

УДК 621.778

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА
УЛЬТРАВЫСОКОПРОЧНОГО МЕТАЛЛОКОРДА****Ю. Л. Бобарикин, М. Н. Верещагин***Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Представленный комплекс научных исследований и разработок, выполненный для металлургии Республики Беларусь, относится к области метизного производства ОАО «Белорусский металлургический завод – управляющая компания холдинга «Белорусская металлургическая компания». Основные проблемы производства относятся к недостаточному уровню производительности некоторых технологических процессов или к необходимости повышения качества продукции. Для решения поставленных проблем использовался следующий методологический подход. В начале исследовательских работ совместно с промышленниками формировалась конкретная задача и перспективные параметры и условия ее решения. Далее проводился литературно-патентный поиск лучших мировых аналогов решений поставленных задач, выполнялся статистический анализ показателей технологии производства или параметров работы оборудования, создавались аналитические и лабораторные методики исследований, численные конечно-элементные модели процессов и оборудования. С помощью методик и моделей выполнялись исследования с целью разработки или оптимизации технологических процессов или оборудования. Затем выполнялось опытное исследование технологии или оборудования в производственных условиях и проводились расширенные производственные испытания. После оформления соответствующей руководящей технической документации новая технология и оборудование запускались в серийное производство.

Исследовательской базой служили лаборатории и кафедры механико-технологического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого.

Одной из основных проблем, решенных в металлургии, являлась разработка новой технологии производства ультравысокопрочного металлокорда. Ультравысокопрочный металлокорд является самым перспективным продуктом мирового шинного производства. Прочность тонких проволок диаметром 0,185 мм, 0,35 мм, из которых свит ультравысокопрочный металлокорд, достигает 4 ГПа. Такой прочный металлокорд по сравнению с обычным металлокордом позволяет снизить массу шины при сохранении ее функциональных возможностей. Это, в свою очередь, снижает затраты на эксплуатацию автотранспорта. Основной проблемой, сдерживающей увеличение объема производства данной продукции на ОАО «БМЗ – УКХ «БМК», имеющем около 12 % доли мирового рынка металлокорда, являлась высокая обрывность металлокорда вследствие повышенной прочности проволок. Особенно остро данная проблема стояла в производстве ультравысокопрочного металлокорда. Этот вид металлокорда имеет в своем составе стальную проволоку диаметром 0,35 мм с прочностью 3,65 ГПа. Проблема решена путем разработки, исследования и внедрения нового принципа построения деформационного режима тонкого волочения ультравысокопрочной высокоуглеродистой латунированной проволоки на волочильных станах тонкого волочения (рис. 1), предназначенной для последующей свивки металлокорда.



а)

б)

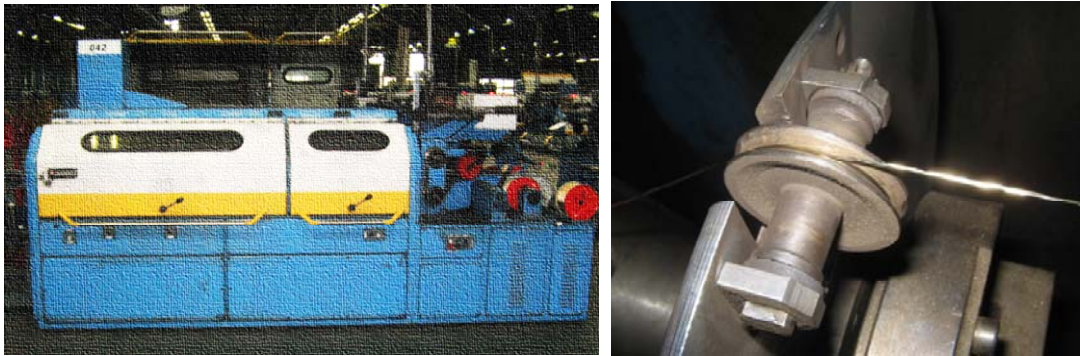
Рис. 1. Волоочильный стан тонкого волочения стальной латунированной проволоки: а – общий вид; б – зона волочения проволоки

Объем производства данной продукции после изменения технологии производства увеличен в 3 раза. Сущность нового принципа в разработке технологии производства металлокордной проволоки заключается в использовании разработанного температурного критерия при построении деформационного режима волочения высокоуглеродистой высокопрочной стальной проволоки. Температурный критерий построения режима волочения позволяет снизить уровень температуры деформируемого металла и тем самым повысить ее пластичность при сохранении удовлетворительных прочностных свойств. Указанные изменения механических свойств проволоки связаны со значительным снижением действия эффекта динамического старения высокоуглеродистой стали в поверхностных слоях проволоки. Это явление приводит к повышению твердости этих слоев и, соответственно, росту способности к трещинообразованию и обрыву проволоки при дальнейшей свивке в металлокорд, где проволока получает дополнительную механическую нагрузку. Ультравысокопрочная стальная проволока диаметром 0,35 мм получила дополнительную пластичность при сохранении прочности, что снизило ее обрывность при свивке в 2,7 раза. Разработанная технология изготовления ультравысокопрочного металлокорда внесена в технологическую карту и внедрена с 2010 г. на ОАО «БМЗ – УКХ «БМК». Она используется по настоящее время в режиме непрерывного производства. Экономический эффект от внедрения данной разработки составляет почти 1 млрд белорусских рублей и постоянно увеличивается.

Разработана методика оценки качества проволоки, позволяющая рассчитывать режимы волочения для достижения требуемого качества проволоки, обеспечивающего минимальную обрывность металлокорда при свивке. Впервые получена адекватная зависимость, позволяющая рассчитывать прогнозируемую обрывность металлокорда при его свивке в зависимости от параметров процессов волочения проволоки и свивки металлокорда.

В настоящее время выполняется перспективная разработка по улучшению качества металлокорда.

Выполнены работы по модернизации канатных машин (рис. 2), свивающих металлокорд из проволоки, полученной на волоочильных станах. Канатные машины выполняют операцию свивки проволок в металлокорд. Их отличительной особенностью является самый сложный механизм, выполняющий переплетение нескольких непрерывных проволок (от 2 до 12) одновременно.



а)

б)

Рис. 2. Канатная машина для свивки металлокорда из стальной латунированной проволоки:
а – общий вид; б – узел обводного ролика

Отдельные узлы машины испытывают предельные рабочие нагрузки и обладают низким ресурсом, что вызывает частые замены деталей машин, вышедших из строя. Одним из таких узлов является узел обводных роликов лопаточных колес канатной машины ТД 2/601. Максимальный ресурс этого узла составлял около недели, что вынуждало производство отказываться от него и устанавливать твердосплавные направляющие, снижающие качество получаемого металлокорда вследствие появления трения скольжения между металлокордом и твердосплавными направляющими. В результате проведенных расчетных работ была разработана и изготовлена новая конструкция узла обводных роликов на композиционных подшипниках скольжения на твердой смазке (рис. 2, а). Композиционные подшипники скольжения изготавливаются в условиях опытного производства университета. Ресурс разработанного узла превысил исходное значение более чем в 45 раз. Разработанные узлы обводных роликов используются на предприятии и их область использования расширяется. Композиционные подшипники скольжения также изготавливаются и поставляются мелкими партиями в агропромышленный комплекс взамен импортных аналогов. Аналогичные изделия изготавливались и поставлялись в узлы трения прокатного стана 150 ОАО «БМЗ – УКХ «БМК».

В настоящее время проходят опытные испытания фрикционные диски устройства натяжения металлокорда на канатных машинах Ri 10 ОАО «БМЗ – УКХ «БМК» (рис. 3). Фрикционные диски разрабатываются и изготавливаются в условиях опытного производства университета.



Рис. 3. Общий вид натяжного устройства канатной машины

К представленным исследованиям широко привлекались студенты, магистранты, аспиранты. По проблемам метизного производства защищена кандидатская диссертация и подготовлена к защите еще одна кандидатская диссертация, успешно защищены магистерские диссертации. Выполнены многочисленные дипломные, курсовые проекты, тематически связанные с направлением исследований. Подготовлены и представлены на конференциях студенческие работы; ряд студенческих работ удостоен дипломами на республиканском конкурсе. Авторские права на научные разработки защищены патентами на объекты промышленной собственности. Издана монография, посвященная исследуемым вопросам; основные научные результаты опубликованы в 32 ведущих рецензируемых научных изданиях и представлены на 24 научных конференциях. Всего опубликовано свыше 80 научных работ. Некоторые результаты научных разработок в области метизного производства внедрены в учебный процесс университета.

Полученные результаты исследований имеют научную значимость, прошли практическую апробацию на ОАО «БМЗ – УКХ «БМК» и могут широко использоваться в металлургической промышленности, а также учебном процессе профильных университетов.