از کشورها از آغاز تشکیل این اتحادیه، تمایل خود را برای گسترش همکاری های اقتصادی و تجاری با این اتحادیه اعلام و مذاکرات خود را با آن آغاز کردند. کشورمان نیز از حدود چهارسال پیش مذاکرات با این اتحادیه را جهت بررسی چگونگی گسترش رابطه تجاری و اقتصادی خود با این اتحادیه آغاز کرد که مذاکرات مربوطه نهایتاً منجر به تنظیم و امضای "موافقتنامه موقت برای ایجاد ترتیبات تجارت آزاد بین ج.ا ایران و اتحادیه اقتصادی اوراسیا" در اردیبهشت ۱۳۹۷ گردید. این موافقتنامه پس از طی مراحل تصویب خود در مراجع قانونی ج.ا ایران (مجلس محترم شورای اسلامی) و کشورهای عضو اتحادیه اقتصادی اوراسیا در ۵ آبان ۱۳۹۸ وارد فرایند اجرایی خود شد.

موافقتنامه مذکور، اولین تجربه کشورمان در توافق با یک اتحادیه اقتصادی است و کاملترین و مفصل ترین موافقتنامه تجاری ایران می باشد (شامل ۹ فصل ذیل می باشد: قواعد عمومی ، تجارت کالا، چاره کارهای تجاری، موانع فنی فرا راه تجارت، اقدامات بهداشتی و بهداشت گیاهی، قواعد مبداء، تسهیل تجاری، حل و فصل اختلافات و مقررات پایانی) انتظار می رود سه سال بعد از اجرایی شدن این موافقتنامه یعنی قبل از ۵ آبان سال ۱۴۰۱ تبدیل به موافقتنامه تجارت آزاد با اتحادیه اوراسیا شود.

اتحادیه اوراسیا ۲۰ میلیون کیلومترمربع مساحت و ۱۸۳ میلیون نفر جمعیت دارد که شامل ۵/۲ درصد جمعیت جهان است و می توان از این بازار با توجه به توافقات صورت گرفته و زمینه های مناسب همکاری های اقتصادی، تجاری، سیاسی، بانکی و حمل و نقل جهت توسعه صادرات کالاهای ایرانی و همچنین تأمین کالاهای مورد نیاز داخلی به ویژه در شرایط اقتصادی کنونی بهره برد.

بررسی ها و مطالعات نشان دهنده وجود پتانسیل تجاری مناسب بین ج.ا ایران و مجموعه کشورهای عضو اوراسیا است. با این حال علی رغم نزدیکی جغرافیایی، اقتصادی، ژئوپولتیک و سیاسی هنوز تا سطح قابل قبول تجارت فی مابین فاصله زیادی داریم. میانگین واردات اتحادیه مذکور از جهان طی سالهای اخیر برابر ۲۳۷ میلیارد دلار بوده که فقط ۴۹۳,۵ میلیون دلار (۲۰ صدم درصد) از ایران وارد مجموعه کشورهای عضو اتحادیه اوراسیا شده است. میانگین صادرات سال‌های اخیر اتحادیه به جهان نیز برابر با ۳۶۶ میلیارد دلار و صادرات اتحادیه به ایران برابر ۲,۱ میلیارد دلار (۵۷ صدم درصد) بوده که نشان دهنده سهـــــم نازل مبادلات تجاری کشورمان از مبادلات تجاری اوراسیا با جهان است. همین آمار نشان می دهد که پتانسیل زیادی برای افزایش تجارت فیمابین وجود دارد مشروط بر اینکه تمرکز لازم برای این بازار صورت گیرد والزمات مربوط به آن تامین شود.

وجود یک اتحادیه اقتصادی قوی در منطقه می تواند ضامن امنیت و ثبات منطقه ای باشد و گسترش همکاری های ج.ا ایران با این اتحادیه در جهت تقویت همگرایی و ثبات در منطقه و ایجاد قطبی قدرتمنـــــد در مقابل گروه بندی های رقیب و غربی تلقی شده و از این نظر نیز حائز اهمیت است.

با استفاده از ظرفیتهای این موافقتنامه می توان تامین واردات برخی اقلام اساسی مورد نیاز کشور را از طریق این اتحادیه تضمین نمود.

استراتژی جمهوری اسلامی ایران که همواره مورد تأکید مقامات کشورمان بوده، تقویت همکاری با کشورهای همسایه و دوست بوده و اتحادیه اوراسیا یکی از مهمترین گروه بندی ها در همسایگی ایران است که دارای نقاط مشترک فرهنگی، سیاسی و ژئوپولیتیک با کشورمان بوده و از اهمیت ویژه ای برای ما برخوردار است.

توافق تجاری فعلی بین جمهوری اسلامی ایران و اتحادیه اوراسیا اقلام محدودی را تحت پوشش قرار می دهد اما قرار است این موافقتنامه پس از سه سال تبدیل به موافقت نامه تجارت آزاد شود و طی آن تعرفه اغلب کالاها از دو طرف به صفر برسد. حذف تعرفه ها پتانسیل تجاری فیمابین را بیش از پیش فعال خواهد کرد و به ما این امکان را خواهد داد که از پتانسیل این بازار استفاده بیشتری کنیم. توافق های تجاری در واقع برای روابط سهلتر تجاری بستر سازی می کنند و زمینه را برای ارتقای سطح تعامل های اقتصادی دو طرف فراهم می آورند. هر چند افزایش تجارت فیمابین طرفهای توافق مهمترین اتفاقی است که رخ می دهد اما به همین ترتیب روابط دو طرف در طیف وسیعی از فعالیت های اقتصادی نظیر تبادل سرمایه ، همکاری های تکنولوژیکی میان دو طرف، شکل گیری زنجیره های ارزش در تولید مشترک، تبادل توریست و رشد گردشگری، تبادل علمی و فرهنگی و نظایر آن نیز بتدریج تحت تاثیر این توافق قرار می گیرد.

در حال حاضر ایران در ۳۹۰ قلم کالا(بر حسب کد HSهشت رقمی) به اتحادیه اوراسیا امتیاز تعرفه ای در نظر گرفته است و در قبال آن در ۵۰۴ قلم از اوراسیا امتیاز دریافت کرده است. در این ۵۰۴ قلم طبعاً صادرات می تواند سهل تر از گذشته و با هزینه کمتری صورت گیرد. اهم اقلام این فهرست به شرح زیر است:

اهم اقلام فهرست امتیازات اعطایی اوراسیا به ج.ا ایران

گروه کالایی	تعداد کدهای HS	اهم اقلام
محصولات کشاورزی، محصولات صنایع غذایی،فراورده های گوشتی و ماهی ها	۱۲۶	ماهی قزل آلا، میگو،برخی گلهای تزئینی، میوه های تازه، پسته،خرما، بیسکوییت و شیرینی و انواع آبمیوه
محصولات معدنی و سوختها و روغن های معدنی	۴۹	نمک،گچ، انواع پارافین ها و روغنهای حاصل از مواد معدنی
محصولات شیمیایی و دارویی	۹۰	داروهای دارای آنتی بیوتیک، رنگها بر اساس پلی استرها، صابونها و مواد شوینده، انواع رزین ها، مصنوعات ساخته شده از پلیمرهای اتیلن و پروپیلن، صفحه ها و ورقهای پلیمری
مواد از کائوچو	۲	لاستیک رویی چرخ برای انواع اتوموبیل
منسوجات و پوشاک	۴	پارچه از الیاف پلی استر و سنتتیک، الیاف پلی استر، لباس از مواد نسجی
فرش و سایر کفپوشها از مواد نسجی	تمام اقلام فرش (شامل ۴۵ کد مشمول ۱۰۰ درصد کاهش تعرفه)	انواع فرش و کفپوش دستباف و ماشینی
محصولات از سنگ و گچ و سرامیک	۳۲	کاشی و لوح سرامیکی،اشیا آشپزخانه سرامیکی
شیشه و مصنوعات شیشه ای	۲۲	ظروف شیشه ای و کریستال
سنگها و فلزات گرانبها	۸	سنگ، نقره و طلا و فلزات گرانبها به شکل خام و یا کارشده، زیورآلات
مصنوعات از چدن و آهن و فولاد	۴۸	لوله و پروفیل های چدنی و از آهن و فولاد، اسکلتهای فلزی، مخزن و منبع از چدن و آهن و فولاد، اجاق گاز
مس و مصنوعات مسی	۳	انواع مفتولهای مسی
ماشین آلات و وسایل مکانیکی	۴۳	دیگهای مولد بخار، انواع شیر آلات
ماشین آلات و دستگاههای برقی	۱۳	ابگرمکن های برقی، سیم و کابل مسی و رسانه های الکتریکی
اجزا و قطعات وسایل نقلیه	۱۷	اجزا و قطعات بدنه وسایل نقلیه موتوری، رادیاتورها و قطعات مربوط، تریلر و نیم تریلرها

انتظار می رود فعالین اقتصادی و تجار کشورمان نسبت به توافق نامه تجاری ایران و اوراسیا وقوف پیدا کنند و نه تنها از این فرصت برای صادرات اقلام فوق به این بازار استفاده نمایند بلکه نسبت به مطالعه بازار اوراسیا و تلاش برای صادرات همه کالاهایی که مورد نیاز این بازار است اقدام نمایند و توجه داشته باشند که حدود دو سال بعد این موافقت نامه به موافقت نامه تجارت آزاد تبدیل خواهد شد و طی آن نرخ

تعرفه گمرکی اغلب کالاها به صفر میل خواهد کرد. استفاده از شرایط فوق نیازمند برنامه ریزی قبلی و انجام تحقیقات بازار و شناخت دقیق الزامات ورود به این بازار می باشد که طبعاً از همین امروز باید مطالعات اولیه آن توسط فعالین اقتصادی و شرکت های بزرگ آغاز شود. در این صورت می توان امیدوار بود که صادرات کشورمان به این بازار پر پتانسیل افزایش چشمگیری پیدا کند.

بررسی عوامل موثر بر صادرات غیر نفتی (کاربرد الگوی فریب مشتری)

شرکت آواهونام – آقای دکتر فرجی

پرواضح است که در شرایط کنونی اقتصاد، راهکار اساسی توسعه اقتصادی صادرات غیرنفتی خواهد بود. در این مقاله به طور مختصر به بررسی روش های مختلف رفع اثر تحریم بر صادرات کالاهای غیر نفتی خواهیم پرداخت. نحوه ورود به بازار های خارجی و رویارویی با ذهنیت ناصحیح عامه بازار و مشتریان (حاصل تبلیغات رسانه های وابسته) حتی در خصوص کالاهای غیر تحریمی ایران، مورد ارزیابی قرار میگیرد. با تعریف یک مطالعه موردی از واحد تولیدی در بخش ماشین آلات صنعت پلیمر، بررسی عوامل بیان شده به صورت عملیاتی انجام شده و نتایج بررسی در مورد این شرکت تولیدی بیان میگردد. در نهایت پیشنهاد های عملیاتی جهت توسعه بازارهای صادراتی فارغ از خام فروشی منابع و ذخایر ملی ارائه میگردد.

تعرفه های گمرکی و رفع موانع تولید

علی اصغر کشتکاران – علی دربندی - انجمن لوله و اتصالات پلی اتیلن

بر اساس گزارش اخیر صندوق بین المللی پول، تغییرات تراز تجاری دوجانبه طی دو دهه گذشته به شدت تحت تاثیر ترکیبی از عوامل اقتصاد کلان بوده و در مقابل از تغییر نرخ تعرفه ، اثرپذیری کمتری داشته است. با توجه به اینکه یکی از ویژگیهای بارز تحول اقتصاد جهان طی سالهای اخیر توسعه زنجیره های ارزش محلی و بین المللی بوده است ، افزایش شدید تعرفه ها، میتواند باعث تحمیل هزینه های بالا و بلندمدت اقتصادی و ایجاد اثرات موجی بر دیگر بخشها و آسیب بر اقتصاد گردد. نتایج این مطالعه نشان می دهد در بلند مدت، تغییرات زیاد و مستمر تعرفه ها میتواند ساختار تولید و سرمایه گذاری داخلی و بین المللی بنگاهها را تغییر دهد. در بازه زمانی ۱۹۹۵ الی ۲۰۱۵، متوسط تعرفه های جهان از حدود ۴۶ درصد به ۳,۳ درصد کاهش یافته و در مقابل متوسط مشارکت شرکت های در زنجیره ارزش جهانی از ۳۳ درصد به ۴۲ درصد رشد کرده است.

اقتصاد ایران در سالهای اخیر بر محور اقتصاد مقاومتی و با تمرکز به توان داخلی رشد کرده و با توجه به شرایط خاص این اقتصاد در حوزه سیاست گذاری نیز دارای تمرکز بر این حوزه می باشد از این رو در بسیاری از موارد نگاه کوتاه مدت حمایتی جایگزین سیاست های بلند مدت در جذب سرمایه گذاری و مشارکت واحدهای تولیدی کشور در زنجیره ارزش جهانی می کردد.

از طرفی دیگر ، نگاه بخش خصوصی و انجمن های صنفی حوزه صنعت پلاستیک برای مراقبت و محافظت از اعضای خود نیز افزایش تعرفه های گمرکی می باشد بطوریکه در مقایسه سالهای ۹۸ و ۹۹ ، تعرفه ورودی ماشین آلات پلاستیک از ۱۰ به ۱۵ درصد ، تعرفه لوله های PVC از ۱۰ به ۱۵ درصد افزایش یافته و در زنجیره ارزش لوله های پلی اولفینی در سالهای گذشته تعرفه کامپاندهای پلیمری ۱۵ درصد و تعرفه مستربچ ها ۲۶ درصد می باشد که نشان از اصرار و درخواست انجمن ها به این مکانیزم دفاعی برای تولیدات خود می باشد که قطعا در بلند مدت مانند تجربه های قبلی انجام شده در کشور ، باعث عقب افتادگی بنیه صنعتی و سرمایه گذاری ها بر روی تکنولوژی جدید در واحد های صنعتی و از دست رفتن رقابت پذیری در حوزه منطقه ای و بین المللی می گردد.

همچنین شرکت ایران در اتحادیه های اقتصادی منطقه ای و بین المللی که روز به روز به کمک تلاش های دیپلماسی خارجی و اقتصادی کشور مانند اتحادیه اوراسیا افزایش می یابد باعث بی اثر شدن حربه حمایتی تعرفه ای از کالاهای داخلی می گردد چرا که در قالب این اتحادیه ها تعرفه ها معمولا به اعداد بسیار پایین و در حد بین المللی تقلیل می یابد تا بستر تبادل کالایی راحت و سهل گردد. برای مثال تعرفه های تبادل کالایی در اتحادیه اوراسیا برای مواد اولیه پلی اتیلنی و پلی پروپیلن بین ۲/۵ تا ۳/۳ درصد و برای لوله های اولفینی بین ۰ تا ۳/۳ درصد می باشد که نشان دهنده عدم کارآیی نظام تعرفه گذاری در حوزه تجارت و صنعت بین الملل می باشد .

یکی از توصیه های اکید در اقتصاد کشور برای توسعه صادرات صنعتی تقویت زنجیره های ارزش ملی و تشویق شرکتها به حضور در زنجیره های ارزش بین المللی است که در نهایت باعث افزایش اشتغال ، رشد تکنولوژیک صنعت ، تقویت نوآوری و استفاده صحیح از ظرفیت های بالقوه کشور هست .

در ایران و در صنعت لوله و اتصالات پلی اولفینی و زنجیره ارزش مربوط با آن ، ۳ مساله مربوط به تعرفه و ارزش های گمرکی نیاز به اصلاح و به روز رسانی دارد که امید است این سه موضوع با گفتگو بین ذینفعان و تعامل با بخش سیاست گذار حل گشته تا منجر به تقویت تولید ملی گردد . اولین موضوع تعیین ارزشهای صادراتی کالا می باشد که تا میانه سال ۹۸ میزان بسیار بالاتر

از قیمت های واقعی صادرکنندگان تعیین گشته بود و چون صادرکنندگان ملزم به تعهد ارزی در هنگام صادرات می باشند عملا می بایست ارز بیشتری را از صادرات خود به کشور بر می گرداندند که با گفتگوی انجمن لوله و اتصالات با معاونت صادرات گمرک و ریاست فنی این شرکت و مساعدت آنها ، این موضوع به درستی در جهت رفع مشکل تولید کنندگان مرتفع گردید . موضوع دوم در مورد تخصصی نبودن تعرفه کالاها و عدم همخوانی تعرفه های کالایی با کاربردهای تخصصی صنعت می باشد . برای مثال برای کلیه لوله های ساخته از پلی اتیلن و پلی پروپیلن یک تعرفه گمرکی وجود دارد در حالی که در حال حاضر برای لوله های پلی اتیلنی کاربرد های آبیاری ، آبرسانی تحت فشار ، فاضلابی تک جداره ، فاضلابی دوجداره ، لوله های تقویت شده با الیاف شیشه و لوله های تقویت شده با فلز و نوارهای آبیاری و برای لوله های پلی پروپیلن کاربردهای آب سرد و گرم مصرفی ، سیستم های گرمایشی و سرمایشی ، فاضلاب ساختمان و شبکه فاضلاب شهری وجود دارد و وجود تعرفه تخصصی در وزارت صمت و گمرک باعث اولا امکان آمارگیری صحیح تر از واردات و صادرات این محصولات با دقت بیشتر می گردد ثانیا می تواند باعث تطبیق نیاز مواد اولیه واحدهای تولیدی با تولیدات پتروشیمی و جلوگیری از شکل گیری بازار غیر رسمی و نیاز کاذب گردد و ثالثا باعث تخصصی نمودن تولیدات پتروشیمی برای هر کاربرد و عدم رقابت پرفشار بر روی گرید های مشابه می گردد. موضوع سومی که در این حوزه قابل ذکر می باشد مساله هم خوانی تعرفه گمرکی برای زنجیره ارزش لوله های پلی اولفینی می باشد . در این زنجیره مواد اولیه دارای ۵ درصد تعرفه گمرکی ، افزودنی مستربچ ۲۶ درصد و کامپاندهای پلیمری ۱۵ درصد و در انتهای زنجیره ارزش تعرفه لوله های پلی اولفینی تولید شده ۱۰ درصد می باشد و سوال اینجاست که چرا در وسط این زنجیره تعرفه مواد مستربچ و کامپاند تا این حد افزایش یافته است و این مطلب بهیچوجه تامین کننده منافع کیفی و اقتصادی تولید کنندگان در دراز مدت نخواهد بود.

موضــوع ششـــم

تحلیل اقتصاد کلان و زنجیره ارزش حاکم در صنعت

FIRST INTERNATIONAL POLYOLEFIN PIPE CONFERANCE

استراتژی بقاء در سال ۹۹ برای بنگاه های اقتصادی

دکتر پیمان مولوی

نگاه بودجه ۹۹ به مقوله تولید و لزوم بازنگری در آن بعلت بحران کرونا

دکتر محمد حسین ادیب

وضعیت نوآوری و سطح فناوری در صنعت لوله و اتصالات پلیمری

دکتر محمدرضا رضوی، سمیه فقیه میرزایی

چکیده

اقتصادها زمانی می توانند شکوفا، پایدار و بهره مند از مزیت رقابتی باشند که از مزیت های نسبی اشان به نحو مناسب استفاده کرده یا مزیتی جدید خلق نمایند. تجربیات موفق کشورهای در حال توسعه نشان می دهد یکی از دلایل مهم پیشرفت این کشورها، توانایی آنها در عبور کردن از مزیت نسبی ایستا و کسب توانمندی های فناورانه و نوآورانه بوده است. بهره برداری از پتانسیل صنعت پتروشیمی و صنایع مکمل برای توسعه ملی در گرو توسعه متوازن سه بخش بالادستی، میانی و نهایی می باشد. غفلت در طراحی سیاست ها و برنامه های توسعه رقابتی برای هر سه بخش به طور هماهنگ، و در فراهم آوردن الزامات اجرایی این سیاست ها، مانع از دستیابی به عملکرد مطلوب در زنجیره ارزش صنایع مرتبط از جمله صنایع پلیمری می شود. بر پایه تحقیقات انجام شده طی دو سال گذشته و همچنین پرسشنامه ای که در دوماه آخر ۱۳۹۸ تکمیل شد، این سخنرانی شمایی از سطح فناوری/ نوآوری و همچنین سطح توان رقابتی در شرکت های صنعت لوله های پلیمری را ترسیم می کند. سپس با مروری بر تجارب جهانی شرکت هایی مانند سابیک، فورموزا، و ریلاینس بر ضرورت یکپارچه سازی فعالیت های بالادست و پایین دست تاکید می شود. اگرچه همکاری های جدید تحقیقاتی و تعامل میان شرکت های پتروشیمی و تولیدکنندگان لوله های پلیمری منشا امیدهای نوینی است، ولی گرایش های جهانی به یکپارچگی تولید و خدمات در این صنعت و جذب سرمایه ها به سمت پروژه های عظیم بالادستی در کشور، چراغ خطرهای متعددی را در مورد آینده این صنعت روشن می کند. در این رابطه از یکسو توصیه های سیاستی برای سیاستگذاران و عاملین دولتی در جهت توسعه و توجه به صنایع پلیمری ارائه می شود و از سوی دیگر اقدامات مشخصی که می باید در دستور کار انجمن های فعال و واحدهای تولیدی قرارگیرد عنوان خواهد شد.

دغدغه های عرضه مواد در سال ۹۸ و پیشنهادهایی برای سال ۹۹

بیوک صحاف امین – انجمن لوله و اتصالات پلی اتیلن

اگر به عرضه و تقاضای مواد اولیه در صنایع پلیمری در سالهای ۹۷-۹۸ توجه کنیم نکات زیر روشن می گردد که هرکدام از آنها می توانند در سروسامان دادن به نحوه عرضه مواد در بورس کالا کمک موثری نماید که متاسفانه در چند سال اخیر در کارگروه مربوط به کالای پتروشیمی توجه کافی با آن نشده و همچنان مشکل حتی در مورد کالائی که چند برابر نیاز صنایع پایین دستی در تولید صنایع بالادستی پتروشیمی وجود دارد و مشکل نه تنها حل نشده بلکه بیشتر هم شده است و این موضوع را می بایست در چند محور پیگیری نمود :

۱- چه کسانی به چه تعداد و چه ظرفیتی باید بتوانند مواد اولیه از بورس کالا خرید کنند؟
۲- نوع مواد مصرفی هر واحد تولید با توجه به پروانه بهره برداری باید چه گریدی باشد ؟
۳- کف عرضه مواد مختلف با توجه به پیک مصرف آن در واحدهای پتروشیمی چطور می بایست محاسبه و زمان بندی شود و الزام واحدهای پتروشیمی به رعایت سهم کف عرضه چطور می بایستی کنترل گردد و توسط چه ارگان و نهاد نظارتی ؟
۴- خریدارانی که از بورس کالا خرید کرده اند فروش های خود را برای مشتریان چطور و چقدر در گزارشات فصلی ارزش افزوده به ادارات مالیاتی داده اند ؟ و آیا موازنه ای بین خریدهای مواد و فروش اعلام شده به ادارات مالیانی وجود دارد و اگر ندارد علت آن چه می باشد ؟

در این مقاله سعی در پاسخ دادن به سوالهای فوق می باشد . امید است مورد استفاده مخاطبان محترم قرار گیرد.

موضــوع هفتـــم

استفاده در سیستمهای آبیاری مدرن و بخش کشاورزی

FIRST INTERNATIONAL POLYOLEFIN PIPE CONFERANCE

سیاستها و برنامه های دفتر سامانه های نوین آبیاری

مهندس عباس زارع- مشاور وزیر جهاد کشاورزی و مدیر طرح سامانه های نوین آبیاری

توجه به آب از ابعاد مختلف بویژه از جهت تامین امنیت غذایی کشور در اسناد بالادستی نظام نظیر سند چشم‌انداز، سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی، سیاست‌های کلی نظام در بخش آب، سیاست های کلی اصلاح الگوی مصرف و سیاست‌های کلی نظام در بخش کشاورزی مطرح شده است. این مهم در برنامه ششم توسعه به شکل بارزتری مورد توجه قرار گرفته، بطوریکه به عنوان یکی از موضوعات خاص این برنامه محسوب می‌شود.

ضرورت تامین غذای سالم و کافی برای جامعه و همچنین حفظ اکوسیستم کشور ایجاب می نماید، با نگاهی سیستمی و فرآیندی به گونه ای سیاست گذاری و برنامه ریزی شود تا ضمن کاهش تقاضای آب، تمهیدات لازم و کافی برای حفاظت کمی و کیفی از منابع آب و خاک و همچنین افزایش بهره وری آب در راستای افزایش تولید پایدار محصولات کشاورزی فراهم گردد.

وزارت جهاد کشاورزی در چارچوب سیاست های کلی اقتصاد مقاومتی مسیر مناسبی را در این راستا تعریف نموده و افزایش تولید در واحد سطح با ارتقاء بهره وری بویژه به ازای آب مصرفی کلید توسعه بخش کشاورزی تعیین شده است. به همین منظور یکی از راهبردهای اصلی وزارت جهاد کشاورزی توجه به بهره وری آب با برنامه ریزی و اقدام موثر در جهت توسعه سامانه های نوین آبیاری می باشد، به طوری که تاکنون بیش از ۲/۰٤ میلیون هکتار از اراضی آبی کشور به انواع سامانه های نوین آبیاری مجهز شده است.

حفاظت کمی و کیفی منابع آب و خاک، افزایش راندمان آبیاری و ارتقاء بهره وری از آب در بخش کشاورزی و حرکت در چارچوب اصول توسعه پایدار از مهمترین اهداف طرح توسعه سامانه های نوین آبیاری می باشد.

مطالعات و تحقیقات گسترده‌ای که طی سالیان متمادی در نقاط مختلف دنیا صورت گرفته، قابلیت سامانه‌های نوین آبیاری را به عنوان یک روش کارآمد و مؤثر در استفاده بیشتر و بهینه از منابع آب در کشاورزی نشان داده است. درصورتی که این سامانه ها به نحو صحیح طراحی و اجرا شوند و تجهیزات و لوازم مورد استفاده از کیفیت و خصوصیات فنی لازم برخوردار باشند و همچنین بهره‌برداران نیز از دانش فنی کافی در نگهداری و بهره‌برداری از آن بهره‌مند باشند، ضمن داشتن توجیه اقتصادی و بهبود کیفی و کمی محصول، منجر به بهره‌برداری و استفاده بهینه از منابع آب و خاک خواهد شد.

از مهمترین مزایای استفاده از سامانه های نوین آبیاری میتوان به موارد مشروحه ذیل اشاره نمود:

- امکان افزایش ٤٤ درصدی راندمان آبیاری داخل مزرعه (راندمان کاربرد)
- امکان افزایش ۳۰ درصدی در تولید محصولات کشاورزی

- امکان کاهش ۲۵ درصدی در مصرف سموم و کود های شیمیایی
- امکان کاهش ۲۵ درصدی در مصرف انرژی (در منابع آب زیرزمینی)

موارد مشروحه ذیل بخشی از مهمترین سیاستهای اجرایی حال و آینده مجری طرح سامانه های نوین آبیاری وزارت جهاد کشاورزی می باشد.

- استفاده از تمام ظرفیت ها و پتانسیل های بخش خصوصی و دولتی
- بهره گیری از ظرفیت تشکل های تخصصی و صنفی برای ظرفیت سازی، توانمند سازی، کنترل و نظارت
- استفاده بیشتر از ظرفیتهای دانشگاهی، مراکز علمی و تحقیقاتی کشور
- برنامه ریزی برای استفاده از تکنولوژی های نو

در حال حاضر اقدامات و ظرفیت سازی های انجام شده منـجر به فعالیت حدود ۱۲۰۰ شرکت مجری (پیمانکار) ، ٤۰۰ شرکت مشاور و ۳۲۰ تولیدکننده شده است. این ظرفیت پتانسیل لازم برای اجرای ٤۰۰ هزار هکتار انواع سامانه های نوین آبیاری در کشور را فراهم نموده است.

روند توسعه سیستمهای نوین آبیاری در کشور از سال ۱۳۶۹ آغاز گردیده است.تا پیش از این سال،کلیه لوازم و تجهیزات مورد نیاز آبیاری تحت فشار از خارج از کشور تامین می گردید.خوشبختانه پس از سال ۱۳۶۹ تعداد قابل توجهی از صاحبان تجربه در زمینه سیستمهای نوین آبیاری با تکیه بر قابلیتهای ساخت و استفاده از استانداردهای قابل قبول،اقدام به تولید لوازم و تجهیزات سیستمهای مختلف آبیاری نموده اند.با توجه به درصد بالای وزنی لوله های پلی اتیلن در قیمت تمام شده پروژه های نوین آبیاری که بصورت متوسط ۳۰درصد ودر روشهای موضعی همانند تیپ نزدیک به ۵۰ درصد می باشد،دولت از طریق کمک به تامین مواد اولیه مورد نیاز تولید کنندگان لوله و اتصالات پلی اتیلن با نرخ ثابت و سهمیه بندی مربوطه و همچنین اعطای تسهیلات مالی کمک شایانی در سنوات گذشته به صنعت تولیدکنندگان لوله و اتصالات داشته است.از سوی دیگر با توجه به اینکه اجرای پروژه های سامانه های نوین آبیاری در حدود ۲۲۰۰۰۰۰ هکتار در کشور با کمک بلاعوض دولتی صورت گرفته است،کمک غیر مستقیم در رشد تولیدکنندگان لوله و اتصالات را شاهد هستیم به شکلی که امروزه در کلیه استانهای کشور کارخانجات مختلف در حال تولید می باشند.در همین راستا مجری طرح توسعه سامانه های نوین آبیاری در سنوات گذشته همکاری لازم جهت تدوین و ارتقاء استانداردها و رتبه بندی شرکتهای تولیدکننده را در راستای ارتقاء کیفیت با همکاری انجمن تولید کنندگان لوله و اتصالات داشته است. ذکر این نکته لازم است که با برون سپاری

رتبه بندی که توسط خود انجمن و با نظارت این مجری صورت می گیرد،شاهد ارتقاء کیفیت و کاهش شکایات هستیم.

با عنایت به سال جهش تولید و فرصتهای پیش روی انتظار است که دست اندر کاران صنعت تجهیزات آبیاری تمهیدات مقتضی در راستای تثبیت قیمتها که متأثر از قیمت مواد اولیه می باشد و همچنین ارتقاء هرچه بیشتر کیفیت بعمل آورند.در این راستا لازم به ذکر است با توجه به نوع اعتبارات سامانه های نوین آبیاری که در برخی موارد با تاخیر پرداخت می گردد،پیمانکاران با انعطاف پذیری کمک شایانی در اجرای پروژه ها داشته اند ولی در خصوص لوازم و تجهیزات آبیاری کمتر شاهد فروش محصول و دریافت بهاء با فاصله زمانی و پس از تخصیص اعتبارات بوده ایم.

امید است برگزاری مناسب کنفرانس های تخصصی ضمن معرفی و توسعه تجارب موفق و فناوری های جدید، موجب توانمند شدن بخش خصوصی گردد. در پایان از تلاش ارزنده برگزارکنندگان اولین کنفرانس بین المللی لوله های پلی اولفینی قدردانی نموده و اعتلای جمهوری اسلامی ایران را از خداوند بزرگ مسئلت مینمایم.

نکات مهم نوارهای آبیاری قطره ای در رتبه بندی جهاد کشاورزی

کیومرث علی اکبرخانی ، حامد جباری ، علیرضا صحاف امین انجمن لوله و اتصالات پلی اتیلن

مقدمه

طی سالیان گذشته نواقص موجود که در استاندارد ملی مربوط به نوارهای آبیاری (استاندارد ملی ۶۷۷۵) و به تبع آن عدم امکان بررسی کیفیت محصول نهایی باعث بروز مشکلات فراوانی در بخش کشاورزی گردید. در رابطه با نواقص موجود در استاندارد می‌توان به مشخص نبودن نوع مواد اولیه، عدم وجود آزمون های کیفی مواد اولیه، مشخص نبودن ضخامت انواع نوار آبیاری یکبارمصرف، چندبار مصرف و همچنین لوله های قطره چکاندار و ..... نام برد. در نهایت در زمستان سال ۱۳۹۶ در جلسه ای با حضور نمایندگان معاونت آب و خاک، مرکز توسعه مکانیزاسیون کشاورزی و انجمن صنفی تولید کنندگان لوله و اتصالات پلی اتیلن تصمیم به بازنگری استاندارد گرفته شد.

در سال ۱۳۹۷ با رویکرد رفع نواقص و بالا بردن کیفیت محصولات نوار آبیاری، با بهره گیری از کلیه منابع بین المللی استاندارد ملی ۶۷۷۵ بازنگری شد. در تدوین این استاندارد از منابع ISO 9261، IS13488 و ASABE S557 استفاده شده است.

ویژگی های مهم نوار آبیاری

ویژگی های مهمی که عملکرد هیدرولیکی نوار آبیاری را تضمین مینماید شامل موارد زیر می‌باشد:

۱) ضریب تغییرات و انحراف میانگین دبی نمونه از دبی اسمی
۲) توان قطره چکان
۳) دبی به عنوان تابعه از فشار ورودی
۴) کارایی سامانه

ضریب تغییرات و انحراف میانگین دبی از دبی اسمی یکنواختی آبدهی قره چکان ها نسبت به هم و همچنین نزدیک بودن میزان آبدهی به مقدار اعلامی را نشان میدهد. توان قطره چکان نیز یکی از پارامترهای کلیدی است که بیان کننده نوع جریان آب درون قطره چکان (آشفته، ناحیه گذر و جریان آرام) است و هرچه این عدد به سمت صفر میل کند جریان آشفته بوده و علاوه بر خودشوینده شدن و کاهش گرفتکی، آبدهی نیز مستقل از ویسکوزیته آب و به تبع آن دمای محیط خواهد بود. به دلیل اینکه نوارها به صورت روسطحی استفاده میشوند، در صورت بالابودن توان قطره چکان بودن توان، آبدهی تحت تاثیر دمای محیط در طول روز خواهد بود. همچنین هر چه توان قطره چکان پایین تر باشد می‌توان طول خطوط نوار را افزایش داد که این امر باعث کاهش هزینه ها و افزایش سطح زیر کشت خواهد شد.

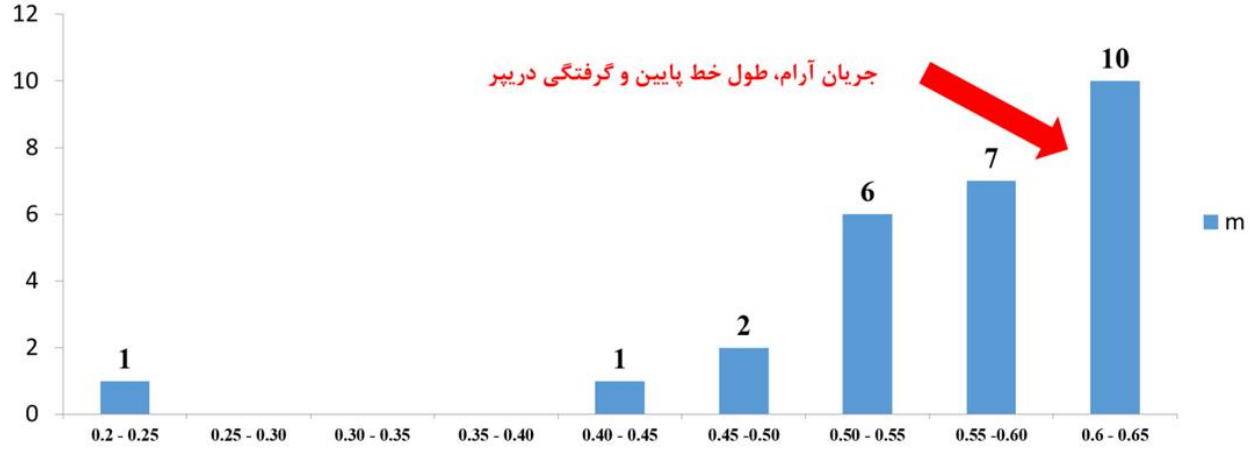
توان قطره چکان	نوع قطره چکان
$m<0.2$	خود تنظیم
$0.2 \leq m < 0.5$	بدون تنظیم، جریان درهم
$0.5 \leq m < 0.75$	بدون تنظیم، جریان آرام
$m > 0.75$	بدون تنظیم، جریان موبینه ای

جدول ۱ – رده بندی قطره چکان بر حسب توان آنها

تعیین پارامترهای رتبه بندی انواع تولید کنندگان نوارآبیاری

در سال ۱۳۹۸ پس از حدود سه ماه جلسات هفتگی که با حضور نمایندگان تولید کنندگان انواع نوار آبیاری (لابیرنتی، پلاکدار و بغل دوخت) برگزار گردید کلیه شاخص های رتبه بندی تعیین و در نهایت به تایید معاونت آب و خاک جهاد کشاورزی رسید. ۲۲ شرکت تولیدی در رتبه بندی ثبت نام نمودند و در زمستان سال ۱۳۹۸ بازدید و رتبه بندی تولید کنندگان انجام شد.

تحلیل نتایج آزمون‌های انجام شده بر روی نمونه محصولات نوار آبیاری تولید کنندگان، دستاوردهای مهمی را برای بخش های تولید و کشاورزی در پی خواهد داشت.



نمودار ۱- بررسی توان قطره چکان انواع نوارهای آبیاری تولیدگان

جمع بندی و پیشنهادات:

۱) هدف اصلی در طراحی قطره چکان نوار آبیاری پایین بودن توان قطره چکان و آشفته نمودن رژیم جریان است. بنابراین خریداران تکنولوژی تولید در این حوزه می بایست روی این دو موضوع توجه جدی نمایند. متاسفانه از این منظر فعلا وضعیت مناسبی نداریم.

۲) توان پایین قطره چکان:

الف) افزایش طول خط نوار آبیاری

ب) عدم گرفتگی قطره چکان به دلیل جریان آشفته

پ) عدم وابستگی خروجی قطره چکان به دمای آب

۳) طی چند سال گذشته در دنیا میزان آبدهی قطره چکان ها به سمت آبدهی های پایین (یک لیتر بر ساعت و پایین تر) هدایت شده است.

۴) استفاده از نوارهای آبیاری با آبدهی بالای ۲ لیتر بر ساعت در کشور باعث افزایش شاخص میزان آب مصرفی (شاخص بهره وری فیزیکی آب) به ازای کیلوگرم محصول می شود.

Effect of Carbon Black Content on the UV Stability of Polyethylene Drip Irrigation Tape

Ghodratollah Hashemi Motlagh [a,b], Kiomars Aliakbarkhani [c], Hamed Jabbari [d,e]
[a] Advanced Polymer Materials and Processing Lab, Polymer Eng. Group, University of Tehran
[b] Azmoon Dana Plastic Co., ISO 17025/INSO accredited lab
[c] Vahid Industrial Group, [d] Semnan Polyethylene Company,
[e] Training Committee Chief , Iranian Association of PE Pipe & Fitting Producers

Introduction:

Generally, polymers are degraded when exposed to sunlight due to the bond breakage of the backbone mostly by the high energy beams of the UV spectrum of the sunlight. Therefore it is crucial to protect polymers against sunlight through the addition of UV stabilizers or absorbers. Carbon black is the most common UV stabilizer for polymers in the applications where transparency or color is not an issue.

In polyolefins a certain amount of carbon black usually in a range of 2-3 wt% with a good dispersion and distribution is recommended for long term applications such as HDPE pipes, LDPE laterals, mechanical fittings, PE geomembranes and so on.

The specifications of irrigation tapes, made of polyethylene and designated for one season lifetime, are addressed in ISO 9261 or INSO 6775-1395. The material properties most importantly of polyethylene MFI, carbon black content and OIT are not specified in these standards for irrigation tapes. A sever discrepancy is happening in Iran on the optimum value of carbon black content in one-season irrigation tape with a lifetime of less than one year. Standard and governmental bodies refer to 2-3 wt% carbon black based on the values determined in ISO 4827-1, GM 13, ISO 6964 and ISO 8779. On the other hand tape manufacturers object that 2-3 wt% carbon black is too much for one season irrigation tapes. They rely on their field experiences with tapes produced with low carbon black amounts of 1 or 1.2 wt% without observing any premature failure in the farms they have been employed. Moreover they recall that the usage of 2-3 wt% carbon black will trigger processing problems as well as some additional problems in the farms.

The explained issue has not been addressed in previous publications. Therefore the aim of this research is to study the degree of UV degradation in irrigation tapes containing varying amounts of carbon black through artificial weathering test comparable to life time of one-season irrigation tapes.

Summary

As shown in Fig. 1 irrigation tapes made of polyethylene containing 1.2, 1.5 and 2 wt% carbon black were manufactured in Vahid Industrial Group, Iran. The samples were cut into 30 cm length and placed in UV chambers of UVA lamps similar to ISO 4892-3 for 250 h, 1000 h and more at APMP lab at university of Tehran. After UV exposure the samples were characterized for change in tensile properties, OIT and chemical structure, all measured in Azmoon Dana Plastic Lab, Iran.

Table 1 gives the properties of the samples before UV exposure. The samples hold good dispersion and distribution of carbon black along with high OIT values. Fig. 2 shows the dispersion/distribution state of carbon black in the samples.

Figure 1. Irrigation tapes containing 1.2, 1.5 and 2 wt% carbon black

Table 1. Properties of the irrigation tape samples before UV ageing

Properties	Carbon black content			Test method	Requirements*
	1.2 wt%	1.5 wt%	2 wt%		
Degree of dispersion	2.5	1.5	1.1	ISO 18553	<3
Rate of dispersion	A2	A2	A2	INSO 20059	better than A3
OIT (200° C)	29	24	48	INSO 7186-6 ISO 11357-6	>20
Filler (wt%)	<0.1	<0.1	<0.1	ISO 6964	<0.1
Carbon black (wt%)	1.18	1.45	2.01		1.2-2.5

* stated in INSO 6775-2018

Figure 2. Carbon black dispersion of the samples: 1.2 wt% (left), 1.5 wt% (middle) and 2 wt% (right) carbon black

The properties of the samples after 1000 hr UV exposure are compared to their original counterparts in Tabe 2. No sever drop in tensile properties are observed which states that such tape formulations with properties of Table 1 are resistance enough toward UV for up to 1 year (equivalent to 1000 h UV exposure as stated in INSO 6775). As seen the tensile properties have even improved after UV exposure except for the sample with 2 wt% carbon black. However OIT values are severely decreased specially for the tape containing the lowest carbon black of 1 wt%.

Table 2: Retention of tensile properties and OIT after 1000 h UV exposure

Properties	Carbon black content			Test method	Requirements
	1.2 wt%	1.5 wt%	2 wt%		
Retention of tensile strength (%)	105	102	88	ISO 527-1,3 INSO 17140-3	>75%*
Retention of elongation at break (%)	99	101	84		>75%**
Retention of OIT, 210°C (%)	12	51	49	INSO 7186-6	-
Retention of OIT, 200°C (%)	28	49	-	ISO 11357-6	-

*INSO 6775 **BS EN 13361

Further studies are on the way to report changes after 250h and 2000 h and the changes in chemical structure.

Besides the samples are under natural weathering condition in Tehran.

Acknowledgement
The authors would like to thank Iranian Association of PE Pipe & Fitting Producers for their financial aid of this project under the program of Society and Industry of the Ministry of Science, Research and Technology.

سامانه های لوله گذاری مدفون در خاک برای کاربرد زهکشی

Pipes&Fittings for subsoil drainage of trafficked areas and underground engineering

محمدعلی دربندی

مقدمه:

استفاده از زهکشی و جمع آوری آبهای سطحی تاریخچه ای طولانی دارد. بر اساس مدارک بدست آمده تمدن انسانها در زمان بابلیها در مورد زهکشی و جمع آوری آبهای سطحی اطلاعاتی داشتند و از کانال های ساخته شده با خاک رس برای جمع آوری آبهای سطحی استفاده می کردند و بعد از آن این دانش به صورت پیوسته توسعه پیدا کرد.

هدف از ارائه این مقاله بررسی کاربردهای لوله های پلیمری برای کاربرد زهکشی و جمع آوری آب های سطحی می باشد.

خلاصه مقاله:

در ابتدای مقاله کاربردهای مختلف سیستمهای زهکشی بیان می شود که به شرح زیر می باشد.

۱- مصارف کشاورزی

۲- مصارف ساختمانی

۳- مصارف جاده ای و ترافیکی

۴- مصارف جهت کنترل طوفان و سیلاب ها

۵- مصارف جهت زمین های ورزشی

پس از آن به بررسی استانداردهای ملی و جهانی برای کاربرد زهکشی که شامل استاندارد ملی ۷۶۶۹ (تدوین۱۳۸۳) و DIN1187(1975) و DIN4262-1:2009 و مقایسه بین آنها از لحاظ نوع لوله بکار گرفته شده ، شکل هندسی، مساحت منفذها و کنترل و نظارت های کیفی و ... پرداخته خواهد شد.

سپس در مورد پوشش لوله های زهکشی (Envelope materials) توضیحاتی ارائه خواهد شد که این پوشش ها براساس مواد به کاربرده شده به سه دسته تقسیم می شوند.

۱- پوشش های معدنی

۲- پوشش های ارگانیک

۳- پوشش های مصنوعی

که در این مورد مزایا و معایب و محدویت های هر یک از آنها توضیحاتی ارائه خواهد شد و همچنین الزامات معیار ترزقی بیان خواهد شدکه این الزامات مانع ازورود ذرات خاک به درون فیلتر و عمر بیشتر آن می شود.

در پایان محدویت ها ی عمق کارگزاری و پوشش به کارگرفته شده در هریک از انواع لوله های پلیمری مورد بررسی قرار خواهد گرفت

دبیر انجمن لوله و اتصالات پلی اتیلن

بهبود شرایط هیدرولیکی و مدیریت مزرعه توام با کاهش هزینه شبکه آبیاری نواری با استفاده از نسل جدید نوارهای آبیاری قطره ای

محمدرضا هنر، گروه مهندسی آب، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
علیرضا صحاف امین مدیر کمیته استاندارد و حامد جباری مدیر کمیته آموزش انجمن لوله و اتصالات PE

مهمترین هدف در یک شـــبکه آبیاری، توزیع یکنواخت آب با حداقل تلفات می باشـــد و روش های آبیاری نوین در رسیدن به این اهداف نقش اساسی دارند و کاربرد لوله و اتصالات پلی اتیلن در آنها انکار ناپذیر است. ورود نوارهای آبیاری قطره ای در اواســط دهه هفتاد و توســعه رو به تزاید اســتفاده از آن در دهه های بعد مبین مفید بودن آن از طرف کارشــناســان و کشــاورزان می باشــد و موجب تحول عظیمی در بهبود شــرایط آبیاری در مزارع گردیده اســت. در نســل اولیه این نوارها، قطره چکان ها دارای قطر ۱۶ میلیمتر و آبدهی ۱/۲ تا ۱/۵ لیتر در ســاعت بود و امکان اخذ یکنواختی توزیع آب تا طول های حدود ۸۰ متر میسر می گردید. لیکن بمرور ساخت نوار در ایران با آبدهی بالاتر از ۲ لیتر در ساعت رایج شد و موجب شد تا طول مناسب نوار به کمتر از ۶۰ متر کاهش یابد و این موضوع منجر به افزایش قابل توجه استقرار لوله های نیمه اصلی و اصلی در مزرعه و ایجاد مزاحمت در فرآیند عملیات زراعی شده و هزینه پروژه های آبیاری نواری افزایش یابد.

در این تحقیق حداکثر طول مناسب نوار در آبدهی های متنوع تولید شده در ایران و جهان در قطرهای متفاوت و با قطره چکان هایی با خصوصیات هیدرولیکی متفاوت در تغییرات دبی در فشارهای مختلف (x توان فشار در معادله آبدهی قطره چکان) محاسبه گردید که مقادیر آن بر حسب متر در جدول ذیل آمده است:

توان فشار	قطر داخلی نوار	دبی هر قطره چکان (لیتر در ساعت)						
X	میلیمتر	۰/۳	۰/۷	۱/۳	۱/۶	۲	۲/۵	۳
۰/۵	۱۶	۲۰۵	۱۲۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۵
	۲۲	۳۶۰	۲۰۵	۱۴۰	۱۲۰	۱۰۵	۹۰	۸۰
	۲۵	۴۵۰	۲۶۰	۱۷۵	۱۵۰	۱۳۰	۱۱۵	۱۰۰
۰/۴	۱۶	۲۳۰	۱۳۰	۹۰	۷۵	۶۵	۵۵	۵۰
	۲۲	۴۰۰	۲۳۰	۱۵۵	۱۳۵	۱۱۵	۱۰۰	۹۰
	۲۵	۵۰۰	۲۹۰	۱۹۵	۱۷۰	۱۴۵	۱۲۵	۱۱۰
۰/۲	۱۶	۳۰۵	۱۷۵	۱۲۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰
	۲۲	۵۳۰	۳۰۵	۲۰۵	۱۸۰	۱۵۰	۱۳۵	۱۲۰
	۲۵	۶۷۰	۳۸۵	۲۶۰	۲۲۵	۱۹۵	۱۷۰	۱۵۰

نتایج حاصله بیانگر این است که در پر مصرف ترین فاصله قطره چکان ها (۲۰ سانتیمتر) و در قطره چکان هایی با توان فشار x=۰/۵ ، با کاهش آبدهی قطره چکان ها تا مقدار ۰/۷ لیتر در ساعت امکان اخذ یکنواختی توزیع تا ۱۲۰ متر وجود خواهد داشت و اگر مقدار آبدهی به ۰/۳ لیتر در ساعت کاهش یابد (نمونه جدید ساخته شده در آمریکا)، این طول تا ۲۰۵ متر قابل افزایش است و در این حالت مقدار لوله های اصلی، نیمه اصلی و اتصالات مربوطه حدود ۳ برابر نسبت به نمونه های رایج در کشور کاهش می یابد. همچنین اگر تکنولوژی ساخت در بهبود خصوصیات هیدرولیکی قطره چکان ها به جهت کاهش مقدار x بکار گرفته شود و مقدار آن را به ۰/۴ کاهش دهد، حداکثر طول مناسب برای قطره چکان با آبدهی ۰/۷ و ۰/۳ به ترتیب ۱۳۰ و ۲۳۰ متر خواهد شد و اگر مقدار آن به ۰/۲ کاهش یابد، حداکثر طول مناسب برای قطره چکان با آبدهی ۰/۷ و ۰/۳ به ترتیب ۱۷۵ و ۳۰۵ متر می گردد.

در صورتیکه قطر نوار از ۱۶ به ۲۲ میلیمتر افزایش یابد، حداکثر طول نوار برای قطره چکان هایی با آبدهی ۰/۷ و ۰/۳ لیتر در ساعت با مقدار x برابر ۰/۵ به ترتیب تا ۲۰۵ و ۳۶۰ متر شرایط بهره برداری مطلوب را دارد و اگر قطر نوار به ۲۵ میلیمتر افزایش یابد، برای قطره چکان های مذکور حداکثر طول نوار بترتیب ۲۶۰ و ۴۵۰ متر می شود و اگر خصوصیات هیدرولیکی نوار بهبود یافته و مقدار x برابر ۰/۲ گردد، حداکثر طول نوار در مقدار دبی ۰/۷ و ۰/۳ لیتر در ساعت در قطر نوار ۲۲ میلیمتر به ترتیب برابر با ۳۰۵ و ۵۳۰ متر شده و در قطر نوار ۲۵ میلیمتر به ترتیب برابر با ۳۸۵ و ۶۷۰ متر می گردد.

با بهبود خصوصیات هیدرولیکی قطره چکان ها در نوارهای آبیاری، ضمن کاهش هزینه خرید و اجرای سامانه آبیاری نواری، فرآیند آبیاری و برخی از عملیات های زراعی با سهولت بیشتر انجام می گیرد.

کلمات کلیدی: آبیاری نواری، افزایش طول نوار، کاهش آبدهی قطره چکان، افزایش قطر نوار و کاهش توان فشار

بررسی زبری در لوله های پلیمری و چدن نشکن و مقایسه هزینه های ناشی از افت اصطکاکی

بررسی زبری در لوله های پلیمری و چدن نشکن و مقایسه هزینه های ناشی از افت اصطکاکی

فاطمه السادات حسینی -شرکت مهر آب حیات صنعت کرمان

یکی از مهمترین گزینه ها برای انتخاب جنس خطوط لوله بدون شـک هزینه های آن اسـت. این هزینه ها شـامل هزینه اولیه لوله و اتصالات، نصب و کارگذاری، هزینه های ناشی از افت اصطکاکی و اتفاقات در طول بهره برداری می باشند. با توجه به این د سته بندی، یکی از برر سی های مهمی که از نظر هیدرولیکی بین گزینه های مختلف لوله ها در خطوط تحت ف شار صورت می پذیرد مقایسه افت اصطکاکی در بازه طول عمر لوله ها و مقایسه هزینه های مربوط به آن می باشد .

در سـالهای اخیر در کشـور ما ملاحظات مختلفی مانند مقایسـه افت فشـار هیدرولیکی در لوله ها جهت مقایسـه هزینه های ایستگاه پمپاژ و مصرف انرژی سالیانه ، مقایسه میزان مقاومت در برابر زلزله، رانش زمین و خصوصیات لوله ها در مورد پدافند غیرعامل بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته و دارای اهمیت قابل توجهی در اسناد تصمیم گیری می باشند .
در این مقاله به مقایسه و بررسی لوله های پلیمری و چدن داکتیل از منظر افت اصطکاکی پرداخته می شود و دو موضوع دیگر فوق الذکر در مقاله ای دیگر مورد بررسی قرار می گیرد.
بطور معمول ادعای لوله های چدن داکتیل و کامپوزیتی در دارا بودن قطر داخلی بزرگتر یا SDR های بیشـــتر در قطرهای متناظر می باشـد. از طرفی زبری در لوله های چدن داکتیل به مرور زمان بیشـتر می گردد در صـورتیکه این خاصـیت در لوله های پلیمری در مدت زمان کارکرد تقریبا ثابت ا ست . در این مقاله سعی در مقایسه هر دو این عوامل و نتیجه گیری در مورد عملکرد هیدرولیکی لوله ها در یک قطر متناظر شده است که در دو قطر مختلف این کار صورت می پذیرد .
یکی از روابطی که برای محا سبه افت ا صطکاکی لوله های تحت ف شار ا ستفاده می شود ، رابطه هیزن ویلیامز می با شد .این رابطه یکی از روابط پر کاربرد در سـیسـتم های لوله کشـی و انتقال آب اسـت . که در آن سـرعت آب در یک لوله را با خواص هند سی لوله و افت فشار نا شی از اصطکاک مرتبط می کند. این رابطه در طراحی سیستم های انتقال آب نقش دارد. امتیاز و برتری رابطه‌ی هیزن ویلیامز نسبت به روابط دیگری که افت ف شار را محا سبه می کنند این ا ست که ضریب ا صطکاک در آن تابعی از عدد رینولدز نمی باشد. بنابراین فرمول هایزن-ویلیامز یک فرمول مناسب برای انجام این محاسبات بوده، که در رابطه (۱) شکل معمول آن آورده شده است:

رابطه(۱)

$$H_L = 1000 \left[\frac{V}{0.115C(d)^{0.63}}\right]^{1.852}$$

H_L: افت فشار
V: سرعت جریان
C: ضریب جریان
d: قطر داخلی واقعی

با توجه به پارامترهای موثر در افت فشـار، با افزایش دو پارامتر قطر داخلی لوله و ضـریب جریان افت فشـار کاهش می یابد. بنابراین عملکرد این دو پارامتر در طول عمر سیستم گویای روند افت فشار در این بازه زمانی خواهد بود.

قطر داخلی:

پارامتر "قطر داخلی لوله" برای یک سایز اسمی مشخص از لوله طبق ضخامت تغییر می کند، که این ضخامت با توجه به رده فشاری و جنس لوله تعیین می شود. برای هر سایز اسمی از لوله با تعیین قطر خارجی لوله و ضخامت مورد نظر، می توان قطر داخلی لوله را محا سبه کرد. با توجه به برر سی های انجام شده قطر داخلی لوله های فلزی و چدنی (در رده ف شاری یک سان) غالبا بیشتر از لوله های پلاستیکی و پلیمری است. قطر داخلی برای انواع لوله ها در شکل ۱ نشان داده شده است.

Nominal Size - in.	6	8	10	12	14	16	18	20	24	30	36	42	48	54	60	64
DIP [1]	6.28	8.43	10.46	12.52	14.55	16.61	18.69	20.75	24.95	31.07	37.29	43.43	49.63	56.29	60.28	64.30
PCCP [2]	–	–	–	–	–	16.00	18.00	20.00	24.00	30.00	36.00	42.00	48.00	54.00	60.00	–
STEEL [2]	6.00	8.00	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	24.00	30.00	36.00	42.00	48.00	54.00	60.00	–
PVC [4]	6.09	7.98	9.79	11.65	13.50	15.35	17.20	19.06	22.76	28.77	34.43	40.73	46.49	–	–	–
HDPE [3]	5.57	7.31	8.96	10.66	12.35	14.05	15.74	17.44	20.83	25.83	32.29	38.41	44.47	51.34	–	–

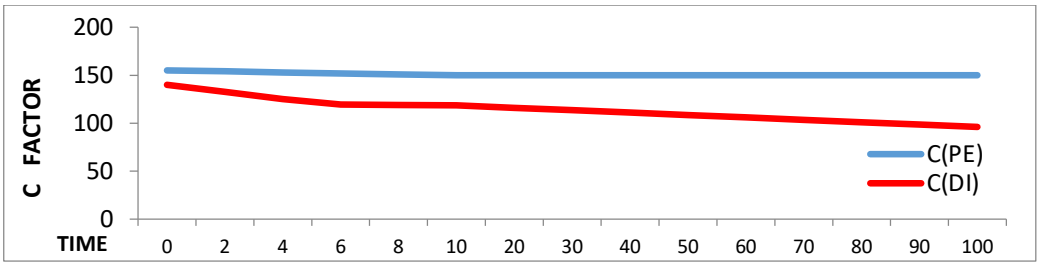
شکل ۱: قطر داخلی انواع لوله ها

همانطور که در شکل ۱ م شخص ا ست هر چه قطر داخلی برای یک اندازه ا سمی و جریان معین بی شتر با شد، افت بار کمتر ا ست. قطر داخلی چدن داکتایل نسبت به سایر لوله ها در تمامی رده های فشاری بیشتر ا ست. علاوه براین توجه به این نکته ضروری است که رشد رسوبات و بایو فیلم‌ها در لوله هایی با جنس بتنی و فولادی به دلیل تخلخل بالا بیش از سایر لوله ها می با شد و این مسئله تاثیر منفی بر قطر داخلی دا شته و به مرور باعث کاهش آن می شود. بنابراین در گذر زمان قطر داخلی لوله های بتنی کم خواهد شد. حال با بررسی ضریب جریان می توان نتایج افت فشار در سیستم های مختلف را بررسی کرد.

ضریب زبری C :

ضریب زبری یک پارامتر ثابت بی بعد در فرمول هیزن ویلیامز است . ضریب زبری یا ثابت هیزن – ویلیامز که به جنس ، قطر ، عمر لوله و سرعت آب در آن بستگی دارد.

در ادامه به برر سی رفتار ضریب جریان در لوله هایی با جنس مختلف در طول عمر سیستم پرداخته شده ا ست تا دید بهتری در انتخاب مهندسـین و طراحان شـبکه ایجاد گردد. نتایج عملیاتی بیان می کند که فرض ثابت بودن ضـریب جریان در طول عمر سیستم غیرواقع بینانه ا ست و طراح ایستگاه پمپاژ برای محا سبه افت فشار مورد نیاز می بایست کاهش ضریب زبری در طول عمر سیستم لوله کشی برای اطمینان از ثبات ظرفیت در طول خطوط لوله های غیر پلاستیکی همچون چدن-داکتایل را در نظر بگیرد . ضریب جریان در لوله های پلا ستیکی پس از یک افت جزئی تقریبا روند ثابتی را در سالهای آتی سیستم پی می گیرد. در حالی که در سیستمهای غیر پلا ستیکی با شیب منفی همواره رو به کاهش ا ست. در نمودار شکل ۲ این روند ترسیم شده است.



شکل ۲: نمودار روند کاهش ضریب جریان برای دو نوع لوله با جنس پلاستیکی(PE) و غیر پلاستیکی(DI)

در مجموع اهمیت تاثیر قطر داخلی، ضریب زبری و روند تغییرات آنها در طول عمر سیستم لوله کشی، در افت فشار هیدرولیک سیستم قابل تجزیه و تحلیل است. از این رو این محاسبات برای سایزهای پرکاربردی چون ۱۱۰ و ۱۶۰ میلیمتر انجام شده است که نتایج این محاسبات در جدول۱ قید شده اند:

جدول۱ نتایج افت فشار هیدرولیک در طول عمر سیستم

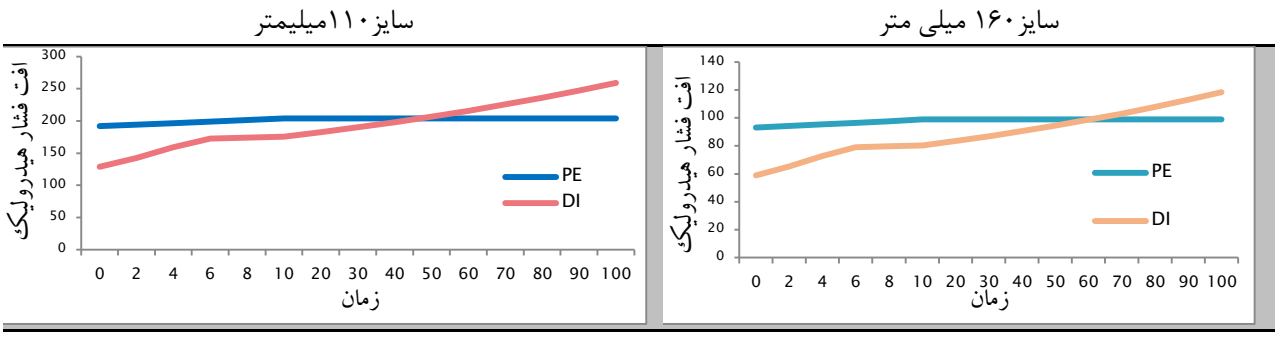
سایز۱۶۰ میلی متر

TIME	PE	DI
0	93.07239725	58.90038
2	94.1947787	65.2234
4	95.3381401	72.65573
6	96.5030146	78.96995
8	97.68995257	79.58556
10	98.89952218	80.20858
20	98.89952218	83.43937
30	98.89952218	86.87501
40	98.89952218	90.53345
50	98.89952218	94.43464
60	98.89952218	98.60087
70	98.89952218	103.057
80	98.89952218	107.8311
90	98.89952218	112.9544
100	98.89952218	118.4625

سایز۱۱۰میلیمتر

TIME	PE	DI
0	192.0976	128.9541
2	194.4142	142.7974
4	196.774	159.0695
6	199.1783	172.8935
8	201.6281	174.2413
10	204.1246	175.6054
20	204.1246	182.6787
30	204.1246	190.2006
40	204.1246	198.2102
50	204.1246	206.7513
60	204.1246	215.8727
70	204.1246	225.6288
80	204.1246	236.081
90	204.1246	247.2978
100	204.1246	259.3569

نتایج این محاسبات نشان می دهد که با گذر از یک بازه زمانی میزان افت فشار هیدرولیک در لوله های چدن داکتایل با این میزان افت در لوله های پلی اتیلن برابر شده و پس از آن حتی میزان افت فشار هیدرولیک چدن داکتایل بیش از لوله های پلی اتیلن خواهد شد که قطعا باعث افزایش پیامدها و هزینه های بعدی ناشی از آن می شود. این روند در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳: مقایسه روند افت فشار هیدرولیک در لوله های چدن داکتایل و پلی اتیلن

از طرفی با توجه به مقایسه کیفیت و کارایی لوله های چدن داکتایل و پلی اتیلنی که تنها نوع لوله سنگین چدن کلاس K با اتصال مقید قابل رقابت با پلی اتیلن از نظر کیفیت، طول عمر، مقاومت در برابر زلزله و سایر پارامترها می باشد. در جدول ۲ این مقایسات بیان شده است.

جدول۲ مقایسه کیفیت و کارایی لوله سنگین چدن کلاس K با اتصال مقید و لوله پلی اتیلن

MATERIAL TYPE/Diameter	AWWA standard	Joint type	Ruggedness	Bending	Joint flexibility	Restraint	TOTAL
Ductile iron	C1xx series	B&S,RG,R	**5**	**5**	**4**	**4**	**18**
Polyethylene	C906	Fused	**4**	**5**	**5**	**5**	**19**

با بررسی هزینه های اولیه خرید لوله و اتصالات تفاوت چشمگیری بین لوله های چدن داکتایل و پلی اتیلن مشاهده می شود که این تفاوت برای چدن کلاس K با اتصال مقید قیمتی، **۷,٦ برابر** گران تر از پلی اتیلن را نشان می دهد. قیمتهای انواع مختلف این لوله ها بر ازای هر متر در جدول ۳ ذکر شده اند.

جدول ۳: قیمتهای انواع مختلف لوله ها بر ازای هر متر

سایز لوله	لوله سبک چدن کلاس C	لوله سنگین چدن کلاس K با اتصال مقید	پلی اتیلن PN10-PE100
	قیمت هر متر (ریال)		
۹۰ میلیمتر	۱،۱۰۰،۰۰۰ریال	۱،۷۰۰،۰۰۰ ریال	۱۸۹،۰۰۰ریال
۱۱۰ میلیمتر	۱،۳۰۰،۰۰۰ریال	۲،۱۵۰،۰۰۰ریال	۲۸۲،۱۰۰ ریال
۱٦۰ میلیمتر	۲،۱۰۰،۰۰۰ریال	۳،۲۰۰،۰۰۰ریال	۵۸۶،۶۰۰ریال
۲۰۰ میلیمتر	۲،۸۵۰،۰۰۰ریال	۴،۴۰۰،۰۰۰ریال	۹۱۶،۵۰۰ریال

حال این سوال مطرح میشود که انتخاب کدام لوله با توجه به نتایج بدست آمده بهینه است؟

موضــوع هشتــم

استفاده در صنعت آب و فاضلاب (خطوط اصلی و شبکه های توزیع)

FIRST INTERNATIONAL
POLYOLEFIN PIPE
CONFERANCE

مدیریت دارایی و چرخه عمر لوله های پلی اتیلن در شبکه های توزیع آب آشامیدنی

معصومه مهدی بادی- ریاست رئیس گروه نت و شبکه توزیع آب شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

ملاحظات ریسک در تمام سطوح مدیریت دارایی‌ها (سطوح راهبردی، تاکتیکی و بهره‌برداری)، ضروری است.

هدف مهم مدیریت دارایی‌ها، رسیدگی مناسب به ریسک‌های پدید آمده درمحتوی شکل گرفته از تاثیرات بیرونی و داخلی یک سازمان است.

برای مثال، به‌منظور بازسازی تاسیسات، اولویت پروژه در چارچوب بودجه و در عین‌حال با هدف کاهش هزینهٔ چرخهٔ عمر هر دارایی باید تعیین شود.فقط تعمیر خرابی‌ها منجر به طرح راهبردی مبتنی بر حادثه یا خرابی می‌شود که هزینه‌های نگه‌داشت کمتری در کوتاه‌مدت دارد، اما در استفادهٔ بلندمدت هزینه‌های نامتناسب بالا را موجب می‌شود. عواقب احتمالی می‌تواند شامل ایمنی ناکافی بهره‌برداری، هدررفت بالای آب، افزایش نرخ خرابی، کاهش کیفیت آب و خسارت زودرس در ساختار موجود و ارزش دارایی‌های زیرساخت باشد. ریسک خرابی‌ها و کمبودها در تامین بسیار زیاد است.

پیش نیازهای اساسی به‌منظور نگه‌داشت کارآمد اقتصادی در اسرع وقت از جمله در مراحل طراحی و ساخت زیرساخت‌های آب، باید تعریف شود.بررسی به‌منظور ارزیابی وضعیت و عملکرد شبکه‌های آب آشامیدنی و اجزای آن‌ها ، اولین مرحلهٔ مدیریت یکپارچهٔ دارایی‌های شبکه‌های آب آشامیدنی است لوله‌های اصلی آسیب‌دیده، معیوب نشان‌دهندهٔ یک مخاطرهٔ بالقوه در تامین نامناسب آب آشامیدنی (حجم، فشار، کیفیت، قطعی مقطعی آب) است. بررسی و طرح‌ریزی فعالیت‌های بازسازی در کل مناطق تحت پوشش شبکهٔ توزیع آب انجام شود تا تمام مشکلات و علل آن‌ها بتوانند با هم در نظر گرفته شوند.

تصمیم‌سازی بر اساس داده‌ها، اصل ضروری در مدیریت دارایی‌ها بوده، اما هزینه‌بر است. هنگامی‌که یک سامانهٔ دارایی نصب و راه‌اندازی می‌شود، بیشترین مصارف هزینه‌ای در طول چرخهٔ عمر با تصمیم‌گیری در مورد بازسازی این دارایی‌ها تعیین می‌شود. روش و زمان‌بندی ترجیح داده شده برای بازسازی به‌طور اساسی بر هزینه‌های چرخهٔ عمر دارایی‌ها تأثیر می‌گذارد.

دستیابی‌به اهداف بازسازی، متضمن آگاهی از ریسک‌های مربوطه است. ریسک شبکهٔ آب آشامیدنی که به‌طورکلی از احتمال خرابی لوله (و به‌طور غیرمستقیم نیز از هدررفت آب) و میزان خرابی مربوطه ناشی می‌شود منجر به مخاطراتی برای انسان‌ها، دارایی‌های شخص سوم[1] و محیط‌زیست می‌گردد. علاوه‌براین، نقص در کیفیت آب‌رسانی، موجب هزینه‌های اضافی می‌شود و ممکن است برآیند منفی آگاهی عمومی آن و وجههٔ خدمات جانبی آب‌رسانی در نظر گرفته شود. احتمال و مقدار تاثیر بر کیفیت آب آشامیدنی می‌تواند از شکایات
مشترکین، تجربهٔ بهره‌برداری، مقادیر اندازه‌گیری‌شده و شبیه‌سازی‌های شبکهٔ آب‌رسانی نتیجه گرفته شود.

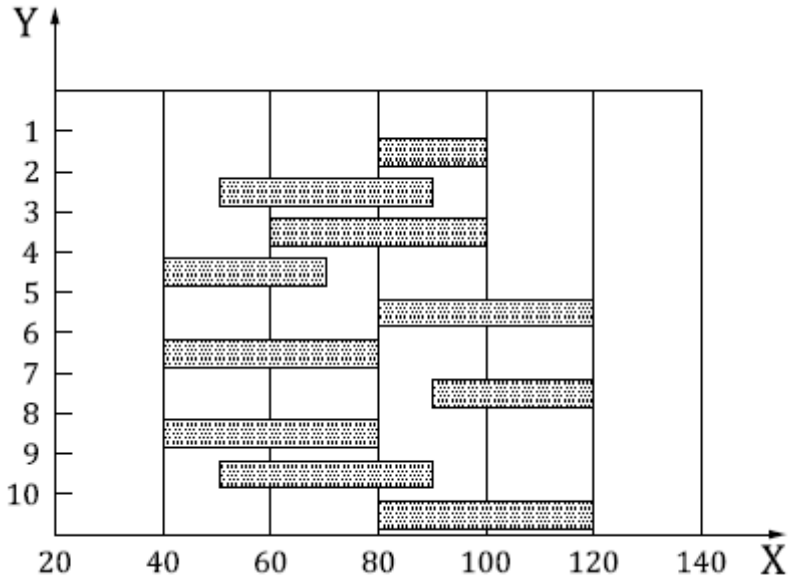
تا آنجا که به راهبرد بازسازی مربوط می‌شود، جنبهٔ ریسک تنها می‌تواند تا یک میزان محدود در نظر گرفته شود. به‌طور کلی تنها ویژگی که می‌تواند در ارزیابی فنی راهبرد بازسازی مورد تحلیل و پیش‌بینی قرار گیرد، احتمال افزایش خرابی مربوط به نوع دارایی است. اگر هدررفت یا کدورت آب به‌وضوح به نوع لوله‌های مجزا (انواع دارایی) و نه به خط لولهٔ مجزا نسبت داده شود، این جنبه‌ها نیز می‌توانند در راهبرد بازسازی مورد توجه قرار گیرند. در طرح‌ریزی و اقدامات بازسازی، همهٔ عوامل موثر بر ریسک را می‌توان با ارجاع به محل دارایی‌های مجزا ارزیابی کرد.

---

[1] - شرکت‌های بازرسی و نظارتی مستقل

تمام الزامات باید به‌صورت کامل برآورده شود و نمی‌توان یکی را با دیگری جبران کرد. وقتی‌که هدررفت آب بالا است، نرخ پایین خرابی هم لزوماً بر کیفیت آبرسانی بالا دلالت ندارد. این وضعیت بدان معنی است که خرابی‌هایی وجود دارد که هنوز به دلیل وضعیت نامساعد خاک پیدا نشده است. اگر چه افزایش فعالیت‌های بازرسی برای کاهش هدررفت آب می‌تواند به‌عنوان اولین گام برای شناسایی و کاهش هدررفت موضعی آب کمک کند، اما تنها راه حفاظت شبکه از خرابی در درازمدت، هدررفت آب و در نتیجه ریسک‌هایی که همواره پایین هستند، راهبرد هدفمند بازسازی در شبکهٔ توزیع است.

نمونه‌ای از ارزیابی حداقل و حداکثر عمر خدمت لوله‌ها با توجه به نوع لوله‌ها بر اساس تجربه در شکل ۱ نشان داده شده است.



راهنما:

1 AC (آزبست)

۲ PVC

3 PE80/ نسل سوم PE100

4 PE63/PE80

5 فولاد پس از ۱۹۸۰

6 فولاد تا ۱۹۸۰

7 DI چدن داکتیل با پوشش روی ، پلی اتیلن و سیمانی

8 DI چدن داکتیل بدون پوشش

9 CI چدن معمولی پس از ۱۹۸۰

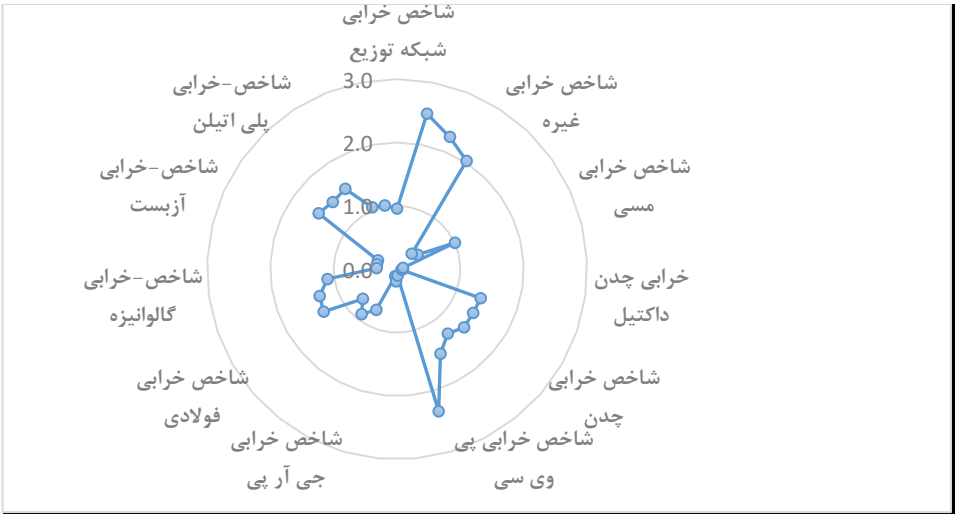
X سال

Y جنس لوله

طول کل شبکه توزیع آب و شاخص خرابی مربوطه – کشوری در بخش شهری :

	طول شبکه توزیع			شاخص خرابی شبکه توزیع		
سال	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۵	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۵
کشور- بخش شهری	165077	163331	162607	1.0	1.0	1.1

شاخص خرابی شبکه توزیع به تفکیک جنس



بالاترین شاخص خرابی مربوط به جنس پلی اتیلن بوده که ۱,۵ برابر میانگین شاخص خرابی کلی شبکه توزیع می باشد .

با توجه به اینکه پلی اتیلن سهم بالایی(۵۱٪) از طول شبکه توزیع را دارد وبالا بودن شاخص خرابی از این جنس تامل برانگیز بوده که د راین راستا شرکت مهندسی آبفا کشور به منظور کنترل کیفیت این لوله ها نسبت به تدوین اسناد تامین لوله های پلی اتیلن اقدام نموده است.

دغدغه‌های دستگاه‌های کارفرمایی و اجرایی برای مصرف لوله‌های پلی‌اتیلن

علیرضا رادمـــــرد – شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران

مقدمه

با توجه به خواص ویژه و مزایای فنی- اقتصادی پلیمرها، لوله‌های پلیمری در دهه‌های اخیرجزء لاینفک خطوط انتقال و شبکه‌های آب و فاضلاب شده‌اند. در کشور ما نیز صنعت آب از این قاعده مستثنی نبوده و در حال حاضر وزارت نیرو بزرگترین مصرف‌کننده لوله‌های پلیمری می‌باشد. طی سالیان گذشته به موازات عملیات‌های خرید، اجرا و بهره‌برداری، دستگاه‌های کارفرمایی و اجرایی علاوه بر کسب دانش فنی این لوله‌ها و بهره‌مندی از مزایای آنها، در برخی زمینه‌ها دل‌نگرانی‌هایی پیدا کرده‌اند. در این مقاله تلاش شده تا دغدغه‌های فنی مرتبط با لوله‌های پلیمری به ویژه لوله‌های پلی‌اتیلن مطرح شود تا دست‌اندرکاران مرتبط و متخصصین این حوزه ضمن اطلاع از خواسته‌های مشتریان بتوانند در راستای افزایش بهره‌وری، راهکارهایی مناسب و عملی ارائه نمایند. مهم‌ترین موارد قابل ذکر در ۳ دسته زیر تقسیم‌بندی شده اند :

۱. مواد اولیه

وجود تحریم‌ها در سالیان اخیر و ایجاد محدودیت در روابط بین‌المللی و واردات مواد اولیه منجر شده تا شرکت‌های پتروشیمی داخل کشور تنها منبع اصلی تامین مواد اولیه پلیمری به ویژه پلی‌اتیلن گردند. از منظر خودکفایی ، مایه مباهات و افتخار است که محدودیت و تهدیدهای موجود تبدیل به فرصت مغتنم شده تا از اثرات افزایش تولید ملی بهره‌مند گردیم اما باید در نظر داشت که فرصت ایجاد بازار مناسب برای صنایع پتروشیمی کشور باید همراه با افزایش کیفیت مطابق خواسته صنایع پایین دستی باشد تا در درازمدت ضمن حفظ منافع دو طرف، صنایع مذکور از صحنه رقابت در عرصه بین‌المللی دور نشوند. در این راستا ملزم بودن صنایع پتروشیمی به رعایت استانداردهای ملی و بین‌المللی مورد استفاده صنایع پایین دستی می‌تواند مقدمه‌ای بر بهبود مستمر کیفیت این صنایع باشد. سرفصل مشکلات و دغدغه های کارفرما در خصوص مواد اولیه را میتوان در موارد زیر خلاصه نمود که انتظار میرود انجمن صنفی تولیدکنندگان اوله های پلی اتیلن در جهت حل این موارد و جلب رضایت مشتری اقدام نمایند:

- عدم عرضه کافی و پایدار مواد اولیه متناسب با نیاز بازار
- عدم تولید و عرضه کافی مواد اولیه خودرنگ
- نداشتن گواهی تاییدیه MRS برخی مواد اولیه پلی‌اتیلن موجود
- عدم راه اندازی آزمایشگاه تعیین MRS در داخل کشور
- عدم کیفیت بلندمدت بخشی از مواد اولیه عرضه شده به بازار

۲. نصب و لوله‌گذاری

همواره در صنایع مختلف رعایت اصول نصب و لوله‌گذاری تضمین‌کننده حفظ کیفیت اولیه لوله می‌باشد. متناسب با هر نوع جنس لوله، اصول و شریط استانداردی خاصی باید رعایت شود. مهم‌ترین دغدغه دستگاه‌های کارفرمایی در این خصوص نداشتن دانش علمی و تجربه کافی نفرات و عوامل اجرایی پیمانکاران در زمینه اجرا می‌باشد که در سایه فرهنگ‌سازی و آموزش‌های مستمر در قالب برگزاری کارگاه‌های آموزشی، سمینار، چاپ کتابچه‌های فنی و ... میسر خواهد شد. مخاطب اصلی این خواسته شرکت‌های تولیدکننده، انجمن صنفی تولید کنندگان لوله ، شرکت‌های مشاور و بازرسی، سازمان ملی

استاندارد و خود دستگاههای کارفرمایی بوده تا با همکاری موثر بتوانند زنجیره کیفیتی را ارتقا دهند. ما در نصب لوله های پلی اتیلن در پروژه های مختلف با مشکلاتی برخورد داشته ایم که اهم آنها را میتوان در موارد زیر خلاصه نمود :

- به روز نبودن نشریه فنی ۳۰۳ سازمان برنامه و بودجه کشور به عنوان استاندارد نصب
- عدم تدوین استاندارد ملی نصب لوله‌های پلیمری
- عدم وجود مراکز معتبر آموزش جوشکاری لوله‌های پلی‌اتیلن جهت افزایش کیفیت نصب
- عدم استفاده از روش‌های بازرسی و آزمون غیرمخرب (NDT) برای بررسی کیفیت جوش لوله‌های پلی‌اتیلن
- عدم وجود رویه استاندارد و عملی برای اندازه‌گیری طول لوله‌های پلی‌اتیلن در محل پروژه که مشکلاتی را جهت نصب و تحویل لوله ها ایجاد مینماید.

۳. بهره‌برداری خطوط و شبکه

در زمان بهره‌برداری به هنگام بروز حوادث و نشتی، استفاده از رویه واحد و استاندارد به منظور پیشگیری از تکرار حادثه ضروریست. طی سالهای اخیر شرکت‌های مختلف تولیدکننده اتصالات چدنی اقدام به اتصالاتی چدنی جهت تعمیر فوری و آسان لوله های پلی اتیلنی ارائه داده‌اند که با توجه به ماهیت پلی اتیلن و تفاوت ضریب انبساط حرارتی آنها، استفاده از این گونه اتصالات منطقی به نظر نمی رسد.

بررسی عارضه یابی لوله‌های پلی‌اتیلن

حامد جباری – مدیر کمیته آموزش انجمن لوله و اتصالات پلی اتیلن

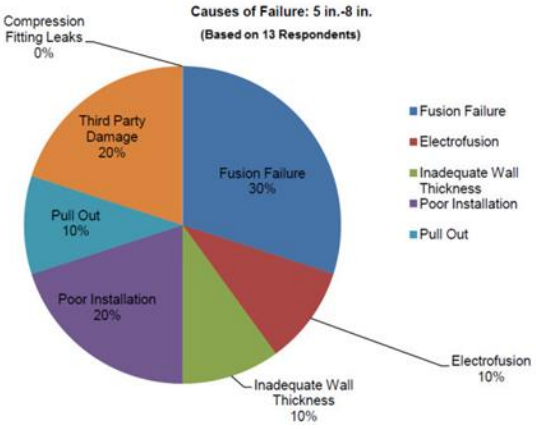
مقدمه

رشد واقعی لوله های پلی اتیلن از سه دهه گذشته شروع شده و در بخش های آب، گاز، فاضلاب و زهکشی استفاده شده است. در طول این مدت نوآوری های زیادی در مواد پلی اتیلن انجام شده است، ولی با این وجود عواملی مانند عدم رعایت استانداردهای کیفیت، اجرایی ناکارآمد سیستم های نظارت بر کیفیت و .... مانع تحقق رشد پیش بینی شده لوله های پلی اتیلن در کشور شده است.

به منظور تعیین موانع توسعه، زنجیره ارزش لوله های پلی اتیلن مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که بسیاری از این موانع در حلقه های پس از تولید لوله و خروج آن از کارخانه اتفاق افتاده است.

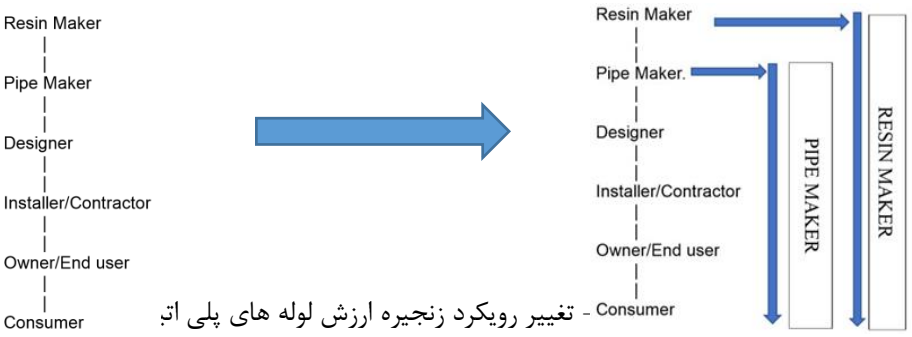
زنجیره ارزش

زنجیره ارزش لوله های پلی اتیلن از تولید کننده مواد اولیه شروع و در نهایت به بهره بردار ختم می‌شود. با توجه به تحقیقات انجام شده در مورد نقایص بوجود آمده در لوله های پلی اتیلن میتوان به این نتیجه رسید که اکثر نقایص در حلقه‌های زنجیره ارزش پس از تولید اتفاق می‌افتد و کلیه حلقه‌های زنجیر ارزشی را متضرر می‌نماید.



شکل ' میلیمتر

در گذشته زنجیره ارزشی به صورت سنتی بود یعنی هر حلقه تنها مسئولیت کارهای خود را بر عهده میگرفت به طور مثال تولید کننده، لوله باکیفیت را درب کارخانه تحویل پیمانکار داده و مشارکتی در مابقی فرایند نداشت. با توجه به این مهم که خطای هر حلقه زنجیره ارزش دستاوردهای کلیه زنجیره های ارزش را تحت شعاع قرار میدهد، زنجیره ارزش تغییر رویکرد داده و تولید کنندگان مواد اولیه و لوله پلی اتیلن تلاش کردند که در کلیه فرایندهای انبارش و نگهداری، نصب، اجرا مشارکت نموده و با برگزاری دوره های آموزشی و چاپ کتاب های راهنمای فنی باعث تقویت این بخش گردند.



تغییر رویکرد زنجیره ارزش لوله های پلی اتـ

مدیریت دارایی

به منظور دستیابی به اهداف مدیریت دارایی ها توصیه میشد الزامات کاربردی بررسی شوند. الزامات کاربردی با توجه به توسعه پایدار و هزینه های کل طول عمر باید در نظر گرفته شود تا اطمینان حاصل گرددکه شبکه های آب آشامیدنی سبب ایجاد مزاحمت محیط زیستی غیر قابل قبول، ریسک برای سلامت عمومی یا کارکنان نمی‌شود. این الزامات برای لوله های پلی اتیلن بررسی و مشخص گردید به دلیل خواص و ویژگی های منحصر به فردمواد پلی اتیلن، این نوع لوله ها یکی از بهترین گزینه ها به منظور مدیریت دارایی می‌باشد.

الزامات کارکردی	اهداف						
	حفظ ایمنی و بهداشت عمومی	برآوردن نیازها و انتظارات معقول مشترکین	ایمنی و بهداشت حرفه‌ای	ارائهٔ خدمات در وضعیت معمول و اضطراری	ارتقای پایداری خدمات جانبی آب آشامیدنی	ارتقای توسعهٔ پایدار جامعه	حفاظت از محیط‌زیست
اطمینان از کیفیت آب آشامیدنی	XXX	XXX	XX	XX	XX	XX	XX
تداوم تامین	XXX	XXX	-	XXX	XXX	XXX	X
اطمینان از فشار کافی	XXX	XXX	X	XX	XX	-	X
قابلیت نگه‌داشت	XX	X	XXX	XX	XX	XX	XX
ارائهٔ خدمت در وضعیت اضطراری	XXX	XXX	X	XXX	XXX	-	XXX
پایداری محصولات و مواد	-	XX	-	XX	XXX	-	XX
مصرف پایدار انرژی	-	X	-	XX	XXX	-	XX
عمر طراحی بلندمدت دارایی‌ها	X	XX	X	XX	XXX	-	XXX
به‌حداقل رساندن نشت‌ها	XX	X	X	X	XXX	-	XXX
جلوگیری از سر و صدا	XX	X	X	X	X	-	X
جلوگیری از ایجاد خطر برای سازه‌ها و محیط‌زیست مجاور	XX	X	XX	X	XX	-	X

یادآوری- تعداد X نشان دهندهٔ ارتباط الزام در دستیابی به اهداف است.

هزینه چرخه عمر لوله های پلی اتیلن

هزینه چرخه عمر لوله های پلی اتیلن شما موارد زیر میباشد:

الف) هزینه خرید لوله

ب) هزینه نصب

پ) هزینه تعمیرات

ت) هزینه نشتی

ث) هزینه بازسازی

در لوله های پلی اتیلن به دلیل هزینه خرید اولیه بسیار پایین، پایین بودن وزن، جابجایی آسان، امکان تولید لوله با طول بسیار (تا ۲۵۰ متر)، هزینه تعمیرات پایین، اتصالات گرمایی بدون نشت و روش های بازسازی و نوسازی متنوع و ارزان، هزینه چرخه عمر بسیار پایین تر از لوله هایی با خواص و ویژگی های عملکردی مشابه است.

جمع بندی و پیشنهادات:

۱) طی بررسی های انجام شده اکثر نواقص بوجود آمده در حلقه های زنجیره ارزش پس از تولید اتفاق می افتد.

۲) نداشتن اطلاعات کافی در قسمت های مشاور، نصب و جاگذاری دلیل اصلی بروز بسیاری از مشکلات شده است.

۳) در بخش اتصال دهی لوله های پلی اتیلن عدم آشنایی تکنسین و جوشکار ها باعث بروز مشکلات زیادی شده است.

۴) به دلیل بوجود آمدن رقابت ناسالم بین تولید کنندگان و استفاده از مواد بی کیفیت شرکت های بازرسی باید آموزش دیده و دارای مهارت کافی باشند.

۵) بر اساس داده های هزینه و خرابی موجود ، شبکه های پلی اتیلن هزینه های قابل توجهی کمتری را در طول عمر خود نشان می دهند، و مزایای ترکیبی از خرابی کم و میزان تلفات آب به طور بالقوه می تواند منجر به صرفه جویی در هزینه های طولانی مدت شود.

معرفی پلی پروپیلن با مدول بالا (PP-HM) جهت استفاده در لوله های کاروگیت دو جداره

دکتر جمالپور انجمن لوله و اتصالات پلی اتیلن

مقدمه

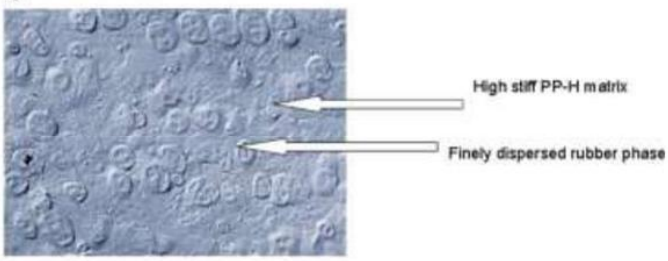
پلیمرهای استفاده شده برای کاربردهای فاضلابی و زهکشی زیر زمینی بیشتر U-PVC و HDPE است. اما ویژگی ها و محدودیت های فرآیندی این مواد به گونه ای است که آن ها قادر به تامین تمام ملزومات برای محصولات با قطر بالا یا محصولات با استحکام بالا نیستند. از مهمترین محدودیت های این پلیمرها، وزن بالای لوله ها در قطرهای بالاتر از ۶۰۰ میلیمتر می باشد. یکی از راه های پیشنهاد شده برای رفع این محدودیت ها استفاده از مواد کوپلیمر بلاکی پلی پروپیلن با مدول بالا می باشد که به طور وسیعی برای تولید لوله های فاضلابی و زهکشی در اروپا استفاده می شود. اما، از آنجاییکه تولیدکنندگان لوله های کاروگیت در کشورهای چون ایران و چین تنها به کاروگیتورهای PE مجهز هستند، سوالی پیرامون چگونگی استفاده از کاروگیتورهای PE برای ساخت لوله های دو جداره PP-HM ایجاد می شود.

قبل از پاسخ دهی به این سوال، به سراغ ساختار مولکولی PP-HM می رویم. اتیلن معمولا به عنوان کومونومر در کوپلیمرهای PP استفاده می شود. کوپلیمر بلاکی PP می تواند با مقدار مشخصی از اتیلن ساخته شود تا یک ساختار دو فازی بدست آید. مورفولوژی کوپلیر بلاک PP شبیه به جزیره های از رابر اتیلن-پروپیلن می باشد که در بستر PP-H پراکنده است. به بیان ساده تر، ماتریس PP-HM به پلیمر، سختی بالاتری می دهد، درحالیکه فاز رابری منجر به استحکام ضربه بالاتر می شود. خواص و مورفولوژی کوپلیمر بلاکی PP در شکل ۱ مشاهده می شود.

a

Properties	PP-HM Type 3	Method
$MFR_{2.16}$, g/10min	0.3	ISO 1133
Density, g/cm³	0.90	ISO 1183
E-Modulus, MPa	1700	ISO527-2
Stress at yield, MPa	31	ISO 527-2
Notched impact, kJ/m² +23°C -20°C	50 5	ISO179/1eA

b



شکل ۱. خواص و مورفولوژی کوپلیمر PP-HM

ساخت لوله های کاروگیت PP-HM با کاروگیتور PE

جهت بررسی لوله های کاروگیت PP-HM با کاروگیتور PE دو سری آزمون تحت عنوان A و B انجام گرفته است. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می گردد، در آزمون های سری A، وزن در هر متر برای لوله های PE و PP-HM با سفتی حلقوی یکسان مقایسه شده است. برای لوله های ۳۰۰ میلی متری، PP-HM، ۱۰ درصد مواد لوله را در مقایسه با لوله های PE با سفتی حلقوی یکسان با SN8 حفظ می کند. برای لوله ۸۰۰ میلی متری، PP-HM ذخیره مواد تا ۲۱ درصد را نشان می دهد و سفتی حلقوی آن ها تا SN8 پایین نمی آید، در غیر اینصورت ضخامت لوله خیلی کوچک می شود (زیرا کاروگیتورها برای مواد PP-HM طراحی نشده اند).

جدول ۱. مقایسه لوله های کاروگیت PP-HM و HDPE

Pipe materials		HDPE		PP-HM	
Pipe diameters, mm		300	800	300	800
Elastic modulus, MPa		1100		1700	
MFI, g/10min		0.22 (MFI5)		0.3 (MFI2)	
Density, kg/m^3		0.95		0.90	
A	Ring stiffness	SN8	SN8	SN8	SN10
	Weight per meter, kg/m	4.7	33	4.2	26
B	Ring stiffness	SN8	SN8	SN10	SN14
	Weight per meter, kg/m	4.7	33	4.7	34

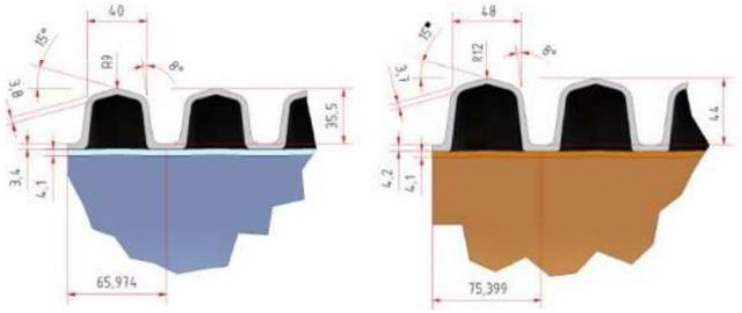
در سری B، سفتی حلقوی با لوله های PE و PP-HM با وزن بر متر یکسان مقایسه شده است. مشاهده می شود که سفتی حلقوی برای لوله ۳۰۰ میلی متر تا ۲۵ درصد و لوله۸۰۰ میلی متر تا ۷۵درصد افزایش می‌یابد. باید توجه داشت که لوله های کاروگیت PP-HM بزرگتر از ۸۰۰ میلی متر (برای مثال ۱۲۰۰ میلیمتر) تاکنون به طور موفقیت آمیزی در چین تولید نشده‌اند. دلیل آن ممکن است از سازگاری بین مواد و طراحی کاروگیتورها/اکسترودرها باشد. همچنین برای استفاده از تمام مزیت های بکارگیری PP-HM، لوله های کاروگیت دوجداره PP-HM باید با کاروگیتورهای PP ساخته شوند.

نتیجه گیری

مواد PP-HM یک نوع مواد نوآورانه در تولید لوله های کاروگیت دو جداره برای کاربردهای فاضلابی و زهکشی زیر زمینی می باشد. لوله های کاروگیت PP-HM می توانند با کاروگیتورهای PE تا قطرهای خاصی از لوله با تنظیم پارامترهای فرایندی تولید شوند که این لوله ها ویژگی های بهتر از لوله های کاروگیت PE را نشان می دهند. برای تولید قطر بالاتر از لوله های کاروگیت PP-HM و دستیابی به ذخیره بیشتر مواد، کاروگیتورهای PP مورد نیاز می باشد.

طراحی پروفایل خارجی لوله های کاروگیت PP و PE

بطور کلی پس از تنظیم پارامترهای فرآیندی، تفاوت چشمگیری در اکستروژن PE و PP وجود ندارد. اما بر حسب طراحی پروفایل خارجی، لوله های کاروگیت دو جداره PE و PP همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده است، متفاوت هستند.



شکل ۱. مقایسه پروفایل لوله های کاروگیت ساخته شده با PP (چپ) و PE (راست)

یکی از پارامترهای کلیدی در لوله های کاروگیت سفتی حلقوی می باشد که از رابطه ۱ محاسبه می گردد. E، I و D بترتیب مدول مواد لوله (مگاپاسکال)، ممنتوم اینرسی دیواره لوله (متر مکعب) و قطر متوسط لوله (متر) می باشد.

$$S = \frac{EI}{D^3} \qquad (۱)$$

بر اساس این رابطه هر چه مدول بالاتر باشد یا لوله کوچکتر باشد، استحکام حلقوی بالاتر است. از طرف دیگر اگر یک ماده مدول بالاتری داشته باشد، مقدار I برای طراحی لوله کوچکتر می شود. مقدار کمتر I بیانگر طراحی پروفایل کوچکتر برای دستیابی به استحکام حلقوی یکسان است. به همین دلیل پروفایل های PP-HM می تواند کوچکتر و نازک تر از لوله های PE باشد و پروفایل PE همیشه پهن تر و بالاتر از پروفایل PP-HM است.

بررسی حساسیت و رده بندی لوله های انتقال آب از منظر زلزله ، رانش زمین و پدافند غیر عامل

لیلا نظری – شرکت رسا لوله پاسارگاد

مقدمه

در سراسر دنیا جهت انتقال اب و گاز از لوله های مختلفی استفاده شده است. پس از زلزله های بزرگ، عموما خسارات زیادی به خطوط انتقال اب و گاز وارد می گردد. در برخی از زلزله ها شدت خسارت به خطوط لوله ها انقدر شدید بوده که تا چند روز پس از وقوع زلزله و اتش سوزی به دلیل نبود آب، امکان اطفای حریق محقق نشده است. در این مقاله قصد داریم با بررسی چند زلزله بزرگ دنیا و خسارات و صدمات زلزله به خطوط انتقال آب و گازرسانی، عملکرد انواع لوله ها از جمله پلی اتیلن را در برابر زلزله بررسی کنیم.

شرح موضوع

عملکرد لوله ها در برابر زلزله بسته به ٤ ویژگی زیر دارد:

۱-ضربه پذیری: توانایی جنس لوله در تحمل تنش و فشار های برشی (Roggedness)

۲- خم و انعطاف پذیری : توانایی جنس لوله در خم شدن و تغییر زاویه از محور خود (Bending)

۳- انعطاف پذیر بودن محل اتصال : طراحی لوله به نوعی باشد که محل اتصال توانایی ازیاد طول و کشش و فشار طولی را داشته باشد (Joint Flexibility)

۴- مقید بودن اتصال: نوع اتصالی که باعث عدم جدایش در محل اتصال(Joint Restraint)

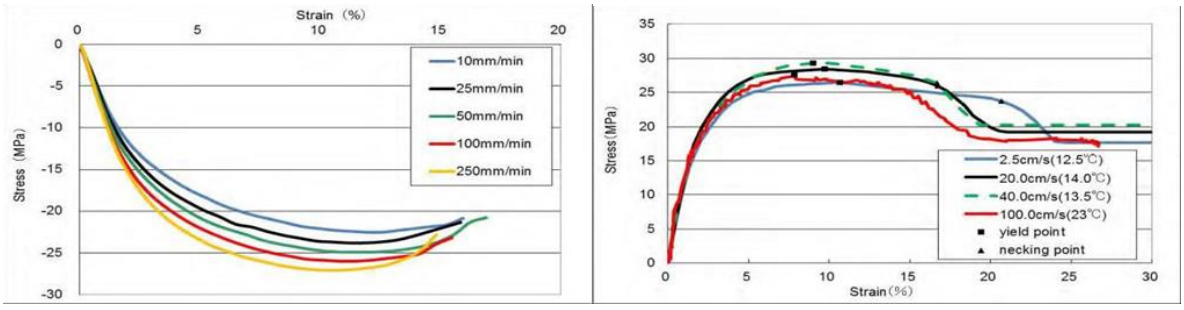
در مقاله ای که در سال ۲۰۱۰ در AWWA، (American Water Work Association) به چاپ رسیده است با توجه به این ۴ ویژگی مهم، ارزیابی و امتیازدهی به انواع لوله های ابرسانی انجام گردیده است. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می گردد لوله های پلی اتیلن از بین انواع لوله های مورد بررسی (ازجمله لوله های چدن داکتیل با اتصالات مقید) بیشترین امتیاز را از لحاظ حساسیت به زلزله را کسب کرده اند.

جدول ۱- بررسی عملکرد انواع لوله های ابرسانی در برابر زلزله

Material Type/Diameter	AWWA Standard	Joint Type	Ruggedness	Bending	Joint Flexibility	Restraint	Total
Low vulnerability							
Ductile iron	C1xx Series	B&S, RG, R	5	5	54	4	18
Polyethylene	C906	Fused	4	5	5	5	19
Steel	C2xx Series	Arc-welded	5	5	4	5	19
Steel	None	Riveted	5	5	4	4	18
Steel	C2xx Series	B&S, RG, R	5	5	4	4	18
Low/moderate vulnerability							
Concrete cylinder	C300, C303	B&S, R	3	4	4	3	14
Ductile iron	C1xx Series	B&S, RG, UR	5	5	4	1	15
PVC	C900 C905	B&S, R	3	3	4	3	13
Steel	C2xx	B&S, RG, UR	5	5	4	1	15
Moderate vulnerability	C4xx Series	Coupled	2	4	5	1	15
AC > 8-in. diameter							
Cast iron > 8-in. diameter	None	B&S, RG	2	4	4	1	11
PVC	C900, C905	B&S, UR	3	3	4	1	11
Concrete cylinder	C300, C303	B&S, UR	3	4	4	1	12
Moderate/high vulnerability							
AC ≤ 8-in. diameter	C4xx Series	Coupled	2	1	5	1	9
Cast iron ≤ 8-in. diameter	None	B&S, RG	2	1	4	1	8
Steel	None	Gas-welded	3	3	1	2	9
High vulnerability							
Cast iron	None	B&S, rigid	2	2	1	1	6

Source: Ballantyne, 1995

بر اساس نشریات و مقالات معتبر ژاپن از جمله JWWA میزان کرنش خاک هنگام زلزله بین ۱/۲ الی ۲٪ است و این در حالی است که کرنش تسلیم (کششی و فشاری) لوله های پلی اتیلن در حدود ۸٪ گزارش شده است به همین علت این لوله ها در جذب کرنش خاک هنگام زلزله بسیار عالی عمل نموده و مقاومت بسیار خوبی در برابر زلزله از خود نشان میدهند.

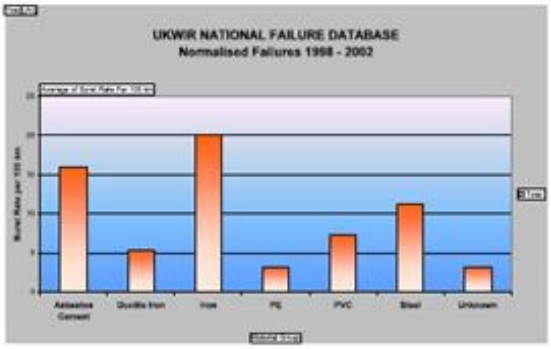


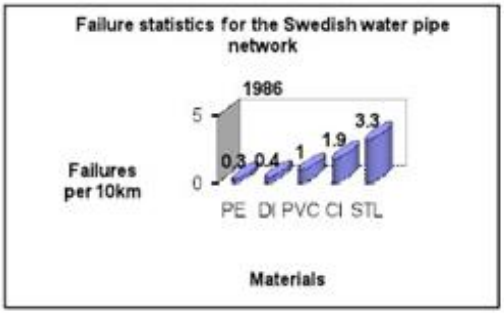
شکل ۲- (راست)نمودار تنش-کرنش فشاری و (چپ) نمودار تنش-کرنش کششی لوله پلی اتیلن

در زلزله کوبه ژاپن ۱۰ هزار اتفاق بعد از زلزله در شبکه توزیع آب شرب منازل اتفاق افتاد که تعداد آنها ۸ برابر خطوط اصلی بود . بهترین عملکرد لوله ها در این کاربرد مربوط به لوله های پلی اتیلنی و مسی بودند که بعلت ماهیت ضربه پذیر بودن کمترین حوادث را داشتند. لوله های PVC بدترین عملکرد را در این قسمت داشتند . لوله و اتصالات چسبی لوله های گالوانیزه نیز

بعلت اینکه بعلت رزوه ضخامت لوله کاهش یافته و عملیات حدیده کردن ماهیت جنس لوله را تغییر می دهد نیز دارای تعداد حوادث زیادی بودند.

مطابق با دو نمودار ذیل، از شبکه لوله کشی آب سوئد و انگلستان هم کمترین شکست ها مربوط به لوله های پلی اتیلن بود و پس از آن لوله های چدن نشکن و PVC رفتار خوبی داشتند.





نتیجه گیری

- با توجه به اینکه کرنش تسلیم لوله های پلی اتیلن PE100 بالای ۸٪ می باشد و از آنجا که در زلزله های شدید مطابق با مقادیر ارائه شده در JWWA ژاپن حداکثر کرنش خاک ۲٪ می باشد این لوله ها در جذب کرنش خاک بسیار عالی عمل نموده و مقاومت بسیار خوبی در برابر زلزله از خود نشان میدهند.
- هر چه مواد سازنده لوله داکتیل تر باشند اسیب وارده بر لوله کمتر هست. اما از طرفی دیواره های نازک داکتیل مثل اهن و چدن نشکن هم با توجه به مستعد خوردگی بودن مزایای انعطاف پذیری رو از بین میبرند
- اتصالات سفت و سخت مثل سیمان نسبت به اتصالات انعطاف پذیر خیلی بیشتر اسیب پذیر هستند
- خوردگی در لوله های فلزی باعث افزایش سرعت آسیب لوله می شود
- لوله های با قطر بزرگتر میزان آسیب کمتری نسبت به لوله با قطر کوچکتر دارند
- دفن عمیق تر میزان خسارت را کاهش می دهد.

Carbon black Effect on the UV Stability of Polyethylene and Polypropylene: a comparative Study

Ghodratollah Hashemi Motlagh [a,b,*], Alireza Sahaf Amin [c], Kiamars Aliakbarkhani [d]
[a] Advanced Polymer Materials and Processing Lab, Polymer Eng. Group, University of Tehran
[b] Azmoon Dana Plastic Co., ISO 17025/INSO accredited lab
[c] Standard Committee Cheif, Iranian Association of PE Pipe & Fitting Producers
[d] Vahid Industrial Group

Introduction:

Polyolefins share more than half of the global polymer market. Among them PE and PP are the most widely used plastics with excellent processability, chemical resistance, ductility, inertness and at low cost and weight. Their main uses in outdoor applications include pipe & fittings, films, coatings and general outdoor goods where protection against sunlight degradation is a key factor for their designed lifetime. Carbon black is the most common UV stabilizer for polymers in the applications where transparency or color is not an issue.

In polyolefins a certain amount of carbon black usually in a range of 2-3 wt% with a good dispersion and distribution is recommended for long term applications such as HDPE pipes, LDPE laterals, mechanical fittings, PE geomembranes and so on.

Horrocks et al investigated the effect of various carbon blacks on the thermal and UV stability of oriented PP. They found significant effect of carbon black on the UV stability but not on the thermal stability [1]. Butylina et al found efficient UV stability provided by carbon black in PP/wood composites [2]. Povacs et al studied the effect of carbon black on the properties of polyethylene for solar cell panels. They observed lower thermal stability in hot air of 135 °C for the materials containing carbon black [3]. However there is a question whether carbon black is as effective, in stabilizing PP, as PE against sunlight or UV. The speculation is that PP needs more effective UV stabilizers and absorbers rather than carbon black due to its tertiary loose hydrogen.

The aim of this study is to compare the role of carbon black as UV stabilizer in PP and PE mechanical fittings prepared by injection molding.

Summary

Mechanical fittings as shown in Fig. 1 were injection molded by using natural color PP or PE granules with and without carbon black masterbatch in Vaid Industrial Group. Table 1 gives the compositions of the injection molded samples. The injection molded fittings were cut and compression molded into thin sheets of 0.5 mm. The sheets were exposed to UVA lamps similar to ISO 4892-3 for 1000 h, 2000 h and more at APMP lab at university of Tehran. After UV exposure the samples were characterized for change in tensile properties, OIT and chemical structure, all measured in Azmoon Dana Plastic Lab, Iran.

The OIT values of the HDPE samples before and after UV exposure for varying amount of carbon black are given in Table 2. It is interesting that while HDPE without carbon black almost show no retention in OIT, HDPE with carbon black benefits from high retention values even up to 2000 h of UV exposure. More interestingly carbon black at the lower amount of 1 wt% has been more successful to preserve OIT than 2 wt% carbon black. However this conclusion is not very solid and needs replicates of OIT.

Figure 1. Injection molded HDPE and PP fittings with and without carbon black

Table 1. Compositions of the injection molded PP and HDPE fittings

No.	Sample name	HDPE (wt%)	PP (wt%)	Masterbatch (wt%)	Carbon black (wt%)
1	**PE**	100	0	0	0
2	**PP**	0	100	0	0
3	**PECB1**	99	0	2.5	1
4	**PECB2**	98	0	5	2
5	**PPCB1**	0	99	2.5	1
6	**PPCB2.5**	0	97.5	6.25	2.5

Table 2: Retention of OIT for injection molded HDPE samples

Properties	OIT @ 210 °C			Retention of OIT after 1000 h UV (%)	Retention of OIT after 2000 h UV (%)
	initial	1000h UV	2000 h UV		
PE	68	1.6	0.9	~0	~0
PECB1	39	38	35	97	90
PECB2	57	49	44	86	77

Unfortunately the OIT values of PP before UV exposure were smaller than 5 minutes. We repeated the OIT values at 190 °C but still they were less than 10 minutes. Therefore OIT retention was not an adequate tool to monitor degradation of PP.

Table 3: Retention of Tensile properties for injection molded HDPE samples

Properties	Retention of combined tensile strength (%)		Retention of elongation at break	
	1000h UV	2000 h UV	1000h UV	2000 h UV
PE	98	78	93	78
PECB1	82	82	87	86
PECB2	85	95	82	99

Figure 3. PP samples after 2000h of UV exposure: white pieces are PP sheets without carbon black and black sheets are PP containing carbon black.

Table 3 states that HDPE with or without carbon black did not go sever degradation up to 1000 h of UV exposure. However after 2000 h of UV exposure HDPE without carbon black shows a significant drop in tensile properties. While those containing carbon black show smaller drop on even no drop in tensile properties up to 2000 h of UV exposure.

For PP the obtained results for tensile properties particularly elongation at break were not replicable so that it was inadequate to make conclusions based on tensile properties. However it was obvious that PP without carbon black became totally brittle after 2000 h of UV exposure while those containing carbon black still held their flexibility as seen if Fig. 2.

New PP samples were compression molded from the injection molded samples in such a way that their tensile behavior showed large elongation at breaks. These new generated PP samples were exposed to UV and the results will be used to further discuss the degradation of PP samples with and without carbon black.

The stability of HDPE samples up to 2000h UV exposure could be due to its high OIT values. We have seen totally brittle PEs, without carbon black, after UV exposure in other projects after a long exposure time.

Change in chemical structure and tensile impact test are other alternatives to evaluate the degradation.

References

1. Horrocks A R, Mwila J, Miraftab M, Liu S, Chohan S, Polym Deg Stab, vol 65, pp. 25-36 (1999)
2. Butylina S, Kärki Timo, Pigm Resin Tech, vol 43, pp. 185-193 (2014)
3. M Povacz M, Wallner G M, Lang R W, Solar Energy , vol 110, pp. 420–426 (2014)

موضـــوع نهـــم

استفاده در سیستم تاسیسات ساختمان

FIRST INTERNATIONAL
POLYOLEFIN PIPE
CONFERANCE

نقش مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی در ارتقاء کیفی محصولات ساختمانی

دکتر آسیه عطاردی مدیر آزمایشگاه تاسیسات مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی در قالب یک پروژه عمرانی سازمان ملل متحد «UNDP» در سال ۱۳۵۰ پیشنهاد شد و براساس توافقنامه بین وزارت مسکن و شهرسازی و UNDP وظیفه تحقیق و پژوهش در زمینه ساختمان و مسکن به مرکز واگذار گردید. این مرکز در سال ۱۳۵۲ و پس از اتمام علمیات ساختمانی واحد اداری- مالی، آزمایشگاه‌های فیزیک و شیمی مصالح رسماً فعالیت خود را آغاز نمود.

اهداف مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی شامل موارد زیر می باشد:

۱- انجام پروژه های مطالعاتی و تحقیقاتی در مورد ساختمان و مسکن به طور متمرکز به عنوان روشها و فنون مختلف و جدید ساخت و ساز.
۲- تهیه و تدوین ضوابط و آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های کاربردی آنها.
۳- ارائه راهنمایی‌های لازم در اجرای برنامه‌های خانه‌سازی، تولیدات ساختمانی متناسب با احتیاجات کشور، با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی و متقضیات محلی و صنعتی نمودن ساختمان در کشور.
۴- خدمات فنی و آزمایشگاهی شامل صدور گواهی فنی برای محصولات ساختمانی.

بخش تاسیسات یکی از بخش های در حوزه تحقیقات مرکز می باشد که در سال ۱۳۸۰ راه اندازی شد. از اهداف مهم این بخش، علاوه بر انجام پروژه های تحقیقاتی در راستای دغدغه های تاسیسات ساختمان، ارائه خدمات به تولید کننده و همچنین جامعه مهندسی بصورت عملی برای بهره مندی از محصولات با کیفیت و رسیدن به اهداف سه گانه ساختمان شامل ایمنی، آسایش و بهینه سازی صنعت ساخت و ساز می باشد. نقش گواهی نامه فنی در برآورده کردن این اهداف بسیار پر رنگ می باشد و همچنین مطابق با بند ۵ ماده ۲ اساسنامه مرکز نظارت بر کیفیت محصولات مرتبط با ساختمان و راه و ارائه گواهی نامه فنی، یکی از وظایف مهم مرکز تحقیقات می باشد .

ارائه گواهی نامه فنی در بخش تاسیسات با لوله های پلیمری آغاز شد و به تدریج به محصولات مختلف شامل انواع لوله و اتصالات پلیمری در زمینه های توزیع آب، گرمایش و سرمایش، فاضلاب، شیرآلات بهداشتی، مخزن های نگهداری آب، پکیج های گازسوز، بخاری، فن، دریچه و ... توسعه یافت.

در این راستا، بخش تاسیسات با تجهیز آزمایشگاه کنترل کیفیت و بکار گیری کارشناسان با تجربه، نظارت بر خط تولید و بخش کنترل کیفیت کارخانه توانست نقش بسزایی را در ارتقاء این دسته از محصولات ایفا کند که آثار آن بوضوح در جامعه نمایان می باشد. در حال حاضر تعداد بالغ بر ۱۳۰ محصول از شرکت های مختلف دارای گواهی نامه فنی از بخش تاسیسات می باشد.

در فرایند گواهی نامه فنی علاوه بر نظارت بر خط تولید و بخش کنترل کیفیت کارخانه، آزمون های لازم کنترل کیفیت بر اساس استانداردهای ملی و بین المللی و با توجه به مقررات ملی ساختمان و کاربری محصول انجام می شود.

با توجه به ارتقاء تولید مواد اولیه لوله و اتصالات پلیمری در داخل و توسط پتروشیمی های کشور، از اهداف گواهی نامه فنی علاوه بر تمرکز بر تولید کنندگان، تمرکز بر پتروشیمی ها می باشد که کار در این زمینه در قالب همکاری مرکز تحقیقات، پتروشیمی ها و تولید کنندگان در حال انجام می باشد.

مقررات ملی ساختمان مبحث شانزدهم و عدم تطابق با استانداردهای ملی لوله و اتصالات پلی اولفینی ایران

علیرضا صحاف امین – مدیر کمیته استاندارد انجمن لوله و اتصالات پلی اتیلن

مقررات ملی ساختمان یا کدهای ساختمانی در کشورهای مختلف معمولا برای محدود ساختن مصالح ساختمانی مورد استفاده در کاربردهای مختلف بخش ساختمان تهیه و ارائه می گردند . در کشور ما مقررات ملی ساختمان بخش شانزدهم و چهاردهم و مطالب مربوط به سیستم های لوله کشی ساختمان بر اساس مراجع آمریکایی UPC (Universal Plumbing Code) و IPC (International Plumbing Code) تهیه و ترجمه می شوند که متاسفانه در مواردی بعلت عدم همخوانی آحاد استفاده شده و استاندارد آن با استانداردهای ملی ایران در بخش لوله و اتصالات پلی اولفینی برای مصرف کنندگان ، مشاوران ، تولید کنندگان و مراجع نظارتی قانونی مشکلات فراوانی را بوجود می آورد .

از طرفی تمامی استانداردهای ملی ایران مربوط به سیستم های لوله کشی پلیمری ساختمانی بر اساس استاندارد جهانی ایزو و یا استانداردهای اروپایی تهیه و تدوین می گردند و سوال اینجاست که چرا منابع یک همچنین اسناد مهم بالادستی ای می بایست باهم متفاوت و در مواردی ناهمخوان باشند ؟ از مثالهای مشخص این ناهمخوانی تعاریف متفاوت کلاسهای کاربری سیستم آب گرم و سرد مصرفی در مقررات ملی ساختمان مبحث شانزدهم با تمامی استانداردهای ملی ایران مربوط به لوله های پلیمری و وجود تناقض آشکار در مورد می باشد .

علاوه بر این تفاوت های ساختاری ، در سالهای اخیر متاسفانه نظرات شخصی و غیر کارشناسانه تعدادی از اعضای کمیته تدوین مبحث شانزدهم باعث ایجاد ضرر و زیان های هنگفتی به صنایع تولیدی کشور در سالهایی که با نام های اقتصاد مقاومتی و تقویت و رونق تولید داخلی نامگذاری گشته اند ، گردیده است .

در حال حاضر دو نوع لوله پلیمری در آخرین ویرایش مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان سال ۹۶ از کاربرد مصرف حذف گردیده اند که این انجمن تا حصول به تصحیح کامل این موضوع در این مبحث ، موارد را پیگیری خواهد نمود.

الف : کاربرد استفاده از لوله های پلی پروپیلن در سیستم لوله کشی آب گرم مصرفی ساختمان

اولین بار در دنیا ، لوله و اتصالات پلی پروپیلن راندوم کوپلیمر نوع سوم (PP-R 80) برای استفاده در سیستم های آب سرد و گرم مصرفی توسط شرکت AQUATHERM آلمان تولید و با نام تجاری Fusiotherm در اوایل دهه ۱۹۸۰ عرضه گردیده است . در ایران اولین تولید لوله و اتصالات پلی پروپیلن در سال ۱۳۷۴ توسط شرکت آریا کاوان قشم و با نام تجاری آک تولید و عرضه گردیده است . استاندارد ملی این محصول با شماره ۶۳۱۲ برای اولین بار در سال ۱۳۸۰ با استفاده منبع DIN8077/78 و پیشنهاد چند تن از تولید کنندگان تهیه و بعنوان اولین استاندارد ملی لوله های پلیمری در صنعت ساختمان کشور ثبت گردیده است که نشان از اهمیت کیفیت برای تولید کنندگان این محصول و علاقه آنها به تولید کیفی محصولات خود می باشد این استاندارد بعدا" در سال ۱۳۸۶ مورد بازنگری مجدد بر اساس منبع BS EN ISO 15874 قرار گرفت و شماره ملی آن از ۶۳۱۲ به ۶۳۱۴ تغییر یافت . در سال ۱۳۹۵ با توجه به پیشرفت های صورت گرفته این استاندارد مورد بازنگری مجدد قرار گرفت و بر اساس آخرین نسخه استاندارد بین المللی و مسائل بومی کشور تهیه و بروز رسانی گردیده است .

تولید کنندگان این نوع لوله ها در اوایل دهه ۸۰ شمسی با درخواست از مرکز تحقیقات راه ، ساختمان و شهرسازی درخواست گواهینامه فنی که معیاری بالاتر از استاندارد ملی می باشد ، نمودند و این مرکز از سال ۱۳۸۲ بعنوان متولی صدور گواهینامه فنی برای محصولات ساختمانی جهت کیفی سازی محصولات بالاتر از سطح استاندارد وارد این عرصه گردیده است و اولین گواهینامه های فنی خود را در حوزه تاسیسات مکانیکی به لوله های پلی پروپیلنی اعطا نموده است . آزمایشگاه این مرکز دارای تجربه حداقل ۱۷ ساله در این امر بوده و کلیه آزمون های مکانیکی و بهداشتی را در مقیاسی بالاتر از سطح استاندارد ملی و بصورت بروز انجام و نتایج آن را بطور مدون و مستند جمع آوری می نماید. در حال حاضر تعداد زیادی از تولید کنندگان لوله و اتصالات پلی پروپیلن علاوه بر دارا بودن پروانه استاندارد ملی ،پروانه ساخت از وزارت بهداشت دارای گواهینامه فنی محصول از این مرکز می باشند . تولیدکنندگان مذکور با سرمایه گذاری بسیار درتجهیزات و ساختمان آزمایشگاه های کنترل کیفی ، تربیت نیروی انسانی متخصص ، فضای مناسب انبارش و تکنولوژی های تولید خود توانستند امکانات تولید محصول با کیفیت را فراهم آورند .

همچنین از سال ۲۰۰۵ لوله و اتصالات پلی پروپیلنی در کد های ساختمانی آمریکایی ، کانادایی و مقررات ساختمانی آنها آمده است و قابلیت استناد به آنها وجود دارد. در حال حاضر لوله و اتصالات پلی پروپیلن در استانداردهای آمریکای شمالی ASTM F2389:2017 , استاندارد کانادا CAN CSA B137:2016 و کدهای ساختمانی ICC (PMG) , ICC(ESR) , UPC ,UMC و IPC وجود داشته و قابلیت استناد به آن وجود دارد و تعجب اینکه علیرغم وجود این نوع لوله و اتصالات در استانداردهای مرجع آمریکایی این نوع لوله از کاربرد مصرف آب گرم مصرفی حذف گردیده است .

لوله و اتصالات پلی پروپیلن در حال حاضر در تمامی کشورهای همسایه ایران با وضعیت اقلیمی شبیه نظیر آذربایجان ، ارمنستان و ترکیه بیشترین لوله مصرفی در صنعت ساختمان بعلت قیمت مناسب و نصب آسان می باشد و دامنه ابعادی این لوله ها از قطرخارجی ۲۰ الی ۷۵ میلیمتر در دهه ۸۰ میلادی به قطر خارجی ۲۰ الی ۲۵۰ میلیمتر توسعه یافته است که نشان از توسعه کاربرد این نوع لوله ها در این کشورها می باشد . این نوع لوله و اتصالات در حال حاضر در دنیا نیز دارای تولید کنندگان بسیاری می باشد که در ادامه به معرفی چند شرکت مهم در اروپای غربی پرداخته می شود . محصولات تمامی این شرکت های و کاربرد آنها براحتی قابلیت بررسی می باشد . تعدای از تولیدکنندگان به نام لوله و اتصالات پلی پروپیلن در دنیا بشرح زیر می باشند:

نام شرکت	ملیت	نام شرکت	ملیت
WAVIN Ekoplastic	هلند	REHAU	آلمان
George Fischer(GF+)	سوئیس	DIZAYN	ترکیه
NUPI	ایتالیا	FIRAT	ترکیه
Aquatherm GMBH	آلمان	Vesbo	ترکیه
Wefatherm	آلمان	HAKAN	ترکیه
Banninger	آلمان	Poloplast GMBH	آلمان
RAKTHERM	امارات	FV Plast	چک
Thaweel	عربستان	PRANDELLI	ایتالیا
Aquatechnik	ایتالیا	COES	ایتالیا
SOLIN	یونان	Interplast	یونان

از دلایل دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان جهت ممنوع سازی استفاده از لوله و اتصالات پلی پروپیلن در کاربرد استفاده در آب گرم مصرفی ساختمان ، عدم اطمینان از صحت کارکرد سیستم کنترل دما مانند ترموستات یا سنسورهای حرارتی در کنترل دمای آب تولیدی برای مصرف در سیستم های آب گرم مصرفی می باشد . این مساله به دلایل مختلف بهیجوجه عملی نمی باشد اولا اینکه شرط استفاده از اینوع لوله ها ، مجهز بودن ساختمان به سیستم کنترل دمای اب گرم باشد عملی نیست چون در موقع لوله کشی ساختمان که معمولا بعد از مرحله تیغه چینی می باشد بهیچوجه امکان بررسی این مورد امکان پذیر نمی باشد . ثانیا این مساله در مورد تمامی لوله های پلیمری قابل استفاده در سیستم آب گرم مصرفی قابل تعمیم می باشد و منحصر به این نوع لوله نمی باشد ثالثا در استانداردهای ملی و بین المللی در این زمینه هم تدابیری اندیشیده شده است، بطوریکه در کارکرد ۵۰ ساله لوله های پلیمری در کلاس های ۱ و۲ که مخصوص سیستم آب سرد و گرم مصرفی می باشد میزان تحمل لوله می بایست ۴۹ سال در دمای طراحی ۶۰ یا ۷۰ درجه ، ۱ سال در دمای حداکثر ۸۰ درجه و ۱۰۰ ساعت هم بعلت نقص های فنی سیستم در دمای ۹۵ درجه باشد. بنابراین نگرانی دفتر تدوین مقررات ملی در مورد این موضوع نیز در نظر گرفته شده است . همچنین می بایست توجه نمود که لوله و اتصالات تنها یکی از اجزای سیستم آب سرد و گرم مصرفی می باشند و برای مثال در اکثر مقررات ملی کشورها حداکثر دمای آب گرم برای محافظت از شیرآلات بهداشتی این سیستم بین ۵۵ تا ۶۵ درجه بعلت وجود درزبندهای لاستیکی و احتمل صدمه دیدن آنها محدود گشته است و دمای بالاتر از این حد قطعا می تواند به سایر اجزای سیستم آسیب جدی وارد نماید.

از موارد دیگر قابل ذکر روند و سیر تکنولوژی در صنعت لوله و اتصالات پلیمری می باشد بطوریکه در سالهای اخیر و از سال ۲۰۱۰ میلادی گرید جدیدی از مواد اولیه پلی پروپیلن با نام PP Beta یا PP-RCT یا PP-R 100 Type4 تولید و عرضه گردیده است که نه تنها باعث کاهش ضخامت لوله ها در کلاس آب سرد و گرم مصرفی گردیده است بلکه باعث امکان استفاده از این لوله ها در کاربرد سیستمهای گرمایشی بسته دما بالا (موضوع مقررات ملی مبحث چهاردهم) فراهم آورده است که کلاس کاربری ای بسیار سختگیرانه نسبت به کلاس آب گرم مصرفی مبحث شانزدهم می باشد . در حال حاضر دو پتروشیمی ایران موفق به تولید و عرضه این مواد به بخش تولید کشور گردیده اند و تولیدکنندگان هم با اقدام به تولید لوله ها بصورت انبوه

نسبت به اخذ استاندارد های ملی و گواهینامه فنی این لوله ها برای استفاده در کلاس ۵ از مرکز تحقیقات راه ، مسکن و شهرسازی گردیده اند .
شایان ذکراست، از مزیت های بزرگ لوله و اتصالات پلی پروپیلنی ، امکان تامین مواد اولیه آن از پتروشیمی های داخل کشور می باشد و پتروشیمی های نوید زرشیمی ، رجال ، مارون ، شازند و پلی پروپیلن جم قادر به تولید این نوع ماده اولیه مشغول می باشند . که با تولید باکیفیت و صادرات این محصولات می توان سهم به سزایی در جلوگیری از خام فروشی و تحقق اقتصاد مقاومتی ایفا نمایند.
بهرحال در حال حاضر حدود ۲۴۰ واحد با ظرفیت اسمی تولید ۲۷۰ هزار تن در کشور در حال تولید می باشند که تصمیم دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان مبحث شانزدهم بسیاری از این واحدها را دچار مشکل نموده و بازار داخلی آنها را با رکود مواجهه ساخته است که امید است در آینده های نزدیک نسبت به اصلاح موارد فوق الذکر انجام گردد.

ب: کاربرد استفاده از لوله های پلی اتیلن در سیستم لوله کشی فاضلاب غیرمدفون ساختمان

یکی از لوله های بسیار پرکاربرد و پرمصرف در حوزه تاسیسات ساختمان ، استفاده از لوله و اتصالات پلی اتیلنی جوشی برای استفاده در سیستم لوله کشی فاضلابی غیر مدفون داخل ساختمان می باشد که در اواسط دهه ۵۰ شمسی وارد کشور گردیده است و در مگاپروژه های مانند شهرک اکباتان در اواخر دهه ۵۰ از اینوع لوله ها استفاده گردیده است .
در بند ۱۶-۴-۳-۳ ج مقررات ملی ساختمان مبحث شانزدهم ، جهت استفاده از لوله و اتصالات پلی اتیلن در سیستم فاضلاب ساختمان به استانداردهای EN1519 و ISO 8770 ارجاع و بر اساس استانداردهای مذکور علامت استفاده از آنها نیز BD معرفی شده است. مطابق با بند ۱ (هدف و دامنه کاربرد) استاندارد های مذکور ، علامت استفاده BD مخصوص استفاده در طبقات ساختمان یا دفن در خاک (در زیر کف پایین ترین طبقه ساختمان) بوده و این در صورتی است که در مقررات ملی ساختمان تنها به استفاده دفن در خاک (در زیر کف پایین ترین طبقه ساختمان یا پارکینگ) اشاره شده است.

همچنین مطابق جدول 702.1 مقررات بین المللی لوله کشی (IPC 2018) و دو استاندارد ذکر شده در این جدول استانداردهای ASTM F1412 , CSA B181.3 نیز استفاده از لوله و اتصالات پلی اتیلنی فاضلابی در طبقات ساختمان، مجاز می‌باشد.
لازم بذکر هست تعداد زیادی از تولید کنندگان این نوع محصول دارای گواهینامه فنی از آزمایشگاه تاسیسات مرکز تحقیقات ساختمان برای استفاده از لوله و اتصالات پلی اتیلنی در داخل ساختمان می باشند و سوابق تست و آزمایش محصولات بصورت مستند در نزد مرکز موجود می باشد که متاسفانه تاکنون از این تجربیات استفاده نگردیده است .

استفاده از این لوله ها برای اولین در دهه ۷۰ میلادی توسط شرکتهای معظمی چون Akatherm آلمان شروع و بعد توسط شرکت های Geberit آلمان و Plasson ادامه و توسعه پیدا کرد .

از دلایل دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان جهت ممنوع سازی استفاده از لوله های پلی اتیلن در سیستم فاضلاب غیرمدفون ساختمان ، عدم برخورداری از کلاس کندسوزی B1 مطابق با استاندارد DIN 4102 برای این نوع لوله و اتصالات می باشد که این مطلب درست نمی باشد و در لوله و اتصالات پلی اتیلن نیز مانند سایر لوله های پلیمری می توان با اضافه نمودن افزودنی های تاخیر انداز شعله (Flame Retardant) به این خاصیت دست یافت و تعدادی از واحدهای تولیدی کشور برای این موضوع

در آزمایشگاه آتش مرکز تحقیقات راه ، ساختمان و مسکن مورد آزمون قرار گرفته و دارای تاییدیه می باشند . بنابراین درصورت اجباری سازی کلاس B1 برای لوله و اتصالات پلیمری این کاربرد ، انجام آن در مورد لوله و اتصالات پلی اتیلنی امکان پذیر می باشد .

از دیگر مزیت لوله و اتصالات پلی اتیلنی فاضلابی ، امکان تامین مواد اولیه آن از پتروشیمی های داخل کشور می باشد و پتروشیمی های جم ، امیرکبیر ، مارون ، ایلام و شازند قادر به تولید این نوع ماده اولیه مشغول می باشند . که با تولید باکیفیت و صادرات این محصولات می توان سهم به سزایی در جلوگیری از خام فروشی و تحقق اقتصاد مقاومتی ایفا نمایند.

امیداست با هماهنگی بیشتر بخش های قانون گذار و نظارتی کشور مانند سازمان ملی استاندارد ، وزارت راه و شهرسازی و ادارات تابعه آنها بتوانیم در سال جهش تولید به افزایش کمی و کیفی تولید داخلی دست یابیم .

مقایسه سازی اینچی- میلیمتری لوله ها با در نظر گرفتن مسائل هیدرولیکی و چند نکته کاربردی در لوله کشی تاسیسات ساختمان

علیرضا عزیزی – گروه صنعتی وحید

با در نظر گرفتن سایزهای معمول لوله های فلزی که معمولا به صورت اینچی و لوله های پلیمری که معمولا به صورت میلیمتری می باشند و لزوم بررسی و مقایسه هیدرولیکی سایزهای مورد استفاده شده همسان در تاسیسات ساختمان قسمت اول این ارائه به بررسی این موضوع می پردازد که در آن دو جنس مختلف لوله فلزی و پلیمری انتخاب گشته و باهم از منظر هیدرولیکی مقایسه می شوند . در قسمت دوم به بررسی یکی از نکات مهم در بخش انشعابات آب آشامیدنی به نام جلوگیری از برگشت جریان یا Back Flow Prevention پرداخته می شود که بعلت امکان آلوده نمودن شبکه های اصلی انتقال آب شرب بسیار مهم و حیاتی می باشد . در قسمت سوم این ارائه به بررسی چگونگی آلوه شدن خطوط انتقال آب شرب به باکتری لژیونلا Legionella و روشهای پاکسازی آن پرداخته می شود که بخصوص در محیط های بهداشتی مانند بیمارستان ها و کلینیک ها از الزامات تاسیساتی در سیستم های تاسیساتی مدرت دنیا می باشد .در ادامه به توضیح مختصر هر بخش گرداخته می شود .

بخش اول : سایززنی لوله و اتصالات در پروژه ها با توجه به خلاء تفاوت محاسبه سایززنی برای لوله های فلزی (گالوانیزه) و انواع لوله های پلیمری در استاندارد موجود (مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان).

در این بخش به بررسی استاندارد اروپایی جهت بررسی نحوه سایززنی و تفاوتهای آن با توجه به متریال لوله , دبی و افت هیدرولیکی میپردازیم در شرایطی که دبی برای هر مصرف کننده طبق استاندارد مشخص شده و افت هیدرولیکی در یک بازه استاندارد میباشد , هر نوع از لوله ها چگونه سایززنی میشود که در انتها نتایج نشان میدهد نوع لوله کاملاً در سایززنی آن با اهمیت است که متاسفانه مرجع سایززنی در استاندارد ملی فقط لوله های گالوانیزه میباشد.

بخش دوم : شیرهای پیشگیری از جریان برگشتی (BACKFLOW PREVENTION DEVICES)

یکی از استانداردهای اجباری که متاسفانه امروزه در کشورمان به آن توجه کافی نمی شود جلوگیری از برگشت جریان از مصرف کننده ها به خطوط اصلی در محل انشعابات آب آشامیدنی می باشد . استفاده از این نوع شیرها در استانداردهای لوله های آب شرب مصرفی انسانی الزامی می باشد که حد فاصل انشعاب آب بهداشتی شهری به کنتور آب مصرفی ساختمانها میبایست نصب گردد که مانع از برگشت آب موجود در واحد مصرف به سیستم انتقال آب شهری جهت پیشگیری از انتقال هر گونه آلودگی احتمالی در مصرف کننده های نهایی است . این تجهیز بسته به نوع مصرف کننده و ریسک آلوده سازی شدید مانند کارخانجات شیمیایی ، بیمارستان ها و کلینیک های دارویی ، آزمایشگاه های شیمیایی دارای پیچیدگی بالاتری جهت جلوگیری از امکان برگشت جریان می باشند که در ارائه به جزییات آن پرداخته می گردد.

بخش سوم : تمهیدات لازم برای از بین بردن باکتری کشنده لژیونلا

امروزه شاهد هستیم به دلیل عدم آگاهی از وجود چنین باکتری در سیستمهای آب بهداشتی مصرفی آب سرد و گرم مخصوصاً در اماکنی دارای گروه های حساس تر و دارای تجمع می باشند مثل بیمارستانها ، کلینیک و هتلها ، این باکتری باعث بیماری و حتی جان باختن عده زیادی در سراسر دنیا شده است , لذا در این بخش به معرفی این باکتری و بررسی راههای کنترل و از بین بردن آن می پردازیم .

آشنایی با الزامات استانداردهای مرتبط با سلامت آب مصرفی و آشامیدنی انسان در تماس با لوله‌های پلیمری

گروه تحقیقاتی صنعتی مترا

پس از شناخت بشر از اثر آلودگی‌های همراه با آب مصرف روزمره و آب شرب بر سلامت انسان، همواره اطمینان از امکان تامین، انتقال، نگهداری و مصرف آب سالم برای مصارف انسانی و شرب از دغدغه‌های بشر بوده است.

در عصر صنعتی که در آن زندگی می‌کنیم، سازمان‌های متولی بهداشت و سلامت انسان و همچنین صنایع مختلف مرتبط با فرایند تولید، آمایش، انتقال، حمل و نقل و نگهداری آب مصرف انسانی و آب شرب برای رفع این دغدغه پروتکل‌های مختلفی را به اجرا گذاشته‌اند.

برخی از این پروتکل‌ها به الزامات مواد و متریال در تماس با آب شرب در مراحل مختلف فوق‌الذکر می‌پردازد. یکی از معروف‌ترین و رایج‌ترین این پروتکل‌ها، استاندارد BS 6920 است که استانداردهای ملی کشور ما نیز بر اساس الزامات این استاندارد تدوین شده‌اند.

این استاندارد به طور مفصل تمام الزاماتی که مواد غیر فلزی در تماس با آب آشامیدنی باید از نظر موارد بهداشتی و سلامتی داشته باشند را تعیین می‌کند. آزمون‌های این استاندارد به شرح زیر است:

- **بررسی اثر بر بو و طعم** که در آن تغییر بو و طعم آب در تماس با ماده مورد نظر بررسی می‌شود .
- **بررسی اثر بر رنگ و کدورت**. که در آن تغییر رنگ و ظاهر آب بر اثر تماس با ماده مورد نظر بررسی می‌شود.
- **بررسی رشد موجودات آبزی** که در آن اثر ماده مورد نظر در تشدید رشد موجودات آبزی بررسی می‌شود.
- **بررسی مواد مضر قابل استخراج**. که در آن مواد استخراج شده از نمونه از نظر سمیت برای رشد سلولی بررسی می‌شود.
- **بررسی امکان استخراج فلزات و بور**. که در آن میزان فلزات خطرناک استخراج شده از نمونه بررسی می‌شود.
- **شناسایی مواد آلی استخراج شده**. که در آن با روش کروماتوگرافی گازی مواد آلی استخراج شده شناسایی می‌شوند.

در این مقاله سعی شده است که شناخت نسبی با این استاندارد برای تولیدکنندگان گرانول و تولیدکنندگان لوله‌های پلیمری ایجاد شود.

موضــوع دهــم

استفاده در شبکه های گازرسانی (خطوط اصلی و شبکه های توزیع)

FIRST INTERNATIONAL
POLYOLEFIN PIPE
CONFERANCE

لوله و اتصالات پلی اتیلن در گازرسانی شهری (فرصت‌ها و چالش‌ها)

رکسانا معرف – دکتـــر جمالپور

مقـــــدمه

مواد پلی اتیلن در دهه‌های اخیر، انقلابی جدید در صنعت گازرسانی شهری به حساب می آید. به کارگیری این لوله‌ها در شبکه گازرسانی، به قرن ۵۰ میلادی در آمریکا بازمی‌گردد. استفاده از این لوله‌ها به دلیل ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی برجسته نسبت به لوله‌های مرسوم فولادی، رو به افزایش می‌باشد. لوله‌های پلی اتیلنی در تولید، حمل، اجرا و نگهداری نسبت به لوله‌های فولادی دارای مزیت‌های فراوانی می‌باشد. در این مطالعه به بررسی فرصت‌ها و چالش‌های پیش رو در شبکه گازرسانی پرداخته می‌شود.

فرصت‌ها

لوله های پلی اتیلنی از جنبه های مختلفی نسبت به لوله‌های فولادی برتری دارد:

سرعت و سهولت در اجرا

این لوله‌ها نسبت به لوله‌های فولادی دارای وزن بسیار کمتری بوده، در نتیجه حمل و نقل و انبارش آن‌ها آسانتر بوده و با هزینه کمتری انجام می‌شود. علاوه براین، عملیات برش، اتصال و نصب نیز بسیار ساده‌تر از دیگر انواع لوله مانند لوله‌های فلزی انجام می‌شود.

مقرون به صرفه بودن

به دلیل خصوصیات مناسب لوله‌های پلی اتیلنی، معمولا این لوله‌ها در یک بازه زمانی طولانی نیاز به تعمیر ندارند و در صورت نیاز به تعمیر، این کار با هزینه پایین امکانپذیر خواهد بود. این در حالی است که تعمیر لوله‌های فولادی با مشکلاتی همراه بوده از جمله عدم امکان تعمیر پوشش لوله در بستر دریا و بالطبع تعمیرات آن با هزینه بالایی انجام می‌شود.

مقاومت در برابر خوردگی و عدم نیاز به پوشش و حفاظت از زنگ

یکی از مهم ترین و نگران کننده ترین مشکلات در لوله‌های فلزی، مقاومت پایین آن‌ها در خوردگی است که این عیب در هر دو قسمت خارجی و داخلی لوله رخ می‌دهد و بازده هیدرولیکی لوله را به شدت می‌کاهد. در گذشته به منظور کاهش خوردگی آب را اصلاح می‌کردند و یا اینکه از روش‌های پر هزینه‌ای از قبیل محافظت کاتدی و ایجاد پوشش پلاستیکی برای افزایش زمان عمر سرویس دهی استفاده می‌شد. اما امروزه لوله‌های پلی اتیلنی بر خلاف محصولات فلزی، دچار خوردگی و فرسایش نمی‌شوند و همچنین نسبت به رشد عوامل باکتریایی و بیولوژیکی نیز مقاوم هستند. مقاومت لوله‌های پلی اتیلنی در برابر خوردگی به معنی طول عمر بالاتر و صرفه جویی بیشتر در هزینه‌ها می‌باشد.

مقاوم در تست خستگی

در تست خستگی، شکنندگی و چقرمگی پلیمرها بررسی می‌شود. لوله‌های پلی اتیلن به دلیل ماهیت چقرمه و انعطاف پذیر خود، دارای مقاومت بالا در برابر خستگی است و برای کاربرد ایمن در فشار بالا طراحی شده‌اند. برخلاف لوله‌های فولادی، این جنس لوله‌ها قابلیت تحمل نوسان‌های فشاری و حوادث در سیستم توزیع گاز را دارند.

انعطاف پذیری و چقرمگی

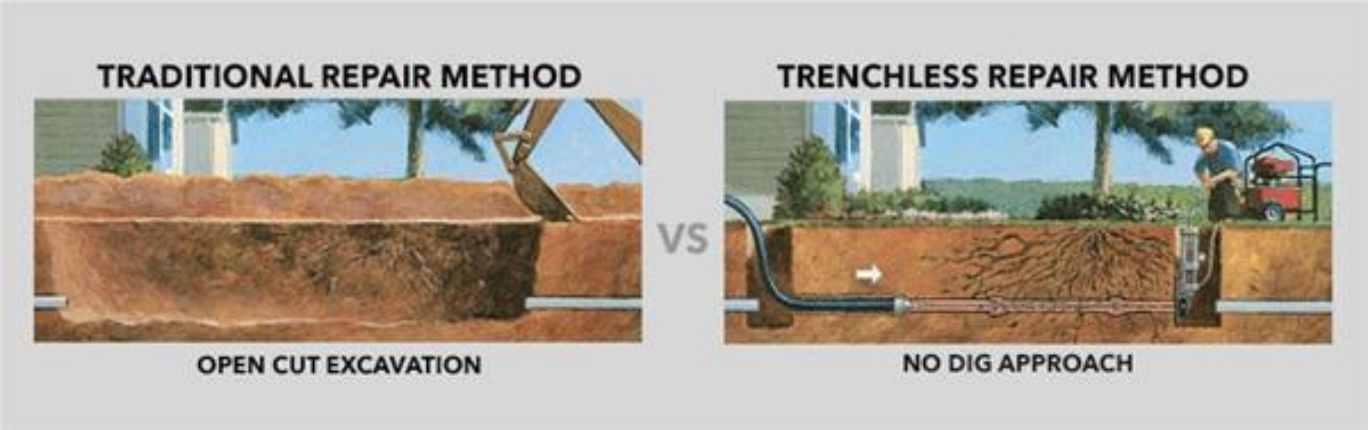
بخصوص در کاربردهای زیر زمینی انعطاف پذیری لوله‌های پلاستیکی منجر به کمتر شدن تعداد اتصالات می‌شود و به راحتی مسیرهای انحنا دار لوله کشی می‌شوند.

طول عمر سرویس دهی بالا

بر اساس نوع طراحی، اجرا و کاربرد، این لوله‌ها در شرایط ایده آل از ۵۰ تا ۱۰۰ سال عمر می‌کنند و از این جهت آن‌ها را به ایمن ترین گزینه برای زیرساخت‌های خطوط لوله رسانی تبدیل کرده است.

نصب بدون ترانشه

جهت نصب لوله‌های قدیمی به حفاری نیاز بود که به دنبال آن تخریب محیط زیست نیز رخ می‌داد اما لوله‌های پلی اتیلنی بدون نیاز به حفاری مشکلات محیط زیستی نیز ایجاد نمی‌کنند. برای نصب بدون حفر گودال یک دستگاه مکانیکی با یک دریل یک سوراخ در زیر زمین ایجاد می‌کند در این هنگام لوله متصل شده و در سوراخ ایجاد شده عبور داده می‌شود. انعطاف پذیری بالای لوله پلی اتیلن و استحکام تنسایل و مقاومت بالا در برابر سایش آن را برای این تکنولوژی مناسب کرده است. این روش را می‌توان در زیر جاده‌ها، رودخانه‌ها، ویا حتی نواحی مسکونی بدون هیچگونه خرابی و آسیب به محیط زیست به کار برد. علاوه بر این، از این سیستم برای جایگزینی لوله‌های قدیمی استفاده نمود.



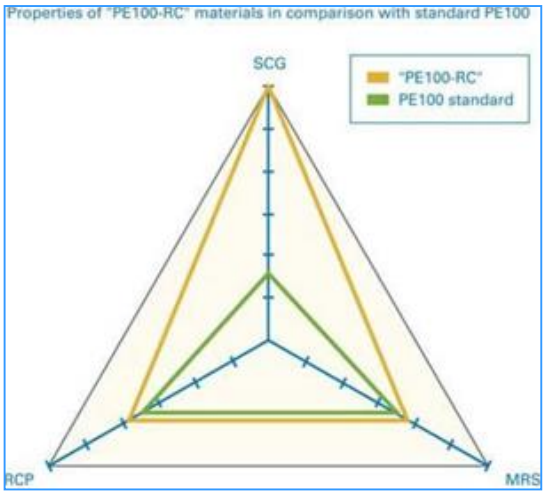
چالش ها

علی رغم مقبولیت و استفاده گسترده از لوله‌های پلی اتیلن در صنعت گازرسانی، چالش‌هایی نیز در مورد این لوله‌ها مطرح می‌شود که راه حل‌هایی برای آن‌ها ارایه شده است.

یکی از مهم ترین این چالش‌ها بحث ردیابی خطوط لوله در زیر زمین می باشد. به منظور رفع این مشکل از روش‌هایی اعم از رادار نفوذ در زمین (GRP) ، ردیاب آکوستیک، سیم ردیاب (Tracer wire)، نشانه گذاری الکترونیکی (Electronic markers)، لوله‌های چند لایه با رسانای الکتریکی، استفاده می‌کنند.

چالش مهم بعدی در روش جوش الکتروفیوژن به هنگام بازرسی فنی و ارزیابی کیفیت جوش است که این موضوع با توجه به خطرات بالقوه ناشی از نشت و انفجار احتمالی، دارای اهمیت فراوانی است. برای رفع این چالش نیز از روش‌های غیر مخرب مثل التراسونیک آرایه فازی (PAUT) برای شناساسیی نقص بحرانی استفاده می‌شود.

در مناطق زلزله خیز استفاده از لوله‌های فلزی منجر به خسارات فراوانی در مناطق شهری و روستایی شده است. لوله پلی اتیلن یک راه حل ثابت شده با مشخصه چقرمگی بالایش (مزایای لوله پلی اتیلن) و توانایی آن در مقاومت در برابر خمش و لرزش ناشی از حرکت و جابجایی زمین است. با وجود برتری لوله های پلی اتیلن نسبت به لوله‌های مرسوم فولادی، گزارشات نشان دهنده بروز آسیب در لوله‌های پلی اتیلن تولید شده با مواد PE100 در برخی مناطق می‌باشد. به منظور کاهش هر چه بیشتر در خسارات و هزینه‌های ناشی از زمین لرزه، از گریدهای جدید پلی اتیلن با عنوان PE100-RC با قابلیت مقاومت بالا در برابر رشد آهسته ترک استفاده می‌شود. مواد PE100-RC نسبت به PE100 دارای مزیت‌هایی از جمله مقاومت بالاتر در برابر رشد آهسته ترک می‌باشد.



جمع بندی

با توجه به کارایی و ویژگی‌های منحصر به فرد لوله‌های پلی اتیلنی، این لوله‌ها دارای ویژگی های بهتری نسبت به سایر لوه ها در کاربرد گازرسانی از خود نشان می‌دهند و استفاده از آن‌ها در انجام پروژه ها از ریسک کمتری برخودار بوده و خسارات کمتری را به مجریان و طراحان وارد می‌نمایند که موجب توجیه اقتصادی پروژه و استقبال بیشتر مشتریان می‌شود.

خصوصیات درزگیرهای لاستیکی استاندارد اتصالات لوله های آب و فاضلاب

فرناز طاهریان- مهرناز رشیدی شرکت پارمیدا

پیرو بررسی‌های انجام گرفته در حوزه لوله و اتصالات آب و فاضلاب ، مشخص گردید که یکی از پارامترهای مهم در زمینه اتصالات این نوع لوله‌ها ، جنس لاستیک درزگیر مورد استفاده در محل اتصالات لوله‌های فاضلابی می‌باشد که برای جلوگیری از نشتی آب در سیستم لوله‌کشی آب و فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرد. این درزگیرهای لاستیکی بایستی از لحاظ خصوصیات موادی و ابعادی مطابق با استانداردهای ارائه شده در این حوزه باشند. در این مقاله سعی گردیده است که خصوصیات لاستیک مورد استفاده در محل اتصالات درزگیرها ، مطابق با استاندارد ملی ۷۴۹۱ بیان گردد.

از جمله مواردی که در این مقاله بدان اشاره شده است و بایستی در جنس این درزگیرها مورد توجه قرار گیرد عبارتند از :

- **سختی لاستیک :**

این آزمون بر روی آمیزه لاستیکی بایستی انجام گیرد که مطابق با استاندارد ملی ۷۴۹۱ شش درجه سختی برای درزگیر لاستیکی اتصالات لوله های آب و فاضلاب بیان شده است. بایستی که حتماً این آزمون بر روی قرص یا شیت با حداقل ضخامت ۶ میلی متر انجام گیرد.

- **استحکام کششی:**

این آزمون بر روی آمیزه لاستیکی انجام می‌گیرد. در این آزمون ، نمونه به صورت دمبلی شکل برش خورده و مورد تست قرار می‌گیرد. سپس نمونه تحت نیروی کششی قرار گرفته و تا زمان پارگی تحت این نیرو قرار می گیرد. میزان نیرو کششی افزایشی بصورت لحظه‌ای ، توسط دستگاه اعمال کننده نیروی کشی ثبت می‌گردد و پس از پارگی نمونه ، میزان نیروی کششی نهایی ثبت می‌گردد. این نیرو نیروی حداکثر استحکام کششی آمیزه لاستیکی می‌باشد که برای درزگیرهای لوله های آب و فاضلاب ، نتیجه این آزمون بایستی مطابق با جداول موجود در استاندارد ملی ۷۴۹۱ در محدوده تعیین شده باشد.

- **حداکثر تغییر حجم در آب و روغن:**

این آزمون بر روی محصول لاستیکی تولیدی بایستی انجام گیرد. این روش آزمون مطابق با استاندارد ملی ۷۶۰۶ بایستی انجام گیرد. پارامترهای مهم در اندازه گیری تغییر حجم در آب و روغن عبارتند از دمای مایع ، مدت زمان قرار گیری ، چگالی می‌باشد که در این استاندارد به تفسیر تشریح شده است.

- **حداقل ازدیاد طول تا نقطه پارگی:**

این آزمون بر روی آمیزه لاستیکی انجام می‌گیرد. در این آزمون ، مشابه با آزمون استحکام کششی نمونه به صورت دمبلی شکل مورد تست قرار می‌گیرد. در این آزمون نمونه تحت نیروی کششی قرار گرفته و تا زمان پارگی تحت این نیرو قرار می‌گیرد. میزان افزایش طول بصورت لحظه ای ثبت می‌گردد و پس از پارگی نمونه، میزان افزایش طول در دستگاه ثبت شده است. با استفاده از این عدد و طول اولیه نمونه ، حداکثر ازدیاد طول آمیزه لاستیکی ثبت می‌گردد که برای لاستیک مورد استفاده برای درزگیرهای لوله‌های آب و فاضلاب ، نتیجه این آزمون بایستی مطابق با جداول موجود در استاندارد ملی ۷۴۹۱ باشد.

- **مقاومت در برابر ازن :**

این آزمون نیز بر روی آمیزه لاستیکی انجام می‌گیرد. روش آزمون مورد نظر مطابق با استاندارد ISO 1431 می‌باشد. در این آزمون بایستی محصول تحت شرایط زمانی در محلول ازن با غلظت مشخصی قرار گیرد و پس از پایان آزمون بر روی نمونه خوردگی ، ترک و مشکلات ظاهری شاخصی دیده نشود.

- **دوام نقاط اتصال (اتصال دو سر) :**

این آزمون بر روی نمونه قطعه لاستیکی انجام می‌گیرد. در صورتیکه در فرآیند تولید درزگیر لاستیکی مورد استفاده از فرآیند جوینت دو سر استفاده گردد ، بایستی این آزمون بر روی نمونه ها انجام و مطابق با استاندارد ملی ۷۴۹۱ در محدوده مجاز قرار گیرد.

- **حداکثر آسودگی از تنش :**

این آزمون بر روی نمونه لاستیکی انجام می‌گیرد. نتایج این آزمون بعد از اعمال شرایط نیروی فشاری و تحت شرایط حرارتی لازم که در استاندارد ISO 3384 آورده شده است ، تعیین می‌گردد . اندازه‌گیری‌های این تست در بازه زمانی ۷ روزه می‌باشد و نمونه در این مدت تحت شرایط دمایی و نیروی فشاری قرار می‌گیرد و منحنی نیروی فشاری وارده به این قطعه اندازه‌گیری می‌گردد.

- **حداکثر مانایی فشاری:**

این آزمون نیز بر روی آمیزه لاستیکی انجام می‌گیرد و روش انجام آزمون نیز مطابق با استاندارد ملی ۷۶۰۵ می‌باشد. در این آزمون آمیزه لاستیکی تحت دما مشخص و در یک زمان مشخص مطابق با استاندارد قرار گرفته و پس از آن میزان تغییرات اندازه گیری می‌گردد که مطابق استاندارد مورد نظر بایستی در محدوده مشخص قرار گیرد.

برای واشرهای درزگیر مورد استفاده در اتصالات لوله‌های آب و فاضلاب بایستی آزمون های فوق انجام گیرد و نتایج هر آزمون با توجه به نوع مصرف این لوله‌ها و سختی قطعه ، مطابق با جداول موجود در استاندارد ملی ۷۴۹۱ باشد.

در این مقاله سعی شده است که آزمون های مورد اشاره ، بصورت کامل توضیح و روش‌های آزمون جهت اندازه‌گیری پارامترهای مورد نیاز در این آزمون‌ها (مطابق با استاندارد) ارائه گردد.

تأثیرات عدم کنترل میزان عمق ناچ در نتایج آزمون SCG لوله های فشار قوی مورد استفاده در پروژه های گاز و آب

سید امیر فارغ زاده، رئیس آزمایشگاه پژوهش های فنی و صنعتی شرکت ملی گاز ایران

مهران بهره ور، رئیس آزمایشگاه های مجتمع پتروشیمی امیرکبیر،

الهام علینقی زاده، دکترای شیمی معدنی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد، مدیر واحد تحقیق و توسعه شرکت رنگدانه سیرجان،

مهدیه عسکری نژاد، لیسانس رشته شیمی کاربردی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان، مدیر آزمایشگاه شرکت انهار حیات،

محمدمهدی نگارش* (نویسنده مسئول مقاله)، دانشجوی دکتری مهندسی پلیمر دانشگاه تربیت مدرس، کارشناس ارشد واحد تحقیق و توسعه و بهره برداری شرکت رنگدانه سیرجان

مقدمه

سال ها ست که لوله های پلی اتیلنی با موفقیت در انتقال گاز و آب مورد ا ستفاده قرار می گیرند. با توجه به ح سا سیت های کاربری، هزینه بالا و مشکلات نصب و تعمیرات، طول عمر قطعات کمتر از ۵۰ سال توجیه پذیر نیست. بنابراین می بایست قبل از نصب و اجرای لوله ها، آزمون هایی برای بررسی خواص مکانیکی آن انجام شود. انواع تست های هیدرواستاتیک بر روی لوله ها انجام می شـود، که یکی از آزمون های مهم برای بررسـی خواص مکانیکی بلند مدت لوله ها، آزمون مقاومت در برابر رشـد آهسـته ترک (SCG[1]) اسـت که طی آن، نمونه دارای ناچ اولیه، تحت تنش کم به مدت طولانی قرار می گیرد [۱]. زمان لازم برای شکست ماده در این آزمون، به عوامل زیادی از جمله مقدار تنش، درجه حرارت، نوع محیط کاربری، هند سه محصول و عمق ترک وابسته می باشد. در این پژوهش سعی بر آن شد تا بر روی تاثیر عمق ناچ به عنوان عاملی پیش برنده در رشد ترک بر روی نتایج آزمون SCG لوله مطالعه شود.

خلاصه مقاله

شکست لوله های پلیمری در حین کاربری، جزء یکی از رایج ترین اتفاقات برای این نوع محصولات به شمار رفته و به دلیل اثرات جانبی که روی سیستم ایجاد می کند، حائز اهمیت است. این اثرات گاه بسیار جدی هستند، که از مهم ترین آن ها می توان به انفجار در لوله های گاز و یا سیلاب در لوله های آب و فاضلاب اشاره کرد. بنابراین قبل از اجرای لوله ها و اتصال آن ها به شبکه های آب یا گاز، می بایست کیفیت آن ها مورد بررسی قرار گیرد [۲].

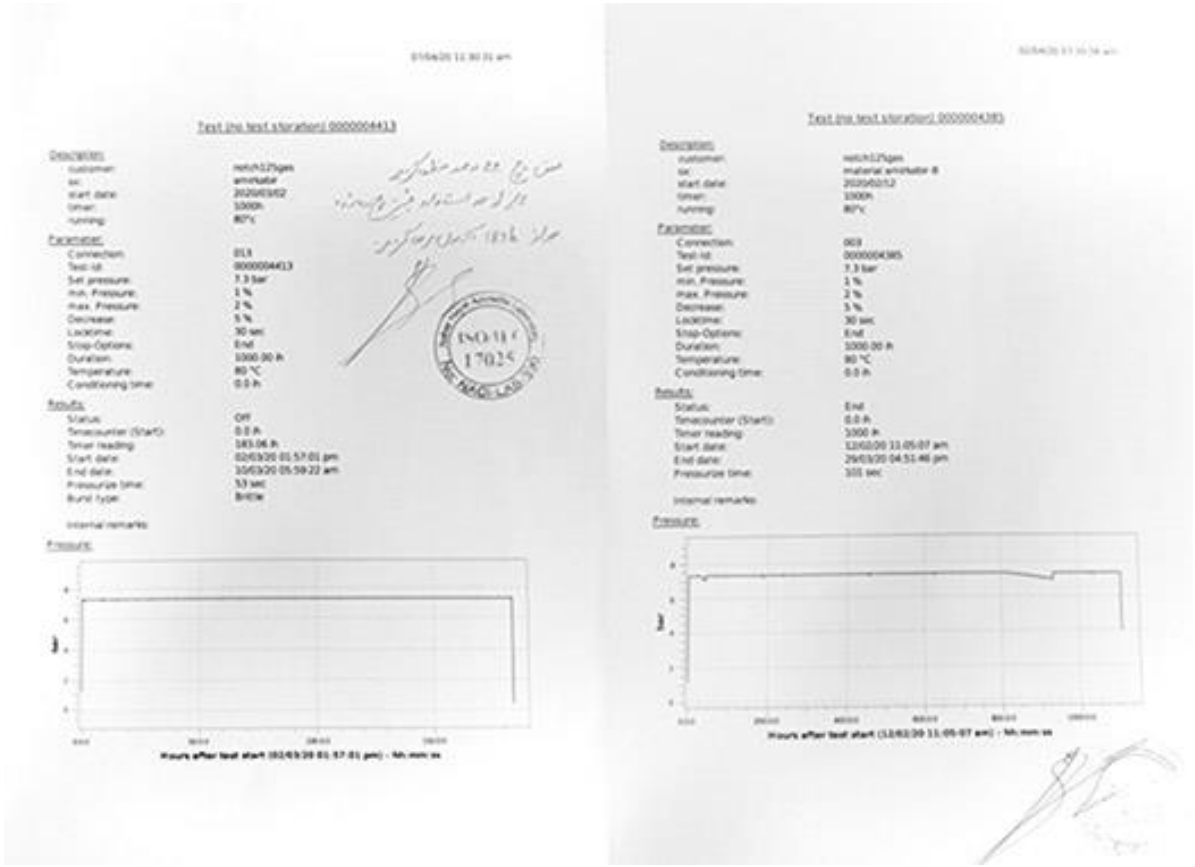
امروزه، استفاده از مواد پلی اتیلنی (PE) در سیستم های آبرسانی تحت فشار و گاز رسانی با رشد فزاینده ای رو به رو است. در طی سال ها، انواع مختلفی از PE به عنوان ماده اولیه برای تولید لوله های پلیمری معرفی شد، که نسل سوم از این سیر رو به

[1] Slow Crack Growth

رشد مواد PE100 می باشند و از سال ۱۹۹۰ در اروپا بعنوان گریدی مناسب در صنعت لوله مطرح گردیده است. در مقایسه نسل سوم مواد پلی اتیلنی (PE100) با نسل دوم (PE80) نکته حائز اهمیت بر اساس تعاریف استانداردهای مختلف، میزان حداقل استحکامی است که در دمای کارکرد ۲۰ درجه سیلیسیوس به مدت ۵۰ سال نصب و راه اندازی از لوله انتظار می رود. این حداقل استحکام مورد انتظار برای PE100 برابر ۱۰مگاپاسکال و برای مواد PE80، ۸ مگاپاسکال می باشد [۳]. برای ارزیابی طول عمر کاربری تحت فشاری مشخص، تست های مختلفی طراحی شدند که عمدتا زمان بر بودند. در این میان، آزمون SCG معروف ترین آزمونی است که برای بررسی استحکام مکانیکی بلند مدت لوله ها در مدت زمان آزمون کوتاه تر نسبت به آزمون های معمول مورد استفاده قرار می گیرد. در این آزمون که شرایط انجام آن در استاندارد ISO13479 ذکر شده است، بر روی آزمونه ها، ترک های اولیه ایجاد شده و در اثر اعمال فشار خارجی، این ترک ها رشد کرده و به مرور زمان یک شکست شبه پایا را تجربه خواهند کرد. از نظر فنی نیز، کارایی لوله در بلند مدت عموماً با مقاومت آن در برابر رشد آرام ترک تخمین زده می شود، زیرا که حضور ترک های ریز در حین نصب یا حمل لوله غیر قابل اجتناب می باشد [۴]. بدیهی است که مکانیزم قابل قبول برای شکست لوله های پلی اتیلنی شکست چقرمه (نوک قناری) می باشد [۵].

نتایج و بحث

آزمون SCG در آزمایشگاه انهار حیات بر روی دو لوله پلی اتیلنی CRP100Black با عمق ناچ ۲۰ درصد ضخامت لوله (مطابق با استاندارد ISO 13479) و ۲۲ درصد ضخامت لوله انجام گرفت. آزمونه ها تحت فشار ۷/۳ بار و دمای ۸۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند و نتایج آن در شکل ۱ گزارش شده است. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود، لوله ای که عمق ناچ آن مطابق استاندارد اعمال شده است، حتی در مدت ۱۰۰۰ ساعت دچار شکست نشده است (شکل۱-الف)، در حالی که لوله با عمق ناچ بیشتر از مقدار ذکر شده در استاندارد یعنی ۲۲ درصد ضخامت لوله، پس از تحمل فشار تا حدود ۱۸۳ ساعت، نهایتا دچار شکست شده است (شکل۱-ب). نوع شکست این لوله نیز حالت شکننده (Brittle) گزارش شده است.



شکل۱) نتایج آزمون SCG بر روی لوله های PE100 با عمق ناچ: الف) ۲۰ درصد ضخامت دیواره لوله (مطابق با استاندارد ISO13479) و ب) ۲۲ درصد ضخامت دیواره لوله.

نسبت عمق ناچ ایجاد شده بر روی سطح خارجی لوله های پلی اتیلنی فشار قوی گاز یا آب در زمان خاتمه آزمون SCG پارامتر بسیار مهمی است. متغیر ضریب شدت تنش(K) به عنوان عاملی موثر در گسترش ترک، رابطه مستقیم با عمق ناچ دارد [۸]. بنابراین در صورتی که عمق ناچ ایجاد شده بر روی لوله حتی به میزان اندکی با مقدار تعریف شده در استاندارد ISO 13479 مغایر باشد، نتایج تست SCG نشان دهنده کیفیت واقعی لوله تولید شده نخواهد بود. به طور کلی، زمان شکست لوله (t) در آزمون SCG به پنج عامل اشاره شده در معادله ۱ بستگی دارد [۹و۱۰]:

$$t=F(R,a,Y,S,T) \qquad \text{معادله ۱}$$

در معادله ۱، R و a و Y و S و T به ترتیب مقاومت در برابر شکست، اندازه ناچ، فاکتور هندسه قطعه، تنش های باقی مانده در اطراف ناچ و دمای محیط آزمونه می باشند.

در مطالعات لو[۲] و براون[۳] نشان داده شد که زمان شکست لوله در آزمون SCG با معادله ۲ قابل بیان است:

$$t= R.\ K^{-n}\ .\exp[Q/R.T] \qquad \text{معادله ۲}$$

[2] Lu
[3] Brown

در معادله ۲، n و Q و R نیز به ترتیب ضـریب ثابت پلیمر (در حدود ۳)، انرژی فعال سـازی برای رشـد ترک و ثابت گازها می باشند. پارامتر K نیز ضریب شدت تنش است که یک عامل تسهیل کننده در رشد ترک و شکست لوله است و طبق معادله ۳ تعریف می شود:

$$K=Y.\ S.\ a^{0.5}$$ معادله ۳

معادله ۳ نشان می دهد که در تنش های بالا و ناچ های عمیق زمان شکست لوله تحت تاثیر پارامترهای غیر موادی قرار گرفته و شکست ترد اتفاق خواهد افتاد، در حالی که سطح مقطع شکست در آزمون SCG، می بایست چقرمه باشد. بنابراین در صورت رعایت نشـدن میزان ناچ اعلام شـده در اسـتاندارد، آزمون SCG از هدف اصـلی خود دور خواهد شـد. بدین منظور که علیرغم تولید لوله با کیفیت مطلوب، ناچ عمیق و ناهمخوان با اسـتاندارد باعث بروز مشـکل در مقاومت لوله تحت تنش بیرونی خواهد شد. در معادله ۴، ضریب شدت تنش لوله تحت فشار داخلی (p) به شعاع داخلی (R_1) و خارجی (R_2) و میزان فشار ارتباط داده شده است. همچنین نقش اساسی تنش پسماند (S_r) در این رابطه دیده شده است [۱۱و۱۲].

$$K= \{Y.[2.p.R_1^2/(R_2^2-R_1^2)+S_r]\}(\pi.a)^{0.5}$$ معادله ۴

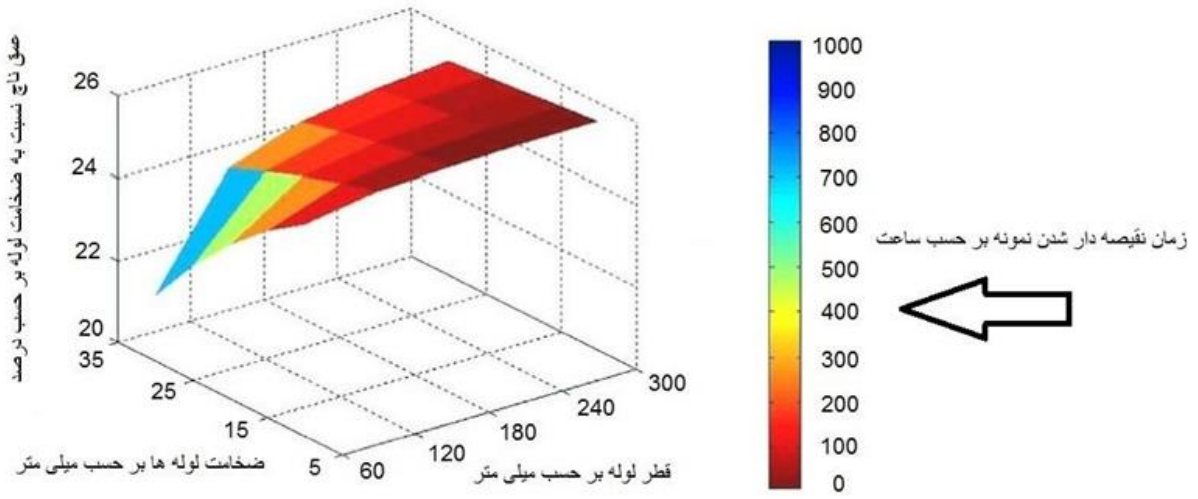
در مطالعاتی نشان داده شد که با استفاده از این روابط، رفتار لوله HDPE با SDR برابر با ۱۱در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد و فشار ۵ مگاپاسکال درست پیش بینی شد و ناچ به اندازه ۰/۳ ضخامت لوله در آزمون SCG، در مدت زمانی بسیار کوتاه شکسته خواهد شد. در حالی که عمق مورد نیاز برای ناچ بر طبق استاندارد می بایست کم تر باشد [۱۳].

تلاش ها برای مشخص شدن تاثیر عمق ناچ در زمان شکست لوله با SDR برابر با ۱۱ (رایج ترین مقدار نسبت قطر خارجی به ضخامت لوله) در تست SCG به معادله ۵ انجامید [۱۴]:

$$Y(a/t)^{0.5}=2.79/t^{0.5}$$ معادله ۵

معادله ۵ به وضوح ارتباط میان عمق ناچ اعمال شده بر روی لوله و زمان شکست آن را نشان می دهد.

برای شبیه سازی اثر عمق ناچ بر نتایج تست SCG، از برنامه متلب استفاده شد. در این برنامه، تست بر روی لوله های با قطر ۶۰ تا ۳۰۰ میلی متر با ضـخامت های ۵ تا ۳۵ میلی متر و عمق ناچ متفاوت مورد بررسـی قرار گرفتند. آزمونه هایی با تنوع بسیار در مشخصه های ابعادی مورد ارزیابی و تست قرار گرفتند. میزان فشار داخلی اعمالی به هر یک از نمونه ها، بر اساس SDR آن ها تنظیم گردید. نتایج نشان می دهند که با افزایش نسبت عمق ناچ اعمالی به ضخامت لوله، زمان نقیصه دار شدن لوله سـریع تر اتفاق خواهد افتاد. هم چنین نتایج نشـان داد که لوله های با قطر بیشـتر و ضـخامت کمتر، میزان حسـاسـیت بیشتری به عمق ناچ در تست SCG دارند.



شکل ۲) برنامه متلب نشان دهنده تاثیر عمق ناچ بر نتایج تست SCG برای لوله های با قطر و ضخامت متفاوت.

نتیجه گیری

در تست SCG لوله، شکست از نوک ناچ به دلیل شروع و رشد ترک اتفاق خواهد افتاد. به طور کلی عامل شروع ترک تنش های بیرونی بوده و رشد ترک نیز ناشی از اثر هم افزایی تنش بیرونی و تنش پسماند در لوله است. با افزایش عمق ناچ، انرژی فعال سازی برای رشد ترک کاهش پیدا کرده و گسترش ترک از نوک ناچ سریع تر اتفاق خواهد افتاد. چرا که به دلیل تیز تر شدن نوک ناچ اثر گذاری تنش اعمالی در تمامی صفحات گذرنده از این ناحیه بیشتر شده و همچنین انرژی فعال سازی کم تری برای آزاد شدن تنش های پسماند در لوله نیاز است. رعایت نکات اشاره شده در استاندارد ISO 13579 بسیار ضروری است و بررسی ها نشان داد در صورت اعمال ناچ با عمق بیشتر از ۲۰ درصد ضخامت لوله، حتی می تواند منجر به شکست لوله هایی با کیفیت مناسب شود. به طور کلی، عدم استفاده از تیغه مناسب برای اعمال ناچ، کالیبره نبودن تنظیم کننده عمق ناچ اعمالی دستگاه ناچ زن، مناسب نبودن روش اندازه گیری عمق ناچ بعد از اعمال بر روی لوله (ارجحیت استفاده از روش های میکروسکوپی به جای مکانیکی)، عدم رعایت دقت لازم توسط اپراتور در حین اعمال ناچ و همچنین عدم وجود نظارت صحیح مسئول آزمایشگاه بر روند انجام آزمون، می تواند بر روی عمق ناچ اعمال شده بر روی لوله ها موثر واقع شود. بنابراین در صورت وجود این موارد، شکست اتفاق افتاده در حین آزمون SCG، معادل کیفیت پایین لوله تولید شده نخواهد بود و نمی توان پترو شیمی ها، شرکت های تولید کننده مواد اولیه لوله های پلیمری، شرکت های تولید کننده لوله، کارفرمایان و پیمان کاران را مقصر دانست. از این روست که تعیین آزمایشگاه هایی بی طرف و مجهز، با بهره گیری از افراد با تخصص برای انجام این آزمون بسیار مهم بوده و در این صورت است که می توان به گزارشات آن ها استناد کرده و کیفیت لوله های تولید شده را ارزیابی نمود.

طول عمر و کارایی مورد انتظار درزگیرها و واشرهای لاستیکی

دکتر علی عباسیان و حمید رضا صباغی – دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات

طرح مساله:

در کاربردهای مهندسی صنایع تولید قطعات لاستیکی با این سوال مهم مواجه هستند که طول عمر محصولاتشان در کاربردهای موردنظر چقدر دوام خواهند داشت؟

به طورکلی طول‌عمر درزگیرها و واشرهای لاستیکی وابسته به برهم‌کنش بسپار با محیط اطرافش (دما، فشار و عوامل شیمیایی، ازون و نورفرابنفش) و نیز تغییرات مشخصه‌های ذاتی لاستیک با گذشت زمان است.

انتظار می‌رود که طول عمر لوله‌های پلاستیکی در کاربردهای زیرساختی بیش از ۱۰۰ سال باشد. طبیعتا درزگیرهای لاستیکی هم که برای آببندی این لوله ها در صنعت آب و فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرند مطلوب است که چنین عمری داشته باشند یا حداقل تفاوت عمرشان تغییر مهمی در فرایند نگه‌داری لوله به لحاظ هزینه و زمان ایجاد نکند. از این رو لازم است قبل از نصب، همگی درزگیرهای ساخته شده در برابر شرایط محیطی ذکر شده عمر قابل قبولی داشته باشند. قبل از اتصال درزگیر با لوله، طول عمر و کارایی درزگیر باید مطابق با استانداردهای مناسب و دستورالعمل‌های سازنده مشخص شود. با توجه به طیف وسیعی از سازوکارهای وادادگی احتمالی برای مواد لاستیکی باید اطمینان یافت که درزگیرها در طول عمر لوله تحت تاثیر هیچ یک از سازوکارهای وادادگی وا نمی‌دهند. تجربه نشان داده‌است، درزگیر لوله‌ها در طی ۵۰ تا ۱۰۰ سال دچار وادادگی نمی‌شوند. از آن‌جا که کوچکترین نقص در درزگیرها منجر به اختلال در عملکرد و عمر کارای لوله‌ها می‌شود؛ بنابراین، پیش‌بینی طول‌عمر یک فراورده لاستیکی، در مرحله‌ی طراحی، از اهمیت زیادی برخوردار است. مطالعه‌ی حاضر، با معرفی مدل پیش‌بینی طول‌عمر فراورده‌های لاستیکی (مدل آرنیوسی) به بررسی عمر کارآمد آن‌ها خواهد پرداخت.

ماندگاری درزگیرهای لاستیکی توسط بسیاری از استانداردهای مختلف بررسی شده‌است و به عنوان نمونه در گزارشی که در پیش‌گفتار استاندارد استرالیا AS1646-2007، حلقه‌های اتصال لاستیکی برای کاربردهای تامین آب، فاضلاب و زه‌کشی آمده است داریم:

"سوابق موجود نشان می‌دهد تعداد زیادی از درزگیرهای لاستیکی مورد استفاده در تاسیسات آب‌رسانی تا ۱۰۰ سال خدمات عالی ارائه داده‌اند. با این حال، عمر برخی از حلقه‌های لاستیکی در خطوط لوله فاضلاب بخاطر حمله‌های میکروبی و باکتریایی به میزان کمتری گزارش شده‌است. بنابراین باید تشخیص داده شود هنگامی که حلقه‌های لاستیکی یا درزگیرها برای استفاده در جایی که حملات ریزجانداران (Micro-organism) بسیار است در نظر گرفته می‌شوند، روش پیش‌بینی خاصی ممکن است لازم باشد تا بتوان عدم تاثیر این باکتری‌ها بر لاستیک را تضمین کند." تحقیقات بعدی نشان داد که حملات زیست‌شناختی فقط در درزگیرهای لاستیک طبیعی NR مشاهده شده‌است و بیشتر این وادادگی‌ها پس از مهاجرت و تخلیه پاداکسنده‌ها اتفاق می‌افتد. به همین خاطر از سال ۱۹۷۰، یک غلظت حداقل از ترکیب بخصوص پاداکسنده‌ها برای خدمات‌دهی بهتر درزگیرهای آب و فاضلاب مشخص شده‌است تا درزگیرهای NR ساخته شده با ترکیب غلظتی پاداکسنده‌ها بتوانند در برابر حملات زیست‌شناختی ماندگار باشند. همچنین شواهد نشان می‌دهند که با اعمال این مهم طول عمر مورد انتظار درزگیرها مانند آنچه که در استاندارد سال ۲۰۰۷ آمده است (۱۰۰ سال) همچنان معتبر است.

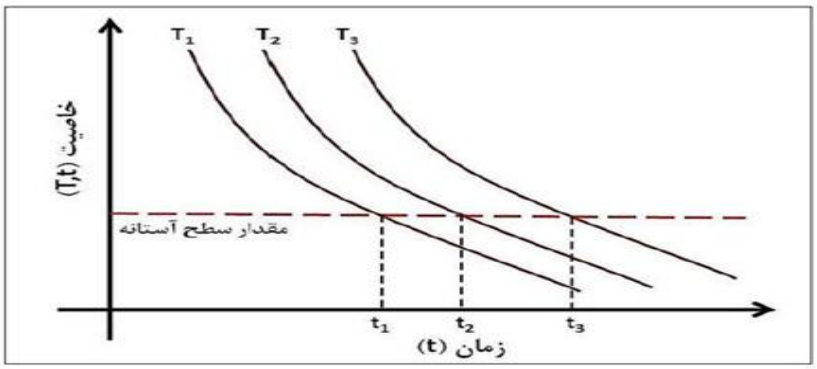
بررسی احتمالات اتفاقی و پتانسیل وادادگی لاستیک‌ها:

۱. حمله ازون: درزگیر لوله‌های نصب شده، به ویژه آن‌هایی که در کاربردهای زیرزمینی استفاده می‌شوند در معرض حملات اوزونی نیستند و منجر به وادادگی آن‌ها نمی‌شوند.
۲. ترک‌زایی جوی، شامل تخریب UV: همانند حمله اوزونی، ترک‌زایی جوی و UV برای درزگیر لوله‌های فاضلاب اتفاق نمی‌افتد.
۳. عوامل میکروب‌شناختی (Microbiological): معمولا لاستیک‌های سنتزی در برابر حملات میکروبی مقاوم هستند و دچار وادادگی نخواهند شد، همچنین برای لاستیک طبیعی هم از زمانی که میزان پاداکسنده بهینه‌سازی شده است گزارشی از وادادگی آن‌ها دیده نشده است.
۴. عوامل شیمیایی: لاستیک‌ها به طور کلی مقاومت خوبی در برابر طیف گسترده‌ای از مواد شیمیایی نشان می‌دهند اما برخی از لاستیک‌ها ممکن است بخاطر کاربردهای فاضلاب مستعد حمله برخی مواد شیمیایی باشند و در برابر این مواد آسیب‌پذیر باشند. با این حال، از آن جا که مساحتِ سطحی از درزگیرها که به لوله متصل است بسیار کوچک است تاثیرات این عوامل می‌تواند حداقل باشد. تا این لحظه گزارشی در مقالات که مستقیما لاستیک بخاطر عوامل شیمیایی دچار وادادگی شده باشد موجود نیست (بجز کاربردهای فاضلاب). در مورد لوله‌های آب و فاضلاب نصب شده در زمین آلوده احتمال وادادگی درزگیر ممکن است و باید بمنظور جلوگیری از آن ناحیه اتصال درزگیر با لوله را با پوششی محافظت نمود.
۵. ترک‌زایی تنشی محیطی: از آن‌جایی که درزگیر لوله‌های پلاستیکی اغلب اوقات تحت تنش فشاری هستند تا کششی (موارد ۶و ۷) بنابراین این پدیده رخ نخواهد داد.
۶. مانایی فشاری: هرچه میزان جهندگی لاستیک زیاد باشد یا به عبارتی مانایی فشاری آن کم باشد، برای کاربردهای درزگیری و اتصالات لوله بسیار مناسب است و دیرتر منجر به وادادگی لاستیک خواهد شد.
۷. **واهلش تنش Stress Relaxation**: در این موارد ذکر شده از مهم‌ترین عوامل در بررسی زمان کارایی قطعات لاستیکی بررسی آزمون واهلش تنش (Stress Relaxation) است، در این جا به توضیح و بررسی نحوه پیش‌بینی طول‌عمر درزگیرها توسط آزمون واهلش تنش خواهیم پرداخت.

الف) توصیف: هنگامی که یک لاستیک بین دو سطح فشرده می‌شود مانند آن چیزی که در اتصالات لوله است، لاستیک در برابر دو سطح از خود یک مقاومت نیرویی بروز می‌دهد. حال لاستیک بخاطر خصوصیات گرانروکشسانی‌اش (ViscoElasticity) کاهش این نیرو با گذشت زمان را نشان خواهد داد.

ب) پتانسیل وادادگی: واهلش تنش لاستیک نباید باعث ایجاد یک مشکل در ناحیه اتصالات درزگیرها در لوله‌های فشاری شود. طراحی اتصالاتِ لوله‌هایِ پلاستیکی بشکلی است که فشار آب در داخل لوله باعث افزایش فشار فصل‌مشترک بین لوله و درزگیر خواهد شد. همچنین فشار خود آب در درون لوله به ایجاد آب‌بندی کمک می‌کند. اما در مورد اتصالات لوله‌های غیرفشاری، نحوه طراحی اتصال و انتخاب ماده هم مهم است و بر خصوصیات واهلش تنش لاستیک تاثیرگذار است. به همین علت در کاربرد لوله‌های غیرفشاری باید از آمیزه‌های لاستیکی استفاده شود که از میزان قابل قبولی از واهلش تنش برخوردار باشند و فشار اولیه‌ی زیادی بین درزگیر و لوله وجود داشته باشد. اگرچه پدیده‌ی واهلش به مرور رخ می‌دهد اما بخاطر زیاد بودن فشار اولیه این پدیده کندتر رخ خواهد داد. دو روش مهم برای پیش‌بینی طول‌عمر درزگیرها با استفاده از آزمون واهلش تنش روش آرنیوسی و WLF است. مدل آرنیوسی برپایه برونیابی نتیجه‌های آزمایشگاهی بدست آمده از پیرشدگی شتاب‌یافته فراورده استوار است. در ابتدا براساس استانداردهای ISO-188 و ASTM-D573 به پیرش شتاب‌یافته لاستیک پرداخته و سپس، روند پیرشدگی

آهنگ فروکاهی خواص بصورت تابعی از زمان و شرایط پیرسازی تعیین خواهد شد. درنهایت، با توسعه‌ی یک مدل ریاضی بر پایه‌ی مدل آرنیوسی، به تخمین مدت زمان مورد نیاز به‌منظور دستیابی به درصد مشخصی از پیرشدگی در شرایط تعدیل یافته نسبت به شرایط واقعی پرداخته خواهد شد.



تابع حالت واکنش به‌صورت تابعی از زمان و دمای واکنش

نتیجه:

دو مدل رایج و اساسی در تحلیل طول‌عمر فراورده‌های لاستیکی با استفاده از آزمون واهلش تنش، مدل آرنیوسی و WLF است. این مدل‌ها برپایه دو مفهوم عامل جابجایی (Shift Factor) و اصل انطباق زمان-دما (Time-Temperature Superposition) توسعه‌یافته‌اند. پیرشدگی فراورده‌های لاستیکی هنگام کار، توسط سازوکارهای گرانروکشسان مانند خزش و واهلش تنش اتفاق می‌افتد؛ بنابراین، با توجه به ماهیت مدل WLF، استفاده از آن در تخمین طول عمر عملکردی فراورده مناسب است. در نقطه‌ی روبه‌رو، در پیرشدگی‌های ناشی از وجود فشار زیاد (مانند درزگیرهای لوله‌های پلاستیکی) پدیده‌ی غالب فرسایش شیمیایی است و روش آرنیوسی مناسب‌ترین مدل برای بررسی آن خواهد بود.

موضـــوع یازدهم

نصب کارگذاری و اجرای لوله های پلی اولفینی (بایدها و نبایدها)

FIRST INTERNATIONAL
POLYOLEFIN PIPE
CONFERANCE

اثر مدول الاستیسیته در انتخاب لوله‌های پلیمری با کاربرد آبرسانی و فاضلابی

نوراله میرزائیان، کارشناس ارشد مهندسی پلیمر، شرکت بازرسی کاوشیارپژوهان

چکیده

امروزه ضرورت استفاده از لوله‌های پلیمری به دلیل مزایای متعدد فنی و اقتصادی آنها در صنایع مختلف به ویژه صنعت آب و فاضلاب مورد پذیرش واقع شده است. یکی از اصلی‌ترین مسائلی که همواره مهندسین در طراحی خطوط انتقال و شبکه با آن مواجه هستند انتخاب جنس مواد اولیه می‌باشد. با توجه به اینکه در حال حاضر پلیمرهای پلی‌اتیلن (PE) و پی‌وی‌سی (PVC) بیشترین حجم مواد اولیه پلیمری مصرفی در کاربردهای لوله آبرسانی و فاضلابی را دارا می‌باشند، در این مقاله اثر پارامتر مدول الاستیسیته این دو نوع ماده بر روی خواص عملکردی مورد انتظار از لوله مدفون مورد بررسی قرار گرفته است. براساس محاسبات انجام شده و معیارهای پذیرش مندرج در استانداردهای بین‌المللی، در نظر گرفتن صرفاً مقدار پارامتر مدول به عنوان معیار اصلی انتخاب جنس لوله، باعث گمراه شدن طراحان شده و سایر مزایا و معایب ناشی از ماهیت ماده پلیمری نادیده گرفته شود.

مقدمه

خواص منحصر به فرد پلیمرها به ویژه نسبت استحکام به وزن بالا منجر به استفاده گسترده از آنها در کاربردهای مختلف شده است. به عنوان مثال استفاده از لوله‌های پلیمری و جایگزین نمودن لوله‌های فلزی با آنها در صنایع مختلف طی دو دهه اخیر رشد فزاینده‌ای داشته است. هرچند که خواص مکانیکی پلیمرها از قبیل مدول الاستیک و یا استحکام شکست، قابل قیاس با فلزات نمی‌باشد اما در بسیاری از کاربردها از قبیل لوله و اتصالات، خواص مکانیکی پلیمرها مناسب بوده و استفاده از آنها با لحاظ نمودن قیمت ارزان، کاملاً توجیه‌پذیر می‌باشد. در این بین ریزساختار مولکولی و خواص ویژه هر پلیمر می‌تواند دامنه کاربرد آن را نسبت به سایر پلیمرها افزایش داده و در صورت داشتن قیمت تمام شده مناسب، می تواند انتخاب بهینه طراحان باشد.

در حال حاضر پلیمرهای پلی‌اتیلن (PE) و پی‌وی‌سی (PVC) بیشترین حجم مواد اولیه پلیمری مصرفی در کاربردهای لوله آبرسانی و فاضلابی را دارا می‌باشند. از نظر مورفولوژی و ریزساختار مولکولی این دو ماده تفاوت‌های بسیاری با یکدیگر دارند. پلی‌اتیلن، پلیمری نیمه‌بلورین با دمای انتقال شیشه‌ای (T_g) حدود ۱۱۰°C- و دمای ذوب (T_m) حدود ۱۳۵ °C می‌باشد. وجود مناطق آمورف با دمای انتقال شیشه‌ای پایین پلی‌اتیلن باعث شده تا قابلیت های ویژه این ماده، وجه تمایز زیادی با سایر پلیمرهای معمول داشته باشد. مقاومت به ضربه در دماهای پایین، انعطاف‌پذیری، قابلیت تحمل کرنش نسبتاً زیاد و میرایی تنش مناسب از جمله خواص ویژه پلی‌اتیلن می‌باشد.

پی‌وی‌سی، پلیمری آمورف با دمای انتقال شیشه‌ای (T_g) حدود ۸۵°C+ می‌باشد. وجود اتم الکترونگاتیو کلر در شاخه جانبی زنجیره اصلی پی‌وی‌سی باعث شده تا مشخصات مکانیکی نسبتاً بالایی در قیاس با سایر پلیمرهای معمول داشته باشد. شاخص MRS (حداقل استحکام مورد نیاز) ۲۵ MPa و مدول الاستیک ۲۵۰۰ MPa از جمله خواص ویژه پی‌وی‌سی می‌باشد.

در بخش اول این مقاله ، ابتدا به بررسی اثر مدول الاستیسیته PE و PVC در لوله با کاربرد انتقال فاضلاب و در بخش بعدی به مقایسه این لوله‌ها در کاربرد آبرسانی و پارامترهای طراحی مربوط به آن پرداخته می‌شود .

اثر مدول الاستیسیته در لوله‌های فاضلابی

مهمترین رابطه‌ای که در طراحی لوله‌های انعطاف‌پذیر (مدفون در خاک) توسط طراحان مورد استفاده قرار می‌گیرد ، رابطه اسپنگلر یا رابطه ارتقا یافته آیوا (رابطه ۱) می‌باشد که در آن مقدار تغییر شکل عمودی قطر لوله بر حسب درصد محاسبه می‌شود که در استانداردهای طراحی و نصب، حداکثر مقدار آن تعریف و کنترل می‌شود (شکل‌های ۱ و ۲). در استاندارد AWWA M55:2006 این رابطه به شکل زیر آمده است:

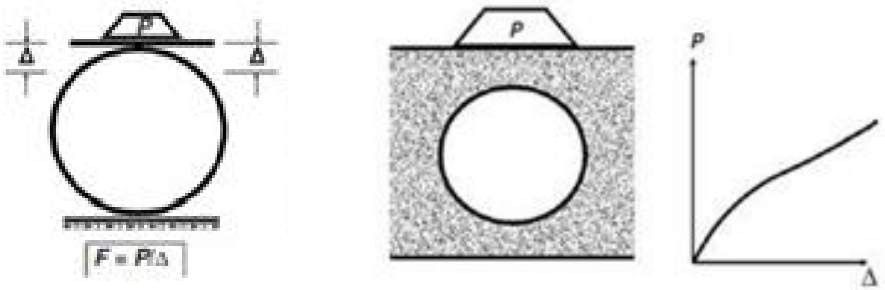
$$\%\frac{\Delta Y}{D_M} = \frac{K(T_L P_E + P_L + P_{ES})}{\frac{2E}{3(DR-1)^3} + 0.061E'}(100) \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

با ساده‌سازی این رابطه درصد تغییر شکل عمودی لوله بصورت زیر قابل بیان می‌باشد:

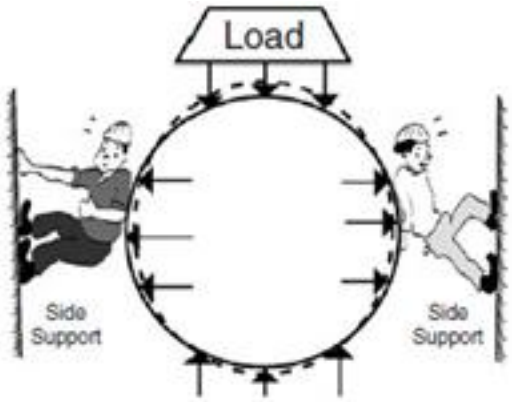
درصد تغییر شکل عمودی قطری لوله = $\frac{\text{بار خاک}}{\text{مدول خاک + مدول لوله}}$

معمولا" درصد مجاز تغییر شکل عمودی بسته به جنس لوله و نوع اتصالات متفاوت است.

برای بررسی دقیق مقدار تغییر شکل عمودی، مقدار آن در شرایط نصب یکسان برای لوله پلی‌اتیلن با SDR 26 (استاندارد EN 12666-1:2005 جدول۳) و لوله پی وی سی با SDR 26 (استاندارد EN1401-1:2009 جدول ۴) هر دو با نسبت ابعادی برابر، محاسبه گردیده است. در این محاسبه مقدار مدول الاستیسیته پلی‌اتیلن ۸۰۰ و پی‌وی‌سی ۲۵۰۰ مگاپاسگال در نظر گرفته شده است . همچنین با توجه به اینکه برای نصب لوله‌های پلیمری مطابق با استاندارد EN 1046 حداقل تراکم متوسط و خوب توصیه شده و استفاده از خاک بدون تراکم بعلت عدم کنترل تغییرشکل، مجاز نیست بنابراین نوع خاک انتخاب شده مطابق با ستون سوم جدول۷-۵ استاندارد AWWA M55 برای سه نوع خاک با تراکم متوسط ۸۵ الی ۹۵ درصد با مدول E′ برابر با ۴۰۰ ، ۱۰۰۰ و $lb/inch^2$ ۲۰۰۰ تحت عنوان گزینه ۱ ، ۲ و ۳ در جدول ۱ زیر مشخص گردیده است.



شکل ۱ – کارایی سامانه لوله و خاک کنار هم



شکل ۲ - سهم خاک اطراف در کارایی یک لوله انعطاف‌پذیر

جدول ۱ – محاسبه تغییر شکل عمودی لوله های PE و PVC براساس AWWA M55

پارامتر	شرح پارامتر	فرمول	واحد	مقدار گزینه ۱	مقدار گزینه ۲	مقدار گزینه ۳
k	ثابت بستر			۰,۱	۰,۱	۰,۱
T_L	فاکتور زمان			۱,۵	۱,۵	۱,۵
γ	وزن مخصوص خاک اشباع		نیوتون بر متر مکعب	۲۱۰۰۰.	۲۱۰۰۰.	۲۱۰۰۰.
H	ارتفاع خاک تا روی تاج لوله		متر	۱,۲	۱,۲	۱,۲
P_E	فشار خاک(بار مرده)	$P_E=\gamma*H$	پاسکال	۲۵۲۰۰.	۲۵۲۰۰.	۲۵۲۰۰.
W_L	وزن زیر یک چرخ		نیوتون	۸۰۰۰۰.	۸۰۰۰۰.	۸۰۰۰۰.
a	طول بارگذاری زیر چرخ		متر	۰,۵	۰,۵	۰,۵
b	عرض بارگذاری زیر چرخ		متر	۰.۲۵	۰.۲۵	۰.۲۵
I_F	ضریب ضربه از جدول ۱-۵صفحه ۵۲ نشریه M۵۵به دست می آید			۱,۳	۱,۳	۱,۳
P_L	فشار بار زنده	$P_L=\frac{I_F*WL}{(a+H)*(b+H)}$	پاسکال	۴۲۱۹۱	۴۲۱۹۱	۴۲۱۹۱
P_{ES}	فشار سربار		پاسکال	۰.	۰.	۰.
E	مدول الاستیسیته لوله پلی اتیلن		پاسکال	۸۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۸۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۸۰۰,۰۰۰,۰۰۰
E	مدول الاستیسیته لوله پی وی سی		پاسکال	۲,۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۲,۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۲,۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰
DR	رده SDR مناسب لوله پلی اتیلن مطابق با SN۴ بر اساس جدول ۳ استاندارد EN ۱۲۶۶۶			۲۶.	۲۶.	۲۶.
DR	رده SDR مناسب لوله PVC مطابق با SN۴ بر اساس جدول ۴ استاندارد EN ۱۴۰۱			۲۶.	۲۶.	۲۶.
E'	مدول الاستیسیته خاک از جدول صفحه ۵۹ نشریه M۵۵به دست می آید.		پاسکال	۲,۷۵۶,۰۰۰	۶,۸۹۰,۰۰۰	۱۳,۷۸۰,۰۰۰
$\Delta y/DM$	نسبت دو پهنی براساس فرمول آیوا اصلاح شده برای لوله های پلی اتیلن	$\frac{\Delta y}{D_M}=\frac{k(Tl.PE+PL+PES)}{\frac{2E}{3(DR-1)3}+0.06E'}$	درصد تغییر شکل	۴.۰۱	۱.۷۹	۰.۹۳
$\Delta y/DM$	نسبت دو پهنی براساس فرمول آیوا اصلاح شده برای لوله های پی وی سی	$\frac{\Delta y}{D_M}=\frac{k(Tl.PE+PL+PES)}{\frac{2E}{3(DR-1)3}+0.06E'}$	درصد تغییر شکل	۲.۹۴	۱.۵۴	۰.۸۶
	بررسی مخرج کسر نسبت مدول خاک به مدول لوله در پلی اتیلن			۴.۸۴	۱۲.۱۱	۲۴.۲۲
	بررسی مخرج کسر نسبت مدول خاک به مدول لوله در پی وی سی			۱.۵۵	۳.۸۸	۷.۷۵
گزینه ۱ خاک با تراکم متوسط ۸۵ تا ۹۵ درصد با مدول الاستیسیته ۲۷۵۶۰۰۰پاسکال-گزینه ۲ خاک با تراکم متوسط ۸۵ تا ۹۵ درصد با مدول الاستیسیته ۶۸۹۰۰۰۰ پاسکال و گزینه ۳ خاک با تراکم متوسط ۸۵ تا ۹۵ درصد با مدول الاستیسیته ۱۳۷۸۰۰۰۰پاسکال						
تمامی واحدها بر اساس سیستم متریک انتخاب شده اند.						

در صورتیکه رده SDR دو نوع لوله یکسان فرض شود و تنها مدول لوله متفاوت باشد ، مقدار تغییر شکل عمودی در لوله‌های پی‌وی‌سی کمی کمتر از لوله‌های پلی‌اتیلنی می‌باشد و مقدار آن در خاک گزینه ۱، برابر با ۲/۹۴ درصد در برابر ۴/۰۱ درصد ، در خاک گزینه ۲ برابر با ۱/۵۴ درصد در برابر با ۱/۷۹ درصد و در خاک گزینه ۳ برابر با ۰/۸۶ در برابر ۰/۹۳ می‌باشد.

با مقایسه مقادیر فوق‌الذکر مطابق آنچه مورد انتظار است در زمان نصب، مدول لوله بر کاهش مقدار تغییر شکل عمودی لوله تاثیرگذار است. از طرفی با توجه به ارتباط مستقیم مدول با پارامتر سفتی حلقه‌ای لوله، لوله PVC با SDR26 نسبت به لوله PE با SDR26 ، دارای دو رده سفتی حلقه‌ای بالاتر (SN16 در برابر SN4) بوده و بالطبع در شرایط نصب یکسان، مقدار تغییر شکل کمتری خواهد داشت. اما در اینجا چندین نکته حائز اهمیت است که براساس آن نباید شاخص مدول به تنهایی معیار انتخاب جنس ماده قرار گیرد:

۱. در کاربردهای فاضلابی معیار اصلی طراحی، شاخص رده سفتی حلقه‌ای (SN) بوده و در یک رده سفتی یکسان هر دو نوع لوله PE و PVC در شرایط نصب مشابه، مقدار تغییر شکل عمودی برابر خواهند داشت. اما همان طور که در ادامه توضیح داده می‌شود مطابق استاندارد لوله‌های PE قابلیت تحمل تغییر شکل عمودی بالاتری نسبت به لوله‌های PVC دارند .

۲. در مورد رفتار لوله‌های پلیمری از لحاظ تغییر شکل عمودی بعد از نصب و در طول لوله ، منحنی زیر در شکل C.1 استاندارد ENV-1406:2001 نشان داده شده است (شکل ۳).

راهنمای شکل:

۱: تغییر شکل عمودی لوله – Pipe Deflection

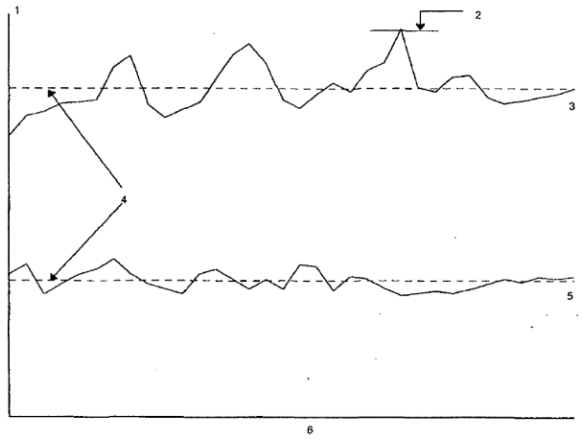
۲: حداکثر تغییر شکل عمودی بعد از نصب

۳: نصب لوله با تراکم متوسط خاک (کیفیت نصب معمولی)

۴:متوسط تغییر شکل عمودی بعد از نصب

۵: نصب لوله با تراکم عالی خاک (کیفیت نصب ممتاز)

۶: طول خط لوله



شکل ۳ - رفتار لوله‌های پلیمری از لحاظ تغییر شکل عمودی بعد از نصب و در طول لوله

همانطور که در شکل ۳ قابل ملاحظه است ، کیفیت نصب بهتر باعث کاهش تغییر شکل عمودی لوله می‌گردد از طرفی با کاهش تراکم خاک دور لوله مقایسه خط چین ۳ در مقایسه با خطچین ۵ ، کنترل‌پذیری تغییر شکل طولی سخت‌تر شده و دارای تغییرات بیشتری در حالت تراکم متوسط خاک است لذا استفاده از خاک بدون تراکم به هیچ وجه در مورد نصب لوله‌های پلیمری توصیه نمی‌شود.

همچنین مقدار متوسط مجاز تغییر شکل عمودی لوله‌های پلیمری مطابق با جدول ۱ استاندارد CEN/TR 1046:2013 بعد از نصب (بخش خطچین شماره ۴ نمودار شکل ۳) برای هر دو نوع لوله PE و PVC حداکثر ۸ درصد می‌باشد اما به صورت موضعی تغییر شکل اولیه بعد از نصب (بخش شماره ۲ نمودار شکل ۳) برای لوله های PVC تا حداکثر ۱۰ درصد و برای PE تا حداکثر ۱۲ درصد قابل قبول می‌باشد که نشان‌دهنده توانایی بیشتر لوله‌های PE در تحمل تغییر شکل عمودی است.

۳. علی‌رغم بالاتر بودن مدول PVC اما مطابق با استاندارد CEN-TS-15223:2015 توانایی لوله‌های PE در تحمل کرنش (Strainability) دو برابر لوله‌های PVC می‌باشد (جدول ۲).

۴.

جدول ۲ – قابلیت تحمل کرنش لوله‌های فاضلابی

مواد اولیه لوله	مقدار تحمل کرنش ε (%)
PVC-U	۲/۵
PE	۵
PP	۵

در واقع لوله‌های PE تا ۵ درصد میزان کرنش هیچ تاثیرپذیری از لحاظ مقاومت فیزیکی و مکانیکی نداشته و یکپارچگی دیواره لوله حفظ خواهد شد. باید توجه نمود که مقدار پایین تحمل کرنش (فقط ٪ ۲/۵) لوله‌های PVC می‌تواند در اثر وقوع خطاهای احتمالی نصب، سامانه لوله را با مخاطره مواجه سازد.

اثر مدول الاستیسیته در لوله‌های آبرسانی

در کاربردهای سیستم‌های تحت فشار ، طراحان ابتدا با توجه به اختلاف حداقل و حداکثری ارتفاع مسیر در خط لوله ، افت فشار داخل مسیر شامل: لوله، اتصالات و شیرآلات ، مقدار فشار مورد نظر جهت سیستم لوله‌کشی را انتخاب می نمایند، سپس با محاسبه تغییر شکل عمودی لوله‌ها نسبت به انتخاب نهایی آن اظهار نظر می‌نمایند . در این مقاله اثر مدول الاستیسیته در لوله‌های آبرسانی از منظر پارامترهای تغییر شکل عمودی قطری لوله، میرایی تنش، فشار سرج و خستگی بررسی شده است.

تغییر شکل عمودی لوله (Deflection)

در بخش ابتدایی به مقایسه تغییر شکل عمودی دو جنس لوله در یک سایز پرمصرف مانند ۱۶۰ میلیمتر و رده فشاری ۱۰ بار پرداخته می شود .(مطابق با استاندارد های مذکور برای لوله های PE100 ، ضریب C برابر با ۱/۲۵ و برای لوله های PVC ضریب C برابر با ۲/۵ در نظر گرفته شده است).

در این محاسبه مدول لوله‌های پلی‌اتیلن PE100 مطابق با استاندارد TS/CEN 15223:2015 برابر با ۱۱۰۰ مگاپاسکال و برای لوله های PVC 250 برابر ۳۲۰۰ مگاپاسکال در نظر گرفته شده است .

جدول ۳- محاسبه تغییر شکل عمودی لوله‌های آبرسانی PE و PVC با رده فشاری یکسان

پارامتر	شرح پارامتر	فرمول	واحد	مقدار گزینه ۱	مقدار گزینه ۲	مقدار گزینه ۳
k	ثابت بستر			۰,۱	۰,۱	۰,۱
T_L	فاکتور زمان			۱,۵	۱,۵	۱,۵
γ	وزن مخصوص خاک اشباع		نیوتون بر متر مکعب	۲۱۰۰۰.	۲۱۰۰۰.	۲۱۰۰۰.
H	ارتفاع خاک تا روی تاج لوله		متر	۱,۲	۱,۲	۱,۲
P_E	فشار خاک(بار مرده)	$P_E=\gamma*H$	پاسکال	۲۵۲۰۰.	۲۵۲۰۰.	۲۵۲۰۰.
W_L	وزن زیر یک چرخ		نیوتون	۸۰۰۰۰.	۸۰۰۰۰.	۸۰۰۰۰.
a	طول بارگذاری زیر چرخ		متر	۰.۵	۰.۵	۰.۵
b	عرض بارگذاری زیر چرخ		متر	۰.۲۵	۰.۲۵	۰.۲۵
I_F	ضریب ضربه از جدول ۱-۵صفحه ۵۲ نشریه M۵۵به دست می آید			۱,۳	۱,۳	۱,۳
P_L	فشار بار زنده	$P_L=\frac{I_F*WL}{(a+H)*(b+H)}$	پاسکال	۴۲۱۹۱	۴۲۱۹۱	۴۲۱۹۱
P_{ES}	فشار سربار		پاسکال	۰.	۰.	۰.
E	مدول الاستیسیته لوله پلی اتیلن		پاسکال	۱,۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱,۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱,۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰
E	مدول الاستیسیته لوله پی وی سی		پاسکال	۳,۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۳,۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۳,۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰
DR	رده SDR مناسب لوله PE۱۰۰ مطابق با ۱۰ PN بر اساس جدول ۲ استاندارد EN ۱۴۵۲-۲			۱۷.	۱۷.	۱۷.
DR	رده SDR مناسب لوله PVC مطابق با ۱۰ PN بر اساس جدول ۲ استاندارد EN ۱۲۲۰۱-۲			۲۱.	۲۱.	۲۱.
E'	مدول الاستیسیته خاک از جدول صفحه ۵۹ نشریه M۵۵به دست می آید.		پاسکال	۲,۷۵۶,۰۰۰	۶,۸۹۰,۰۰۰	۱۳,۷۸۰,۰۰۰
Δy/DM	نسبت دو پهنی براساس فرمول آیوا اصلاح شده برای لوله های پلی اتیلن	$\frac{\Delta y}{D_M}=\frac{k(Tl.PE+PL+PES)}{\frac{2E}{3(DR-1)3}+0.06E'}$	درصد تغییر شکل	۲.۳۲	۱.۳۵	۰.۸۰
Δy/DM	نسبت دو پهنی براساس فرمول آیوا اصلاح شده برای لوله های پی وی سی	$\frac{\Delta y}{D_M}=\frac{k(Tl.PE+PL+PES)}{\frac{2E}{3(DR-1)3}+0.06E'}$	درصد تغییر شکل	۱.۸۵	۱.۱۸	۰.۷۳

گزینه ۱ خاک با تراکم متوسط ۸۵ تا ۹۵ درصد با مدول الاستیسیته ۲۷۵۶۰۰۰پاسکال-گزینه ۲ خاک با تراکم متوسط ۸۵ تا ۹۵ درصد با مدول الاستیسیته ۶۸۹۰۰۰۰ پاسکال و گزینه ۳ خاک با تراکم متوسط ۸۵ تا ۹۵ درصد با مدول الاستیسیته ۱۳۷۸۰۰۰۰پاسکال

تمامی واحدها بر اساس سیستم متریک انتخاب شده اند.

همانطور که دیده می شود در رده فشاری یکسان ، مقدار تغییر شکل عمودی در لوله های پی وی سی کمی کمتر از لوله های پلی‌اتیلنی می‌باشد و مقدار آن در خاک گزینه ۱، برابر با ۱/۸۵ درصد در برابر ۲/۳۲ درصد برای لوله‌های پلی‌اتیلن، در خاک گزینه ۲ برابر با ۱/۱۸ درصد در برابر با ۱/۳۵درصد برای لوله های پلی اتیلن و در خاک گزینه ۳ برابر با ۰/۷۳ در برابر ۰/۸۰ برای لوله‌های پلی‌اتیلنی می‌باشد.

چنانچه قبلا هم ذکر گردید ، لوله‌های پلی‌اتیلن حداقل ۲ درصد توانایی بهتر در تحمل تغییر شکل عمودی و دو برابر تحمل بهتر کرنش را در مقابل لوله‌های پی‌وی‌سی دارا می‌باشند و عملاً این تفاوت در مقدار تغییر شکل عمودی هیچ نوع برتری برای لوله‌های پی‌وی‌سی محسوب نمی‌شود .

میرایی تنش (Stress Relaxation)

میرایی تنش (Stress Relaxation) یکی از ویژگی‌های منحصر به فرد پلیمرها بوده که به دلیل ساختار مولکولی ویژه پلی‌اتیلن، این خصلت وجه تمایزی قابل ملاحظه با سایر پلیمرهای معمول ایجاد نموده است . وقتی پلی‌اتیلن تحت کرنش ثابتی (تغییر شکل به یک اندازه مشخص) قرار می‌گیرد مقدار نیرو یا تنش ایجادکننده این تغییر شکل ، در طول زمان نسبتاً کوتاهی، کاهش می‌یابد این افت تنش در یک کرنش ثابت را "میرایی تنش" می‌نامند. این میرایی تنش در پاسخ به بار، اهمیت بسزایی در طراحی سیستم‌های لوله‌کشی دارد. یکی از کاربردهای این خاصیت ، تحمل فشار ناشی از ضربه قوچ یا فشار سرج محاسبه نشده در سیستم لوله‌کشی می‌باشد.

فشار سرج (Surge Pressure)

به منظور تشریح فشار سرج یا ضربه قوچ ابتدا به تعریف دو نوع از این امواج فشاری پرداخته می‌شود :

الف : فشار سرج اتفاقی (Occasional Surge Pressure)

این نوع امواج فشاری بر اساس اتفاقات پیش‌بینی نشده در خطوط لوله مانند قطع و وصل برق سیستم پمپاژ ، از کار افتادن پمپ ، خرابی شیرآلات کنترل فشار و سایر مواردی که بطور غیر مترقبه در سیستم اتفاق می‌افتد .

ب: فشار سرج تکرار شونده (Recurring Surge Pressure)

این امواج فشاری بصورت دائمی و پیوسته در اثر عملکرد معمول سیستم در خطوط لوله اتفاق می افتد مانند قطع و وصل سیستم پمپاژ ، باز و بسته شدن شیرآلات که همگی مربوط به عملکرد معمول سیستم و با تناوبی معمولاً کمتر از یکبار در روز اتفاق می افتد .

لوله‌های پلی اتیلنی برای مصرف در انتقال آب تحت فشار می توانند تا ۱/۵ برابر فشار اسمی را در حالت فشار سرج تکرار شونده و تا ۲ برابر فشار اسمی را در حالت فشار سرج اتفاقی را تحمل نمایند.

جدول ۴- درصد امکان افزایش فشار سیال داخل لوله پلی‌اتیلن نسبت به فشار اسمی در کوتاه مدت

نوع فشار سرج	درصد امکان افزایش فشار سیال داخل لوله نسبت به فشار اسمی در کوتاه مدت
فشار سرج تکرار شونده P_{RS}	۵۰٪
فشار سرج اتفاقی P_{OS}	۱۰۰٪

مرجع : استاندارد AWWA C906-07

همین وضعیت در مورد لوله های PVC به این ترتیب می‌باشد که لوله‌های PVC در مصرف انتقال آب تحت فشار در حالت فشار سرج تکرار شونده نمی‌توانند هیچ فشاری اضافه بر فشار اسمی را تحمل نماید و همین لوله‌ها در حالت فشار سرج اتفاقی می‌تواند حداکثر ۶۰ درصد فشار اسمی را تحمل کنند .

جدول ۵- درصد امکان افزایش فشار سیال داخل لوله پی‌وی‌سی نسبت به فشار اسمی در کوتاه مدت

نوع فشار سرج	درصد امکان افزایش فشار سیال داخل لوله نسبت به فشار اسمی در کوتاه مدت
فشار سرج تکرار شونده P_{RS}	۰٪
فشار سرج اتفاقی P_{OS}	۶۰٪

مرجع : استاندارد AWWA C900/C905-07 قسمت II.A.1 و Annex B

برای محاسبه لوله مناسب برای خطوط تحت فشار می بایست علاوه بر محاسبه فشار مورد نیاز لوله ، فشار ناشی از ضربه قوچ نیز محاسبه و به فشار قبلی اضافه گردد تا طراحی لوله از منظر هیدرولیکی صحیح باشد . همچنین لوله ها می بایست در مدت زمان عملکرد، از منظر خستگی (Fatigue Design) بررسی شده که در اثر وجود سیکل قطع و وصل فشاری در خطوط لوله ، دارای کاهش طول عمر قابل توجهی نگردند .

جهت روشن شده این موضوع ابتدا به چگونگی محاسبه فشار سرج پرداخته می شود . پدیده ضربه قوچ یا سرج (Surge) یک پدیده ایجاد شده در حد چند ثانیه و بسیار کوتاه مدت می باشد به این معنی که در بازه زمانی بسیار کوتاه، فشار سیال و بالطبع مقدار سرعت آن داخل لوله تغییر یافته که باعث ایجاد موجی ضربه‌ای در لوله می‌گردد. سرعت این موج فشاری، وابستگی بسیاری به مدول الاستیسیته مواد لوله دارد همانطور که در رابطه ذیل بیان گردیده است :

$$\alpha = \frac{4460}{\sqrt{1+\frac{K_{bulk}\cdot(SDR-2)}{E_d}}} \qquad \text{(رابطه ۲)}$$

که در آن α: سرعت موج فشاری (فوت بر ثانیه) ، K_{bulk}: مدول بالک مایع (PSI) برای مثال 300,000 برای آب در دمای ۲۳ درجه سانتیگراد ، E_d : مدول الاستیسیته مواد لوله (PSI)

همچنین برای محاسبه فشار سرج بر حسب PSI از رابطه زیر استفاده می‌گردد :

$$P_S = \alpha \cdot \frac{\Delta V}{2.31\cdot g} \qquad \text{(رابطه ۳)}$$

که در آن α: سرعت موج فشاری (فوت بر ثانیه) ، ΔV : تغییر در سرعت جریان (فوت بر ثانیه) و g شتاب جاذبه (فوت بر مجذور ثانیه) می باشد .

با در نظر گرفتن مدول الاستیسیته ۱۱۰۰ مگاپاسکال- ۱۵۹۵۴۲ psi برای لوله PE100 و ۳۲۰۰- ۴۶۴۱۲۱ psi برای لوله PVC250 مطابق با جدول ۶ استاندارد CEN-TS-15223:2015 برای SDR های مختلف لوله ، مقدار فشار سرج مطابق جداول ۶، ۷ و ۸ ذیل محاسبه می‌شود :

جدول ۶- مقادیر فشار سرج برای SDRهای مختلف لوله‌های پلی‌اتیلن و پی‌وی‌سی در تغییر سرعت 1.5 m/s

PE-100			PVC-250			ΔV=1.5 m/s
سرعت موج α	فشار سرج Ps	فشار سرج Ps	سرعت موج α	فشار سرج Ps	فشار سرج Ps	نسبت ابعادی استاندارد SDR
FPS	PSI	Bar	FPS	PSI	Bar	
605	40.29	2.8	1016	67.64	4.7	33
686	45.68	3.1	1147	76.35	5.3	26
769	51.19	3.5	1279	85.13	5.9	21
862	57.41	4.0	1425	94.86	6.5	17
976	64.96	4.5	1599	106.43	7.3	13.6
1,101	73.28	5.0	1785	118.82	8.2	11
1,238	82.44	5.7	1983	131.99	9.1	9
1,395	92.89	6.4	2199	146.41	10.1	7.4

جدول ۷- مقادیر فشار سرج برای SDRهای مختلف لوله‌های پلی‌اتیلن و پی‌وی‌سی در تغییر سرعت 1.0 m/s

PE-100			PVC-250			ΔV=1.0 m/s
سرعت موج α	فشار سرج Ps	فشار سرج Ps	سرعت موج α	فشار سرج Ps	فشار سرج Ps	نسبت ابعادی استاندارد SDR
FPS	PSI	Bar	FPS	PSI	Bar	
605	26.86	1.9	1016	45.09	3.1	33
686	30.45	2.1	1147	50.90	3.5	26
769	34.13	2.4	1279	56.75	3.9	21
862	38.27	2.6	1425	63.24	4.4	17
976	43.30	3.0	1599	70.95	4.9	13.6
1,101	48.85	3.4	1785	79.21	5.5	11
1,238	54.96	3.8	1983	87.99	6.1	9
1,395	61.93	4.3	2199	97.60	6.7	7.4

جدول ۸- مقادیر فشار سرج برای SDRهای مختلف لوله‌های پلی‌اتیلن و پی‌وی‌سی در تغییر سرعت 0.5 m/s

PE-100			PVC-250			ΔV=0.5 m/s
سرعت موج α	فشار سرج Ps	فشار سرج Ps	سرعت موج α	فشار سرج Ps	فشار سرج Ps	نسبت ابعادی استاندارد SDR
FPS	PSI	Bar	FPS	PSI	Bar	
605	13.43	0.9	1016	22.55	1.6	33
686	15.23	1.0	1147	25.45	1.8	26
769	17.06	1.2	1279	28.38	2.0	21
862	19.14	1.3	1425	31.62	2.2	17
976	21.65	1.5	1599	35.47	2.4	13.6
1,101	24.43	1.7	1785	39.61	2.7	11
1,238	27.48	1.9	1983	44.00	3.0	9
1,395	30.96	2.1	2199	48.80	3.4	7.4

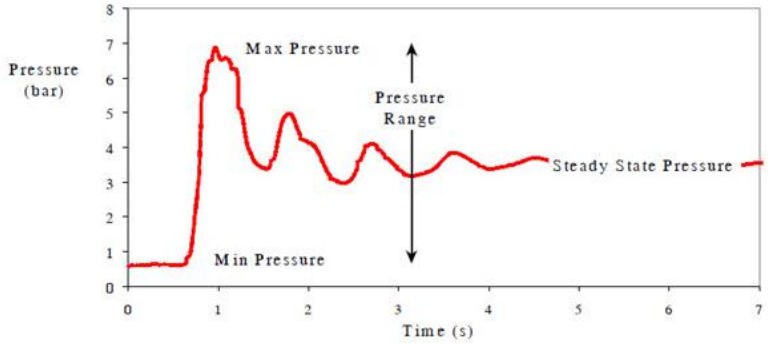
به منظور درک بهتر مقادیر محاسبه شده جهت استفاده در طراحی خطوط یک مثال ارائه می‌شود. با توجه به اینکه سرعت 1.5 m/s در طراحی‌های خطوط انتقال یک مقدار متوسط و رایج مورد استفاده طراحان می‌باشد براین اساس مقادیر جدول ۶ ، برای یک لوله با اندازه اسمی ۱۶۰mm و SDR17 برای استفاده در یک خط انتقال با فشار کاری ۱۰ bar را بررسی می‌کنیم. همان طور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود برای لوله پلی‌اتیلن PE100 با SDR17 (PN10) مقدار فشار سرج برابر ۴bar محاسبه شده است با توجه به اینکه لوله‌های پلی‌اتیلن مطابق جدول ۴ تا ۵۰٪ فشار اسمی قابلیت تحمل فشار سرج تکرارشونده را دارند لذا لوله مذکور از لحاظ فشار سرج با شرایط مندرج در جدول ۶ برای استفاده در خط لوله با فشار کاری ۱۰ bar مناسب می باشد (1.5*10=15bar > 10+4=14 bar).

اما برای لوله PVC-250 با SDR17 (PN16) مقدار فشار سرج در جدول ۶ برابر 6.5 bar محاسبه شده است با توجه به اینکه لوله‌های پی‌وی‌سی مطابق جدول ۵ قابلیت تحمل فشار سرج تکرارشونده را ندارند لذا باید فشار سرج محاسبه شده از رده فشاری لوله کاسته شود (16-6.5=9.5 bar)، براین اساس علی رغم اینکه رده فشاری لوله پی‌وی‌سی مذکور ۱۶ bar می‌باشد اما برای استفاده در شرایط خط انتقال درخواست شده مذکور از لحاظ فشار سرج مناسب نیست (16-6.5bar=9.5bar < 10 bar).

شایان ذکر است مطابق رابطه ۲ هرچقدر مدول الاستیسیته کمتر باشد ، مقدار فشار ایجاد شده ناشی از ضربه قوچ کمتر خواهد بود. لذا پلیمرها در مقایسه با فلزات از این منظر دارای برتری نسبی می‌باشند. همچنین در میان لوله‌های پلیمری ، پلی‌اتیلن به دلیل ساختار مولکولی خاص و مدول الاستیک کمتر، نسبت به لوله‌های دیگر نظیر GRP و PVC برتری محسوسی دارد.

خستگی (Fatigue)

خستگی اغلب در اثر تکرار شدن تغییرات فشار حول یک مقدار متوسط ایجاد می‌شود. عواملی همچون تعداد سیکل‌های تغییر فشار، بازه فشاری و مقدار متوسط فشار بر پدیده خستگی تاثیرگذار هستند (شکل ۴) بنابراین طراح قبل از انتخاب رده فشاری مناسب برای لوله، باید از مقادیر ماکزیمم و مینیمم فشار حاصل از وقوع سرج‌های سیستم و تعداد آنها آگاه باشد.

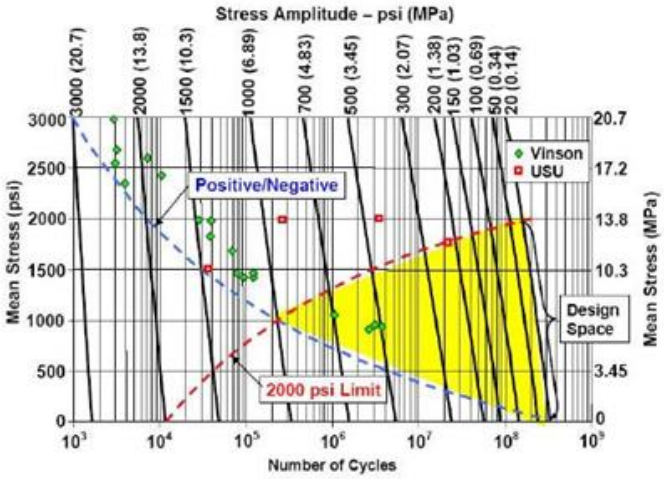


شکل ۴ – مثالی از نمودار تغییر فشار حاصل از بسته شدن ناگهانی شیر در یک لوله پلی‌اتیلن SDR11

تکرار روزانه یک سیکل فشاری که اغلب در سیستم‌های توزیع رخ می‌دهد مشکلی ایجاد نمی‌کند اما در برخی شرایط یک فشار سرج کوتاه مدت که در بازه‌های زمانی بلندمدت تکرار می‌شود می‌تواند باعث ضعیف شدن لوله در اثر پدیده خستگی گردد. اغلب پدیده‌های سرج و خستگی همراه با هم مطرح می‌شوند. هرچند که منشأ پیدایش این دو پدیده یکسان است (بستن سریع شیرآلات، خاموش شدن پمپ و ...) اما باید به صورت جداگانه بررسی شوند چرا که اثرات متفاوتی بر لوله دارند. پدیده سرج یک فشار مازاد بر فشار استاتیکی سیستم در یک بازه زمانی خیلی کوتاه ایجاد می‌کند اما خستگی مربوط به تکرار این تغییرات فشار در درازمدت است.

بطور کلی لوله‌های پلی‌اتیلن (نسل جدید مواد PE100) و همچنین اتصالات جوشی (لب به لب و الکتروفیوژن) این لوله‌ها، کمتر تحت تاثیر پدیده خستگی قرار می‌گیرند. معمولاً در سرعت‌های زیاد سیال، اثر خستگی در طراحی این لوله‌ها باید بیشتر مد نظر قرار گیرد.

در صورتی که رده فشاری مناسب جهت لوله‌های پی‌وی‌سی طراحی و انتخاب نشود این لوله‌ها در برابر خستگی آسیب‌پذیر خواهند بود. پدیده خستگی لوله‌های پی‌وی‌سی براساس استانداردهای AWWA C900 و AWWA C905 مطابق نمودار شکل ۵ بررسی می‌شود.



شکل ۵ – پنجره طراحی پدیه خستگی لوله‌های PVC براساس AWWA C900 و AWWA C905

جدول ۹ مقایسه‌ای از رده فشاری مورد نیاز براساس طراحی خستگی لوله‌های پلی‌اتیلن و پی‌وی‌سی برای فشار کاری ۱۲۵psi و عمر ۵۰ سال را ارائه می‌کند.

جدول ۹- رده فشاری مورد نیاز براساس طراحی خستگی لوله‌های پلی‌اتیلن و پی‌وی‌سی برای فشار کاری ۱۲۵psi و عمر ۵۰ سال

Daily Surges	Approximate Surges per Hour	Required Pressure Class As a Function of Effective Flow Velocity (fps)											
		2		3		4		5		6		6.7	
		PVC	PE4710	PVC	PE4710	PVC	PE4710	PVC	PE4710	PVC	PE4710	PVC	PE4710
1	0.04	160	125	200	125	200	125	235[1]	125	235[1]	160	305[1]	160
10	0.4	160		200		200		235[1]		235[1]		305[1]	
40	2	160		200		235[1]		305[1]		-[2]		-[2]	
75	3	160		200		305[1]		-[2]		-[2]		-[2]	
150	6	160		305[1]		-[2]		-[2]		-[2]		-[2]	
250	10	200		-[2]		-[2]		-[2]		-[2]		-[2]	
300	13	200		-[2]		-[2]		-[2]		-[2]		-[2]	

Note: 1: This PC not specified in all pipe diameters in C900 or C905, 2: Beyond PC in C900 or C905, Data based on calculated values

مطابق آنچه که برای پدیده سرج شاهد بودیم در اینجا نیز مشاهده می‌شود که به منظور جبران اثرات ناشی از پدیده خستگی در سرعت‌های کمتر از 5ft/s(1.5m/s) مجبور به استفاده از لوله‌های پی‌وی‌سی بعضاً چندین رده بیشتر از فشار کاری واقعی خواهیم بود در حالی که در این مثال لوله‌های پلی‌اتیلن از اثرات پدیده خستگی تا سرعت فوق الذکر محفوظ می‌باشند . مطابق داده‌های جدول ۹ برای سرعت‌های بیشتر از 5ft/s برای لوله‌های پلی‌اتیلن و لوله‌های پی‌وی‌سی حداقل رده فشاری مورد نیاز

برای این مثال باید افزایش داده شود. اما این افزایش رده فشاری برای لوله‌های پی‌وی‌سی به دلایلی که قبلاً ذکر شد بیشتر خواهد بود.

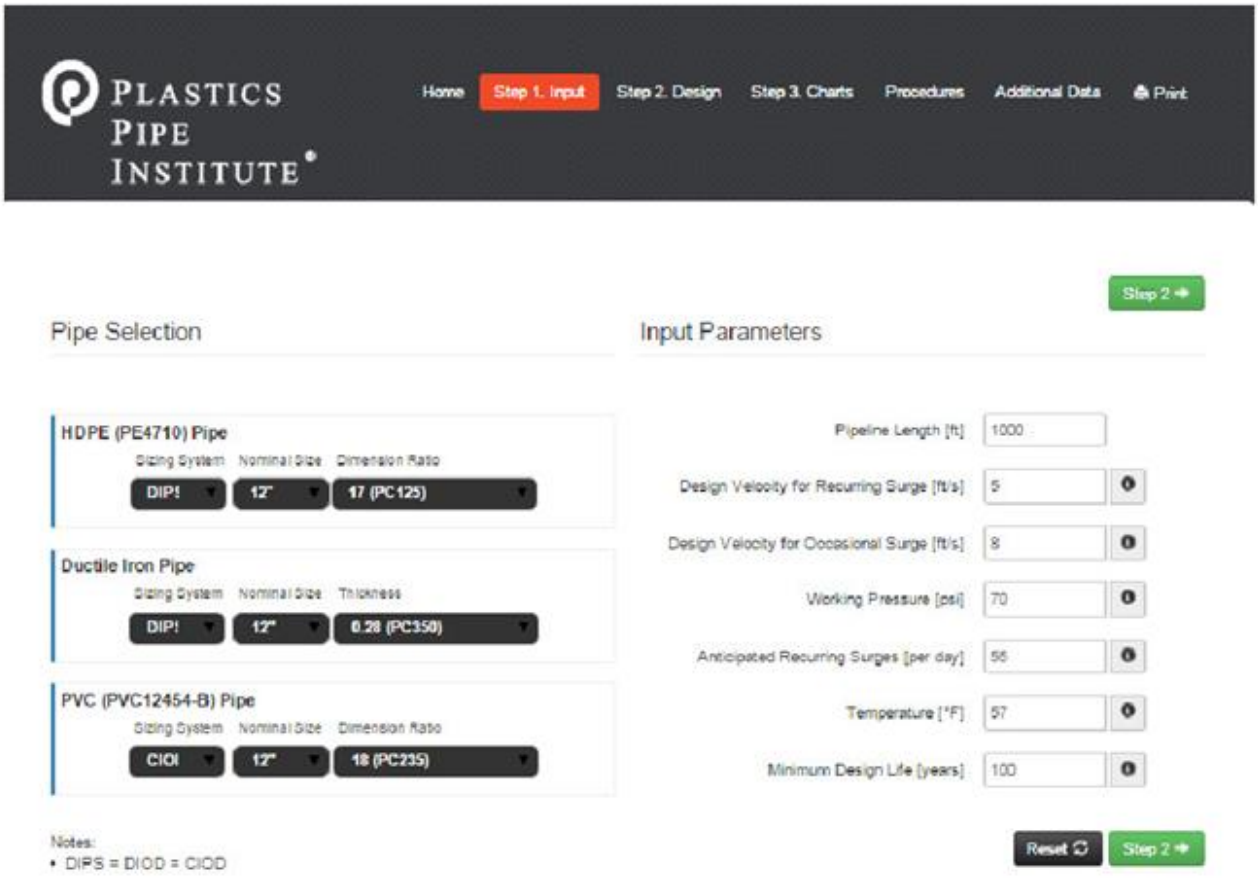
مثال طراحی با استفاده از نرم افزار

انجمن لوله‌های پلاستیکی آمریکا (PPI) به منظور کمک به طراحان و مشاوران پروژه‌ها، اقدام به طراحی ابزار نرم افزاری http://ppipace.com جهت ارزیابی جنس لوله‌ها برای کاربرد در شبکه و خطوط انتقال نموده است. ابزار مذکور محاسبات مربوط به فشار کاری، فشار سرج و خستگی را براساس استانداردهای AWWA ارائه می‌کند.

مثال طراحی: سه نوع لوله پلی‌اتیلن، پی‌وی‌سی و چدن داکتیل با رده ابعادی یکسان برای استفاده در خط انتقال با فشارکاری ۷۰ psi و طول عمر ۱۰۰ سال مطابق شرایط ذیل مقایسه شده است:

Pipe: 12” DIPS DR17 HDPE PE4710, 12” DIPS (CIOD) DR18 PVC and 12” DIPS PC350 DI
Operating pressure: 70 psi
Design velocity for recurring surge: 5 ft/s
Design velocity for occasional surge: 8 ft/s
Temperature: 57°F
Design life: 100-year
Anticipated recurring surges: 55 cycles/day or about 2 million cycles for a 100-year design life

Step 1: Input



برای فشار سرج تکرارشونده در نرم افزار قابلیت وارد نمودن سرعت های ۴ تا ۸ فوت بر ثانیه (1.2-2.4 m/s) را دارد که برای این مثال ۵ft/s (1.5m/s) لحاظ شد.

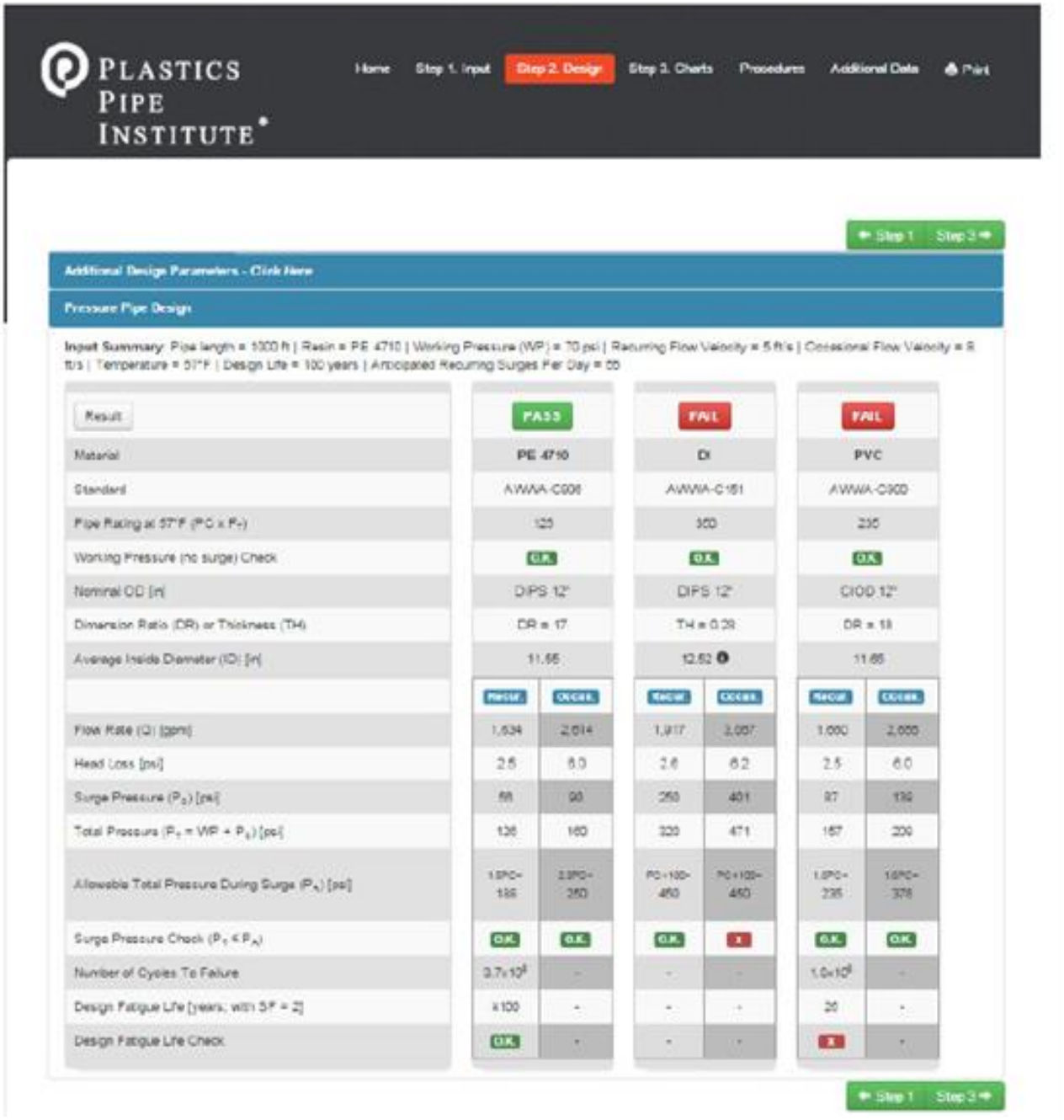
برای فشار سرج اتفاقی در نرم افزار قابلیت وارد نمودن سرعت های ۵ تا ۱۵ فوت بر ثانیه (1.5-4.5 m/s) را دارد که برای این مثال ۸ft/s (2.4m/s) لحاظ شد.

برای فشار کاری در نرم افزار قابلیت وارد نمودن حداقل مقدار 40 psi (2.75 bar) وجود دارد که در این مثال 70 psi (4.8 bar) که میانگین فشارهای کاری خطوط آمریکاست وارد شده است.

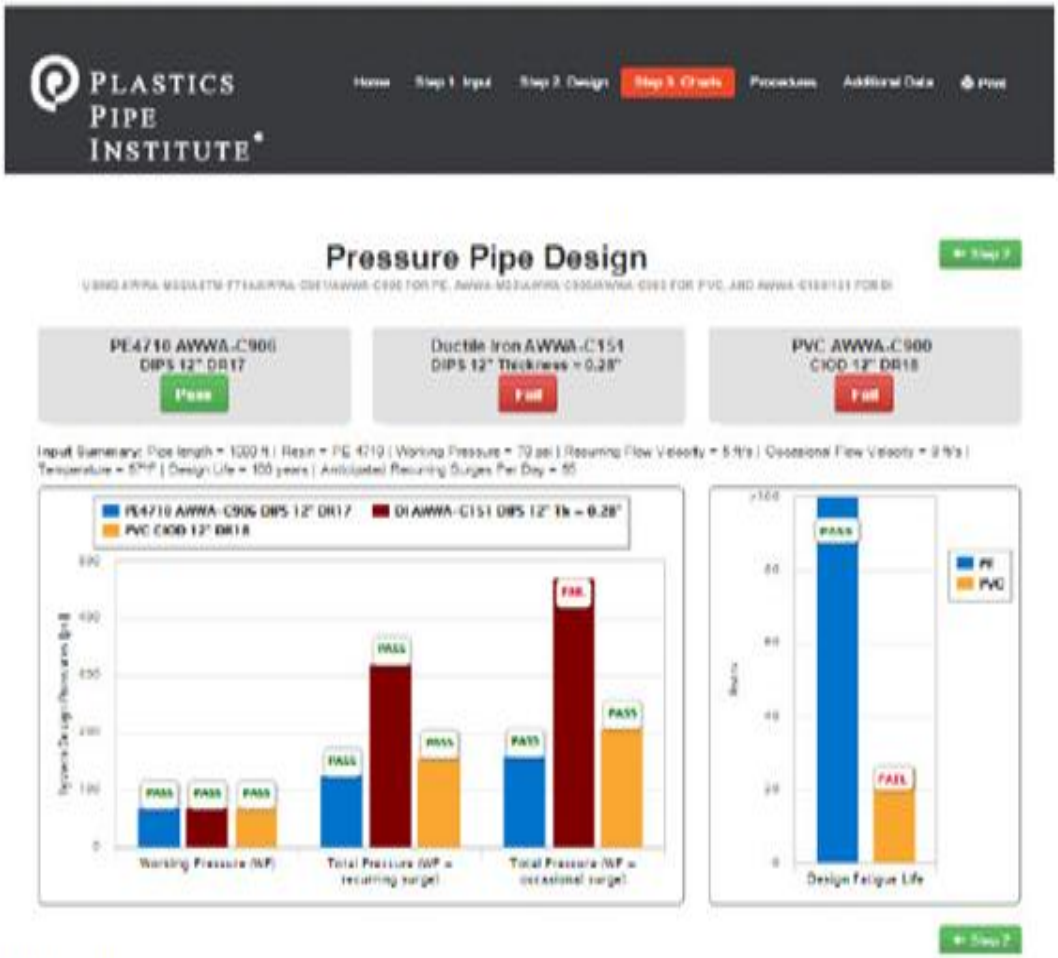
تعداد سیکل فشار سرج روزانه تعداد ۵۵ عدد در روز (تقریباً معادل ۱ میلیون سیکل برای ۵۰ سال عمر مفید و حدود ۲ میلیون سیکل برای ۱۰۰ سال عمر مفید) وارد شده است.

برای دما نرم افزار قابلیت وارد نمودن ۴۰ تا ۱۰۰ درجه فارنهایت (۵°C ۳۸) را داشته که دمای ۵۷ °F (۱۴ °C) وارد شده است.

Step 2: Design



Step 3: Charts



Printed report:

Calculated Results

Standard	AWWA-C906		AWWA-C151		AWWA-C900	
Resin	PE4710		DI		PVC12454-B	
Pipe Rating at 57°F	125		350		235	
Working Pressure (no surge) Check	OK		OK		OK	
Nominal OD [in]	DIPS 12		DIPS 12		CIOD 12	
Dimension Ratio / Thickness	17		0.28		18	
Average Inside Diameter [in]	11.55		12.52		11.65	
	Recur.	Occas.	Recur.	Occas.	Recur.	Occas.
Flow Rate [gpm]	1,634	2,614	1,917	3,067	1,660	2,655
Head Loss [psi]	2.5	6.0	2.6	6.2	2.5	6.0
Surge Pressure [psi]	56	90	250	401	87	139
Total Pressure [psi]	126	190	320	471	157	209
Allow. Total Press. (with surge) [psi]	188	250	450	450	235	376
Surge Pressure Check	OK	OK	OK	x	OK	OK
Number of Cycles To Failure	3.7×10^6		N/A		1.0×10^6	
Design Fatigue Life [years, SF = 2]	>100		N/A		26	
Design Fatigue Life Check	OK		N/A		x	

نتایج حاصله، نشان می دهد که برای این شرایط کاری، لوله چدن داکتیل از لحاظ فشار سرج و لوله پی‌وی‌سی از لحاظ خستگی برای دوره عمر تعریف شده قابل قبول نخواهند بود. لذا طراحان نباید صرفاً رده فشاری لوله‌ها را معیار انتخاب جنس قرار دهند.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

۱- در سیستم‌های فاضلابی ثقلی دفنی، اثر مدول الاستیسیته پلیمر بر کارایی لوله (پارامتر تغییر شکل عمودی قطری) نباید به تنهایی در نظر گرفته شود. به عنوان مثال علیرغم بالاتر بودن مدول الاستیسیته PVC، نسبت به PE ، اما حد مجاز تغییر شکل موضعی برای لوله PE (۱۲٪) بالاتر از PVC (۱۰٪) بوده و همچنین قابلیت تحمل کرنش لوله PE دو برابر PVC است. بر این اساس در نظر گرفتن شرایط نهایی لوله‌گذاری و احتمال وجود خطاهای احتمالی ناشی از عملیات نصب همراه با سایر موارد مذکور در انتخاب جنس لوله مؤثر خواهد بود.

۲- در سیستم‌های آبرسانی تحت فشار، هرچه مدول الاستیسیته لوله بالاتر باشد مقدار فشار ایجاد شده ناشی از ضربه قوچ افزایش می‌یابد و طراحی خطوط انتقال و شبکه باید با در نظر گرفتن قابلیت تحمل این نوع فشار صورت می‌پذیرد. به عنوان مثال لوله‌های پلی‌اتیلنی آبرسانی می‌توانند تا ۱/۵ برابر فشار اسمی را در حالت فشار سرج تکرار شونده و تا ۲ برابر فشار اسمی را در حالت فشار سرج اتفاقی را تحمل نمایند. همین وضعیت در مورد لوله‌های PVC به این ترتیب می‌باشد که لوله‌های PVC آبرسانی در حالت فشار سرج تکرار شونده نمی‌توانند هیچ فشاری اضافه بر فشار اسمی را تحمل نماید و همین لوله‌ها در حالت فشار سرج اتفاقی می‌توانند حداکثر ۶۰ درصد فشار اسمی را تحمل کنند .

۳- لوله‌های پلی‌اتیلن (نسل جدید مواد PE100) و همچنین اتصالات جوشی (لب به لب و الکتروفیوژن) آنها، به دلیل ساختار مولکولی خاص آن، کمتر تحت تاثیر پدیده خستگی قرار می‌گیرند.

۴- طراحان نباید صرفاً رده فشاری لوله‌ها را معیار انتخاب جنس قرار دهند بلکه باید تاثیر پارامترهای تغییر شکل عمودی، قابلیت میرایی تنش، فشار سرج و خستگی در طول عمر لوله‌ها را لحاظ کنند.

عملیات اجرای لوله‌های ترموپلاستیک به روش بدون ترانشه

محسن معصومی، دکتری مهندسی پلیمر، رئیس کمیته فنی متناظر ISIRI/TC 138

در سال‌های اخیر، بازسازی سامانه‌های خط لولـه از اهمیـت در حـال افـزایش برخـوردار بـوده و خواهـد بـود. سامانه‌های خط لوله لازم است به‌طور دایمـی خواسـته‌های فیزیکـی، شـیمیایی، بیوشـیمیایی و بیولـوژیکی را برآورده کنند. این خواسته‌ها بستگی به طرح‌ریزی، مواد، ساخت، نوع و دوره استفاده دارند.

هنگامی‌که سامانه خط لوله به بهره‌برداری می‌رسد، مدیریت مناسب سامانه باید به‌کار گرفتـه شـود. عـلاوه بـر بازرسی و تمیزکاری، بازسازی خط لوله ممکن است لازم باشد. بازسازی هنگامی انجام می‌شود که بازگردانـدن یا ارتقای عملکرد سامانه خط لوله نیاز باشد. بازسازی می‌تواند شامل تعمیر، نوسازی یا جایگزینی باشد.

اصول طراحی سامانه‌های لوله‌گذاری ترموپلاستیک مورد استفاده در نوسازی یا جایگزینی بدون ترانشه خطوط لوله موجود شامل مواردی نظیر خط لوله موجود و شرایط محل اجرا، وظایف خط لوله جدید، عملکرد سازه‌ای، عملکرد هیدرولیکی، جنبه‌های مربوط به نصب و تاثیر محل اجرا و سایر عوامل مؤثر بر انتخاب تکنیک نوسازی یا جایگزینی بدون ترانشه می‌شود.

در این مقاله تکنیک‌های مورد استفاده در نوسازی و جایگزینی خطوط لوله موجود رده‌بندی شـده و اطلاعـاتی در خصوص طراحی و کاربرد سامانه‌های لوله‌گذاری پلاستیکی مورد استفاده در این نوع بازسازی ارائه می‌شود.

مراحل طراحی سامانه نوسازی یا جایگزینی شامل ارزیابی نواقص عملکرد فعلی خـط لولـه میزبـان، شناسـایی الزامات سامانه برای دستیابی به عملکرد مطلوب، تعیین گزینه‌های مناسب از تکنیک‌ها برمبنای رده‌بنـدی‌های عملکرد و عوامل فرایندی و مشخصات تکنیکِ بهینه، نـوع و مقـدار مـواد لولـه پوشـش‌دهی مـورد نیـاز بـرای اطمینان از عملکرد مطلوب خط لوله بازسازی‌شده است.

درخصوص ارزیابی شرایط خط لوله موجود و جنبه‌های مؤثر بر فرایند نصب، مواردی نظیر تاثیر وضـعیت خـط لوله بر عملکرد (هندسی، هیدرولیکی و سازه‌ای)، تاثیر شرایط محل نصـب بـر طراحـی و شـرایط محـل نصـب بررسی می‌شود.

استانداردها و روشهای شناسایی نشتی و ردیابی خط لوله پلاستیکی مدفون درخاک

علی خلیلی – کاسپین لوله طبرستان

در سال های اخیر در پی کاهش منابع آب زیرزمینی،همراه با تغییرات اقلیمی ،بحث حفاظت و نگهداری از تاسیسات انتقال آب ، استفاده منطقی و صحیح از آب آشامیدنی و حذف هدر رفت و نشتی آب ، نگرانی سراسر دنیا شده است.آب شهری عمدتا از طریق خط لوله های زیرزمینی منتقل می شود.در خطوط لوله ی انتقال آب بطور متوسط بین 20% الی 30% ،از آب پمپ شده هدر می روند.و حتی این عدد برای خطوط انتقال قدیمی تر، به دلایلی از قبیل سیستم نگهداری ناکارآمد ، بیشتر از 50% نیز می باشد. نشت آب در شبکه های انتقال ،با سهم تقریبا 70% از مجموع دلایل،مهمترین دلیل هدر رفت آب می باشد.

جهت شناسایی نشت آب در شبکه ی انتقال،اولین و مهمترین کار ردیابی خطوط لوله می باشد.در اختیار داشتن نقشه ی دقیق شبکه، بسیار مفید خواهد بود، اما در بسیاری از مواقع نقشه ها به دلایل مختلف مانند خطاهای انسانی،تغییرات و تعویض شبکه،توسعه شهری،نصب سازه های جدید،همچنین فقدان اطلاعات صحیح از عمق دقیق و جنس لوله از دقت کافی برخوردار نیستند و دارای درجه بالایی از عدم قطعیت می باشند.درنتیجه ردیابی خط لوله از جمله کارهای اجتناب ناپذیر جهت شناسایی نشت آب می باشد.در این مطالعه ابتدا به بررسی انواع روشهای شناسایی خط لوله انتقال آب مدفون در خاک و موارد کاربرد آن می پردازیم و سپس روشهای شناسایی نشتی آب معرفی و مورد بررسی قرار می گیرد.

بررسی روشهای ردیابی خط لوله :Investigating methods for pipe line tracing

۱. **رادار نفوذ در زمین : Ground Penetration Radar(GPR)**

با استفاده از این تکنولوژی میتوان تصویربرداری از خاک با عمق های متفاوت (نهایتا ۵ متر) ،نقشه برداری سطوح آب و ردیابی کانالها و خطوط آب مدفون را انجام داد

۳. **ردیاب صوتی: Acoustic pipe locator**

دراین روش بااستفاده از ارتعاش های ایجاد شده در خط لوله بر اثر انتقال سیال ،فارغ از نوع لوله و کاربرد آن ، با بکارگیری تجهیزاتی مانند Transmitter یا مولدهای صوتی که به دور شیرها یا end capها قلاب می شوند، و correlator، خط لوله ردیابی میشود.

۴. **سیم ردیاب : Tracer wire**

استفاده از سیم های مسی با سطح بالایی از رسانایی و قرار دادن آن درکنار لوله های پلاستیکی هنگام دفن،جهت شناسایی خط لوله با استفاده از تجهیزات شناسایی الکتریکی و مغناطیسی

Locatable pipe

از سیم ردیاب با روکش HDPE کواکسترود شده که در حین تولید لوله استفاده می شود.

۵. **نشانه گذاری (برچسب) الکترونیکی : Electronic markers**

دسته های برچسب الکترونیکی وقتی در معرض امواج ردیاب قرار میگیرند فعال شده و سیگنالهایی تولید میکنند که از روی سطح زمین قابل آشکارسازی می باشد

۶. **لوله های چند لایه با رساناهای الکتریکی یکپارچه : Multilayer pipes whit integrated electrical conductors**

لایه داخلی که اصلی ترین لایه ی این لوله می باشد با استفاده از مواد PE100 ساخته می شود.سپس نوارهای رسانای الکتریکی بر روی آن قرار میگیرند و توسط یک لایه ی محافظ بسیار مقاوم ساخته شده از Mineral-reinforced polypropylene پوشیده می شوند.وجود لایه ی رسانا موجب میشود که خط لوله به سادگی با استفاده از تجهیزات ردیابی ، شناسایی گردد.

بررسی روشهای شناسایی نشتی :Investigating methods for leak detection

شناسایی نشتی Defining Leak Detection

هر فرایند **Leak Detection ، شامل چهار بخش اصلی زیر می باشد:**

۱- Identify : تعیین وجود نشتی و تمییز دادن نشتی از هشدارهای اشتباه

۲- Localize : تعیین ناحیه یا منطقه ی شامل نشتی

۳- Locate : تعیین مکان نشتی با شعاع 30 cm

۴- Pinpoint : شناسایی محل دقیق نشتی

دسته بندی مدلهای شناسایی نشتی : Categories of Leak Detection Models

۱- Static (Stationary) Leak Detection Systems :

سیستمهایی برمبنای استفاده از سنسورها و جمع آوری داده ،در شبکه آبرسانی و بر روی شیرها نصب می شوند،و جهت ثبت داده های دوره ای انتقال آب مورد نیاز سازمان مدیریت شبکه آبرسانی مناسب می باشند.

۲- Dynamic (Mobile)) Leak Detection Systems :

سیستمهایی برمبنای وسایل سیار شناسایی نشتی،جهت تعیین محل نشت در ناحیه ی مشکوک به وجود نشتی.

فناوری های شناسایی نشتی : Leak Detection Technologies

۱- تجهیزات شنیداری : Listening devices(Acoustic signals)

با استفاده از ایزارهایی مانند Geophones و Hydrophone می توان صدای ایجاد شده توسط نشت آب را شنید و محل دقیق آن را مشخص نمود

۲- تجهیزات ثبت نویزهای نشتی : Leak noise loggers

با استفاده از ثبت نویزهایی ارسالی از سنسورهای نصب شده بر روی شیرها و اتصالات موجود در شبکه،و مقایسه این سیگنالها با سیگنال مرجع –سیگنال شبکه بدون نشتی- به وجود نشت در شبکه پی برده خواهد شد

۳- گرماسنجی مادون قرمز : Infrared thermography

دوربینهای گرماسنج مادون قرمز تضاد دمایی ایجاد شده بوسیله ی اختلاف دمای بین زمین و آب را شناسایی می کند.

۴- گاز ردیاب : Tracer gas

با استفاده از تزریق گازهای تحت فشار غیر سمی و نامحلول در آب حاوی آمونیاک،هالوژنها و هلیم به درون شبکه آب رسانی،از آنجایی که این گازها سبکتر از هوا هستند،بعد از خروج از محل نشتی از منفذهای خاک به روی سطح نفوذ میکنند و سپس توسط دستگاههای آشکارساز،شناسایی می شوند.

۵- رادار نفوذ در زمین : Ground Penetration Radar (GPR)

این تکنولوژی با استفاده از امواج الکترومغناطیسی و انتشار آن به درون زمین می تواند وجود نشتی در زیر زمین را شناسایی کند.این تکنولوژی بخاطر مزایایی از قبیل کاربری آسان،شناسایی نشتی فارغ از جنس لوله،کاربرد برای همه ی سایزهای بالاتر از ۱ اینچ، دامنه ی تشخیص تا عمق ۵ متری و ... از جمله پرکاربردترین روشهای شناسایی نشتی می باشد.

۶- رباتهای شناسایی نشتی : Leak detection robots

انواع تجهیزات رباتیک بی سیم ویا دارای سیم بسیار نازک ،جهت شناسایی نشتی و بازرسی در لوله و فاضلاب توسعه داده شده اند.

۷- روشهای مبتنی بر آنالیز داده : Data analysis based methods

Regression analysis: از جمله رویکردهای نوظهور در شناسایی نشتی با ۹۳درصد دقت در تشخیص.

Artificial Neural Network (ANN) : شبکه های عصب مصنوعی

۸- روش مبتنی بر سنجش از دور : Remote sensing-based method

روشی برای شناسایی محتویات آب زیر زمینی با استفاده از تصاویر ماهواره ای

موضــوع دوازدهــم

محیط زیست و بازیافت لوله های پلی اولفینی (چالشها و فرصتها)

FIRST INTERNATIONAL POLYOLEFIN PIPE CONFERANCE

صنعت بازیافت و محیط زیست

دکتــر پسندیده – معاونت پسماند سازمان حفاظت از محیط زیست

امروزه توجه به حفظ محیط زیست و محدودیتهای مواد اولیه و منابع طبیعی در زمره وظایف اجتماعی، فرهنگی و اخلاقی ساکنین کره زمین محسوب می شود. استفاده بی رویه از معادن و منابع طبیعی علاوه بر از بین بردن سرمایه های موجود، چرخه زیستی و طبیعی را به هم زده و با ایجاد آلودگیهای مختلف خاک، آب و هوا منجر به نابودی حیات خواهد شد . یکی از اقدامات ا سا سی در این زمینه تفکیک مواد زائ ـ ـد قابل بازیافت از پسماندهای خانگی در مبداء و بازیابی آنها بصورت اصولی و بهداشتی است. در طول سده های گذ شته ، صرفنظر از کیفیت و کمیت مواد م صرفی ، آنچه موجب شد که پ سماند به یک مو ضوع بحرانی و حاد تبدیل ن شود ، ا ستفادۀ مجدد از آن بود. ا ستفاده از پ سماندهای غذایی در تولید کود ، جدا سازی کاغذ ، پال ستیک، شی شه، فلزات، ... و استفادۀ مجدد از این مواد در ساخت مواد جدید ، نمونه هایی از بازیافت مواد می باشد. این مواد بخش عظیمی از ترکیبات پسماند را در بر می گیرند.

فواید بازیافت:

- استفاده مجدد از مواد و انرژی
- کاهش دفن پسماند و عدم از بین رفتن زمین های مناسب در طبیعت
- اشتغال زایی
- کاهش هزینه ها و ایجاد منافع اقتصادی
- ارتقاء سطح فرهنگ و آموزش عمومی در ارتباط با تولید و دفع مواد زائد جامد و ترویج روحیه صرفه جویی
- بهبود شرایط بهداشتی ، کاهش آلودگی محیطی ناشی از حمل و نقل از تولید زباله تا محل دفع
- صرفه جویی در مصرف منابع طبیعی

برای تولید هر تن کاغذ ۲ تن چوب و برای تولید هر تن خمیر کاغذ سفید از چوب , ۶ متر مکعب چوب جنگلی نیاز ا ست. سالانه حدود ۵۱۰ هزار تن کاغذ در کشــور تولید میشــود که معادل ۷۱۰ هزار متر مکعب چوب یا رویش ســالانه ۷۵۷هزار هکتار جنگل است. در چند دهه گذشته، جنگلهای کشور از حدود ۱۰ میلیون هکتار به ۲/۷ میلیون هکتار و سطح جنگلهای شمال نیز از حدود ۰/۹ به ۰/۷ میلیون هکتار کاهش یافته ا ست. میزان م صرف چوب برای تولید کاغذ با بازیافت کاغذ به نصف می ر سد بنابراین یکی از راه های جلوگیری از تخریب جنگل ها ا ستفاده مجدد و بازیافت موادی ا ست که مواد خام و اولیه آنها از جنگل ها تهیه می شود که علاوه بر جنبه های زیست محیطی شامل جنبه های اقتصادی نیز خواهد بود. کاغذ پنجمین صنعت بزرگ مصرف کننده انرژی در دنیا ست، هم چنین این صنعت ن سبت به صنایع دیگر به ازای تولید یک تن مح صول، آب بی شتری م صرف می کند و سطح بالایی از آلودگی آب و هوا را به وجود می آورد . برای تولید هر تن کاغذ باید۷۰-۵۰ اصله درخت تنومند را قطع کرد که هر درخت به طور متوسط قادر است سالانه ۶ کیلوگرم دی اکسید کربن را به اکسیژن تبدیل کند. برای تولید یک تن کاغذ ۷ هزار کیلو وات برق و ۷۱۱ هزار لیتر آب مصرف می شود و به طور کلی بازیافت کاغذ منجر به صرفه جویی ۵۱ درصدی مصرف آب، ۶۷ درصدی م صرف انرژی و کاهش ۷۷ در صدی آلودگی هوا می شود . اگر به مدت یک سال کاغذ های م صرفی به ازای یک نفر جمع آوری شود معادل ۰/۵ ا صله درخت خواهد بود و در صورتی که همه این کار را انجام دهند مجموع کل آن به ۱۱۰ میلیون ا صله درخت در سال می رسد .

مقدار دی اکسید کربن ناشی از بازیافت هر تن پلاستیک در مقایسه با سایر روش های دفع زباله ها از جمله دفن یا بازیافت انرژی ۰/۵ تا ۲ تن کمتر می با شد· از یک تن پلا ستیک می توان بیش از ۲۱۰۰۰بطری پلا ستیکی تهیه کرد و تخمین زده می شود که سالانه ۱۱۰ میلیون تن پلاستیک در دنیا تولید می شود که از مجموع کل آن ها ٪۷۲ آن در صنایع بسته بندی استفاده می شود. با بازیابی بطریهای پلاستیکی مقدار قابل توجهی انرژی مصرفی برای ساختن بطریهای نو صرفه جویی میشود همچنین بازیابی یک بطری پلاستیکی آب می تواند برق ۶ ساعت یک لامپ ۶۱ واتی را تامین کند. انرژی لازم برای تولید یک کیلوگرم پلاستیک نو سه برابر انرژی مورد نیاز برای تولید یک کیلوگرم پلاستیک بازیافتی است.

شیشه یکی از اجزاء تشکیل دهنده پسماندهای شهری است که کاربرد زیادی در وسایل خانگی، ساختمان و همچنین سهم مهمی در بسته بندی دارد . برای ساخت شیشه باید مقدار زیادی شن و ماسه از زمین استخراج شود که عمل حفاری و استخراج منظره زشـتی به محل معدن می دهد . در این فرآیند ترکیب مواد را باید در دمای بسـیار بالا انجام داد که علاوه بر مصـرف مقدار زیادی سـوخت و آب, دی اکسـید کربن و گازهای گلخانه ای بسـیاری نیز تولید می شـود. علاوه بر کمبود مواد خام اولیه که خود دلیل موجهی برای بازیافت شیشه است، استفاده از شیشه های دست دوم از نظر اقتصادی نیز بسیار مقرون به صرفه است زیرا نقطه ذوب خرده شیشه از مواد خام اولیه پایین تر بوده و باعث کاهش مصرف سوخت می گردد. استفاده از مواد خام برای تولید شیشه نیازمند صرف انرژی زیاد می باشد در حالی که اگر از شیشه خرد شده استفاده شود عملیات تولید شیشه در دمایی پائین تر قابل انجام اسـت. واضـح اسـت دمای پائین تر اسـتهلاک کوره و قالب ها و ابزارهای دیگر را تا حد زیادی کاهش می دهد بطوری که با استفاده از شیشه بازیافتی برای تولید شیشه جدید عمر کوره تا ۲۱ درصد افزایش مییابد . برای تهیه یک کیلو شیشه از مواد اولیه حدود ۷۲۱۱ کیلو کالری انرژی لازم اسـت و یک کوره کارآمد حدود ۷ گیگاژول برق برای گداختن یک تن شـیشـه لازم دارد. به ازای تولید هر تن شیشه نو از ماده خام اولیه ۲۷/۱ پوند آلودگی ، تولید میشود که بازیافت شیشه این مقدار را ۲۱ -۷۰ درصد و مصرف انرژی را ۲۰ -۲۵ درصد کاهش میدهد. در نتیجه به ازای هر تن شیشه بازیافتی ۹ گالن و یا حدود ۲۱۰ لیتر نفت ذخیره و حدود ۰/۲ تن در مصرف مواد اولیه صرفه جویی میشود همچنین تهیه شیشه از شیشه بازیافت شده، نسبت به تهیه آن از مواد اولیه، آلودگی آبها را به میزان ۵۱ درصد و آلودگی هوا را تا ۲۱ درصد کاهش می دهد . هر بطری شیشه ای میتواند تا ۵۰ بار در چرخه بین تولید و مصرف مورد استفاده مجدد قرار گیرد . برای تولید شیشه از مواد بازیافتی نسبت به تولید شیشه از مواد خام ۱۰ درصد انرژی کمتری لازم است که این مقدار انرژی میتواند یک لامپ ۱۱۰ واتی را برای ۷ ساعت روشن نگه دارد و از بازیافت دو بطری شیشه ای انرژی لازم برای جوش آمدن آب برای ۵ فنجان چای تولید می شود. بازیافت شیشه به ۷ روش به محیط زیست کمک می کند که شـامل کاهش خاک برداری، کاهش مصـرف انرژی، کاهش انتشـار گازهای گلخانه ای و جلوگیری از هدر رفتن منابع معدنی می باشد.

بازیافت آلومینیوم می تواند تا ۹۱ درصد انرژی لازم برای ساخت آن را صرفه جویی کرده و آلودگی مرحله تولید آن نیز ۹۵ درصد کمتر است. همچنین مقدار انرژی که از بازیافت یک قوطی کنسرو ذخیره سازی می شود ، می تواند یک تلویزیون را به مدت سه ساعت روشن نگه دارد. در صورتی که یک تن آلومینیوم از داخل زباله جداسازی شده به مصرف مجدد برسد در مصرف ۷۱۱ تن سنگ معدن و ۷۱۱ کیلوگرم کک و قیر صرفه جویی خواهد شد .

براساس تازه‌ترین آمارهای اعلام شده سالانه در جهان حدود ۲ میلیارد تن پسماند صنعتی و شهری تولید می‌شود که ارزش بازار آن از مرحله جمع آوری تا بازیافت، به ۵۰۰ میلیارد دلار می‌رسد.

طبق آمارهای منتشر شده، روزانه بیش از ۵,۳ میلیون تن پسماند در جهان تولید می شود. براساس اعلام سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۱۸ سرانه تولید جهانی پسماند در هر روز برابر با ۳۰۰ گرم است. این درحالی است که این رقم برای ایرانی‌ها به بیش از ۷۱۰ گرم و برای تهرانی‌ها ۷۹۰ گرم یعنی ۲,۵ برابر متوسط جهانی است.

این درحالی است که ارزش افزوده بازیافت پسماند به اندازه‌ای است که ۱۵ درصد تولید ناخالص داخلی برخی کشورهای صنعتی را شامل می شود؛ درحالی که در جهان به طور متو سط تا ۴۰ در صد پ سماند های تولید شده بازیافت می شود این رقم به صورت خوش‌بینانه به ۱۵ درصد می‌رسد.

این عدد بدان معناست که سالانه حدود ۲۰میلیون تن پسماند در کشور در زیر خاک دفن و در این بین، تنها ۵ درصد دفن‌ها طبق اصول بهداشتی انجام می‌شود. اما دفن غیربهداشتی این حجم از پسماند باعث شده است تا سالانه ۵۰ هزار میلیارد تومان به محیط زیست خسارت وارد شود. ارزش تقریبی هر تن پسماند ۴۰۰ هزار تومان است.براین اساس گردش مالی بازار پسماند ایران به سالانه ۶ هزار و ۴۰۰ میلیارد تومان می‌رسد.

طبق آمارهای جهانی، در ا سترالیا با توجه به شرایط زمین ۷۰ در صد پ سماند دفن و ۳۰ در صد به صورت بازیافت، در ایتالیا ۵۴ در صد دفن، ۱۲ در صد بازیافت و ۳۳ در صد کمپو ست، در ژاپن تنها سه در صد دفن، ۱۷ در صد بازیافت مواد و ۷۴ در صد بازیافت انرژی، در سوئیس یک در صد دفن، ۳۳ در صد بازیافت مواد، ۵۰ در صد بازیافت انرژی و ۱۶در صد کمپو ست، در امریکا ۵۴ در صد دفن، ۲۴درصد بازیافت مواد، ۱۴درصد بازیافت انرژی و هشت درصد بازیافت کمپوست صورت می‌گیرد

۴۰ میلیارد دلار ارزش **پسماند** های چین

طبق برخی آمار منتشر شده، ارزش بازیافت پسماند در چین ۴۰ میلیارد دلار ا ست، درواقع چینی‌ها تنها به بازیافت پسماند های تولیدی خود اقدام نمی‌کنند، بلکه دست به واردات پسماند زده و از این محل سودهای کلانی کسب کرده اند. منطقه پسماند های الکترونیکی چین ۲۰ تن طلا در سال از لوازم الکترونیکی قدیمی استخراج می‌کرد که این میزان تقریباً برابر با ۱۰درصد از استخراج طلا از معادن امریکا است.

براساس گزارش منتشرشده از سوی اتحادیه جهانی مخابرات (ITU) از تولید پسماندهای الکترونیکی در سال ۲۰۱۶ حدود ۴۴,۷ میلیون تن پ سماند در دنیا تولید شده که معادل ۴۲۰۰ برابر ارتفاع برج ایفل ا ست. در این میان، تنها ۲۰ در صد از آنها در سال ۲۰۱۶ بازیافت شده است. هر فرد ساکن روی کره زمین در سال گذشته ۶,۱ کیلوگرم پسماند الکترونیکی تولید کرده و پیش‌بینی می‌شود این رقم تا سال۲۰۲۱ به ۶,۸ کیلوگرم به ازای هر نفر برسد و درمجموع حجم این پسماندها تا سال ۲۰۲۱ به ۵۲,۲ میلیون تن می‌رسد.

این گزارش نشان می‌دهد ایرانی‌ها در سال ۲۰۱۶ بالغ بر ۶۳۰ هزار کیلوگرم پسماند الکترونیکی تولید کرده‌اند که سهم هر ایرانی از این مقدار حدود ۷,۶ کیلوگرم است. بدین ترتیب ایرانی‌ها ۱,۵ کیلو بیش از سرانه جهانی پسماند الکترونیکی تولیدمی‌کنند.

در مجموع، تنها ۲۰ در صد پ سماند های الکترونیکی تولید شده بازیافت می شود و حدود ۳۵,۸ میلیون تن آن به همان شکل رها می‌شوند و از این میزان، ۳۴,۱ میلیون تن سرنوشت نامعلومی دارند.

سوئیس؛ مدیریت کامل بازیافت

سوئیس به‌عنوان یکی از مهم‌ترین کشورهای مدافع بازیافت زباله، در سال ۲۰۰۸ توانست ۵۰ درصد زباله‌های تولیدی مردمانش را بازیافت کند. این در شرایطی است که در این کشور بیش از ۵ میلیون تن پسماند شهری تولید شد که در حدود نیمی از این پسماند ها را بازیافت و نیم دیگر آن را در کوره‌های مخصوص پسماند سوزاندند. این کشور با

میزان بازیافت بیش از ۵۰ درصد در بین کشورهای پیشرفته دراین زمینه جای می‌گیرد. هر سوئیسی به‌طور میانگین ۷۱۴ کیلوگرم در سال پسماند تولید می‌کند.

در سوئیس هر سطل زباله برای اینکه از سوی رفتگران تخلیه یا دفع شود باید مجهز به یک برچسب ویژه باشد تا مشخص شود که هزینه مشمول مالیات، پرداخت شده است. بطری‌های پلاستیکی رایج‌ترین محفظه نوشیدنی‌ها در سوئیس هستند که ۸۰ درصد آنها بازیافت می شوند که بسیار بیشتر از میانگین اروپا با ۲۰ تا ۴۰ در صد است. از دیگر سو در این کشور ۲۹ کوره مخصوص سوزاندن پسماند وجود دارد که براساس آمار ۶۳ میلیون تن پسماند در سال ۲۰۰۸ سوزانده شده که ۴۱۷ هزار تن آن مربوط به کشورهای مجاور بوده است.

آمریکا؛ تلاش برای بازیافت بیشتر

در آمریکا تلاش‌ها برای کاهش پسماندهای خانگی و تجاری زیر نظر آژانس محافظت از محیط زیست آمریکا (EPA) انجام می‌شود. آمریکایی‌ها ۲۸ درصد پسماند های خود را بازیافت می‌کنند که این میزان در ۱۵ سال گذشته تقریباً ۲ برابر شده است. بازیافت انواع خاصی از پسماندها در این کشور افزایش بیشتری داشته است به‌طوری‌که ۴۲ درصد پسماند های کاغذی، ۴۰درصد بطری‌های پلاستیکی نوشابه‌های غیرالکلی، ۵۵ در صد قوطی‌های آلومینیومی نوشیدنی‌ها و ۵۷ در صد بسته بندی‌های استیل بازیافت می‌شوند.

آلمان، قهرمان محیط زیست جهان

آلمانی‌ها خود را قهرمان محیط زیست جهان می‌دانند. دیگر شکی نیست که این موضوع برای آنها بسیار مهم است. جدا سازی پسماند های خانگی مدت‌هاست که امری بسیار مهم برای مردم آلمان است. در هر آپارتمان معمولاً ۵ سطل برای ۵ نوع پسماند وجود دارد که با رنگ‌های جداگانه مشخص شده‌اند. زرد برای بسته بندی‌ها (مانند کارتون‌های قدیمی شیر)، آبی برای کاغذ و مقوای نازک، سطل‌های ویژه شیشه در ۳ قسمت شیشه‌های روشن، قهوه‌ای و سبز و یک سطل برای مواد غذایی و گیاهی و سرانجام یک سطل سیاه برای سایر پسماندها که مناسب برای افرادی هم هست که حوصله جداسازی پسماندها را ندارند.

به لحاظ قانونی مردم آلمان ملزم به رساندن پسماندهای خاص مانند باطری و مواد شیمیایی به مراکز بازیافت هستند واگر کسی این کار را نکند مرتکب جرمی اداری شده که البته در عمل به ندرت در این مورد پیگیرد قانونی رخ می‌دهد. این در حالی است که بر اساس نظرسنجی‌ها ۹۰درصد آلمانی‌ها باعلاقه شخصی به جداسازی پسماندها می‌پردازند.

امروزه چالشهای عدیده محیط زیستی و بهداشتی ناشی از عدم توجه اصولی به مدیریت صحیح پسماندها درایران به عنوان یک معضل ملی مبدل شده است که در صورت عدم توجه و عدم اهتمام ویژه از سوی نهاد های مسئول ونبود مشارکت عمومی خسارات جبران ناپذیری بر پیکره محیط زیست وارد وسلامت جامعه را نیز بصورت جدی تهدید خواهد نمود.

روزانه هزاران تن پسماند عادی و خانگی در کشور تولید و متاسفانه در بعضی از مناطق به روشهای غیر اصولی و غیر بهداشتی در طبیعت دپو و دفن می شوند و مواردی نظیر عدم تخصیص منابع مالی مورد نیازبرای مدیریت صحیح پسماندها ،عدم تفکیک پسماندها از مبدا، فرسوده بودن تاسیسات از جمع آوری، حمل و نقل، پردازش، کمپوست، بازیافت تا دفن نامناسب ، از دلایل بروز بحرانهای محیط زیستی است.

تصویب قانون جدید که با لایحه پیشنهادی دولت و تصویب آن در مجلس شورای اسلامی همراه بوده حاکی از توجه قوای مجریه و مقننه به اهمیت مدیریت پسماندها در کشور است که موجب رونق بخشی حوزه تبدیل پسماندها به مواد و انرژی و حمایت از ایجاد زیرساختهای صنایع بازیافتی در کشور شده و فضای جدیدی را نیز در حوزه مدیریت بهینه پسماندها بوجود خواهد آورد و علاوه بر بهتر شدن شرایط و کیفیت محیط زیست و جلوگیری از آثار زیانبار پسماندها برای منابع زیستی،باعث ایجاد اشتغال پایدار و به حرکت افتادن چرخه اقتصادی قابل ملاحظه ای در این بخش می شود.

به موجب این قانون و به‌منظور تسهیل، تشویق و توجیه سرمایه‌گذاری بخش غیردولتی در ایجاد و بهره‌برداری از تأسیسات تبدیل پسماند عادی به انرژی ازجمله زباله سوزی، گازی سازی، هاضم بی‌هوازی و گاز حاصل از محلهای دفن و ساماندهی پسماندهای عادی در کشور، نرخ خرید تضمینی برق حاصل از تأسیسات تبدیل پسماند به انرژی مورد توجه قرار گرفته تا سرمایه گذاری در این بخش توجیه اقتصادی پیدا کند.

از جمله سیاستهای تشویقی این قانون معافیت های مالیاتی تعیین شده در سرمایه‌گذاری در ایجاد و بهره‌برداری از تأسیسات تبدیل پسماند به انرژی و قراردادهای خرید تضمینی برق می باشد که باعث ایجاد انگیزه و رونق بخشی برای جلب توجه و اقتصادی کردن پروژه های مدیریت پسماندها خواهد شد.

دامنه سیاستهای تشویقی این قانون فراتر رفته و به‌منظور کمک به اجرای دقیق فرآیند اصولی مدیریت پسماند، مالیات مستقیم کلیه فعالیت‌های مرتبط با مدیریت اجرائی پسماند شامل تفکیک از مبدأ، جمع‌آوری، پردازش، بازیافت، تولید انرژی و دفع با نرخ صفر محاسبه خواهد شد که این تصمیمات بسیار ارزشمند و در کشور ما بی سابقه است و باعث رونق بخشی چرخه مدیریت پسماند از بدو تولید تا دفع نهایی خواهد شد.

تولید گسترده انواع و اقسام کالا و محصولات و سرعت مبادله کالا از نقطه‌ای به نقطه دیگر ایجاب می کند نظام حقوقی شایسته‌ای جهت جبران خسارت‌های ناشی از تولید و مصرف کالاها ایجاد گردد چنانچه در این قانون نیز به امتداد مسئولیت تولید کنندگان توجهی ویژه داشته است .

مسئولیت گسترش یافته تولیدکننده را باید یک ابزار کارآمد مدیریت منابع دانست که به‌موجب آن، تولیدکنندگان مسئولیت محصولات خود را تا پایان چرخه عمر آن بر عهده می‌گیرند. این مسئولیت می‌تواند شامل جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، پردازش، بازیافت و بازیابی آن‌ها باشد. ویژگی اصلی این قانون در این است که نقش‌آفرینان در طول زنجیره تولید محصولات اعم از تولیدکنندگان، واردکنندگان و خرده‌فروشان را به مسئولیت تأثیرات محیط‌زیستی محصولاتشان ارتباط می‌دهد.

به موجب ماده ۶ این قانون تولیدکنندگان و واردکنندگان مواد اولیه، قطعات و کالاهایی که تمام یا قسمتی از آنها قابل بازیافت است، موظف به بازیافت پسماند حاصل از مواد و کالاهای خود هستند، در غیر این صورت موظفند یک در هزار ارزش کالای خود را در ابتدای زنجیره از طریق وزارت امور اقتصادی و دارایی به حساب متمرکز وجوه وزارت کشور نزد خزانه‌داری کل کشور واریز کنند. منابع وصولی در اختیار وزارت کشور قرار می‌گیرد تا پس از مبادله موافقتنامه با سازمان برنامه و بودجه کشور برای بازیافت پسماندهای حاصل از کالاهای مزبور (ایجاد تأسیسات منطقه‌ای تبدیل پسماند به مواد و انرژی) با اولویت مشارکت بخش خصوصی و با نظارت سازمان حفاظت محیط زیست مصرف شود.

امید است تدابیر اندیشیده شده در کشور ما نیز موجب کاهش مصرف منابع طبیعی و جبران خسارت وارده به محیط زیست شده و سیاستهای تشویقی باعث رونق صنعت بازیافت ، گردش اقتصادی قابل ملاحظه ناشی از مدیریت صحیح پسماندها، ایجاد اشتغال پایدار و حفظ و بهبود کیفیت محیط زیست شود.

چهارچوب محیط زیستی استفاده از لوله های پلیمری

علیرضا صحاف امین- مدیر کمیته استاندارد انجمن لوله و اتصالات پلی اتیلن

مقدمه

مسئله آلودگی محیط زیست ، گرمایش کره زمین و انتشار رو به رشد گازهای گلخانه ای در چند سال اخیر یکی از دغدغه های اصلی مهندسان و طراحان انواع محصولات صنعتی بوده و هر سال در کنفرانس ها و سمینارهای مختلف ، استانداردهای جدیدی در این زمینه تدوین می گردد.

ایران بعنوان امضا کننده پروتکل پاریس موظف به کاهش گازهای گلخانه ای می باشد ، متاسفانه رتبه ایران در شاخص محیط زیستی EPI در دنیا در سال ۲۰۱۶ و با ۲۱ پله سقوط رتبه ۱۰۵ دنیا می باشد که اصلا جایگاه مناسبی نمی باشد. در بین شاخص های محیط زیستی بدترین رتبه ایران (۱۵۴) مربوط به تمایل کشورها به کاهش گاز CO2 می باشد که لذا اهمیت تغییر نگاه تصمیم گیران برای بهبود این شاخص بیش از پیش مهم و حیاتی می باشد . قطعا لزوم اضافه نمودن یک شاخص محیط زیستی برای انتخاب جنس لوله ها در پروژه ها می تواند گام مهمی در این زمینه باشد .

در اتحادیه اروپا و در سال ۲۰۱۰ برنامه ای ده ساله با عنوان EUROPE 2020 طراحی گردیده است که طبق این برنامه مدون و قدم به قدم ، تمامی ۲۷ کشور عضو اتحادیه اروپا ملزم به کاهش ۲۰ درصدی انتشار گازهای گلخانه ای نسبت به مقدار آن در سال ۱۹۹۰ می باشند ، لذا از سال گذشته ارائه اظهارنامه زیست محیطی محصولEPD برای استفاده محصولات صنعتی مورد استفاده اجباری گردیده است. و کلیه استفاده کنندگان از محصولات صنعتی می بایست از اثر محیط زیستی محصولات مورد استفاده مطلع گردند.

برای عملیاتی کردن این هدف ، انجمن تولید کنندگان لوله و اتصالات پلاستیکی اروپا TEPPFA بهمراه موسسه تحقیقاتی VITO در سالهای ۲۰۰۸ تا انتهای سال ۲۰۰۹ تحقیق بسیار جامع ومدونی را با استفاده از روش ارزیابی چرخه عمر (LCA) در مورد لوله های پلاستیکی انجام نمودند.

در این تحقیق که بروی انواع لوله پلاستیکی صورت پذیرفته که کلیه اثرات محیط زیستی لوله های پلاستیکی در چرخه طول عمر ، اعم از تولید مواد اولیه، تولید لوله و اتصالات ، نصب و نگهداری و تعمیرات احتمالی درنظر گرفته شده است

لوله های فاضلاب و زهکشی ثقلی

- PVC-U solid wall sewer pipe system
- PVC-U multilayer (foamed core) sewer pipe system
- PVC-U multilayer (core of foam and recyclates) sewer pipe system
- PP structured (twin) wall sewer pipe system
- PP solid wall sewer pipe system
- PP structured wall multilayer sewer pipe system

لوله های تحت فشار انتقال آب و گاز

- PE water pipe system
- PVC – U water pipe system
- PVC – O, MRS 31,5 MPa, water pipe system
- PVC – O, MRS 45 MPa, water pipe system
- PE gas pipe system
- PE water pipe system installed by directional drilling technology

لوله های انتقال فاضلاب ثقلی در داخل ساختمان

- PP pipe system
- PVC-U pipe system
- PP low noise pipe system
- PVC-U low noise pipe system

لوله های آب سرد و گرم و سیستم های گرمایشی داخل ساختمان

- PEX solid wall pipe system
- Polymer, aluminium, polymer multilayer pipe system
- PP-R pipe system
- PB-1 pipe system

لوله های جمع آوری آب باران داخل ساختمان

- PVC-U rain gutter system

از لحاظ چرخه عمر محصولات ، اثرات محیط زیستی کلیه مراحل زیر محاسبه و لحاظ گردیده است.

- تولید مواد اولیه

- حمل و نقل مواد اولیه از محل تولید به کارخانه تولید کننده

- عملیات اکستروژن جهت تولید لوله

- عملیات تولید اتصالات (شامل مواد اولیه و عملیات تولید)

- تولید اورینگ های مورد استفاده در سیستم لوله کشی پوش فیت (شامل مواد اولیه و عملیات تولید)

-حمل و نقل سیستم لوله کشی و انتقال آن به محل پروژه

-عملیات نصب سیستم لوله کشی

- تعمیرات و نگهداری سیستم لوله کشی بسته به طول عمر ۵۰ ساله جهت لوله های داخل و ۱۰۰ساله جهت لوله های خارج ساختمان

- باز کردن سیستم لوله کشی پس از سپری شدن طول عمر

- منتقل کردن کلیه اقلام باز شده به محل امحای نهایی

- انجام عملیات امحای نهایی

برای انجام این تحقیق موسسه تحقیقاتی VITO با استفاده از دسته بندی لطمات مختلفی که لوله های پلاستیکی در جنبه های مختلف به محیط زیست وارد می آورند ، آنها را بشرح زیر دسته بندی نمود:

ABIOTIC DEPLETION

این نوع تخریب بعلت استخراج بیش از حد مواد معدنی و سایر مواد غیرزنده از طبیعت که باعث از بین رفتن منابع طبیعی می گردد.

ACIDIFICATION

انتشار موادی مانند دی اکسید سولفور و اکسید نیتروژن در اثر فعالیت های صنعتی و ورود آنها به طبیعت با عث آلوده ساختن آب و خاک، صدمه به ارکانیسم های بدن و از بین رفتن اکوسیستم می شود.

EUTROPHICATION

مغذی کردن بیش از حد منابع آبی و خاک توسط فعالیتهای بشری باعث رشد بیش ازحدگیاهان در دریاچه ها و رودخانه ها گشته و زندگی بسیاری از جانوران را به خطر می اندازد.

GLOBAL WARMING

انتشار گازهای گلخانه ای که مهمترین آنها دی اکسید کربن می باشد ، باعث بوجود آمدن اثر گلخانه ای و در نتیجه بالا رفتن دمای کره زمین و در خطر قرار گرفتن حیات بشر میگردد.

OZONE LAYER DEPLETION

انتشار مواد شیمیایی مخرب لایه ازن مثل فوم های شیمیایی ، گازهای CFC باعث ورود بیشتر اشعه مضر ماورا بنفش به جوزمین و ایجاد انواع بیماری های پوستی و سرطان می گردد.

PHOTOCHEMICAL OXIDATION

اکسیداسیون فتوشیمیایی که از واکنش نور خورشید با هیدروکربن ها و اکسید های نیتروژن بوجود می آید باعث بروز پدیده هایی مانند غبار شیمیایی و باران های اسیدی میگردند که در نتیجه باعث آلودگی مراتع و از بین رفتن اکوسیستم می گردد. با بررسی تمامی فاکتورهای فوق در کلیه مراحل تولید لوله های پلی اتیلنی نتایج ذیل حاصل گردید که در جدول زیر آمده است :

جدول ۱ : اثرات محیط زیستی ناشی از سیستم لوله کشی HDPE درچرخه طول عمر

اثرات محیط زیستی	ABIOTIC DEPLETION	ACIDIFICATION	EUTROPHICATION	GLOBAL WARMING	OZONE LAYER DEPLETION	PHOTOCHEMICAL OXIDATION
میزان انتشار در چرخه طول عمر	Kg Sb معادل	Kg SO2 معادل	Kg PO4 معادل	معادل Kg CO2	معادل Kg CFC-11	Kg C2H4 معادل
مرحله محصول						
تولید مواد اولیه HDPE گرید لوله	۰/۰۷۴۶۶	۰/۰۱۴۶۰	۰/۰۰۱۲۵	۴/۳۱۴۸۳	۰/۰۰۰۰۰۰۷	۰/۰۰۱۳۷
حمل و نقل مواد اولیه از محل تولید به کارخانه تولید کننده	۰/۰۰۰۷۵	۰/۰۰۰۴۰	۰/۰۰۰۱۱	۰/۱۰۱۴۲	۰/۰۰۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۱
عملیات اکستروژن جهت تولید لوله	۰/۰۰۵۲۷	۰/۰۰۳۲۵	۰/۰۰۲۱۴	۰/۷۱۲۰۵	۰/۰۰۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۱۳
تولید مواد اولیه HDPE گرید اتصالات	۰/۰۰۵۵۲	۰/۰۰۱۰۸	۰/۰۰۰۰۹	۰/۳۱۸۸۹	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱۰
حمل و نقل مواد اولیه از محل تولید به کارخانه تولید کننده	۰/۰۰۰۰۶	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۷۶۹	۰/۰۰۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۱
عملیات تزریق جهت تولید اتصالات	۰/۰۰۱۴۹	۰/۰۰۰۹۷	۰/۰۰۰۶۸	۰/۱۹۴۹۵	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۴
تولید آهن گالوانیزه جهت پیچها ، فلنج ها ، واشر و مهره	۰/۰۰۳۹۲	۰/۰۰۱۷۰	۰/۰۰۱۰۳	۰/۴۸۱۸۶	۰/۰۰۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲۳
تولید واشرهای EPDM	۰/۰۰۰۰۸	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۰۷	۰/۰۰۵۵۳	۰/۰۰۰۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۰۱
مرحله نصب محصول						
حمل و نقل سیستم لوله کشی و انتقال آن به محل پروژه	۰/۰۰۱۴۳	۰/۰۰۰۶۰	۰/۰۰۰۱۶	۰/۲۰۱۰۹	۰/۰۰۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۲
عملیات نصب سیستم لوله کشی	۰/۰۱۷۰۹	۰/۰۱۶۳۴	۰/۰۰۴۲۱	۲/۴۸۴۵۱	۰/۰۰۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۴۹
مرحله استفاده از محصول						
استفاده از سیستم لوله کشی HDPE	۰	۰	۰	۰	۰	۰
تعمیرات ونگهداری سیستم	۰	۰	۰	۰	۰	۰
مرحله پایان طول عمر و انهدام نهایی						
جمع آوری و حمل نقل سیستم لوله کشی HDPE پس از پایان طول عمر 100 ساله به محل امحاء	۰/۰۰۰۱۵	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۰۰۰۲	۰/۲۰۶۵	۰/۰۰۰۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۰۳
امحای نهایی	-۰/۰۰۰۵۱	-۰/۰۰۰۲۱	۰/۰۰۰۲۰	۰/۱۱۵۴۵	-۰/۰۰۰۰۰۰۰۲	-۰/۰۰۰۰۱
جمع کل	۰/۱۰۹۹۱	۰/۰۳۸۸۶	۰/۰۰۹۵۱	۸/۹۵۸۹۳	۰/۰۰۰۰۰۰۵	۰/۰۰۲۴۰

جهت انجام این بررسی ، با فرض طول عمر ۱۰۰ ساله برای چرخه طول عمر این نوع لوله ، لوله ای پلی اتیلنی با مواد PE 100 و طول ۱۰۰ متر ، سایز ۱۱۰ میلیمتر با SDR 11 و اتصالات جوش لب به لب و الکتروفیوژن با سرعت جریان متوسط ۰/۵ تا ۲ متر برثانیه در نظر گرفته شده است و جدول شماره ۱ از تمامی اثرات محیط زیستی مراحل مختلف تهیه این لوله تهیه شده است . نحوه نصب این نوع لوله با روش ترانشه باز در نظر گرفته شده است .

با بررسی نتایج فوق در مورد هر کدام از لوله های ذکر شده نتایج زیر حاصل گردید .

با بررسی جدول ۱ و اندازه گیری کلیه اثرات محیط زیستی این سیستم لوله کشی مشاهده می گردد که بیشترین اثر مربوط به مقدار موارد اولیه HDPE مورد نیاز جهت تولید لوله های HDPE و همچنین عملیات اجرایی نصب کارگذاری در ترانشه و پرکردن و پوشاندن روی لوله می باشد . بیشترین زمینه بهینه سازی در زمینه این محصول پیدایش روشی جهت کاهش وزن محصول و استفاده کمتر از ماده نو و قابلیت استفاده از مواد بازیافتی می باشد. همچنین پیدا کردن روشی جهت کارگذاری این سیستم لوله کشی با روشهای جدیدتر و پاک تر می تواند بسیار موثر باشد.

از جهت مسئله گرمایش زمین GLOBAL WARMING و انتشار گازهای گلخانه ای CO_2 ، سیستم لوله کشی HDPE مورد استفاده جهت سیستم آبرسانی در کلیه چرخه طول عمر خود چیزی کمتر از ۹ کیلوگرم گاز CO_2 منتشر می نماید .

از منظر محیط زیستی و جدا از اثر تهیه ، تولید و نصب لوله های پلی اتیلنی بر محیط زیست که در مقایسه با سایر لوله ها ناچیز می باشد موارد ذیل نیز از خصوصیات منحصر بفرد این لوله بوده که باعث برتری این لوله از این جهت می گردد:

- قابلیت بازیافت پذیری این لوله ها از ویژگی های منحصر بفرد این لوله می باشد در لوله های GRP ترموست بودن آن مساله بازیافت پذیری را مشکل می سازد . همچنین در لوله های PVC بعلت وجود سرب بعلت استفاده از استابیلایزرهای پایه سرب مساله بازیافت دارای تمهیدات ویژه در کشورهای مختلف دنیا می باشد .
- استفاده از لوله های پلی اتیلنی بعلت وزن سبک و انعطاف پذیری بالا باعث هزینه حمل و مصرف انرژی کمتر و استفاده از اتصالات کمتر در اجرا می گردد.

امید است مراجع تصمیم گیری کشور جهت حفظ محیط زیست و ارتقای رتبه کشور در این زمینه در تهیه اسناد بالادستی اهتمام جدی بورزند تا الگویی در نظام فنی و اجرایی کشور جهت انتخاب مصالح با توجه به این منظر شکل یابد .

مراجع:

1-WWW.TEPFFA.COM /EPD

2-LIFE CYCLE ASSESSMENT OF PLASTIC PIPING SYSTEM,BY:DAVIDOVSKI ZORAN, Plastic Pipes XV Conference 2010,VANCOUVER ,SEP 2010

3-CEN TC 350 DRAFT FRAMEWORK DOCUMENT,2008-2009

4-REMAINING SERVICE LIFE OFPLASTIC PIPE AFTER 41 YEARS IN SERVICE BY: ULRICH SCHULTE,JOACHIM HESSEL ,2006 , 3R INTERNATIONAL 45,HFT 9/2006(5 PAGES)

5-EUROPEAN STUDY OF THE PERFORMANCE OF VARIOUS PIPE SYSTEM, RESPECTIVELY PIPE MATERIAL FORMUNICIPAL SEWAGE SYSTEMS UNDER SPECIAL CONSIDERATION OF THE ECOLOGICALRANGE OF EFFECT DURING THE SERVICE LIFE BY PROF DR Ing.STEIN & PARTNER GMBH, SMP REPORT ,2005

تهیه دستورالعمل و چهار چوب فنی بازیافت لوله های پلیمری (پلی اتیلنی) و استفاده مجدد در فرایند تولید جهت کاهش اثرات منفی بر محیط زیست

علیرضا شریف[۱] و علیرضا صحاف امین[۲]

۱ عضو هیات علمی، دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
asharif@modares.ac.ir
۲ مدیر کمیته استاندارد انجمن صنفی تولیدکنندگان لوله و اتصالات پلی اتیلن، تهران، ایران
alisahaf@yahoo.com

همزمان با افزایش میزان زباله ها و ضایعات پلاستیکی در جوامع بشری، نگرانی از معضلات زیست محیطی ناشی از این آلودگیها رو به ازدیاد بوده و اکنون به مرحله بحرانی خود رسیده است. پلی اتیلن سنگین (HDPE) از جمله پرمصرف ترین پلاستیک ها بوده و بنابراین، حجم بالایی از ضایعات را نیز تشکیل می‌دهد. HDPE یک ماده اولیه کلیدی و مهم در صنعت لوله سازی بشمار رفته و در تهیه انواع لوله ها، ازجمله لوله های کاروگیت (Corrugated pipes) هدایت کننده آبهای زمینی (زهکشی)، فاضلاب ها و شیرابه زباله‌های دفن شده، مورد استفاده قرار می‌گیرد. مواد ضایعاتی، و در عین حال دارای پتانسیل بازیافت، حین تولید این لوله‌ها (Post-industrial recycled, PIR)، عمدتا سوزانده یا در زمین مدفون شده و یا در ساخت محصولات جانبی با کیفیت پایین‌تر بکار می‌روند. از طرف دیگر، بازیافت اصولی ضایعات و باز گرداندن آنها به چرخه تولید لوله‌ها می‌تواند نقش بسیار مهمی در کاهش اثرات مخرب زیست محیطی، حفظ منابع طبیعی استحصال مواد اولیه، توسعه منابع تامین مواد اولیه و کاهش هزینه‌های تولید ایفا نماید [۱]. بعلاوه، تحقق این امر، فرصت ارزشمندی برای شاغلان در حوزه بازیافت مواد مستعمل و استفاده شده توسط مصرف کنندگان (Post-consumer recycled, PCR)، از طریق وارد نمودن محصولات خود به بازار پر رونق تولید و مصرف لوله‌های پلی اتیلنی، فراهم خواهد نمود. البته، تولید کنندگان لوله‌های پلی اتیلنی از سالها قبل (اوائل دهه ۸۰ میلادی) به اهمیت این موضوع پی برده و به استفاده از مواد ضایعاتی و بویژه مستعمل، مانند بطری‌های حاوی نوشیدنیها و مواد شوینده، در تولید محصولات خود مبادرت نموده بودند. اما، بدلیل ممانعت‌های تحمیلی از سوی مراکز تصمیم گیرنده و تدوینگر استانداردهای محصولات، این استفاده، تنها به لوله‌های زهکشی در مکانهای خصوصی و انتقال دهنده سیالات در زمینهای کشاورزی محدود شده بود. این ممانعت‌ها، عمدتا از نگرانی در رابطه با عملکرد دراز مدت لوله‌های پلی اتیلنی حاوی مواد بازیافتی سرچشمه می گیرد [۲]. اگرچه، چرخه عمر لوله های پلی اتیلنی، ۵۰ سال یا بیشتر تخمین زده می‌شود، قرارگیری آنها در معرض شرایط سخت دمایی، تابشی، شیمیایی و اعمال تنش به کاهش طول عمر منجر می‌شود. برای مثال، تنش های ثابت اعمالی بر لوله های مدفون در خاک، به تغییر فرم، خزش (Creep) و نهایتا رشد آرام ترک در آنها می انجامد [۳]. احتمال می‌رود، کاهش طول عمر، عمدتا ناشی از درجه تبلور بالا و خواص ویسکوالاستیک پلی اتیلن، برای لوله‌های حاوی مواد بازیافتی، با سرعت و شدت بیشتری رخ دهد. برای پاسخ به سوالات و ابهامات در این زمینه، تحقیقات متعددی صورت گرفته است. هدف اصلی این تحقیقات، دستیابی به روشهای آزمون تسریع شده برای شبیه سازی و پیش بینی رفتار دراز مدت لوله‌ها در شرایط عملیاتی و بررسی تاثیر حضور مواد بازیافتی، در فرمولاسیون، بر این رفتارهای دراز مدت بوده است.

با انجام آزمونهای تسریع شده، می توان به تخمینی از خواص دراز مدت ماده، مانند پاسخ خزشی و رفتار شکست، در زمانهای بسیار کوتاهتری، در مقایسه با زمانهای ۵ تا ۱۰ ساله مورد نیاز در آزمونهای مرسوم، دست یافت. از جمله دیدگاه های اصلی در توسعه آزمونهای تسریع شده می توان به اصول برهم نهی زمان-دما (Time Temperature Superposition, TTS) و زمان-تنش (Time Stress Superposition, TSS) و نیز روشهای هم دمای پله ای (Stepped Isothermal Method, SIM) و هم تنش پله ای (Stepped Isostress Method, SSM) اشاره نمود. در این میان، دیدگاه های بهره بردار از تنش به جای دما، بعنوان انرژی فعالسازی، (مانند روش SSM)، ترجیح داده می شود [۳]. نتایج تحقیقات انجام شده بر مبنای آزمونهای

فوق و نیز سایر آزمونهای مکانیکی، مانند آزمون اعمال تنش رباطی ثابت بر نمونه شکاف دار (Notched Constant Ligament Stress, NCLS) و بدون شکاف (Un-notched Constant Ligament Stress, UCLS) و آزمون انحراف مداوم (Constant deflection)، استفاده از مواد بازیافتی را، به میزان ۴۰ تا ۶۰ درصد، در فرمولاسیون لوله‌های پلی اتیلنی کاروگیت (بدون اثر منفی بر خواص دراز مدت لوله‌های تهیه شده از مواد بکر)، پیشنهاد می‌کند [۳ و ۴]. بعلاوه، در چند تحقیق معدود با استفاده از روشهایی، ازجمله طیف سنجی، کروماتوگرافی ژل تراوایی (GPC) و تحلیل‌های حرارتی، عدم تاثیرات دراز مدت مواد بازیافتی بر ویژگیهای مولکولی پلی اتیلن‌های بکر مورد تایید قرار گرفته است [۵].

انتشار نتایج تحقیقات فوق الذکر، به تغییراتی در استانداردهای ASTM F2306 و AASHTO M 294، در سال ۲۰۱۸، انجامیده و بر این اساس، ایالات متحده آمریکا، تولید لوله های پلی اتیلنی کاروگیت حاوی مواد مستعمل بازیافتی را برای کاربرد در زهکشی‌های عمومی و مجراهای سیالات در بزرگراه‌ها و مکان‌های پر رفت و آمد مجاز دانسته است [۶ و ۷].

با اینحال و با توجه به جدید و محدود بودن استانداردها و اسناد مرتبط، می توان گفت، هنوز، دستورالعمل مشخص و مفیدی بعنوان راهنمای تولید مقرون به صرفه و منطبق با الزامات زیست محیطی لوله های پلی اتیلنی، حاوی مواد ضایعاتی و مستعمل، در اختیار نیست. بعلاوه، عوامل متعددی، همچون نوع، منبع و ویژگیهای ماده بازیافتی ورودی به فرمولاسیون، قطر و ضخامت لوله‌ها، سوراخهای (Perforations) احتمالی تعبیه شده بر آنها، عمق دفن در زیر زمین، ویژگیهای خاک در محل دفن و مقاومت در برابر مواد شیمیایی مهاجم موجود در سیالاتی مانند شیرابه زباله‌ها، می‌توانند عملکرد لوله‌های حاوی مواد بازیافتی را متاثر سازند. بنابراین، لزوم تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های متناسب با شرایط محیطی و عملیاتی لوله های پلی اتیلنی حاوی مواد بازیافتی، بمنظور پذیرش بهتر و استقبال از آنها از سوی تولید کنندگان و مصرف کنندگان این محصولات، امری ضروری به نظر می‌رسد.

جمع بندی

استفاده از پلی اتیلن‌های بازیافتی در تولید لوله‌های کاروگیت، از یک طرف به کاهش معضلات مرتبط با انباشتگی ضایعات آنها در محیط زیست انجامیده و از طرف دیگر، صرفه اقتصادی فراوانی نصیب تولید کنندگان و مصرف کنندگان این لوله‌ها خواهد نمود. با اینحال، نگرانی‌هایی در رابطه با عملکرد دراز مدت لوله‌های پلی اتیلنی حاوی مواد بازیافتی وجود دارد. نتایج تحقیقات اخیر، با استفاده از آزمونهای شبیه ساز رفتار بلند مدت لوله‌ها، بخشی از این نگرانی‌ها را مرتفع نموده و برای مثال، به صدور مجوز تولید لوله های پلی اتیلنی کاروگیت حاوی مواد مستعمل بازیافتی، در ایالات متحده آمریکا منجر شده است. با این وجود، تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های متناسب با شرایط محیطی و عملیاتی لوله های پلی اتیلنی حاوی مواد بازیافتی، بمنظور پذیرش بهتر و استقبال از آنها از سوی تولید کنندگان و مصرف کنندگان این محصولات، ضروریست.

مراجع

1. L Nguyen, et al., J. Polym. Environ., 25, 925–947, 2016.
2. M Pluimer, et al., National Cooperative Highway Research Projct (NCHRP) 870 Report, Transportation Research Board, Washington, DC, 2018.
3. ET Shaheen, PhD thesis, Ohio University, 2018.
4. MB Ardakani, et al., J. Pipeline Syst. Eng. Pract., 9, 1-12, 2018.
5. M Alzerreca, et al., / Polym. Test. 46, 1-8, 2015.
6. ASTM., Standard Specification for 12 to 60 in. [300 to 1500 mm] Annular Corrugated Profile-Wall Polyethylene (PE) Pipe and Fittings for Gravity-Flow Storm Sewer and Subsurface Drainage Applications, F2306/F2306M-18, 2108.
7. AASHTO., Standard Specification for Corrugated Polyethylene Pipe, M294-18, Washington, D.C., 2018.

موضــوع سیزدهــم

جوشکاری استاندارد ، دستگاه های جوش و روشهای اتصال

FIRST INTERNATIONAL
POLYOLEFIN PIPE
CONFERANCE

استاندارد جدید دستگاه های جوش لب به لب و الکتروفیوژن

علی عزیزی- شرکت روتنگران

روند رو به رشد استفاده از مواد پلاستیکی منجمله پلی اتیلن در صنعت آب و فاضلاب مرهون خواص و مشخصات این مواد و کاربرد آن می باشد.

با توجه به مزایای بسیار و پیشرفتهایی که این نوع لوله ها در صنعت داشته اند می توان آنها را جایگزین مناسبی برای لوله های فلزی –پی وی سی-GRP وچدنی در پروژه ها مطرح نمود. با توجه به مزایای بسیار این نوع لوله ها مدیران پروژه های اجرایی در اکثر مواقع این نوع لوله را در پروژه ها پیشنهاد می نمایند.

جهت اتصال دو نوع لوله پلی اتیلن که معمولا در شاخه های ۶ و۱۲متری تولید و عرضه می شوند از یک ماشین جوش که دارای استانداردهای لازم (ISIR22565) باشد استفاده می شود.

دستورالعمل های لازم جهت ساخت ماشین جوش می بایست مطابق با استاندارد بوده تا عملیات جوش به خوبی انجام گردد.

استفاده از یک ماشین جوش مناسب (مطابق با استاندارد)، مستلزم داشتن یک اپراتور با تجربه (Certificate) خواهد بود. اپراتور می بایست حتما استانداردها و اصول و قوانین جوشکاری را در حین عملیات جوشکاری رعایت نماید. (ISIR18648)

با توجه به استانداردهای تدوین شده، دستگاه های جوش می بایست در زمان های تعیین شده کالیبره و گزارشات جوشکاری توسط پیمانکار تهیه و به ناظر پروژه ارائه گردد.

لازم به توضیح است داشتن یک ماشین جوش (مطابق با استاندارد) در یک پروژه لازم، و بکارگیری اپراتوری که دارای گواهی جوشکاری باشد و اصول جوشکاری را مطابق با استانداردها رعایت نماید از ضروریات است.

گروه تولیدی روتنگران پارسه با داشتن سالها سابقه و تجربه در زمینه تولید ماشین های جوش پلی اتیلن آمادگی خود را جهت عرضه ماشین جوش پلی اتیلن مطابق با استانداردهای بین المللی اعلام میدارد.

علهذا کلیه مدیران - کارفرمایان و مشاورین محترم در زمان انجام عملیات جوشکاری حتما از ماشین های جوش پلی اتیلنی استفاده نمایند که استانداردهای لازم را جهت جوشکاری داشته باشد.

روش جوشکاری لب به لب تک فشاری با فشار بالا و افزایش بهره وری و بهینه سازی خنک کاری به روش McElory

فرانک دبیر شاه اویسی – شرکت جهاد زمزم

با افزایش میزان استفاده از مواد پلی اتیلن دوقله ای و برای اینکه مواد با معیارهای طراحی بهینه تهیه شوند لازم است اتصالات تهیه شده به روش جوش لب به لب با استفاده از بهترین و با کیفیت ترین و کوتاه ترین روشهای قابل تکرار برای ایجاد سامانه های جوش لب به لب PE ساخته شوند . در کشور ایران با توجه به تجربه طولانی مدت و دستگاهای جوش موجود ازاستاندارد(ISO 21307) INSO 18648 از روش جوشکاری تک فشاری در فشار کم استفاده میگردد. شرکت Mcelroy پیشرو در صنعت طراحی و ساخت تجهیزات جوش لب به لب ازسایز (20mm-2000mm) سعی کرده بر اساس زمانهای خنک کاری کوتاهترکه باعث صرفه جویی وافزایش بهره وری درسایت کاری میشود پیش بینی وارائه کند جهت محاسبه پارامترهای جوش مناسب و قابل اجرا از استاندارد آمریکایی ASTM F2620 پیروی شده است.

زمان نفوذ گرمایی و زمان خنک کاری جوش دو مشخصه مهم فرآیند جوش هستند که بطور چشمگیری راندمان اپراتور جوش را محدود میکنند.

آزمایشها برروی لوله پلی اتیلن (PE 4710 : HDPE) با قطر 450mm ~ ۱۸ اینچ با دو ضخامت مختلف و در سه دمای محیط ($4^{\circ C} \sim 40^{\circ F}$) ، ($21^{\circ C} \sim 70^{\circ F}$) و ($49^{\circ C} \sim 120^{\circ F}$) انجام شد :

- لوله با DR:7 و ضخامت ۲/۵ اینچ ~ ۶۳ mm .
- لوله با DR:32.5 و ضخامت ۰/۵۵ اینچ ~ ۱۴ mm.

نمونه ها مطابق ASTM F2620-13 ذوب شدند وسپس در مدت زمانهای مختلف وتحت فشار سرد کردندوسپس بر روی آنها تستهای مخرب انجام دادند

برای پیش بینی دقیق این زمان خنک کاری لازم است : الف) متغیرهای مستقلی را که بر زمان خنک کاری اثرگذارند و میزان تأثیر هر عامل را شناسایی کنند (برای اینکار دو فاکتور ضخامت دیواره و دمای محیط را به طور دقیق اندازه گرفتند) ب) دمای مرکز و درون دیواره هر اتصال که بتوان در آن فشار جوش را بدون اینکه تأثیر منفی بر استحکام اتصال داشته باشد از روی دستگاه برداشت ، تعیین کنند ج) میزان تاثیر خنک کاری به روشهای دیگر مانند روشهای تسریع شده برروی نرخ خنک کاری دمای داخلی محل اتصال اندازه گیری کنند.

McElroy به این نتیجه رسید که چه درمدت زمان موجود در استانداردASTM F2620-13 خنک شود وچه نرخ خنک کاری بر اساس شرایط محیطی تغییر کند و چه زمان خنک کاری تحت فشار کاهش یابد انرژی شکست اتصالات جوش ثابت میمانند. آزمایشات نشان میدهد که پس از جوش لب به لب دمای اتصال یک افت سریع دمایی دارد اما بعد از این نقطه نرخ خنک کاری به سرعت کاهش میابد ، این خمیدگی و انحراف (زانو) را میتوان به تبلور مجدد مواد به دلیل سرد شدن پلیمر در زیر دمای VICAT نسبت داده میشود..در زیر این خمیدگی شرایط دمایی محیطی بر باقیمانده نرخ خنک کاری تأثیر دارد. بدون در نظر گرفتن DR وقتی دمای محیط از $21^{\circ C}$ به $49^{\circ C}$ افزایش میابد برای هردو لوله زمان خنک کاری دمای مرکز و هسته اتصال سریعا دوبرابر میشود. تحقیقات Ted Striplin زمان خنک کاری را به عنوان تابعی از فشار سطحی و دمای محیط مورد بررسی قرار داد. تحقیقات وی تأیید کرد که استحکام مواد پایه لوله در دمایی که حاصل از زمان خنک کاری مشخص شده در استانداردهای مربوط به جوش است ، و استحکام در این دمای بالا تقریباً به ۵۰٪ از استحکام نهایی لوله وقتی به طور کامل تا

(22.8°C ~73°F) خنک میشد ، میرسد . پس از نقطه اولیه زانو،افزایش استحکام متناسب با زمان است . به عبارتی، کاهش در زمان خنک کاری کاهشی خطی در استحکام اتصال در زمان برداشتن دستگاه جوش نیست. با صدها مورد از آزمایشات انجام شده معلوم شده است که برداشتن اتصال از دستگاه پس از یک زمان جوش کوتاه تر / خنک کاری کوتاه تر کمترین تأثیر را بر استحکام نهایی اتصال دارد ، و تحقیقات هاوکینز نشان داد که در دمای بالاتر محیط به زمان بیشتری برای خنک کاری نیاز است .همچنین هاوکینز یک دمای دیگر را هم در نظر گرفت که آن دمای خود لوله است .چون لوله پلی اتیلن ممکن است قبل ازجوش در محوطه یا محل تخلیه بماند. به خصوص لوله سیاه می تواند بسیار گرمتر از شرایط محیطی اطرافش باشد زیرا پلی اتیلن عایق بسیار خوبی میباشد .

پژوهشها نشانگر پارامترهای فوق برای تعیین زمان خنک کاری موثرهستند: ضخامت دیواره لوله ، قطرلوله،دمای محیط و دمای لوله . تحقیقاتMcElroy شامل لوله با قطر خارجی بین (160mm)"6 تا (630mm~)"24 با DR از 7 تا 32.5 میشود و داده های ایجاد شده پایه و اساس الگوریتم و محاسبه عددی خنک کاری بهینه را تشکیل میدهند که این فرآیند کاهش حداقل زمان خنک کاری تحت فشار را تا ۵۵٪ از ۱۱ دقیقه در هر اینچ ضخامت دیواره بیان شده در ASTM F2620-19 میشود. آزمایشها بر روی یک سیستم لوله کشی "20 با DR 7 در شرایط محیطی بین ۷۰ و۱۲۰درجه فارنهایت و دما محیط بین ۷۵ و ۱۴۰درجه فارنهایت را یکبار بر اساس ASTM2620-19 سپس براساس و ASTM F2620-19 همراه با الگوریتم خنک کاری بهینهMcElroy خنک میکنیم که نتیجه کاهش زمان خنک کاری برای نمونه سردتردر حد ۵۵٪ و برای نمونه گرمتر در حد ۴۸٪ گزارش شده و کاملاً نشان میدهد خنک کاری بهینه برای هر اتصالی به دمای محیط و دمای سطح لوله احتیاج داردو هر اتصال دارای زمانهای خنک کاری مطابق با الگوریتم و تحقیق اصولی است.البته باید خاطر نشان شد این نوع خنک کاری بهینه فقط برای عملیات اتصالی به کار میرود که ازDataLogger®6 یا فناوریها و تکنولوژی هایی جدید استفاده می کند. برای آماده سازی جوش با استفاده از خنک کاری بهینه McElroy ™، اپراتور موارد زیر را درنظرمی گیرد : دمای محیط ، دمای سطحی از لوله که جوش میشود ، SDR لوله ، مواد لوله و قطر لوله .سپس DataLogger® دستورالعمل های گرافیکی مربوط به زمان نفوذ گرمایی مطابق با F2620 و زمان جوش / خنک کاری (به طوریکه محاسبه شده) را به اپراتورارائه می دهد.(روشهای تسریع شده و اغراق آمیز مانند استفاده از سیر کوله شدن آب یخ به دلیل هدایت حراتی کم HDPE برای دیواره های لوله های ضخیم و سنگین موثر نمیباشد) .جهت محدود کردن تنشهای بکار گیری و بالا بردن راندمان جوش نیز باید از روش های اصولی و نرمال بجای استفاده از روشهای خشن و نامتعارف استفاده کرد زیرا استحکام نهایی محل های اتصال تحت تأثیر نحوه عملکرد پس از برداشتن اتصال از دستگاه جوش است و کلاً برای انواع جوش باید از برداشتن خشن لوله جلوگیری کرد تا اینکه محل های اتصال کاملاً خنک شود. (بند ۸,۳,۶ استاندارد ASTM F2620-19) .

انطباق با سایر روشهای جوشکاری: در حال حاضر ، خنک کاری بهینه سازی McElroy براساس ASTM F2620 و روش تک فشاری با فشار بالا مطابق ISO 21307 قابل اجرا میباشد. محاسبات والگوریتم خنک کاری بهینه شده هنوز برای سایر روش های جوش در سطح بین المللی مانند DVS ، GIS، WIS، ISO 21307 تک فشاری یا ISO 21307 دوفشاری استفاده شده ، بسط و توسعه نیافته است.

عنوان مقاله

"استاندارد بازرسی ظاهری (Visual Check) جوش های گرمایی(Heat fusion)"

مقدمه

یکی از بخش های جدانشدنی سیستم‌های لوله‌های پلی اتیلنی، روش‌های به کار رفته برای اتصال لوله و اتصالات است. لوله و اتصالات پلی اتیلن توسط جوش گرمایی یا اتصالات مکانیکی به هم متصل می‌شوند. دو نوع متداول از جوش‌های گرمایی: جوش لب به لب و جوش الکتروفیوژن می‌باشد. در یک طراحی صحیح، نوع و کارایی تکنیک مورد استفاده برای اتصال قطعات و هم چنین دوام اتصالات مد نظر می‌باشد.

برای بررسی کیفیت محل اتصال دو نوع آزمون مخرب (DT)[۵] و غیر مخرب (NDT) وجود دارد. روش های آزمون غیر مخرب شامل موارد زیر می‌باشد:

۱) بازرسی چشمی(Visual inspection)

۲) آزمون مایکروویو (Microwave testing)

۳) آزمون التراسونیک (Ultrasonic testing)

۴) آزمون رادیوگرافی اشعه ایکس(X-ray radiographic testing)

مزایای روش آزمون به NDT به DT به شرح زیر می‌باشد:

۱) در محل سایت قابل انجام می‌باشد.

۲) امکان بررسی سطح داخلی و خارجی محل جوش وجود دارد.

۳) از نظر صرفه جویی در هزینه و زمان مقرون به صرفه است.

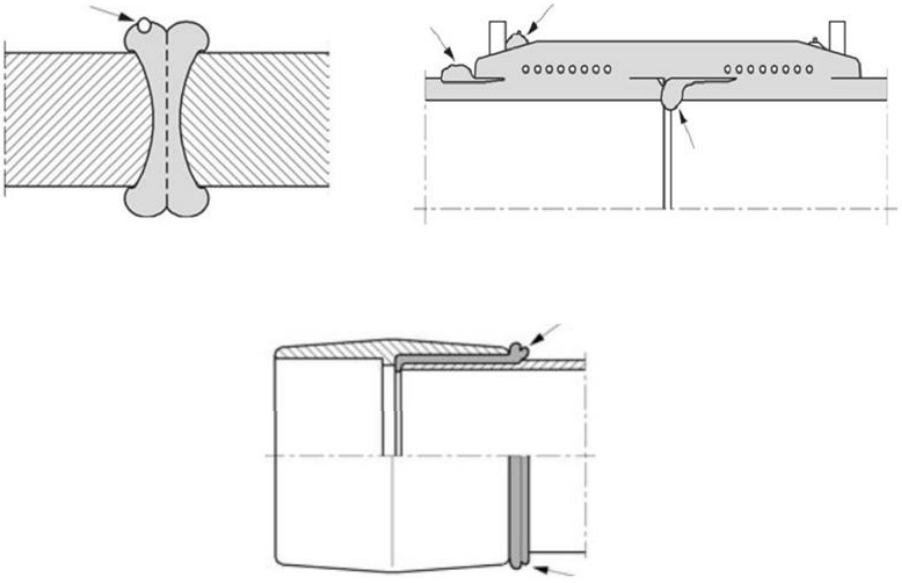
در این مقاله به بررسی بازرسی چشمی)

آزمون‌های غیر مخرب:

در این مقاله به بررسی بازرسی چشمی جوشهای گرمایی می پردازیم.

۱) بازرسی چشمی(Visual inspection)

بازرسی چشمی از ابتدایی ترین، ارزان ترین و ساده ترین روش‌هایی است که البته به علت ماهیت پیشگیرانه بودن بسیار موثر و کاربردی در کیفیت جوشکاری می‌باشد. یکی از مهمترین کاربردهای بازرسی چشمی، استفاده از آن جهت کنترل کیفیت جوش و قطعات جوشکاری شده است. شاید بازرسی چشمی به نظر آسان بیاید اما در عین سادگی دارای پیچیدگی ها و ویژگی های خاصی است و فقط زمانی اثربخش خواهد بود که توسط افراد دارای صلاحیت و با تجربه انجام پذیرد، در غیر این صورت تنها یک مشاهده معمولی بدون هیچگونه کنترل و یا ارزیابی از کیفیت خواهد بود .در واقع بازرسی جوش به روش چشمی مکمل روش های دیگر آزمون غیر مخرب جوش است و روش انجام آن بر اساس استانداردهای EN 13100-1، EN 14728، EN 16296 و DVS2202-1 می‌باشد.



شکل ۱- نقایص قابل مشاهده در جوش لب به لب ،الکتروفیوژن و بوشنی

بازرسی چشمی در سه مرحله : آماده سازی قبل از شروع فرآیند جوشکاری ، در حین فرآیند جوشکاری و پس از فرآیند جوشکاری صورت می پذیرد. **(EN 13100-1)**

شرایط و اجزاء بازرسی چشمی

- برای انجام مناسب بازرسی چشمی ، نور محیط از اهمیت به سزایی برخوردار است، زیرا که بعضی از عیوب سطحی فقط تحت تابش نور صحیح (تابش نور تحت زاویه مناسب) آشکار می شوند. حداقل روشنایی سطح جوش **300LX و 500LX** توصیه می شود و همچنین دسترسی به محل جوش بایستی به اندازه ای باشد که چشم در فاصله ۶۰۰ میلی متر از جوش قرار گیرد و زاویه دید و جوش نبایستی کمتر از ° 30 باشد. **(EN 13100-1)**
- بازرسی چشمی و ارزیابی نتایج برای پذیرش نهایی توسط پرسنل مجرب و آشنا با استانداردها ، قوانین ، مشخصات و روش جوشکاری مورد استفاده انجام شود. توصیه می شود پرسنل مطابق با استاندارد **EN ISO 9712** یا استاندارد معادل آن در سطح مناسب در بخش صنعت مربوطه واجد شرایط باشند.**(EN 13100-1)**

انواع عیوب

هدف از بازرسی چشمی اتصالات جوشکاری شده، یافتن برخی عیوب قابل رویت در سطح جوش می باشد از جمله:

- ترکها **(Cracks)**
- شکاف جوش **(Welding notche)**
- عدم مطابقت شکل ظاهری جوش **(Mismatch of joint faces)**
- جوش زاویه ای **(Angular)**
- نامنظم بودن عرض لبه جوش **(Irregular weld bead width)**
- عدم ذوب **(Lack of fusion)**
- وجود منافذ / حفره **(cavities / pores)**

شکل ۲- چند نمونه از عیب های مشاهده شده در جوش های گرمایی

سطح کیفیت(Quality levels)

سه سطح کیفیت یا پذیرش برای نقص های مشاهده شده در بازرسی چشمی جوشهای گرمایی در استاندارد **BS EN16296** و **DVS2202-1** تعریف شده است.

سطح پذیرش	الزامات
B	الزامات سخت یا دقیق (Stringent) در مورد ایمنی و قابلیت تحمل بار
C	الزامات متوسط (Medium) در مورد ایمنی و قابلیت تحمل بار
D	الزامات محدود (Moderate) در مورد ایمنی و قابلیت تحمل بار

جدول ۱ – سطح پذیرش عیب های جوش

در جدول ۲ سطح کیفیت در برخی از عیب های مشاهده شده مشخص گردیده است:

عیب	سطح B	سطح C	سطح D
ترک	غیرمجاز	غیرمجاز	غیرمجاز
جوش زاویه ای	مجاز در صورتی که نا همترازی زاویه ای بیشتر از ۰/۲ در جه نباشد	مجاز در صورتی که نا همترازی زاویه ای بیشتر از ۰/۴ در جه نباشد	مجاز در صورتی که نا همترازی زاویه ای بیشتر از ۰/۸ در جه نباشد
آسیب های حرارتی	غیرمجاز	غیرمجاز	غیرمجاز
عدم ذوب	غیرمجاز	غیرمجاز	غیرمجاز

جدول ۲- تعریف سطح کیفیت

شرکت پیمانکار باید کیفیت را با انتخاب سطح پذیرش مشخص کند و الزامات تعریف شده در این مورد باید هنگام اجرای کار جوشکاری برآورده شود.

نتیجه گیری:

۱- بازرسی چشمی یک روش کاربردی و ارزان می باشد.

۲- بازرسی چشمی فقط عیوب ماکروسکوپی سطحی را کشف می نماید.

۳- برای تفسیر نتایج به مهارت و تجربه بالای اپراتور نیاز می باشد.

بررسی تاثیر توزیع دوده بر خواص لوله های پلی اتیلن و جوش لب به لب

Studying the effect of distribution of carbon black on physical properties of PE pipes and butt fusion joints

انسیه سلطانی۱، سیدمحمد امامیان۲ ، قدرت الله هاشمی مطلق۳

۱- دانشگاه تهران، دانشکده های فنی، دانشکده مهندسی پلیمر ، دانشجو کارشناسی
۲- دانشگاه تهران، دانشکده های فنی، گروه مهندسی شیمی ، دانشجو کارشناسی
۳- دانشگاه تهران، دانشکده های فنی، گروه مهندسی پلیمر

کلید واژه ها : توزیع دوده، لوله پلی اتیلنی، جوش لب به لب لوله ، خواص مکانیکی، نمودار تنش کرنش، سطح شکست

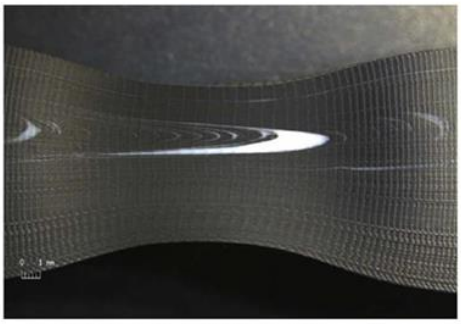
۱. مقدمه

پلی اتیلن به دلیل خواص مکانیکی مطلوب کوتاه مدت و بلند مدت، فرآیند پذیری آسان ، مقاومت در برابر خوردگی شیمیایی و جوش پذیری مناسب به عنوان اولین گزینه در تولید لوله های پلاستیکی مطرح می شود. برای اجرای خط لوله، لوله ها و اتصالات توسط فرآیند جوش لب به لب و جوش الکتروفیوژن به هم متصل می‌شوند که کیفیت و خواص محل های جوش اهمیت بسزایی در ایمنی و طول عمر خط لوله دارد.

برای عملکرد بلند مدت مناسب لوله های پلی اتیلن، پایدارسازی مناسب در برابر تجزیه ی حرارتی و نوری انجام می شود. دوده[۱] به عنوان اقتصادی ترین و بهترین پایدارکننده نوری برای جلوگیری از تخریب شیمیایی لوله های پلی اتیلن که در معرض نور مستقیم خورشید هستند، مورد استفاده قرار می گیرد. کارایی دوده در جلوگیری از تخریب نوری به اندازه ذرات، غلظت و پراکندگی آن بستگی دارد. مطالعات نشان داده اندازه ذرات کوچکتر حدود ۲۰ نانومتر در غلظت حدود ۲ تا ۳ درصد وزنی برای محافظت نوری مناسب تر است. همینطور برای بهبود عملکرد دوده پراکندگی و توزیع مناسب آن لازم و ضروری است. اگر دوده و پلی اتیلن به حد کافی مخلوط نشوند مناطقی ایجاد می شود که کمتر یا اصلا دوده ندارد به این مناطق اصطلاحا "پنجره[۲]"می گویند که نور از آن عبور می کند این منطقه در شکل ۱ نشان داده شده است. در این مقاله چگونگی تاثیر توزیع دوده بر خواص مکانیکی لوله و سطح جوش توسط آزمون کشش[۳] و تجزیه و تحلیل سطح شکست توسط میکروسکوپ الکترونی[۴] برای نمونه های حاوی مقادیر کم، متوسط و زیاد پنجره بررسی می شود.

مواد و روش ها

پس از جمع آوری پودر پلی اتیلن سنگین از راکتور پلیمریزاسیون ، این پودر با آنتی اکسیدان و مستربچ دوده (با نسبت ۴۰ درصد دوده و ۶۰ درصد رزین حامل) برای تولید پیش ترکیب مشکی مخلوط گردید.پودر دیگری بدون مستربچ دوده(CBMB) اما با آنتی اکسیدان برای تولید پلی اتیلن بدون پیگمنت و پایدار ترکیب شد.



شکل ۱.نمونه تست کشش قبل از انجام تست ، منطق سفید بیانگر پنجره ها هستند.(این تصویر بزرگنمایی شده است.)

لوله ها با قطر بیرونی $110mm$و ضخامت دیواره $22mm$توسط اکسترودر تک پیچه با قطر پیچه حدود $60mm$و نسبت طول به قطر ۳۳ تولید شدند. پیش ترکیب مشکی به عنوان لوله مرجع بدون پنجره ساخته شد یک مخلوط خشک از NPC,CBMB حاضر شد، که با

۱ Carbon black
۲ Window
۳ Tensile test
۴ SEM

توزیع های مختلف دوده و با ثابت نگه داشتن دیگر شرایط اکستروژن نمونه های دو تا چهار را ساخت .شرح نمونه ها در جدول ۱ آورده شده است، بنابراین چهار نمونه لوله تولید شد سپس برای بررسی روند جوش همین لوله ها با همین ترکیب مواد از طریق فرآیند جوش لب به لب به یکدیگر متصل گشتند که این فرآیند در شکل ۲ به نمایش گذاشته شده است.

۳.بیان نتایج

۳,۱.توزیع اندازه ذرات دوده و پراکندگی آن ها

توزیع اندازه ذرات به خوبی صورت گرفته است،لذا هیچ خوشه و شبکه ای در این مشاهدات وجودندارد. در حالت کلی افزایش زمان اقامت در اکسترود از طریق کاهش توان باعث بهبود توزیع دوده در ماتریس پلیمری میشود .نمونه ۱ در لوله و در سطح جوش هیچ پنجره ای نداردو در مقایسه با دیگر نمونه ها توزیع یکنواخت تری دارد..نمونه ۲ از لحاظ توزیع دوده بین چهار نمونه بدترین است و بیشترین میزان پنجره را دارد. نمونه های ۲و۳و۴ طی فرآیند جوش مسطح میشوند.منظور از مسطح شدن آن است که طی فرآیند جوش لایه های مختلف پلیمر به دلیل حرارت و فشاردر کنار هم قرار میگیرندو هم چنین پنجره های لایه ها نیز در کنار هم قرار میگیرد لذا تعداد و سایز پنجره ها به طرز چشم گیری زیاد میشود.

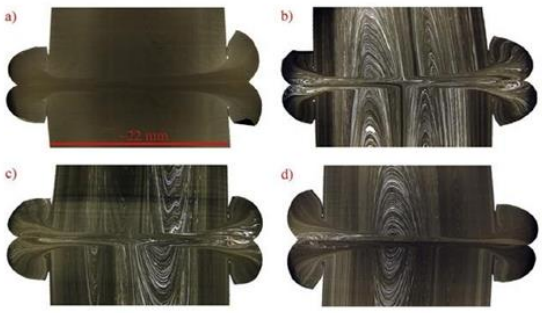
۳,۲.نتایج حاصل از توزیع دوده بر خواص کششی لوله و سطح مشترک جوش

در لوله : نمونه ۱ تا نقطه ی شکست، کرنش بالایی از خود نشان میدهد و دارای نقطه ی تسلیم ، نرم شدگی کشش و کشش سخت و درنهایت شکست است پس نمونه ۱ رفتار چقرمه دارد . در حالی که نمونه ۲ با جرم مولکولی و خواص فیزیکی یکسان میزان کرنش تا نقطه ی شکست کمتری داشته و رفتار شکننده از خود نشان میدهد و رفتار کشش سخت ندارد و نمونه های ۳و۴ رفتار شکستی بین نمونه ۱و۲ دارند. این عملکرد را میتوان در شکل ۳ مشاهده کرد ،بنابراین توزیع نامناسب دوده و وجود مناطق بدون دوده در ساختار لوله موجب رفتار شکننده هنگام شکست میشود.

جدول ۱.توضیح نمونه های لوله

شماره نمونه	توضیح نمونه	مواد	یادداشت
نمونه ۱	نمونه مرجع	ترکیب پیش ساخته	سرعت اکستروژن: $115\frac{Kg}{h}$
نمونه ۲	مقادیر بالای پنجره	ترکیب CBMB+NPC	سرعت اکستروژن: $115\frac{Kg}{h}$
نمونه ۳	مقادیر متوسط پنجره	ترکیب CBMB+NPC	سرعت اکستروژن: $95\frac{Kg}{h}$
نمونه ۴	مقادیرکم پنجره	ترکیب CBMB+NPC	سرعت اکستروژن: $70\frac{Kg}{h}$

درجوش: همانطور که اشاره شد در نمونه ۱ پنجره وجود ندارد و مشاهدات بیانگر آن است که شکست دور از فصل مشترک دو فاز اتفاق افتاده ، این درحالی است که در نمونه ۲ با تعداد پنجره بالا، شکست دقیقا در فصل مشترک دو فاز رخ داده است،بنابر این پنجره ها در تعیین محل شکست تاثیر دارند

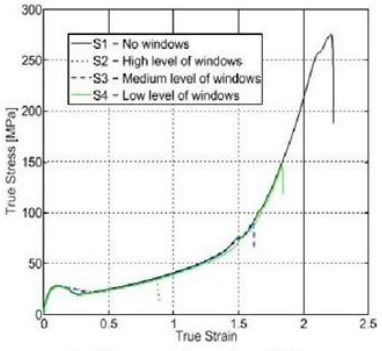


شکل ۲.تصاویر میکروسکوپی فصل مشترک جوش در ابعاد ۱۵میکرومتری(درراستای جریان) a) نمونه ۱ b) نمونه ۲ c)نمونه ۳ d) نمونه ۴(مناطق سفید بیانگر پنجره هاست)

نمونه ۳و۴ رفتار در شکست در لوله و جوش رفتار شکننده و چقرمه به صورت ترکیبی نشان میدهند. در حالت کلی با کاهش ابعاد و تعداد پنجره ها سطح شکست مشترک در جوش از حالت شکننده به چقرمه تبدیل میشود پس میزان انعطاف پذیری در نمونه ۴ از ۲و۳ بیشتر است ،نمونه ۲ رفتار کاملا شکننده و نمونه ۱ رفتار کاملا انعطاف پذیر در سطح شکست از خود نشان میدهد. این عملکرد در شکل۴ و ۵ قابل مشاهده است.

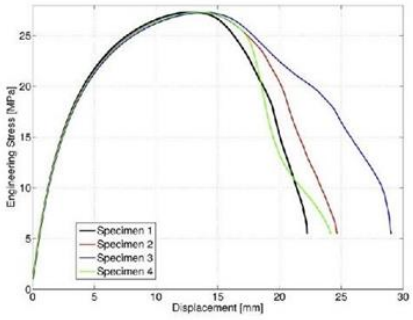
۴.نتیجه گیری

در این مطالعه ، ۴ لوله پلاستیکی پلی اتیلنی با مقادیر یکسان اما توزیع های متفاوت دوده توسط اکسترودر تک پیچه ساخته شده اند. لوله ها و مناطق جوش با یک نرخ کرنش تا حد شکست تحت کشش قرار گرفتند و توسط تکنیک های میکروسکوپی بررسی شدند . مشاهده شده است ، افزایش زمان اقامت از طریق کاهش سرعت تولید به بهبود توزیع دوده در لوله ها کمک میکند، در ادامه میتوان اشاره کرد در صورتی که توزیع دوده نامناسب باشد خواص مکانیکی بعد از نقطه تسلیم در لوله ها و سطح مشترک جوش به شدت افت میکند این در حالی است که خواص نقطه ی تسلیم تحت تاثیر قرار نمیگیرد. در لوله مناطق پلیمری بدون دوده و یادارای مقادیر کمتر دوده (پنجره)هنگام کشش دچار لایه لایه شدگی از ماتریس پلیمری میشوندکه این موضوع باعث شکست زودتر از انتظار میشود.

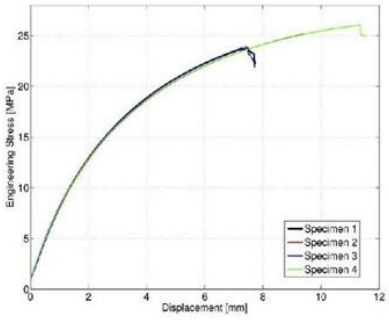


شکل ۳.نمودار تنش کرنش نمونه لوله ها

قدرت سطح مشترک بسیار به میزان چسبندگی بین دو فاز بستگی دارد، بین پنجره ها و ماتریس پلیمری سطح مشترک ضعیفی دیده شده است ،بنابراین این ساختار وقتی تحت کشش قرار میگیرد دچار لایه لایه شدگی میشود. در نمونه هایی با توزیع غیر یکنواخت دوده، کنار هم قرار گیری پنجره های لایه های مختلف طی مسطح کردن در فرآیند جوش منجر به افزایش شدید در اندازه و تعداد پنجره ها می شود ، همین امر باعث ایجاد مورفولوژی نیمه پیوسته از دو فاز می شود بنابراین با افزایش میزان مورفولوژی نیمه – پیوسته ، عملکرد ضعیف مواد انتظار میرود، در همین راستا می توان اشاره کرد که پنجره ها با ابعاد کوچک (حدود ۱۰۰میکرومتر)چندان باعث تغییر درخواص مکانیکی لوله ها نمیشوند اما همین پنجره ها با توجه به دلایل گفته شد ،کنارهم قرار گیری و گسترش ابعاد، خواص مکانیکی در سطح جوش را به شدت کاهش میدهند. با افزایش توزیع ناهمگون دوده در لوله های پلی اتیلن خواص و کار تا نقطه ی شکست به طرز چشم گیری کاهش می یابد. لوله و سطح مشترک جوش بدون دوده دارای سطح شکست انعطاف پذیر (چقرمه) هستند، در حالیکه افزایش ناهمگون دوده باعث ایجاد سطح شکست شکننده میشود.



شکل ۴.نمودار تنش کرنش نمونه جوش ۱



شکل ۵.نمودار تنش کرنش نمونه جوش ۲

موضــوع چهاردهــم

کاربردهای جدید لوله های پلی اولفینی

FIRST INTERNATIONAL POLYOLEFIN PIPE CONFERANCE

بررسی لوله های پلی اتیلن تقویت شده با الیاف شیشه (PE-GF)- مطالعه موردی

محمد رحمتی [1]
شرکت مهندسین مشاور پایش آرمان کیفیت [2]

۱- چکیده

به منظور تولید لوله های پلی اتیلن با سایزها و رده های فشاری مختلف از پلی اتیلن تقویت شده با الیاف شیشه می توان استفاده کرد. مواد لوله ترکیبی از پلی اتیلن گرید لوله (PE 80 یا PE 100) ، الیاف و یک ماده پیوند دهنده است. این لوله ها با استفاده از اکستروژن [3] مستقیم تولید می شوند و لوله را در لایه های متقاطع بر روی ابزار تولید [4] مارپیچ می‌کنند. لوله ها با استفاده از روش اتصال الکتروفیوژن به یکدیگر وصل می شوند. مزیت اصلی این لوله ها عمر طولانی، روش اتصال قابل اطمینان، ویژگی هیدرولیکی خوب، انعطاف پذیری بالا، مقاومت در برابر خوردگی و وزن بسیار کم لوله، بدون نیاز به حفاظت کاتدی و ضریب اصطکاک بسیار پایین می باشد. فرآیند تولید لوله مطابق سیستم های لوله کشی پلاستیک ISO / AWI 29561 (سیستم های لوله کشی پلاستیک - سیستم لوله کشی پلی اتیلن تقویت شده با الیاف شیشه ای (PE-GF) برای تامین آب) طراحی شده است. در این مطالعه سعی شده عملکرد لوله های پلی اتیلن تقویت شده و مقایسه با سایر لوله ها به صورت مختصر شرح داده شود تا جهت سیستم های انتقال آب از روش و ابزار نوین جهت سلامت و بهبود کیفیت و کاهش هزینه ها گامی مهم در صنعت پلیمر برداشت.

۲- مقدمه

در دهه های گذشته به منظور انتقال آب از لوله های پلی اتیلن تحت فشار بسیار استفاده شده است. مزایا و ویژگی های مهم لوله های پلی اتیلن از جمله طول عمر مفید حداقل ۵۰ ساله، وزن کم، دقت در تولید، حمل و نقل و نصب آسان، مقاومت بسیار بالا در برابر خوردگی، قابلیت و انعطاف پذیری بالا نسبت به لوله های فولادی و چدنی باعث شده سهم بیشتری در بازار داشته باشد. به همین خاطر تقاضای بازار جهت افزایش تعداد لوله و اتصالات در سایزها و رده های فشاری مختلف به منظور استفاده در کاربردهای جدید بیشتر شده است. به منظور تحقق این درخواست ها ،فناوری‌های جدید تولید با استفاده از ترکیبات پلیمری تقویت شده توسعه یافته اند. در این مطالعه ابتدا مختصری از پیشینه پژوهش و سپس الزامات و روش های آزمایش مواد اولیه، ظاهری و ابعادی، کیفیت ساختار و اتصالات و روش علامت گذاری لوله های PE-GF در سایزهای ۳۰۰ میلیمتر و بالاتر با اتصالات الکتروفیوژن بررسی شده است. در ادامه نتایج آزمون ها به صورت موردی تحلیل و نتیجه گیری از مطالعه انجام شده است. این لوله ها جهت انتقال آب، دوغاب، فاضلاب شهری و خانگی، پساب ها و ... در سیستم های تحت فشار مورد استفاده قرار می گیرد. انتخاب لوله به عوامل فراوانی نظیر مشخصات، محل اجرای طرح، درجه خوردگی خاک و آب، هزینه تأمین لوله و نصب آن، قابلیت تعمیر و نگهداری شبکه و غیره بستگی دارد. جهت بررسی و شناخت بهتر انواع لوله ها، می توان تقسیم بندی لوله ها را مطابق جدول ۱ در سه خانواده اصلی لوله های کامپوزیتی، لوله های فلزی و لوله های پلاستیکی انجام داد.

جدول ۱. مقایسه بین لوله با جنس های مختلف

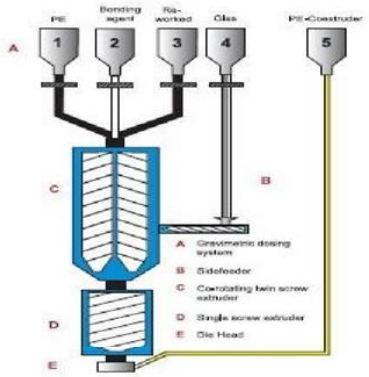
جنس لوله		مزایا	محدودیت ها
فلزی	فولادی چدنی	استحکام کششی بالا، مقاومت به ضربه	مقاومت پایین به خوردگی، هزینه های نگهداری و مراقبت بالا، گران، سنگین، نصب طولانی مدت
بتنی	بتنی [5] (DIN EN 1916, DIN V 1201DIN EN 639)	استحکام بالا (در صورت نصب صحیح)،	گران، سنگین، شکستنی، روش اتصال (مهر و موم لاستیکی [6])، تولید آهسته (به ویژه برای قطر بالا)، استحکام فشاری بسیار ضعیف، مقاومت سایشی بد، اکولوژی [7] نامساعد، نصب طولانی مدت، بازرسی نامساعد [8]، گران برای اتصال با لوله و اتصالات دیگر، تولید در سایزهای ۳۵۰ تا ۲۸۰۰ میلیمتر

[1] کارشناسی ارشد مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۰۹۳۶۲۴۷۷۳۲۰، m.rahmati371@gmail.com

۲ مشاوره و بازرسی فنی، Pak.tech.insp@gmail.com

[3] extrusion
[4] mandrel
[5] Concrete
[6] Rubber sealing
[7] Ecological
[8] Inspection unfriendly

۳-۳- فرآیند تولید



فرآیند تولید این لوله ها شامل اکستروژن اسپیرال (مارپیچی) و سپس پوشش دهی توسط الیاف شیشه می باشد. تمامی مواد تشکیل دهنده لوله در واحد اکستروژن با یکدیگر مخلوط شده و مستقیماً اکسترود می گردند. در طول فرآیند تولید، کلیه مراحل به طور پیوسته به کمک سیستم یکپارچه CPV مشاهده و کنترل می شود. در ابتدا نخستین لایه به صورت زاویه دار حول یک مندرل گرم کالیبره شده ایجاد می گردد. لایه های دیگر نیز به همین ترتیب بر روی لایه های قبلی قرار می گیرند. در نتیجه تولید به روش فوق باعث می شود مولکول های پلیمر به صورت شعاعی جهت گیری نمایند که این امر بسیار مؤثر است. مزیت مهم دیگر در طی این فرآیند، خنک کاری آرام و همراه با چرخش این لوله حاصل می گردد که موجب می شود هیچگونه تنش و تغییر شکل احتمالی وجود نداشته باشد.

شکل ۱. فناوری تولید لوله های پلی اتیلن تقویت شده با الیاف شیشه

۳-٤- محصول نهایی

۳-۴-۱- ساختار و رنگ لوله

دیواره لوله ها شامل سه جزء اصلی، یک جزء پلی اتیلنی تقویت شده با الیاف که مسئولیت تحمل تنش های اعمال شده را برعهده دارد و همچنین دو لایه پلی اتیلنی داخلی و خارجی می باشد. لایه های داخلی و خارجی معمولا سطحی رنگی داشته، درحالیکه لایه میانی به رنگ سفید یا سیاه می باشد.

۳-۴-۲- نشانه گذاری

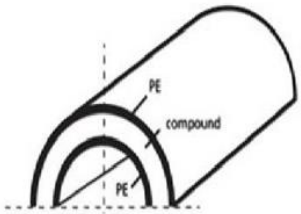
علامتگذاری لوله باید به نحوی باشد که پس از نصب و بازرسی قابل خواندن (خوانا) باشد. این علامتگذاری باید حداقل در پایان هر طول لوله و یا در فواصل حداکثر ۱۰ فوت (۳ متر) انجام شود. شماره استاندارد، ابعاد اسمی لوله به اینچ، جنس لوله PE-GFR، ارزش اسمی تنش هیدرواستاتیک طراحی (HΔS)، رده بندی فشار، نام تولید کننده، نام تجاری و یا مارک تجاری و شناسه تولید سازنده شامل محل تولید، ماشین آلات و تاریخ تولید.

۳-۴-۳- قطر اسمی لوله

منظور از قطر اسمی لوله های این شرکت در واقع قطر داخلی (هیدرولیکی) این لوله ها (DN/ID) می باشد.

۳-۴-۴- طول لوله

طول اسمی استاندارد لوله ۶ متر می باشد. طول اسمی لوله در حقیقت طول واقعی لوله قرار داده شده در زمین می باشد حال آنکه طول نهایی لوله، اندازه اتصالات نری و مادگی انتهای لوله را نیز شامل می شود.



شکل۲. شماتیک و نمونه ای از لوله های PE-GFR

۳-۵- آزمون های محصول

جهت بررسی آزمون های مربوط به لوله های پلی اتیلن تقویت شده با الیاف شیشه یک نمونه لوله سایز ۳۱۵ میلیمتر تولید کراه آلمان مورد بررسی و نتایج در جدول ۳ و ۴ ارائه شده است.

جدول ۳. آزمون های مربوط به نمونه لوله PE-GF سایز ۳۱۵ میلیمتر مطابق با استاندارد (DIN 16961, DIN EN 13476,ASTM F 894)

مشخصات آزمون	ابعادی (ضخامت لایه داخلی (PE) و کل، قطر بیرونی)	زمان القای اکسایش[12]	دانسیته	نرخ جریان مذاب[13]	دوده	پخش و پراکنش
توضیحات	۲۳ درجه سانتی گراد	۲۰۰ درجه سانتی گراد، سمت داخل و خارج لوله	۲۳ درجه سانتی گراد	۱۹۰ درجه سانتی گراد و ۵ کیلوگرم	۵۰۰ درجه سانتی گراد	بدتر از تصویر B نباشد و ≤۳/۰
نتیجه	قطر خارجی ۳۱۵/۵ میلیمتر، ضخامت داخلی و خارجی ۰/۷۸ و ۶/۱۴ میلیمتر	بیشتر از ۵۵ دقیقه	۱/۰۴ – ۱/۰۸ g/cm³	۰/۴۳ - ۰/۴۵ g/10 min	۲/۰۵ – ۲/۳۰ %	۱/۵ و A۱

جدول ۴. آزمون های مربوط به نمونه لوله PE-GF سایز ۳۱۵ میلیمتر مطابق با استاندارد (DIN 16961, DIN EN 13476,ASTM F 894)

مشخصات آزمون	مقاومت کششی، تنش تسلیم، افزایش طول و مدول الاستیک	حداقل استحکام مورد نیاز[14]	سفتی حلقوی[15]	رشد آهسته ترک[16]*	رشد سریع ترک[17]*	فشار ترکیدگی کوتاه مدت[18]	جدایش اتصال الکتروفیوژنی
توضیحات	دمیل نوع ۱ B، سرعت ۵ میلیمتر بر دقیقه	آنالیز رگرسیون و پیش بینی برای عمر حدود ۱۰۰ سال	۲۳ درجه سانتی گراد، سرعت ۱۰ میلیمتر بر دقیقه	۴ شکاف ۶۰ درجه، ضخامت شکاف حدود ۴/۵ میلیمتر، ۲۴ ساعت زمان آماده سازی ، ۸۰ درجه سانت گراد و تنش ۲/۶ مگاپاسکال	در صفر درجه سانتی گراد و ۵ بار فشار داخلی	۲۰ درجه و ۶ ساعت زمان آماده سازی؛ در ۶۰ تا ۷۰ ثانیه تحت فشار	در ۲۳ درجه سانتی گراد، سرعت ۲۵ میلیمتر بر دقیقه، جوش توسط کوپلر الکتروفیوژن، ۷ نمونه موازی با عرض ۲۵ میلی متر
نتیجه	تنش تسلیم (۳۸/۶ N/mm²)، مقاومت کششی (۳۸/۶)، کرنش در شکست (۵/۳ ٪) و مدول الاستیک (۲/۳۵۵)	MRS 16	۲/۸ kN/m² میزان تغییر شکل کمتر از ۳٪	بدون شکست بعد از ۲۵۰۰ ساعت و توقف آزمون	توقف شکست در ۳۰۰ میلیمتر در شرایط فشار بیشتر از ۵ بار (شکل ۳)	تنش هوپ در فشار ترکیدگی ۳۹/۱ مگاپاسکال و شکل ترکیدگی ترد و شکسته (شکل ۴)	نتایج در جدول ۴ و شکل ۵

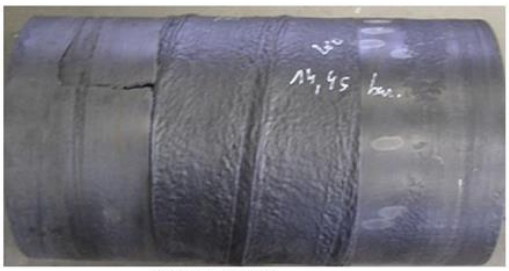
*۱۶ شرایط 'ایجاد و رشد آهسته ترک به شدت تنش (آسیب (لوله های شکاف دار[19]) پس از 'استفاده ، ذخیره سازی و نصب) و نیروی محرک[20] (فشارهای داخلی ، تنش های فرایندی و نصب ، بارگذاری زمین و ترافیک و ...) بستگی دارد.

*۱۷ شرایط ایجاد و رشد سریع ترک به خسارات ناشی از ضربه، رشد آهسته ترک، همجوشی ضعیف، فشار داخلی، دمای خط لوله، چقرمگی شکست مواد لوله بستگی دارد.

[12] OIT
[13] MFR
[14] MRS
[15] Ring Stiffness
[16] SCG-Notch Test
[17] RCP-S4 Test
[18] BURST
[19] Notched pipes
[20] Driving Force

با توجه به نتایج بدست آمده برای نمونه لوله PE-GF نشان داده شد در مقدار MRS یکسان و مساوی حدود ۲۰ مگاپاسکال، با تولید لوله های PE-GF بجای PE100 می‌توان حدود ۵۰٪ ضخامت دیواره را کاهش داد.

شکل ۳. تست S4 (RCP)



شکل ۴. تست BURST

جدول ۴. نتایج جدایش اتصال الکتروفیوژنی

Test piece no.	Max. load (N)	Failure type	Percentage brittle decohesion (%)
1	1690	failure in pipe wall	0
2	1274	failure in pipe wall	0
3	611	ductile-brittle	< 33 %
4	1973	ductile-brittle	< 33 %
5	1353	ductile-brittle	< 33 %
6	2234	failure in pipe wall	0
7	1657	ductile-brittle	< 33 %

شکل ۵. نتایج جدایش اتصال الکتروفیوژنی

۴- اتصال به روش الکتروفیوژن

- ✓ استفاده از روش حرارت دهی به کمک جریان برق برای تولید حرارت
- ✓ ایمنی بالا و حذف موانع و تعمیرات
- ✓ سهولت و سرعت عمل در اجرا و صرفه جویی در زمان اجرا
- ✓ مقاومت شیمیایی بالا ، انعطاف پذیری بالا ، سبکی ، مصون بودن از خوردگی ، مقاوم بودن در برابر فشار و ضربه
- ✓ حذف هدر رفتن گاز و آب در شبکه های گاز رسانی و آب رسانی
- ✓ صاف بودن سطح جوش ، سهولت در تمیز کاری ، جلوگیری از نفوذ آلودگی به منطقه جوشکاری

۵- نتیجه گیری

کاربرد پلی اتیلن در بازار لوله های پلاستیکی به دلایل زیر در حال افزایش است:

۱. لوله و اتصالات با سایز و رده های فشاری بالاتر برای کاربردهای جدید
۲. توسعه فناوری های جدید با استفاده از ترکیبات تقویت شده با الیاف شیشه (PE-GF)
۲-۱- تولید لوله های پلیمری تقویت شده با الیاف شیشه در سایزهای مختلف از ۳۰۰ تا ۴۰۰۰ میلیمتر و رده های فشاری ۶، ۱۰ و ۱۶ بار مطابق با استاندارد ISO/AWI 29561
۲-۲- عمر مفید طولانی، مقاومت عالی در برابر خوردگی، ارزان و وزن بسیار کم لوله ، انعطاف پذیری بالا، سرعت نصب بالا، هزینه سرمایه گذاری پایین
۲-۳- اتصال لوله ها به کمک فناوری اتصال الکتروفیوژن

منابع:

1. ISO/CD 29561-1, Plastics piping systems — Glass fibre reinforced polyethylene (PE-GF) piping systems for water supply — Part 1: General, 2008.
2. ISO/CD 29561-2, Plastics piping systems — Glass fibre reinforced polyethylene (PE-GF) piping systems for water supply — Part 2: Pipes, 2008.
3. ISO/CD 29561-3, Plastics piping systems — Glass fibre reinforced polyethylene (PE-GF) piping systems for water supply — Part 3: Fittings, 2008.
4. ASTM F 2720-09, Stanadard specification for glass fiber reinforced polyethylene (PE-GF) spiral wound large diameter pipes, 2009.

لوله های پلی اتیلنی تقویت شده با فلز جهت انتقال فاضلاب و بیان مورد کاوی داخلی

علی عزیزی – مدیرعامل شرکت روتنگران

امروزه این امکان برای مهندسین و پیمانکاران وجود دارد تا در طراحی ها و اجرای پروژه لوله های پلیمری از جنس پلی اتیلن با Ring Stiffness (مقاومت حلقوی) بالا در پروژه های فاضلابی صنعتی و شهری و انتقال پساب مورد استفاده قرار دهند.
در لوله های کاروگیت اسپیرال مسلح اصلی ترین ماده جهت تولید این لوله ها مواد HDPE می باشد لایه پلی اتیلن با فلز تقویت شده، و بدین ترتیب است که مقاومت لوله افزایش پیدا می کنه و از طرف دیگر لایه فلزس هم با لایه ای از پلی اتیلن پوشش می شود تا در برابر خوردگی مقاومت داشته باشد.
لوله پلی اتیلن کاروگیت اسپیرال تقویت شده با استیل برای مدفون شدن در اعماق زمین-زهکشی ها-آب سیلابها- سیستمهای تخلیه زهکشی و بسیاری از مواد مشابه ایده آل هستند لوله های تقویت شده با فلز دارای مقاومت حلقوی (Ring Stiffness) بالا و از سایز ۶۰۰ میلیمتر تا۲۴۰۰ میلیمتر قابلیت تولید را دارد.
به جهت استفاده از فلز در این لوله ها مقاومت حلقوی بسیار بالا رفته و مواد پلی اتیلن کمتری استفاده خواهد شد در نتیجه قیمت تمام شده مناسبتر و مقاومت بالاتری نسبت به لوله های مشابه مانند GRP و بتونی خواهیم داشت.

از مزایای این نوع لوله نسبت به لوله های مشابه:

۱-مقاومت مکانیکی بالاتر بعلت ساختار لوله
۲- مقاومت در برابر خوردگی
۳-طول عمر بالا
۴-وزن پائین لوله و مقاومت بالا در نتیجه تسهیل در حمل و نقل و جابه جائی
۵- فرایند نصب آسان و آب بندی ۱۰۰٪
۶-قیمت تمام شده مناسب

لوله های پلی اتیلن کاروگیت اسپیرال و یا لوله اسپیرال که معمولا" در رده سفتی حلقوی ۳۱/۵ کیلونیوتن تولید می شوند دارای وزن بالا و هزینه تمام شده بسیار خواهد بود در حالی که لوله های کاروگیت اسپیرال مسلح از وزن پائین تر با استفاده از ورق فلزی گالوانیزه و با توجه به مسلح شدن حدود ۲۰ ٪ قیمت تمام شده کمتر خواهد شد، قابل توجه اینکه مقاومت حلقوی لوله کاروگیت اسپیرال مسلح حدود ۲ برابر بیشتر از لوله های معمولی خواهد بود در جدول زیر مقایسه ای در مورد لوله های کاروگیت اسپیرال مسلح ، بتنی و GRP ارائه خواهد شد.

لوله کاروگیت اسپیرال مسلح	لوله بتنی	لوله GRP
قیمت مناسب مقاومت حلقوی بالا استحکام کششی بسیار بالا حدود ۲۴ برابر بیشتر از لوله های بتنی مقاومت در برابر فشار هیدرواستاتیک بالا ضربه پذیری بالا با توجه به مقاومت حلقوی هزینه بستر سازی مناسبی وجود دارد قابلیت تولید در شاخه های ۶ و ۱۲ متری هزینه نصب پائین و سرعت نصب سریع و آسان اطمینان جوشکاری بالا طول عمر بالا حدود ۵۰ سال قیمت تمام شده مناسب هزینه لوله گذاری مناسب هزینه حمل مناسب ضریب زبری و انتخاب شرایط قطری مناسب مقاومت در برابر سایش اسید سیالات نمکی تسهیل در انشعاب گیری و ترمیم	استحکام کششی بسیار پائین مقاومت در برابر فشار هیدرواستاتیک پائین ضربه پذیری پائین تولید در شاخه ۱ و ۲/۵ متری آبندی با واشر و هزینه بالا طول عمر حداقل ۷ سال قیمت تمام شده با توجه به نوع اتصالات و هزینه نصب بالا هزینه لوله گذاری و آبندی بالا هزینه حمل بالا با توجه به نوع جنس ضریب زبری بالا و انتخاب سایز محدود و بالاتر از پلی اتیلن هزینه بستر سازی بالا در برابر خوردگی و رانش شکستگی ایجاد می شود انشعاب گیری با هزینه بالا همراه است	استحکام کششی پائین مقاومت در برابر فشار هیدرواستاتیک مناسب ضربه پذیری پائین با توجه به نوع و ساختار لوله هزینه بستر سازی بسیار بالا تولید در شاخه های ۶ و ۴متری هزینه نصب بالا و آبندی بسیار سخت با رانش زمین و تغییرات زمین و زلزله شکستگی ایجاد می شود به جهت بستر سازی هزینه نصب و ترانشه برداری بالا می باشد لوله های جی آر پی بعلت داشتن آزبست محدودیتهای استفاده دارند سنگینی وزن لوله امکان استفاده در نقب را مشکل خواهد کرد

گوشه ای از پروژه های این شرکت با لوله های مسلح پلی اتیلنی به شرح ذیل می باشد:

۱-شهرداری کرج
۲-شهرداری قزوین
۳-شهرداری ارومیه
۴-شهرداری تبریز
۵-شهرداری مشهد
۶-شهرداری ساری
۷-شرکت آب منطقه ای البرز
۸-شرکت آب و فاضلاب کرج
۹- قرارگاه خاتم الانبیاء (پروژه شهید کاظمی-سپاسدو...)
۱۰-شرکت کاووش نیرو پاسارگاد
۱۱-شرکت مهندسین مشاور ری آب
۱۲-شرکت ایکا
۱۳-شرکت آهاب
۱۴-شرکت آب راه سازه جنوب
۱۵-شرکت تونل سد آریانا
۱۶-شرکت جلوه نمای آریا
۱۷-شرکت زرین مشک حومه
۱۸-شرکت ساری سازه
۱۹-شرکت زاگرس رهان
۲۰-شرکت اروم شیب شکن
۲۱-شرکت گسترش و نوسازی ایرانیان مانا
۲۲- سازمان همیاری شهرداری های استان خراسان رضوی
۲۳- شرکت نظم آوران صنعت و معدن گل گهر سیرجان
۲۴-شرکت چکاد جنوب
۲۵-شرکت چکاد سازان طوس
۲۶-شرکت دوام صنعت غرب
۲۷-شرکت ارغوان پی
۲۸-شرکت ساحل سبز تجارت
۲۹-شرکت ساروج پی
۳۰-شرکت راهیدکو
۳۱-شرکت پیمانه
۳۲-شرکت گهر روش سیرجان
۳۳-شرکت قطار شهری مشهد
۳۴- شرکت فرجام فرآور
۳۵-شرکت آبسان زلال خاورمیانه
۳۶-شرکت قالا
۳۷- شرکت سهند سیلیس
۳۸-شرکت رامان
۳۹-شرکت الوند ساز مرندیز
۴۰-شرکت توسعه ماهان آیریک
۴۱-شرکت صدرآب صنعت
۴۲-و...

عنوان مقاله: لوله های پلی اولفینی در کاربری های معدنی و صنعتی

ارائه دهنده: کریم کاظمی، مدیر کنترل کیفیت و تحقیق و توسعه شرکت پی اف پی اصفهان

معرفی

امروزه استفاده از لوله های پلی اولفینی در کاربردهای ویژه مهندسی از جمله زیر ساخت معادن، انتقال های پنوماتیک گرد و غبار، محلول ها و سنگ های شسته، استفاده بدون حفر کانال و یا کارگزاری در کانال بدون بستر شن و ماسه رو به گسترش گذاشته است. دو خصیصه حائز اهمیت در این دست از کاربری ها، مقاومت به رشد آهسته ترک و رسانایی الکتریکی می باشد.

۱. رسانایی الکتریکی: عدم توانایی در تخلیه بارهای الکترواستاتیک در حین انتقال مواد احتراق زا، با اولین جرقه منجر به انفجار می گردد. مقاومت الکتریکی پلی اتیلن $۱۰^{۱۶}$ اهم است درحالیکه طبق استاندارد EN 13463-1، در مقاومت های الکتریکی کمتر از $۱۰^{۹}$ اهم، بار الکتریسیته ساکن تخلیه می شود. جهت بهبود رسانایی الکتریکی پلی اولفین ها، استفاده از کربن فعال مرسوم است.

۲. رشد آهسته ترک: مواد PE100-RC معرفی شده در استاندارد PAS 1075 2009-04 به دلیل خواص ویژه از جمله مقاومت بسیار خوب به رشد آهسته ترک، قابلیت استفاده در صنایع معدن، انتقال های پنوماتیک و... را داراست.

تولید کنندگان مواد اولیه کامپاند و مستربچ در این حوزه

جهت آشنایی با مواد اولیه تولیدی جهت کاربردهای جدید عناون شده، چهار کمپانی به عنوان نمونه معرفی شده است.

۱.مستربچ و کامپاندهای رسانای الکتریسیته ساکن

Premixgroup: تولید کننده کامپاندهای رسانای الکتریکی جهت جوهای انفجاری (ATEX)، تخلیه الکتریسیته ساکن (ESD)، بهداشت و سلامتی و جایگزینی فلزات می باشد. با این کامپاندها می توان از انتقال بی خطر گرد و غبار، پودرها و مایعات در محیط های قابل احتراق و سایر جوهای انفجاری با لوله و پروفیل، شیلنگ، فیلمها و نوارهای قابل انعطاف و... اطمینان حاصل کرد.

Cabot: ترکیبات ®CABELEC کامپاندهایی هستند که برای تأمین رسانایی الکتریکی در محصولات، مورد استفاده قرار می گیرند. این کامپاندها در محصولاتی که حفاظت از ESD مورد نیاز باشد از قبیل لوله ها در معادن پودر کاربردی اند.

۲. مواد مقاوم به رشد آهسته ترک (RC): از جمله کمپانی های تولید کننده این مواد به شرح زیراند:

Basell: مقاومت به رشد آهسته ترک مواد Hostalen CRP 100 resist بالاتر از ۱۰۰۰۰ ساعت است.

Borouge: مقاومت به رشد آهسته ترک مواد HE 3490 LS-H بالاتر از ۵۰۰۰ ساعت است.

تولید کنندگان لوله و اتصالات در این حوزه

جهت آشنایی با محصولات تولیدی در کمپانی های بزرگ دنیا، دو کمپانی به عنوان نمونه معرفی شده است.

XORELLA-FRANK: سه نوع از سیستم های لوله کشی صنعتی با اسامی PE-el، PPs و PPs-el را معرفی کرده است.

PE-el: در انتقال مواد های قابل احتراق (سوخت ها) یا انتقال گرد و غبار (معادن) تا دمای ۶۰ درجه سانتی گراد استفاده می شود.

PPs: پلی پروپیلن مقاوم در برابر شعله که به دلیل استحکام بالاتر PP، به خصوص برای تهویه و خروجی لوله های گاز مناسب است.

PPs-el: با مقاومت به شعله و رسانایی الکتریکی مناسب، برای انتقال مواد های بسیار قابل اشتعال (معادن) استفاده می شود.

ELPLAST: طیف وسیعی از سیستم های لوله کشی در معادن ذغال سنگ و انتقال مواد غیر قابل احتراق را فراهم می کند. در حفره ها و محورهای گود زمین (معادن) می توان از لوله و اتصالات ضد اشتعال و الکتریسیته ساکن استفاده کرد. در استخراج

مواد معدنی غیر قابل احتراق و تاسیسات زمینی معادن ذغال سنگ می توان از لوله و اتصالات با لایه خارجی ضد الکتریسیته ساکن استفاده کرد.

کاربردها و مزایا

کاربردها: از جمله کاربرد این دست لوله و اتصالات به شرح زیر است:

- لوله های انتقال سوخت (به دلیل قابلیت تخلیه الکتریسیته ساکن) و لوله های مورد استفاده در معادن انتقال ذغال سنگ، شن های شسته شده، دوغاب، گرد و غبار به روش پنوماتیک و پسماندهای شیمیایی.
- لوله های مورد استفاده در کارگزاری های بدون حفر کانال و یا بدون بستر سازی، بخصوص در مناطق با بستر سخت و آسیب رسان به لوله جهت کاربری های آب، فاضلاب، گاز، صنایع شیمیایی، صنایع معدنی و...

مزایا: استفاده از این نوع لوله ها مزایای بسیار زیادی در اختیار مصرف کنندگان در مقایسه با لوله های استیل قرار می دهد، از جمله:

- کاهش هزینه های مربوط به کارگزاری بدون حفر کانال و ایجاد بستر شن و ماسه و بست فوری لوله با استفاده از کلمپ
- قابلیت کاربری برای آب و هوای فشرده، سبک تر از خطوط لوله فولادی و حمل و نقل آسان
- مقاومت در برابر سایش بالا، چقرمگی محل شکست، ضریب زبری کم لایه داخلی و کاهش مقدار خوردگی و گرفتگی
- انعطاف پذیری بالا، امکان خم شدن خط لوله بدون نیاز به زانو در صورت وجود شعاع خم خاص
- مقاومت بالا در برابر رشد ترک به دلیل آسیب های خارجی و مقاومت در برابر محلول های شیمیایی و نمک، بدون بو
- برش طول مورد نیاز در محل کاربری، نصب شیر در هر نقطه مورد نظر و مونتاژ آسان

فرصت های پیش رو و ملزومات مورد نیاز

استفاده از مواد رسانای الکتریکی و مواد RC می تواند به صورت لوله تک لایه یا چند لایه باشد. مزیت تولید لوله های چند لایه در استفاده کمتر از مواد گران تر است. مطابق با استاندارد PAS 1075 2009-04، می توان این لوله ها را به ۳ طریق تولید کرد.

۱. لوله های تک لایه: استفاده از PE100 RC به همراه مستربچ آنتی اکسیدانت در کاربردهای صنعتی مورد استفاده است. محصول فوق از نظر سرمایه مورد نیاز جهت خط تولید، ارزان و از نظر قیمت نهایی تولید، گران اند. لذا لوله های چند لایه معرفی شدند.

۲. لوله های تک لایه با یک لایه اضافه (Peelable Pipes): لایه اضافه از جنس PE100-RC یا PP مقاوم به خراش است که این لایه جز SDR لوله به حساب نمی آید. از جمله تولید کنندگان این نوع لوله می توان به Egeplast و Radius اشاره کرد.

۳. لوله های چند لایه: تولید لوله های چند لایه مستلزم اکسترودر با کلگی چند لایه متصل به حداقل دو کواکسترودر است. تولید لوله هایی با لایه داخلی یا خارجی RC مقاوم به رشد آهسته ترک، تولید لوله هایی با لایه خارجی ضدالکتریسیته ساکن، لایه میانی با مواد ارزان تر، لایه خارجی از جنس پلی پروپیلن راندم مقاوم به خراش و... از جمله تولیدات در دسترس با خط مذکور است.

جمع بنـــدی

استفاده از خط تولید و مواد اولیه در راستای تولید لوله های رسانای الکتریسیته ساکن با یا بدون لایه داخلی و خارجی از جنس PE 100 RC، از جمله کاربردهای بروز این لوله ها در سطح آمریکای شمالی، اسکاندیناوی، بریتانیا، آلمان و حوزه یورو می باشد.

مزایا

- کاهش محسوس هزینه های حمل و نقل، آماده سازی، نصب و اجرا، نگهداری و تعمیرات.
- استفاده در سیستم های توسعه یافته جهت کاربردهای معدنی، صنایع شیمیایی و انتقال سوخت ها.
- امکان تولید لوله های بدون نیاز به حفر کانال و بستر سازی.

کاربرد لوله های پلی اتیلن در سوخت رسانی مایع و پمپ بنزین ها

سحر فروتن – شرکت یزد پلی اتیلن کویر

لوله های پلاستیکی اولین بار درسال ۱۹۸۱ در سوئد برای جایگاه های سوخت مورد استفاده قرارگرفت و در نهایت با افزایش آگاهی از خطرات محیطی و سلامت و ایمنی این لوله کشی از لوله های بدون پوشش به محصولات چندلایه پیشرفته توسعه پیدا کرد. دراوایل سالهای ۱۹۰۸ شرکت شل اسکاندنیاویا مهندس جوانی را برای بررسی وضعیت زیرزمینی پمپ های بنزین درسوئد منصوب کرد و متوجه شد که درهمه جا خوردگی وجود داشته و منجر به نشتی و آلودگی خاک و زمین اطراف شده است به طوریکه ردیاب های فلزی هم دربعضی مکان ها نمی توانند مسیر لوله کشی را تشخیص دهند. و همین مسئله باعث شد که ایده استفاده از لوله های پلاستیکی درپمپ بنزین ها درنظر گرفته شود .

دراین زمینه استاندارد بین المللی BS EN 14125 در دسامبر ۲۰۰۴ استاندارد منشر شد که آخرین ورژن آن مربوط به سال ۲۰۱۳ می باشد . این استاندارد شامل کلیه لوله های انتقال سوخت مایع به تانکر های انتقال ، لوله های تخلیه از تانکرهای حمل به مخازن ، خطوط تخلیه بخار سوخت و خطوط انتقال و تقسیم سوخت در جایگاه های سوخت می باشد .

این استاندارد از لحاظ ساختاری شامل لوله ها در دو کلاس I با ساختار یک جداره و کلاس II با ساختار دو جداره با داشتن امکان تشخیص نشتی در لایه اول می شوند . همچنین از لحاظ مواد اولیه ساخت لوله شامل نوع A لوله های پلیمری نوع B لوله های فلزی و نوع C لوله های دو جداره می باشند . در این استاندارد حداقل طول عمر لوله ها برای مدت ۳۰ سال از لحاظ کاربری دو کلاس دمایی ۴۰- تا ۵۰+ درجه سانتیگراد و ۲۰- تا ۵۰+ درجه سانتیگراد معرفی شده است .

مشکلاتی که بطور ویژه در مورد خطوط انتقال لوله در این کاربرد وجود دارد اول امکان نشت سوخت از لوله های پلی اتیلنی می باشد که برای قسمت های مختلف سیستم لوله کشی و انتقال سوخت مایع این مقدار معین گردیده است .

خطوط انتقال سوخت	میزان مجاز نشتی از لوله های پلیمری gr/m2/day
خطوط اصلی تحت فشار مثبت ، خطوط خلع و سیفون ها	۰/۲
خطوط ونت و جمع آوری بخار سوخت	۲
خطوط پرکن تانکرهای انتقال و مخازن ثابت ایستگاه های سوخت	۲
خطوط پرکن ثانویه	۲۴

برای رسیدن به مقدار نشتی می بایست از لایه های سدگر EVOH یا لایه های فلزی مانند AL استفاده کرد.

یکی دیگر از مشکلات لوله های پلیمری عایق بودن الکتریکی اینوع لوله ها می باشد که باعث تجمع الکتریسیته ساکن و ایجاد جرقه می گردد . در این استاندارد شاخص های کنترلی برای انواع مقاومت های الکتریکی ، میرایی و حرارتی به شرح زیر آمده است :

مشخصه	حد قابل قبول
مقاومت الکتریکی	کمتر از ۱۰۰۰ اهم بر متر طول
مقاومت میرایی	بین ۱۰۰۰ تا ۱،۰۰۰،۰۰۰ اهم بر متر طول
مقاومت حرارتی	بزرگتر از ۱،۰۰۰،۰۰۰ اهم بر متر طول

در این ارایه سعی در معرفی روش های افزایش مقاومت الکتریکی جهت رسانا نمودن لوله های پلی اتیلنی جهت جلوگیری از عدم تجمع بار الکتریسیته ساکن و ایجاد جرقه می گردد تا این خاصیت به لوله های پلیمری اضافه گردد.

از نگرانی های دیگری که در مورد استفاده از لوله های پلی اتیلنی برای این کاربرد وجود دارد مقاومت شیمیایی مواد اولیه پلی اتیلن سنگین در برابر سوخت های مرسوم مثل گاز مایع LPG ، بنزین و گازوییل می باشد که با بررسی استاندارد مقاومت شیمیایی ISO 10538 می بینیم که لوله های پلی اتیلنی تا دمای ۵۰ درجه برای استفاده در انتقال این سیالات مشکلی ندارد.

No.	Chemical	m.p. °C	b.p. °C	Concentration %	T °C	PE-LD	PE-HD	PP	PB	PVC-U	PVC-C	ABS	PVDF	PE-X
183	Gas, natural, dry			tg-g	20		S		S	S	S	S	S	
					50		S					S	S	
					60				L				S	
					120								S	
184	Gas, natural, wet			tg-g	20		S		S	S		S	S	
					50							S	S	
					60				L				S	
					120								S	
185	Gasoline (fuel)			Work.sol.	20	L	S	NS	NS	S	S	NS	S	
					50						S	NS	S	
					60	NS	L	NS	NS	S	S		S	
					100			NS					S	

S: Satisfactory Resistance

L: Limited Resistance

NS: Resistance not Satisfactory

همچنین در ادامه به تست های مختلف مورد نیاز جهت این کاربرد پرداخته می شود که با توجه به حساسیت کاربرد آزمون هایی بسیار سخت تر از آزمون های معمول در صنعت لوله های پلی اتیلنی می باشد که سعی در بیان و شرح این آزمون های می گردد.

در ادامه به سایر کاربردهای لوله های پلی اتیلن مجهز به لایه سدگر و دارای رسانایی بالا نیز پرداخته می شود که با توجه به وجود اتصالات کم در این لوله ها ، ضربه پذیری و مقاومت مناسب لوله های پلی اتیلنی در برابر رانش و زلزله و اتصالات مطمئن و استاندارد استفاده از لوله های پلی اتیلنی در دنیا در این کاربردها با حفظ خواص فنی مورد نظر رو به گسترش می باشند .

- لوله های انتقال هیدروژن مایع به عنوان یکی از سوخت های آینده صنعت خودرو

- سیستم های لوله کشی انتقال آب آشامیدنی از مسیرهایی با خاک های آلوده به مواد سوختی و نفتی عبور می کنند.

امید است با بررسی مسائل فنی و ورود این تکنولوژی ها به کشور و تدوین استاندارد ملی آن امکان استفاده از لوله های پلی اتیلن در این کاربرد مهیا گردد.

موضـــوع چهـــارم

تضمین کیفیت و ارزیابی انطباق ، تجهیزات آزمایشگاهی و آزمون های کیفی جدید

FIRST INTERNATIONAL
POLYOLEFIN PIPE
CONFERANCE

لوله های پلی اتیلنی مقاوم در برابر دمای بالا (PE-RT)

سیدکمال افضلی، رضا راشدی

واحد پژوهش و فناوری پتروشیمی جم

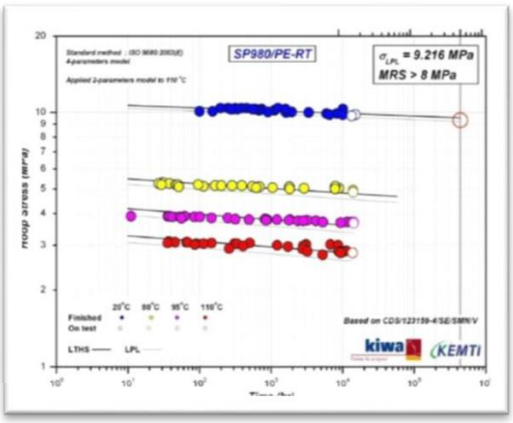
مقدمه

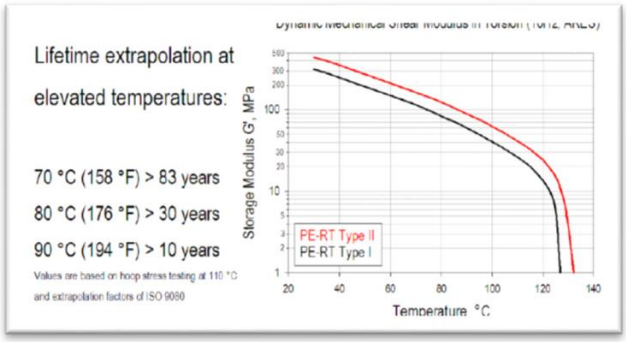
استفاده از مواد پلاستیک برای لوله‌های خانگی مناسب است. این مواد شامل PE (پلی‌اتیلن)، PPR (راندوم کوپلیمر PP) و PB (پلی بوتیلن) می‌شوند. مزیت لوله های پلی‌اتیلنی این است که خوردگی نشان نمی‌دهند، در برابر بسیاری از مواد شیمیایی مقاوم هستند، منعطف هستند، به علت جوش مذاب و عدم نیاز به اتصالات رزوه ای مقاوم در برابر نشتی هستند و به علت وزن سبک، انتقال و نصب راحتی دارند. اما PE به علت محدودیت های دمای سرویس در مقایسه با PPR و PB که ذاتا عملکرد بهتری در دماهای بالا دارند، برای کاربردهای دمای بالا مناسب نیست. شبکه‌ای کردن پلی‌اتیلن محدودیت‌های سرویس دهی در دماهای بالاتر را بهبود می‌دهد. بنابراین لوله‌های شبکه‌ای شده پلی‌اتیلن (PEX) به نیازمندیهای مقاومت هیدرواستاتیک بلند مدت در دماهای بالا پاسخ می‌دهند. مشکل لوله‌های PEX فرایند شیمیایی شبکه‌ای کردن و محدودیت‌های ناشی از آن از جمله کاهش سرعت خط تولید، تولید لوله‌های قطور و ملاحظات زیست محیطی به علت عدم بازیافت می باشد. تحقیقات انجام شده توسط شرکت DOW در دهه ۱۹۸۰ ثابت کرد که می‌توان پلی اتیلنی طراحی کرد که خواص خود را در دماهای بالا حفظ کند. با پیشرفت‌های مستمر در معماری ساختار مولکولی و بهبود در کنترل فرایند، این ویژگیها با گذشت زمان بهبود قابل توجهی یافت و اساس تشکیل طبقه بندی جدیدی در استاندارد ایزو برای مواد پلی‌اتیلنی مقاوم در دمای بالا PE-RT (polyethylene of Raised Temperature Resistance) را فراهم کرد. مواد PE-RT عموما مقاومت هیدرواستاتیک بلند مدت عالی در دماهای بالا نشان می‌دهند بدون آنکه نیازی به کراسلینک کردن پلی‌اتیلن باشد. بسیاری از خواص PE-RT در حد PEX و حتی در بعضی گریدها بالاتر از آن است بدون آنکه مانند PEX نیاز به تغییر شیمیایی ساختار ماکرو مولکولهای پلی‌اتیلن باشد.

ویژگی‌ها و کاربردهای PE-RT

مواد PE-RT عموما در لوله های آب گرم خانگی طبق ISO-10508 مورد استفاده قرار می‌گیرند. اخیرا بهبود خواص فرایندپذیری و مقاومتی این مواد، استفاده از آنها را برای کاربردهای صنعتی به خصوص جاهایی که پلی‌اتیلن‌های معمولی به علت محدودیت‌های دمایی بالا قابل استفاده نیستند، جذاب کرده است. به دلیل کاهش قابل توجه هزینه‌ها، PE-RT قابل رقابت با بسیاری از پلاستیک‌های مهندسی و فلزات است. مزایای PE-RT می‌تواند به لوله‌های با ابعاد بزرگتر و قطعات قالبگیری نیز منتقل شود. امروزه بعد از نزدیک به چهار دهه معرفی برند PE-RT و بیش از چند میلیون کیلومتر تولید، اطمینان لازم به کارایی این لوله‌ها حاصل شده است. ویژگی‌های مواد PE-RT و کارایی آن در استاندارد ISO 24033 و کاربرد آن در استاندارد ISO 22391 آمده است. رزینهای PE-RT در ISO 24033 به عنوان PE-RT یا پلی‌اتیلن مقاوم در دمای بالا با دو نوع Type I, II تعریف شده است. تفاوت این دو در منحنی‌های Hoop Stress آنها است. نوع I برای حداکثر انعطاف پذیری طراحی شده است در حالیکه نوع II برای قابلیت مقاومت فشاری بالاتر بهینه سازی شده است. با تست تنش هوپ هیدرواستاتیک در دمای ۱۱۰°C بر پایه فاکتورهای ISO 9080، محدوده زمانی عمر لوله برونیابی خطی می‌شود. شکل زیر-راست وابستگی مدول به دما را با آنالیز DMA برای مواد PE-RT نشان می‌دهد: هر دو نوع تقریبا تا رسیدن به دمای ذوب از خود پایداری حرارتی نشان می‌دهند. رزینهای PE-RT منحنی های رگراسیون تخت نشان می‌دهند که تایید کننده این است که تنش های طراحی بالا برای زمان

طولانی حتی در دماهای بالا قابل اعمال است. این نشان دهنده تنش طراحی قابل قیاس و حتی در مواردی بالاتر نسبت به PEX است (شکل زیر- چپ).





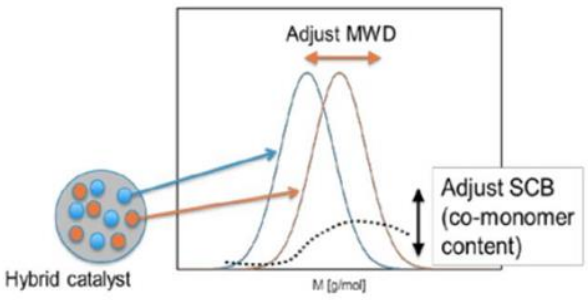
همانند PEX، مقاومت خوب در برابر رشد آهسته ترک (ESCR)، چقرمگی بالا، مقاومت پیرشوندگی حرارتی، پایداری بالا در برابر حلالها، هدایت گرمایی و انعطاف پذیری مناسب از دیگر ویژگی‌های PE-RT است. با این وجود، به علت ویژگیهای برتر فرایند پذیری، بازار رو به رشدی در مقابل PEX پیدا کرده است. مواد PE-RT به طور موفق آمیز برای نزدیک به چهار دهه در سیستم‌های لوله کشی آب سرد و گرم خانگی، و کاربردهای دیگر چون اتصالات رادیاتور و سیستم گرمایشی کف ساختمان مورد استفاده قرار گرفته است. این ماده همچنین مناسب برای کاربردهای صنعتی نظیر لوله های گرمادهی موضعی، یا انتقال آب آلوده به مواد شیمیایی می‌باشد. این لوله ها عموما در فشارهای بین ۲-۱۰ بار و دماهای تا ۷۰°C کاربرد دارد و برای دماهای ۹۵-۱۰۰°C درجه در بلند مدت خوب عمل نمی‌کنند. قابلیت جوش پلاستیک در مقایسه با پلی‌اتیلن شبکه‌ای شده مزیت بسیار مهمی برای مواد PE-RT به خصوص در لوله های با قطر زیاد جهت اتصال خطوط بدون نیاز به اتصالات قالبگیری تزریقی فراهم می‌کند. مواد PE-RT برای کاربردهای مقاومت بلندمدت هیدرواستاتیکی LTHS در دماهای بالا است که کاملا متفاوت از MDPE و HDPE مورد استفاده در لوله های تحت فشار تجاری متداول است که برای دماهای کمتر از ۴۰°C طراحی می‌شوند. پیشرفت‌های جدید در توسعه مواد PE-RT که منجر به افزایش بیشتر مقاومت بلند مدت در دماهای بالا و فرایند پذیری بهتر شده است که کاربرد آنها را بویژه در صنعت گسترش داده است. برای مثال در لوله‌های آب خنک کننده با قطرهای بزرگ در نیروگاهها، سیستمهای لوله کشی صنعتی که شرایط مختلفی مانند دماهای بالا، نوسانات PH آب، مواد خورنده و هیدروکربنها یا شرایط اکسیداسیون بالا را تجربه می‌کنند مورد استفاده قرار گرفته‌اند. کاربرد دیگر آن در صنایع نفت و گاز است که نیاز به LTHS در دماهای بالا تا ۹۵°C می‌باشد. توسعه این مواد در صنایع نفت و گاز به علت مزایای اقتصادی در ساخت، نصب و نگهداری این لوله‌ها می‌باشد. این مواد عمر سرویس طولانی دارند و قابل رقابت با مواد تجاری مانند کربن استیل هستند. مواد PE-RT با تکنولوژی دو قله‌ای همچنین به عنوان پوشش جهت رفع مشکل خوردگی لوله های استیل برای سیالاتی تا محدوده دمایی ۹۵°C عرضه شده‌اند. مقاومت خزشی خوب، مقاومت عالی در برابر رشد ترک، مقاومت خستگی سیکلی بهبود یافته و استحکام چکش خواری و کششی افزایش یافته از ویژگی‌های این ماده است. ویسکوزیته پایین در نرخ های برشی بالا (بسته به نوع گرید) اجازه می‌دهد که سرعت خط اکسترودر افزایش یابد. این مزیت به خصوص در تولید لوله‌های با ضخامت پایین و لوله های چند لایه PE/Al/PE اهمیت دارد. برای نمونه با این مواد لوله‌های ۲۰×۲ mm را با سرعت بالای ۶۰ m/min تولید شده است. علاوه بر آن تولید لوله های با قطر بالا با مواد PE-RT نوع II امکان پذیر است. در کاربردهای صنعتی لوله با ضخامت ۳۰mm تولید شده است. جوش نمونه ها طبق استاندارد DVS 2207-1 از استحکام بالایی در بلند مدت و کوتاه مدت برخوردار هستند. پلی اتیلن PE-RT در لوله های ترکیبی با پنج لایه (استانداردهای ISO21003 و ISO21004) که استحکام قابل توجهی ایجاد می‌کند، مورد استفاده قرار می‌گیرند. لایه داخلی و خارجی PE-RT است که به جای پلی اتیلن شبکه ای PEX که متداول است، استفاده می‌شود. در لایه میانی یک مانع در برابر عبور اکسیژن از جنس وینیل الکل (EVOH) قرار دارد. این لوله

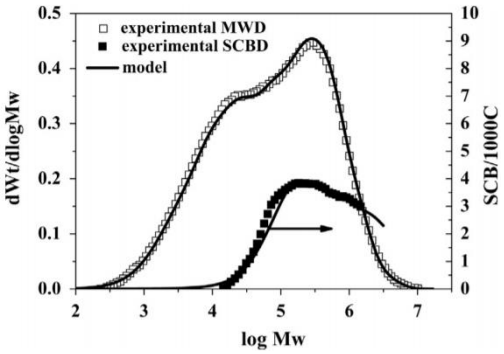
های پنج لایه بسیار منعطف‌تر و نصب پذیرتر از سایر لوله‌ها هستند. اتصالات پلی اتیلنی PE-RT نیز جایگزین سریع و قابل اطمینان بجای اتصالات عمدتا فلزی مانند اتصالات استیل ضد زنگ و مسی هستند که سالیان زیادی برای لوله های PEX استفاده می‌شوند.

ریز ساختار و فرایندهای تولید

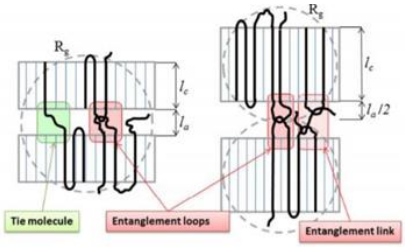
پلی اتیلن HDPE به عنوان پلیمری که در دماهای بالا استحکام مکانیکی نسبتا خوبی نسبت به سایر پلی‌اتیلن‌ها دارد شناخته می‌شود، با این وجود در دماهای بالا دچار پدیده خزش می‌شود و برای کاربردهای طولانی مدت در دماهای بالا مثل لوله‌های آب گرم مناسب نیست. پدیده خزش HDPE با کاهش دانسیته (کاهش بلورینگی) بهبود می‌یابد هرچند این کاهش اثر معکوس بر استحکام هیدرواستاتیک طولانی مدت می‌گذارد. با کنترل ساختار مولکولی، رئولوژی مذاب و خواص حالت جامد می‌توان به یک تعادل مطلوب بین فرایند پذیری و استحکام هیدرو استاتیک رسید. با توسعه کاتالیست‌ها و طراحی فرایند پلیمریزاسیون، مشارکت و نشاندن کومونومر در زنجیر اصلی پلیمر را می‌توان کنترل کرد. با این کنترل می‌توان بر نحوه آرایش میکروکریستالها در HDPE تاثیر گذاشت و عملکرد مورد نظر را از پلیمر بدست آورد. برای این منظور در فرایند پلیمریزاسیون اتیلن باید دو مورد را کنترل کرد: بهینه کردن غلظت زنجیرهای گره خورده (tie chains) و کنترل چگونگی نشاندن کومونومر در زنجیر اصلی (تعیین ریز ساختار کریستالها). زنجیرهای گره خورده نقش اساسی در رفتار خزش بلند مدت ایفا می‌کنند. با وارد کردن زنجیرهای کوتاه جانبی بوسیله مشارکت دادن کومونومرهای حجیم، نقایص ساختاری در بلورینگی پلیمر ایجاد می شود. شاخه جانبی حاصل از کومونومری مانند اکتن (هگزیل) مانع حضور قسمتی از زنجیر در ساختار لایه‌ای کریستال می‌شود . این قسمت در ناحیه آمورف با سایر زنجیرها گره خوردگی ایجاد می‌کند. ساختارهای لایه‌ای کریستال از طریق قسمت‌های آمورف پلیمر (که گره‌های زنجیره‌ای در این ناحیه شکل می‌گیرند) به هم متصل می‌شوند. احتمال تشکیل زنجیرهای گره خورده با افزایش طول زنجیر، بیشتر می‌شود . این زنجیرهای گره خورده در نواحی آمورف، با اتصال نواحی کریستال به هم باعث افزایش چقرمگی (انعطاف پذیری)، افزایش مقاومت در برابر رشد ترک در شرایط محیطی (ESCR) و کاهش خزش در بلند مدت می‌شوند. نوع کومونومر بر غلظت زنجیرهای گره خورده موثر است. مونومر ۱-اکتن نسبت به سایر آلفا-الفین ها موثرتر است. کریستال شدن زنجیرها در یک دمای بهینه شانس تشکیل زنجیرهای گره خورده را افزایش می‌دهد. تاثیر پارامترهای ساختاری میکرو بر خواص پلی اتیلن اصول اصلی را برای طراحی PE-RT و تعیین بهینه ویژگیهای کلیدی آن یعنی انعطاف پذیری، مقاومت رشد آهسته ترک و استحکام هیدرواستاتیک در دماهای بالا فراهم می‌کند. درجه تبلور چون با مشارکت کومونومر تعدیل می‌شود بر دمای ذوب تاثیر می‌گذارد، که بدین مفهوم است که با تنظیم آن میتوان بین انعطاف پذیری و سرویس دهی در دمای بالاتر تعادل برقرار کرد. وقتی که دما به محدوده ذوب می‌رسد، به علت ناپدید شدن تدریجی اتصالات کریستالی که در سختی و استحکام ماده سهیم هستند، مدول و تنش تسلیم به سرعت افت می‌کنند. این افت در مدول نمی‌تواند با شبکه ای کردن پلیمر مانند PEX جلوگیری شود چون که ذوب کریستالها از شبکه کوالانسی اتصالات عرضی تاثیر نمی پذیرد. بنابراین عملکرد فشار هیدرواستاتیک کوتاه مدت در دماهای بالا که تحت تاثیر تنش تسلیم است برای لوله های PE و PEX با دانسیته یکسان، قابل مقایسه است. محدوده مذاب وابسته به توزیع ضخامت کریستال ها است، که به نوبه خود تابعی از توزیع درون مولکولی شاخه‌های جانبی کوتاه SCB است، بنابراین توزیع شاخه‌های زنجیر های کوتاه تاثیر بسیار مهمی روی دمای سرویس دهی بالاتر دارد. توزیع SCB می‌تواند با تکنولوژی های فرایندی و کاتالیست با مهارت مهندسی شود. پلی اتیلن تولیدی با کاتالیستهای تک سایتی مانند متالوسن‌ها یک توزیع باریکتر از طولهای متوالی و محدوده مذاب باریکتر نشان می‌دهند. در شکل های زیر با هیبرید دو کاتالیست متالوسنی توزیع پهن از وزن مولکولی گرفته شده است، به علت ماهیت این کاتالیست ها توزیع یکنواخت تر و کنترل شده‌تری از کومونومر امکان پذیر است. پلی‌اتیلن تولیدی با کاتالیست‌های Z-N یک توزیع پهن از طولهای متوالی و بنابراین یک محدوده مذاب گسترده نشان می‌دهند. یا تولید اجزاء چندگانه در راکتورها، این امکان رافراهم میکند که با مهارت،

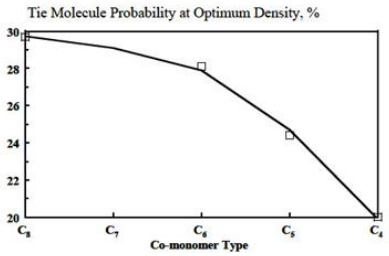
توزیعی از SCB ها و پروفایلهای ذوب برای یک ماده با دانسیته مشخص ایجاد کنیم. نمونه ای از توزیع وزن مولکولی و کومونومر با کاتالیست Z-N در راکتورهای سری در شکل زیر نشان داده شده است.





در حالیکه سفتی و تنش تسلیم عمدتا تحت تاثیر درجه تبلور میباشند، اتصال کریستالها نقش اصلی را در خواص بلند مدت مانند خزش و پاسخ دهی به تغییر شکل ایفا می‌کند که بر خواصی مانند چقرمگی، مقاومت ضربه، ESCR، و در مورد لوله ها، مقاومت هیدرواستاتیک بلند مدت و مقاومت در برابر رشد آهسته ترک اثر گذارند. اتصال کریستالها به طور موثر از دو فاکتور اثرپذیر است: وزن مولکولی و اندازه کریستالها. در یک سطح مشخص از تبلور (یا دانسیته پلی اتیلن)، با افزایش وزن مولکولی انتظار میرود به علت افزایش طول زنجیر ، اتصالات افزایش یابد. در مقابل، در وزن مولکولی مشخص، با کاهش ضخامت کریستالها انتظار میرود، اتصالات افزایش یابد، چون تعداد بیشتری از کریستالها میتوانند با یک زنجیر پلیمر درگیر شوند.





نمونه های صنعتی

در ادامه به سه نمونه مواد PE-RT شرکت DOW Chemicals و یک نمونه مربوط به شرکت Lyondell Basel اشاره می‌شود:

رزین اول PE-RT با نام DOWLEX 2344 است که انعطاف پذیری عالی دارد. این ماده یک کوپلیمر اتیلن- اکتن است که در فرایند پلیمریزاسیون محلول تولید شده است و یک ساختار منحصر به فرد مولکولی با توزیع کنترل شده شاخه های جانبی دارد. این محصول استحکام هیدرواستاتیک و فرایند پذیری بهبود یافته‌ای را فراهم می‌کند. لوله‌های تولیدی این رزین همچنین مقاومت در برابر رشد ترک ESCR عالی، هدایت حرارتی و انعطاف پذیری خوبی را دارا هستند. طراحی این ماده آن را انتخاب مناسبی برای کاربردهای لوله‌های حرارتی (ISO 10508 – class 4, 5) تبدیل کرده است. این محصول دو مزیت اصلی در نصب دارد : اتصالات بهبود یافته و انعطاف پذیری بالا نسبت به مواد متداول. این رزین برای کاربردهای آب سرد و گرم طراحی شده است و برای حرارت دهی کف، گرمایش و سرمایش دیوار، سرمایش سقف، اتصالات رادیاتور، توزیع آب آشامیدنی سرد و گرم، و پنل‌های خورشیدی مناسب است. این ماده به راحتی جوش می‌خورد که آن را قادر می‌کند از اتصالات ارزان قالبگیری تزریقی بجای اتصالات فلزی استفاده کرد. طراحی این رزین برای کاربرد لوله طبق قوانین پذیرفته شده با طول عمر بیش از ۵۰ سال محاسبه می‌شود. همچنین این ماده در بیشتر نقاط جهان برای انتقال آب آشامیدنی پذیرفته شده است. این ماده برای بیش از بیست سال در لوله های خانگی به خصوص در کاربردهای گرمایشی در اروپا استفاده شده و بازخورد مثبتی داشته است. دمای متداول اکستروژن برای شکل دهی DOWLEX 2344 از ۱۹۰ تا ۲۳۰°C می‌باشد. عضو جدید این خانواده DOWLEX

2388 است که مقاومت دمایی عالی دارد. این گرید برای مقاومت هیدرواستاتیکی بلندمدت بالاتر طراحی شده است ضمن آنکه فرایند پذیری عالی دارد. تقریبا هیچ رزین پلی اتیلنی دیگر مانند این رزین بدون شبکه‌ای شدن در آب داغ کارایی ندارد. این ماده یک کوپلیمر اتیلن- اکتن است که در فرایند پلیمریزاسیون محلول تولید شده است و یک ساختار منحصر به فرد مولکولی با توزیع کنترل شده شاخه های جانبی دارد. این ماده نیز مانند رزین نوع اول استحکام هیدرواستاتیک و فرایند پذیری بهبود یافته‌ای را در شرایطی که ماده در سیستمهای متنوع سرمایشی – گرمایشی و شبکه های آب آشامیدنی سرد و گرم وجود دارد، فراهم می‌کند و رقابت موثری در لوله کشی (ISO 10508 – class 1, 2) و کاربردهای صنعتی با دیگر لوله ها پیدا کرده است. رزین DOWLEX 2388 برای کاربرد لوله های آب سرد و گرم طراحی شده است. بسیار مناسب برای حرارت کف، اتصالات رادیاتور، سیستمهای ذوب برف، مبدلهای حرارتی، صفحات خورشیدی، سیستمهای بازیافت حرارتی، شبکه های آب سرد و گرم، لوله های خانگی و صنعتی، و لوله های تک لایه و چند لایه آلومینیمی است. این ماده در کاربردهای صنعتی که پلی اتیلن معمولی مشکل پیدا می‌کند قابل استفاده است مثلا برای تانکهایی که نیاز به استحکام بالا در دماهای بالا دارند. به علت فرایند پذیری و مقاومت در دمای بالای عالی، این ماده بویژه در صنعت به سرعت در حال رشد لوله های چند لایه استفاده می‌شود. فرایند پذیری (افت ویسکوزیته برشی) DOWLEX 2388 نسبت به ماده قبلی بهتر است. رزین دیگر این خانواده Dowlex 2377 از نوع II است و کاربرد صنعتی دارد. متوسط FNCT آن بالای ۹۵۰۰ ساعت است که بیش از مقدار استاندارد ۸۷۶۰ ساعت (یک سال) است که مقاوم در برابر رشد آهسته ترک در شرایط محیطی تعریف شده است. می‌تواند دمای ۹۰°C را که برای مواد PE-RT نوع II مورد نیاز است، به خوبی پاس کند. این ماده دماهای عملیاتی ۲۰ °C- تا ۹۰°C را پوشش می‌دهد. شرکت Lyondell Basel رزین Hostalen 4731B با تکنولوژی تولیدی ACP را معرفی کرده است. پلیمریزاسیون به صورت Slurry ، در محیط هگزان و با کومونومر بوتن در سه راکتور CSTR سری انجام می شود. از آنجا که کومونومر مورد استفاده بوتن است و نسبت به رزین های Dowlex که عمدتا اکتن می_باشد، حجم توده ای کوچکتری دارد و گره خوردگی های کمتری ایجاد میکند، بنابراین نقش وزن مولکولی در این رزین حائز اهمیت است. نوع فرایند و نوع کاتالیست مورد استفاده برای تولید وزن مولکولی بالا با حفظ فرایند پذیری مناسب و توزیع مناسب کومونومر اهمیت فراوانی در تولید رزین Hostalen 4731B دارد. این رزین استاندارد ISO 24033 نوع II را پاس می‌کند و طبق استاندارد ISO 10508 در کلاس های کاربردی ۱و۲ قرار می‌گیرد. این ماده سقف نیازمندی‌های استاندارد PE-RT Type II را با بیش از ۱۰ درصد پوشش می‌دهد. قوانین اروپا برای آب آشامیدنی به خوبی برای این ماده صدق میکند. فرایند پذیری این ماده به گونه ای است که امکان سرعت بالای خط تولید همراه با صافی سطح فراهم است. مقاومت بالای مذاب پایداری ابعادی خوبی به ماده در خط تولید می‌دهد که امکان تولید با ضخامت پایین و تلورانس کم فراهم می‌گردد. دستگاههای موجود برای فرایند HDPE و PPR برای این رزین هم قابل استفاده است. تولید لوله های چند لایه از این ماده با لایه مانع کوپلیمر اتیلن وینیل الکل EVOH یا آلومینیم نیاز به چسب با کارایی بالا دارد. رزین های LLDPE گرافت شده با مالئیک انیدراید با نام تجاری Plexar برای این منظور پیشنهاد شده است.

مراجع

1. *G. Mannebach, New PE-RT type II material from innovative catalyst system, Proceedings of the 18th plastic pipes conf., 2016*
2. *Alex Stolarz, With PE-RT new applications in demanding oil & gas applications, Proceedings of the 19th plastic pipes conf., 2018*
3. *Patel, R. M. and et al, J. Appl. Plym. Sci., 60, 749, 1996*
4. *J. Damen, D. Schramm, PE-RT, a New Class of Polyethylene for Hot Water Pipes, Proceedings of the 3rd plastic pipes conf., 2001*
5. *Z. Bartczak, Evaluation of effective density of the molecular network and …, 10.1016/j.polymertesting.2018.04.027*
6. *Thomas I. Butler, Molecular Architecture, Enhanced polyethylenes (EPE), Multilayer Flexible Packaging, 2010*
7. *Zhou Tian et al, SCB distribution oriented model development for Borstar bimodal polyethylene process, Chem. Eng. Sci., 130, 2015*
8. *ISO 22391, ISO 9080, ISO 24033.*

The influence of small amounts of unimodal non-pipe grade LLDPE on the tensile properties and strain hardening modulus of bimodal pipe grade HDPE

Farnaz Ebrahimi[a], Ghodratollah Hashemi Motlagh [a,b,*]

[a] Advanced Polymer Materials and Processing Lab, School of Chemical Engineering, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran.
[b] Azmoon Dana Plastic Co. (Testing Lab), 3rd Sanaat Ave, Shahre Qods, Tehran, Iran.
* Correspondence to: Ghodratollah Hashemi Motlagh,

Introduction

Bimodal high density polyethylene with has attracted a tremendous attention in pipe industry, especially distributing water and gas pipes, in recent decades. In fact, what makes this generation of PE pipes superior to the previous grades, is its special polymerization process in two reactors, leading to a higher concentration of commoners on the long chains of the polymer [1]. The bimodal molecular weight distribution (MWD) in this polymer brings about a simultaneous combination of fine processability by the lower section and enhanced mechanical properties by the higher section of the molecular weight [2].

Moreover, bimodal High density polyethylene contributes a great resistance to slow crack growth, which is a crucial feature in the production of pipes used in the harsh environment. Slow crack growth is defined as a phenomenon which causes brittle failure in the product after a long period of time. Therefore, determination of SCGR in PE pipe grades has is a significant key in the selection of materials [3] [4].

Blending plays an important role in the plastics industry, and many studies have been conducted with the aim of examining different properties of polyethylene combinations and masterbatches. Decreasing the price of the final product without a considerable reduction in the properties is one main reasons of blending. Hence, the effect of blending needs to be investigated on the components.

In this study, the impact of small amounts of unimodal polyethylene, here linear low density polyethylene (LLDPE), on the mechanical properties and resistance to slow crack growth of bimodal high density polyethylene is studied.

Experimental

Materials

Black bimodal high density polyethylene and linear low density polyethylene, respectively with the density of 959kg/m3 and 921 kg/m3, were used in this investigation. First, components were physically mixed in four compositions of 0 wt.%, 2.5 wt.%, 5 wt.% and 10 wt.% LLDPE. Then, the mixtures were melted and blended by internal mixer, provided by the Advanced Polymer Processing Laboratory at the university of Tehran, with the speed of 60 rpm and temperature of 200 for ten minutes. Finally, the specimens were prepared by compression molding press under the temperature of 180 ºC.

Characterization

In order to examine the mechanical behavior of the blends, tensile testing method was implemented at Azmoon Dana plastic company. Sheets were punched into dumbbell-shaped samples and then tested at room temperature according to ASTM D638. Strain hardening test is quite a novel method to measure the slow crack growth resistance of polyethylene through the determination of modulus in strain hardening region. Samples, cut from compression molded sheets, were tested in a chamber connected to the tensile testing machine at Azmoon Dana Plastic Company, based on ISO 18488 standard.

Results and Discussion

Tensile Testing

Stress-strain diagram in figure 1(a) shows that the yield stress of bimodal HDPE doe not significantly change by adding up to 10 wt.% of LLDPE. This trend is also the same in the stress at break diagram, illustrated in figure 2(a). However, as it is presented in figure 3(a), elongation at break indicates a slight increasing trend by the enhancement of LLDPE contents, which could be attributed to the increase of the amorphous region in the blends and the its impact on the elongation of cold drawing section.

Strain Hardening Test

Strain hardening modulus is defined by the slope true stress versus Neo-Hooken constant curve in the range of 8 to 12 of true strain. In an investigation, Kurelec et al indicated that the measurement of strain hardening modulus, shown by <Gp>, is well in accordance with the results of other stress crack resistance testing methods [5]. Figure 2 shows that there is no considerable change in the strain hardening modulus of blends containing 2.5 and 5 wt.% of LLDPE. Nevertheless, a slight drop in the slop is observed in the blend of 10 wt.% LLDPE. According to the results, it can be concluded that the addition of 10 wt.% of LLDPE to the bimodal HDPE leads to the reduction of its slow crack growth resistance.

Conclusion

The addition of 2.5 and 5 wt.% of the unimodal LLDPE had no significant influence on the strain hardening modulus of the bimodal HDPE, while adding 10 wt.% of LLDPE caused a reduction of about 4 to 12% in its value of strain hardening modulus.

The contents of linear low density of polyethylene on the mechanical properties and slow crack growth resistance of bimodal high density polyethylene was investigated. Samples were blended containing 0, 2.5, 5 and 10 wt.% of the unimodal component through internal mixer. The properties of all blends were investigated by tensile and strain hardening test.

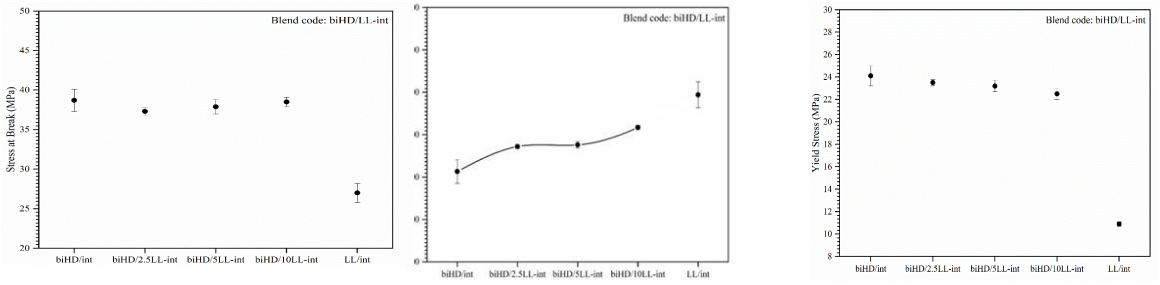


Fig 1. Stress-strain diagrams of the blends; (a) Yield Stress, (b) Stress at break, (c) Elongation at break**.**

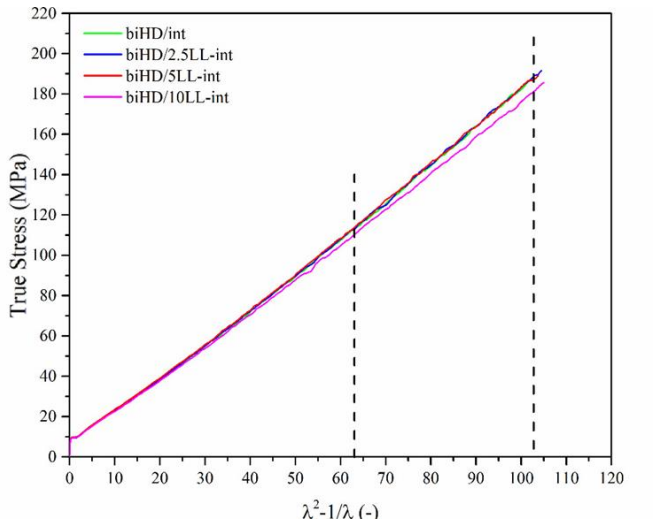


Fig 2. True stress-NHSM curves of the blends

References

[1] S. Song, P. Wu, M. Ye, J. Feng, and Y. Yang, “Effect of small amount of ultra high molecular weight component on the crystallization behaviors of bimodal high density polyethylene,” *Polymer (Guildf).*, vol. 49, no. 12, pp. 2964–2973, 2008.

[2] G. Pircheraghi, A. Sarafpour, R. Rashedi, K. Afzali, and M. Adibfar, “Correlation between rheological and mechanical properties of black PE100 compounds - masterbatch,” *Express Polym. Lett.*, vol. 11, no. 8, pp. 622–634, 2017.

[3] A. Adib, C. Dom, C. Mart, R. A. Garc, E. Technology, and R. Juan, “The Effect of Microstructure on the Slow Crack Growth Resistance in Polyethylene Resins,” pp. 1–6, 2014.

effect of carbon black

[4] J. Cazenave, R. Seguela, B. Sixou, and Y. Germain, “Short-term mechanical and structural approaches for the evaluation of polyethylene stress crack resistance,” *Polymer (Guildf).*, vol. 47, no. 11, pp. 3904–3914, 2006.

[5] L. Kurelec, M. Teeuwen, H. Schoffeleers, and R. Deblieck, “Strain hardening modulus as a measure of environmental stress crack resistance of high density polyethylene,” *Polymer (Guildf).*, vol. 46, no. 17, pp. 6369–6379, 2005.

بررسی راهکارهای موجود برای بهبود پخش دوده در آمیزه های مورد استفاده در لوله های پلی اتیلنی

محمدمهدی نگارش، دانشجوی دکتری مهندسی پلیمر دانشگاه تربیت مدرس، کارشناس ارشد واحد تحقیق و توسعه و بهره برداری شرکت رنگدانه سیرجان،

مهدیه عسکری نژاد، کارشناسی ارشد رشته شیمی کاربردی دانشگاه آزاد اسلامی کرج واحد کرمان، مدیر آزمایشگاه انهار حیات،

مقدمـــــه

همواره سعی بر آن بوده تا در انتخاب مواد اولیه مورد استفاده در تجهیزات به گونه ای عمل شود که خواص مورد نیاز برای هر کاربرد، به مدت طولانی حفظ شود. عمده تمهیدات اندیشیده شده در این زمینه، در جهت کاهش هزینه های مربوط به تعمیر، جایگزینی و حل مشکلات زیست محیطی بوده است [۱]. در این سال ها، صنعت لوله سازی نیز از این امر مستثنی نبوده و برای بهبود خواص مکانیکی، حرارتی و نوری محصول نهایی تلاش های بسیاری انجام شده است. پلاستیک ها و فلزات ضد آب از جمله مواد قابل استفاده در این صنعت می باشند که به دلیل قیمت بالا و مقاومت شیمیایی پایین فلزات، پلاستیک ها گزینه مناسب تری به شمار می روند. از جمله مزیت های دیگر پلاستیک ها، نسبت وزن به واحد حجم کم، مقاومت شیمیایی بالا و خواص مکانیکی مناسب آن ها است[۲]. پلی اتیلن سنگین از جمله پلاستیک هایی است که امکان استفاده در این صنعت را دارد، اما برای افزایش مدت زمان کاربری مجاز و همچنین جلوگیری از تخریب آن در محیط، می بایســـت مقاومت در برابر نور فرابنفش این پلیمر افزایش یابد. چرا که اگر پلی اتیلن ســـنگین به مدت زیاد در معرض اشـــعه ماورای بنفش قرار گیرد، امکان شبکه ای شدن شیمیایی یا تخریب زنجیره های آن وجود دارد [۳]. استفاده از دوده از جمله مهم ترین راه کارها برای افزایش مقاومت در برابر شـــرایط محیطی اســـت که از پدیده های نامطلوب نام برده تا حد زیادی جلوگیری می کند. دوده به عنوان جاذب اشـعه های موجود در طول گسـتره نور طبیعی عمل کرده و از نفوذ فوتون های با انرژی بالا به عمق پلاسـتیک ممانعت می کند [۴]. علاوه بر این، حضور دوده به بهبود خواص مکانیکی مانند مقاومت کششی و خمشی می انجامد. عملکرد دوده به نوع، میزان مورد اســـتفاده و درجه پخش آن بســـتگی دارد [۵]. در این پژوهش راه کارهای بهبود پخش و توزیع دوده و عوامل موثر بر آن برشمرده شده و بهترین روش معرفی می گردد.

خلاصـــــــــه

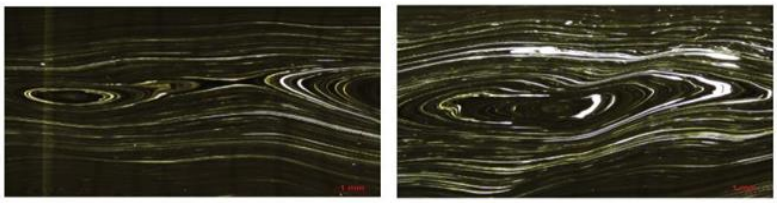
برای تهیه لوله های پلیمری مورد اســـتفاده در صـــنعت آب و گاز، دو روش رایج وجود دارد. اولین روش، اســـتفاده از آمیزه های خودرنگ که مستقیما قابل تبدیل شدن به لوله بوده و روش دوم، آمیزه سازی مستربچ مشکی با پایه پلیمری لوله که عمدتا این لوله ها از جنس پلی اولفین هستند. در تهیه مستربچ مشکی مورد استفاده در صنعت لوله سازی، حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد دوده در پایه پلیمری استفاده می شود که به دلیل مقادیر زیاد دوده مصرفی، اختلاط مناسب پلیمر و پرکننده در تهیه مستربچ های با کیفیت به شدت حائز اهمیت است [۶]. علاوه بر مشکلات ناشی از ماهیت شیمیایی دوده و تمایل ذرات آن به یکدیگر و کلوخه ای شدن، نوع دستگاه های اختلاط مورد استفاده در صنعت که عمدتا اکسترودرهای تک پیچه با توان و ظرفیت اختلاط مشخص هستند، پخش دوده همواره با مشکلاتی همراه است. علی رغم عملکرد مطلوب دوده در پایداری حرارتی و نوری پلی اولفین ها، میزان اثر بخشی آن به نوع، اندازه ذرات، ترکیب در صد و پخش آن در پایه پلیمری بستگی دارد [۷]. برای بررسی عملکرد دوده بر خواص نهایی محصـول، نمونه هایی به این دو روش تهیه شـدند که در ادامه در خصـوص آن ها توضـیح داده خواهد شد.

- تهیه آمیزه لوله با ا ستفاده از م ستربچ م شکی: در ابتدا ۴۰ در صد وزنی دوده پودری در پلی اتیلن سنگین (HDPE) پخش شده و سپس در مرحله بعد با گرید مشابه HDPE مرحله قبل، در اکسترودر تک پیچه به گونه ای مخلوط می شوند که ترکیب درصد نهایی دوده، ۴ درصد وزنی باشد. در ادامه مقاله، نمونه تهیه شده به این روش نمونه ۱ نامیده می شود.

- تهیه آمیزه خودرنگ لوله: در این روش، دوده پودری با ۴ درصد وزنی کمک فرایند با HDPE در اکسترودر تک پیچه مخلوط شده و آمیزه نهایی تهیه شد. در ادامه مقاله، نمونه تهیه شده به این روش نمونه ۲ نامیده می شود.

لازم به ذکر است که در طراحی شرایط فرایندی هر دو روش بالا، با کنترل سرعت اکستروژن (خروج مواد)، دمای برل[1] و دمای دای سعی شد بهترین میزان پراکنش دوده در HDPE به دست آید. دلیل انتخاب دوده پودری نیز، امکان پخش مناسب آن در حین فرایند اختلاط بود اما نکته ای که باید به آن ا شاره کرد این ا ست که بعد از فرایند اختلاط در حین عملیات حرارتی بعد از اختلاط، به دلیل انرژی سطحی بالاتر ذرات پودری، امکان کلوخه ای شدن آن ها وجود دارد. بنابراین اصلاح سطحی دوده با سیلان، از جمله اقدامات مناسب برای جلوگیری از انباشتگی ذرات بعد از اختلاط است [۸].

در روش اول به دلیل استفاده از مقادیر زیاد دوده در حجم مشخصی پلیمر، با توجه به رابطه انیشتین- استوکس () $D_0 = k_B T / 6\pi\eta_s R$ که مدت زمان مورد نیاز برای حرکت پرکننده را تخمین می زند، حرکات براونی ذرات پرکننده امکان ایجاد کلوخه های بزرگی در مقیاس میکرومتر را بوجود آورده که امکان شکسته شدن آن ها در حین اختلاط دوده و HDPE نیازمند صرف زمان و انرژی بالایی است [۹]. به دلیل نامناسب بودن اکسترودر تک پیچه در اختلاط همگون مواد، تصاویر میکرو سکوپی (شکل۱) دوایر سفید و متحد المرکزی را نشان می دهد که بیان کننده پخش کم پرکننده در پلیمر ا ست. این نواحی سفید در نمونه تهیه شده به روش اول بیشتر می باشد [۱۰]. حضور این نواحی بسیار نامطلوب است، به عنوان مثال آن ها در حین Butt Fusion برای اتصالات لوله های پلی اتیلنی، در فصل مشترک لوله ها منجر به کاهش بازده جوش خوردگی شده و در زمان انجام تست های غیر مخرب اتصالات میان دو لوله، از خود ضعف نشان می دهند[۱۱]. به طور کلی، تأثیر مطلوب دوده با اندازه ذرات ریز در حدود ۲۰ نانومتر با ترکیب ۲ تا ۳ درصد وزنی در نمونه ها بدست می آید اما در عمل، کلوخه های در حدود ۳۰ میکرومتر مشاهده می شود[۱۲].



شکل ۱) تصاویر میکروسکوپی الف) نمونه ۱ و ب) نمونه ۲

بعد از بر رسی ریز ساختار این دو نمونه، خواص مکانیکی آن ها از جمله ازدیاد طول در شکست، استحکام تسلیم، مدول و استحکام خمشی پلی اتیلن سنگین مورد بررسی قرار گرفت. نتایج خواص مکانیکی نشان از عملکرد بهتر دوده در نمونه ۲ است. در نمونه ۲ که پخش دوده در HDPE بهتر است، گردن دهی در سراسر نمونه اتفاق افتاده و بعد از آن نرم شدگی در اثر کرنش، کشش سرد و سخت شدگی در اثر کرنش قابل مشاهده است. در انتهای مراحل نام برده شده، ۸۰۰ درصد ازدیاد طول ثبت شد. این ازدیاد طول، بالاتر از ۳۵۰ درصد ازدیاد طول که در استاندارد ISO4427-2 به عنوان مقدار حداقلی اشاره شده است. به دلیل ارتباط مستقیم کشش سرد و سخت شدگی در اثر کرنش با عملکرد بلند مدت خزش و مقاومت در رشد آهسته ترک[2] (SCG) در مواد پلی اتیلنی، بررسی تاثیر ریز ساختار بر خواص مکانیکی در دستور کار قرار گرفت.

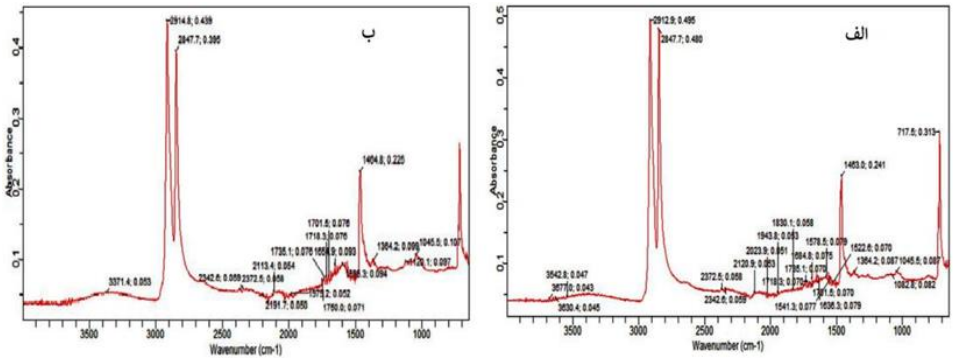
[1] Barrel
[2] Slow crack growth

برای مواد همگن نیمه بلورین، کشش سرد به علت باز شدن زنجیره ها از حالت مارپیچ تصادفی است که در حین کوچک شدن ساختارهای لایه ای اتفاق افتاده ا ست. شدت ک شش سرد و سخت شدگی در اثر کرنش به وزن مولکولی پلیمر و توزیع آن، دان سیته و درجه شاخه ای بودن زنجیره ها ب ستگی دارد. در نمونه های مورد آزمون که ماهیت پلیمر در آن ها یک سان ا ست، تفاوت در شدت ک شش سرد، به ماهیت شیمیایی سطح پرکننده و برهم کنش آن با زنجیرهای پلیمری ب ستگی دارد. نتایج نشان دادند که در نمونه های غیرهمگن، رفتارکشش سرد و سخت شدگی در اثر کرنش توسعه یافته نیست، چرا که دوایری که در تصاویر میکروسکوپی مشاهده شد (کلوخه های دوده)، محلی برای تمرکز تنش هستند [۱۳]. این نقاط در تست کشش، در ازدیاد طول ۲۰ در صد به شکل سفیدی در سطح نمونه قابل رؤیت ه ستند. میکرو ترک ها در ف صل م شترک این نواحی و زنجیره های پلیمری اطرافشان به دلیل بر هم کنش ضعیف، دچار شکست می شوند.

جدول ۱) خواص مکانیکی نمونه های تهیه شده

نمونه ها	تنش تسلیم	کرنش تسلیم	تنش در شکست	ازدیاد طول در شکست
نمونه ۱	۲۶,۸	۹	۳۲,۱	۸۰۰
نمونه ۲	۲۶,۴	۹	۲۳,۶	۴۶۰

خواص مکانیکی بعد از قرر دادن نمونه ها در معرض تابش نور فرابنفش نیز بررسی شدند. به طور کلی دوده تاثیر مناسبی بر خواص HDPE تحت تابش فرابنفش داشته و مانع از افت خواص مکانیکی آن می شود. بررسی های مربوطه با کمک طیف سنجی مادون قرمز[3] (FT-IR) و آنالیز گرماسنجی روبشی تفاضلی[4] (DSC) انجام شده و نتایج نشان از ممانعت دوده در تغییر خواص شیمیایی HDPE شده است. برای مثال، نتایج آزمون FT-IR نمونه ۲، قبل و بعد از تابش UV آورده شده است (شکل ۲). این تصاویر نشان می دهند که هیچ اتصالات و پیوندی در نمونه نه از بین رفته و نه به وجود آمده است. نتایج آزمون DSC تغییراتی در دمای ذوب و درجه بلورینگی این نمونه قبل و بعد از تابش UV نشان نمی دهد و دمای ذوب و بلورینگی به ترتیب ۱۳۰ و ۱۱۶ درجه بدون تغییر باقی خواهد ماند که این نشان از نقش حفاظتی پرکننده از تخریب زنجیره های پلیمر در برابر نور UV دارد.



شکل۲) تصاویر FT-IR نمونه ۲، الف) قبل از تابش بلند مدت UV و ب) بعد از آن

نتیجه گیری

برای دست یابی به خواص مطلوب مکانیکی و مقاومت در برابر تابش UV در لوله های HDPE، دوده معمول ترین ماده افزودنی ا ست. علی رغم مزایای ا ستفاده از دوده، به دلیل پخش نامنا سب آن در پلیمر پایه، ر سیدن به خواص بهینه یک چالش ا ست. تهیه آمیزه خود رنگ HDPE، بهترین روش برای د ست یابی به پخش منا سب دوده در این پلیمر ا ست. در این را ستا، نوع و اندازه دوده انتخابی، ماهیت شیمیایی سطح آن، م شخصات د ستگاه اختلاط (اکسترودر) و شرایط فرایندی اختلاط ابزارهایی هستند که به کمک آن ها می توان در جهت یکنواخت شدن توزیع و پخش پرکننده در HDPE گام برداشت.

[3] Fourier Transform Infrared Spectroscopy
[4] Differential Scanning Calorimetry

IRANIAN ASSOCIATION
OF PE PIPE & FITTING
PRODUCERS

POLYOLEFIN PIPES
INTERNATIONAL
CONFERANCE

FIRST INTERNATIONAL POLYOLEFIN PIPE CONFERENCE ABSTRACT BOOK

www.ippfaconf.ir
ippfaconf@ippfa.ir

TEHRAN
OLYMPIC HOTEL
JUNE 2020
14-15