



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2019-3-99-101>  
УДК 669.

Поступила 07.08.2019  
Received 07.08.2019

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СТАРЕНИЯ НА АДГЕЗИОННЫЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОКОРДА. СОЛЕВОЕ СТАРЕНИЕ

О. Н. ХРОЛ, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, Гомельская обл., Беларусь, ул. Промышленная, 37. E-mail: [fmi.czl@bmz.gomel.by](mailto:fmi.czl@bmz.gomel.by)

*Развитие мирового автомобильного промышленного производства направлено на создание новых как по конструкции, так и по свойствам шин, способных работать в режиме высоких динамических нагрузок при различных условиях эксплуатации.*

*В статье рассмотрена наиболее вероятная причина старения автомобильных шин. Описан один из методов лабораторных испытаний для ускоренного старения системы резина-металлокорд. Проанализирована зависимость влияния конструкции металлокорда на адгезионные характеристики обрешиненного металлокорда и стойкость его к старению.*

**Ключевые слова.** Металлокорд, открытый металлокорд, адгезионная прочность, адгезия, адгезионные испытания, компаунд, резина, резинокордный блок, вулканизация, солевое старение, коррозия, коррозионная стойкость.

**Для цитирования.** Хрол, О. Н. Влияние различных видов старения на адгезионные свойства металлокорда. Солевое старение / О. Н. Хрол // Литье и металлургия. 2019. № 3. С. 99–101. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2019-3-99-101>.

## THE EFFECT OF DIFFERENT TYPES OF AGEING ON ADHESIVE PROPERTIES OF STEEL CORD. SALT AGING

О. N. KHROL, OJSC «BSW – Management Company of Holding «BMC», Zhlobin City, Gomel Region, Belarus, 37, Promyshlennaya str. E-mail: [fmi.czl@bmz.gomel.by](mailto:fmi.czl@bmz.gomel.by)

*The development of the world automotive industry is aimed at creating new, both in design and properties of tires that can operate in high dynamic loads under different operating conditions.*

*The most probable cause of aging of automobile tires is considered in the article; one of methods of laboratory tests for the accelerated aging of system rubber-metal cord is described. The dependence of the influence of the metal cord design on the adhesion characteristics of the rubberized metal cord and its resistance to aging is also analyzed.*

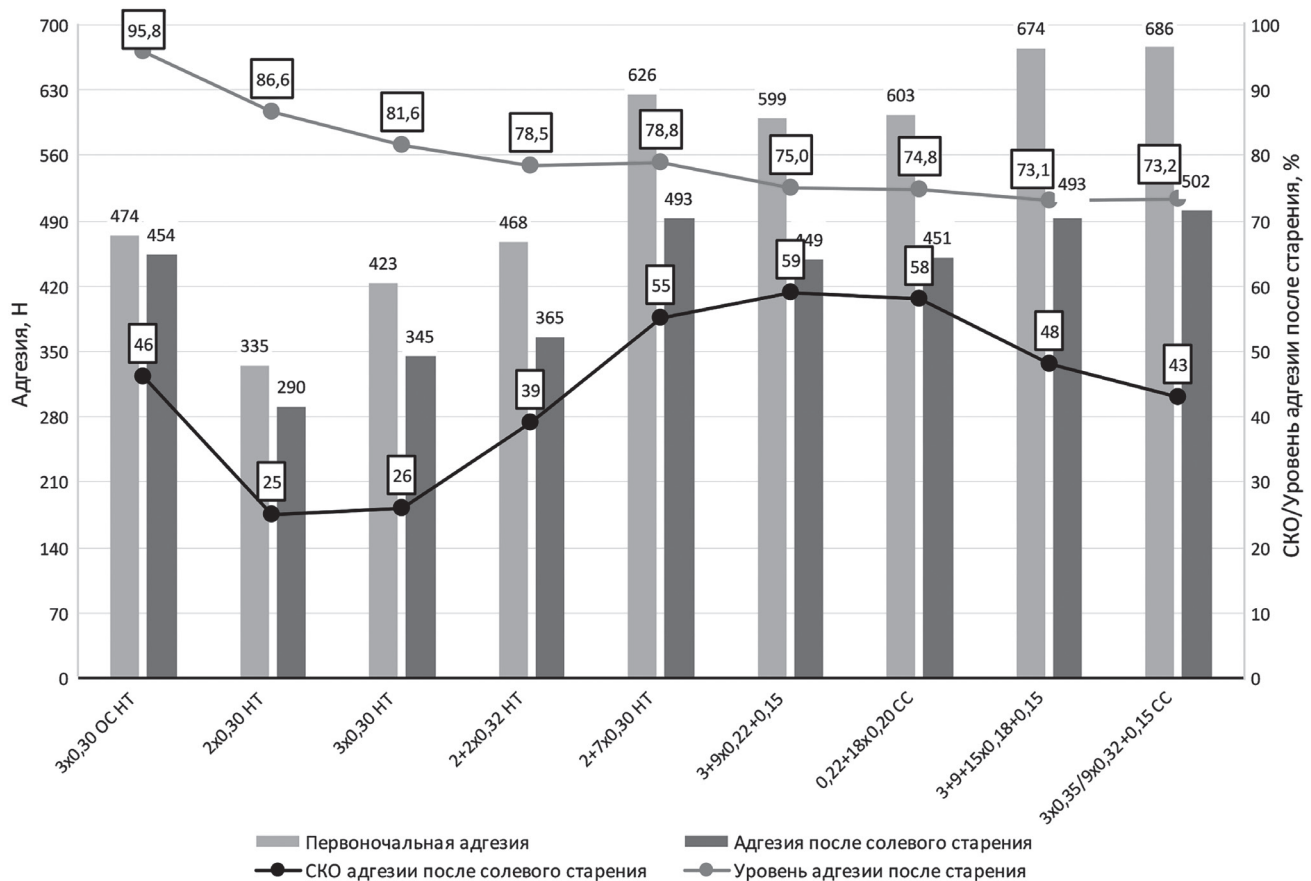
**Keywords.** Steel cord, open steel cord, adhesion strength, adhesion, adhesion tests, the compound, rubber, rubber-cord unit, vulcanization, salt aging, corrosion, corrosion resistance.

**For citation.** Khrol O. N. The effect of different types of ageing on adhesive properties of steel cord. Salt aging. Foundry production and metallurgy, 2019, no. 3, pp. 99–101. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2019-3-99-101>.

Одним из факторов, влияющих на эксплуатационные характеристики шины, является прочность сцепления резины и армирующего элемента – латунированного металлокорда.

При производстве металлокордных автомобильных шин основным способом, при котором происходит сцепление резины с металлокордом, является вулканизация. Этот способ обеспечивает высокую прочность сцепления, стойкость к ударам и вибрациям. Прочность сцепления резины с латунированным металлокордом в значительной степени зависит от состава латуни и резиновой смеси. При вулканизации происходит взаимодействие серосодержащих компонентов резины и серы с поверхностью латунированного металлокорда с образованием сульфидного слоя.

При хранении и эксплуатации автомобильных шин происходит неизбежный процесс старения, приводящий к ухудшению их свойств. Наиболее значимыми факторами, влияющими на адгезию металлокорда к резине в готовой шине, являются тепло и влага. Влага проникает в резину разными способами: диффузионно через резину извне и изнутри шины, а также капиллярно через порезы и микротрещины. Влага вместе с растворенными в ней агрессивными веществами при доступе кислорода служит причи-



Средние величины адгезионной прочности металлокорда до и после солевого старения, СКО и уровень адгезии при солевом старении по отношению к первоначальному для разных конструкций металлокорда

ной возникновения коррозии на поверхности металлокорда; образуется рыхлый оксидный слой, снижающий величину адгезионной прочности.

Для того чтобы оценить эффективность сцепления системы резина-металлокорд, стойкость ее к старению, используют разные типы ускоренных методов лабораторных испытаний для моделирования процессов, происходящих при старении: старение в условиях повышенной влажности, тепловое, паровое, солевое старение.

Рассмотрим солевое старение.

Солевое старение позволяет имитировать эксплуатацию автомобильных шин в зимнее время года.

Чтобы исключить многочисленные факторы, оказывающие влияние на величину адгезионной прочности, испытания проводили при определенных условиях:

- в испытаниях участвовали образцы металлокорда разных конструкций производства ОАО «БМЗ», наработанных по сходной технологии;
- использовали единый метод испытания – международный стандарт ASTM D2229 (ширина блока составляет 12,5 мм);
- применяемый компаунд – эталонная резина марки 2Э-1155 на основе натурального каучука без специальных добавок, улучшающих адгезию.

После завершения процесса вулканизации выдержка резинокордных блоков при комнатной температуре составила 16 ч. Изготовленные резинокордные блоки разделили на две группы: для определения первоначальной адгезионной прочности и для определения адгезионной прочности после солевого старения.

Солевое старение осуществляли кипячением блоков в 5%-ном растворе хлорида натрия в течение 6 ч. Блоки полностью были погружены в раствор, уровень которого поддерживали путем периодического добавления воды температурой 100 °С. Затем блоки извлекали из раствора, выдерживали 2 ч при комнатной температуре и проводили адгезионные испытания.

Результаты проведенных адгезионных испытаний приведены в таблице и на рисунке.

**Адгезионная прочность металлокорда различных конструкций до и после солевого старения**

Конструкция металлокорда	Первоначальная адгезия, Н				Адгезия после солевого старения, Н				Уровень адгезии после солевого старения к первоначальной адгезии, %
	среднее ( $n = 30$ )	минимум	максимум	СКО	среднее ( $n = 30$ )	минимум	максимум	СКО	
3x0,30 ОС НТ	474	420	528	30	454	369	519	46	95,8
2x0,30 НТ	335	292	409	24	290	230	352	25	86,6
3x0,30 НТ	423	357	503	28	345	302	392	26	81,6
2+2x0,32 НТ	468	409	511	38	365	312	413	39	78,5
2+7x0,30 НТ	626	494	773	47	493	388	638	55	78,8
3+9x0,22+0,15	599	436	760	54	449	353	602	59	75,0
0,22+18x0,20 СС	603	436	760	57	451	353	602	58	74,8
3+9+15x0,18+0,15	674	580	763	53	493	462	522	48	73,1
3x0,35/9x0,32+0,15 СС	686	586	844	62	502	467	574	43	73,2

Из полученных результатов видно, что потеря адгезии после солевого старения у открытых конструкций типа 2xd, 3xd, 2+2xd, 2+7xd значительно ниже, чем для других конструкций, имеющих многослойную закрытую структуру, и колеблется от 4 до 20%, тогда как у закрытых конструкций она составляет от 25% и более.

Разброс значений прочности связи с резиной закрытых конструкций металлокорда почти в 1,5 раза выше, чем для открытых конструкций, как в случае начальной адгезии, так и в случае адгезии после старения.

Конструкция металлокорда определяет площадь контакта металла с резиной. Открытые конструкции металлокорда обеспечивают затекание резины внутрь конструкции; резина полностью покрывает поверхность каждой нити металлокорда, затрудняя к ним доступ влаги и других агрессивных веществ. Этим объясняется большая коррозионная стойкость системы резина-металлокорд, а значит, и стойкость ее к старению.

**Выводы**

Открытые конструкции металлокорда способствуют полному проникновению резины внутрь структуры металлокорда и обеспечивают более стабильную адгезию и стойкость к старению.

Конструктивная характеристика металлокорда является немаловажным фактором для увеличения надежности и работоспособности автомобильных шин.