

—260 с.

4. Методика определения реологических параметров резиновых деталей при циклическом деформировании / Потураев В.Н., Круш И.И., Дырда В.И., Науменко Н.Н. — Киев: Наук. думка, 1970. — 27 с.
5. К вопросу об определении параметров ядер при описании вязкоупругого поведения резин / Дырда В.И., Мазнецова А.В., Спивак И.Л., Твердохлеб Т.Е.; АН УССР ИГТМ. — Днепропетровск, 1985. — Деп. в ВИНТИ № 5359 — 85.
6. Мальцев Л.Е. Об аналитическом определении параметров ядра Ржаницына-Колгунова // Механика композитных материалов. — 1979. — № 1. — С. 161-163.
7. Синайский Е.С. Об одном способе обработки кривых экспериментальной реологии // Механика твердого тела. — 1967. — № 6. — С. 127-130.
8. Кобець А.С. Теоретичні передумови визначення параметрів еластичних робочих органів бурякозбиральних машин // Геотехнічна механіка. — Днепропетровск: Поліграфіст, 2001. — Вып. 28. — С. 89-95.
9. Кобець А.С., Кобець О.М., Науменко М.М. Деформування пружного стержня відцентровими силами // Геотехнічна механіка. — Днепропетровск: ЧП «Авантаж», 2003. — Вып. 45. — С. 52-56.

УДК 678.021:678.7

Гоголев А.А., Дзюра Е.А., Смирнов А.Г.,  
Закирова В.В.

## СВОЙСТВА БРЕККЕРНЫХ РЕЗИН ДЛЯ ГРУЗОВЫХ ШИН «Р» С НОВЫМИ ОТЕЧЕСТВЕННЫМИ ТИПАМИ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА

Проведено оцінку нових вітчизняних типів технічного вуглецю N220, N330, N339 у рецептурі бреккерних гум для гумування металокорду вантажних шин «Р». Показана можливість застосування в рецептурі бреккерних гум шин «Р» технічного вуглецю марок «300».

### PROPERTIES OF BREAKER RUBBERS FOR TRUCK TYRES «R» WITH NEW DOMESTIC TYPES OF CARBON BLACK

Estimation of new domestic types of carbon black N220, N230, N339 in the breaker rubbers formulation for rubberizing of steel cord for truck tyres «R» is carried out. The possibility of application of carbon black marks «300» in breaker rubbers formulation is shown.

Одним из путей повышения активности модифицирующих систем в бреккерных резинах является применение в их рецептуре новых перспективных материалов, в том числе и усиливающих наполнителей.

В настоящее время в резинах бреккера грузовых и легковых шин применяется технический углерод П234, в то же время в последние годы отечественная промышленность освоила широкий ассортимент новых типов технического углерода марок N разработанных в соответствии с классификацией ASTM. Кроме того, известно, что передовые зарубежные фирмы, как правило, применяют в резинах бреккерного типа технический углерод марок «300».

В данной работе представлены результаты исследований по влиянию ТУ П234 и новых отечественных типов техуглерода — N220, N330, N339 в сравнении с техуглеродом П234 на свойства бреккерных резин для обрезинки металокорда грузовых шин «Р».

Влияние технического углерода на эффективность модифицирующей системы — олигоэфирэпоксид (ОЭЭ) + РУ изучали [1] в резинах на основе полиизопренового каучука СКИ-3. Смеси изготавливались по типовой рецептуре для обкладки бреккера.

Наполненные резиновые смеси готовили в лабораторном резиносмесителе (объем рабочей камеры 2 л, скорость вращения роторов 40 об./мин — I стадия и 30 об./мин — II стадии).

ОЭЭ вводили в начале цикла смешения на каучук. Температура выгрузки смеси составила  $145 \pm 5$  °С, продолжительность смешения — 5 мин. Модификатор и вулканизирующие агенты вводили на второй стадии смешения, температура выгрузки —  $105 \pm 5$  °С, продолжительностью цикла — 2 мин.

Вулканизация смесей осуществлялась в прессе при давлении 10 МПа при температуре  $155 \pm 2$  °С. Оценивали прочность связи резин с латунированным металлокордом марки 29Л18/15, содержание меди в латунном покрытии ( $67 \pm 3$  %).

В работе использованы стандартизованные методы испытания резиновых смесей и вулканизатов.

Изучение коррозионной стойкости резино-металлокордных образцов производили по разработанным в НИИШПЕ методикам — после теплового старения (100 °С, 72 ч); после старения в 5 %-ном растворе хлорида натрия (90 °С, 24 ч); после паровоздушного старения (90 °С, 96 ч).

Модифицирующее влияние ОЭЭ проявляется в воздействии на адсорбционные процессы протекающие между наполнителем и эластомером. Степень воздействия зависит от активности и структурности техуглерода. Зависимость адгезионных свойств брекерных резин на основе СКИ-3, наполненных разными типами техуглерода модифицированных системой 2 масс.ч. РУ + 2 масс.ч. ОЭЭ представлена на рис. 1

Применение полуактивного техуглерода П324 взамен ТУ П234 в брекерных резинах модифицированных системой РУ: ОЭЭ обеспечивает равноценные адгезионные свойства как при нормальных условиях так и после всех видов старения. Указанные резины не уступают по основным физико-механическим показателям резинам, содержащим техуглерод П234 (табл. 1).

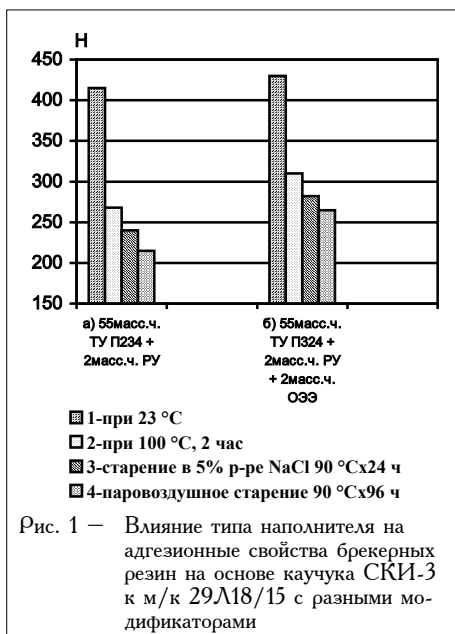


Рис. 1 — Влияние типа наполнителя на адгезионные свойства брекерных резин на основе каучука СКИ-3 к м/к 29Л18/15 с разными модификаторами

Таблица 1 – Физико-механические показатели брекерных смесей с различными марками тех-углерода на основе 100 масс.ч. СКИ-3

Наименование показателя	2 масс.ч. РУ	2 масс.ч. РУ + 2 масс.ч. ОЭЭ
	55 масс.ч. П234	55 масс.ч. П324
Свойства резиновых смесей: Вязкость по Муни при 100 °С, усл.ед.	83	87
Сопrotивление подвулканизации при 130 °С, мин. min вязк. T <sub>5</sub>	68 10	70 13
Кинетика вулканизации на реомере ф. Монсанто 190 °С×6 мин: τ <sub>s</sub> , сек. M <sub>min</sub> , дН·м τ <sub>50</sub> , с τ <sub>90</sub> , с M <sub>max</sub> , дН/м	40 14,2 79 110 58,1	54 15,1 90 111 54,0
Свойства вулканизатов 153 °С×15 мин: Условное напряжение при удлинении 300 %, МПа	16,5	14,2
Условная прочность при растяжении, МПа при 23 °С при 100 °С после 120 °С×12 ч, МПа/К	23,2 13,2 11,3/0,48	21,8 12,4 11,3/0,52
Относительное удлинение, % при 23 °С	440	470
Сопrotивление раздиру, кН/м при 23 °С	128	116
Твердость по ТМ-2, усл.ед.	79	80
Эластичность по отскоку, % 23 °С 100 °С	29 42	29 43
Теплообразование по Де-Маттия, при 16 % сжатия, Δ, °С	53	49
Усталостная выносливость при многократном растяжении, E = 150 %, тыс. циклов при 23 °С	10,6	8,7

Литературные данные и результаты полученные авторами ранее [2-5] подтверждают интенсификацию межфазного взаимодействия эластомер-наполнитель и образование дополнительных связей разной энергии при модификации ОЭЭ, что позволяет рекомендовать применение менее активной марки техуглерода П324 вместо П234 в резинах, предназначенных для обкладки металлокорда.

Необходимо также отметить экономическую эффективность замены техуглерода П234 на П324 в разрабатываемой смеси с сохранением всех положительных качеств от модификации системами на основе олигоэфирэпоксидов.

Резиновые смеси с применением полуактивного ТУ П324, выпускаемого на СЗГУ по традиционной технологии, имеет недостаток, меньшую степень и скорость вулканизации по сравнению с резинами в которых применяется ТУ П234.

Поэтому создание новой улучшенной марки ТУ N339, выпускаемой КЗТУ, получаемого по новой технологии и характеризуется высо-

кою структурностью явилось предпосылкой к поиску путей улучшения упруго прочностных резин при применении ТУ N339, вместо ТУ П324.

Проведены лабораторные испытания новых марок техуглеродов N330, N339, в рецептуре резиновой смеси для обрезаки металлокордного брекера в сравнении с ТУ N220 и ТУ П324.

Результаты сравнительного исследования влияния разных марок ТУ на физико-механические и пласто-эластические показатели брекерных резиновых смесей представлены в табл. 2.

Из представленных данных, видно, что смеси с ТУ N 339 характеризуются одинаковой вязкостью и уступают по устойчивости к подвулканизации смесям с ТУ N220. Вулканизационные характеристики резин, полученные на реометре 100S ф. «Монсанто» при 153 °С 30 мин. (табл. 2) показывают, что резины с ТУ N339 имеют большую степень вулканизации и скорость вулканизации, что важно для брекерных резин.

Вулканизаты с применением техуглеродов марок 300: П324, N330, N339 имеют теплообразование ниже чем резины с ТУ N220 в среднем на 2-5 °С.

Таблица 2 – Физико-механические показатели металлобрекерных смесей на основе 100 масс.ч. СКИ-3 + 2 масс.ч РУ + 1 масс.ч. БР с различными марками техуглерода

Показатель	58 м.ч. N220	58 м.ч. П324	58 м.ч. N330	58 м.ч. N339
Свойства смесей: Вязкость по Муни при 100 °С, усл. ед.	70	68	68	70
Стойкость к подвулканизации по Муни при 130 °С				
мин.вязк., ед	63	58	58	62
T <sub>5</sub> , мин	15,0	14,0	15,5	14,0
Кинетика вулканизации на реометре ф. «Монсанто» при 153 °С, 30 мин.				
T <sub>s</sub>	5'16"	5'36"	5'19"	5'23"
M <sub>мин</sub> , дН·м	8,4	7,7	7,6	8,2
T <sub>50</sub>	8'40"	9'10"	8'15"	8'42"
T <sub>90</sub>	13'34"	13'38"	13'00"	13'10"
M <sub>макс</sub> , дН·м	44,8	44,4	43,9	43,9
V, % в мин.	12,0	12,45	13,02	13,0
Свойства вулканизатов 153°С, 15'				
Условное напряжение при удлинении 300 %, МПа	13,6	14,0	12,4	13,4
Условная прочность при растяжении, МПа				
при 23 °С	26,3	23,6	23,4	24,2
при 100 °С/К	15,6/0,59	14,5/0,61	13,6/0,58	14,2/0,59
после стар. 120 °С, 12 ч/К	13,3/0,51	11,6/0,49	11,2/0,48	12,9/0,53
Относительное удлинение, %				
при 23 °С	515	450	465	500
после стар. 120 °С, 12 ч/К	205/0,40	170/0,39	170/0,37	205/0,41
Сопrotивление раздиру, кН/м				
при 23 °С	129	122	122	124
после стар. 120 °С, 12 ч/К	65/0,50	40/0,33	44/0,36	51/0,40

Показатель	58 м.ч. N220	58 м.ч. П324	58 м.ч. N330	58 м.ч. N339
Твердость по ТМ-2, усл.ед.	76	74	74	76
Эластичность по отскоку, %, при 23 °С	29	33	34	29
после стар. 120 °С, 12 ч	42	47	40	43
Теплообразование по Де-Маттия, при 16 % сжатия, Δ, °С	53	48	50	49
Усталостная выносливость при многократном растяжении, E = 150 %, тыс. циклов при 23 °С	10,6	6,2	8,5	8,7
Прочность связи по Н-методу, Н 9Л15/27	514	480	492	488
при 23 °С				
100 °С×2 ч/К	443/0,86	382/0,80	405/0,81	403/0,83
старение 120 °С×12 ч/К	484/0,94	404/0,84	423/0,86	417/0,86
Солевое стар. 90 °С×24 ч/К	364/0,71	293/0,61	339/0,69	365/0,75
Паровоздушное стар. 90 °С×96 ч/К	250/0,49	230/0,48	236/0,48	239/0,49
28Л22/15				
при 23 °С	783	790	772	795
100 °С×2 ч/К	623/0,80	623/0,79	580/0,75	641/0,84
старение 120 °С×12 ч/К	513/0,66	443/0,56	477/0,62	427/0,54
Солевое стар. 90 °С×24 ч/К	515/0,66	477/0,60	462/0,60	489/0,62
Паровоздушное стар. 90 °С×96 ч/К	311/0,40	307/0,39	293/0,38	319/0,40

На основании проведенного исследования установлено следующее.

1. Применение полуактивного ТУ П324 вместо ТУ П234 в брекерных резинах, модифицированных системой РУ: ОЭЭ обеспечивает равноценные адгезионные свойства, как при нормальных условиях так и после всех видов старения с сохранением упруго-прочностных показателей резин, содержащих ТУ П234.

2. Дозировка полуактивного техуглерода 55 масс.ч. ТУ П324 вместо 55 масс.ч. ТУ П234, в связи с большей интенсифицирующей способностью ОЭЭ межфазного взаимодействия эластомер- наполнитель и улучшением диспергирования техуглерода в его присутствии может быть увеличена до 58 масс.ч.

3. Полученные данные показывают, что ТУ N339 по комплексу характеристик наиболее близок к активным маркам ТУ и может их эффективно заменить в брекерных резинах.

4. Для брекерных резин шин «Р» авторами рекомендуется замена ТУ П234, N220 на ТУ N339 с получением экономической эффективности в разработанной смеси с сохранением всех положительных качеств от модифицирующей системы на основе ОЭЭ, так и серийно применяемой системы модификаторов: РУ+БР.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исследование особенностей модифицирующей системы для крепления брекерных резин к латунированному металлокорду / Гоголев А.А., Смирнов А.Г., Дзюра Е.А., Науменко А.П., Закирова В.В. //

- Геотехническая механика. — Днепропетровск: ЧП «Авантаж», 2003. — Вып. 45. — С. 131-139.
2. Гоголев А.А., Левит Г.М., Шварц А.Г. // Каучук и резина. — 1989. — № 4. — С. 26-28.
  3. Гоголев А.А., Левит Г.М., Шварц А.Г. // Каучук и резина. — 1989. — № 10. — С. 26-30.
  4. Гоголев А.А., Левит Г.М., Соколов В.Д., Шварц А.Г. // Каучук и резина. — 1994. — № 2. — С. 32-36.
  5. Свойства резиновых смесей и резин. Оценка регулирование, стабилизация. Научное издание / Овчаров В.И., Бурмистр М.В., Тютин В.А., Вербас В.В., Смирнов А.Г., Науменко А.П.; Под общей редакцией В.И. Овчарова. — М: Изд. Дом «САНТ-ТМ». — 2001. — 400 с.

УДК 678.065.004.12

Пачев В.П., Растеряев Ю.К., Агальцов Г.Н.

## РЕЗИНА КАК КОНСТРУКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ СОВРЕМЕННЫХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН

В статье рассматриваются характеристики основных резин, применяемых при конструировании пневматических шин.

### GUM AS A STRUCTURAL MATERIAL OF MODERN PNEUMATIC BUSES

In a paper the performances of the main gums used at constructing of pneumatic buses are considered.

**Предварительные замечания.** Поскольку пневматическая шина — оболочка вращения с двойкой кривизной, конструкция стенок которой в общем случае состоит из разных изотропных резиновых и различных анизотропных резинокордных слоев, то это делает предельно тяжелым решение задачи расчета ее напряженно-деформированного состояния (НДС), а, значит, и задачи проектирования шины с наилучшим (оптимальным) балансом свойств.

Основные трудности, возникающие при исследовании НДС пневматической шины, заключены, с одной стороны, в проблеме измерения упругих свойств материалов, применяемых в ней, главным образом текстильных и металлических кордов — в силу их анизотропности, а также резин — вследствие их нелинейности. С другой стороны, трудности обусловлены проблемой получения удобных и достаточно точных математических выражений для описания упругих характеристик и законов деформирования слоистых (составных) резинокордных (композитных) стенок шины. Трудности исследования НДС пневматической шины вызываются также ее торообразной формой, поскольку задача сводится к решению дифференциальных уравнений в частных производных с переменными коэффициентами. Наконец, трудности такого исследования обусловлены наличием предварительного напряжения элементов стенок шины и ее бортов от внутреннего давления воздуха, значительными изменениями формы шины и усилий в ее элементах при воздействии на шину локальных внешних нагрузок.

Из-за указанных выше трудностей в течение многих десятилетий разработка пневматических шин осуществлялась методом Томаса Алва Эдисона, когда материалы для кордов и резин подбирались при помощи экспериментов, а конструктивные параметры шины определялись боль-