

**Перспективные направления  
развития металлургического  
комплекса Республики Беларусь**

*М. В. МЯСНИКОВИЧ, Президент Национальной академии наук Беларуси,*

*В. И. ТИМОШПОЛЬСКИЙ, директор ГНУ "Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова"  
Национальной академии наук Беларуси,*

*Н. В. АНДРИАНОВ, генеральный директор РУП «Белорусский металлургический завод», Министерство  
промышленности Республики Беларусь,*

***Г. А. АНИСОВИЧ**, Президиум Национальной академии наук Беларуси,*

*Д. М. КУКУЙ, заведующий кафедрой Белорусского национального технического университета,*

*В. А. МАТОЧКИН, технический директор - главный инженер РУП «Белорусский металлургический завод»,*

*И. А. ТРУСОВА, профессор Белорусского национального технического университета,*

*А. В. ГУБИНСКИЙ, доцент Национальной металлургической академии Украины*

## **НЕКОТОРЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТРУБОПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ НАЛИЧИИ ИСХОДНОЙ ТРУБНОЙ ЗАГОТОВКИ ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА, ВЫПУСКАЕМОЙ В УСЛОВИЯХ РУП "БЕЛОРУССКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД"**

В настоящее время производственные мощности РУП «Белорусский металлургический завод» по трубной заготовке диаметром 80–150 мм в соответствии с действующими ТУ и ГОСТ составляют порядка 350–400 тыс.т/год. Между тем последние данные, представленные техническими и экономическими службами РУП «Белорусский металлургический завод», показывают, что реализация трубной заготовки указанных типоразмеров практически затруднена в связи с невозможностью самостоятельно влиять на ценовые вопросы.

Производство трубной заготовки и дальнейшая ее переработка с целью получения горяче- и холоднодеформированных бесшовных труб представляет собой задачу, которую, по всей видимости, необходимо решать в перспективе до 2005 г.

Эта проблема возникла еще в 1989–1990 гг., когда были выполнены первые научно-исследовательские работы, связанные с анализом качества трубной заготовки и трубного металла. Исследования выполняли РУП «Белорусский металлургический завод», отраслевая комплексная научно-производственная лаборатория «Проблемы металлургического производства» БНТУ, а также Всесоюзный научно-исследовательский трубный институт (ВНИТИ, г. Днепропетровск), который является головным в вопросах обоснования и выбора схем изготовления производства бесшовных труб.

Целесообразность и необходимость расширения сортамента РУП «БМЗ» в виде производства бесшовной трубы предопределило, в первую очередь, значительное по сравнению с 1991 г. увеличение среднемесячного объема производства не-

прерывнолитых заготовок. В настоящее время оно достигает порядка 160 тыс.т/месяц по сравнению с 90 тыс.т/месяц в 1991 г.

Для технико-экономического обоснования строительства трубопрокатного комплекса необходимо:

1) проанализировать возможности производства конкурентоспособной (высококачественной) трубной продукции соответствующих размеров и марочного состава;

2) осуществить выбор малозаполненных ниш в сортаменте продукции, обеспечивающих реализацию трубной продукции (горяче- и холоднодеформированных труб);

3) спрогнозировать потребности рынка труб в странах перспективного экспорта;

4) выбрать рациональную схему производства бесшовных труб.

К прочим условиям, которые не являются ограничивающими при анализе возможности организации производства, следует отнести наличие производственной площадки, энергетических, водных, транспортных, трудовых ресурсов и т. д.

Сегодня, безусловно, большим спросом на рынке металлов пользуется квадратная заготовка, однако, как доказано многочисленными исследованиями и анализом производственно-технической деятельности БМЗ, ее производство на стане 850 значительно менее рентабельно по сравнению с производством трубной заготовки. Уровень оборудования и технологий, который сегодня имеет место на РУП «БМЗ» (электродуговая выплавка – внепечная обработка – глубокое рафинирование – непрерывная разливка в заготовки круп-

ного сечения 250x300, 300x400 мм с использованием электромагнитного перемешивания) (рис. 1), говорит о том, что фактически есть возможность для дальнейшей самостоятельной переработки трубной заготовки в высококачественные бесшовные трубы. Следует также отметить, что в состав стана 850 и линии контроля и отделки входит все необходимое оборудование для отдел-

ки проката, соответствующее мировому уровню: колодцы для противофлокеной обработки и мягкого отжига легированных марок сталей, удаления окалины, выявления поверхностных дефектов, ультразвукового контроля внутренних дефектов макроструктуры, зачистки поверхностных дефектов и средства порезки и упаковки проката.

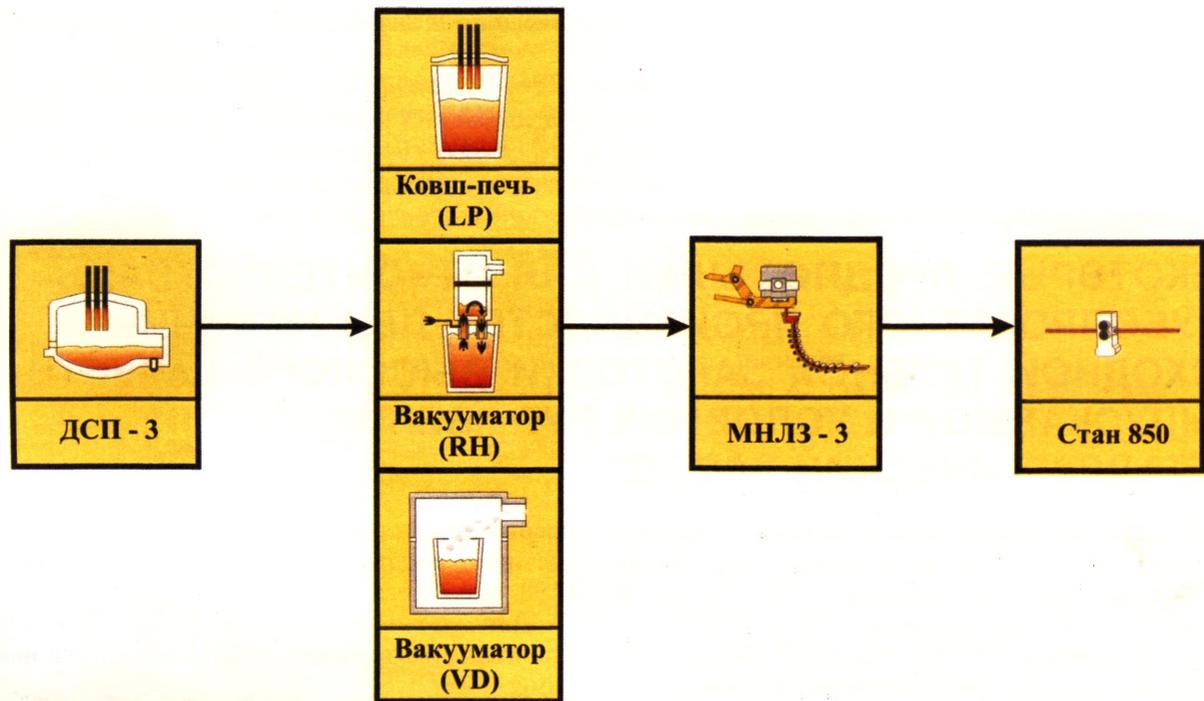


Рис.1. Схема производства заготовок круглого сечения диаметром 80–150 мм и квадратного (125x125 мм) сечения в условиях РУП «БМЗ»

Рассмотрим конкретный пример возможности производства трубных марок сталей на примере сталей 10, 15. Химический состав трубных сталей

(сталь 10, 15) в соответствии с ГОСТ 1050–88 «Сталь конструкционная углеродистая качественная» приведен ниже.

**Химический состав стали 10**

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	As
0,07–0,14	0,17–0,37	0,35–0,65	0,035	0,04	0,15	0,25	0,25	0,08

**Химический состав стали 15**

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	As
0,12–0,19	0,17–0,37	0,35–0,65	0,035	0,04	0,25	0,25	0,25	0,08

Содержание вредных примесей (серы и фосфора), а это является главным фактором при определении, к какой группе в соответствии с ГОСТ относится сталь (обыкновенного качества, качественная, высококачественная, особокачественная), должно быть не более 0,04% для серы и не более 0,035% для фосфора. Анализ химического состава сталей, производимых в условиях стале-

плавильного комплекса (ЭСЦ-2) РУП «БМЗ», показывает, что содержание серы находится на уровне 0,02–0,04%, фосфора – 0,02–0,035%, т. е. здесь очевидно, что в условиях РУП «БМЗ» (ДСП-3 – внепечная обработка – МНЛЗ-3) существующий уровень металлургических технологий и агрегатов предполагает производство высококачественной металлопродукции.

К настоящему времени на РУП «БМЗ» успешно освоено и внедрено производство трубной заготовки по ГОСТ 1050-88 и ОСТ 14-21-77 и иностранным стандартам следующих марок стали: Ст.10-45, 52, Т11, Т12, Д, К, Е, 36Г2С, 37Г2С.

Если проанализировать производственные данные, касающиеся качества трубной заготовки, производимой на стане 850 РУП «БМЗ», то становится очевидным, что исходный материал (трубная

заготовка) производства РУП «БМЗ» соответствует лучшим мировым стандартам и по показателям качества превосходит аналогичные изделия, производимые на Орско-Халиловском металлургическом комбинате (г. Новотроицк, РФ) и Днепровском металлургическом комбинате (г. Днепродзержинск, Украина). Некоторые данные по отбраковке труб, полученных из металла РУП «БМЗ» и Орско-Халиловского металлургического комбината, приведены в табл. 1.

Таблица 1. Количество брака труб, %

Вид продукции	РУП «Белорусский металлургический завод»	Орско-Халиловский металлургический комбинат
Трубы первого сорта	0,19	1,2
Трубы второго сорта	2,76	8,49
Трубы, направленные на ремонт	8,69	22,41

Максимальное содержание серы для большинства заготовок, полученных в условиях РУП «БМЗ», не превышало 0,025% (в некоторых случаях 0,01–0,015%), содержание фосфора в 95% плавов было ниже 0,015%. Механические свойства металла заготовок были выше требуемых ГОСТ: для сталей 10 и 20 предел текучести соответственно на 49 и 43%, относительное удлинение – на 10 и 20%.

В дальнейшем проведена предварительная оценка экономической эффективности трубного производства с учетом инфраструктуры, численности работающего персонала и географического расположения РУП «БМЗ». Учитывалась и исходная нормативная база для строительства стана, который на основании перспективных прогнозов будет построен в ближайшие два года собственными силами, минуя зарубежное кредитование, при использовании разработок ряда металлургических предприятий, специализирующихся в области металлургического оборудования РФ и Украины. Затраты на все (без исключения) оборудование предполагаются на уровне 80 млн у. е.

Исходная цена на товарную трубную заготовку на начало 2003 г. устанавливалась 200–220 долл. за т. Эта цена обосновывается прежде всего данными украинских и российских производителей трубной заготовки с учетом использования при производстве заготовок достаточно дешевых коксующихся углей для производства чугуна и последующего получения трубной стали в мартеновских печах и кислородных конвертерах. Если проанализировать состав оборудования, например, Орско-Халиловского комбината и Днепровского металлургического комбината, то становится очевидным, что для РУП «БМЗ», в состав оборудования которого входят электродуговые печи, такая цена практически недостижима, предположительно она будет на 5–7% выше по сравнению с установленными украинскими и российскими производителями.

За счет чего представляется возможным получить выигрыш при строительстве трубопрокатного производства? Прежде всего за счет более высокой организации труда, высокого качества заготовки и использования опыта рабочего персонала, успешно работающего в условиях стана 850 и 150 РУП «БМЗ». В этом случае экономия по отношению к цене исходной трубной заготовки, по предварительным оценкам, будет находиться на уровне 10–15%, что позволяет в итоге говорить о том, что в перспективе трубы, производимые на РУП «БМЗ», будут конкурентоспособны и по качеству, и по цене.

Следует также отметить, что любое полуфабрикатное производство, а трубная заготовка в незавершенном виде и является таковой, менее рентабельно, чем выпуск готовой, обработанной металлургической продукции прежде всего с повышенными физико-механическими свойствами, чистотой поверхности, при нанесении соответствующих покрытий и т. д. Примером может служить сам РУП «Белорусский металлургический завод», который успешно на протяжении последних 15 лет работает на рынке металлокордовой продукции.

С целью выбора малозаполненных ниш в сорimente продукции, обеспечивающих реализацию трубной продукции (горяче- и холоднодеформированных труб), осуществлены маркетинговые исследования по анализу потребностей рынка сбыта бесшовных труб, в первую очередь, в странах перспективного экспорта.

На рис. 2 показано региональное распределение производства бесшовных труб в мире.

При этом следует учесть, что производители бесшовных труб США и ЕС практически полностью заполняют свой рынок собственной продукцией, а производители стран СНГ и Японии являются экспортноориентированными.

При проведении маркетинговых исследований внимание акцентировано на реализации того ма-



Рис. 2. Региональное распределение производства бесшовных труб в мире

рочного и размерного сортамента труб, который совпадает с возможным сортаментом РУП «Белорусский металлургический завод» (табл. 2).

Анализ мировой статистики и динамики развития рынка бесшовных труб позволил выделить четыре перспективных района сбыта бесшовных труб, производимых на РУП «БМЗ»: Азиатско-Тихоокеанский, Средняя Азия, Восточная Европа и Ближний Восток. При этом установлено, что возможный объем экспорта бесшовных труб в данные регионы составляет около 170 тыс. т (данная цифра является минимальной). Распределение экспорта бесшовных труб по отмеченным четырем регионам приведено на рис. 3 и в табл. 3.

Из приведенных данных видно, что рынки Ирана и Китая являются основными рынками возможного экспорта.

В то же время представляют большой интерес рынки потребления бывших союзных республик (в том числе Казахстан и Узбекистан). Например, рынок потребления Казахстана составляет ежегодно 350 тыс. т. Распределение экспорта труб показано на рис. 4.

Основные объемы потребления стальных труб Казахстана и Узбекистана составляют трубы нефтегазового сортамента. Учитывая, что в условиях РУП «БМЗ» возможно производство отмеченных видов труб представляется возможным принять участие в тендере на поставку нефте-, газопроводных труб.

Можно успешно выйти на рынки Мексики, Италии, частично Германии, Великобритании (перекрыв тем самым Украину и Румынию, так как они практически работают на трубной заготовке производства РУП «БМЗ»), а также Болгарии, Польши и стран Ближнего Востока.

Таблица 2. Стандарты на бесшовные трубы

ГОСТ. Наименование	Зарубежный аналог	Примечание
ГОСТ 550-75. Трубы стальные бесшовные для нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности	DIN 1629, 1630, 17121, 2391, 2393	Базовый вариант оборудования
ГОСТ 8731-74. Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Технические требования	DIN 1629	Базовый вариант оборудования
ГОСТ 8732-78. Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент		
ГОСТ 5654-76. Трубы стальные бесшовные горячедеформированные для судостроения	DIN 1629, 2391, 2393	Базовый вариант оборудования
ГОСТ 9567-75. Трубы стальные прецизионные. Сортамент	DIN 2391, 2393	Базовый вариант оборудования
ГОСТ 633-80. Трубы насосно-компрессорные и муфты к ним	APi 5 CT	Установка нарезного оборудования
ГОСТ 632-80. Трубы обсадные и муфты к ним	APi 5 CT	Установка нарезного оборудования
ГОСТ 8733-74, ГОСТ 8734-75. Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные и теплодеформированные. Технические требования. Сортамент	DIN 17121, 1629, 1630	Участок холодного деформирования

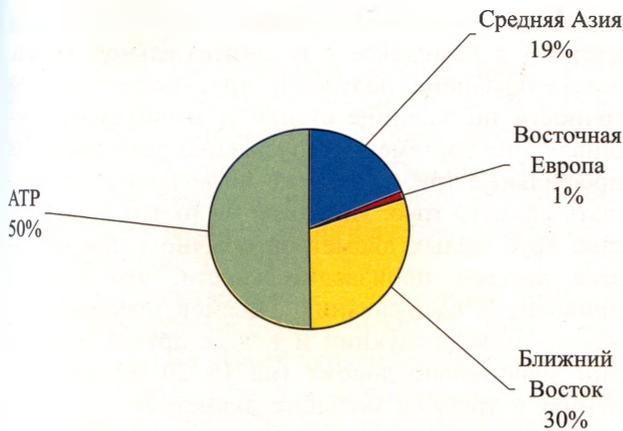


Рис. 3. Возможное региональное распределение экспорта бесшовных труб

Поскольку с момента пуска второй очереди РУП «БМЗ», т. е. практически в период с 1990 по 1999 г., трубная заготовка, производимая на стане 850, отгружалась украинским производителям (Днепропетровский трубопрокатный завод им. Ленина, Новомосковский трубный завод, трубопрокатный завод им. К. Либкнехта и др.), очевидно, что горяче- и холоднодеформированные трубы производства РУП «БМЗ» из исходного материала (собственная товарная трубная заготовка) займут нишу внешнего рынка, ранее принадлежавшую украинским производителям. Это обусловлено прежде всего тем, что исходная трубная заготовка, как отмечалось ранее, производимая в условиях РУП «БМЗ», превосходит по структуре и уровню качества (брак по поверхностным дефектам) весь имеющийся сортамент от 80 до 150 мм, выпускаемый в СНГ, и в первую очередь на таких металлургических предприятиях, как Днепровский металлургический комбинат им. Дзержинского (Украина), металлургический комбинат им. Петровского (Украина) и предприятиях России.

Учитывая потребности внутреннего и внешнего рынка в бесшовных горяче- и холоднодефор-

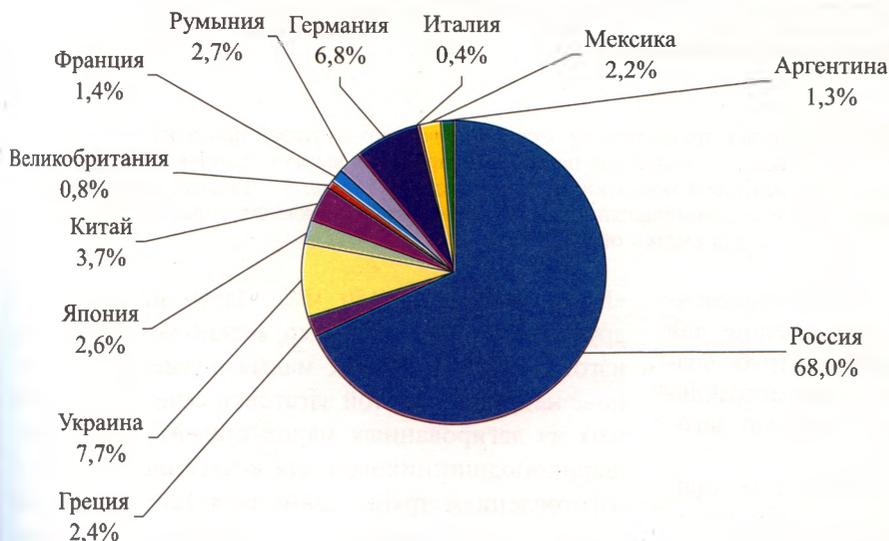


Рис. 4. География поставок стальных труб в Казахстан

Таблица 3. Возможное распределение экспорта бесшовных труб по странам

Страна	Тыс. т
Иран	50–57
Китай	45–51
Казахстан	25–30
Южная Корея	20–24
Индонезия	10–13
Малайзия	5–7
Туркменистан	5–7
Узбекистан	2
Сингапур	2
Таиланд	2
Филиппины	2
Вьетнам	1
Болгария	1
Польша	1
ВСЕГО	170–200

мированных трубах, можно констатировать, что реальные объемы сбыта трубной продукции производства РУП «БМЗ» составляют порядка 200–250 тыс.т, в том числе на внутренний рынок – 30–50 тыс.т, внешний рынок – 170–200 тыс.т.

Немаловажным является вопрос выбора рациональной схемы производства бесшовных труб применительно к условиям РУП «БМЗ». Общая технологическая схема производства горячекатаных труб включает в себя ряд последовательных операций:

- 1) нагрев заготовки под прокатку;
- 2) получение гильзы;
- 3) получение черновой трубы;
- 4) получение чистой трубы.

Не останавливаясь подробно на технологических особенностях производства бесшовных труб, отметим, что на основании существующих исследований, анализа оборудования и технологий производства в условиях металлургических предприятий стран СНГ и дальнего зарубежья с современным уровнем развития металлургических переделов наиболее рациональной схемой производства труб, обеспечивающей производство высококачественной заготовки, является следующая.

1. При нагреве черновых заготовок – кольцевые печи, которые обладают по сравнению с другими типами печей,

используемыми в трубопрокатном производстве, такими преимуществами, как возможность достижения высокого качества нагрева, сравнительно невысокий удельный расход топлива, малый угар металла, высокая степень автоматизации и механизации, ограниченные габаритные размеры (компактность) и др. В печи цилиндрические заготовки различных диаметров укладываются в два ряда и нагреваются до температуры 1250–1270 °С с последующей прошивкой и одеванием на оправку.

2. В последующем при получении гильзы и трубы имеют место несколько вариантов прокатки. Наиболее эффективным способом является раскатка гильзы и получение черновой трубы на станах поперечно-винтовой прокатки. Этот вид станов получил распространение в 60–70-е годы.

Станы поперечно-винтовой прокатки имеют высокую маневренность и дробность (градацию) размерных рядов по толщине стенки и диаметру (34–260 мм) и обеспечивают получение труб высокой точности, что особенно важно при прокатке толстостенных подшипниковых труб большого числа типоразмеров.

3. Наконец, при производстве чистовой трубы наиболее эффективными являются высокоскоростные

редукционные станы с трехвалковыми клетями в комплексе с подогревательной печью, обеспечивающие получение труб более высокой точности по толщине стенки и значительно расширяющие сортамент выпускаемых труб, включая профильные трубы, а также позволяющие уменьшать диаметр труб. Несмотря на то что производство труб малых диаметров обычно сопровождается потерей производительности, что в итоге приводит к сдерживанию объемов производства, накоплению продукции и т. д., с другой стороны они значительно дороже (на 15–20 %) по сравнению с трубами больших диаметров.

В конкретном случае помимо уменьшения диаметра можно достигнуть и утоньшения стенки трубы. Таким образом, в одном случае мы имеем потерю производительности, а в другом случае мы ее тут же увеличиваем, используя на том же редукционном стане одновременно две операции: уменьшение диаметра и утоньшение стенки трубы.

В качестве примера можно рассмотреть традиционную (типовую) схему производства бесшовных труб в агрегатах с раскатным станом поперечно-винтовой прокатки (рис. 5).

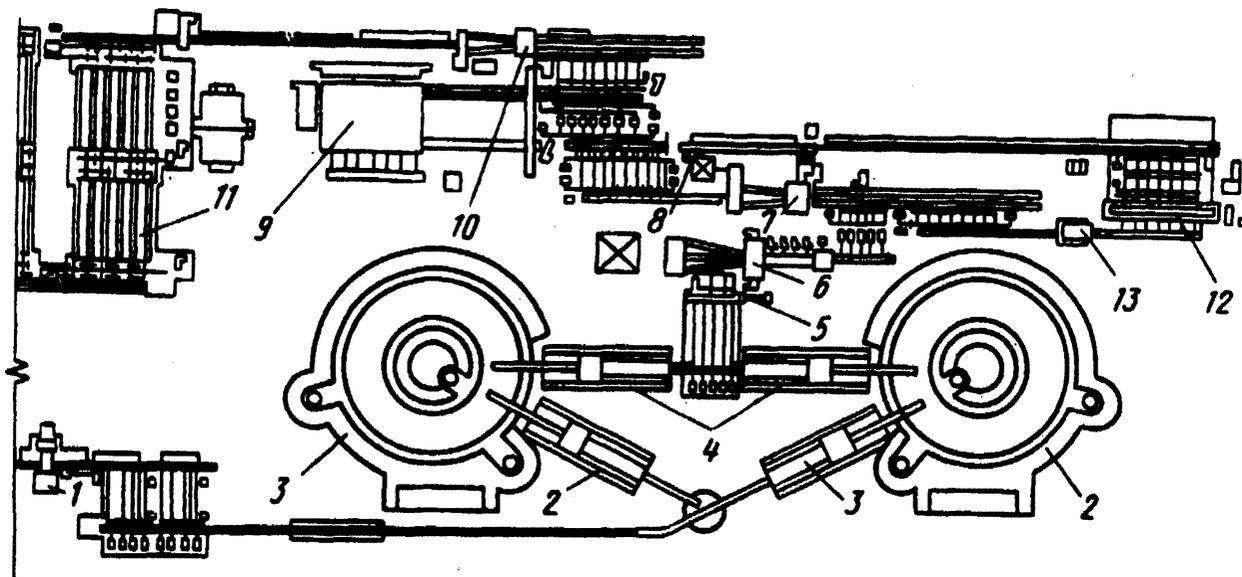


Рис. 5. Схема расположения оборудования в агрегате с трехвалковым станом поперечно-винтовой прокатки: 1 – пресс для резки заготовки; 2 – машина для загрузки заготовок; 3 – кольцевая печь; 4 – машина для выдачи заготовки; 5 – зацентрировщик; 6 – прошивной стан; 7 – стан поперечно-винтовой прокатки; 8 – оправкоизвлекатель; 9 – подогревательная печь с шагающим подом; 10 – калибровочный стан; 11 – охлаждающий стол; 12 – ванна для охлаждения оправок; 13 – машина для смазки оправок

Если использовать имеющиеся производственные площади РУП «БМЗ», то оборудование для производства горячедеформированных труб возможно разместить в одной линии (последовательно) со станом 850, производящим трубную заготовку диаметром от 80 до 150 мм.

В заключение отметим, что изготовление горячедеформированных труб по предлагаемой схеме не предполагает производство труб из всего сортамента, который имеет место в условиях РУП

«БМЗ» (от 80 до 150 мм). Здесь могут быть и другие варианты. Например, можно комбинировать изготовление заготовок малых диаметров (на основе непрерывнолитой заготовки сечением 250x300 мм) из легированных марок сталей, в том числе шарикоподшипниковой для внутреннего рынка, с изготовлением трубы диаметром 120–150 мм (на основе непрерывнолитой заготовки сечением 300x400 мм) для внешнего рынка.

### Заключение

Опираясь на производственный опыт РУП «Белорусский металлургический завод» за последние 15 лет производства трубной заготовки, а также мировой опыт производства трубной заготовки и готовой холодно- и горячедеформированной трубы различного назначения, можно сделать следующие основные выводы.

1. Производство высококачественной трубной заготовки в условиях РУП «БМЗ» с 1998 г. по настоящее время имеет тенденцию к снижению объемов производства и в сегодняшних условиях при снижении спроса на нее на заводе практически нет сбыта трубной заготовки диаметром 80–150 мм в соответствии с ГОСТ 1050-88.

2. В современных рыночных условиях во всех странах мира при наличии трубозаготовочных станов основным вопросом является сбыт трубной заготовки и производства горяче- и холоднодеформированных труб.

Несмотря на существенное снижение (~ 40%) в период с 1988 по 1991–1992 г., а затем к 2000 г. подъем производства трубной заготовки в России

и Украине, очевидно, что высокоразвитые страны предпринимают попытки получения трубной продукции в законченном виде.

3. В настоящее время в мире имеется большой спрос на трубы для нефтегазовой промышленности и коммунально-жилищного хозяйства из сталей, легированных ванадием-, титано-, молибденосодержащими примесями, а также большой дефицит шарикоподшипниковых труб.

4. Анализ состояния существующих производственных мощностей и уровень технологических процессов РУП «Белорусский металлургический завод» говорит о том, что в условиях электросталеплавильного цеха ЭСПЦ-2 сегодня есть возможность обеспечить высокий уровень качества стали как по химическому составу, так и макро- и микроструктуре металлопродукции.

Исходя из изложенного, а также учитывая географическое положение и качество выпускаемой металлопродукции РУП «Белорусский металлургический завод», представляется целесообразным строительство трубопрокатного комплекса в условиях самостоятельно развивающегося государства — Республики Беларусь.