



**ЭЛАСТОПОЛИМЕРНЫЕ АДГЕЗИВЫ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ  
СЛОИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕГЕНЕРАТНОГО ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ**

***Ибрагимов Абдусаттар Тургунович***

*д.т.н. (DSc), профессор, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, РУз, г. Ташкент*

*E-mail: [iabdusattor1963@gmail.com](mailto:iabdusattor1963@gmail.com)*

***Каримов Бахром Бохадирович***

*ассистент, соискатель, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Узбекистан, Ташкент*

*E-mail:*

***Каримов Сардорбек Ходжибаевич***

*PhD, доцент, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, РУз, г. Ташкент* *E-mail:*

**ELASTOPOLYMER ADHESIVES FOR THE FORMATION OF LAYERED  
COMPOSITE MATERIALS USING SECONDARY REGENERATED RAW  
MATERIALS**

***Ibragimov Abdusattar Turgunovich***

*<sup>2</sup>DSc, Professor, Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Uzbekistan,  
Tashkent*

*E-mail: [iabdusattor1963@gmail.com](mailto:iabdusattor1963@gmail.com)*

***Karimov Bakhrom Bokhadirovich***

*Assistant, PhD candidate, Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Uzbekistan, Tashkent*

*E-mail:*

***Karimov Sardorbek Khodjibaevich***

*PhD, Associate Professor, Tashkent Institute of Textile and Light Industry,  
Uzbekistan, Tashkent*

*E-mail:*



**Аннотация.** В целях создания термопластичных эластопolyмерных композиций для изготовления крепежных обувных деталей синтезированы привитые сополимеры на основе полиолефинов, в частности, полиэтилена разной модификации с акрилатами (виниловыми мономерами), в качестве которых использованы этилен-винилацетат (EVA). Показано, технологический способ эффективного повторного применения обувных сополимерных отходов EVA. Полученные эластопolyмерные адгезивные материалы апробированы и рекомендованы для изготовления крепежных слоистых конструкционных деталей, которые отличаются с разными оттенками и агрегативностью.

Ключевые слова: термопласт, эластомер, сополимер, полиэтилен, винилацетат, обувная подошва.

**Abstract.** In order to create thermoplastic elastopolymer compositions for the manufacture of shoe fasteners, graft copolymers based on polyolefins, in particular, polyethylene of various modifications with acrylates (vinyl monomers), for which ethylene-vinyl acetate (EVA) was used, were synthesized. A technological method for the effective reuse of shoe copolymer waste EVA is shown. The obtained elastopolymer adhesive materials are tested and recommended for the manufacture of fastening layered structural parts, which differ in different shades and aggregation.

**Keywords:** thermoplastic, elastomer, copolymer, polyethylene, vinyl acetate, shoe sole.

**Введение.** В настоящее время широкое применение для изготовления полимерной обуви, в частности, клеевого адгезивного материала для подошвы, находят сополимерные продукты этилена с винилацетатом (EVA – товарное название «Севилен»), представляющие высокомолекулярные соединения, относящихся к представителям класса полиолефинов [1, с. 874;]. Суть промышленного способа синтеза данного сополимера заключается в осуществлении совместных технологических процессов полимеризации обеих мономеров - этилена с винилацетатом при различных их соотношениях компонентов, с использованием высокого давления, в присутствии инициаторов радикальной полимеризации в трубчатых реакторах [2, 187-209]. Известный промышленный способ получения сополимера EVA имеет



некоторые свои недостатки, во-первых – технологические циклы данного процесса связаны с необходимостью использования высокого давления, в тоже время, последовательность выполнения этапов синтеза характеризуются сложностью и отличаются дороговизной производственных участков; во-вторых - с низким выходом конечного продукта. Из-за высокого содержания одного из мономеров, каким является винилацетат (VA) в составе сополимера, EVA приобретает таких важных показателей свойств, как устойчивость к агрессивным средам, например, маслам, растворителям, озону, повышенным температурным воздействиям, а также высокую эластичность при широком интервале температур [3, 53-56]. Изменение количество виниловых мономеров, в частности, VA - довольно существенно влияет на механические свойства полученных продуктов - сополимеров [4, 60-64]. Следовательно, использование в составе эластопolyмерной смеси VA в большем количестве (*до 60 масс. ч.*), продукты на основе привитых сополимеров EVA приобретают высокого значения адгезионной способности, масло- и бензостойкость, а также устойчивость к ультрафиолетовым лучам, а композитные материалы на их основе, обладают наибольшим значениям модуль упругостью и сопротивлению к истиранию, эластичностью в широких диапазонах температурного воздействия. Ниже приводятся основные физические свойства промышленного образца EVA (*табл. 1*).

Таблица 1

**Физические свойства промышленного образца сополимера EVA**

Наименование показателей	Величина
Плотность	0,929÷0,931г/см <sup>3</sup>
Рабочая температура	от -80°С кратко до +70°С
Теплопроводность	0,32÷0,35 Вт/К·м
Удельное объемное сопротивление	1014 Ом·м

**Целью исследования** является получение привитых термопластичных эластопolyмерных продуктов на основе сополимера полиэтилена низкой плотности (LDPE) с VA. Механизм процесса сополимеризации протекает при атмосферном давлении и с высоким выходом конечного привитого продукта. Причем, варьируя соотношения компонентов в составе смеси, особенно винилового мономера, можно получить термопластичный сополимер разного агрегатного состояния, а также преимущественно возможно формирование



экологически безопасных композиций для литья низа обуви с регулируемым параметрам с нужными заранее заданными физико-химическими и механическими свойствами, принятыми в обувном деле [5, 115-122].

**Экспериментальная часть.** Синтез сополимера осуществляли по следующей методике [6, 88-91]. Термопласт гранул полимера растворяли в органическом растворителе – толуоле или ксилоле при температуре  $75 \div 80^{\circ}\text{C}$ . Раствор помещали в трехгорлую круглодонную колбу с мешалкой и обратным холодильником. В колбу загружали инициатор – динитриловый эфир азобисизомасляной кислоты (ДАК) (1% от общего количества компонентов) и мономер – VA. Общее время продолжительность процесса сополимеризации при постоянном перемешивании смеси раствора составляло около  $4,5 \div 5$  часов. Содержимое колбы смешивали с этиловым спиртом. Сополимер осаждался в этаноле, которого затем отбирали фильтрованием. Полученный продукт синтеза высушивали, сначала при комнатном режиме, а затем в термостате при температуре  $45 \div 50^{\circ}\text{C}$  до постоянной массы. Определяли выход сополимера от соотношения исходных компонентов в составе смеси (табл. 2).

**Таблица 2**

**Условия синтеза и соотношения компонентов в составе  
эластополимерной смеси**

Наименование и содержание компонентов, г				Время синтеза, ч.	Выход сополимера	
Растворитель (толуол)	LDPE	VA	Инициатор (ДАК)		г	%
50	14 (70%)	6 (30%)	0,06	5	16,4	82
50	12 (60%)	8 (40%)	0,08	5	17,2	86
45	10(50%)	10 (50%)	0,10	4	17,8	89
45	8 (40%)	12 (60%)	0,12	4	19,0	95
45	6 (30%)	14 (70%)	0,14	4	18,4	92

Из данных табл. 2 следует, что наибольший выход продукта достигался при содержании LDPE 8 г (40%) и VA 12 г (60%), а в составе, где соотношение компонентов в смеси LDPE: VA – 30:70% - выход сополимера снизился на 3%.



Важным характеристикам привитых сополимеров являются - степень и эффективность прививок, значение величины первого, определены по сравнению с отношением масс привитых цепей поливинилацетата (PVA) и исходного термопласта, а эффективность прививки, как отношение массы привитых цепей к массе привитых и непривитых цепей PVA.

**Полученные результаты анализов и их обсуждения.** Параметры прививки вычислены по результатам измерений на аналитических весах. Как видно из данных табл. 3, степень прививки закономерно увеличивается с повышением массовой доли VA в составе смеси. Давольно неожиданно, но по результатам опыта наблюдалось сравнительно высокое значение эффективности прививки при различных соотношениях исходных компонентов. Причем, с увеличением массовой доли VA до 60% наблюдалось завышенное значение показателя эффективности прививки. Видимо, дальнейшее увеличение его содержания приводит к увеличению массы гомополимера, но в этом случае эффективность прививки несколько снижается, а точнее на 3%.

Таблица 3

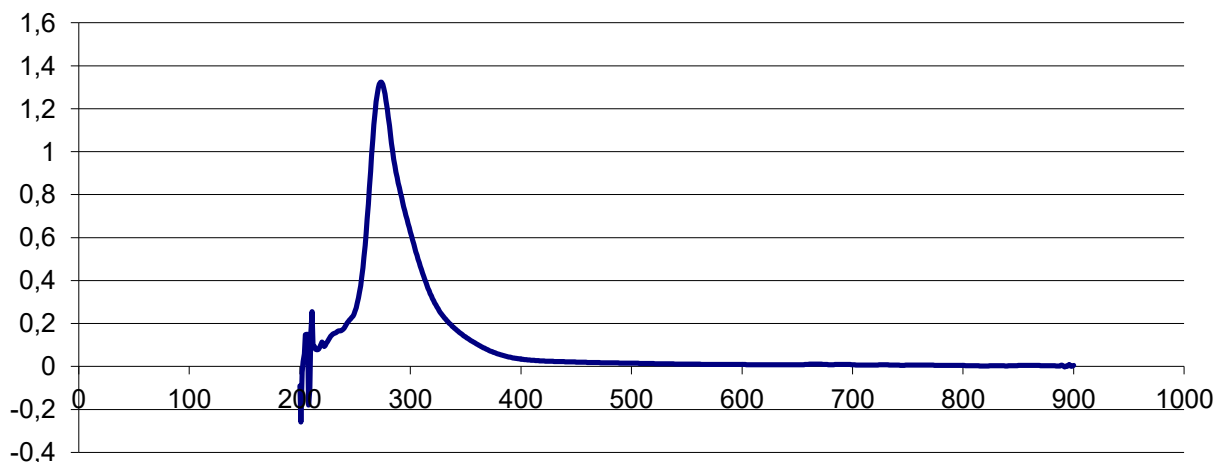
**Зависимость соотношения концентрации компонентов к изменению  
характеристических параметров прививки**

Соотношение компонентов, масс. %		Степень прививки, %	Эффективность прививки, %
LDPE	VA		
70	30	45	40
60	40	60	65
50	50	78	78
40	60	113	92
30	70	207	89

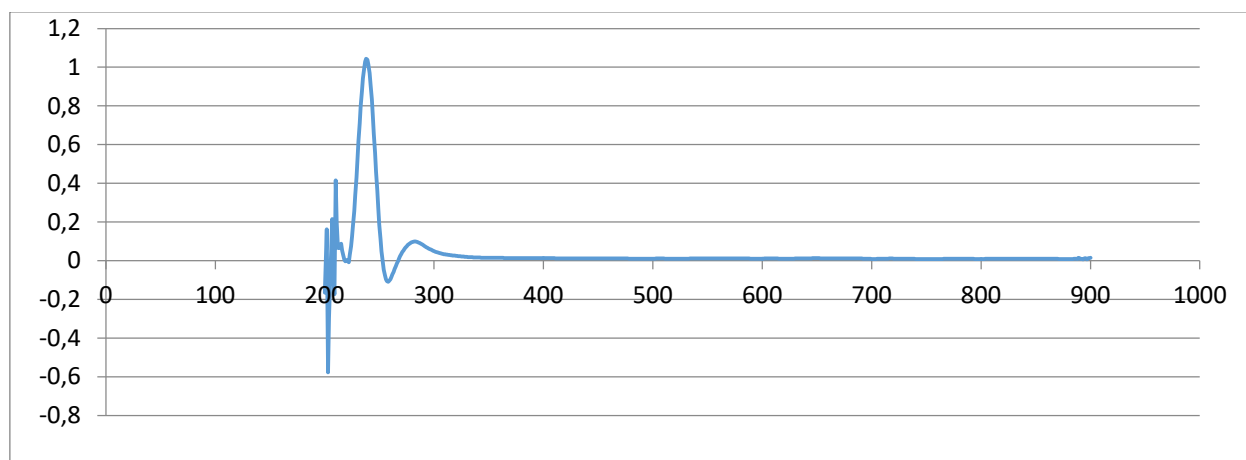
Даже при высоком содержании привитых цепей образуется разветвленный сополимер, растворяющийся в диметилформамиде (DMFA). Преимущества полученного продукта на основе термоэластопласта (TEP) заключаются в доступности компонентов; процесс осуществляется при атмосферном давлении воздуха, а также при умеренных температурных режимах; имеется широкий интервальный диапазон возможности регулирования составов, используя имеющихся многотоннажных полимерных отходов, в качестве вторичных продуктов переработки, в частности, сополимерного регенерата EVA в опытно-производственных рецептур слоистых адгезивных композитных материалов.



Образование слоистого привитого сополимерного продукта на основе LDPE+VA с добавлением EVA регенерата доказано с помощью УФ - и ИК - спектроскопическими методами анализа. Сняты УФ - спектры в области видимой и электромагнитных колебаний. Исследованы образцы, синтезированные при соотношении LDPE: EVA = 70:30 (рис. 1) и 30:70 (рис. 2).



**Рис. 1. УФ - спектры сополимера LDPE-EVA, синтезированного при соотношении 70:30 масс. ч.**



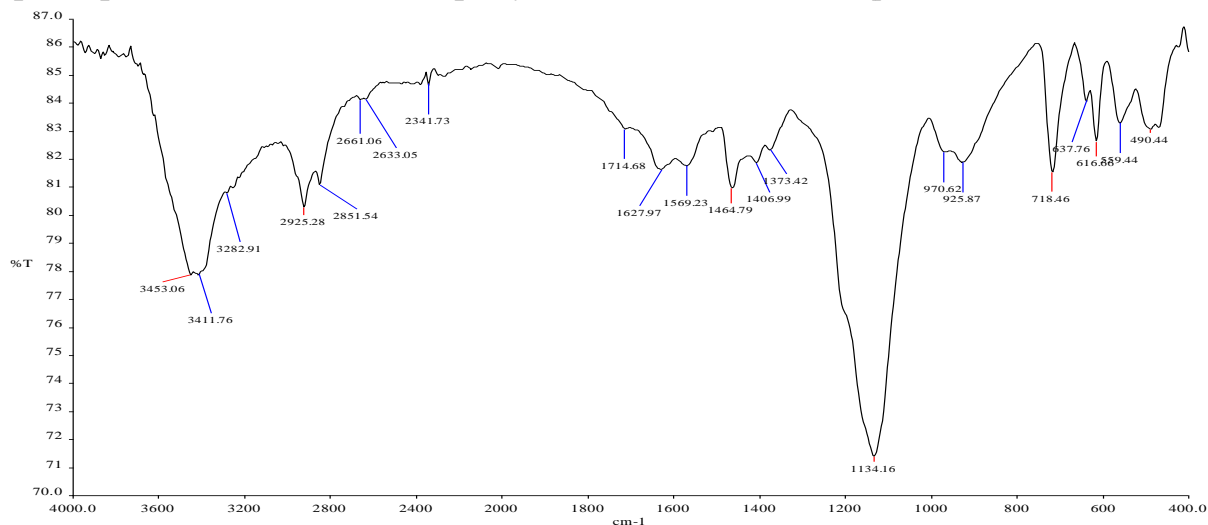
**Рис. 2. УФ - спектры сополимера LDPE+EVA, синтезированного при соотношении 30:70 масс. ч.**

Как видно из рисунков 1 и 2, УФ - спектры двух образцов сополимера LDPE-EVA имеют почти одинаковую форму. Оба спектра имеют одну полосу пропускания, относящиеся к сложноэфирной группе  $-O-C=O$  звеньев сомономера EVA. В первом сополимере эта полоса обнаруживается в области  $290\text{ см}^{-1}$ , а во втором сополимере – в области  $240\text{ см}^{-1}$ . Смещение полосы пропускания в УФ – спектрах в коротковолновую область оценивается как факт образования новых связей или сопряжения хромофорной группы с



другими атомами. Возможно, при большем содержании EVA привитые к термопласту цепи PVA вступают в сопряжении с функциональными активными группами соседних цепей. Полученные результаты исследования и данные факты анализов возможно и близко свидетельствуют об образовании привитого эласто-сополимерного продукта на основе LDPE с EVA.

В изображении в ИК - спектрах сополимера SPEVA обнаружены характеристические полосы пропускание LDPE и PVA (рис. 3).



**Рис. 3. ИК-спектры сополимера ПЭНП: ВА**

Полоса пропускание деформационных колебаний  $C-H$  связей полиэтилена  $(CH_2)_x$  обнаруживается в области  $719\text{ см}^{-1}$  и  $1465\text{ см}^{-1}$  (асимметричных), полоса пропускание валентных колебаний этих связей обнаруживаются в областях  $2852\text{ см}^{-1}$  (симметричных) и  $2925\text{ см}^{-1}$  (асимметричных). Известно, что симметричные деформационные колебания  $C-H$  связей  $CH_3$  ацетильной группы проявляют сигнал в области  $1373\text{ см}^{-1}$  (см. рис. 3.). Полосы пропускание при  $1628$  и  $1715\text{ см}^{-1}$  относятся к валентным колебаниям карбонильных групп  $C=O$  PVA. Сильная полоса пропускания при  $1134\text{ см}^{-1}$  является характеристической полосой валентных колебаний эфирных групп  $C-O-C$  в составе звена PEVA.

**Выводы.** Таким образом, путем синтеза получены привитые сополимеры PEVA и на их основе созданы слоистые эластоплимерные адгезивные композиты разных модификаций с использованием клеевых термопластичных смесей высокополимеров. Конечные продукты синтеза сравнительно проанализированы с помощью данных ИК- и УФ-спектроскопических исследований. По результатам опытно-





производственных испытаний разработаны научно-технические рекомендации с приложением технологического регламента.

### Список литературы:

1. Biron M. Thermoplastics and thermoplastic composites: Technical information for plastic users. Elsevier Science, 2007. 874 p.

2. Handbook of engineering and specialty thermoplastics. In 4 volumes. V. 1. Polyolefin's and styrenes / Ed. by J.K. Fink. Scrivener Publishing, John Wiley & Sons, 2010. P. 187-209.

3. Реологические свойства огнестойкого сополимера этилена и винилацетата с гидроксидом магния, модифицированным силанами / Deng Ai-xia, Teng Mou-yong, Yu An-jun, Xie Qian, Su Ya-jun, Chen Ya-qiong, Li Yue-ying // Qingdaokejidaхuехuebao. Zirankeхue ban = J. Qingdao Univ. Sci. and Technol. Nat. Sci. Ed. - 2013. - 34, №1. - С. 53-56.

4. Исследование влияния сополимера этилена и винилацетата на свойства композитов на основе полипропилена: Докл. [9<sup>ая</sup> Межд. науч.-прак. конф. «Новые полимерные композиционные материалы», Нальчик, 11-18 сент., 2013]/ Слонов А.Л., Кучменова Л.Х., Шелгаев В.Н., Лигидов М.Х., Данилова-Волковская Г.М., Межидов В.Х., Кушхов Х.Б., Микитаев А.К.// Извест. Кабард.-Балк. гос. ун-та. - 2013. - 3, №5. - С. 60-64.

5. Hodjayeva S.O., Ibragimov A.T. Synthesis of rubber glue copolymers and the values of research results for shoes with the required properties iJ Journal of Academic Research and Trends in Educational Sciences (JARTES) VOLUME 1, ISSUE1/ISSN 2181-2675. -P. 115-122. <http://ijournal.uz/index.php/jartes>.

6. Ходжаева С.О., Соибова Д.Б., Каримов С.Х. Получение обувных клеевых смесей на основе эластоплимерных композиций / Узбекский Научно-технический и производственный журнал «Композиционные материалы» №4/2021, Ташкент, 2021. – С. 88-91.