

И. В. Кузьмин, инженер ОАО «Беларусьрезинотехника»;  
 В. В. Русецкий, технический директор ОАО «Беларусьрезинотехника»;  
 М. Е. Лейзеронк, инженер ОАО «Беларусьрезинотехника»; Е. И. Щербина, профессор

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАБОЧИХ СРЕД НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЭТИЛЕН-ОКТЕНОВЫХ ТЕРМОЭЛАСТОПЛАСТОВ

The article is devoted to research into operating environment effect on behaviour of thermoplastic rubber products (TPE). As the objects of research were chosen thermoplastic elastomer, which are ethylene-octene block-copolymer with different maintenance of elastic blocks, and vulcanized rubbers mixtures in-use at producing sealing and protective general mechanical rubber goods. During work of TPE and vulcanizates from rubbers mixtures was tested on firmness to the aggressive environments, dynamic loadings ozone senescence. It was achieved as a result of the conducted researches, that ethylene-octene TPE excels vulcanizates from rubbers mixtures on firmness to the change of physical-mechanical indexes in working liquids having different acidity. It was set that wares from TPE possess high physical-mechanical indexes, dynamic endurance, high ozone and weather resistance. These thermoplastic elastomers have been used to manufacture protecting covers for MAZ vehicles.

**Введение.** Многие эластомерные изделия, особенно уплотнительные детали, находятся в контакте с широким диапазоном агрессивных сред (смазки, топлива, растворители, тормозные жидкости и т. д.). В первую очередь при выборе материала для изготовления деталей нужно учитывать его стойкость к комплексному воздействию рабочих сред в диапазоне температур эксплуатации.

При воздействии рабочей среды срок работоспособности уплотнительных деталей может уменьшаться вследствие их химического взаимодействия со средой или изменения их массы и объема (набухание резины, вымывание ингредиентов).

Почти каждая рабочая жидкость и смазка состоят из двух компонентов: жидкость основы и присадка. Химические присадки используются для улучшения физических свойств используемой жидкости. Большинство этих присадок являются химически активными веществами по сравнению с жидкостями основы.

Используя стандартные жидкости (СЖР-1, СЖР-2, СЖР-3) для проведения испытаний по подбору материала, можно оценить область применения изделий. Однако представляет интерес изучение изменения основных эксплуатационных характеристик после воздействия рабочих жидкостей.

**Основная часть.** Целью проведенной работы было исследование влияния на свойства этилен-октеновых термоэластопластов воздействия рабочих сред при условиях эксплуатации в узлах и механизмах автотракторной техники.

Полиолефиновые термоэластопласты (ТЭП) блок-сополимерной структуры представляют собой двухфазную систему, состоящую из двух несовмещающихся с термодинамической точки

зрения гомополимеров, в нашем случае полиэтилена и октена. В результате ассоциации жестких блоков образуются дисперсные домены, химически связанные с эластичными блоками. Именно полиэтиленовые домены создают физические поперечные связи в условиях ориентации, дающие более высокую прочность при растяжении, т. е. выполняют роль сшивающего агента. Октен обеспечивает высокую эластичность, хорошие свойства при низких температурах, износостойкость и прочность при изгибе (усталостную выносливость). Соотношение этилена и октена – наиболее важная характеристика этилен-октеновых ТЭП. Природу высокой прочности при растяжении, вероятно, можно объяснить тем, что при растяжении образуются уплотнения полимера, размеры которых существенно превышают размеры доменов [1].

Для исследования были выбраны полиолефиновые ТЭП, которые представляют собой этилен-октеновые блок-сополимеры с различным содержанием эластичных блоков, и вулканизаты из резиновых смесей, используемых при изготовлении уплотнительных и защитных резинотехнических изделий.

ТЭП и вулканизаты из резиновых смесей испытывались на стойкость к агрессивным средам, динамическим нагрузкам, озонному старению. Определялось изменение физико-механических показателей после воздействия агрессивных сред: твердость по Шор А, условная прочность при растяжении, относительное удлинение при разрыве, изменение объема или массы образцов после воздействия агрессивных сред. Физико-механические показатели определяли по соответствующим стандартам.

В табл. 1 представлена сравнительная характеристика физико-механических показателей резиновых смесей и ТЭП.

Сравнительная характеристика физико-механических свойств вулканизатов из резиновых смесей и полиолефиновых ТЭП

Марка композиции	Тип полимера	Основные физико-механические показатели		
		Условная прочность при растяжении, МПа	Относительное удлинение при растяжении, %	Твердость по Шору А, усл. ед.
7-30-2113	СКИ-3 СКД	18,7	320	79
7-30-2108	НК	15,4	310	74
Б-60	СКС-30-АРКМ-15	21,6	540	63
30-48	СКЭПТ-40	12,1	430	65
7-30-2518	БНКС-18	6,9	360	53
7-НО-68	Наирит ДП БНКС-18АН	11,7	270	61
ТЭП 8450	20% октена	24,8	820	91
ТЭП 8550	20% октена	22,0	810	94
ТЭП 8452	35% октена	17,0	920	77

В табл. 2 приведены изменения основных свойств ТЭП после воздействия кислотно-щелочных агрессивных сред. Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что этилен-октеновые блок-сополимеры обладают высокой стойкостью к действию агрессивных сред (кислот, щелочей, кетонов), это свойство в первую очередь зависит от типа и соотношения компонентов в системе

жестких и эластичных блоков (полиэтилена и октена). С повышением содержания этилена, а следовательно увеличения насыщенности связей, увеличивается и стойкость ТЭП к действию агрессивных сред кислотного и щелочного характера.

Влияние тормозных жидкостей («НКНХ», рН которой равна 7, и «РОСДОТ» – рН = 5) приведено в табл. 3–4.

Таблица 2

Изменение свойств ТЭП, после воздействия жидких агрессивных сред (23°C × 24 ч), %

Рабочая среда	Изменение массы			Изменение условной прочности при растяжении			Изменение относительного удлинения при разрыве			Изменение твердости по Шору А		
	Марка ТЭП											
	8450	8450	8450	8450	8550	8452	8450	8550	8450	8450	8550	8452
Дизельное топливо	8,4	8,6	116,7	-38,0	-49,0	-88	-3,0	-4,0	-21,0	+12,0	-6,0	-69,0
Бензин А-76	25,9	26,8	326,7	-31,0	-34,0	-	-3,0	-4,0	-	+1,0	0	-
Бензин А-92	25,8	26,9	411,9	-49,0	-48,0	-	-7,0	-7,0	-	-7,0	-7,0	-
Этилацетат	3,6	3,9	9,4	-12,0	-2,0	+2,0	0	-2,0	+1,0	+2,0	+5,0	+4,0
Ацетон	1,1	1,6	3,1	-7,0	-17,0	-13,0	+3,0	-1,0	-6,0	+7,0	+5,0	+2,0
Этанол	0,2	-0,1	0,5	+10,0	+5,0	+2,0	+4,0	+1,0	+1,0	0	0	-3,0
Уксусная кислота 20%	0,1	0,1	0,2	+8,0	+9,0	-5,0	+3,0	+1,0	0	-1,0	+5,0	-3,0
Соляная кислота 20%	0,4	0,5	0,1	+1,0	-13,0	-9,0	+3,0	0	-2,0	0	0	+5,0
Серная кислота 20%	0,1	0,2	0	+1,0	-13,0	-9,0	+3,0	0	-2,0	0	0	+5,0
NaOH 20%	0	0	-0,1	+5,0	-14,0	-8,0	+2,0	-6,0	-5,0	0	-4,0	+4,0
KOH 20%	0	0	0,1	+5,0	-14,0	-8,0	+2,0	-6,0	-5,0	0	-4,0	-4,0
Голуол	25,8	27,9	236,7	+16,0	+13,0	-	+2,0	-1,0	-	+1,0	+5,0	-
Бензол	20,4	20,1	119,4	-38,0	-49,0	-88	-1,0	-4,0	+9,0	+13,0	+7,0	+9,0
СЖР-1	10,3	12,2	22,7	-31,0	-34,0	-	+2,0	0	-6,0	-7,9	-9,0	+0,2
СЖР-2	18,4	24,6	29,3	-49,0	-48,0	-	-1,0	-1,0	-5,0	+1,3	-3,6	-4,0
СЖР-3	39,7	48,5	85,5	-12,0	-2,0	+2,0	0	-2,0	+18,0	-2,0	10,0	-4,0

Таблица 3

Изменение физико-механических показателей и объема образцов из резиновых смесей и термоэластопластов после воздействия тормозной жидкости «НКНХ» (70°C × 24 ч)

Показатель		Марка образца			
		7-30-2113	7-30-2108	ТЭП 8450	ТЭП 8550
Условная прочность при растяжении, МПа	до	18,7	15,4	25,0	21,9
	после, %	-21,0	+5,0	+1,0	-6,0
Относительное удлинение при растяжении, %	до	320	320	820	810
	после, %	-26,0	+23,0	-2,0	-3,0
Твердость по Шору А, усл. ед.	до	79	74	91	94
	после, %	-8,0	-4,0	+3,0	+1,0
Изменение объема, %		9,2	11,7	3,0	2,9

Таблица 4

Изменение физико-механических показателей и объема образцов из резиновых смесей и термоэластопластов после воздействия тормозной жидкости «РОСДОТ» (70°C × 24 ч)

Показатель		Марка образца			
		7-30-2113	7-30-2108	ТЭП 8450	ТЭП 8550
Условная прочность при растяжении, МПа	до	19,0	15,2	24,8	22,0
	после, %	-2,0	+1,0	+2,0	-1,0
Относительное удлинение при растяжении, %	до	310	315	810	800
	после, %	-13,0	-23,0	-3,0	-5,0
Твердость по Шору А, усл. ед.	до	78	75	91	93
	после, %	-2,0	-1,0	-1,0	-3,0
Изменение объема, %		9,2	8,1	4,6	1,2

Анализ полученных результатов показал, что кислотность агрессивной среды не оказывает влияния на изменение физико-механических показателей образцов из ТЭП.

Полимерные конструкционные материалы, применяемые в качестве уплотнений (защитных чехлов), в процессе эксплуатации испытывают циклические нагрузки, поэтому важное значение имеют их усталостные характеристики. На рис. 1 представлена сравнительная характеристика усталостной выносливости образцов из резиновых смесей и ТЭП.

Кроме того, изменения, происходящие в изделиях под влиянием УФ-лучей и озона, приводят к ухудшению, а часто и к полной потере важных физико-механических свойств, поэтому очень важным и актуальным остается вопрос защиты от озонного и УФ-старения РТИ. Полиолефиновые ТЭП, благодаря своей природе, более стойки к действию озона и кислорода по сравнению с вулканизатами из резиновых сме-

сей, что подтверждается данными, приведенными на рис. 2.

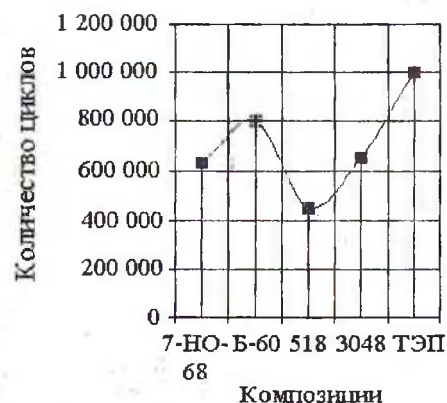


Рис. 1. Усталостная выносливость при многократном растяжении (задано: 200%, 1 000 000 циклов) образцов из резиновых смесей и ТЭП

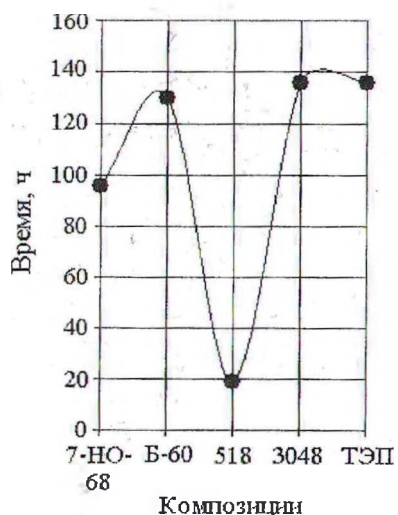


Рис. 2. Стойкость к озонному старению при растяжении 50% (40°C), концентрация озона  $50 \cdot 10^{-8}$  об. долей образцов из резиновых смесей и полиолефиновых ТЭП

**Заключение.** Таким образом, области применения исследованных полиолефиновых ТЭП определяются их основными свойствами. Этилен-октеновые ТЭП обладают высоким уровнем физико-механических показателей в сравнении с вулканизатами из резиновых смесей.

Проведенные испытания показали, что ТЭП превосходят вулканизаты из резиновых смесей по стойкости к изменению физико-механических показателей в рабочих жидкостях (тормозная жидкость), имеющих разную кислотность.

Изделия из ТЭП обладают высокими физико-механическими показателями, динамической выносливостью, высокой озоно-атмосферостойкостью в сравнении с вулканизатами из резиновых смесей [2].

На ОАО «Беларусьрезинотехника» совместно с БГТУ были проведены работы по использованию полиолефиновых ТЭП при изготовлении защитных чехлов для автомобилестроения. Изготовлены опытные партии изделий из ТЭП, проведены стендовые и эксплуатационные испытания на РУП МАЗ, которые показали положительные результаты.

### Литература

1. Структурные особенности полиолефиновых термоэластопластов / Д. М. Хитеева [и др.] // Композиционные полимерные материалы. – 1985. – № 27. – С. 3.
2. Замена формовых резинотехнических деталей на детали из термоэластопластов / Г. Г. Бобылев [и др.] // Каучук и резина. – 1991. – № 2. – С. 24–25.