

Г. Г. Богатеев, Л. А. Ахатова, И. А. Абдуллин

ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ КАУЧУКА И ПОЛИПРОПИЛЕНА НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИНАМИЧЕСКИХ ТЭП

Ключевые слова: обратимая деформация, пластификатор, экструзия, физико-механические характеристики, удельная ударная вязкость.

В статье приведены исследования по замене эластомерных материалов в составе ДТЭП на традиционные термореактивные каучуки. Метод позволяет получать высокотехнологичные материалы с улучшенным балансом эксплуатационных свойств, удельной ударной прочностью, морозостойкостью, текучестью расплава, способные перерабатываться литьем под давлением.

Keywords: reversible deformation, plasticizer, extrusion, stress-strain properties, specific impact viscosity.

The article presents research on replacement of elastomeric materials in the DTEP to traditional thermoset rubbers. The method allows to obtain high-performance materials with improved balance of performance properties of the specific impact strength, frost resistance, melt flow, the ability to process by injection molding.

Отличительными особенностями термоэластопластов (ТЭП) являются большие обратимые деформации, отсутствие химических связей между цепями полимеров, что обуславливает их текучесть при повышенных температурах и позволяет получать изделия методами литья под давлением, экструзией, вакуумформованием, пневмоформованием и т.д. Регулирование характеристик ТЭП возможно за счет использования пластификаторов, обладающих селективным растворением в жесткой или эластичной фазе [1]. Легкость переработки и специфические свойства ТЭП обусловили повышение интереса к ним и расширение областей их практического применения.

Среди известных способов получения полимерных материалов со свойствами термоэластопластов наибольшее распространение получили способы создания композиций со свойствами ТЭП на основе смесей полимеров, не обладающих такими свойствами. Одним из способов является высокотемпературное смешение каучуков и пластиков, который позволяет получать композиции, обладающими свойствами термоэластопластов. При повышенных температурах они могут перерабатываться как расплав, а после охлаждения и при эксплуатации изделий обладают свойствами вулканизированных эластомеров - характеризуются высокой эластичностью и прочностью при растяжении.

В связи с этим, исследования по замене эластомерных материалов, основу которых составляют традиционные термореактивные каучуки, на композиции из термопластичных эластомеров, имеют большое практическое значение.

Известно [2], что свойства композиционных материалов зависят от многих факторов: природа и строение дисперсной фаз и дисперсионной среды, в том числе объемное соотношение этих фаз, размеры и распределение по размерам частиц дисперсной фазы, межфазное взаимодействие. Структура смесей определяется взаимодействием компонентов смесей, его влиянием на процесс кристаллизации.

Для получения динамических ТЭП (ДТЭП) выбраны марки ПП трех типов: 1500J (гомополимер), 4215M (статсополимер с этиленом), 8332M (блоксополимер с этиленом) и опытные партии каучука СКЭПТ с вязкостью 40, 60, 80 ед. Муни, содержанием ЭНБ 4,5-5,5 % масс. и содержанием пропилена 38-40 % масс.

С учетом экологических требований, характеристик скорости реакции и оптимальной температуры реакции вулканизации для получения ДТЭП был выбран новый пероксид циклического типа Trigonox 301.

С целью выявления влияния соотношения полипропилена (ПП) и СКЭПТ на физико-механические характеристики были приготовлены опытные композиции на двухшнековом экструдере «Полилаб». Экструдер состоит из основного блока привода измерений RheoDrive 7 и двухшнекового экструдера Rheomex PTW16/40 XL с дозаторами для подачи материала, охлаждающей ванной и гранулятором. Управление базовым блоком RheoDrive 7 и сбор данных осуществляется через интерфейс USB-CANopen Bus с помощью компьютера с установленным программным обеспечением "Monitor". Ручное управление осуществляли с помощью дистанционного пульта.

Для определения физико-механических показателей, композиции экструдировали через плоскощелевую фильеру при 220°C и скорости вращения шнеков 35 об/мин. Из полученных полосок вырубали образцы в виде лопаток и определяли прочностные показатели (по ГОСТ 270) на разрывной машине - Тензометр Т 2000. Скорость испытаний составляла 500 мм/мин.

Комплект "Тензометр Т 2000" включает в себя тензометр, автоматический толщиномер, компьютер, матричный принтер. Тензометр состоит из двух опорных рам с направляющими, связанных между собой стяжкой и столом. Между стяжкой и столом смонтированы экстензометр с линейкой замера удлинения и система пневматических зажимов. Нижний зажим жестко закреплен на столе, верхний зажим прикреплен к подвижной

крессбалке. Открытие и закрытие зажимов осуществляли с помощью ножной педали.

Результаты исследований показали (рисунок 1), что при комнатной температуре указанные композиции характеризуются высокими показателями по удельной ударной вязкости. Ударная вязкость ДТЭП при соотношении ПП : СКЭПТ=60:40, имеет близкие значения для всех образцов. Композиции ДТЭП имеют в 10 раз большую стойкость к удару по сравнению с ПП 1500J и в 2,5 раза выше, чем у ударопрочного ПП 9200M (для образцов с надрезом). Марки ПП 4215M и 9200M имеют более высокую стойкость к удару только для образцов без надреза.

Видно, что удельная ударная вязкость композиции уменьшается с увеличением содержания пероксида. И только в образце, где соотношение ПП и СКЭПТ составляет 80:20, с увеличением пероксида удельная ударная вязкость тоже повышается (рисунок 2).

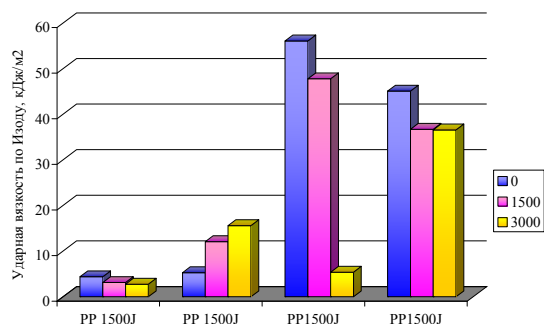


Рис. 1 – Удельная ударная вязкость по Изоду образцов динамических термоэластопластов в зависимости от дозировки пероксида при $t=230^{\circ}\text{C}$

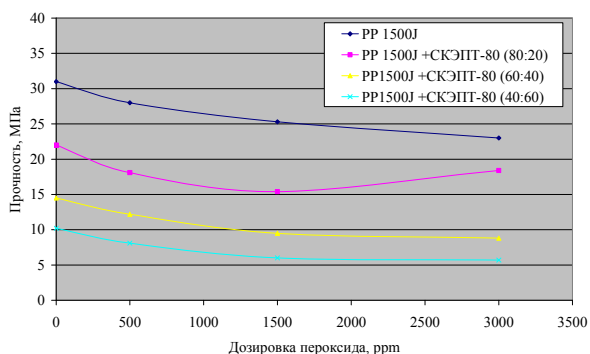


Рис. 2 – Изменение прочностных свойств композиций с увеличением дозировки пероксида

Образцы ДТЭП на основе СКЭПТ с высокой вязкостью имеют удельную ударную вязкость выше, чем у ДТЭП на основе каучука с низкой вязкостью (для образцов без надреза).

Таким образом, вязкость каучука и тип применяемого полипропилена не являются определяющими при данном соотношении компонентов для ударных свойств композиций ДТЭП. Следовательно, для получения ДТЭП с высокой удельной ударной стойкостью важное

значение имеет режим смешения ДТЭП и формирование гомогенного распределения СКЭПТ с мелкодисперсной структурой частиц каучука.

При отрицательной температуре композиции резко изменяют свои свойства. Все образцы полипропилена имеют ударную вязкость по Изоду менее 6 кДж/м² (рисунок 3). Относительно испытаний при комнатной температуре показатели снизились в 1,5 - 4 раза. В то же время, композиции ДТЭП в целом сохранили значения по ударной вязкости на уровне 40-65 кДж/м². Сильное снижение по показателю ударной вязкости наблюдается только для композиций на основе полипропилена 4215M. При содержании каучука 60% масс. ДТЭП имеет высокую морозостойкость, по стойкости к удару превышающую значения для полипропилена в 5-10 раз.

Таким образом, введение аморфного СКЭПТ (содержание пропилен 40 % масс.) значительно повышает морозостойкость композиций на основе кристаллического полипропилена.

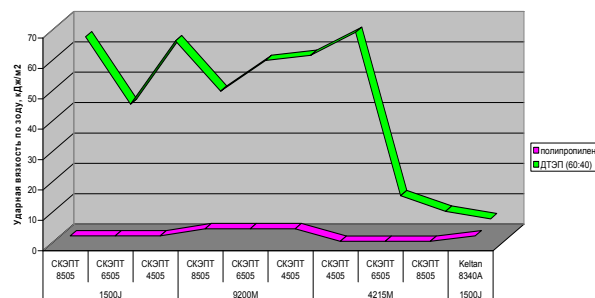


Рис. 3 – Ударная вязкость по Изоду при $t=-200^{\circ}\text{C}$ ДТЭП в зависимости от вязкости каучука и марки ПП

Наибольшей прочностью обладает образец из чистого ПП марки 1500J (рис. 4). Прочность композиций ДТЭП снижается параллельно с уменьшением соотношения ПП к каучуку. Но даже наименьшая прочность композиции ПП: СКЭПТ = 40:60, удовлетворяет предъявляемые требования к ДТЭП, т.к. для резин на основе СКЭПТ (профили, уплотнители, коврики и т.д.) прочность при растяжении, как правило, составляет не менее 7 МПа.

Образцы из ДТЭП, где в качестве одного из компонентов применяли ударопрочный блоксополимер марки 9200M, имеют прочность значительно меньше по сравнению с другими марками полипропилена (1500J, 4215M). Образцы ДТЭП с различной вязкостью каучука имеют близкие по показателю прочности.

Следовательно, вязкость каучука не оказывает сильного влияния на прочность композиции [5, 6].

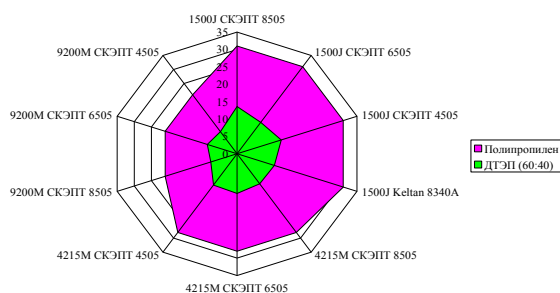


Рис. 4 – Сравнение прочности композиций ДТЭП с полипропиленом

Таким образом, с использованием метода динамической вулканизации можно получать высокотехнологичные материалы с улучшенным балансом эксплуатационных свойств, удельной ударной прочностью, морозостойкостью, текучестью расплава, способные перерабатываться литьем под давлением, а использование оптимальной дозировки пероксида позволяет

регулировать прочностные свойства с сохранением высокой текучести расплава материала.

Литература

1. Переработка пластмасс: справочное пособие / под ред. В.А. Брагинского. – Л.: Химия, 1985. – 296 с.
2. Ермаков С.Н. Химическая модификация и смешение полимеров при реакционной экструзии / С.Н. Ермаков, М.Л. Кербер, Т.П. Кравченко // Пласт. массы. – 2007. – № 10. – С. 25-29.
3. Махлис Ф.А. Технологический справочник по резине / Ф.А. Махлис, Д.Л. Федюкин. – М.: Химия, 1989. – 400 с.
4. Канаузова А.А. Получение термопластичных резин методом «Динамической вулканизации» и их свойства: Тем. обзор / А.А. Канаузова, М.А. Юмашев, А.А. Донцов. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1985. – 69 с.
5. Гарифуллин Р.Ш., Базотов В.Я., Сальников А.С., Файзуллина М.Р., Ахмадиев И.Д., Борисов В.М., Вестник Казанского технологического университета, 16, 2, 67-69 (2013).
6. Ю.А.Коваленко, Г.И.Гарипова, А.М.Нигметзянова, Вестник Казанского технологического университета, 15, 18, 150-153 (2012).

© Г. Г. Богатеев – к.т.н., доц. каф. технологии изделий из композиционных и пиротехнических материалов КНИТУ; Л. А. Ахатова – студ. той же кафедры; И. А. Абдуллин - д-р техн. наук, проф., зав. каф. технологии изделий из композиционных и пиротехнических материалов КНИТУ, ilnur@kstu.ru.