

низации, образуя малеамидные и малеимидные поперечные связи между молекулами каучука, из которого состоит резиновая крошка.

Все это в совокупности приводит к улучшению технологических и физико-механических свойств композиций.

### Литература

1. Крутько Э.Т. Новый модификатор полифункционального действия для каучуков общего назначения / Э.Т. Крутько, Е.И. Щербина, Р.М. Долинская, С.А. Гугович // Труды БГТУ. Серия IV: Химия и технология органических веществ. – Минск. – 2006. – Выпуск XIV. – С. 67–70.

## **АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ КРЕМНЕКИСЛОТНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ШИН**

А.В. Касперович, В.В. Боброва, Р.М. Долинская

УО «Белорусский государственный технологический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

Modern passenger tires must have low rolling resistance, which reduces fuel consumption, have good grip on wet and dry roads, which ensures traffic safety, low abrasion, which ensures tire durability. The development of modern tires with the desired properties is, in particular, along the path of joint use of technical carbon and colloidal silicon dioxide in rubber compounds. Despite the success in using the traditional reinforcing filler - carbon black, only when filling tread rubbers with silica filler (SF) can it be possible to reduce rolling resistance, improve grip on wet roads while maintaining the level of wear resistance.

Современные легковые шины должны обладать низким сопротивлением качению, что снижает расход топлива, иметь хорошее сцепление с мокрой и сухой дорогой, что обеспечивает безопасность движения, низкую истираемость, обеспечивающую долговечность покрышек. Развитие современных шин с желаемыми свойствами идет, в частности, по пути совместного использования в резиновых смесях технического углерода и коллоидного диоксида кремния. Несмотря на успехи в использовании традиционного усиливающего наполнителя – технического углерода, только при наполнении протекторных резин кремнекислотным наполнителем (ККН) удастся понизить сопротивление качению, улуч-

шить сцепление с мокрой дорогой при сохранении уровня износостойкости [1].

Более 30 лет назад кремнекислотный наполнитель был введен в карьерные шины для повышения стойкости к порезам [2]. В последние годы, увеличение спроса на шины с низкой энерго- и трудоемкостью и с низким сопротивлением качению привело к все более широкому использованию диоксида кремния в резиновой смеси [3].

В промышленности белые сажи, применяют в качестве основного усиливающего наполнителя при производстве светлых и цветных резин, а также для повышения адгезии резин к металлу и синтетическим тканям (5 – 15 масс.ч. на 100 масс. ч. каучука). В резинах на основе полярных хлоропреновых, бутадиен-нитрильных и фторкаучуков белая сажа по усиливающим свойствам равноценна техуглероду, превосходит его по влиянию на маслостойкость и теплостойкость и придает высокое сопротивление скольжению. В шинной промышленности осажденные кремнекислотные наполнители без промотирующего силанового агента используются в достаточно широком ассортименте шин в дозировке 15 – 20 масс.ч. на 100 масс. ч. каучука.

Наиболее важной областью использования белых саж являются каркасные и брекерные резины, в которых за счет их введения достигается повышение и стабилизация уровня адгезионных характеристик, особенно с металлокордом. В резинах для боковин введение белых саж позволяет повысить уровень динамической выносливости, сопротивление механическим повреждениям и прочность связи с каркасом.

В резинах для протектора зимних легковых шин белые сажи способствуют сохранению при низких температурах высокой эластичности, сцепления с мокрой и обледенелой дорогой и низким потерям на качение. Однако, технический углерод считается более эффективным армирующим наполнителем для протекторных резин шин, чем диоксид кремния, если он используется без связующего агента [4].

Обычно в смесях с кремнекислотными наполнителями используют бутадиен-стирольные каучуки растворной полимеризации (ДССК), которые в силу способа получения отличаются высокой чистотой, практически не содержат в своем составе некаучуковых компонентов, в то время как бутадиен-стирольные каучуки эмульсионной полимеризации (СКМС) содержат до 7 % примесей органических кислот (остатки эмульгаторов) и до 2 % золы.

Различия свойств эмульсионных и растворных каучуков обычно связывают с особенностями их микроструктуры. Наличие примесей

эмульгаторов в виде жирных или смоляных кислот, которые остаются при выделении эмульсионного каучука, и их отсутствие в растворном изначально должны определять различия в свойствах эластомерных композиций на основе каучуков СКМС и ДССК соответственно [5].

Вулканизаты, содержащие высокодисперсный оксид кремния, по сравнению с вулканизатами с техническим углеродом имеют меньшие напряжения при удлинении и более высокую твердость, эластичность и относительное удлинение. Они обладают высокими диэлектрическими показателями.

На поверхности частиц коллоидной кремнекислоты содержатся полярные группы, которые эффективно адсорбируют ускорители вулканизации. Вследствие этого необходимо вводить в резиновые смеси количество ускорителей на 30 – 50 % больше, чем в смеси с техническим углеродом. Для уменьшения количества ускорителей вулканизации и вулканизирующих агентов в смесях, содержащих коллоидную кремнекислоту, применяют некоторые активаторы – амины и гликоли. При введении активаторов (1,5 – 4,0 мас. ч.) уменьшается вязкость резиновых смесей и ускоряется вулканизация. В качестве активаторов высокую эффективность проявляют ди- и триэтанолламины, дибутил- и циклогексилламин, глицерин, этиленгликоль и др. Эффективность действия активаторов зависит от природы полимера и вида коллоидной кремнекислоты.

Производители ККН не прекращают совершенствование своей продукции для более полного удовлетворения требований потребителей.

Данная работа проводилась в рамках выполнения комплексного задания «Разработка научных основ получения и методов исследования эластомерных композиций различного назначения с улучшенным комплексом свойств» Государственной программы научных исследований «Материаловедение, новые материалы и технологии» подпрограмма «Многофункциональные и композиционные материалы».

#### Литература

1. Дементьев С. А. Разработка протекторных резин с использованием отечественных кремнеземного наполнителя Росил 175 и бифункционального силана К–69: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.17.06 / С. А. Дементьев; Казан. гос. техн. ун-т. – Казань, 2008. – 20 с.
2. Williams, R. The new black /R. Williams // Tire technology international. –2010. – №12. – P. 12–16.

3. The influence of non-rubber constituents on performance of silica reinforced natural rubber compounds / S.S. Sarkawi [et al.] // European Polymer Journal. – 2013. – № 49. – P. 3199–3209.
4. Silica reinforced tyre rubbers / Annemieke ten Brinke: Ph. D. Thesis University of Twente. – The Netherlands, 2002. – P. 150.
5. Ситникова, Д. В. Влияние технологических добавок на свойства резин на основе растворного и эмульсионного бутадиен-стирольных каучуков в смесях с высокодисперсным кремнекислотным наполнителем / Д. В. Ситникова, А. М. Буканов и др. // Каучук и резина. – 2013. – № 2. – С. 14–15.

### **ВЛИЯНИЕ МАЛЫХ ДОБАВОК ПАВ НА АДГЕЗИОННЫЕ СВОЙСТВА КЛЕЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНЫХ КАУЧУКОВ**

М.Д. Козорез, С.В. Котова, Л.Р. Люсова, Б.В. Покидько  
РТУ МИРЭА ИТХТ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

In this work, adhesive compositions based on nitrile rubber were studied. Microadditives of surfactants ALM-2, Neonol AF 9-4, Brij-L4 and Laureth-7 were used as a modifying additive. The values of the contact angle of wetting, the surface energy at the liquid-gas interface and the work of adhesion for each sample are obtained. Conclusions are drawn about the modifying ability of surfactants.

В настоящий момент клеи и герметики чрезвычайно востребованы в различных отраслях промышленности и быту. Ввиду отсутствия отечественного хлоропренового каучука (ПХП), который является одним из основных компонентов эластомерных адгезионных композиций, актуальны работы по разработке клеев с теми же эксплуатационными характеристиками, но на основе отечественных каучуков, например, бутадиен-нитрильного, обладающего хорошими адгезионными свойствами. Но использование бутадиен-нитрильного каучука (БНК) в качестве основы клеевых композиций не обеспечивает достаточной прочности клеевого шва, что существенно сужает области его применения. До настоящего времени актуальной остается проблема улучшения адгезионно-когезионных свойств клеев на основе БНК. Одним из способов регулирования адгезионных свойств клеевых композиций, является введение малых добавок поверхностно-активных веществ (ПАВ).