

# مطالعه خواص فیزیکی، مکانیکی و اشتعال پذیری آلیاژ ABS/PVC

پژوهش نفت

سال هجدهم  
شماره ۵۷  
صفحه ۶۱-۵۲، ۱۳۸۷

جمال اعلائی\*، علیرضا خوش نیت، علی رحمت پور و قادر خانبابائی

پژوهشگاه صنعت نفت، پژوهشکده علوم و تکنولوژی پلیمر

aalaiej@ripi.ir

## چکیده

در این پژوهش آلیاژی از دو نوع ABS و سه نوع کامپاند PVC به روش اختلاط مذاب تهیه و تأثیر نوع و ترکیب درصد اجزاء بر خواص فیزیکی و مکانیکی و اشتعال پذیری آنها مورد مطالعه قرار گرفت. مطالعات نشان داد که هر دو نوع ABS استفاده شده در این تحقیق، تأثیر مشابهی بر روند تغییرات خواص آلیاژها داشته ولی بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی و همچنین کاهش اشتعال پذیری ABS به شدت تابع ترکیب درصد اجزاء و نوع PVC است. در اثر آلیاژ سازی ABS با PVC نرم، مقاومت ضربه‌ای و شاخص مذاب (MFI)، نسبت به ABS به طور چشمگیری افزایش پیدا کرده ولی خواصی نظیر مقاومت کششی، مقاومت خمشی و سختی کاهش می‌یابد. رفتار این دسته از آلیاژها در برابر شعله تقریباً مشابه رفتار ABS است. با اضافه کردن PVC سخت به ABS، آلیاژهای به‌دست آمده، مقاومت قابل توجهی در برابر شعله پیدا کرده و در برخی خواص مکانیکی نظیر مقاومت کششی، مقاومت خمشی و سختی افزایش جزئی مشاهده می‌شود ولی مقاومت ضربه‌ای و MFI آلیاژها کاهش می‌یابد.

## مقدمه

تهیه آلیاژهای پلیمری یکی از ساده‌ترین و اقتصادی‌ترین روش‌های توسعه محصولات پلیمری می‌باشد. با انتخاب صحیح مواد و کنترل مورفولوژی فازها می‌توان به خواص مطلوب و مورد نظر دست یافت. ABS<sup>۱</sup> به علت داشتن ویژگیهایی نظیر خواص مکانیکی خوب، فرایند پذیری عالی و قیمت مناسب، کاربردهای گسترده‌ای در صنایع لوازم خانگی، خودرو، الکترونیک و الکترونیک دارد. آلیاژ ABS با PVC<sup>۲</sup> یکی از مهمترین آلیاژهای تجارتي است که فرایند پذیری عالی ABS و مقاومت به شعله PVC را توأمًا دارا می‌باشد [۱-۳]. هنگامی که ABS با PVC مخلوط می‌شود برهمکنش بین فاز SAN<sup>۳</sup> و PVC عامل مهمی در سازگاری این آلیاژ بوده و میزان اکریلونیتریل موجود در SAN این برهمکنش را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۴-۵]. خواص مکانیکی آلیاژ ABS/PVC نه تنها به ترکیب درصد اجزاء بلکه به نوع ABS و PVC نیز بستگی دارد [۶-۹]. علیرغم اطلاعات بسیار گسترده‌ای که در زمینه آلیاژ ABS/PVC وجود دارد [۱۰-۲۷]، با این وجود مطالعه مدونی در زمینه تأثیر نوع کامپاند PVC بر

واژه‌های کلیدی: اکریلونیتریل بوتادین استایرن، آلیاژ پلیمری، پلی‌وینیل کلراید، خواص مکانیکی و اشتعال پذیری

1. Acrylonitrile Butadiene Styrene  
2. Poly Vinyl Chloride  
3. Styrene Acrylonitrile

## روش تهیه آلیاژها

برای تهیه آلیاژها از مخلوط کن داخلی برابندر PL 2000 استفاده شد. پره اختلاط از نوع رولر دما  $175^{\circ}\text{C}$ ، سرعت اختلاط rpm 60 و زمان اختلاط 7 دقیقه بود. اساس کار تهیه این آلیاژها نیز بدین صورت بود که ابتدا ABS داخل محفظه اختلاط ریخته می شد و پس از ذوب شدن آن و ثابت ماندن گشتاور دستگاه، PVC اضافه می شد و به مدت 4 دقیقه دیگر اختلاط ادامه پیدا می کرد. به منظور مطالعه تأثیر نوع و ترکیب درصد اجزاء، آلیاژهایی با درصدهای وزنی 20، 30، 40، 50، 60، 70 و 80 از PVC به همین روش تهیه شد.

اشتعال پذیری و همچنین خواص فیزیکی و مکانیکی آلیاژ ABS/PVC صورت نگرفته است. این موضوع مورد توجه مقاله حاضر است.

## تجربی

## مواد

به منظور ارزیابی تأثیر نوع ABS و PVC بر خواص آلیاژها از دو نوع ABS (ABS1, ABS2) و سه نوع کامپاند PVC استفاده شد. ABS1 محصول شرکت پتروشیمی تبریز (با کد تجارتي SD0150) یک گرید تزریق بوده و ABS2 محصول شرکت LG (با کد تجارتي RS615)، یک گرید اکستروژن است. کامپاندهای PVC از منابع داخلی تهیه شد (جداول 1 و 2).

جدول 1- مشخصات ABS های استفاده شده در این پژوهش

ABS2	ABS1	خاصیت
1/05	1/04	دانسیته ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
0/72	2/8	شاخص مذاب در $200^{\circ}\text{C}$ و 5kg ( $\text{gr}/10 \text{ min}$ )
44/5	43	استحکام کششی (MPa)
7/7	5/5	ازدیاد طول (%)
62/7	56	استحکام خمشی (MPa)
25/35	32/8	استحکام ضربه ای ( $\text{kg.cm}/\text{cm}^2$ )
18/1	17/8	شاخص اکسیژن (%)
79	78	سختی (shore D)
سفید	طبیعی	رنگ

جدول 2- برخی مشخصات کامپاندهای PVC استفاده شده در این پژوهش

PVC3	PVC2	PVC1	خاصیت
1/41	1/19	1/15	دانسیته ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
77	42	35	سختی (shore D)
42	21/4	12/7	استحکام خمشی (MPa)
3/5	179	402	ازدیاد طول (%)
2	شکسته نشد	شکسته نشد	استحکام ضربه ای ( $\text{kg.cm}/\text{cm}^2$ )
41	24/5	19	شاخص اکسیژن (%)
6 paraffin wax	16 Dop	40 Dop	میزان و نوع نرم کننده (Phr)

## روش‌های اندازه‌گیری خواص

برای تعیین دانسیته مواد از روش ASTM D 792 استفاده شد. MFI نمونه‌ها به روش ASTM D 1238 و در شرایط نوع G (دمای °C ۲۰۰ و وزنه ۵kg) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری خواص مکانیکی ابتدا صفحاتی به ابعاد ۱۵mm×۱۵mm×۲mm به روش قالبگیری فشاری (پرس) تهیه شد. دمای °C ۱۸۰ و زمان قالبگیری ۵ دقیقه بود. نمونه‌های مربوط به هر یک از آزمایش‌ها با استفاده از پانچ و برش تهیه شد. آزمایش‌های کشش مطابق استاندارد ASTM D 638 و با استفاده از دستگاه Instron 1122 انجام شد. سرعت دستگاه ۵۰ mm/min و فاصله دو فک آن ۷/۲۵ cm بود. استحکام خمشی نیز مطابق با استاندارد ASTM D 790 و با دستگاه Instron 1122 انجام شد. سرعت دستگاه ۱ mm/min و فاصله تکیه‌گاهها ۵ cm بود. استحکام ضربه‌ای نمونه‌ها با استفاده از دستگاه Frank و مطابق با استاندارد ASTM D 256 و به روش ایزود<sup>۱</sup> انجام شد. با توجه به شکسته نشدن نمونه‌های بدون شکاف<sup>۲</sup>، قبل از انجام آزمایش ضربه، شکاف‌هایی به عمق ۲mm در نمونه‌ها ایجاد شد.

برای اندازه‌گیری سختی نمونه‌ها روش Shore D ASTM D 2240 به کار گرفته شد. شاخص اکسیژن<sup>۳</sup> نمونه‌ها به روش ASTM D 2863 تعیین شد.

## نتایج و بحث

## خواص فیزیکی و مکانیکی آلیاژها

در جدول ۳ مقادیر استحکام خمشی آلیاژهای مختلف ABS/PVC آورده شده است.

همچنانکه مشاهده می‌شود با توجه به نوع ABS، نوع PVC و درصد آنها، مقادیر مقاومت خمشی آلیاژها متفاوت است و برای برخی از آلیاژها به علت نرم بودن نمونه‌ها انجام این آزمایش امکان پذیر نبود.

در آلیاژهای ABS1 با PVC نرم (PVC1) و PVC نیمه سخت (PVC2) با افزایش درصد PVC در آلیاژها، مقادیر مقاومت خمشی آلیاژ کاهش می‌یابد که ناشی از کم بودن مقادیر این خاصیت برای PVC استفاده شده است ولی آلیاژهای ABS1 با PVC سخت (PVC3) رفتار متفاوتی از خود نشان می‌دهند. در این آلیاژها مقادیر مقاومت خمشی

جدول ۳- استحکام خمشی چهار نوع آلیاژ ABS/PVC

استحکام کششی (MPa)				PVC (wt%)	ABS (wt%)
ABS2/PVC2	ABS1/PVC3	ABS1/PVC2	ABS1/PVC1		
۶۲/۷	۵۶	۵۶	۵۶	۰	۱۰۰
۴۸/۴	۵۱	۴۶/۷	۴۳/۲	۲۰	۸۰
۴۴/۱	۵۴/۴	۴۳/۱	۳۴/۳	۳۰	۷۰
۴۲/۱	۵۶/۱	۳۹	۱۷/۶	۴۰	۶۰
۳۹/۱	۵۷	۳۸/۶	انجام آزمایش امکان پذیر نبود	۵۰	۵۰
۳۶/۱	۶۱/۵	۳۱/۱	»	۶۰	۴۰
۱۸/۲	۵۸/۷	۲۰/۴	»	۷۰	۳۰
۷/۴	۵۵	۷/۴	»	۸۰	۲۰
انجام آزمایش امکان پذیر نبود	۶۲/۵	انجام آزمایش امکان پذیر نبود	»	۱۰۰	۰

1. Izod  
2. Notch  
3. Oxygen Index

در محدوده ۲۰ الی ۵۰ درصد از PVC مشاهده می‌شود. رفتار کششی آلیاژ ABS2/PVC2 نیز مشابه رفتار آلیاژ ABS1/PVC2 بوده و با افزایش درصد PVC مقادیر استحکام کششی آلیاژ کاهش می‌یابد. با مقایسه نتایج استحکام کششی آلیاژهای مختلف ABS/PVC می‌توان بیان کرد که تأثیر نوع و درصد PVC بر مقادیر این خاصیت به مراتب بیشتر از تأثیر نوع ABS است. مقادیر ازدیاد طول آلیاژهای ABS/PVC به شدت به نوع و میزان PVC وابسته است (جدول ۵).

همچنان‌که مشاهده می‌شود در آلیاژهای ABS1/PVC1 و ABS1/PVC2 و همچنین آلیاژ ABS2/PVC2، با افزایش درصد PVC، مقدار ازدیاد طول آلیاژها ابتدا تقریباً ثابت بوده و در درصدهای بالای PVC افزایش قابل توجهی در مقدار این خاصیت مشاهده می‌شود. در آلیاژ ABS1/PVC3 با افزایش درصد PVC مقادیر ازدیاد طول آلیاژها تقریباً ثابت است که به علت کم بودن میزان این خاصیت برای PVC3 می‌باشد.

در جدول ۶ مقادیر مقاومت ضربه‌ای آلیاژهای ABS/PVC آورده شده است.

مقاومت ضربه‌ای آلیاژهای ABS/PVC مشابه با دیگر خواص مکانیکی به نوع و درصد PVC بستگی دارد. در حالیکه اضافه کردن PVC سخت (PVC3) به ABS منجر به کاهش مقاومت ضربه‌ای آن می‌شود، ولی استفاده از PVC نرم و نیمه سخت نه تنها موجب کاهش مقاومت ضربه‌ای

آلیاژها تقریباً ثابت بوده ولی برای برخی از این آلیاژها با افزایش درصد PVC مقدار مقاومت خمشی افزایش پیدا می‌کند که ناشی از بالاتر بودن میزان مقاومت خمشی PVC3 در مقایسه با مقدار مربوط به ABS است. با مقایسه نتایج آلیاژهای ABS1 با سه نوع PVC می‌توان اظهار داشت که در یک ترکیب درصد خاص از PVC هرچه میزان نرم کننده آن بیشتر باشد استحکام خمشی آلیاژهای تهیه شده کمتر می‌شود. رفتار مقاومت خمشی آلیاژ ABS2/PVC2 مشابه رفتار آلیاژ ABS1/PVC2 است. برای این آلیاژ نیز با افزایش درصد PVC مقادیر مقاومت خمشی کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر برای یک PVC خاص، تغییر نوع ABS تأثیر زیادی بر روند تغییرات مقاومت خمشی آلیاژها ندارد.

به طور کلی با در کنار هم قرار دادن مقادیر مقاومت خمشی چهار نوع آلیاژ، می‌توان گفت که تأثیر نوع PVC و درصد آن به مراتب بیشتر از تأثیر نوع ABS بر مقاومت خمشی آلیاژهای ABS/PVC است.

مقادیر استحکام کششی آلیاژهای مختلف ABS/PVC در جدول ۴ آورده شده است. در آلیاژهای ABS1/PVC1 و ABS1/PVC2 با افزایش درصد PVC، مقادیر استحکام کششی آلیاژها کاهش می‌یابد که به علت کم بودن میزان استحکام کششی PVC است. در آلیاژ ABS1 با PVC3 با افزایش درصد PVC مقادیر استحکام کششی ابتدا افزایش یافته و سپس کاهش می‌یابد. در این آلیاژ رفتار اثرافزایی<sup>۱</sup>

جدول ۴- استحکام کششی چهار نوع آلیاژ ABS/PVC

استحکام کششی (MPa)				PVC (wt%)	ABS (wt%)
ABS2/PVC2	ABS1/PVC3	ABS1/PVC2	ABS1/PVC1		
۴۴/۵	۴۳	۴۳	۴۳	۰	۱۰۰
۴۱	۴۴/۵	۳۹/۸	۳۳/۴	۲۰	۸۰
۳۹	۴۵/۳	۳۶/۴	۳۰/۴	۳۰	۷۰
۳۸	۴۶/۳	۳۵/۷	۲۰/۱	۴۰	۶۰
۳۵/۷	۴۶/۹	۳۵/۱	۱۳/۸	۵۰	۵۰
۲۷/۲	۳۸/۵	۳۳/۲	۱۱/۲	۶۰	۴۰
۲۴	۳۶/۵	۲۸	۱۰/۸	۷۰	۳۰
۱۶/۸	۳۵/۸	۲۱/۶	۹/۹	۸۰	۲۰
۲۱/۴	۴۲	۲۱/۴	۱۲/۷	۱۰۰	۰

جدول ۵- ازدیاد طول در نقطه پارگی آلیاژهای ABS/PVC

ازدیاد طول در پارگی (%)				PVC (wt%)	ABS (wt%)
ABS2/PVC2	ABS1/PVC3	ABS1/PVC2	ABS1/PVC1		
۷/۶	۵/۵	۵/۵	۵/۵	۰	۱۰۰
۴/۵	۶	۶/۵	۴/۶	۲۰	۸۰
۴/۹	۸	۵/۵	۶/۲	۳۰	۷۰
۴/۳	۷/۲	۸	۳۰/۴	۴۰	۶۰
۴/۱	۶	۱۰/۳	۶۱/۶	۵۰	۵۰
۳/۷	۴/۶	۸	۸۹	۶۰	۴۰
۴۵	۵/۵	۷۷	۱۷۲	۷۰	۳۰
۱۱۵	۴/۸	۱۴۵	۱۹۶/۷	۸۰	۲۰
۱۷۹	۳/۵	۱۷۹	۴۰۲	۱۰۰	۰

جدول ۶- مقاومت ضربه‌ای آلیاژهای ABS/PVC

استحکام ضربه‌ای (kg.cm/cm <sup>2</sup> )				PVC (wt%)	ABS (wt%)
ABS2/PVC2	ABS1/PVC3	ABS1/PVC2	ABS1/PVC1		
۲۵/۳۵	۳۲/۸	۳۲/۸	۳۲/۸	۰	۱۰۰
۳۰/۸	۲۶/۳	۳۰/۲۴	۳۸	۲۰	۸۰
۳۴/۵	۲۲/۷	۲۹/۰۵	۱۱۸	۳۰	۷۰
۳۳/۵	۱۸/۷	۳۱/۴	شکسته نشد	۴۰	۶۰
۴۱/۸	۱۳/۵	۳۰	»	۵۰	۵۰
۴۵	۷/۷	۳۶	»	۶۰	۴۰
۶۸	۴/۷	۶۵	»	۷۰	۳۰
شکسته نشد	۳/۵	شکسته نشد	»	۸۰	۲۰
»	۲	»	»	۱۰۰	۰

### اشتعال پذیری آلیاژها

به منظور ارزیابی کمی<sup>۲</sup> رفتار آلیاژهای ABS/PVC در برابر شعله، شاخص اکسیژن (O.I) آنها اندازه گیری شد. نتایج مربوطه در جدول ۸ آورده شده است.

همچنانکه مشاهده می‌شود مقادیر شاخص اکسیژن هر دو نوع ABS مشابه هم است. ولی با توجه به متفاوت بودن مقادیر نرم‌کننده در PVCها، مقادیر شاخص اکسیژن PVCها اختلاف زیادی با هم دارند. PVC3 با داشتن شاخص اکسیژن حدود ۴۱، جزء مواد خوداطفاء<sup>۳</sup> بوده و قدرت دیرسوزکنندگی بالایی دارد. PVC2 نیز به علت داشتن شاخص اکسیژن حدود ۲۴/۵ خوداطفاء است ولی قدرت دیرسوزکنندگی زیادی ندارد.

ABS نمی‌شود، بلکه در صورتی که میزان این نوع از PVCها در آلیاژ ABS/PVC بیش از ۵۰ درصد باشد، افزایش قابل توجهی در مقاومت ضربه‌ای ABS مشاهده می‌شود. آلیاژهایی که حاوی درصد بالایی از PVC نرم و نیمه سخت بودند در آزمایش ضربه شکسته نشدند. رفتار مقاومت ضربه‌ای آلیاژ ABS2/PVC2 نیز مشابه رفتار آلیاژ ABS1/PVC2 بوده و با افزایش درصد PVC مقادیر مقاومت ضربه‌ای ABS افزایش پیدا می‌کند. مقادیر سختی<sup>۱</sup> آلیاژها برای آلیاژ ABS1/PVC3 تقریباً ثابت است ولی روند تغییرات آن برای سه آلیاژ دیگر مشابه بوده و با افزایش درصد PVC در این آلیاژها، میزان سختی کاهش پیدا می‌کند (جدول ۷).

1.Hardness  
2.Quantitative  
3.Self-Extinguish

مطالعات نشان می دهد که در آلیاژ ABS/PVC اگر میزان PVC سخت مابین ۶۰ تا ۷۰ درصد و یا بیشتر باشد، آلیاژ تهیه شده بدون نیاز به هرگونه عامل کمکی در برابر شعله مقاوم است. در صورتی که مقادیر کمتری از PVC سخت مورد استفاده قرار گیرد و یا به جای PVC سخت، از PVC حاوی نرم کننده استفاده شود، آلیاژهای تهیه شده مقاومت قابل توجهی در برابر شعله نشان نمی دهند و به منظور افزایش مقاومت این دسته از آلیاژهای ABS/PVC در برابر شعله باید از اکسیدهای فلزی نظیر اکسید آنتیموان ( $Sb_2O_3$ ) به عنوان عامل کمکی FR استفاده شود [۲۸-۳۲].

PVC1 به خاطر داشتن حدود ۴۰ قسمت DOP، شاخص اکسیژن پایینی داشته ( $O.I = 20/8$ ) و مشابه با ABS در مجاورت شعله شروع به سوختن کرده و بعد از دور شدن شعله به سوختن خود ادامه می دهد. با اضافه کردن PVC1 به ABS، شاخص اکسیژن آن تغییر چندانی نمی کند ولی در آلیاژهای ABS1/PVC2 و ABS2/PVC2 با اضافه کردن PVC2، شاخص اکسیژن در حدود ۴ واحد افزایش پیدا می کرد. در اثر آلیاژ سازی ABS با PVC سخت، شاخص اکسیژن به میزان قابل توجهی (حدود ۱۵ واحد) افزایش می یابد. این نتایج با نتایج مطالعات دیگر پژوهشگران همخوانی دارد [۸-۹].

جدول ۷- مقادیر سختی آلیاژهای ABS/PVC

سختی (Shore D)				PVC (wt%)	ABS (wt%)
ABS2/PVC2	ABS1/PVC3	ABS1/PVC2	ABS1/PVC1		
۷۹	۷۸	۷۸	۷۸	۰	۱۰۰
۷۵	۷۶	۷۶	۷۱	۲۰	۸۰
۷۶	۷۶	۷۵	۶۷	۳۰	۷۰
۷۵	۷۶	۷۴	۶۰	۴۰	۶۰
۷۲	۷۸	۷۳	۴۹	۵۰	۵۰
۷۱	۷۹	۶۹	۳۸	۶۰	۴۰
۶۷	۷۷	۶۵	۳۶	۷۰	۳۰
۶۰	۷۷	۵۸	۳۵	۸۰	۲۰
۴۲	۷۷	۴۲	۳۵	۱۰۰	۰

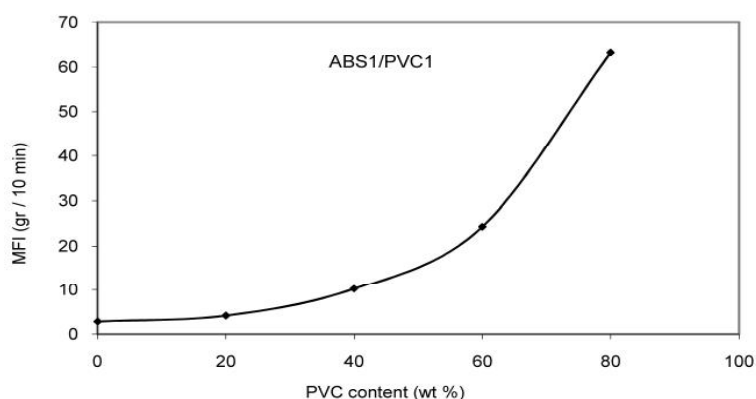
جدول ۸- مقادیر شاخص اکسیژن آلیاژهای ABS/PVC

شاخص اکسیژن (%)				PVC (wt%)	ABS (wt%)
ABS2/PVC2	ABS1/PVC3	ABS1/PVC2	ABS1/PVC1		
۱۸/۱	۱۷/۸	۱۷/۸	۱۷/۸	۰	۱۰۰
۱۹	۱۹/۸	۱۹	--	۲۰	۸۰
--	۲۰/۵	۱۹/۵	۱۹	۳۰	۷۰
۲۰	۲۲	۲۰	--	۴۰	۶۰
--	۲۳/۵	۲۰/۵	۱۹/۵	۵۰	۵۰
۲۱/۲	۲۴/۸	۲۱/۲	--	۶۰	۴۰
--	۲۵/۷	۲۱/۶	۲۰	۷۰	۳۰
۲۲	۳۳	۲۲/۲	--	۸۰	۲۰
۲۴/۵	۴۱	۲۴/۵	۲۰/۸	۱۰۰	۰

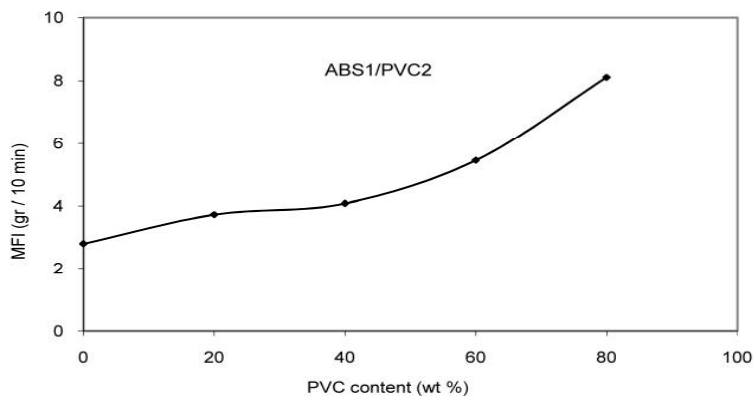
### فرایند پذیری آلیاژها

اضافه کردن نرم کننده‌هایی نظیر دی اکتیل فتالات (DOP) و دی بوتیل فتالات (DBP) اگرچه تا حدودی این مشکل را رفع می‌کند، ولی این روش باعث کاهش مقاومت آلیاژ در برابر شعله و کاهش سختی آن می‌شود [۳۳]. به منظور بررسی فرایند پذیری آلیاژهای ABS/PVC، تغییرات شاخص جریان مذاب (MFI) آلیاژها با میزان و نوع PVC مورد مطالعه قرار گرفت. نمودارهای مربوط به این تغییرات در شکل‌های ۱ تا ۳ آورده شده است.

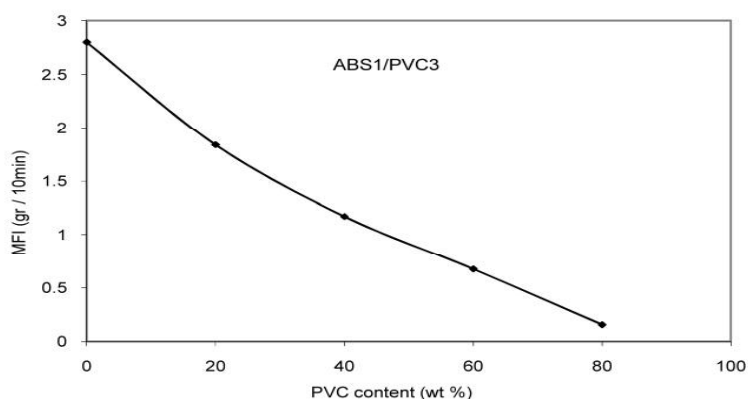
با توجه به اختلاف پایداری حرارتی ABS با PVC، برخی مسائل فرایندی برای این آلیاژ وجود دارد: هنگامی که آلیاژ ABS/PVC در شرایط فرایند ABS قالبگیری می‌شود PVC دچار تخریب می‌شود. از طرف دیگر اگر این آلیاژ در دماهای پایین‌تری که برای PVC مناسب است، شکل‌دهی شود به علت ویسکوزیته مذاب زیاد آلیاژ، فرایند پذیری آن به سختی امکان پذیر است.



شکل ۱- تغییرات MFI آلیاژ ABS1/PVC1



شکل ۲- تغییرات MFI آلیاژ ABS1/PVC2



شکل ۳- تغییرات MFI آلیاژ ABS1/PVC3

ضربه‌ای و MFI به طور چشمگیری افزایش پیدا کرده ولی برخی خواص فیزیکی و مکانیکی نظیر مقاومت کششی، مقاومت خمشی و سختی کاهش می‌یابد. رفتار این دسته از آلیاژها در برابر شعله تقریباً مشابه رفتار ABS است.

۳- با اضافه کردن PVC سخت (PVC3) به ABS، آلیاژهای بدست آمده مقاومت قابل توجهی در برابر شعله پیدا کرده و افزایش جزئی در برخی خواص مکانیکی نظیر مقاومت کششی، مقاومت خمشی و سختی آلیاژها مشاهده می‌شود ولی مقاومت ضربه‌ای و MFI آلیاژها کاهش می‌یابند.

۴- در آلیاژهای ABS1 با PVC نیمه سخت (PVC2) با افزایش میزان PVC، مقاومت به شعله آلیاژها به طور نسبی بهبود یافته و هنگامی که میزان PVC در آلیاژ زیاد باشد، مقاومت ضربه‌ای افزایش می‌یابد. در این دسته از آلیاژها، کاهش برخی خواص مکانیکی، نظیر مقاومت کششی و خمشی و افزایش MFI به آرامی صورت می‌گیرد. به طور کلی این دسته از آلیاژهای ABS/PVC رفتار متعادلی از نقطه نظر خواص مکانیکی، فرایند پذیری و مقاومت به شعله از خود نشان دادند.

همچنان که در شکل‌های ۱ و ۲ مشاهده می‌شود، برای آلیاژ ABS1/PVC1 و ABS1/PVC2 با افزایش میزان PVC مقادیر MFI آلیاژها افزایش پیدا می‌کند که ناشی از حضور DOP در PVC موجود در این آلیاژها است. برای این آلیاژها حضور PVC باعث سهولت فرایندپذیری آنها می‌شود.

در شکل ۳ تغییرات MFI آلیاژ ABS1/PVC3 رسم گردیده است. برای این آلیاژ حضور PVC باعث کاهش MFI و مشکل‌تر شدن فرایندپذیری آلیاژ می‌شود.

### نتیجه گیری

با نگاهی دوباره به نتایج خواص فیزیکی، مکانیکی و شاخص اکسیژن چهار دسته از آلیاژهای ABS/PVC می‌توان نتیجه گرفت که:

۱- هر دو نوع ABS استفاده شده در این تحقیق (ABS1 و ABS2) تأثیر مشابهی بر روند تغییرات خواص آلیاژهای ABS/PVC داشته ولی تأثیر نوع PVC بر خواص آلیاژها متفاوت است.

۲- در اثر آلیاژ سازی ABS1 با PVC نرم (PVC1)، مقاومت



منابع

- [1] Zhou L., Wang X., Lin Y., Yang J. and Wu Q., Comparison of the toughening mechanisms of poly (vinyl chloride)/chlorinated polyethylene and poly (vinyl chloride)/acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer blends, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 90, pp. 916-924, 2003.
- [2] Silva E.P., Kaplan M.A. and Tavares M.I., Preparation and solid-state nuclear magnetic resonance characterization a styrene/butadiene/acrylonitrile (ABS)/poly (vinyl chloride)(PVC) /gypsum ternary system, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 88, pp. 293-296, 2003.
- [3] Sombatsompop N., Uawongsuwan P. and Chaochanchaikul K., Effect of molecular structure on extrudate swell behavior for different thermoplastic melts in an electro-magnetized die, *Polymer Engineering & Science*, Vol. 47, pp. 270-280, 2007.
- [4] Huang J.C. and Wang M.S., Recent advances in ABS/PC blends, *Advances in Polymer Technology*, Vol. 9, No. 4, pp. 293-299, 1989.
- [5] Utracki L.A., *Commercial polymer blends*, Chapter 10, Champan & Hall London, 1998.
- [6] Jin D.W., Shon K.H., Kim B.K. and Jeong H.M., Compatibility enhancement of ABS/ PVC blend, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 70, pp. 705-709, 1998.
- [7] Maiti S.N., Saroop U.K. and Misra A., Studies on polyblends of PVC and ABS terpolymer, *Polymer Engineering & Science*, Vol. 32, pp. 27-35, 1992.
- [8] Kulshreshtha A.K., A Review of commercial polyblends based on PVC, ABS and PC, *Polym. Plast. Technol. Eng.*, Vol. 32, No. 6, pp. 551-578, 1993.
- [9] Belhaneche N., Study of the properties of PVC/ ABS blends, *Macromolecular Symposia*, Vol. 176, pp. 145-154, 2001.
- [10] Tadashi H., *Thermoplastic resin composition*, JP 58222144, 1982.
- [11] Katz H.S., *Handbook of Fillers for Plastics*, Von NOSTRAND REINHOLD, Newyork, 1987.
- [12] Horrocks A.R. and Price D., *Fire retardant materials*, CRC Press, Newyork, 2001.
- [13] Lutz J.T., *Thermoplastic Polymer Additives*, Marcel Dekker, Newyork, 1989.
- [14] Margolis J.M., *Engineering Thermoplastics*, Marcel Dekker, Newyork, 1985.
- [15] Paul D.R. and Barlow J.W., A binary interaction model for miscibility of copolymers in blends, *Polymer*, Vol. 25, pp. 487- 494, 1984.
- [16] Lu L.F., Price D., Carty P. and White S., GC/MS studies of ABS/CPVC blends, *Polymer Degr. and Stability*, Vol. 64, pp. 601-603, 1999.
- [17] Carty P. and White S., Flammability of polymer blends, *Polymer Degr. and Stability*, Vol. 54, pp. 379-381, 1996.
- [18] Carty P. and White S., The effects of antimony(III) oxide and basic iron(III) oxide on the flammability and thermal stability of a tertiary polymer blend, *Polymer Degr. and Stability*, Vol. 47, pp. 305-310, 1995.
- [19] Bakr N.A. and El-Kady M., Mechanical and optical investigations of some polymer blends containing PVC,

Polymer Testing, Vol. 15, pp. 281-289, 1996.

[20] Pandey G.C. and Kulshreshtha A.K., The photophysical behavior of blends of poly(vinyl chloride) with the terpolymer of acrylonitrile, butadiene styrene, European Polymer Journal, Vol. 24, No. 6, pp. 599-601, 1988.

[21] Kulshreshtha A.K., Singh B.P. and Sharma Y.N., Viscometric determination of compatibility in PVC/ABS polyblends-I. viscosity-composition plots, European Polymer Journal, Vol. 24, No. 1, pp. 29-31, 1988.

[22] Kulshreshtha A.K., Singh B.P. and Sharma Y.N., Viscometric determination of compatibility in PVC/ABS polyblends-II. reduced viscosity-concentration plots, European Polymer Journal, Vol. 24, No. 1, pp. 33-35, 1988.

[23] Kulshreshtha A.K., Singh B.P. and Sharma Y.N., Viscometric determination of compatibility in PVC/ABS polyblends, European Polymer Journal, Vol. 24, No. 2, pp. 191-194, 1988.

[24] Carty P. and White S., Iron-chlorine interactions in blends of poly(vinyl chloride) and acrylonitrile-butadiene-styrene containing basic iron(III) oxide, Polymer, Vol. 36, No. 5, pp. 1109-1111, 1995.

[25] Pal G. and Macskasy H., Plastics: Their behavior in fires, Elsevier, Newyork, 1991.

[26] Gachter R. and Muller H., Plastics Additives Handbook, Hanser, Munich, 1990.

[27] Roy S.K. and Chanda M., Plastics Technology Handbook, Marcel Dekker, Newyork, 1998.

[28] Kenji N., Flame retardant resin composition, JP 4076041, 1990.

[29] Hideyuki I., Flame retardant resin composition, JP 62041253, 1985.

[30] Teruhiro I., Thermoplastic resin composition, JP 57080445, 1980.

[31] Izumi Y., Thermoplastic resin composition, JP 54043255, 1977.

[32] Fabris H.J., Processable non-burning ABS-PVC blends, US Patent No. 3928502, 1975.

[33] Kagaku K. and Kaisha K.K., Fire retardant resinous compositions, GB Patent No. 1568697, 1980.