

بررسی اختلاط پذیری و خواص آلیاژ PVC/PC

حمید گرمابی

احمد عارف آذر

فارغ التحصیل کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی پلیمر

استادیار دانشکده مهندسی پلیمر

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده

هدف از انجام این پروژه تهیه آلیاژهای پلی کربنات و پلی وینیل کلراید و بررسی اختلاط پذیری سیستم و خواص آن می باشد. تهیه آلیاژهای دو جزئی تنها به روش حلالی میسر است، که بررسی این آلیاژهای دو جزئی از طریق تعیین دمای شیشه ای آنها، نشانگر اختلاط ناپذیر بودن سیستم مذکور است. برای تهیه آلیاژها به روش اختلاط مذاب، اجباراً باید از جزء سوم که در این تحقیق تریلیمر ABS و لاستیک نیتریل NBR می باشد استفاده کرد. استفاده از این جزء سوم سبب سهولت اختلاط مذاب PC و PVC می گردد و همچنین سازگاری این دو پلیمر افزایش چشمگیری می یابد. با استفاده از تستهای کشش، ضربه و مطالعه رفتار رئولوژیکی آلیاژها مشخص گردید که ABS به عنوان جزء سوم از NBR بهتر بوده و خواص بیشتری بهبود حاصل می گردد.

PVC/PC Blends "Compatibility and properties"

A. Aref Azar, Ph. D.

H. Garmabi, M. Sc.

Assistant Prof. of Polymer Eng. Dept.
AmirKabir Univ. of Technology

Polymer. Eng. Dept.
AmirKabir Univ. of Technology

Abstract:

In this work blends of PVC/PC were prepared and studied for compatibility and properties. Two component blends are only prepared by using solvent methods and studies of these blends by their respective Tg's shows very little compatibility for the components therefore preparation of blends by melt mixing method require a third component which in this work, ABS and NBR elastomer were used using this third component makes melt mixing possible and compatibility of the components is improved considerably.

By using tensile and impact tests and study of rheological behaviour of blends it was found that ABS as a third component is better than NBR and improvement of properties are higher.



۲-۱ مواد مورد مصرف

پنی وینیل کلراید به کار رفته از نوع سوسپانسیونی با k-
value برابر ۷۱ ساخت کمپانی Hip-petrohwija-
panchevo می باشد.

PVC, K-Value ۷۱ 100Part

Tin stab. code 190 (Haagen chemie b.v.) 4 part

12- Hydroxy stearic acid 1 part

پلی کربنات مورد استفاده بر پایه بیس فنل-آ می باشد که
توسط کمپانی IDemitsu petrochemical co. با نام
polycarbonate A-2 تولید شده است. جهت این نمونه
نقطه ذوب و وزن ملکولی تعیین گردید که به ترتیب عبارتند
از:

M.P=230 °C و MW=39000

ABS مورد استفاده از شرکت Hannam با کد ABS-750 که
یک تریلیم با مصرف عمومی می باشد.

لاستیک نیتریل NBR مورد استفاده از نوع با میزان
اکریلونیتریل متوسط یعنی ۳۳٪ که تولید شرکت JSR با کد
JSRN 234 L می باشد.

۲-۲ تهیه آلیاژها

۲-۲-۱ تهیه آلیاژهای دو جزئی PVC و PC به روش حلالی
اختلاط ناپذیری pvc با پلی کربنات بیس فنل-آ در
مراجع مختلف (۵-۲) ذکر شده است و بنابر یافته های این
مراجع اختلاط مذاب این دو پلیمر با هم امکان ندارد و تهیه
آلیاژهای دو جزئی از PC و PVC تنها با روش حلالی
امکان پذیر می باشد. برای تعیین اختلاط پذیری یا عدم
اختلاط پذیری PC و PVC آلیاژهایی با درصد های ۳۰ و ۵۰
و ۷۰ از PVC همراه با PC تهیه شد. حلال مورد استفاده
سیکلو هگزانون بود. PC در دمای حدود ۳۰ °C در حلال
مذکور حل می شود (البته نیاز به همزدن و یا زمان نسبتاً
طولانی دارد) و PVC نیز در دمای ۸۰ °C در حلال فوق حل
می گردد. بنابراین به نسبت های مورد نیاز از PC و PVC در
داخل بشرهائی محتوی سیکلو هگزانون با همزن مناسب قرار
داده شد و این بشرها به مدت ۲۴ ساعت در داخل آون در
دمای ۸۰ °C قرار گرفت.

امروزه پیشرفت سریع تکنولوژی نیاز به مواد جدید با
خواص بهتر را به طور روز افزون افزایش می دهد. در این
میان پلیمرها به عنوان یکی از بزرگترین خانواده های مواد
مصنوعی مطرح می باشند و کاربردهای فراوانی را دارا
هستند. این نیازهای جدید باعث می گردد تا متخصصین این
رشته در فکر آن باشند تا پلیمرهایی با ویژگیهای جدید
بسازند و از همین روست که مشاهده می گردد هر روز مواد
سنتری جدید با خواص منحصر به فرد به بازارهای جهانی
عرضه می گردد. لیکن باید توجه داشت که سنتز یک پلیمر
جدید نیاز به وقت، کار و هزینه بالائی دارد. به همین خاطر
محققین متوجه زمینه جدیدی شده اند که به عنوان آلیاژ
پلیمرها معروف گردیده است. بدین ترتیب به وسیله استفاده
از چند پلیمر مختلف می توان خواص جدیدی را به دست
آورد. این کار معمولاً با اختلاط فیزیکی صورت می گیرد و
در مقایسه با روش قبلی یعنی سنتز پلیمرهای جدید بسیار
ساده تر و کم هزینه تر می باشد.

تولید مخلوط ها و آلیاژهای پلیمری (بجز محصولاتی که
توسط الاستومرها مقاوم و یا Tough شده اند مانند ABS و
HIPS) حدود $10^{-4} \times 5$ تن تخمین زده شده است که این
رقم ۳ درصد کل تولید مواد پلیمری می باشد. (۱)

پلی کربنات (PC) یکی از پلیمرهایی می باشد که امروزه
مصارف زیادی را مخصوصاً در صنایع الکترونیک و صنایع
خانگی به خود اختصاص داده است و با داشتن خصوصیات
خوبی از قبیل مقاومت خوب (Toughness) و شفافیت بالا و
مقاومت حرارتی بالا یکی از پلیمرهای بسیار با ارزش می
باشد. از نکات منفی این پلیمر می توان به قیمت بالا،
مشکلات فرآیند شکل دهی، مقاومت شیمیائی پایین و
حساسیت به (Notch) و ترک و غیره اشاره کرد.

پلی وینیل کلراید (PVC) نیز یکی از پلیمرهایی می باشد
که امروزه در تناژ بالا در صنایع خانگی، اتومبیل، الکتریکی،
ساختمانی و غیره به کار می رود. این پلیمر دارای مدول و
استحکام کششی بالا، سختی و stiffness خوب و مقاومت
عالی در مقابل اشتعال پذیری می باشد. نقاط ضعف آن
مقاومت ضربه ای نه چندان خوب و پایداری ابعادی حرارتی
پایین آن می باشد. به نظر می رسد که با آلیاژسازی این دو
پلیمر بتوان مخلوطی با خواص چشمگیر به دست آورد.

پس از حل شدن کامل مواد و همزدن آنها، برای تهیه فیلم آلیاژها، محلول حاصل بر روی سطوح شیشه‌ای ریخته و به مدت یک هفته در آون در دمای 70°C قرار داده شد. فیلمهای PC و PVC خالص نیز به همین روش تهیه شد تا برای مقایسه مورد استفاده قرار گیرند.

محلولهای آلیاژی و فیلمهای حاصله کاملاً شفاف بودند بنابراین ممکن است تصور شود که دو پلیمر اختلاط پذیر هستند. ولی در حقیقت شفاف بودن محلولها و فیلمها بخاطر نزدیکی ضرایب شکست دو پلیمر ($1/58$ برای PC و $1/57$ برای PVC) می باشد و قضاوت نهایی را باید از روی نتایج آنالیز حرارتی (DSC) به عمل آورد. به هر حال شفافیت فیلمها نمی تواند معیار مناسبی جهت ارزیابی میزان سازگاری مورد استفاده قرار گیرد، چون این امر بستگی به مورفولوژی و اندازه ذرات فازهای مختلف نیز دارد.

۲-۲-۲ تهیه آلیاژها با روش اختلاط مذاب

در ابتدا سعی گردید که مخلوط‌های دو جزئی از PVC و PC با درصدهای بسیار پایین (زیر ۵٪) پلی کربنات تهیه شود. دمای نواحی چهارگانه اکسترودر 230°C انتخاب شد و در حین اختلاط مشاهده گردید که دور موتور شدیداً کاهش می یابد و فشار پشت دای دچار افزایش زیادی می گردد و رنگ نمونه ها تغییر کرده و اسید کلریدریک متصاعد می گردد. نتیجه گرفته شد که اختلاط مذاب PC و PVC امکان پذیر نیست زیرا با افزایش دما تخریب شدید PVC رخ می دهد و با کاهش دما نیز پلی کربنات به اندازه کافی نرم نشده و نمی توان فرآیند اختلاط را انجام داد. همانطور که پیش بینی می گردید به دلیل نقطه ذوب بالای پلی کربنات اختلاط مذاب آن با PVC منجر به تخریب PVC و لذا کاهش خواص آلیاژ تولید شده می گردد. به همین دلیل با توجه به سازگاری نسبی ABS و NBR با PC و لذا امکان کاهش نقطه ذوب پلی کربنات در اثر اختلاط، با این مواد تصمیم گرفته شد که از این دو پلیمر به عنوان جزء سوم در این آلیاژها استفاده گردد. نحوه انجام کار به این صورت بود که ابتدا ABS یا NBR با پلی کربنات بیس فنل-آ در دمای 235°C تا 250°C مخلوط شده و سپس مخلوط حاصل در دمای 185°C تا 200°C با PVC اختلاط می گردد.

در ابتدا با آزمایشات اولیه ای که به عمل آمد دمای مناسب نواحی مختلف اکسترو در تعیین گردید و همچنین مشخص شد که اختلاط در شدت های برش بالا، احتمالاً

سبب بهبود خواص آلیاژها می گردد، البته این امر تنها برای مخلوط های ABS میسر است و برای مخلوط های NBR به دلیل ویسکوزیته بالا و حرارت و ویسکوز زیاد این امر ممکن نیست زیرا حرارت تولیدی زیاد باعث تخریب PVC می گردد.

جهت اختلاط، از یک دستگاه اکسترودر آزمایشگاهی (برابندر) استفاده گردید و دور موتور 30 rpm و دماهای نواحی مختلف اکسترودر به ترتیب از ناحیه تغذیه تا دای خروجی برابر 235°C ، 240°C و 250°C درجه سانتی گراد انتخاب شد. البته جهت این منظور بهتر آن است که از یک اکسترودر دو پیچه مجهز به ناحیه اختلاط شدید استفاده گردد که در تحقیق حاضر این امر میسر نگردید. PC و ABS پس از اختلاط و خارج شدن از دای به گرانول ساز هدایت شده و تبدیل به گرانول می گردند تا اختلاط بعدی آن با PVC به سهولت صورت گیرد.

مخلوط های PC و NBR نیز به همین صورت و تنها با کاهش دماهای مناطق مختلف به 230°C تا 240°C صورت می گیرد. دلیل کاهش دما به خاطر جلوگیری از تخریب احتمالی NBR می باشد.

مخلوط های سه جزئی آلیاژی از اختلاط مخلوط های دو جزئی بالا با PVC با استفاده از روش مشابه آلیاژسازی مذکور در بالا حاصل می گردند.

دمای نواحی مختلف برابندر برای آمیزه های شماره ۱ تا ۷ به ترتیب 185°C ، 190°C ، 195°C و 200°C درجه سانتی گراد بوده و دور موتور 20 rpm انتخاب گردید. برای آمیزه های شماره ۱۰ تا ۲۰ دور موتور 80 rpm انتخاب شد و دماهای نواحی مختلف از 185°C تا 190°C تعیین گردید. علت انتخاب این دو دور موتور مختلف مطالعه اثر دور موتور و در نتیجه شدت نیروی برشی بر روی خواص آلیاژهای حاصل بود. برای آمیزه های شماره ۲۱ تا ۲۶ که حاوی NBR می باشد دور موتور 40 rpm انتخاب گردید زیرا در دور موتور 80 rpm دمای نواحی ۲ و ۳ برابندر به شدت افزایش می یابد. آلیاژهای ساخته شده در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده اند. مقادیر فشار پشت دای و دبی خروجی در جداول ۳ و ۴ مشخص شده اند. چنانچه از این جداول بر می آید با افزایش میزان ABS و NBR فشار پشت دای کاهش می یابد که نشان دهنده کاهش تنش برشی است. بنابراین احتمالاً آلیاژهای با درصدهای بیشتر NBR و ABS ویسکوزیته کمتری را دارند و فرآیند کردن آنها ساده تر خواهد بود.

۳- نتایج آزمایشات

۳-۱ تست کشش

دستگاه مورد استفاده در تست کشش (Tensile Tester) مدل ۱۴۰۵ ساخت کمپانی Zwick بود و سرعت انجام آزمایشات ۵ mm/min انتخاب گردید. نتایج حاصل در جدول شماره ۵ نشان داده شده اند. شکل شماره ۱ حداکثر استحکام کششی نمونه ها را برحسب درصد PVC نشان می دهد. از بررسی تستهای کشش نتایج ذیل حاصل می گردد. نمونه هایی که میزان پلی کربنات آنها زیاد است و بنابراین احتمالاً پلی کربنات فاز پیوسته آلیاژ را تشکیل می دهد، از خواص کششی پایینی برخوردار هستند و استحکام کششی و درصد

جهت تهیه نمونه برای آزمایشات مختلف روی آلیاژها ابتدا با استفاده از برابندر و دای صفحه این دستگاه، مخلوط ها به شکل صفحاتی با ضخامت ۰/۵ میلی متر تهیه گردیدند و نمونه های مورد نیاز آزمایش کشش توسط پانچ از این صفحات بریده شدند. نمونه های تست ضربه با استفاده از روش قالب گیری فشاری تهیه گردیدند. ضخامت این نمونه ها ۳ Cm بود که طبق استاندارد ۶۳۸ ASTM جهت تست IZod تهیه می گردند. ابعاد دیگر نمونه ها (۶۳/۵ × ۱۲/۷ mm) بود.

رفتار رئولوژیکی آلیاژها با استفاده از روش Capillary Rheometer صورت گرفت.

جدول (۱) آلیاژهای ساخته شده سه جزئی با استفاده از ABS به عنوان جزء سوم

شماره نمونه	PVC%	PC%	ABS%	دور موتور (rpm)
۱	۳۰	۶۰	۱۰	۲۰
۲	۵۰	۴۰	»	»
۳	۷۰	۲۰	»	»
۴	۳۰	۵۰	۲۰	»
۵	۵۰	۳۰	»	»
۶	۶۰	۲۰	»	»
۷	۴۰	۳۰	۳۰	»
۱۰	۳۰	۶۰	۱۰	۸۰
۱۱	۴۰	۵۰	»	»
۱۲	۵۰	۴۰	»	»
۱۳	۶۰	۳۰	»	»
۱۴	۷۰	۲۰	»	»
۱۵	۳۰	۵۰	۲۰	»
۱۶	۴۰	۴۰	»	»
۱۷	۵۰	۳۰	»	»
۱۸	۶۰	۲۰	»	»
۱۹	۳۰	۴۰	۳۰	»
۲۰	۴۰	۳۰	»	»

جدول (۲) آلیاژهای ساخته شده سه جزئی با استفاده از NBR به عنوان جزء سوم				
شماره نمونه	PVC%	PC%	NBR%	دور موتور (rpm)
۲۱	۳۰	۶۵	۵	۴۰
۲۲	۵۰	۴۵	»	»
۲۳	۷۰	۲۵	»	»
۲۴	۳۰	۶۰	۱	»
۲۵	۵۰	۴۰	»	»
۲۶	۷۰	۲۰	»	»

جدول (۳) مقادیر فشار و دبی برای مخلوط های ABS, PVC, PC (دور موتور rpm ۴۰)							
شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
فشار اختلاط بار اول (psi)	۴۵/۵	۴۰/۵	۳۵	۳۸	۳۳/۵	۳۲	۳۰/۵
دبی (gr/min)	۱۵	۱۶	۱۶/۶	۱۵/۴	۱۵/۵	۱۴/۵	۱۴/۳
فشار اختلاط بار دوم (psi)	۵۲/۵	۴۵/۵	۳۵	۴۲/۵	۴۰	۳۶/۵	۳۶/۵
دبی (gr/min)	۱۵/۴	۱۵	۱۵/۹	۱۵/۷	۱۵/۲	۱۴/۴	۱۴

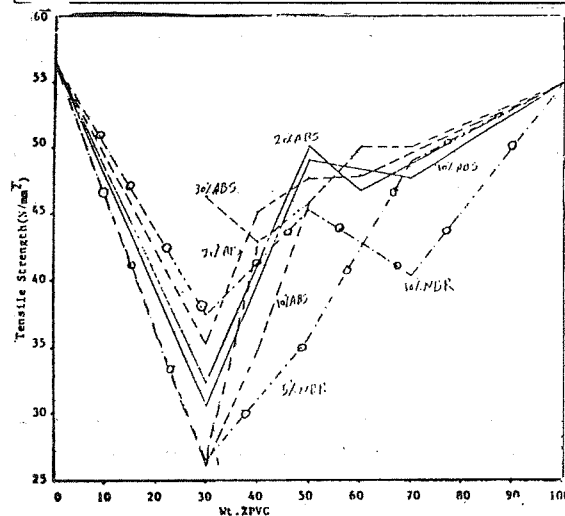
نوجه: دمای نواحی چهارگانه برابندر به ترتیب ۱۸۵، ۱۹۰، ۱۹۵ و ۲۰۰ درجه سانتی گراد است.

جدول (۴) مقادیر فشار و دبی برای مخلوط های NBR, PVC; PC (دور موتور rpm ۴۰)						
شماره نمونه	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶
فشار اختلاط بار اول (psi)	۵۳/۵	۴۸	۴۴	۵۲/۵	۵۲/۵	۵۱
دبی (gr/min)	۳۰	۲۸/۵	۳۰/۵	۲۷	۲۸	۲۷
فشار اختلاط بار دوم (psi)	۵۰	۴۵/۵	۴۴	۵۲	۵۱	۵۳
دبی (gr/min)	۲۹	۲۹/۵	۳۰/۵	۲۷	۲۸	۲۸

نوجه: دمای نواحی چهارگانه برابندر به ترتیب ۱۹۰، ۱۹۵، ۱۹۵ و ۱۹۵ درجه سانتی گراد است.

جدول (5) نتایج تست استحکام کششی برای نمونه‌های آسترود شده

نمونه	استحکام کششی در نقطه تسلیم (N/mm ²)	استحکام کششی در نقطه پارگی (N/mm ²)	درصد ازدیاد طول در نقطه تسلیم	درصد ازدیاد طول در نقطه پارگی	مدول (E) (N/mm ²)
PVC	۵۵	۳۲/۶	۸/۴	۹۰/۲	۱۷۹۵
PC	۵۶/۴	۵۲/۱	۱۱/۸	۹۹	۱۵۷۰
ABS	۳۷/۸	۳۱/۵	۶	۱۵/۲	۱۴۱۰
۱	۳۰/۷	۳۰/۶	۴/۵	۴/۶	۱۵۸۷
۲	۴۹/۲	۴۸/۱	۷/۱	۷/۴	۱۵۹۴
۳	۴۷/۸	۴۲/۷	۷/۵	۸/۲	۱۴۹۷
۴	۳۲/۴	۳۲/۴	۵	۵	۱۵۲۳
۵	۵۰/۲	۵۰/۲	۷/۲	۷/۲	۱۵۹۳
۶	۴۶/۸	۴۶/۴	۶/۹	۷/۲	۱۵۶۸
۷	۴۲/۹	۴۲/۹	۵/۹	۵/۹	۱۶۶۷
۱۰	۲۶/۱	۲۶/۱	۳/۶	۳/۶	۱۶۷۴
۱۱	۳۴/۸	۳۴/۷	۴/۳	۴/۳	۱۸۳۷
۱۲	۴۶	۴۶	۵/۵	۵/۵	۱۸۳۵
۱۳	۵۰/۲	۵۰/۲	۶/۶	۶/۶	۱۷۴۸
۱۴	۵۰/۲	۴۵	۷/۲	۸/۴	۱۶۶۵
۱۵	۲۵/۴	۳۵/۴	۴/۶	۴/۶	۱۶۶۰
۱۶	۴۵/۲	۴۵/۴	۶/۶	۶/۷	۱۶۰۳
۱۷	۴۷/۸	۴۷/۵	۷	۷/۳۵	۱۵۹۰
۱۸	۴۸	۳۸	۷	۱۱/۳	۱۵۹۴
۱۹	۴۶/۴	۴۶/۴	۶/۳	۶/۳	۱۷۰۷
۲۰	۴۳	۴۳	۶/۲	۶/۵	۱۵۴۱
۲۱	۳۱/۵	۳۱/۴	۴/۷	۴/۷	۱۵۲۵
۲۲	۲۶/۵	۳۶/۵	۵/۷	۵/۷	۱۴۶۸
۲۳	۴۹/۶	۴۹/۶	۶/۱	۶/۱	۱۷۴۳
۲۴	۳۷/۵	۳۷/۵	۹/۳	۹/۳	۱۱۷۰
۲۵	۴۵/۴	۴۵/۳	۸	۸	۱۳۳۴
۲۶	۴۰/۵	۳۸	۷/۳	۷/۶	۱۲۴۶



شکل (۱) حداکثر استحکام کششی نمونه‌ها بر حسب درصد PVC

الف - (-) آلیزهای حاوی ABS و شدت برش پایین

ب - (--) آلیزهای حاوی ABS و شدت برش بالا

ج - (-○-) آلیزهای حاوی NBR

ازدیاد طول آنها پایین ترین مقادیر را دارد که این نشان دهنده غالب شدن خواص PC است.

- با افزایش درصد PVC در آلیاژها و در ترکیب درصدهایی که هیچ یک از اجزاء فاز متفرق نیست و به عبارتی فازهای اجزاء به طور همزمان پیوسته هستند (این موضوع از طریق مشاهده از طریق میکروسکوپ الکترونی مشخص گردید)، خواص بهبود می یابد و در موارد زیادی در ترکیب درصدهای بالای ۵۰٪ از PVC که احتمالاً PVC فاز پیوسته است و پلی کربنات و ABS فازهای متفرق هستند خواص استحکام کششی و در صد ازدیاد طول بهبود چشمگیری می یابد و به مقادیر به دست آمده از قانون اختلاط (Mixture law) نزدیکی زیادی دارند که این نشان دهنده بهبود چسبندگی بین فازها می باشد.

- به نظر می رسد که آلیاژهای حاوی ABS نسبت به نمونه های دارای NBR خواص بهتری دارند زیرا اگر چه نمونه های حاوی NBR از نظر ازدیاد طول اندکی بهتر هستند ولی استحکام کششی و بخصوص مدول آنها از نمونه های حاوی ABS کمتر است که چنین رفتاری را نیز می توان انتظار داشت.

- مقادیر استحکام کششی نمونه ها کمتر از میزانی است که از قانون اختلاط به دست می آید یعنی همان رفتاری که به خاطر اختلاط ناپذیر بودن سیستم، انتظار می رود. البته در نمونه هایی با درصد پلی کربنات بالا این انحراف از قانون اختلاط زیاد است و با افزایش میزان PVC این اختلاف کاهش چشمگیری می یابد. اصولاً برای آلیاژهای چند فاز و غیر قابل انحلال قانون اختلاط صادق نمی باشد و هدف از انتخاب اینگونه آلیاژها دستیابی به خواص synergistic است که مسلماً تابع قانون اختلاط نیستند.

۳-۲ آزمایشات مقاومت ضربه ای به روش سقوط وزنه Falling Ball

صفحات تهیه شده به روش اکستروژن که ابعاد تقریبی $70 \times 70 \times 5$ mm را دارند برای آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند. استاندارد مورد استفاده ASTM-D 3029-F می باشد. دستگاه فوق استوانه ای به ارتفاع ۲۵ اینچ و قطر ۵ سانتیمتر است که در داخل این استوانه وزنه ای سقوط می کند. سر وزنه مزبور یک نیم کره به قطر $37/5$ mm است و دارای محوری به طول $13/5$ Cm است که وزنه های استاندارد ۱۵ گرمی را می توان به آن افزود و یا کم کرد.

آزمایش طبق متد F یعنی ارتفاع ثابت و وزنه های متغیر انجام گرفت. ارتفاع ۱۰ اینچ جهت انجام تمام آزمایشات انتخاب گردید. نتایج نهایی آزمایشات در جدول شماره ۶ و در شکل شماره ۲ نشان داده شده اند. از این سری آزمایشات نتایج ذیل حاصل می گردد:

- مقاومت ضربه ای آلیاژهایی که در صد PVC در آنها بیش از ۵۰٪ است از سایر نمونه ها بیشتر می باشد و از شکل ۲ مشخص است که در ترکیب ۵۰٪ یا یک مینیمم وجود دارد و یا تغییر شدید شیب منحنی مقاومت ضربه ای مشاهده می گردد.

- آلیاژهای حاوی ABS که در شدت برش بالا تهیه شده اند نسبت به نمونه هایی که در شدت برش پایین تهیه شده اند از مقاومت ضربه ای بیشتری برخوردار هستند که این می تواند به علت تشکیل کوپلیمرهایی از این پلیمرها و در نتیجه چسبندگی بهتر فازها باشد. این پدیده به خوبی شناخته شده است، تنها نمونه ای که مقاومت ضربه ای بهتری نسبت به PVC دارد نمونه شماره ۱۸ است که دارای ۶۰٪ PVC و ۲۰٪ پلی کربنات و ۲۰٪ ABS است.

۳-۳ تعیین خواص رئولوژیکی

برای تعیین خواص رئولوژیکی طبق استاندارد ASTM D 1703 از Capillary Rheometer استفاده شد. دستگاه به کار رفته با نام Reoscope 1000 ساخت کمپانی Ceast ایتالیا بود. نحوه کار به این گونه بود که ابتدا محفظه استوانه ای شکل رئومتر به دقت با گرانول های مواد پر می شد و سپس با حرکت نسبتاً سریع Plunger دهانه محفظه مسدود می شد. حرکت Plunger آنقدر ادامه می یافت تا نیرو به حدود ۵۰ dN برسد و سپس متوقف می شد. زمان پیش گرمکن ۳ دقیقه در نظر گرفته شده بود تا از تخریب احتمالی PVC جلوگیری شود. پس از سپری شدن زمان پیش گرمکن در سرعت های متفاوت Plunger مقدار نیرو یادداشت می گردید. سرعت های مختلفی که برای Plunger انتخاب شد به ترتیب ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی متر بر دقیقه بود. پس از آنکه مقدار نیرو در یک سرعت معین ثابت می شد، مقدار آن یادداشت می گردید و سرعت تغییر داده می شد دمای مورد استفاده در تمام آلیاژها 205°C و برای PVC خالص دماهای 200°C و 205°C و برای ABS دماهای 205°C و 220°C و برای PC دماهای 230°C ، 240°C و 260°C انتخاب گردید.

که در روابط فوق:

$$R = \text{شعاع داخلی}$$

$$F = \text{نیروی اکستروژن}$$

$$r = \text{شعاع پیستون}$$

$$P = \text{فشار}$$

$$L = \text{طول}$$

$$D = \text{قطر داخلی Capillary}$$

شدت برش:

$$\dot{\gamma} = \frac{4}{R^3} (0.12) VE$$

$$\dot{\gamma} = \frac{(12.16)}{D^3} Vp$$

ویسکوزیته:

$$\eta = \frac{\tau}{\dot{\gamma}}$$

مقادیر مورد استفاده در آزمایشات عبارتند از:

$$D=2.095 \text{ mm}, L=7.98 \text{ mm}, r=4.775 \text{ mm}$$

$$R=1.0475 \text{ min}, L/D=3.809$$

$$\text{مساحت پیستون} = 71.63 \text{ mm}^2$$

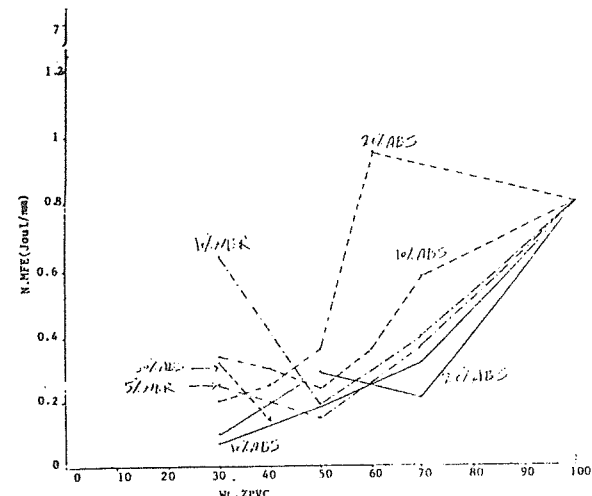
برای بررسی رفتار رئولوژیکی آلیاژها نمودارهای مختلفی توسط کامپیوتر رسم شد که به شرح ذیل می باشد:

- منحنی های ویسکوزیته ظاهری بر حسب شدت برش برای مواد خالص و آلیاژها که در شکلهای ۳ و ۴ به عنوان مثال برای آلیاژهای ABS و NBR نشان داده شده اند.

با بررسی اشکال و مقادیر n محاسبه شده که در باره رفتار رئولوژیکی مواد خالص و آلیاژهای تهیه شده می باشد به نتایج زیر می رسیم:

- مواد خالص شامل پلی کربنات، PVC و ABS هر سه رفتار غیر نیوتنی دارند. رفتار آنها مانند یک سیال شبه پلاستیک است $n < 1$ و در بین سه پلیمر مذکور، PVC رفتار غیر نیوتنی شدیدتری دارد $n=0.36$ که سبب مشکل بودن فرآیند آن می شود.

جدول (۶) نتایج نسبت مقاومت ضربه ای به روش Falling Weight			
شماره نمونه	N.MFE (Joul/mm)	شماره نمونه	N.MFE (Joul/mm)
PVC	۰/۸	۱۵	۰/۲
PC	>۷	۱۶	۰/۲۵
ABS	۱/۴	۱۷	۰/۴۶
۱	۰/۰۷	۱۸	۰/۹۵
۲	۰/۱۸	۱۹	۰/۳۲
۳	۰/۳۲	۲۰	۰/۱۵
۴	۰/۱	۲۱	۰/۲۵
۵	۰/۲۹	۲۲	۰/۱۵
۶	۰/۲۱	۲۳	۰/۳۷
۷	۰/۱۴	۲۴	۰/۶۴
۱۰	۰/۳۴	۲۵	۰/۱۹
۱۱	۰/۳	۲۶	۰/۴
۱۲	۰/۲۴		
۱۳	۰/۳۶		
۱۴	۰/۵۱		



شکل (۲) مقاومت ضربه ای روش Falling Weight بر حسب درصد PVC
الف - آلیاژهای حاوی ABS و شدت برش پایین
ب - آلیاژهای حاوی ABS و شدت برش بالا
ج - آلیاژهای حاوی NBR

پس از تغییر مقادیر F بر حسب سرعت های مختلف Plunger محاسبات مربوطه به شرح ذیل انجام گرفت:

$$\tau = \frac{PR}{2L}, \quad P = \frac{F}{r^2}$$

تنش برشی

$$\tau = \frac{D}{L} \left(\frac{1}{4t^2} \right) F$$

- رفتار آلیاژها رفتار شبه پلاستیک می باشد که این روند در تمامی آلیاژها مشاهده می گردد و در نمونه شماره ۱۳ که میزان PVC آن ۶۰ درصد است رفتار پاورلا ($\tau = k\dot{\gamma}^n$) مشاهده گردید.

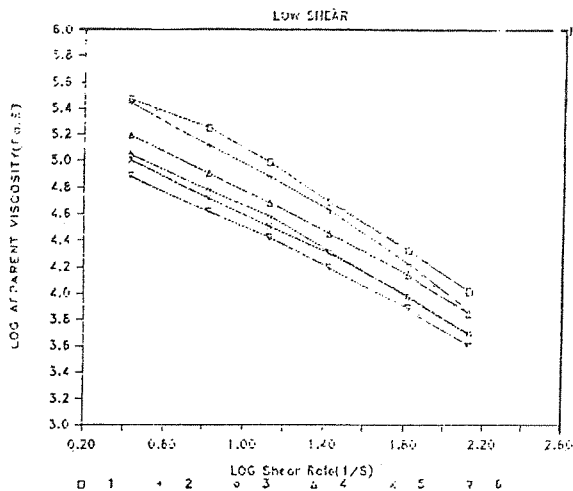
- مقادیر n با افزایش ABS زیاد می شود و به یک نزدیک می گردد که به مفهوم نزدیک شدن به رفتار نیوتنی است و سبب بهبود خواص جریان می گردد.

- در آلیاژهای حاوی ABS که در شدت برش بالا تهیه شده اند با افزایش میزان PVC نیز رفتار جریان به سمت رفتار نیوتنی نزدیک تر می شود ولی در شدت برشهای پائین و همچنین در نمونه های حاوی NBR، نظم مشخصی دیده نمی شود.

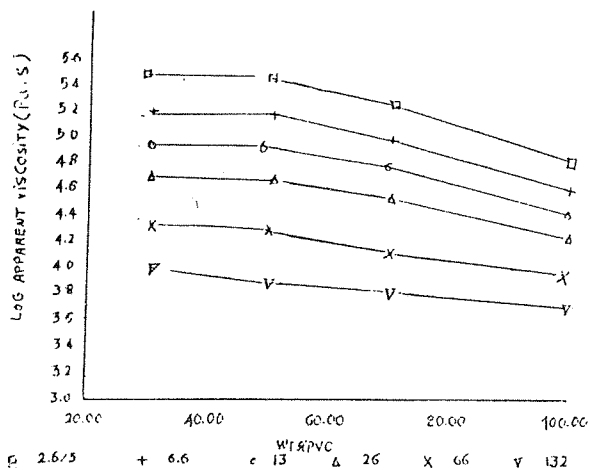
- با افزایش شدت برش و افزایش میزان PVC، ویسکوزیته آلیاژها به ویسکوزیته PVC خالص نزدیک تر می گردد و در آلیاژهایی که حاوی ۲۰ درصد ABS هستند، حتی از ویسکوزیته PVC خالص کمتر می شود که احتمالاً در شدت های برش بالا به علت تشکیل کوپلیمرهایی از پلیمرهای اولیه می باشد.

- با افزایش میزان ABS و ویسکوزیته آلیاژها کاهش می یابد و برای آلیاژهای حاوی ۲۰ و ۳۰ درصد ABS و ترکیب درصدهای بالا ۵۰ درصد PVC ویسکوزیته آلیاژها از ویسکوزیته PVC خالص نیز کمتر است.

ویسکوزیته نمونه های حاوی ۱۰ درصد NBR در تمام ترکیب درصد و شدت برشها بیشتر از آلیاژهای حاوی ۲۰ درصد ABS است که این موضوع بر اساس نمودارهای رئولوژی از نظر کیفی قابل پیش بینی است.



شکل (۳) منحنی ویسکوزیته ظاهری بر حسب شدت برش برای آلیاژهای حاوی ABS (۱۰ و ۲۰٪) که در شدت برش پایین تهیه شده اند



شکل (۴) منحنی ویسکوزیته ظاهری بر حسب درصد PVC در شدت برش های مختلف برای نمونه های حاوی ۱۰٪ NBR

۴ - نتیجه گیری

از بررسیهای انجام گرفته نتایج ذیل به دست می آید:

- پلی کربنات و PVC تشکیل یک سیستم آلیاژ اختلاط ناپذیر را می دهند که سازگاری کمی بین آنها مشاهده می گردد. این موضوع با توجه به مطالعات مورفولوژی روشن می گردد که این دو پلیمر دو فاز کاملاً مشخص را تشکیل می دهند. البته در روش حلالی اختلاط سازگاری کمی دیده می شود که به علت اثر حلال می تواند باشد. در روش اختلاط مذاب این سازگاری کم نیز به چشم نمی خورد.

خاصی وجود نخواهد داشت و هر سه فاز به طور همزمان پیوسته هستند. این موضوع با مطالعات مورفولوژیکی نیز تأیید می‌گردد بدین ترتیب که در آلیاژهای حاوی ۳۰ درصد ABS فاز پیوسته مشخص تشخیص داده نشد. رفتار رئولوژیکی آلیاژها نیز همانند اجزاء آلیاژها یک رفتار شبه پلاستیک است که با افزایش میزان ABS و میزان PVC رفتار جریان مناسب‌تری مشاهده می‌شود زیرا هم ویسکوزیته کمتر می‌شود و هم رفتار نیوتنی‌تر می‌گردد. آلیاژهای حاوی NBR از لحاظ رفتار رئولوژیکی نیز مناسب نیستند و رفتار آنها قابل پیش‌بینی نیست.

تأثیر زیادی دارد. همچنین سبب بهبود خواص کششی می‌گردد. به طوری که آلیاژ حاوی ۲۰ درصد ABS و ۶۰ درصد PVC که در شدت برش بالا تهیه شده است رفتار Tough دارد و مقاومت ضربه‌ای آن نیز از PVC بیشتر است. با افزایش میزان ABS از ۱۰ درصد به ۲۰ درصد هم خواص فیزیکی مکانیکی و هم رفتار رئولوژیکی بهبود می‌یابند در حالی که نمونه‌های حاوی ۳۰ درصد ABS نسبت به نمونه‌های ۲۰ درصد ABS از خواص پایین‌تری برخوردارند. بنابراین به نظر می‌رسد که وجود یک فاز پیوسته برای بهبود خواص مناسب‌تر است. زیرا در نمونه‌های حاوی ۳۰ درصد ABS احتمالاً فاز پیوسته

منابع

- 1- Mark, BiKoles, overberger, menges, Encyclopedia of poly science and Engineering, John Wiley and sons, New York.
- 2- Hardt etal, single-phase polymer Alloys from poly (vinyl Chloride) and new polymers, J. of Angew. Chem. Vol (3), 159-169, 1982.
- 3- S.A. Manson, polymer blend and composites.
- 4- Hardt etal. pvc. Moulding compositions with High dimensional stability to Heat, U.S. Pat. 4, 105, 711.