



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2020-2-36-41>
УДК 669

Поступила 20.04.2020
Received 20.04.2020

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА КОМПАУНДОВ НА АДГЕЗИОННЫЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОКОРДА

О. Н. ХРОЛ, ОАО «БМЗ—управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, Гомельская обл., Беларусь, ул. Промышленная, 37. E-mail: fmi.czl@bmz.gomel.by, тел. + 375-2334-54341

Адгезионная прочность металлокорда, т.е. прочность сцепления его с компаундом, является одним из наиболее важных показателей качества металлокорда. Повышение величины адгезионной прочности позволяет улучшить эксплуатационные характеристики готовых шин. Определение величины адгезионной прочности может осуществляться разными методами. Все методы основаны на извлечении (вытягивании) металлокорда из блока вулканизированной резины и фиксации требуемой для этого нагрузки. Каждый метод имеет свои особенности, которые оказывают влияние на величину адгезионной прочности. Поэтому при проведении сравнительных испытаний необходимо применять какой-либо один выбранный метод. Изучение факторов, влияющих на величину адгезионной прочности, необходимо для выявления причин, приводящих к ее изменению.

В статье проанализировано, как качество применяемого компаунда влияет на величину адгезионной прочности. Рассмотрены и проведены испытания с применением компаундов, имеющих различные дефекты. Определены вероятные факторы, приводящие к отклонениям показателей адгезионной прочности.

Ключевые слова. Адгезионная прочность, адгезия, металлокорд, компаунд, резиновая смесь, остаточное обрезаживание металлокорда, включения серы, серосодержащие компоненты, пористая структура.

Для цитирования. Хрол, О. Н. Влияние качества компаундов на адгезионные свойства металлокорда / О. Н. Хрол // Литье и металлургия. 2020. № 2. С. 36–41. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2020-2-36-41>.

INFLUENCE OF THE QUALITY OF COMPOUNDS ON THE ADHESION PROPERTIES OF METAL CORD

O. N. KHROL, OJSC «BSW – Management Company of the Holding «BMC», 37, Promyshlennaya Str., Zhlobin, Gomel region, Belarus. E-mail: fmi.czl@bmz.gomel.by, tel. + 375–2334–54341

The adhesive strength of the metal cord, i.e. the strength of its adhesion to the compound, is one of the most important indicators of the quality of the metal cord. Increasing the amount of adhesive strength allow to improve the performance of finished tires.

Determination of the adhesive strength value can be performed by different methods. All methods are based on extracting (pulling) metal cord from a block of vulcanized rubber and fixing the required load. Each method has its own characteristics that affect the amount of adhesive strength. Therefore, when conducting comparative tests, it is necessary to use one of the selected methods.

The study of factors that affect the amount of adhesive strength is necessary to identify the causes that lead to its change.

The article analyzes how the quality of the used compound affects the adhesive strength. Tests with the use of compounds with various defects were considered and carried out; probable factors leading to deviations in the adhesion strength indicators were determined.

Keywords. Adhesion strength, adhesion, metal cord, compound, rubber mix, residual rubberization of metal cord, sulfur inclusions, sulfur-containing components, porous structure.

For citation. Khrol O. N. Influence of the quality of compounds on the adhesion properties of metal cord. Foundry production and metallurgy, 2020, no. 2, pp. 36–41. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2020-2-36-41>.

Величина адгезионной прочности зависит от реакционных способностей как металлокорда, так и компаунда.

Рассмотрим, какое влияние оказывает качество используемого компаунда.

Резиновая смесь (компаунд) – многокомпонентная система, включающая в себя каучук и ингредиенты, каждый из которых выполняет определенные функции [1].

Основными факторами, ухудшающими качество резиновой смеси на стадии ее изготовления, являются применение исходных материалов низкого качества; неточная развеска материалов; нарушение технологического процесса [1].

Отклонения при производстве резиновых смесей приводят к появлению у компаундов таких дефектов, как заниженные показатели прочностных и пластических характеристик; наличие пор, пузырей, механических примесей и включений [1].

За время работы с компаундами разных производителей в лаборатории физико-механических испытаний производства металлокорда № 2 центральной заводской лаборатории были выявлены следующие дефекты компаундов:

- включения серы на поверхности и внутри листа компаунда размерами от 5 до 40 мкм;
- пористая структура компаунда; размер пор колеблется от 3 до 8 мкм, а отдельные крупные поры имеют размеры от 50 до 100 мкм.

В каждом случае обнаружения какого-либо дефекта компаунда проводили сравнительные испытания на адгезионную прочность с использованием дефектного и качественного компаундов одного и того же производителя.

Рассмотрим, как влияет на величину адгезионной прочности наличие в компаунде включений серы. Компаунд с включениями серы показан на рис 1.

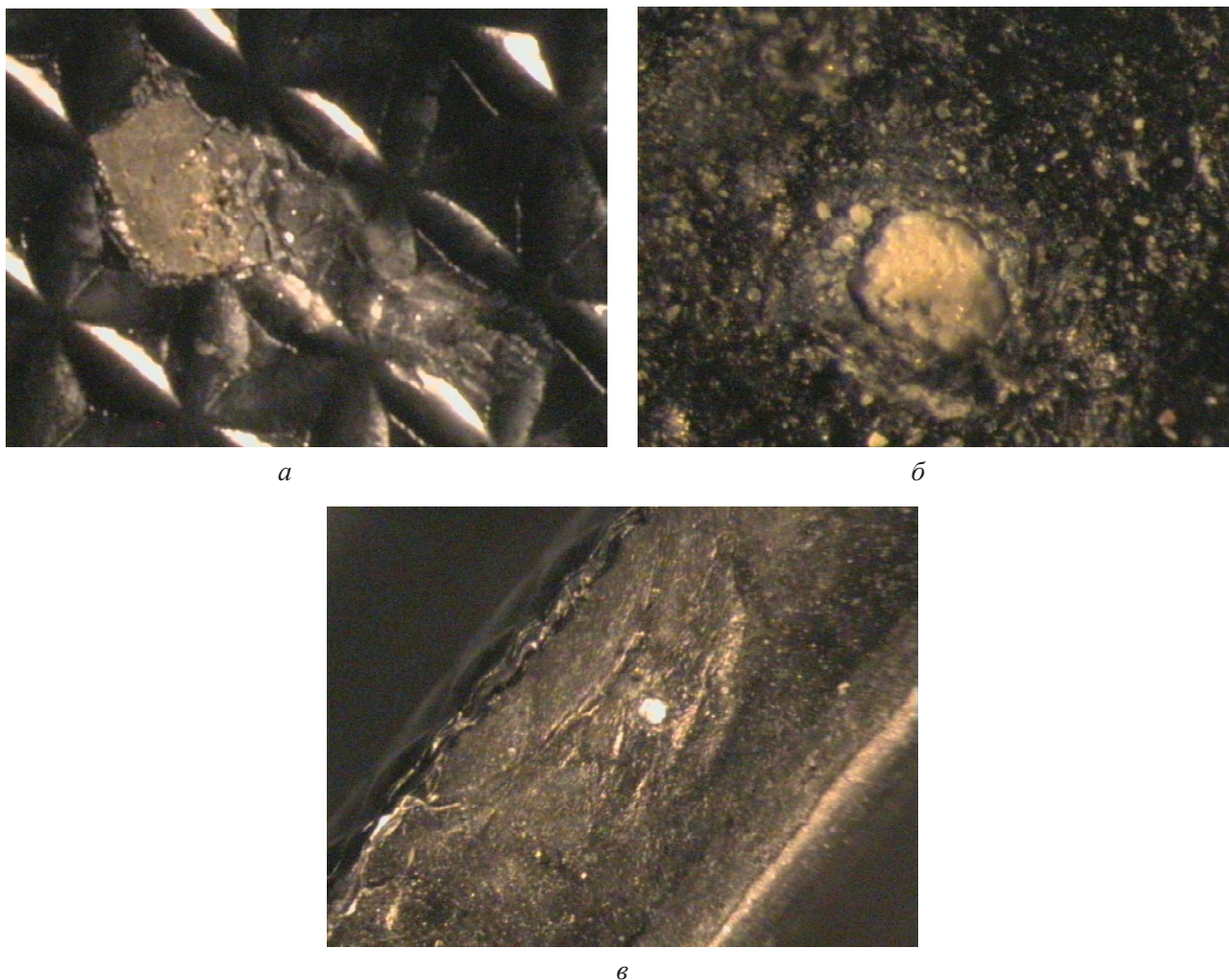


Рис. 1. Фотографии включений серы на поверхности (а, б) и внутри (в) компаунда

Вулканизирующая система должна обеспечивать заданные технические свойства резин и технологические свойства резиновых смесей.

Сера и серосодержащие компоненты являются важнейшими составляющими резиновой смеси. При вулканизации происходит взаимодействие серосодержащих компонентов резины и серы с поверхностью латунированного металлокорда с образованием сульфидного слоя, который и определяет величину адгезионной прочности.

Вулканизирующие системы, содержащие минимальное количество серы, называют эффективными системами, так как при их использовании возрастает эффективность расходования серы на образование поперечных связей. Растворимые системы обычно содержат серу в количестве, не превышающем предел ее растворимости в резиновой смеси [1].

При проведении испытаний был использован металлокорд конструкции 2+1x0,30НТ производства ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», метод запрессовки – международный стандарт ASTM D2229.

Результаты испытаний приведены в табл. 1 и на рис 2.

Таблица 1. Результаты испытаний по определению величины адгезионной прочности и остаточного обрезинивания металлокорда при использовании дефектного (с включениями серы) и качественного компаундов одного производителя

Металлокорд конструкции 2+1x0,30 НТ, метод ASTM D2229						
n = 15	требования спецификации		компаунд без отклонений		компаунд с включениями серы	
	адгезия, Н (не менее)	остаточное обрезинивание металлокорда, % (не менее)	адгезия, Н	остаточное обрезинивание металлокорда, %	адгезия, Н	остаточное обрезинивание металлокорда, %
Среднее	410	80	492	93	443	86
Минимум			442	90	344	70
Максимум			532	95	534	95
СКО			30,028	2,440	67,148	9,037

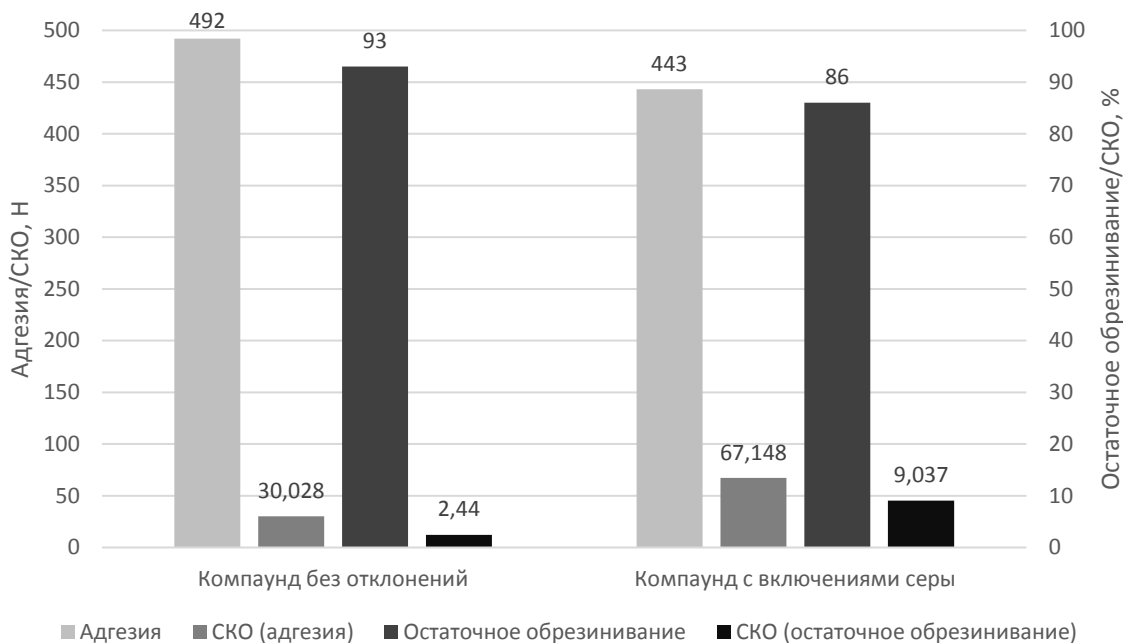


Рис. 2. Средние величины адгезионной прочности, остаточного обрезинивания металлокорда, СКО при использовании дефектного (с включениями серы) и качественного компаундов одного производителя

Из полученных результатов видно, что средняя величина адгезионной прочности, полученная при использовании качественного компаунда, выше на 49 Н (9,3%), чем при использовании компаунда с включениями серы: 492 Н против 443 Н соответственно. Причем при использовании компаунда

с включениями серы единичные значения (348, 344 Н) ниже требований спецификации. Такой разброс единичных значений влияет на значение среднеквадратического отклонения (СКО) (67,148 Н) по сравнению со значением СКО, полученным при использовании качественного компаунда (30,028 Н).

Также существует разница на 7% средних значений остаточного обрезаживания при использовании качественного компаунда (93%) и дефектного (86%), при этом СКО составило 2,44% против 9,037% соответственно.

Неравномерное распределение серы в компаунде, концентрация ее в отдельных местах в виде включений и обеднение ею остальной массы резиновой смеси привело к нарушению оптимального соотношения серы и других компонентов, входящих в состав резиновой смеси. Следствием этого явилось снижение уровня адгезионной прочности.

Рассмотрим случай использования резиновой смеси, имеющей пористую структуру с наличием крупных пор. Компаунд с пористой структурой показан на рис. 3.

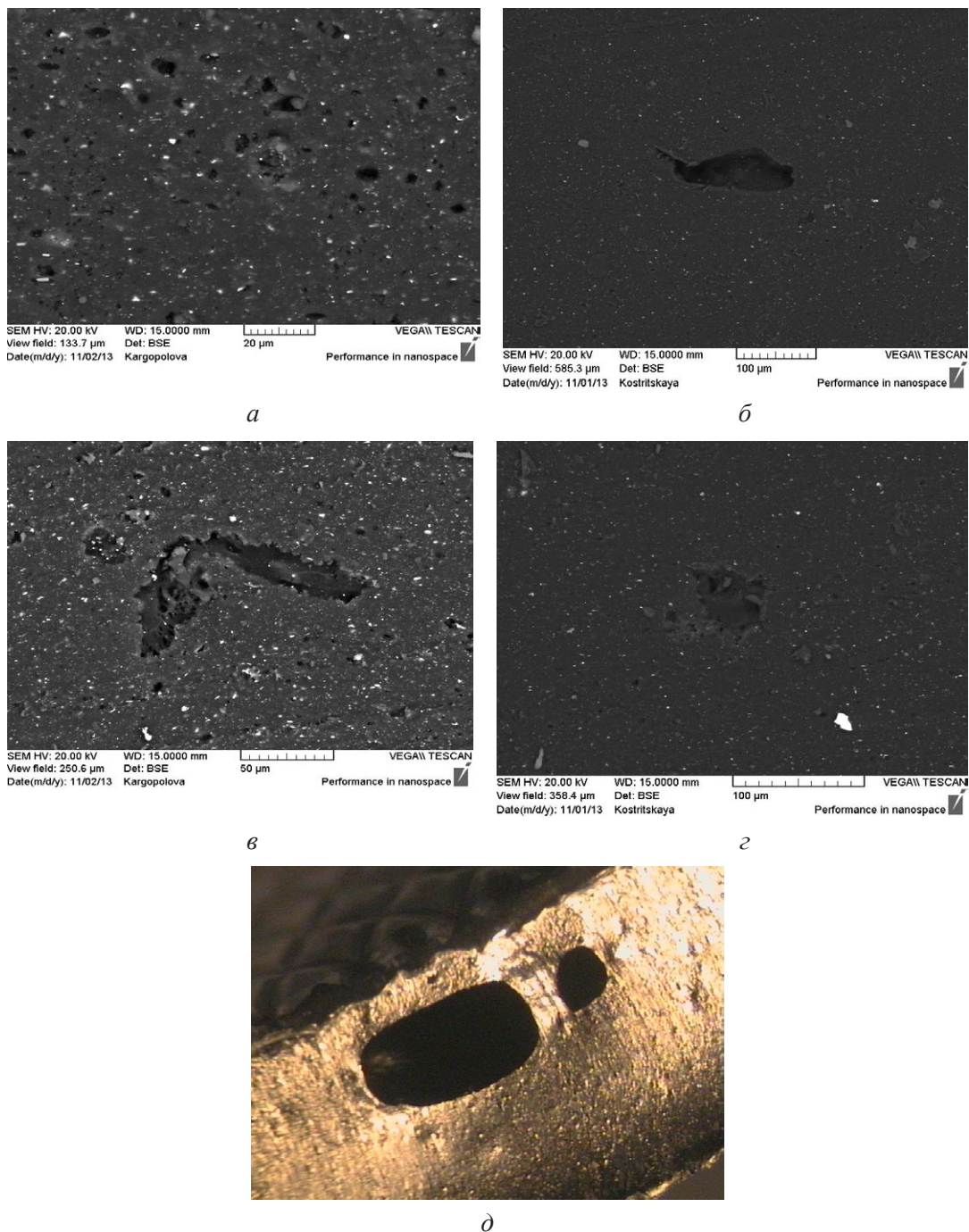


Рис. 3. Компаунд с пористой структурой (а), имеющей крупные поры на поверхности (б, в, г) и внутри (д) листа компаунда

Испытания проводили с использованием металлокорда конструкции 2+2x0,32 НТ и метода ASTM D2229.

Результаты испытаний приведены в табл. 2 и на рис 4.

Таблица 2. Результаты испытаний по определению величины адгезионной прочности и остаточного обрезинивания металлокорда при использовании дефектного (имеющего пористую структуру) и качественного компаундов одного производителя

Металлокорд конструкции 2+2x0,32 НТ, метод ASTM D2229						
n=15	требования спецификации		компаунд без отклонений		компаунд с порами	
	адгезия, Н (значения: средние / единичные, не менее)	остаточное обрезинивание металлокорда, % (значения: средние / единичные, не менее)	адгезия, Н	остаточное обрезинивание металлокорда, %	адгезия, Н	остаточное обрезинивание металлокорда, %
Среднее	480	90	574	97	561	96
Минимум	380	80	539	95	503	90
Максимум			623	100	618	100
СКО			28,579	2,582	37,629	3,716

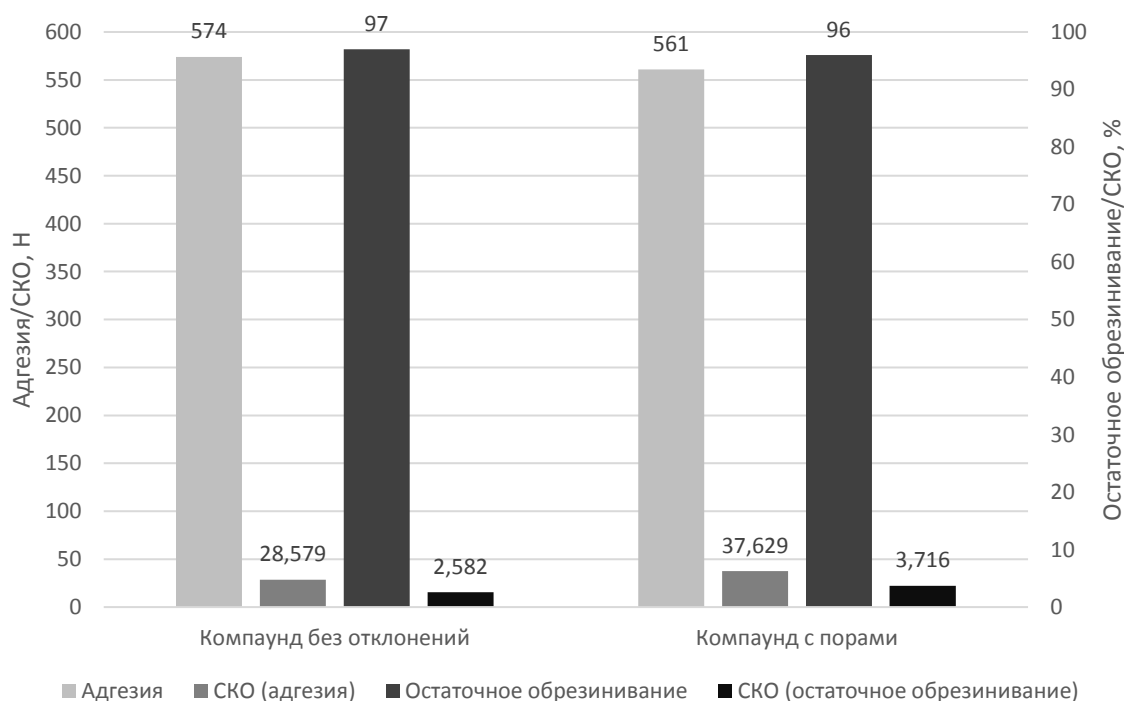


Рис. 4. Средние величины адгезионной прочности, остаточного обрезинивания металлокорда, СКО при использовании дефектного (имеющего пористую структуру) и качественного компаундов одного производителя

Анализируя результаты испытаний, отметим, что средняя величина адгезионной прочности, полученная при использовании пористого компаунда, меньше на 13 Н (2,3%), чем при использовании качественного компаунда: 561 Н против 574 Н соответственно.

Среднее значение остаточного обрезинивания металлокорда, полученное при использовании дефектного компаунда, ниже на 1%, чем при использовании качественного компаунда: 96% против 97% соответственно. При этом разница между двумя СКО более очевидна; значения СКО равны 3,716 и 2,582% соответственно.

Незначительное снижение адгезионной прочности в целом и повышенный разброс единичных значений при использовании компаунда с пористой структурой, вероятно, связано с недостаточным количеством и несколько неравномерным из-за наличия пор распределением резиновой смеси в полости пресс-формы при изготовлении резинокордного блока.

Выводы

Использование некачественного компаунда при испытаниях металлокорда на адгезионную прочность приводит к снижению результатов испытаний, как, например, в случае использования компаунда с включениями серы либо к незначительному понижению результатов, как в случае использования пористого компаунда.

Для получения достоверных результатов необходимо соблюдать все требования к проведению испытаний. Объективная оценка характеристик металлокорда позволяет улучшать его качество и повышать конкурентоспособность.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Аверко-Антонович Ю.О., Омельченко Р.Я., Охотина Н.А., Эбич Ю.Р.** Технология резиновых изделий. Л.: Химия, 1991. 352 с.

REFERENCES

1. **Averko-Antonovich Ju.O., Omel'chenko R.Ja., Ohotina N.A., Jebich Ju.R.** *Tehnologija rezinovyh izdelij* [Rubber Technology]. Leningrad, Himija Publ., 1991, 352 p.