

بررسی خواص مکانیکی آلیاژهای دوتایی پلی پروپیلن و پلی اتیلن با چگالی بالا

چکیده

هدف اولیه و اصلی تولید آلیاژها، رفع عیب های پلیمرهای خالص و رسیدن به خواص مطلوب و حدود واسط اجزای آلیاژ می باشد. در این پژوهش آلیاژهای پلی پروپیلن و پلی اتیلن با چگالی بالا (PP/HDPE) در نسبت های (۹۵/۵)، (۹۰/۱۰)، (۸۵/۱۵) و (۷۰/۳۰) به وسیله اکسترودر تک واردون تهیه سپس آسیاب و قالب گیری تزریقی شده و با نمونه های بدون اکستروژن که مستقیماً قالب گیری شده بودند، مقایسه گردیدند. بیشینه تنش برای نمونه های اکستروژ شده در تمامی نسبت ها به طور میانگین ۵ درصد بالاتر از نمونه های اکستروژ نشده بودند. تنش در لحظه شکست نمونه های اکستروژ شده مقادیر بالاتری نسبت به نمونه های اکستروژ نشده نشان دادند به طوری که بیشینه اختلاف ۵ درصدی بین این نمونه ها در ۱۰ درصد وزنی از HDPE مشاهده شد. همچنین تنش در لحظه شکست در نسبت ۵ درصد وزنی از HDPE، به ترتیب ۱۰ و ۵ درصد افزایش نسبت به PP خالص داشتند. ازدیاد طول در لحظه شکست در ۵ درصد وزنی از HDPE برای نمونه اکستروژ نشده ۱۰ درصد بیشتر از نمونه اکستروژ شده بود، ولی تفاوت زیادی در سایر نسبت ها مشاهده نشد. تفاوتی در میزان سختی نمونه های اکستروژ شده و نشده مشاهده نگردید. همچنین میزان سختی این نمونه ها با افزایش درصد وزنی HDPE از ۵ تا ۳۰ درصد، حدود ۲ درصد افزایش نشان داده که می توان گفت تقریباً ثابت مانده است.

واژه های کلیدی: پلی پروپیلن، پلی اتیلن، آلیاژ، خواص کششی، اختلاط، اکسترودر.

مقدمه

عدم اختلاط پذیری اغلب پلیمرها با یکدیگر است [۲]. به طور کلی ترموپلاستیک ها توسط روش های شکل دهی در حالت مذاب به شکل ها و اندازه های مورد نظر تبدیل می شود. در فرآیند آمیزه سازی سعی می شود تا ترکیب یکنواختی از طریق مخلوط کردن بدست آید. نگرانی عمده در آلیاژسازی پراکندگی خوب و یکنواخت به منظور دست یابی به تولید ترکیب همگن است. اکستروژن یکی از فرآیندهایی است که به طور گسترده ای برای آمیزه سازی مورد استفاده قرار می گیرد [۳]. پلی پروپیلن به دلیل تعادل عالی که در خواص مکانیکی از قبیل فرآینددهی آسان،

تعداد زیادی پلیمر با ساختار شیمیایی متفاوت برای کاربردهای ویژه ای تولید شدند. پیشرفت سریع تکنولوژی در زمینه های مختلف، کاربردهای زیادی را به وجود می آورد، به گونه ای که تقریباً اکثر پلیمرهای تولید شده به تنهایی قابلیت کاربردی زیادی را ندارند. هدف اولیه و اصلی تولید آلیاژها، رفع عیب های پلیمرهای خالص و رسیدن به خواص مطلوب و حدود واسط اجزای آلیاژ می باشد [۱]. توسعه ای آلیاژهای پلیمری با مشکلات زیادی همراه بوده است که یکی از مهمترین آنها،

شکست و سختی به ترتیب در نمودار های ۱ تا ۴ نشان داده شده است. با افزایش درصد HDPE بیشینه تنش و تنش در لحظه شکست کاهش و ازدیاد طول در لحظه شکست برای هر سری از نمونه های اکستروود شده و نشده افزایش می یابد که به دلیل امتزاج ناپذیری و دو فاز شدن اتفاق می افتد [۶]. نمونه های اکستروود شده بیشینه تنش بالاتری نسبت به نمونه های اکستروود نشده نشان دادند به طوری که میانگین بیشینه ۵ درصد را در تمام نسبت های HDPE نشان دادند. همچنین تنش در لحظه شکست نمونه های اکستروود شده نسبت به نمونه های اکستروود نشده مقادیر بالاتری داشتند به طوری که که بیشینه اختلاف ۵ درصدی بین این نمونه ها در ۱۰ درصد وزنی از HDPE مشاهده شد. ازدیاد طول در لحظه شکست در ۵ درصد وزنی از HDPE برای نمونه اکستروود نشده ۱۰ درصد بیشتر از نمونه اکستروود شده بود، ولی تفاوت زیادی در سایر نسبت ها مشاهده نشد. علت بیشتر بودن تنش در نمونه های اکستروود شده، متلاشی شدن ذرات و پراکندگی بهتر و یکنواخت تر مواد، افزایش چسبندگی بین فازها و در نتیجه انتقال تنش بیشتر بین اجزاء است [۶]. اندازه گیری سختی برای محاسبه آسیب های سطحی و تغییر شکل پلاستیک حائز اهمیت است. با افزایش درصد HDPE برای هر دو سری از نمونه های اکستروود شده و نشده سختی ابتدا ۷ واحد کاهش می یابد که به دلیل سختی بیشتر PP نسبت به HDPE می باشد (شکل ۴). سپس با افزایش درصد HDPE سختی با شیب حدود ۲ درصد از ۵ تا ۳۰ درصد وزنی HDPE افزایش پیدا می کند که می توان گفت تقریباً ثابت مانده است. همچنین تفاوتی بین سختی نمونه های اکستروود شده و نشده مشاهده نشد که می تواند ناشی از وابستگی کمتر سختی نسبت به ناسازگاری پلیمرها باشد [۶].

پایداری شیمیایی بالا، مقاومت ویژه در برابر آب و رطوبت، نسبت قیمت/کارایی مناسب و قابلیت بازیافت نسبتاً بالا و آسان دارد، یکی از مهمترین ترموپلاستیک های تجاری به شمار می رود [۴]. پلی اتیلن هم یکی دیگر از محصولات ترموپلاستیک است که به طور گسترده ای استفاده می شود. ارزان بودن، حجم زیاد تولید و خواص مطلوب باعث شده تا پلی اتیلن به عنوان یکی از ترموپلاستیک های مهم و صنعتی مطرح باشد. اگرچه پلی پروپیلن و پلی اتیلن خواص مشابه زیادی دارند، امتزاج ناپذیر و ناسازگار هستند. به طور کلی در سیستم های آلیاژی خواص مکانیکی به شدت به بلورینگی، مورفولوژی کریستالی، چسبندگی بین سطحی و میزان پراکندگی بستگی دارد [۵].

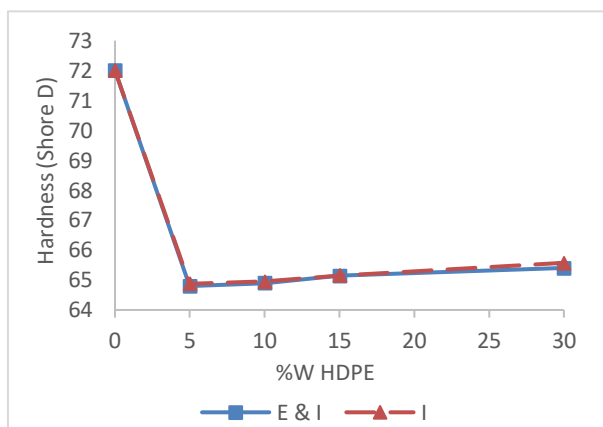
در این پژوهش آلیاژهای پلی پروپیلن و پلی اتیلن با چگالی بالا (PP/HDPE) به وسیله اکستروودر تک ماردون مخلوط سپس آسیاب و قالب گیری تزریقی شده و با نمونه ها بدون اکستروژن که مستقیماً قالب گیری شده بودند، در بعضی خواص مکانیکی مقایسه گردیدند.

بخش تجربی

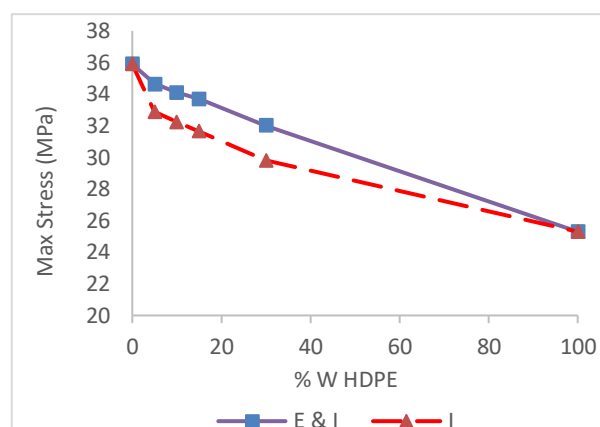
در این پژوهش از پلی پروپیلن با نام تجاری PP-1102XK با شاخص جریان مذاب ۴، محصول شرکت پتروشیمی رجال و پلی اتیلن با چگالی بالا با نام تجاری HDPE-EX3 با شاخص جریان مذاب ۱۲، محصول شرکت پتروشیمی امیرکبیر استفاده گردیده است. آلیاژهای PP/HDPE به وسیله اکستروودر تک ماردون با $rpm=10$ و دماهای ۲۳۰-۱۹۰ درجه سانتی گراد به ترتیب از زون اول تا سوم، هد و دای، مخلوط، سپس آسیاب و قالبگیری تزریقی شدند و با نمونه های اکستروود نشده مقایسه گردیدند. نمونه های اول به اختصار (E & I) و نمونه های دوم (I) نام گذاری شدند. آزمون کشش با استاندارد ASTM D638-3:2004 به وسیله دستگاه SNTAM مدل STM-5 و آزمون سختی با استاندارد ISO 868:2003 به وسیله دستگاه سختی سنج مدل BARESES انجام شده است.

نتایج و بحث

بیشینه تنش، تنش در لحظه شکست، ازدیاد طول در لحظه



شکل ۴- منحنی تغییرات سختی آلیاژهای اکسترود شده و اکسترود نشده PP/HDPE بر حسب تغییر درصد وزنی HDPE در آلیاژ.



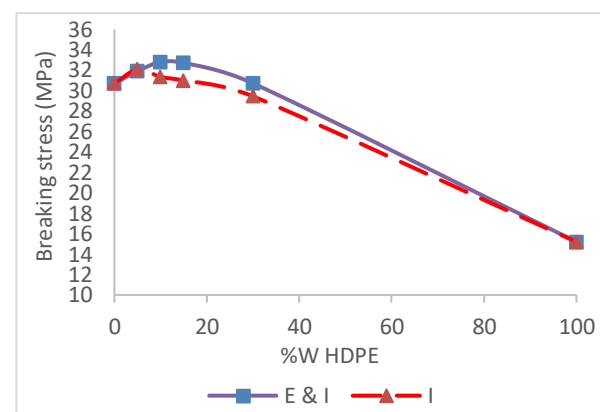
شکل ۱- منحنی تغییرات بیشینه تنش آلیاژهای اکسترود شده و اکسترود نشده PP/HDPE بر حسب تغییر درصد وزنی HDPE در آلیاژ.

نتیجه گیری

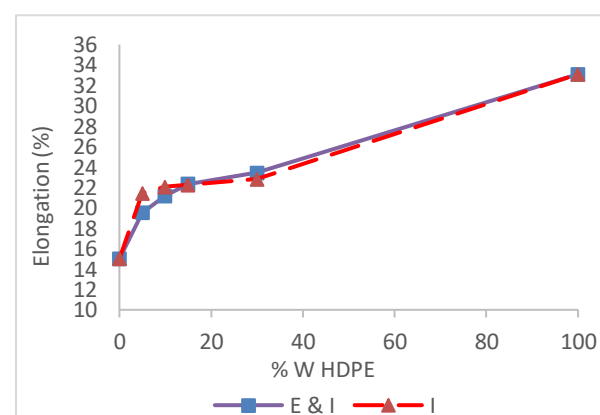
آلیاژهایی دو تایی از PP و HDPE در درصد های وزنی مختلف به دو صورت اکسترود شده و نشده تهیه شدند. خواص مکانیکی آلیاژهای تهیه شده مورد بررسی قرار گرفت. به طور کلی، اضافه کردن HDPE به PP باعث کاهش بیشینه تنش، تنش در لحظه شکست و افزایش ازدیاد طول در نقطه شکست شد. نمونه های اکسترود شده بیشینه تنش و تنش در لحظه شکست بالاتری نسبت به نمونه های اکسترود نشده داشتند ولی ازدیاد طول در نقطه شکست تفاوت چندانی نشان نداد. با افزایش HDPE سختی با شیب ملایمی افزایش پیدا کرد که می توان گفت تقریباً ثابت مانده است. نتایج را می توان اینگونه تحلیل نمود که با پراکندگی بهتر و یکنواخت تر مواد و افزایش چسبندگی بین فازها خواص مکانیکی بهبود پیدا می کند.

تقدیر و تشکر

از مجموعه دانشگاه فردوسی مشهد (کد پروژه: ۳/۴۷۶۱۶) و گروه صنعتی پارت لاستیک بابت فراهم کردن ملزومات این کار پژوهشی نهایت تشکر و قدردانی می گردد.



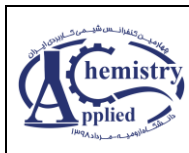
شکل ۲- منحنی تغییرات تنش در لحظه شکست آلیاژهای اکسترود شده و اکسترود نشده PP/HDPE بر حسب تغییر درصد وزنی HDPE در آلیاژ.



شکل ۳- منحنی تغییرات ازدیاد طول در لحظه شکست آلیاژهای اکسترود شده و اکسترود نشده PP/HDPE بر حسب تغییر درصد وزنی HDPE در آلیاژ.

منابع

- [1] Michler, G. H. "Atlas of polymer structures: morphology, deformation, and fracture structures," *Carl Hanser Verlag GmbH & Company KG*, Munich, **2016**.
- [2] Utracki, L. A. and Wilkie, C. A. "Polymer blends handbook." *Dordrecht: Kluwe academic Publishers*, Netherlands, **2002**.
- [3] Drobny, J. G. Handbook of Thermoplastic Elastomers: Processing Methods Applicable to Thermoplastic Elastomers, *William Andrew publisher*, Elsevier Inc, **2014**.
- [4] Saadati, N. Zohuri, G. H. Rahmani, M. R. "Study on the Impact Strength, Tensile and Hardness of Polypropylene/Polyethylene Ternary Alloys." *12th international seminar on polymer science and technology*, **2016**.
- [5] Na, B. Wang, K. Zhang, Q. Du, R. Fu, Q. " Tensile properties in the oriented blends of high-density polyethylene and isotactic polypropylene obtained by dynamic packing injection molding." *Polymer*, **2005**, 46 (9): 3190-3198.
- [6] Jose, S. Aprem, A. S. Francis, B. Chandy, M. C. Warner, p. Alstaedt, V. Thomas, S. "Phase morphology, crystallization behavior and mechanical properties of isotactic polypropylene/high density polyethylene blends." *European Polymer Journal*, **2004**, 40 (9): 2105-2115.



Study on mechanical properties of polypropylene and high-density polyethylene binary Alloys

Emad Mohammadian Baghi, Gholam Hossein Zohuri *

Department of Chemistry, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Abstract

The preparation of blends is due to eliminate the defects of polymers and to achieve desirable and intermediate properties of its components. A series of Polypropylene and high-density polyethylene (PP / HDPE) blends were mixed in a ratio of (95.5), (90.10), (85.15) and (70.30) by single-screw extruder, mill and injection molded, which compared with non-extruded specimens that were directly molded. The maximum stress for extruded specimens in all ratios was on average 5% higher than the non-extruded specimens. Breaking stress of the extruded specimens showed higher values than non-extruded specimens, which shows maximum difference of 5% between these samples was observed in 10 w% of HDPE. Also, braking stress in the ratio of 5 w% of HDPE was 10% and 5% higher than pure PP, respectively. The elongation at break at 5 w% of HDPE for the non-extruded sample was 10% higher than the extruded sample, but no significant difference was found in other ratios. No difference was observed in the hardness of the extruded and non-extruded specimens. Also, the hardness of these specimens increased by about 2% with an increase in the percentage of HDPE from 5 w% to 30 w%, which can be said to be almost constant.

Keywords: polypropylene; polyethylene; blend; mechanical Properties; mixing; extruder

*Corresponding author: zohuri@um.ac.ir