



А. В. ВЕДЕНЕЕВ, РУП «БМЗ»

УДК 669.187

## НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В РАЗВИТИИ МЕТАЛЛОКОРДА

Шестнадцатилетний опыт работы в области производства металлокорда позволил РУП «Белорусский металлургический завод» изучить передовые тенденции развития металлокордового и шинного производств и превратиться из простых производителей металлокорда «под заказ» в активных разработчиков принципиально новых видов выпускаемого металлокорда для каркасных и брекерных слоев.

В результате непосредственного сотрудничества РУП «БМЗ» с шинными заводами, в частности ОАО «Нижнекамскшина», ОАО «ЯШЗ», РУП БШК «Белшина» и др., с 2000 по 2002 г. был опробован целый ряд перспективных конструкций металлокорда. Совместно с ведущими шинными заводами проведен целый комплекс работ, в результате которого продемонстрированы их преимущества в техническом плане, прежде всего:

- снижение массы армирующих материалов в шине и самих шин;
- рост сопротивления коррозии в эксплуатации;
- снижение сопротивления шин качению.

Эффективность применения перспективных конструкций металлокорда наглядно демонстрирует динамика изменения объемов их производства, которые непрерывно возрастают. Так, по сравнению с 2000 г. объемы увеличились в 2001 г. на 83,5%; в 2002 г. — в 2,8 раз, в 2003 г. — в 5,3 раза.

Дальнейшее развитие конструкций металлокорда будет происходить исходя из области его применения в шине. Основными слоями шин, имеющих различное функциональное значение, являются брекер и каркас.

Большинство ведущих шинных фирм предъявляют высокие требования к коррозионной стойкости металлокорда, используемого в брекере, так как большой процент преждевременного выхода шин из эксплуатации происходит по причине коррозии. В основном это характерно для металлокорда, у которого после вулканизации имеются внутренние каналы для распространения влаги, в том числе применяемого в настоящее время в СНГ. Этого недостатка нет в специальных

*Analysis of the world practice and comparison with the competitors data shows, that for keeping up of RUP "BMZ" competitiveness it is necessary to carry out works in directions of perfection of the steel wire cord production technology, development of steel wire cord, development of the breaker constructions with the high infiltration of rubber of wire with superstandard diameter and etc.*

конструкциях металлокорда: 3x0,30 ОС; 2+1x0,30; 2+2x0,28 вследствие последовательно расположенных участков с закрытой и открытой структурой. Многослойные же конструкции металлокорда (2+7x0,23; 2+7x0,25; 3x0,22/9x0,20; 3x0,28/9x0,255; 3x0,20+6x0,35 и др.) имеют зазоры между проволоками наружного слоя для заполнения резиной в процессе вулканизации.

Другим способом сохранения металлокордом «открытости» для поступления резиновой смеси в процессе вулканизации служит конструкция с предварительной деформацией проволоки. Характерной чертой этой конструкции в отличие от открытой конструкции (ОС) является наличие микрозазоров в местах изгиба проволоки при достаточно высоких растягивающих усилиях при каландрировании. К такому корду относятся конструкции 3x0,30 Betru, 4x0,28 Betru, 0,26+6x0,25 Betru, 2+8x0,32 НТ Betru и др. (разработка фирмы «Bekaert»).

Показатель изгибной жесткости в брекерных слоях шин определяет ее стабильность формы под нагрузкой, величину пятна контакта и соответственно уровень сопротивления качению. Применение проволоки повышенного диаметра в металлокорде позволяет обеспечивать необходимую жесткость брекерного слоя и по возможности уменьшать количество слоев в шине (табл. 1).

Но замена корда на более жесткий требует взвешенного подхода. В шинной промышленности СНГ сложилась ситуация, что иногда от первого до последнего слоя брекера грузовых шин используют один и тот же корд, хотя известно, что к разным слоям брекера нужны разные требования. Так, анализ литературы, общение с представителями фирм показывают, что верхний экраннирующий слой для внедорожных машин должен эффективно гасить удары, дорожных машин — иметь высокое сопротивление коррозии и адгезию с резиной. Средние слои брекера обычно несут основную нагрузку и имеют максимальную жесткость, а первый слой брекера, прилегающий к каркасу, в основном должен обеспечивать согласованную их работу. Естественно, что при

Таблица 1. Сравнительные характеристики жесткости и металлокорда брекерного слоя шин

Конструкция	Диаметр металлокорда, мм	Жесткость TBR
4x0,265	0,62	26
2x0,32 НТ	0,64	36
2+1x0,28 НТ	0,70	23
3x5x0,18	0,92	21
2+7x0,23	0,91	30
2+2x0,32 НТ	0,85	58
3+2x0,35 НТ	0,98	49
3x5x0,18	0,92	21
2+7x0,23	0,91	30
2+2x0,32 НТ	0,85	58
3+2x0,35 НТ	0,98	49
3+9+15x0,18+0,15	1,37	42
3x0,28/9x0,26 НТ	1,36	70
3x0,20+6x0,35 (НТ)	1,13	125
3+9+15x0,18+0,15	1,37	42
3x0,28/9x0,26 НТ	1,36	70
3x0,20+6x0,35 (НТ)	1,13	125
3+9+15x0,22+0,15	1,62	95
3x0,35/9x0,32+0,15	1,66	170
3x0,365/9x0,34+0,15	1,71	215
3+9+15x0,22+0,15	1,62	95
3x0,35/9x0,32+0,15	1,66	170
3x0,365/9x0,34+0,15	1,71	215

переходе на комбинированный брекер возникнут трудности, однако в конечном итоге их оправдает улучшение качества шин при снижении их стоимости. Оптимальный подбор брекерных конструкций металлокорда по техническим и стоимостным характеристикам позволит повысить эксплуатационные свойства шин и их рентабельность.

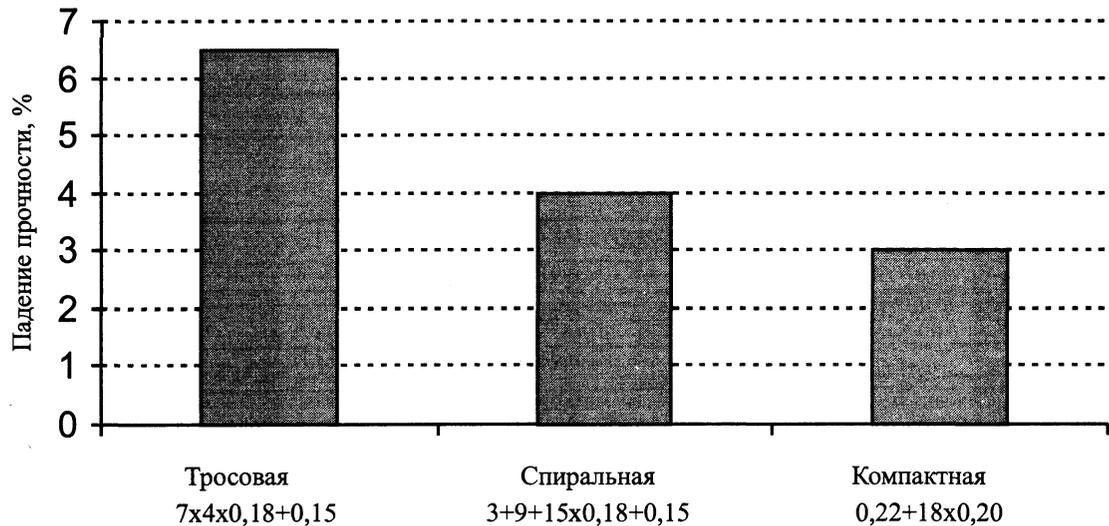
Для каркасного слоя шин одним из основных требований является высокий уровень усталостной выносливости. Стремление производителей металлокорда снизить затраты на производство металлокорда путем повышения диаметра проволок не всегда могут улучшать эксплуатационные характеристики шин. Так, например, для каркасного слоя это приводит к снижению усталостных характеристик.

Таблица 2. Сравнительные характеристики жесткости и выносливости металлокорда каркасного слоя шин

Конструкция	Диаметр металлокорда, мм	Жесткость по Таберу, г·см	Предел выносливости по Хантеру, МПа
3+9+15x0,18+0,15	1,37	42	900
7x4x0,18	1,23	41	740
0,20+18x0,175	0,90	25	1100
0,22+18x0,20	1,00	45	1000
0,25+18x0,22	1,13	65	940

Из мировой практики известно, что для каркасного слоя шины лучше всего подходят конструкции металлокорда с линейным касанием проволок. Премущества линейного касания перед точечным при

испытании на выносливость проявляются в интенсивности износа поверхности проволок (см. рисунок), что в меньшей степени вызывает падение прочности проволок из-за снижения пло-



Потеря прочности разных конструкций металлокорда в результате испытаний по методу бесконечной ленты (после  $26 \cdot 10^6$  циклов)

шади поперечного сечения в месте контакта проволоки. Этот показатель позволяет спрогнозировать срок эксплуатации шин и определить коэффициент запаса прочности каркасного слоя шин. Поэтому для каркаса рекомендованы конструкции 0,20+18x0,175, 0,22+18x0,20 и 0,25+18x0,22.

Кроме того, дальнейшее стремление к повышению выносливости металлокорда определяет тенденцию к росту прочности используемой проволоки. Это направление приводит к облегчению шин, повышению их грузоподъемности, увеличению длины пробега. В табл. 3 приведено влияние уровня прочности проволоки и металлокор-

да на усталостную выносливость (изгиб с вращением).

Ряд фирм («Goodyear», «Bridgestone Metalpha», «Bridgestone Bekaert», «Sumitomo Metal») выбрали концепцию разработки шин с использованием металлокорда, прочность элементов которого достигает 4100 МПа, а в некоторых случаях – до 4800 МПа.

Поскольку достижение высокой прочности облегчается с уменьшением диаметра проволоки, в настоящее время приняты следующие градации прочности элементов металлокорда (табл. 4).

Таблица 3. Влияние прочности проволоки на прочность корда и усталостную выносливость

Группа прочности	Проволока диаметром 0,30 мм				Металлокорд 2x0,30			
	временное сопротивление разрыву, Н/мм <sup>2</sup>	процент прироста	усталостная прочность, Н/мм <sup>2</sup>	процент прироста	агрегатный разрыв, Н	процент прироста	усталостная прочность, Н/мм <sup>2</sup>	процент прироста
NT	2850	0	1033	0	392	0	850	0
HT	3217	13	1133	9,7	444	13	1053	24
ST	3544	24,4	1250	21	494	26	1200	41

Таблица 4. Градация уровня прочности проволоки, используемой для металлокорда

Уровень прочности	Высокая	Сверхвысокая	Ультравысокая
Обозначение	HT (high - tensile)	ST (super tensile)	UT (ultra tensile)
Прочность, МПа	3680 - 1400d*	4050 - 2000d*	4400 - 2000d*

\* d – номинальный диаметр проволоки, мм.

Развитие производства сверх- и ультравысокопрочной, а в дальнейшем и мегавысокопрочной проволоки и металлокорда из нее обусловлено ужесточением экологических и экономических требований к продукции автомобильной промышленности в большинстве развитых стран, поскольку повышение прочности, а вместе с ней усталостной долговечности позволяет повысить время жизни шин и умень-

шить их потребление, снизить расход бензина и тем самым улучшить экологию.

На РУП «БМЗ» ведется работа по повышению разрывного усилия металлокорда за счет более полного использования ресурса характеристик материала. Начато производство сверхвысокопрочного металлокорда с прочностью исходной проволоки на уровне 3500–3800 МПа. Проводятся актив-

ные разработки в области получения ультравысокопрочной проволоки с уровнем прочности 3800–4200 МПа. В настоящее время у потребителей проходят испытания экспериментальные образцы металлокорда из такой проволоки.

Несмотря на то что с увеличением уровня прочности стоимость металлокорда возрастает, применение металлокорда ультравысокой прочно-

сти в каркасе легковых, легкогрузовых и грузовых шин взамен текстильного корда или высокопрочного металлокорда позволяет значительно снизить резиносодержание и массу шин или при одинаковой массе увеличить прочность конструкции. Это должно компенсировать затраты, связанные с увеличением стоимости металлокорда нового поколения (табл. 5).

Таблица 5. Эффективность от использования сверхвысокопрочного металлокорда в шинах

Тип шины	Исходный материал	Число нитей на 1 см	Новый материал	Число нитей на 1 см	Достигнутый эффект
195/75R14	2x0,30 НТ	9,4	2x0,23 УТ	13,4	Снижение массы шины на 15,6 %
	2x0,30 НТ	9,4	2x0,30 УТ	8,1	Снижение массы шины на 6,2 %
	2x0,30 НТ	9,4	2x0,30 УТ	9,4	Увеличение прочности на 16 %
215/85R16	2+2x0,30 НТ	5,1	2x0,30 УТ	8,7	Снижение массы шины на 14,6 %
	2+2x0,30 НТ	5,1	2x0,35 УТ	8,1	Снижение массы шины на 8,3 %
225/75R15	Полиэфир	2x11,8	2x0,18 УТ	1x16,9	Снижение массы шины на 23,5 %
	Полиэфир	2x11,8	3x0,18 УТ	1x11,8	Снижение массы шины на 23,5 %

Таким образом, использование новых материалов для производства металлокорда позволяет снизить массу и резиносодержание шин на 6–25 %.

Анализ мировой практики и сопоставление с данными конкурентов показывает, что для поддержания конкурентоспособности РУП «БМЗ» необходимо проводить работы в следующих направлениях:

- совершенствование технологии изготовления металлокорда ST, разработка УТ металлокорда;
- разработка бреккерных конструкций с высоким проникновением резины из проволоки повышенного диаметра;

- разработка конструкций с линейным касанием элементов типа  $3xd_1/9xd_2 + (0.15)$  для брекерного слоя шин и  $d_1+18xd_2$  для каркаса;

- при разработке перспективных конструкций особое внимание необходимо уделять повышению адгезии к резине и усталостной выносливости.

Дальнейшие предложения по использованию перспективных конструкций металлокорда на шинных заводах будут согласовываться с уже проверенным направлением и нацеливаться на улучшение отдельных характеристик отдельно взятого металлокорда.