



М. В. Мясникович



В. И. Тимошпольский



Н. В. Андрианов

*М. В. МЯСНИКОВИЧ, д-р эконом. наук, проф., Председатель Президиума НАН Беларуси,
В. И. ТИМОШПОЛЬСКИЙ, д-р техн. наук, проф., зам. Председателя Президиума НАН Беларуси,
Н. В. АНДРИАНОВ, канд. техн. наук, ген. директор РУП «Белорусский металлургический завод»*

СОЗДАНИЕ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И АГРЕГАТОВ НА БЕЛОРУССКОМ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ. ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Как отметил Глава государства Президент Республики Беларусь А.Г.Лукашенко (в докладе на втором Всебелорусском народном собрании 18 мая 2001 г.): «У нас нет сырья и богатых спонсоров. Нам все надо зарабатывать своим мозолям и умом. Именно поэтому инновационная и инвестиционная деятельность предлагается как основа приоритетов. Инновационная и инвестиционная деятельность коснется прежде всего нашей промышленности».

Сегодня Республика Беларусь выбрала путь инновационного развития, т.е. развития экономики, основанной на знаниях и наукоемких производствах. При этом базой для новых изделий, материалов и производственных систем, центральным элементом подхода к планированию и прогнозированию является технология [1]. Примером наивысшего уровня технологий при максимально возможной рентабельности служит флагман металлургической промышленности Республики Беларусь — Республиканское унитарное предприятие «Белорусский металлургический завод» (БМЗ).

Белорусский металлургический завод является металлургическим мини-предприятием последнего поколения с оборудованием высшего технического уровня. При этом для мини-завода из технологической цепи исключаются такие присущие крупным металлургическим заводам переделы, как агломерационный (получение железорудного концентрата), производство кокса в коксовых батареях, доменное производство (получение чугуна в доменных печах), мартеновское производство стали.

Идеи создания металлургических мини-производств принадлежат выдающимся ученым-металлургам и организаторам металлургической промышленности СССР академиком АН СССР А.П.Бардину и А.И.Целикову. Первым примером

такого мини-завода, когда в условиях металлургического производства получается готовая наукоемкая продукция, можно считать построенное в 1976 г. в условиях Днепровского металлургического завода им. Дзержинского (Украина, г. Днепродзержинск) осепрокатное производство с целью выпуска катаных вагонных и локомотивных осей.

В период 40-70-х годов XX в. СССР опережал по темпам роста и производства стали многие технически развитые страны. В 1975 г. в Советском Союзе выплавляли 155 млн. т стали, разлитой в слитки и заготовки, — больше всех в мире. Этот рекорд никогда никто не превзошел. Но, тем не менее, наступило время, когда возникла необходимость ликвидировать доменное и мартеновское производство и перейти на современное производство стали путем непрерывного литья заготовок на МНЛЗ. СНГ, являясь родиной создания машин непрерывной разливки, только к сегодняшнему времени вышел на должный уровень производства непрерывнолитых заготовок с точки зрения процентного количества в общем объеме производства стали. Металлургические мини-заводы представляют собой компактные предприятия, в состав которых входят электродуговые печи, скоростные машины непрерывной разливки стали, современные нагревательные устройства с механизированным подом, скоростные и автоматизированные прокатные станы и др.

Белорусский металлургический завод является уникальным металлургическим мини-предприятием, не имеющим аналогов в современной мировой и европейской металлургии. БМЗ, построенный под ключ фирмой «Фёст-Альпине» (Австрия), был пущен в эксплуатацию в 1984 г. Первая

плавка состоялась 14 октября 1984 г., а 4 ноября 1984 г. на мелкосоротно-проволочном стане 320/150 был осуществлен выпуск первого проката — катанки диаметром 9 мм. Первая очередь БМЗ предусматривала ежегодный выпуск 500 тыс. т сортового проката (арматура, уголки, швеллеры, полоса, круг, квадрат, шестигранник и т.д.) и 200 тыс. т углеродистой и низколегированной непрерывнолитой заготовки и включала в себя электросталеплавильный цех с двумя 100-тонными электродуговыми печами (ДСП-1,2), имеющими трансформаторы мощностью 75 МВА, две шестиручьевые машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ-1,2) сечением 125х125 мм и прокатный стан 320/150 для производства мелкосортового проката и катанки.

С момента ввода в эксплуатацию БМЗ, по сути, зародилась белорусская научная школа в области большой металлургии. В процессе освоения первой очереди завода были выполнены научно-исследовательские работы по усовершенствованию процессов затвердевания и нагрева металла, при этом удалось достигнуть показателей работы нагревательной печи стана 320/150, не имеющих на тот период времени аналогов в мировой практике эксплуатации печей подобной конструкции [2–4].

В августе 1987 г. введена в эксплуатацию вторая очередь завода: новый электросталеплавильный комплекс (установка «печь-ковш» (рис. 1) и вакууматор для повышения качества жидкой стали, МНЛЗ-3 — четырехручьевая машина непрерывного литья заготовок сечением 250х300 и 300х400 мм с установкой электромагнитного перемешивания (рис. 2)), обжимно-заготовочный стан 850 общей производительностью ~316 тыс. т в год для прокатки трубных заготовок круглого сечения диаметром 80–150 мм, а также квадратных заготовок сечением 125х125 мм из легированных и конструкционных сталей (рис. 3). В ноябре того же года введены в строй новые мощности по производству 10 тыс. т бортовой латунированной проволоки и 25 тыс. т в год металлокорда из катанки, получаемой на стане 320/150.

Первые довольно успешные и эффективные научные достижения позволили в итоге создать ряд научно-исследовательских подразделений, целью которых было выполнение новых научно-исследовательских разработок в области теории и технологии выплавки, непрерывной разливки, нагрева, прокатки и т.д.

В 1988 г. совместным приказом Министерства черной металлургии СССР, Академии наук БССР и Белорусского политехнического института (ныне Белорусский национальный технический университет) создана Комплексная научно-производ-



Рис. 1. Установка «печь-ковш» ЭСПЦ-2

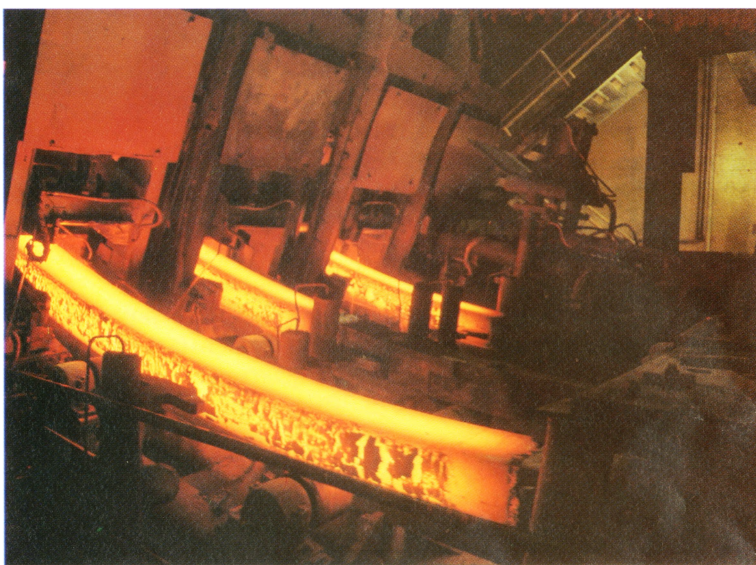


Рис. 2. Машина непрерывного литья заготовок (МНЛЗ-3) для разливки заготовок сечением 250х300, 300х400 мм

ственная лаборатория «Проблемы металлургического производства» (КНПЛ ПМП) общей численностью около 50 человек, которая базировалась в лабораторных аудиториях Белорусского политехнического института, Физико-технического института АН БССР (г. Минск), Института технологии металлов АН БССР (г. Могилев) и на производственных площадях Белорусского металлургического завода.



Рис. 3. Прокатный стан 850 для производства круглых заготовок диаметром 80–150 мм и квадратных заготовок сечением 125x125 мм

У истоков создания лаборатории «Проблемы металлургического производства» стояли крупные белорусские ученые в области технологии и оборудования металлургического производства, академики Национальной академии наук Беларуси: бывший директор Института технологии металлов АН БССР (г. Могилев), затем главный специалист Президиума НАН Беларуси по металлургии и литейному производству Г.А.Анисович, бывший вице-президент АН БССР, ныне зав. отделением пластичности ФТИ НАН Беларуси А.В.Степаненко, бывший директор Физико-технического института, ныне зав. отделом металловедения ФТИ НАН Беларуси С.А.Астапчик, а также бывший директор Белорусского металлургического завода, заслуженный металлург Российской Федерации М.Г.Тихоновский.

Ни одна реконструкция или техническая новация Белорусского металлургического завода не обходилась без ведущих научных работников Республики Беларусь, России, Украины. Работая независимо друг от друга, ведущие научно-исследовательские учреждения Министерства черной металлургии СССР, в том числе лаборатория «Проблемы металлургического производства» Белорусского национального технического университета, наметили тенденции развития завода еще в 1989–1990 гг. Этому способствовали следующие обстоятельства: количество металлолома в стране

на тот период времени превосходило количество получаемой металлопродукции в 1,5 раза; наличие дешевого топливно-энергетического ресурса и достаточно квалифицированной рабочей силы во главе со специалистами высочайшего уровня в цехах, лабораториях, отделах и т.д.

Таким образом, к началу 90-х годов совместными усилиями ученых и специалистов Белорусского металлургического завода была подготовлена база для освоения новых металлургических агрегатов и технологий высшего технического уровня.

В ноябре 1990 г. осуществлен пуск еще одной дуговой сталеплавильной печи — ДСП-3 (рис. 4) для производства высокоуглеродистых (кордовых) марок стали. В марте 1991 г. вводится в эксплуатацию третья очередь БМЗ по производству металлокорда, равная по мощности второй очереди.



Рис. 4. Дуговая сталеплавильная печь (ДСП-3) ЭСПЦ-2

Несмотря на развал СССР, который существенно сказался на развитии машиностроительного и металлургического комплекса страны, Белорусский металлургический завод продолжал набирать темпы производства и уже к концу 1992 г. объем производства составил 1 млн. 150 тыс. т стали в год.

По истечении семи лет (к 1991 г.) стоимость Белорусского металлургического завода составляла около 1,5 млрд. долл. США, уровень рентабельности металлопродукции составлял 30–40%, что позволяло с оптимизмом смотреть в будущее.

В 1993 г. с целью активизации работы по качеству впервые на Белорусском металлургичес-

ком заводе и в отечественной практике разработана «Система гарантии качества», которая получила дальнейшее развитие в масштабах завода. Осуществление системы способствовало тому, что белорусский металлокорд занял прочные позиции на рынках Германии, Швеции, Венгрии и Чехии.

К 1994 г. БМЗ был подготовлен к дальнейшей реконструкции производства, открытию новых цехов и участков, по уровню технической оснащенности и технологий не имеющих аналогов в Европе и мире. Началась реконструкция электросталеплавильного цеха ЭСПЦ-2 путем создания новых конструкций дуговых сталеплавильных печей, усовершенствования машин непрерывной разливки стали, ввода агрегатов внепечного рафинирования стали.

Проведена поэтапная реконструкция ДСП-3, предусматривающая использование процесса продувки аргоном с целью увеличения производительности и уменьшения затрат материальных ресурсов в процессе выплавки стали.

В 1995 г. для расширения технических возможностей и повышения уровня технико-экономических показателей начата реконструкция прокатного стана 850, которая завершилась в 1997 г. и позволила увеличить производительность стана до ~550 тыс. т в год, а также повысить качество выпускаемой металлопродукции.

В апреле–мае 1997 г. качество продукции Белорусского металлургического завода приведено в соответствие с требованиями Международного стандарта ISO 9002. До этого ни одно предприятие тяжелой промышленности в Беларуси не выпускало продукцию такого качества.

В 1998 г. завершена реконструкция МНЛЗ-3 с целью повышения качества заготовки и расширения на этой базе экспортного потенциала для производства высоко- и сверхвысокопрочных видов металлокорда, а также сортового легированного проката с улучшенным комплексом свойств.

В мае 1998 г. была начата большая работа по реконструкции непрерывного мелкосортно-проволочного стана 320/150, которая успешно завершилась разделением стана на два самостоятельных агрегата — непрерывный мелкосортный стан 320 для производства сортового проката (и в первую очередь строительной арматуры) и непрерывный проволочный стан 150 (рис. 5, 6), производящий высокоуглеродистую катанку с целью увеличения выпуска металлопродукции более чем на 70%. Реконструкция была досрочно завершена и в сентябре 2000 г. в торжественной обстановке при участии Президента Республики Беларусь А.Г.Лукашенко осуществлен пуск стана 150. Этот комплекс полностью обеспечивает метизное произ-

водство, давая возможности для дальнейшего расширения выпуска продукции глубокой степени переработки — металлокорда, проволоки для рукавов высокого давления, бортовой бронзированной проволоки.

В сентябре 2002 г. в рамках программы проводимой на заводе реконструкции состоялся технологический пуск печи-ковша в электросталеплавильном цехе №1 с целью получения высококачественных кордовых марок сталей при разливке



Рис. 5. Мелкосортно-проволочный стан 150



Рис. 6. Линия Стелмор, бунтоприемник стана 150

их на МНЛЗ-1,2 (стали 70К) после выпуска из ДСП-1,2. Это позволило значительно снизить себестоимость кордовых марок сталей (на 10–15%) и уменьшить себестоимость металлокорда.

Анализ развития производства в условиях РУП «Белорусский металлургический завод» показывает постоянный рост производства: в период с 1984 по 1993 г. объем производства увеличился с 700 тыс. т

до 1 млн. 150 тыс. т в год. Объем выпуска жидкой стали в 1996 г. возрос до 1 млн. 400 тыс. т в год. В 2001 г. объем производства жидкой стали составил 1 млн. 600 тыс. т в год, в 2003 г. — ~1 млн. 700 тыс. т в год, в 2004 г. — 1 млн 870 тыс. т в год, в 2005 г. производственные мощности способны произвести до ~2 млн. т в год.

Общая схема производства РУП «БМЗ» приведена на рис. 7.

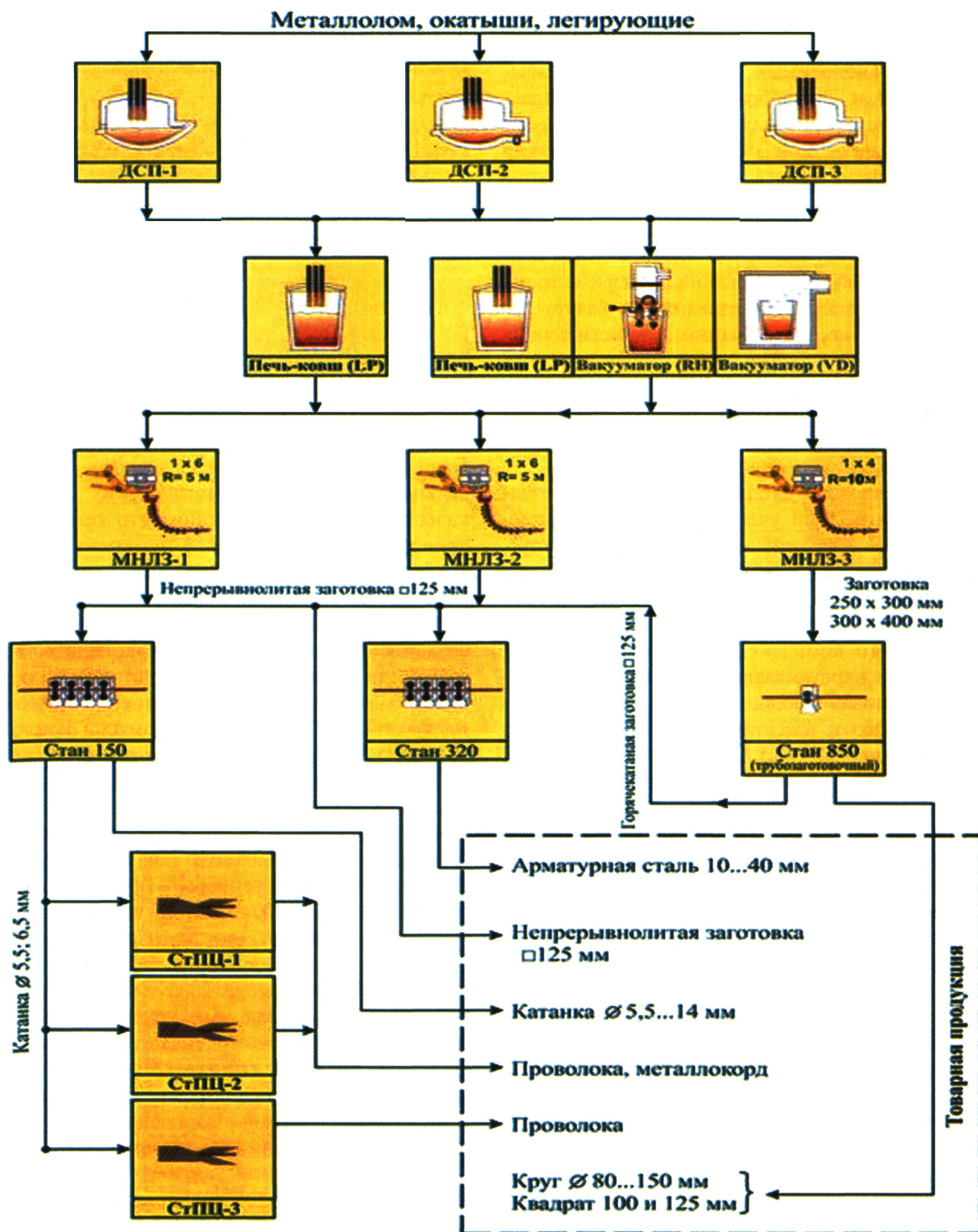


Рис. 7. Структурная схема производства металлопродукции в условиях РУП «Белорусский металлургический завод»

Сегодня Белорусский металлургический завод с общим объемом производства около 1,9 млн. т в год является крупнейшим поставщиком на европейском и мировом рынке черных металлов высококачественной металлопродукции. География поставок продукции БМЗ охватывает 52 страны дальнего и ближнего зарубежья, которые расположены на пяти континентах.

Большую роль при получении металлопродукции, соответствующей мировым стандартам, играют исследования, выполненные белорусской научной металлургической школой [5, 6]. При этом спектр проводимых научных работ отличается широтой и разнообразием, охватывая практически все металлургические переделы: процессы выплавки и внепечной обработки стали, непрерывной разливки, кристаллизации, затвердевания и охлаждения, нагрева и термообработки, оптимизация теплотехнологических процессов, энергоэкологические исследования. Комплексный подход предусматривает чередование экспериментальных и теоретических исследований и базируется на современном арсенале знаний в области теории и технологии металлургического производства — методах математической физики и термомеханики, приближенных методах расчета процессов выплавки, затвердевания и тепловой обработки, методах термического анализа и др.

По мере ввода в эксплуатацию новых металлургических агрегатов учеными и специалистами Национальной академии наук Беларуси, Белорусского национального технического университета и Белорусского металлургического завода решались и решаются важнейшие задачи развития промышленного комплекса Республики Беларусь, касающиеся в первую очередь создания наукоемких и импортозамещающих марок сталей. В результате тесного и плодотворного сотрудничества науки с производством освоено производство наукоемких и импортозамещающих марок стали: рессорных марок стали (на примере 50ХГФА) для производства гаммы рессорной полосы с целью дальнейшего изготовления много- и малолистовых рессор в условиях РУП «Минский автомобильный завод», хромистых марок стали, высокоуглеродистых марок стали для производства специальных видов проволоки (ГОСТ 15598-70, 9398-75), в первую очередь для машиностроительного комплекса Республики Беларусь, новых видов металлокорда перспективных конструкций по спецификациям ведущих производителей шин, специальных видов арматурных профилей и т.д. Разработаны новые конструкции дуговых сталеплавильных печей и машин непрерывной разливки стали. Усовершенствованы и оптимизированы режимы высокотемпературных теплотехнологических установок и других металлургических агрегатов.

В связи с увеличением объема производства металлокорда, необходимостью укрепления пози-

ций Белорусского металлургического завода на рынках стран СНГ и выходом на рынки Западной Европы и США ведутся научно-исследовательские работы, охватывающие основные переделы производства металлокорда: выплавку, непрерывную разливку, печной нагрев и патентирование. В результате разработана концепция выплавки высокоуглеродистых сталей с целью получения сверхпрочных модификаций металлокорда при использовании новых шихтовых материалов. На основании математического моделирования разработан режим выплавки в дуговых сталеплавильных печах, обеспечивающий снижение энергопотребления на 43–55 кВт·ч/т и уменьшение времени плавки на 5–10 мин, обосновано увеличение скоростей разливки кордовых марок сталей (с 0,6 до 0,7–0,8 м/мин), исследованы закономерности нагрева кордовой проволоки в печах патентирования, что позволило оптимизировать режимы тепловой обработки, снизить величину окислы на 8–18% и соответственно увеличить выход самой дорогостоящей металлопродукции БМЗ — металлокорда.

Ресурсосберегающие режимы при производстве кордовых марок сталей, разработанные и реализованные в рамках совместного сотрудничества академической и вузовской науки с производством, позволили Белорусскому металлургическому заводу достигнуть таких показателей качества готовой продукции, что сегодня металлокорду производства БМЗ нет равных в странах СНГ. Экономический эффект от освоения производства металлокорда перспективных конструкций составил более 8 млн. долл. США в год. За создание энерго- и ресурсосберегающих технологий и разработку новых конкурентоспособных видов металлокорда группа специалистов НАН Беларуси, БНТУ и БМЗ удостоена Государственной премии Республики Беларусь в области науки и техники. Продукцию Белорусского металлургического завода сегодня используют РУП «Бобруйскшина», а также ведущие мировые производители автомобильных покрышек «Мишлен», «Континенталь», «Гудийер», «Бриджстоун», Нижнекамский шинный комбинат и др.

После реконструкции метизного производства (с вводом в эксплуатацию сталепроволочного цеха СтПЦ-3 в ноябре 2000 г.) по производству металлокорда годовой объем выпуска металлокорда увеличен с 50 до 70 тыс. т, бортовой проволоки — с 15 до 25 тыс. т, что в конечном счете позволило БМЗ стать одним из крупнейших в мире производителей металлокорда и войти в пятерку основных мировых производителей металлокорда.

В период 2001–2003 гг. при активном участии специалистов НАН Беларуси, БНТУ и РУП «БМЗ» освоено производство шарикоподшипниковой стали ШХ15, ШХ15СГ. В результате исследований

впервые в условиях БМЗ разработана сквозная технология (выплавка в ДСП-3, внепечная обработка, разливка на МНЛЗ-3, нагрев и прокатка заготовок на стане 850) производства проката из шарикоподшипниковой стали (круглой заготовки диаметром 80–130 мм и квадратной заготовки сечением 125x125 мм). Итогом проведенных исследований стал первый крупногабаритный подшипник, изготовленный Минским подшипниковым заводом из белорусской стали (рис. 8).



Рис. 8. Подшипник, изготовленный из проката Белорусского металлургического завода

В связи с увеличением спроса на мировом рынке черных металлов арматурных профилей разработана технология и освоено производство новых эффективных видов строительной арматуры в условиях Белорусского металлургического завода, обеспечивающих повышенные механические свойства [7].

Весомый вклад внесли представителями белорусской науки и металлургии в обоснование строительства, обеспечение досрочного пуска и освоение проектных мощностей непрерывного проволочного стана 150. Впервые в истории белорусской металлургии группа специалистов НАН Беларуси, БМЗ и БНТУ за большой вклад в развитие металлургической промышленности Республики Беларусь удостоена государственных наград Республики Беларусь — орденов Почета и медалей «За трудовые заслуги» (Указ Президента Республики Беларусь А.Г.Лукашенко № 412 от 31.07.2001 г.). Экономический эффект от досрочного ввода в эксплуатацию и освоение за 7 мес. проектных мощностей стана 150 (вместо 12 мес. по плану) составил свыше 9 млн. долл. США.

Разработки белорусской научной школы нашли отражение в десятках монографий (более 20) и сотнях научных трудов (около 400), полученных изобретениях и патентах, они широко тиражируются на ведущих металлургических предприятиях Украины и России, что способствует разви-

тию интеграционных связей между научными металлургическими школами стран СНГ. Суммарный экономический эффект от внедрения совместных разработок на металлургических предприятиях Республики Беларусь, Украины и Российской Федерации в период с 1984 г. по настоящее время составил около 40 млн. долл. США.

Проведенная в последние годы реконструкция основных металлургических переделов БМЗ позволила наряду с увеличением объемов производства повысить качество выпускаемой продукции и соответствующим образом увеличить рентабельность металлопродукции (рис. 9). За период 1999–2004 гг. на предприятии освоено 162 новых вида продукции, в том числе 40 новых марок сталей и около 20 модификаций металлокорда, которые реализуются как в Республике Беларусь, так и в странах ближнего и дальнего зарубежья.

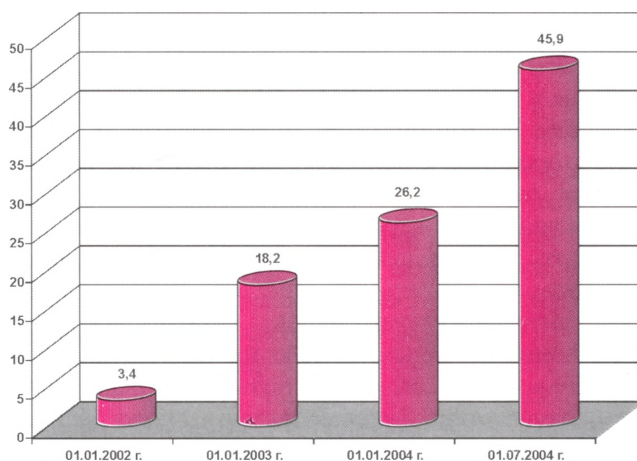


Рис. 9. Рентабельность реализованной продукции, %

Параллельно с проводимой реконструкцией и модернизацией Белорусского металлургического завода, начиная с 1988–1990 гг. Министерством черной металлургии СССР, Госпланом БССР и БМЗ рассмотрены и намечены пути дальнейшей углубленной переработки исходной трубной заготовки диаметром 80–150 мм, производимой на трубозаготовочном стане 850, с целью производства бесшовной товарной трубы на тот период времени объемом 200 тыс. т в год из конструкционных марок сталей. В этот период группой специалистов НАН Беларуси, БНТУ и РУП «БМЗ» были выполнены первые научно-исследовательские работы, касающиеся переработки трубной заготовки на бесшовную горячекатаную и холоднодеформированную трубу. Ранее выполненные разработки сегодня переосмыслены и доработаны с учетом того, что к настоящему времени учеными и специалистами в области металлургического производства Республики Беларусь накоплен достаточный опыт по эксплуатации действующего оборудования РУП «БМЗ», его модернизации, освоению новых агрегатов и видов металлопродукции и др. В период выполнения научно-

исследовательских работ (2003–2004 гг.), направленных на обоснование строительства и ввода в эксплуатацию трубопрокатного комплекса в условиях РУП «Белорусский металлургический завод», сделано технико-экономическое обоснование [8, 9], позволившее доказать целесообразность реализации трубопрокатного проекта:

- проанализирована и доказана возможность производства в условиях РУП «БМЗ» конкурентоспособных горячекатаных труб;
- осуществлен выбор конкретного сортамента и марочного состава труб, производство которых возможно осуществить на РУП «БМЗ»;
- спрогнозированы потребности рынка труб в странах, перспективных для экспорта;
- выбрана рациональная схема производства бесшовных труб в условиях РУП «БМЗ»;
- дана предварительная оценка экономической эффективности проекта.

24 ноября 2004 г. Президентом Республики Беларусь А.Г.Лукашенко на совещании по перспективам развития РУП «БМЗ» было принято решение о строительстве трубопрокатного комплекса производительностью 250 тыс. т бесшовных труб в год.

Окупаемость проекта по производству бесшовных труб зависит от стоимости труб на мировом рынке черных металлов, стоимости сырья, энергоносителей и т.д., однако даже при самых минимальных на сегодняшний день ценах и минимальном объеме производства бесшовных труб окупаемость будет составлять около 5–6 лет с момента начала производства.

Специалистами Министерства промышленности РБ, НАН Беларуси, БНТУ и РУП «БМЗ» разработано инвестиционное предложение по организации производства бесшовных горячекатаных труб на РУП «БМЗ». Создание трубопрокатного производства в Республике Беларусь будет способствовать повышению маневренности БМЗ на мировом рынке черных металлов и увеличению за счет получения дополнительной прибыли производства различных видов наукоемкой продукции (металлокорд, катанка, строительная арматура, бесшовные трубы и др.), что в конечном

счете позволит избавиться от импорта труб из России и Украины, а также обеспечит дальнейшее развитие машиностроительного комплекса, строительной, архитектурной и других отраслей Республики Беларусь.

Осуществляемая сегодня на Белорусском металлургическом заводе экономическая политика, концепция развития и дальнейшей модернизации оборудования и процессов сталеплавильного, прокатного, метизно-кордового производства ориентирована прежде всего на дальнейшее освоение новых наукоемких марок сталей и новых видов высококачественной конкурентоспособной металлопродукции с целью сохранения лидирующих позиций на мировом рынке черных металлов.

Литература

1. Мясникович М.В. Научные основы инновационной деятельности. Мн.: ИООО «Право и экономика», 2003.
2. Теплотехнология металлургических мини-заводов / В.И. Тимошпольский, А.Б. Стеблов, И.А. Трусова и др. Мн.: Навука і тэхніка, 1992.
3. Тимошпольский В.И. Теплотехнологические основы металлургических процессов и агрегатов высшего технического уровня. Мн.: Навука і тэхніка, 1995.
4. Filippov V.V., Timoshpolsky V.I., Trusova I.A. Belorussian Metallurgical Plant (BMZ) A modern Enterprise for Production and Research. Austria, VAI, 2000.
5. Тимошпольский В.И., Анисович Г.А., Трусова И.А., Маточкин В.А. Ученые — металлургической промышленности // Наука — народному хозяйству. Мн.: Аналитический центр НАН Беларуси. 2002. С. 571–582.
6. Тимошпольский В.И. Роль отечественной научной школы в освоении и организации производства на РУП «Белорусский металлургический завод» // Сталь. 2002. №10. С. 8–14.
7. Андрианов Н.В., Тимошпольский В.И., Тихонов И.Н., Андрианов Д.Н. Освоение производства новых эффективных видов строительной арматуры в Республике Беларусь // Наука и инновации. 2004. № 4. С. 16–25.
8. Мясникович М.В., Тимошпольский В.И., Андрианов Н.В., Маточкин В.А. Перспективы развития трубного производства с трансформацией последних достижений применительно к РУП «Белорусский металлургический завод» // Наука и инновации. 2003. №7–8. С. 45–53.
9. Мясникович М.В., Андрианов Н.В., Тимошпольский В.И., Губинский А.В. Технико-экономическое обоснование производства бесшовных труб при использовании заготовки производства РУП «Белорусский металлургический завод» // Наука и инновации. 2004. № 6. С. 32–41.