

РАЗРАБОТКА И ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ НАУКОЕМКИХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕТАЛЛУРГИИ НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТОЙ КАТАНКИ

Маточкин В.А., технический директор-главный инженер РУП «БМЗ»

Первая очередь Белорусского металлургического завода была пущена в эксплуатацию в 1984 году. В последующие годы в составе второй и третьей очередей были введены еще один металлургический комплекс и два цеха по производству металлокорда и бортовой проволоки.

Интенсивное наращивание объемов производства метизного передела, а так же возрастающие требования к повышению прочностных параметров армирующих материалов ведущих производителей шин, послужили основанием для проведения на заводе коренной реконструкции основных металлургических агрегатов с целью обеспечения метизного комплекса высококачественной высокоуглеродистой катанкой в значительно больших количествах и необходимого качества.

Наряду с реконструкцией и модернизацией действующих металлургических агрегатов на заводе планомерно велась разработка и совершенствование основных технологических процессов шихтовки, выплавки стали, ее внепечной обработки, разливки на МНЛЗ, прокатки на станах 850 и 320/150.

Найденные нами технические решения легли в основу концепции дальнейшего развития завода, во главе которой были поставлены первоочередные условия: наряду с увеличением объемов производства катанки значительно улучшить ее качественные характеристики. Под выбранные технологические параметры готовой продукции было определено, спроектировано и закуплено как за рубежом, так и в Республике Беларусь, соответствующее технологическое оборудование для сталеплавильного и прокатного производств.

В ходе модернизации технологического оборудования металлургического передела разрабатывалась и внедрялась новая комплексная технология производства высокоуглеродистой кордовой катанки.

Проектная технология выплавки высокоуглеродистой кордовой стали, которая основывалась на 100%-ом применении металлизированных окатышей, в 1990-х годах из-за значительного роста их стои-

мости оказалась очень затратной. Мы разработали свою, новую технологию получения высококачественной стали с использованием ломоотходов автомобилестроителей. Сейчас в шихтовке применяется только 20–25 % окатышей, до 20 % чугуна, остальное — пакетированный «чистый» лом. Это позволило нам снизить себестоимость тонны кордовой стали примерно на 100 долларов без ухудшения ее качественных показателей (рис. 1).

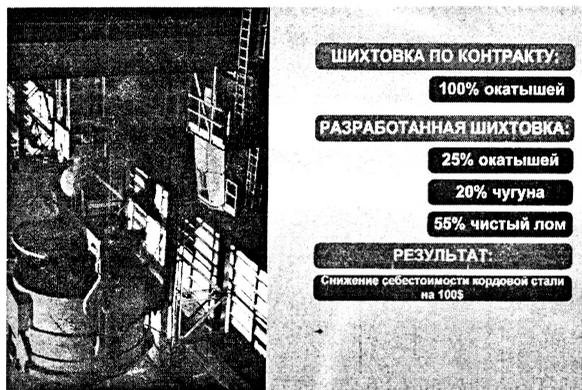


Рис. 1

На основе разработанной комплексной физико-математической модели тепловой работы электродуговой печи, учитывающей подплавление перехода, обезуглероживание металлической ванны переменной массы, гидродинамические и тепловые процессы, создана и реализована оригинальная ресурсосберегающая технология выплавки стали под пенистыми шлаками, в том числе с использованием донной продувки инертными газами. Аналогов подобным технологиям на металлургических предприятиях стран СНГ на сегодня пока нет.

Внедрение новой комплексной технологии позволило существенно повысить энергоэффективность действующих техпроцессов. Несмотря на значительный рост объемов производства за прошедший период в 1,7 раза, удельные затраты энергоносителей на 1 тонну товарной продукции были снижены: по электроэнергии — на 15,5%, по природному газу — на 16,8%.

На электросталеплавильных печах разработана и внедрена автоматизированная система регулирования графитированных электродов в процессе ведения плавки, что позволило достичь экономии электродов на 17–20%, снизить удельный расход электроэнергии на 5 кВтчас на тонну стали.

Проведенный анализ огнеупорных материалов и их экспериментальные исследования позволили нам выбрать наиболее эффективные, вследствие чего мы добились повышения стойкости футеровки основных плавильных и разливочных агрегатов в среднем на 12–15%, а также увеличить емкость 100-тонных сталеразливочных ковшей до 108 тонн жидкой стали, что в целом дало прирост производительности на 3–5%.

При реконструкции машины непрерывной разливки стали №3 для минимизации ликвации, образующейся в процессе затвердевания слитка, был применен новый, высокоэффективный процесс электромагнитного перемешивания кристаллизирующейся жидкой стали.

С целью окончательного исключения этого вредоносного дефекта структуры на заготовочном стане 850 силами специалистов-прокатчиков разработана и внедрена технология продольного разделения раската, позволившая исключить негативное влияние подсадочной ликвации на технологичность дальнейшей переработки металла в метизном производстве. Этот техпроцесс является «ноу-хау» Белорусского металлургического завода, (рис. 2).

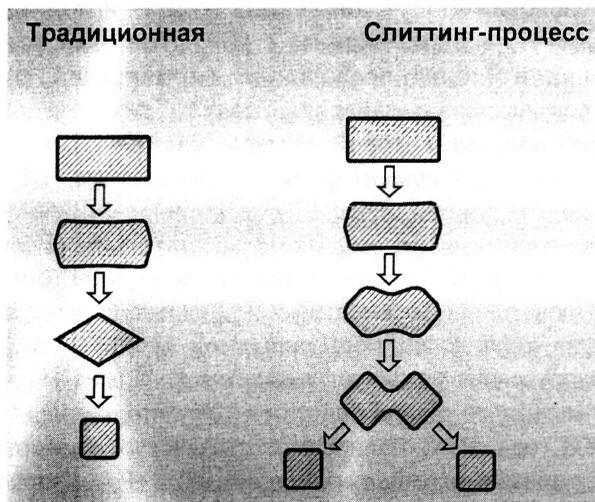


Рис. 2

За счет оптимизации регламента процесса «разливка стали на МНПЗ №3 — прокатка блюмов на стане 850» в настоящее время эффективно используется разработанная технологическая схема так называемого «горячего посада», когда полученные на МНЛЗ горячие блюмы, минуя приме-

жучочный склад, проходят только дополнительную тепловую обработку в нагревательной печи и задаются на прокатку. Применение такого техпроцесса позволило добиться экономии природного газа на стане 850 на 13–15%, (рис. 3).

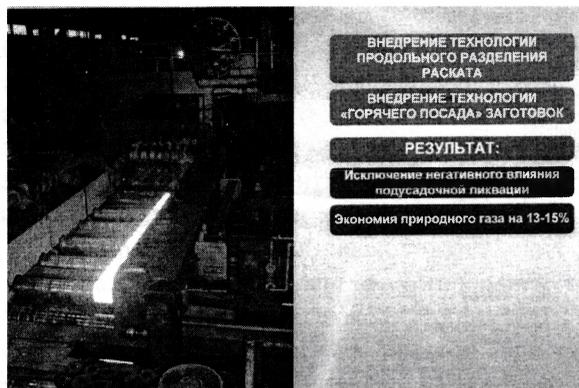


Рис. 3

Для производства высокопрочного и сверхвысокопрочного металлокорда потребовалось использование катанки из стали марок 80, 85 с высоким содержанием углерода, как основного упрочняющего химического элемента, в пределах 0,8–0,9%, технология производства которой на БМЗ в то время отсутствовала.

С целью удержания имеющегося рынка сбыта БМЗ был вынужден в конце 90-х годов производить дополнительные закупки особо чистой от вредных примесей высокоуглеродистой катанки с массовой долей углерода до 0,85%. На тот момент ни одна из сталелитейных фирм Европы и Северной Америки не производила катанку требуемого качества. Единственным ее изготовителем была японская компания «Ниппон Стил».

На заводе проводилась отработка технологии производства новых конструкций металлокорда и новых видов высокопрочной проволоки из импортной катанки. Параллельно велись работы по созданию комплексной технологии получения нового материала — катанки из высокоуглеродистой стали, способной заменить японский полуфабрикат. Необходимо было выстроить технологическую цепочку от подбора шихтовых материалов до термомеханической обработки катанки в линии стана 320/150.

В ходе освоения новой комплексной технологии была проведена глубокая реконструкция комбинированного мелкосортно-проволочного стана 320/150, (рис. 4, 5).

На новом стане 150 внедрено самое современное на настоящий момент в мире высокоскоростное прокатное оборудование. Наряду с повыше-

нием производительности стана более чем в 2 раза, реализованные технические решения позволили наладить выпуск нового материала — катанки, соответствующей лучшим мировым образцам, (см. 2 стр. обложки журнала).



Рис. 4



Рис. 5

Собственными силами в сжатые сроки была разработана и внедрена принципиально новая комплексная технология, обеспечивающая массовое производство конкурентоспособной углеродистой катанки в условиях БМЗ.

Разработка теоретических основ и освоение технологических процессов были выполнены специалистами РУП «БМЗ» с привлечением научного потенциала Республики Беларусь.

В результате чего было достигнуто значительное снижение неравномерности механических свойств по длине раската, получение требуемой однородности микроструктуры.

Отличительной особенностью высокоуглеродистой катанки, является ее значительное превосходство практически по всем качественным характеристикам в сравнении с аналогами металлургических заводов СНГ и Европы. Так, содержание вредных примесей цветных металлов (меди, хрома, никеля) в ней ограничено до 0,05% по массе. При высоких значениях прочностных параметров (предел прочности до 1130 Н/мм²), ка-

танка должна обладать хорошей пластичностью и должна выдерживать испытания на осадку до 1/3 высоты первоначального образца. Необходимо кратко прокомментировать вышесказанное: эти параметры являются очень жесткими, и достичь их можно только при строжайшем соблюдении технологического регламента на всех металлургических переделах.

Повышение функциональных характеристик катанки для металлокорда могут обеспечить такие ключевые методы, как регулирование количества неметаллических включений, фазовых выделений, фазовых превращений и микроструктуры. Вместе с тем, при использовании катанки с повышенными прочностными свойствами, возникла ещё большая, чем прежде потребность внедрения комплексной технологии, включая операции вторичной переработки, и поэтапный контроль качества. В области исследований и разработок тоже возникла необходимость разработки комплексной технологии — от исходного материала до конечного продукта.

Выполненный комплекс мероприятий обеспечил гарантированное получение высокоуглеродистой катанки из сталей марок 70, 75, 80, 85, 90 для последующего производства высокопрочного металлокорда на уровне самых современных требований мировой отрасли резинотехнических изделий (см. 2 стр. обложки журнала).

Дальнейшее совершенствование комплексной технологии получения высокоуглеродистой катанки позволило, начиная с 2005 года экспортировать в Японию проволоку для армирования рукавов высокого давления, полуфабрикатом для производства которой служит катанка. Так на сегодняшний момент фирмам «Июкогама» и «Тогава» отгружено более 1700 тонн высокопрочной проволоки, в целом законтрактованный объем поставок на 2008 год составляет около 3000 тонн.

Проведенные совместные исследования и обработка технологических процессов специалистами Белорусского металлургического завода и Речицкого метизного завода привели к тому что, начиная с 2008 года, РМЗ полностью отказался от импорта заготовки и перешел на катанку БМЗ. Разработанные на БМЗ марки стали позволили речицким метизникам освоить новые высокоэффективные виды продукции и обеспечить экспортные поставки до 85% от объемов выпускаемой продукции.

Следуя мировой динамике развития шинной промышленности, на БМЗ так же системно разрабатывались и осваивались новые высокоэффек-

тивные типы металлокорда. В результате чего на базе полученной высокоуглеродистой катанки были созданы принципиально новые типы металлокорда, которые бесспорно можно отнести к новым материалам. Так, одними из первых, на БМЗ разработан целый ряд высокоэффективных конструкций металлокорда:

- высокопрочного НТ,
- сверхвысокопрочного СТ,
- ультравысокопрочногокопрочного УТ

с пределом прочности проволоки от 3400 до 4000 Н/мм².

Два последних типа металлокорда являются приоритетными для БМЗ.

Необходимо особо отметить: разработка и внедрение высокоэффективных конструкций металлокорда типов НТ, СТ, и УТ на заводе производилась специалистами нашего завода исключительно собственными силами.

На сегодняшний день по поручению Главы Государства разработана и успешно реализуется программа освоения на РУП «БМЗ» производства металлокорда для сверхкрупногабаритных шин (КГШ) карьерных самосвалов, который в настоящее время закупается в Европе по цене около 4000 Евро за тонну. На данный момент уже освоена технология производства трех конструкций металлокорда для шин такого типа. Еще две конструкции находятся в стадии опытно-промышленных испытаний с положительными предварительными результатами.

В качестве новых высокопрочных продуктов, пользующихся повышенным спросом у шинников и других производителей армированных резинотехнических изделий, на БМЗ также разработаны: проволока из заэвтектонидной стали и высокопрочная проволока для бортовых колец шин с повышенной стойкостью к расслаиванию.

БМЗ так же занимается перспективными разработками наукоемких новых продуктов, которые в настоящее время только начинают применяться у шинников. Так, например, о разработке катанки из заэвтектонидной стали мы впервые сообщали 5 лет назад.

Внедрение передовых наукоемких технологий, реализованных при вводе в эксплуатацию стана 150, позволили добиться выпуска высокоэффективной и конкурентоспособной продукции, не уступающей, а по ряду технических показателей превосходящих лучшие зарубежные аналоги го-

рячекатаного круглого проката. Это позволило нам в полной мере добиться полного импортозамещения высокоуглеродистой катанки, а также обеспечить ее устойчивый сбыт за рубежом.

Полученные результаты фундаментальных и прикладных исследований, по заключению ведущих ученых НАН Беларуси, имеют важное значение для развития мировой металлургической науки и создания новых технологических процессов. В настоящее время они оказывают существенное влияние на развитие экономики Республики Беларусь и повышение ее эффективности.

При выполнении научно-исследовательских работ по разработке и освоению комплексной технологии производства высокоуглеродистого горячекатаного мелкосортного проката круглого сечения на стане 150 в условиях РУП «Белорусский металлургический завод» получено 28 патентов на изобретения, опубликовано 4 монографии, 44 статьи в отечественных и зарубежных научных изданиях.

По этой тематике специалистами БМЗ защищено 3 кандидатских диссертации, готовятся к защите еще 2 диссертации (докторская и кандидатская).

В результате проведенной работы производство продукции на стане 150 возросло с проектных 150 тыс. тонн до 385 тыс. тонн в 2005 году, за этот период на базе новой высокоуглеродистой катанки освоено более 50 новых видов метизной продукции. Около 40% произведенного проката реализуется как товарная продукция, остальной металл подвергается дальнейшей переработке в цехах метизного комплекса завода.

Суммарный экономический эффект в виде дополнительно полученной прибыли за 2001-2005 годы с учетом окупаемости затрат на реконструкцию стана 150 составил более 51 млн. долларов США.

Кроме того, прирост объема продаж металлопроката за 2001 -2005 годы составил 1 млн. 170 тыс. т, метизной продукции — 264 тыс. тонн, что обеспечило получение дополнительной выручки от увеличения продаж за рассматриваемый период на 775,0 млн. долларов США.

За пятилетний период получен экономический эффект в виде дополнительной валютной выручки на сумму около 700 млн. долларов США и увеличения налоговых отчислений в бюджет Республики Беларусь в сумме 54 млн. долларов США.