تاثیر پخش و توزیع کربن بلک بر خواص کششی لوله‌های فشاری پلی‌اتیلنی

راضیه داوند[۱]، رضا راشدی[۲]، سیدکمال افضلی#

۱- پژوهشگر فنی r.davand@jpc.ir
۲- مدیر پژوهش
۳- پژوهشگر ارشد k_afzali@jpcomplex.com

چکیده

در این مطالعه گرانول پلی‌اتیلن مشکی در مقیاس صنعتی با فرایند کامپاندینگ و اکستروژن با دو مستربچ با پایه پلیمری مختلف تهیه شدند. نمونه‌های کشش از گرانول تولید شده تهیه گردید. نمونه‌ها تحت آزمون کشش تا پارگی قرار گرفتند.. علاوه بر این آنالیز حرارتی بر روی نمونه ها انجام شد. مشاهده گردید میزان ازدیاد طول تا پارگی و مدول سخت گردانی کششی در این لوله‌ها و مواد به میزان قابل توجهی متفاوت بودند. هرچند مشخصه‌های تسلیم در نمونه‌ها یکسان بودند ولی خواص پسا تسلیم نمونه‌ها کاملا با هم تفاوت داشتند. بررسی‌های انجام شده نشان داد این تفاوتها ناشی از نوع پایه پلیمری به کار رفته در نمونه‌های مستربچ می‌باشد و به نوع گرید پایپ بستگی وابسته می‌باشد. لوله‌های PE-100 با مستربچ PE-80 افت قابل ملاحظه‌ای در ازدیاد طول تا پارگی نسبت به PE-100 با مستربچ پایه PE-100 از خود نشان می‌دهند. هم چنین با افزودن مستربچ به پلی اتیلن زمان القای اکسایش افزایش چشمگیری خواهد داشت که این افزایش در نمونه مستربچ با پایه PE100 بیشتر است.

واژه‌های کلیدی : پلی اتیلن، PE-100، خواص کششی، OIT، DSC، مستربچ

مقدمه

در چند دهه اخیر، تولید پلی اتیلن به عنوان ساده ترین ساختار شیمیایی پلیمری با سرعت بالایی افزایش یافته است. آمار نشـــان می‌دهد که مصـــرف جهانی پلی‌اتیلن در ســـال ۲۰۱۰ حدود ۷۰ میلیون متریک تن بوده و HDPE نزدیک به ۴۵٪ مصرف پلی‌اتیلن بود و بعد از آن LLDPE و LDPE قرار دارند[۱].

ا صولا لوله های پلا ستیکی در برابر ا شعه ماوراءبنفش ساطع شده از خور شید و یا منابع نوری م شابه نمی توانند به تنهایی از خود مقاومت نشـــان دهند و اشـــعه مخرب UV باعث تخریب آن می گردد . لذا برای جلوگیری از نفوذ این تشـــعشـــعات پرده ای ضـــد نور از جنس دوده بعنوان ارزانترین آنتیUV در این محصـــولات ایجاد می کنند . پارامترهای تاثیرگذار در انتخاب کربن بلک عبارتند از اندازه ذرات، م ساحت سطح و حجم حفره، فعالیت سطح فیلر که بر فرآیندهای جذب-دفع افزودنی‌هایی اثر می‌گذارد و خود به عاملیت و آب‌گریزی فیلر بســـتگی دارد، ویژگی‌های پایدارســـازی حرارتی و نوری فیلر[۲و۳]. مکانیسم پایدارسازی حرارتی پلی اتیلن توسط کربن بلک به صورت خلاصه می‌شود:

به عنوان جاذب UV عمل می‌کند. کاهش سایز ذره و افزایش م ساحت سطح ویژه کربن بلک موجب افزایش پایداری می‌شود. هم‌چنین باعث جذب بیشتر (استحکام رنگ) و پس پراکندگی نور می‌شود.

نقش از بین برنده حالت‌های برانگیخته مثل گونه‌های فعال کربونیل داشـــته و این اثر به گرید کربن بلک (ســـایز ذره، مساحت ویژه و شیمی سطح) و محتوای کربن بلک بستگی دارد[۴].

به عنوان تجزیه‌کننده هیدروپروکسیدها عمل می‌کند.

در نقش شکستن زنجیر دهنده یا پذیرنده گونه‌های رادیکال آزاد عمل می‌کند[۵].

برای بهینه بودن عملکرد این دوده باید حداقل ۲ درصد بصورت کاملا یکنواختی در لوله توزیع گردد.

پایین بودن در صد آن از این مقدار دوده (۲٪) باعث اختلال در عملکرد بهینه پرده ضد نورمی شود و بالاتر بودن آن از ۳ درصد باعث اختلال درسایرخواص فیزیکی ومکانیکی این محصول می گردد .

این میزان اختلاط چون به روش فیزیکی صـــورت می گیرد در اکثر مواقع یک مخلوط همگن را بدســـت نمی دهد و عملا در بعضـــی قســـمت ها مقدار دوده کم و یا زیادتر از حد مجاز می گردد لذا بهترین روش برای رســـیدن به حداکثرکیفیت اختلاط مستربچ دوده با پودر پلی‌اتیلن است. این روش در برخی مجتمع‌های پتروشیمی برای تولید محصول خودرنگ استفاده می‌شود. در این روش در ابتدا یک مستربچ حاوی ۳۵-۴۰ در صد دوده تهیه شده و سپس در حالت جامد با پودر تازه پلی‌اتیلن مخلوط می شود. پس از ا ضافه شدن مواد افزودنی لازم، مخلوط اولیه وارد یک اکسترودر دوپیچه دارای نواحی اختلاط منا سب شده و پراکنش در حالت مذاب انجام می‌شود. در نهایت گرانول مشکی حاوی ۲,۵ درصد دوده تولید و بسته بندی می‌شود.

در این پژوهش به بررســـی اثر دو مســـتربچ با پایه پلیمری مختلف بر خواص کشـــش و حرارتی پلی اتیلن در مقیاس صنعتی پرداخته خواهد شد.

مواد و روش آزمایشگاهی

گرانول گرید پایپ پلی اتیلن PE-100 با دانســیته ۰/۹۴۸ g/cm3 با دو مســتربچ MB1 حاوی ۴۰٪ کربن بلک با پایه PE-100 و MB2 حاوی ۳۵٪ کربن بلک با پایه PE-80 در مقیاس صـــنعتی کامپاند شـــد. آنالیز TGA، DSC، OIT و آزمون کشش بر روی نمونه ها انجام شد.

نتایج

آنالیز TGA به منظور ارزیابی میزان محتوای کربن پلی‌اتیلن مشکی کامپاند شده با دو مستربچ MB1 و MB2 انجام شد. بر اساس نتایج به دست آمده PE-MB1 و PE-MB2 به ترتیب دارای 2 و 2.5 درصد کربن می‌باشد.

خلاصه ای از نتایج آزمون کشش PE-100 با و بدون مستربچ در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. خواص مکانیکی PE-100 در حضور و عدم حضور مستربچ

	PE	PE-MB1	PE-MB2
Stress @yield (MPa)	25.2	25.2	25
Stress @break (MPa)	17.7	16.5	16.9
Elongation @yield (%)	9.8	10	10.1
Elongation @break (%)	600.8	476	572
Modulus(MPa)	1180	1040	1110

مشخصه های تنش و ازدیاد طول در نقطه تسلیم PE-100 در حضور مستربچ تغییر چندانی نداشته و این دو پارامتر تقریبا ثابت مانده اند. در عین حال افزودن مســـتربچ به پلی اتیلن موجب افت پارامترهای مکانیکی در نقطه پارگی شـــده است.

جدول ۲. نتایج آنالیز حرارتی بر روی پلی اتیلن PE-100 با و بدون مستربچ

	PE	PE-MB1	PE-MB2
Tm (°C)	131.35	134.04	134.02
%Crystalinity	66.33	64.26	66.39

OIT	23.22	56.01	60

آنالیز OIT در دمای 210°C انجام شد. این آنالیز مشخصه ای از میزان مقاومت نمونه در برابر اکسایش می‌باشد. همان طور که در جدول ۲ می شود، نمونه بدون مستربچ زمان القای اکسایش 23.22 دقیقه است و با افزودن مستربچ MB1 و MB2 این زمان به ترتیب ۱۴۱ و ۱۵۸ در صد افزایش یافته ا ست. علاوه بر این دمای ذوب نیز در حضور مستربچ افزایش یافته است. از سوی دیگر درصد کریستالینیتی نمونه حاوی مستربچ MB1 کاهش یافته است در حالی که مستربچ MB2 تغییری در درصد کریستالینیتی ایجاد نکرده است.

جمع بندی

اثر نوع پایه پلیمری به کار رفته بر در تولید مستربچ بر خواص کششی و حرارتی پلی اتیلن گرید لوله مورد مطالعه قرار گرفت. دو مستربچ با پایه PE80 و PE100 با پلی ایلن گرید لوله PE100 کامپاند و اکسترود شد. و آنالیز DSC، OIT و آزمو کشش بر روی نمونه ها انجام شد. بر اساس نتایج به دست آمده پلی اتیلن مشکی شده با مستربچ پایه PE100 دچار کمترین تغییرات در خواص مکانیکی در نقطه پارگی و درصد کریستالینیتی شده است. علاوه بر این بیشترین پایداری در مقابل اکسایش برای نمونه کامپاند شده با مستربچ با پایه مشابه پلی اتیلن مد نظر خواهد بود.

مراجع

[۱] M. Atif, "Surface modification and characterization of carbon black; UV cured colored epoxy composites," Politecnico di Torino, 2014.

[۲] J. C. Huang, "Carbon black filled conducting polymers and polymer blends," *Advances in Polymer Technology,* vol. 2 ,۱pp. 299-313, 2002.

[۳] D. Maia, L. Balbinot, R. Poppi, and M. De Paoli, "Effect of conducting carbon black on the photostabilization of injection molded poly (propylene-co-ethylene) containing TiO 2," *Polymer degradation and stability,* vol. 82, pp. 89-۹۸, ۲۰۰۳.

[۴] M. S. Sh, F. G. Fard, E. Khatibi, and H. Sarpoolaky, "Dispersion and stability of carbon black nanoparticles, studied by ultraviolet–visible spectroscopy," *Journal of the Taiwan Institute of chemical Engineers,* vol. 40, pp. 524-527, 2009.

[۵] J. Peña, N. Allen, M. Edge, C. Liauw, and B. Valange, "Studies of synergism between carbon black and stabilisers in LDPE photodegradation," *Polymer degradation and stability,* vol. 72, pp. 259-270, 2001.