



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2025-3-66-68>
УДК 669

Поступила 30.07.2025
Received 30.07.2025

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОКОРДА ДЛЯ ШИН

О. А. РЯБЦЕВ, В. В. ЯСКОВЕЦ, А. А. ТРУХАНОВИЧ, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», Жлобин, Беларусь, ул. Промышленная, 37. E-mail: emo.tu@bmz.gomel.by

В данной статье рассмотрены приоритетные требования к металлокорду как основному элементу шины. Приведены различные факторы, влияющие на переработку металлокорда, и действия, предпринимаемые изготовителем для ее улучшения. Затронуты важнейшие проблемы, возникающие при проектировании новых конструкций металлокорда, и способы их решения. Рассмотрены основные этапы проектирования новых конструкций металлокорда. Описана роль многофункциональной команды для оперативного решения возникающих проблем и сокращения сроков проектирования. Сделан акцент на важности предоставления заказчиком полной информации на проектируемую конструкцию, в том числе касающейся области ее применения. Затронута тема применения методологии DFMEA как возможного инструмента решения проблемы недостатка входных данных при проектировании.

Ключевые слова. Металлокорд, резинометаллокордный композит, проектирование конструкции металлокорда.

Для цитирования. Рябцев, О. А. Некоторые аспекты проектирования металлокорда для шин / О. А. Рябцев, В. В. Ясковец, А. А. Труханович // Литье и металлургия. 2025. № 3. С. 66–68. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2025-3-66-68>.

SOME ASPECTS OF BEAD WIRE DESIGN FOR TIRES

О. А. RYABTSEV, V. V. YASKOVETS, A. A. TRUKHANOVICH, OJSC "BSW – Management Company of "BMC" Holding", Zhlobin, Belarus, 37, Promyshlennaya str. E-mail: emo.tu@bmz.gomel.by

This article examines the priority requirements for bead wire as a key component of tires. It outlines various factors affecting the processing of bead wire and the actions taken by manufacturers to improve it. The most critical challenges encountered in designing new bead wire constructions are highlighted, along with possible solutions. The main stages of developing new bead wire designs are reviewed. The important role of a multifunctional team in promptly resolving emerging issues and reducing design timelines is described. Emphasis is placed on the importance of customers providing complete information about the intended design, including its area of application. The use of DFMEA methodology is discussed as a potential tool to address the issue of insufficient input data during the design phase.

Keywords. Bead wire, rubber-bead wire composite, bead wire design.

For citation. Ryabtsev O. A., Yaskovets V. V., Trukhanovich A. A. Some aspects of bead wire design for tires. Foundry production and metallurgy, 2025, no. 3, pp. 66–68. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2025-3-66-68>.

Введение

С момента появления металлокорда как армирующего материала для автомобильных шин и резино-технических изделий можно наблюдать его непрерывное развитие. В основном оно обусловлено изменением требований шинной промышленности. Многие шинные предприятия определили цели в развитии своего производства, направленные на снижение материалоемкости и потерь на качество, повышение ресурса шин. В связи с этим приоритетными требованиями к металлокорду и резинометаллокордным композитам для шин являются: повышение долговечности системы металлокорд – резина; дальнейшее снижение материалоемкости брекера на базе использования высокопрочных, сверх- и ультравысокопрочных конструкций металлокорда в сочетании с улучшенными обкладочными резинами и технологическими процессами производства резинокордных композитов.

В данной статье сделана попытка рассмотреть некоторые аспекты проектирования металлокорда для удовлетворения требований шинной промышленности.

Основная часть

Характеристики металлокорда условно можно разделить на две группы. Первая включает параметры, определяющие технологичность переработки металлокорда на шинных заводах, – равновесность

(остаточные кручения), прямолинейность, нераскручиваемость, эластичность, разброс длин на катушках, количество и качество сварок, качество намотки и упаковки. Внедрение автоматических линий каландрирования и раскроя на шинных заводах привело к ужесточению требований по этой группе свойств.

Вторую группу образуют характеристики, определяющие поведение шин при эксплуатации, – сама конструкция металлокорда, адгезия, адгезия после старения, сопротивление различным видам механического и коррозионно-механического разрушения, изгибная жесткость, отсутствие выхода сердечника в процессе эксплуатации, линейная плотность металлокорда.

Улучшение технологичности переработки металлокорда (первая группа свойств) достигается в основном совершенствованием действующей технологии, оборудования и методов контроля. Повышение эксплуатационных характеристик шин связано, как правило, с освоением производства новых типов металлокорда.

При проектировании конструкции металлокорда разработчику приходится сталкиваться с решением множества задач, таких как: неполные данные в техническом задании заказчика; ограничения производственной площадки по составу и качеству оборудования и технологической оснастки; недостаточность знаний о процессах, происходящих в резинометаллокордном композите при эксплуатации шин; недоступность или отсутствие специализированного испытательного оборудования; жесткие временные рамки.

Рассмотрим этапы разработки конструкции. Типовой алгоритм взаимодействия представлен на рис. 1.

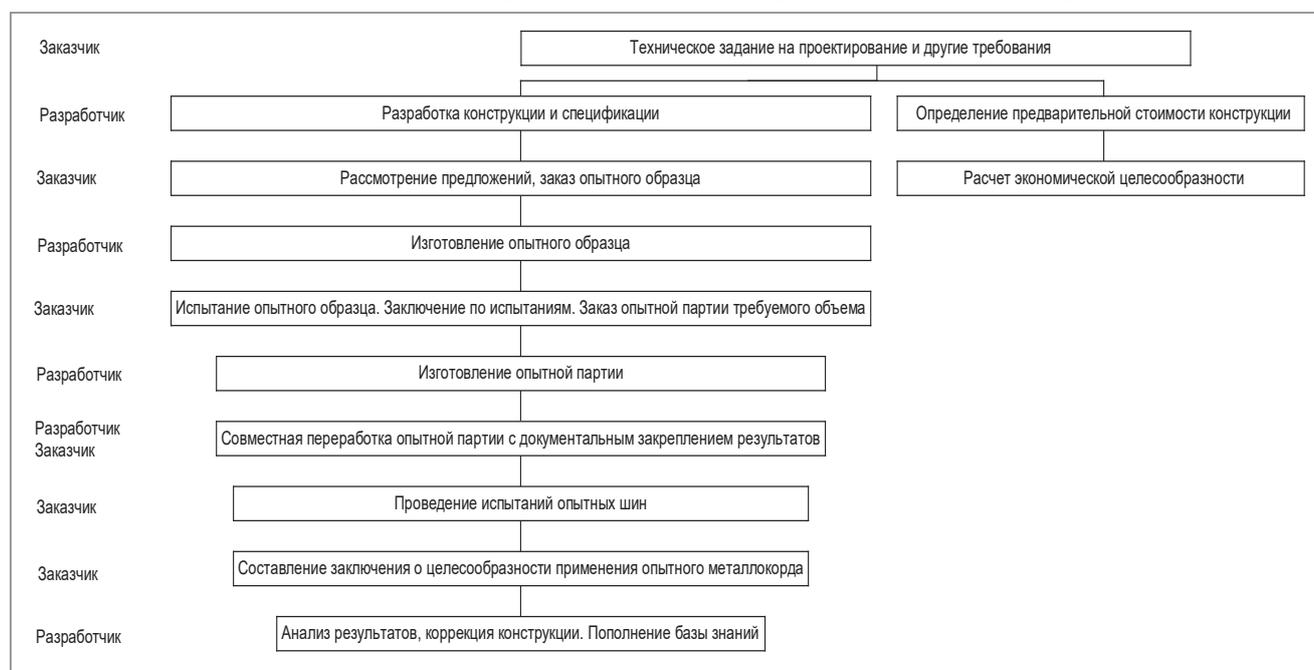


Рис. 1. Типовой алгоритм разработки конструкции металлокорда

На первом этапе происходит разработка технического задания на проектирование и определяются другие сопутствующие требования. Заказчик указывает основные технические характеристики металлокорда (разрывное усилие и диаметр металлокорда) и его назначение в шине (каркас, брекер, защитный слой).

Разработчик определяется с конструктивным исполнением металлокорда, основываясь на различиях в требованиях и значимости той или иной характеристики, которые приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1. Различия в требованиях к металлокорду в зависимости от применимости

Требования к металлокорду в каркасе	Требования к металлокорда в брекере
<ul style="list-style-type: none"> • разрывное усилие; • адгезия к резине; • сопротивление фреттинг-коррозии и сохранение прочности в процессе эксплуатации; • усталостная выносливость; • линейная плотность; • жесткость 	<ul style="list-style-type: none"> • разрывное усилие; • адгезия к резине; • полнота проникновения резины в структуру металлокорда; • сопротивление выходу центральных проволок (анкеровка); • изгибная жесткость; • линейная плотность

Таблица 2. Влияние характеристик металлокорда в зависимости от применимости

Характеристики	Брекер	Каркас
Разрывное усилие	+++++	+++++
Адгезия к резине	+++++	+++++
Линейная плотность	+++	+++++
Изгибная жесткость	+++++	+++
Усталостная выносливость	+++	+++++
Сопrotивление фреттинг-коррозии	+++	+++++
Сопrotивление коррозии	+++++	++
Сопrotивление ударным нагрузкам	+++++	++
Сопrotивление выходу сердечника	+++++	+
Высокое удлинение при разрыве	++++	+

Примечания: «+++++» – максимальное влияние; «+» – минимальное влияние

Зачастую техническое задание не в полной мере описывает желаемые требования к металлокорду, тем самым создавая определенные трудности при разработке конструкции, в полной мере удовлетворяющей заказчика, или приводя к увеличению сроков проектирования. Оптимальным решением в таком случае является создание совместной многофункциональной команды (МФК), в которую, как минимум, входят проектировщик шин (разработчик требований к металлокорду), представители испытательной и исследовательской лабораторий, экономического департамента. Для оперативного решения возникающих проблем четко прописывается сфера ответственности каждого члена команды. При этом руководителем МФК должен быть представитель заказчика.

В случаях когда инициатором начала проектирования конструкции является разработчик, возникает проблема поиска потребителя, на площадке которого будут проводиться эксперименты. Разработка конструкции металлокорда и спецификации зачастую является недостаточной для заинтересованности потенциального заказчика. На этапе представления конструкции заказчик может выказать готовность к опробованию нового сырья на своей площадке в том случае, когда разработчик предоставляет некоторые практические результаты имитации работы резинометаллокордного композита при эксплуатации шин и предварительный экономический расчет. На практике такое ожидание заказчика удовлетворить крайне сложно. Препятствием для этого является отсутствие специализированного испытательного оборудования у разработчика. Что касается расчета экономического эффекта при разработке конструкции, то разработчику необходимо знать состав оборудования и оснастку заказчика. Зачастую конструкция металлокорда удовлетворяет всем требованиям шинной промышленности, но из-за отсутствия необходимой оснастки у заказчика не удастся получить экономический эффект от внедрения.

Недостаток знаний разработчика в части процессов, происходящих в резинометаллокордном композите при эксплуатации шин, можно компенсировать использованием совместно с заказчиком методики DFMEA (Design Failure Mode and Effects Analysis – анализ видов и последствий потенциальных отказов). Стандарт IATF предписывает при разработке продукта ориентироваться не только на потребителя продукции, но и на конечного пользователя (автомобилист, автомобильное предприятие). Таким образом, при использовании DFMEA разработчик будет четко представлять причинно-следственную связь между свойствами проектируемой конструкции и потребительскими свойствами при эксплуатации конечного изделия – шины. Применение DFMEA является двусторонним инструментом, заказчик при составлении технического задания на проектирование может установить требования к металлокорду, направленные на решение конкретных проблем в эксплуатации шин.

Выводы

Фокусирование на ключевых аспектах процесса проектирования шин позволит заказчику и разработчику повысить качество выполняемых работ, уменьшить сроки реализации проекта и приобрести новый опыт как в проектировании, так и в изготовлении шин.