



Производство металлокорда в Белоруссии

А.Н. Савенок, Ю.Л. Худoley
РУП «БМЗ»

Металлокорд - основной армирующий материал при производстве автомобильных шин и других резинотехнических изделий (РТИ). История возникновения резинотехнической промышленности, в том числе и шинной промышленности, начинается с 1839 года, когда американский ученый-изобретатель Чарльз Гудйер (Charles Goodyear) изобрел процесс вулканизации резины. С того времени автомобильная шина претерпела значительную эволюцию.

К основным этапам в развитии автомобильной шины с точки зрения использования стальных армирующих материалов можно смело причислить:

- 1937год. Французская компания «Мишлен» («Michelin») впервые применила в качестве армирующего материала стальной трос (металлокорд). Первый металлокорд был произведен в г. Клермон-Ферран (Франция) на заводе «Мишлен»;
- 1946год. Французский предприниматель Пьер Будон запатентовал радиальную шину;
- 1955год. Компания «Мишлен» разработала полностальную шину (ЦМК).

В 1962 году в СССР пущен в строй первый цех по производству металлокорда для автомобильных шин в г. Белорецке. Эту дату можно считать датой рождения производства металлокорда в СССР как армирующего материала в шинном производстве.

К середине 80-х годов XX века шинная промышленность СССР в связи с массовым освоением шинными заводами радиальных шин, армированных металлокордом, стала испытывать острый дефицит в стальных армирующих материалах. Существующих производственных мощностей металлокорда на Орловском сталепроволочно-прокатном заводе (ОСПАЗ), Белорецком металлургическом комбинате (БМК), Магнитогорском калибровочном заводе (МКЗ) явно не хватало. В связи с создавшейся ситуацией Совет Министров СССР принял решение о строительстве цеха по производству металлокорда в г. Жлобине, в составе Белорусского металлургического завода, продукция которого должна была идти на нужды таких шинных гигантов, как Ярославский шинный завод (ЯШЗ) и Бобруйский шинный комбинат (БШК).

С пуском цеха металлокорда заработала и вторая очередь металлургического и прокатного производства завода, позволившая обеспечить производство металлокорда высококачественной горячекатаной заготовкой. Строительство выполнялось «под ключ» консорциумом западноевропейских фирм под руководством австрийской «Voest-Alpine» и итальянской «Danieli».

В 1987 году был введен в строй сталепроволочный цех №1 по производству металлокорда (проект «Micord»). Дальнейшее расширение производства металлокорда произошло в 1991 году, когда был введен в эксплуатацию сталепроволочный цех № 2 с производством металлокорда (проект «Pluscord»).

Суммарная годовая проектная мощность БМЗ составляет 50 000 т металлокорда, 10 000 т латунированной проволоки для бортовых колец шин, 10 000 т проволоки для рукавов высокого давления (РВД).

Распад СССР в начале 90-х годов обострил негативные тенденции в экономике на постсоветском пространстве. Рушились партнерские связи между производителями сырья, армирующих материалов и шин, снижался спрос на все виды РТИ, в том числе и автомобильные шины.

В таких тяжелых экономических условиях руководством завода была поставлена задача по выходу на рынки дальнего зарубежья. Для решения этой задачи на предприятии имелись все условия, а именно:

- высококачественные исходные материалы;
- современное оборудование;
- высококвалифицированные кадры.

Вместе с тем предстояло решить ряд проблем по улучшению системы качества, освоению новых видов продукции, развитию систем маркетинга и сбыта.

По мере решения этих задач росли объемы производства и продаж (рис. 1).

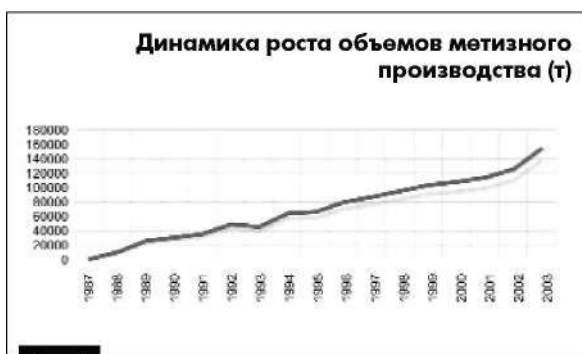


Рис. 1

Ниже представлена динамика изменения объемов производства по основным видам продукции – металлокорду, бортовой проволоке и проволоке РВД (рис. 2).

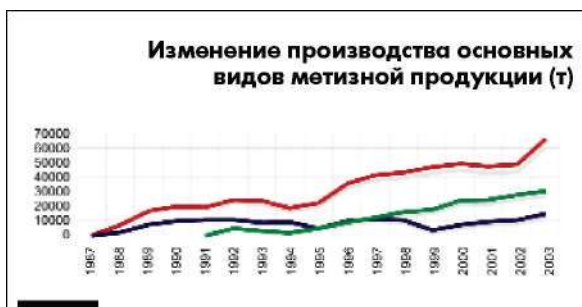


Рис. 2

Непрерывное стремление к улучшению качества и конкурентоспособности метизной продукции, постоянный поиск возможностей усовершенствования технических и технологических характеристик металлокорда, сплоченная работа всего коллектива позволили метизному производству БМЗ не только преодолеть кризисную ситуацию, но и к концу 90-х годов выйти на проектную производительность. География поставок продукции метизного производства включает 40 стран мира.

Ниже (рис. 3) представлена структура поставок металлокорда по регионам в 2003 году.



Рис. 3

Объем производства металлокорда в 2000–2002 годах находился на уровне 48,2 тыс. т. Резкий рост объемов производства металлокорда произошел в 2003 году (рис. 4).

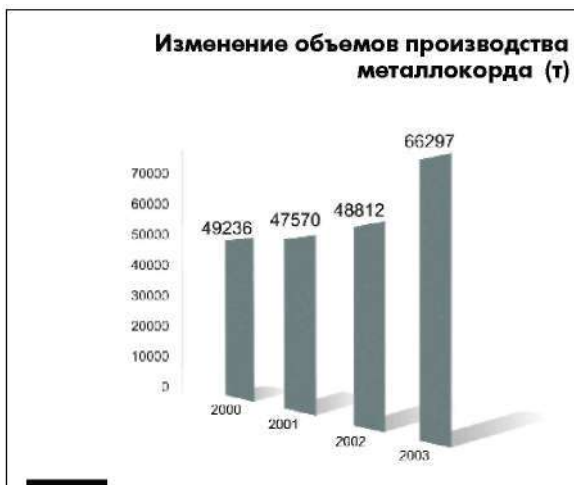


Рис. 4

Стабилизация и улучшение экономической ситуации в странах СНГ обусловили подъем шинной промышленности России, Украины в конце 90-х годов и, соответственно, вызвали повышение спроса на армирующие материалы для шин. Это привело к активизации на рынке СНГ как российских, так и западных производителей металлокорда и бортовой проволоки.

Образовавшийся дефицит армирующих материалов, а также то, что существующие производственные мощности практически достигли максимального предела объемов производства, поставил перед БМЗ реальную задачу проведения полномасштабной реконструкции производства проволоки и металлокорда.

Стратегия проведения реконструкции включала в себя два параллельных подхода:

- модернизацию существующего оборудования для увеличения его производительности;
- закупку оборудования нового поколения для производства перспективных видов продукции с минимальными издержками производства.

Осуществление этих стратегических пунктов реконструкции происходило с учетом программы внедрения высокотехнологичных конструкций металлокорда в СНГ.

Реализация данных положений воплощена в следующих проектах, осуществленных в 2001–2002 годах:

- введение в эксплуатацию высокоскоростных станков грубого волочения фирмы «КОСН»;
- реконструкция агрегатов патентирования в агрегаты совмещенного патентирования – латунирования, проведенная фирмами «Cosesco» и «FIB»;
- запуск современных станков фирмы «КОСН» тонкого волочения.

По итогам 2003 года производство металлокорда на РУП «БМЗ» составило 66,3 тыс. т. В сравнении с предыдущим 2002 годом рост производства металлокорда составил 132,6%. Таким образом, производство увеличилось на 16 тыс. т в год.

В 2002–2003 годах на общемировом рынке металлокорда сложилась ситуация, когда возник дефицит металлокорда из-за банкротства с последовательным закрытием крупнейших североамериканских компаний «AmerCord» и «ATR».

В результате прекращения деятельности данных предприятий общий дефицит металлокорда составил 50 тыс. т в год. В связи с создавшейся ситуацией на РУП «БМЗ» была разработана стратегическая программа продолжения реконструкции метизного производства, которая позволит не только увеличить объемы производства и продаж, но закрепить за собой образовавшиеся новые рынки сбыта продукции.

Аналогичной является ситуация и для других видов армирующих материалов для РТИ – проволоки для бортовых колец шин и проволоки для рукавов высокого давления.

Производство проволоки для бортовых колец шин

Классически применяемая шинными заводами СНГ бортовая латунированная проволока, практически полностью вытеснена с рынка дальнего зарубежья более технологичной бортовой проволокой с бронзовым покрытием. На рынках СНГ бронзированная бортовая проволока также находит все большее применение. Изменения объемов производства проволоки для бортовых колец с бронзированным покрытием на РУП «БМЗ» приведены на рис. 5.

Объем производства проволоки для бортовых колец за 2003 год увеличен с 10,7 до 15,2 тыс. т. Чистый прирост производства составил 4,5 тыс. т, что составляет 141,95%.

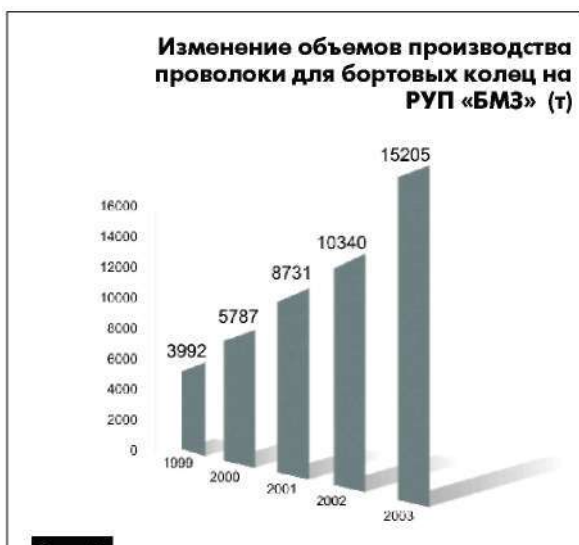


Рис. 5

Технология производства латунированной и бронзированной бортовой проволоки имеет различия. В первом случае латунное покрытие наносится гальвано-термическим способом, во втором – химическим. Суть гальвано-термического способа латунирования заключается в последовательном электрохимическом осаждении на поверхность стальной проволоки слоев меди и цинка с последующим нагревом для образования латуни путем их взаимной диффузии меди и цинка (РУП «БМЗ» использует электроконтактный нагрев). Бронзовое покрытие наносится химическим способом (без применения тока) путем одновременного осаждения меди и олова из одной ванны. Использование диффузионного нагрева при производстве бортовой латунированной проволоки приводит к неоднородности прогрева как по длине проволоки, так и между отдельными проволоками из-за таких факторов, как удельное сопротивление самой проволоки (неравномерное даже по длине проволоки, не говоря уже про колебания химического состава стали

на соседних нитях), различное переходное сопротивление, связанное с подводом тока к проволоке через контактные кольца, а к кольцам через электроконтактные щетки. Поэтому для получения относительного удлинения более 4,5 % приходится поднимать среднюю температуру нагрева при диффузионной обработке, чтобы колебания (связанные с контактной системой нагрева) не сдвигали процесс в область низкого удлинения. Повышение средней температуры нагрева, соответственно, усиливает разупрочнение при нагреве, особенно при высокой удельной прочности проволоки. Кроме того, изгиб проволоки в нагретом состоянии на электроконтактных кольцах приводит к дестабилизации остаточного кручения готовой проволоки, что, в свою очередь, приводит к неравновесности бортовых колец при их производстве. Нестабильность электроконтактного нагрева и искрение приводят к снижению пластических свойств проволоки (уменьшение числа скручиваний и перегибов).

При бронзировании нагрев проволоки с целью придания ей оптимальных пластических свойств осуществляется в расплаве свинца до осаждения покрытия и обеспечивает равномерность нагрева всех проволок по всей длине, в результате чего стабильно получается относительное удлинение более 5,5 % при незначительном снижении прочностных характеристик. Наряду с пределом прочности или разрывным усилием в большинстве спецификаций регламентируется предел текучести, причем в некоторых случаях нормируется не абсолютная величина предела текучести, а его отношение к пределу прочности. При этом в разных спецификациях минимально допустимое отношение $\sigma_{0,2}/\sigma_b$ колеблется от 0,805 до 0,935. Для латунированной проволоки эти характеристики не нормировались.

Здесь опять можно отметить преимущество отпуска в свинцовой ванне, который позволяет получить постоянное соотношение $\sigma_{0,2}/\sigma_b$ в диапазоне 0,93–0,97 в широком диапазоне режимов отпуска, что практически невозможно получить при электроконтактном нагреве. Регулировка глубины рихтовки проволоки (после отпуска) с учетом получения оптимального качества покрытия с использованием различного типа канавок подшипников рихтовки позволяет получить проволоку для потребителей, когда регламентирован в спецификации низкий уровень $\sigma_{0,2}$. Использование покрытия кумароновой смолой перед намоткой проволоки позволяет не только предотвратить коррозию проволоки, но и способствует повышению начальной («зеленой») адгезии.

Проведение модернизации агрегата по производству проволоки для бортовых колец в 1990 году позволило не только увеличить объемы производства проволоки, но и расширить географию поставок. Начать поставки на экспорт проволоки для бортовых колец. Распределение поставок проволоки за 2003 год приведено на рис. 6.

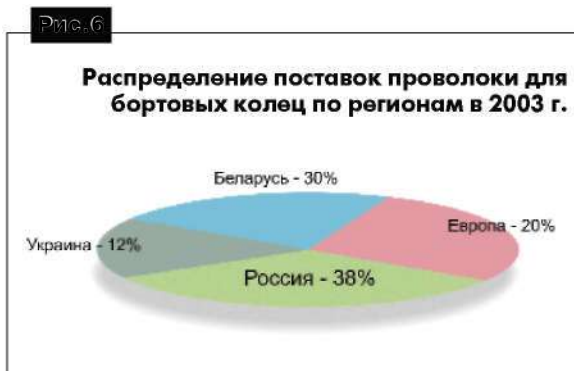


Рис. 6

В соответствии с «Программой развития метизно-го производства РУП «БМЗ» на 2004 – 2006 год» на заводе будет построен новый высокопроизводительный современный агрегат бортовой проволоки мощностью 20 000 т в год, позволяющий производить бронзированную проволоку самого высокого мирового уровня качества с минимальными энергетическими затратами.

Производство проволоки для рукавов высокого давления

Общемировое потребление проволоки для рукавов высокого давления составляет, по оценкам специалистов, 120 тыс. т. Доведя объемы производства проволоки РВД в 2003 году до 30,5 тыс. т, РУП «БМЗ» занял четверть мирового производства данного вида проволоки. Изменение объемов производства проволоки для рукавов высокого давления на РУП «БМЗ» приведено на рис.7.

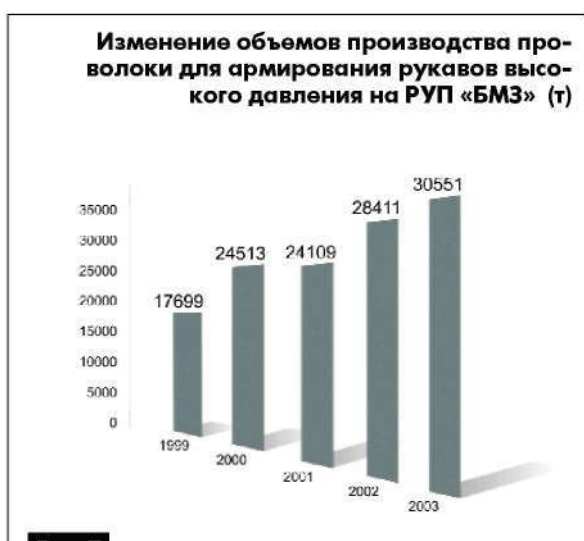


Рис.7

Распределение поставок по регионам продукции приведено на рис. 8.

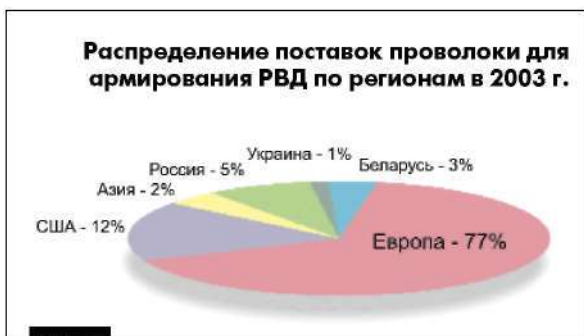


Рис.8

Продукция поставляется всем ведущим мировым производителям рукавов высокого давления. Рост спроса на проволоку РУП «БМЗ» обусловлен высокими качественными характеристиками проволоки.

Стремления производителей рукавов высокого давления улучшить эксплуатационные свойства шлангов также выражены в желании постоянного увеличения прочностных свойств армирующих материалов (проволоки РМЛ) с одновременным увеличением долговечности шлангов.

РУП «БМЗ» старается соответствовать требованиям своих партнеров в области улучшения характеристик проволоки РМЛ. Ярчайший пример тому: одни из самых прочных шлангов в мире - шланги «Diamond», армированные проволокой БМЗ, выдерживающие давление 1000 кг/см² и выпускаемые нашим итальянским партнером компанией MANULI Rubber (Манули Рабер), или шланги нашего американского клиента PARKER (Паркер), прошедшие самые строгие тесты и испытания в США и используемые при запуске космических челноков Shuttle, в них использована высокопрочная проволока производства РУП «БМЗ».

Спектр производимой продукции на РУП «БМЗ» этим не ограничивается. В целях увеличения присутствия на рынке метизной продукции, более полного удовлетворения запросов потребителей, высвобождения основных сталепроволочных цехов от производства непрофильной продукции в октябре 2000 года был сдан в эксплуатацию сталепроволочный цех № 3. Итоги работы метизного производства в области производства стальной проволоки общего назначения приведены на рис. 9.

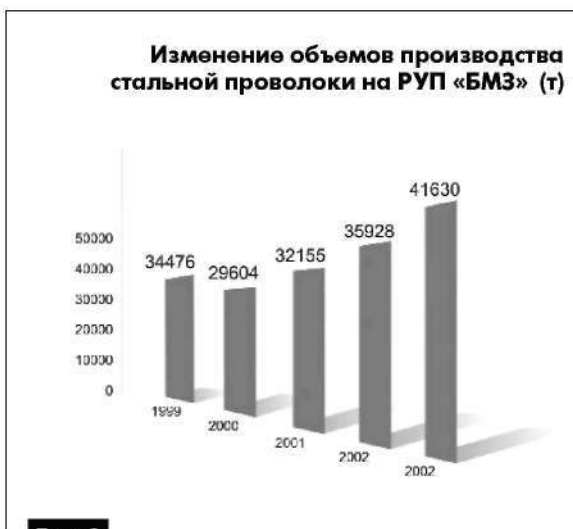


Рис.9

Завод выпускает десятки наименований метизной продукции, в число которых входят: сварочная омедненная и не омедненная проволока, проволока арматурная, пружинная, спицевая и др., и везде метизное производство РУП «БМЗ» старается удовлетворить требования своих клиентов максимально полностью, соответствовать и предвосхищать ожидания своих партнеров, выпуская продукцию только высочайшего качества. Распределение продукции по видам за 2003 год приведено на рис. 10.

С учетом существующих запросов потребителей металлокорда и индивидуальных программ развития с крупнейшими мировыми шинными компаниями и

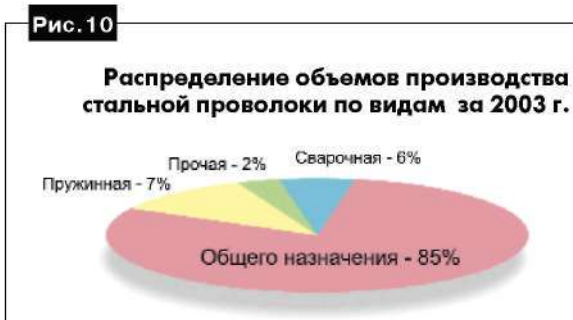


Рис.10



фирмами по производству рукавов высокого давления необходимо провести ряд намеченных мероприятий по реконструкции и увеличению объемов производства. В итоге выполнения всех мероприятий по реконструкции суммарные проектные мощности составят:

- металлокорд до 88 тыс. т;
- проволока РМЛ до 33 тыс. т;
- проволока для бортовых колец до 20 тыс. т.

Для достижения поставленных целей необходимо выполнение ряда мероприятий.

Для восполнения дефицита латунированной заготовки из-за недостаточности производительности гальванического оборудования необходимо увеличение мощностей гальванических агрегатов. В пределах существующих площадей должен быть установлен новый гальванический агрегат, который компенсирует дефицит латунированной заготовки в количестве 17 тыс. т в год. Для этого необходимо строительство нового термогальванического агрегата мощностью $VD=100$ на 40 блоков, что даст дополнительное увеличение объемов на 17 100 т в год. При увеличении объемов производства латунированной заготовки становится необходимостью проведение реконструкции станов тонкого волочения. Реконструкция станов позволит достичь скоростей волочения для проволоки обычной прочности до 21 м/с и увеличить производство проволоки под металлокорд на 8,5 тыс. т в год.

В технологическом процессе волочения за счет увеличения скоростей значительно возрастет нагрузка на централизованные эмульсионные станции, которые служат для обеспечения эмульсией волочильных станов. Для продления жизни эмульсии и улучшения технологических свойств волоченой проволоки необходимо улучшение охлаждения эмульсии, которое заключается в установке дополнитель-

ных охладителей на эмульсионные станции. Более интенсивное охлаждение проволоки позволит снизить обрывность при свивке металлокорда. Снижение обрывности сократит расход металла при свивке металлокорда до 10 кг на тонну, что позволит при производстве 4200 т металлокорда, полученного из проволоки с использованием дооснащенной системы охлаждения, сэкономить до 16 т катанки в месяц или до 192 т в год.

Дополнительно с учетом увеличения объемов товарной продукции будет построен отгрузочный терминал для хранения и отправки продукции потребителям.

Одним из основных способов повышения объемов производства является внедрение производительных конструкций металлокорда.

Предпринятая Белорусским металлургическим заводом в 2001–2002 годах реконструкция с одновременным предложением на рынке СНГ высокопроизводительных конструкций металлокорда $3 \times 0,20 + 6 \times 0,35 \text{HT}$ и $2 + 7 \times 0,23$ взамен устаревших $3 \times 5 \times 0,18$, $3 \times 0,15 + 6 \times 0,265$ и $3 + 9 + 15 \times 0,18(0,22) + 0,15$ позволила к концу 2003 года увеличить производство металлокорда. Однако образовавшийся к началу 2004 г. дефицит металлокорда делает необходимым дальнейшее увеличение производства металлокорда на РУП «БМЗ». В сложившейся ситуации БМЗ предложил для внедрения на шинных заводах СНГ новые конструкции металлокорда, такие как: $2 + 2 \times 0,32 \text{HT}$, $3 + 2 \times 0,35 \text{HT}$, $3 \times 0,28/9 \times 0,26 \text{HT}$ и $2 + 7 \times 0,30 \text{HT}$, которые позволяют не только обеспечить повышенные эксплуатационные характеристики автомобильных шин (сопротивление фреттингу, удельная прочность, сопротивление коррозии и т.д.), но и значительно повысить производительность действующего оборудования метизного производства. При изготовлении равнопрочного обрезиненного полотна с использованием металлокорда перспективного ассортимента экономия затрат на приобретение металлокорда составляет от 70 до 369 дол. США за тонну. Переход на новые конструкции и использование высококачественного металлокорда является предпосылкой прогресса в области как шинного, так и метизного производства, и в конечном итоге – достижения высокого качества и конкурентоспособности шин. В настоящее время внедрением перспективных конструкций металлокорда занимаются большинство шинных заводов на территории СНГ.

При дальнейшем развитии автомобильных шин несомненной является тенденция к росту прочности используемого металлокорда. На БМЗ проводится постоянная работа по исследованию путей улучшения всего комплекса его эксплуатационных, технических и технологических характеристик. Совместно с рядом крупнейших мировых шинных компаний и фирм



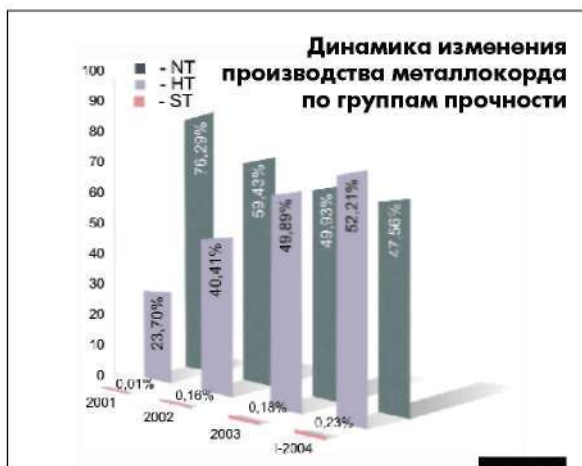


Рис. 11

по производству рукавов высокого давления разработаны программы освоения продукции с улучшенными физико-механическими и эксплуатационными характеристиками.

Основной тенденцией в улучшении характеристик автомобильных шин является постоянное стремление производителя снизить вес шины при сохранении (и даже увеличении) ее прочностных и эксплуатационных свойств. Это вызвано рядом объективных факторов и преимуществ более легкой шины, таких как:

- необходимость соответствовать постоянно увеличивающимся скоростям транспортных потоков;
- возможность снижения расхода топлива автомобиля (экономический и экологический аспекты);
- снижение динамических нагрузок на элементы конструкции автомобиля и увеличение их срока службы.

Так как основным армирующим материалом шины является металлокорд, то производители шин постоянно стремятся сократить его количество в шине.

Единственным путем уменьшения удельного расхода металлокорда в шине, при сохранении или даже

увеличении ее прочностных характеристик является повышение прочностных свойств металлокорда. В последние годы наблюдается явно выраженный рост потребления высоко-, сверхвысоко- и ультрапрочных конструкций металлокорда.

Однако технология изготовления сверхпрочных конструкций металлокорда значительно отличается от технологии производства металлокорда обычной прочности. Достижение необходимых технологических свойств продукта требует как внесения значительных изменений в технологические режимы настройки существующего оборудования, так и модернизации его или даже закупки принципиально новых машин.

Представленные на рис. 11 данные свидетельствуют о правильности выбранного направления развития. Поэтому дальнейшие разработки на РУП «БМЗ» по металлокорду также будут основываться на выработанной концепции. В нижеприведенной таблице показано влияние уровня прочности проволоки и металлокорда на усталостную выносливость (изгиб с вращением).

Как видно из таблицы, с повышением уровня прочности используемой при свивке металлокорда проволоки возрастает показатель усталостной прочности. Этот факт свидетельствует о том, что при проектировании шин ЦМК следует использовать в каркас высоко- и сверхвысокопрочные конструкции металлокорда.

Наряду с улучшением показателя «усталостная выносливость» повышение прочности применяемой проволоки позволяет повысить и модуль упругости металлокорда, что не может не оказать положительного влияния на характеристики брекерного слоя шин. В конечном итоге можно привести общую картину развития конструкций металлокорда на ближайшую перспективу, которая позволяет снизить вес армирующих материалов в шине и самих шин, повысить сопротивление коррозии металлокорда в обретенном состоянии, снизить сопротивление шин качению, снизить стоимость единицы площади резинокордного полотна.

Таблица 1. Влияние прочности проволоки на прочность корда и усталостную выносливость

Группа прочности	Проволока диаметром 0,30 мм				Металлокорд 2x0,30			
	Временное сопротивление разрыву, Н/мм ²	Процент прироста	Предел усталостной выносливости, Н/мм ²	Процент прироста	Агрегатный разрыв, Н	Процент прироста	Усталостная прочность, Н/мм ²	Процент прироста
NT	2850	0,0	1033	0,0	392	0,0	850	0,0
HT	3217	13,0	1133	9,7	444	13,0	1053	24,0
ST	3544	24,4	1250	21,0	494	26,0	1200	41,0

Пример эволюции конструкций металлокорда для легковых шин

Конструкция металлокорда	4x0,265	3x0,30(HT) 3x0,30OC (HT)	2x0,30 HT	2x0,32 HT
Диаметр проволоки, мм	0,265	0,30	0,30	0,32
Группа прочности	NT	NT(HT)	HT	HT
Количество проволок в корде, шт.	4	3	2	2

Пример эволюции конструкций металлокорда для легковых шин

Конструкция металлокорда	4x0,265	3x0,30(HT) 3x0,30OC (HT)	2x0,30 HT	2x0,32 HT
Диаметр проволоки, мм	0,265	0,30	0,30	0,32
Группа прочности	NT	NT(HT)	HT	HT
Количество проволок в корде, шт.	4	3	2	2

В заключение хотелось бы, резюмируя вышеизложенное, сказать, что успешная деятельность любого предприятия зависит от того, насколько полно оно превращает в жизнь понятие «качество» как интегральный показатель, включающий в себя не только требование соответствовать спецификации потребителя, но сочетающий конкурентоспособность цен, своевременность и полноту сервиса и возможность предугадывать желания потребителей.