

УДК 678.065

Е. И. Щербина, профессор (БГТУ); Р. М. Долинская, доцент (БГТУ);  
Т. Д. Сви́дерская, мл. науч. сотрудник (БГТУ)

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АКРИЛАТНЫХ И НИТРИЛЬНЫХ ЭЛАСТОМЕРОВ

В работе приведен анализ литературных данных и собственных исследований о влиянии различных факторов на развитие производства и конкурентоспособность тепло- и маслостойких эластомеров. Показано, что наиболее сбалансированным по совокупности свойств являются акрилатный каучук и гидрированный бутадиен-нитрильный каучук, которые превосходят бутадиен-нитрильный каучук по диапазону температур эксплуатации, озоностойкости, топливостойкости, а акрилатные каучуки и по эластичности.

In work the analysis of literary given and own researches about influence of various factors on development of manufacture and competitiveness warmly and oil elastomers is resulted. In work physico-mechanical properties elastomeric compositions were investigated on the basis of butadiene-nitrile rubber, hydroge-nated butadiene-nitrile rubber and acrylic rubbers. It is shown, that the most balanced on set of properties are acrylic rubber and hydrogenated butadiene-nitrile rubber which surpass butadiene-nitrile rubber on a range of temperatures of operation, ozone and oil resistance.

**Введение.** Роль эластомеров в создании современных транспортных средств огромна. Каучуки используются в производстве не только шин, но и всевозможных прокладок, уплотнителей и шлангов. Каждая из этих деталей выполняет определенную функцию и поэтому должна быть изготовлена именно из того материала, который максимально соответствует предъявляемым техническим требованиям по термостойкости, износостойкости, стойкости в агрессивных средах и т. д. Каучуки специального назначения позволяют изготавливать резиновые детали с заданными свойствами.

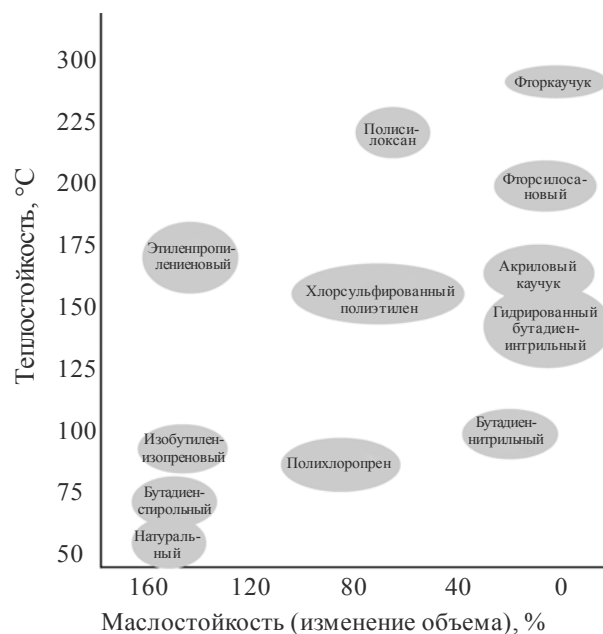
**Основная часть.** В производстве резинотехнических изделий для транспортного машиностроения происходит интенсивное освоение каучуков специального назначения таких, как модифицированные бутадиен-нитрильные каучуки, акрилатные, фторкаучуки, этиленпропиленовые, силоксановые и др. Совокупную характеристику, определяющую целесообразность применения данного эластомера, можно назвать его конкурентоспособностью.

В работе приведен анализ зарубежных данных и собственных исследований о влиянии различных факторов на развитие производства и конкурентоспособность тепло- и маслостойких эластомеров.

На рисунке показано распределение эластомеров по тепло- и маслостойкости.

Как видно из рисунка, выделяется блок каучуков общего назначения с низкими теплостойкими свойствами и низкой стойкостью к агрессивным средам, блок каучуков с очень высокой теплостойкостью и средняя группа эластомеров с достаточно высокой теплостойкостью и стойкостью к агрессивным средам: бутадиен-нитрильный каучук (БНК), акрилатный каучук (АК), гидрированный бутадиен-нитрильный

каучук (ГБНК). Важной характеристикой каучуков, определяющей особенности их использования, является их относительная стоимость. Как видно из табл. 1, наибольший индекс стоимости у фторуглеродных и фторсилоксановых каучуков, однако высокая стоимость — одна из причин того, что «сферы применения» этих и остальных маслостойких каучуков практически не соприкасаются, т. е. они не являются конкурентами. Конкурировать между собой могут АК, ГБНК и БНК.



Примерное распределение эластомеров по тепло- и маслостойкости, согласно классификации ASTM D-2000 [1]

Далее в работе нами проведено сопоставление свойств вулканизатов на основе АК, ГБНК и БНК (табл. 2).

Таблица 1  
Индекс стоимости [2]

Эластомер	Индекс стоимости
Бутадиен-нитрильный	1
Акрилатный	3,4
Гидрированный бутадиен-нитрильный	3,9
Силоксановый	5,1
Фторуглеродный	17
Фторсилоксановый	23

Для контроля качества резин и определения изменения их свойств применяются стандартные среды в качестве испытательных жидкостей. Стандартные жидкости, имеющие постоянный химический состав и свойства, обеспе-

чивают воспроизводимые результаты испытаний резин. Среди этих стандартных испытательных жидкостей есть группа нефтяных масел: ASTM № 1 – дает низкое изменение объема эластомеров, анилиновая точка  $124 \pm 1^\circ\text{C}$ ; ASTM № 2 – дает среднее изменение объема эластомеров, анилиновая точка  $94 \pm 2^\circ\text{C}$ ; ASTM № 3 – дает высокое изменение объема эластомеров, анилиновая точка  $71 \pm 1^\circ\text{C}$ . Эти масла представляют собой определенные нефтяные фракции без каких-либо присадок и рекомендуются для контроля качества резин в производстве резинотехнических изделий [2]. Для изучения использовали стандартные масла ASTM № 1 и ASTM № 3, в которых вулканизаты выдерживали при температурах от  $85^\circ\text{C}$  до  $150^\circ\text{C}$  в течение  $1=10$  сут. Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 2

Характеристика вулканизатов промышленных сортов каучука

Свойства	АК [2]	БНК [3]	ГБНК[3]
Температурный интервал работоспособности, $^\circ\text{C}$	$-35\div+150$	$-45\div+100$	$-50\div+150$
Условная прочность при растяжении, МПа	10,5	13,7	27,6
Относительное удлинение при разрыве, %	120	200	400
Сопротивление раздиру, кН/м	29	37	46
Остаточная деформация сжатия (при 20% удлинения в течение 24 ч при температуре $100^\circ\text{C}$ ), %	12	42,1	47,3
Остаточная деформация сжатия (при 20% удлинения в течение 24 ч при температуре $130^\circ\text{C}$ ), %	20,3	51,7	86
Остаточная деформация сжатия (при 20% удлинения в течение 24 ч при температуре $150^\circ\text{C}$ ), %	22,0	65,7	79,1
Твердость по Шор А, усл. ед.	70	77	70
Эластичность по отскоку, %	15	23	28
Озоностойкость, ч	72	21	72

Таблица 3

Изменение свойств резин на основе различных каучуков при старении на воздухе и в средах ASTM № 1, ASTM № 3

Показатели	БНК [3]	АК [2]	ГБНК [3]
Изменение твердости по Шору А после старения в среде воздуха в течение 72 ч при температуре:			
Изменение твердости по Шору А после старения в среде ASTM № 1 в течение 72 ч при температуре:			
Изменение массы образцов после старения в среде ASTM № 1 в течение 72 ч при температуре, %:			
Изменение твердости по Шору А после старения в среде ASTM № 3 в течение 72 ч при температуре:			
Изменение массы образцов после старения в среде ASTM № 3 в течение 72 ч при температуре, %:			
Изменение массы/объема образцов после воздействия (И + Т) в течение суток при температуре $23^\circ\text{C}$ , %			

При взаимодействии резин с агрессивными средами происходит как вымывание растворимых ингредиентов резиновых смесей, сопровождающееся уменьшением массы образца, так и обратный процесс – проникновение молекул растворителя в полимерную матрицу и набухание резины. С ростом температуры скорости протекания этих процессов резко повышаются.

Как видно из данных, представленных в табл. 2 и 3, резины на основе БНК обладают сбалансированным комплексом эксплуатационных свойств, а именно высокими прочностью при растяжении, относительным удлинением при разрыве, сопротивлением раздиру; удовлетворительными сопротивлением накоплению ОДС и истираемостью. Однако максимальная температура эксплуатации резин на основе БНК – 100°C. При более высоких температурах (130 и 150°C) происходит структурирование, а затем охрупчивание и разрушение резин на основе БНК, в результате чего они становятся твердыми и хрупкими (табл. 3). При высокой маслостойкости АК характеризуется низкими прочностными свойствами и сопротивлением истиранию.

ГБНК позволяют получать изделия, работоспособные при температурах до +150°C. Кроме того, композиции на основе ГБНК характеризуются высокой озоностойкостью. По сравнению с акрилатными каучуками ГБНК обеспечивают более высокие прочностные свойства и лучшие низкотемпературные свойства (температурный предел хрупкости не выше –60°C). Следует также отметить высокое сопротивление истиранию композиций на основе ГБНК, что позволяет использовать их для производства изделий, эксплуатируемых в условиях высокого абразивного износа.

В табл. 4 приведены усредненные характеристики сравниваемых эластомеров. Согласно данным табл. 2–4, сбалансированным комплексом свойств обладают акрилатный каучук и гидрированный бутадиен-нитрильный каучук, которые превосходят БНК по диапазону

температур эксплуатации, озоностойкости, топливостойкости, а акрилатные каучуки и по эластичности.

Таблица 4

**Сравнительные характеристики резин на основе АК, ГБНК и БНК**

Показатели	АК	БНК	ГБНК
Температура эксплуатации, °C			
max	+150	+100	+150
min	–35	–45	–50
Эластичность, балл	5	3	4
Озоностойкость, балл	5	2	5
Стойкость к воздействию агрессивных сред, балл	4	3	5

*Примечание.* 5 – отлично; 4 – хорошо; 3 – удовлетворительно; 2 – неудовлетворительно.

**Заключение.** Таким образом, проведенный анализ литературных данных и собственных исследований о влиянии различных факторов на развитие производства и конкурентоспособность тепло- и маслостойких эластомеров средней стоимости показал, что из перечисленных каучуков, представляющих интерес для производителя и потребителя, перспективными являются АК и ГБНК.

**Литература**

1. Говорова, О. А. Акрилатные каучуки – перспективный класс тепломаслостойких полимеров / О. А. Говорова, Р. М. Сирота. – М.: Химия, 1979. – 52 с.
2. Перспективы использования акрилатных каучуков для создания термостойких полимерных композиций / Д. В. Русецкий [и др.] // Материалы, технологии, инструменты. – 2005. – Т. 10. – № 4. – С. 14–17.
3. Свойства резин на основе гидрированного бутадиен-нитрильного каучука при старении в агрессивных средах / Ю. В. Коровива [и др.] // Материалы. Технологии. Инструменты. – 2007. – Т. 12. – № 3. – С. 42–45.

*Поступила 26.03.2010*