



УДК 669.21

Поступила 25.04.2016

## КОМПАКТНЫЙ КОМПЛЕКС ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА В МЕЛКОСОРТНЫЙ ПРОКАТ

## COMPACT COMPLEX FOR PROCESSING OF LARGE-DIAMETER PIPES INTO THE ROLLING STEEL PRODUCTS

*А. Б. СТЕБЛОВ, ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси», г. Минск, Беларусь,  
ул. Купревича, 10. E-mail: Anver\_Steblov@mail.ru,*

*А. А. ЗЛОБИН, ООО «Инновационные металлургические технологии», Технопарк Сколково, г. Москва,  
Россия, ул. Луговая, 4. E-mail: info@inmet-sk.com*

*A. B. STEBLOV, Physical and Technical Institute of National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus,  
10, Kuprevich str. E-mail: Anver\_Steblov@mail.ru,*

*A. A. ZLOBIN, LLC «Innovative Metallurgical Technology», Technopark Skolkovo, Moscow, Russia,  
4, Lugovaya str. E-mail: info@inmet-sk.com*

*Разработана концепция мини-завода по переработке труб большого диаметра в мелкосортный прокат. Проекты мощностью от 15 до 200 тыс. т в год реализуются в СНГ.*

*A mini-plant conception for processing of previously used large-diameter pipes into the small-section rolling steel products. Projects with capacity from 15 to 200 thousand tons per year are realized in the UIS.*

**Ключевые слова.** *Магистральная газовая труба, горячая прокатка, мелкосортный прокат.*

**Keywords.** *Magistral gas pipe, hot rolling, small-section rolling steel products.*

Металлургические мини-заводы мощностью от 100 тыс. т до 1 млн. т в год, использующие для производства металлопроката лом черных металлов с последующей выплавкой стали, разливкой в заготовку и слитки, прокаткой на стане, конкурируют и вытесняют металлургические комбинаты полного цикла. В последние годы появились производства мощностью 10–30 тыс. т в год, которые в качестве исходного сырья используют вторичные отходы в виде газовых труб больших диаметров. Такие заводы уже работают в Ставрополье, Казахстане и Украине.

Сегодня одна из главных проблем эксплуатации магистральных газопроводов – старение основных фондов трубопроводных сетей. Так, в собственности ОАО «ГАЗПРОМ» находится более 160 тыс. км магистральных трубопроводов, из которых более 75% со сроками эксплуатации более 20 лет. Трубопроводные сети постоянно ремонтируются и модернизируются. При ремонте магистрального трубопровода производится демонтаж старой трубы большого диаметра 1020–1420 мм. На 1 км трубопровода приходится 450–630 т трубы. ОАО «ГАЗПРОМ» ежегодно производит ремонт 430–470 км трубопроводов, на вторичный рынок поступает более 120 тыс. т демонтированной трубы большого диаметра. Эти трубы не востребованы на вторичном рынке, так как мало используются в строительстве при возведении свайных фундаментов, где применяют трубы диаметром 320–650 мм. При тенденции увеличения объемов ремонта магистральных газопроводов на вторичный рынок ежегодно будет поступать 150–200 тыс. т бывшей в употреблении трубы большого диаметра.

Предприятием ИНМЕТ (Инновационные металлургические технологии) разработана технология переработки трубы в арматуру, полосы, угловой прокат, которые достаточно востребованы на рынке строительных материалов. В данной статье представлена разработка компактного высокотехнологического металлургического комплекса (КВМК-30), предназначенного для производства мелкосортного стального проката по ГОСТ 2590-88, арматуры диаметром 10–20 мм класса А-400С, А500С, длиной 6–11,7 м из демонтированных труб большого диаметра 1020–1420 мм магистральных газопроводов

в объеме 30 тыс. т в год. КВМК-30 поставляется с комплектом оборудования заготовительного отделения, прокатного отделения, отделения охлаждения проката.

Принципиальная новизна и уникальность разработанной технологии при производстве мелкосортного проката состоит в отсутствии сталеплавильного передела. Это обуславливает высокую энергоэффективность, небольшие капитальные и производственные затраты. Компактность технологии и оборудования металлургического комплекса позволяет разместить его в унифицированных транспортных контейнерах или на судовой платформе. Мобильность металлургического комплекса придает создаваемому производству дополнительные конкурентные преимущества, связанные с минимизацией транспортных затрат по перевозке исходного сырья и готовой продукции.

Ремонт магистрального трубопровода протяженностью около 100 км соответствует 30–50 тыс. т демонтированной трубы. Отработав год, мобильный металлургический комплекс будет передислоцирован вслед за передвижной механизированной колонной, ремонтирующей магистральный газопровод. Годовая деятельность металлургического комплекса не будет наносить невосполнимый ущерб окружающей среде, не превысит порог самовосстановления экосистемы.

Новый подход и принципиальное отличие инновационной металлургической технологии состоит в том, что исходная заготовка нарезается из трубы большого диаметра 1020–1420 мм на специализированной отрезной машине в виде кольца шириной 100–120 мм. Исходная кольцевая заготовка в установке индукционного нагрева нагревается до температуры 1150 °С со скоростью нагрева 40–50 °С/с. Нагретая кольцевая заготовка режется и правится в правильно деформирующей машине в прямолинейную полосу, которая затем без предварительного подогрева прокатывается в чистой группе клетей в прокат требуемой длины. При прокатке производится продольное разделение полосы на 4–6 штанг (multi-slitting rolling).

На рис. 1 приведена технологическая схема КВМК-30.

Металлургический комплекс КВМК-30 размещается в производственном корпусе общей площадью 7,8 тыс. м<sup>2</sup>. Производственный корпус состоит из трех пролетов длиной 145 м и шириной по 18 м. В каждом пролете установлены мостовые краны грузоподъемностью 15 т. На рис. 2 показано расположение оборудования КВМК-30 в производственном корпусе.

В первом пролете находятся склад бывших в употреблении труб с заготовительным отделением и склад готовой продукции. Во втором пролете расположена основная технологическая линия с промежуточным складом кольцевой заготовки. Технологическая линия состоит из индукционного нагревателя, правильно-деформирующей машины, прокатного стана с холодильником. В третьем вспомогательном пролете находятся механическая мастерская с металлорежущими станками, ремонтно-слесарный участок, мастерская по ремонту электрического оборудования.

На заготовительном участке первого пролета установлена специализированная машина порезки трубы на исходную кольцевую заготовку (рис. 3). Темп резки составляет две заготовки в минуту. Из одной трубы длиной 11,5 м нарезается 95–110 кольцевых заготовок. Время резки одной трубы – 60 мин. Далее исходная кольцевая заготовка в технологическом контейнере передается во второй пролет на промежуточный склад кольцевой заготовки, где происходит формирование партии заготовок для загрузки технологической линии под выпуск определенного размера мелкосортного проката.

Из технологического контейнера манипулятором кольцевые заготовки укладываются на рольганг индукционного нагревателя (рис. 4). Установка индукционного нагрева работает в автоматическом режиме.

Нагретая до температуры 1150–1200 °С, кольцевая заготовка рольгангом передается к правильно-деформирующей машине, на которой осуществляются резка исходной кольцевой заготовки гидравлическими ножницами с получением промежуточной заготовки С-образной формы и правка прокаткой промежуточной заготовки в прямолинейную полосу (рис. 5).

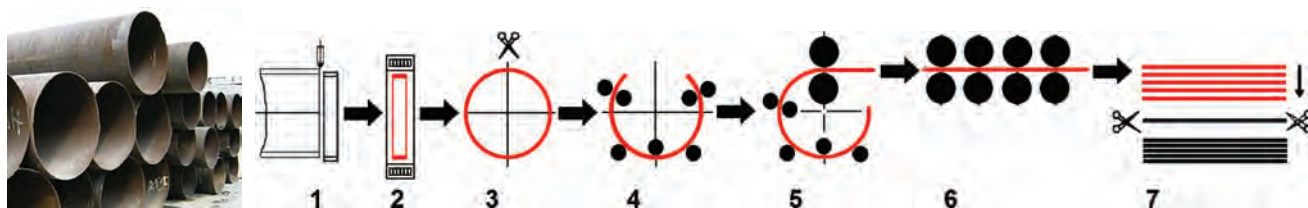


Рис 1. Технологическая схема КВМК-30: 1 – резка трубы на исходную кольцевую заготовку; 2 – нагрев кольцевой заготовки в индукторе; 3 – разрезание кольцевой заготовки на гидравлических ножницах; 4 – предварительный разгиб с образованием промежуточной заготовки С-образной формы; 5 – правка прокаткой промежуточной заготовки; 6 – прокатка полосы в готовый прокат с продольным разделением; 7 – охлаждение, одновременная обрезка концов проката, упаковка



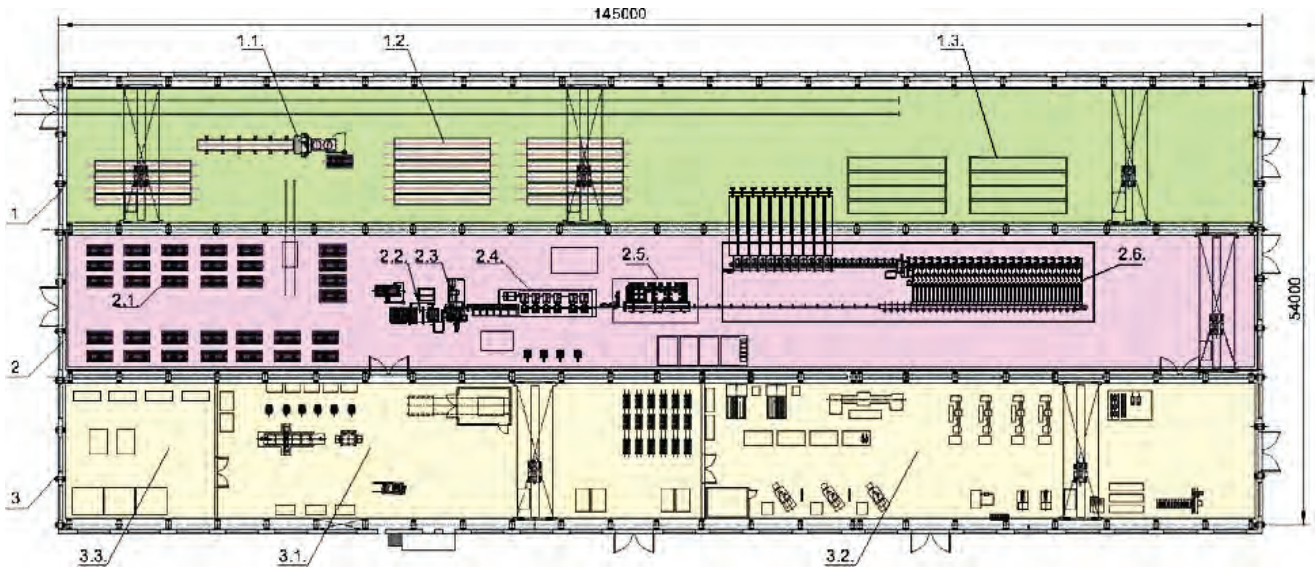


Рис. 2. Расположение технологического оборудования в цехе: 1 – складской пролет с заготовительным отделением (1.1 – машина резки кольцевой заготовки; 1.2 – склад трубы; 1.3 – склад готовой продукции); 2 – технологический пролет (2.1 – промежуточный склад кольцевой заготовки; 2.2 – индукционный нагреватель; 2.3 – правильно-деформирующая машина; 2.4 – непрерывный прокатный блок 350; 2.5 – линия водяного охлаждения проката; 2.6 – воздушный холодильник); 3 – вспомогательный пролет (3.1 – ремонтно-слесарный участок; 3.2 – вальцетокарная мастерская; 3.3 – участок ремонта электрооборудования)



Рис. 3. Машина для резки трубы на кольцевую заготовку

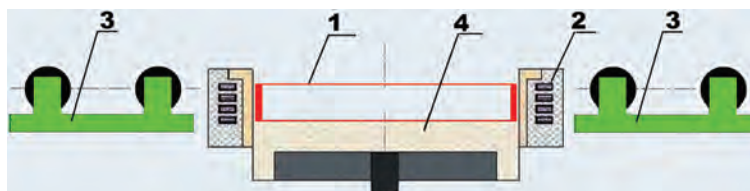


Рис. 4. Индукционный нагреватель кольцевой заготовки: 1 – нагреваемая кольцевая заготовка; 2 – водоохлаждаемая медная катушка индуктора; 3 – рольганг; 4 – опускающийся стол

Полученная полоса передающим рольгангом задается в непрерывную группу прокатного стана (рис. 6), где прокатывается на требуемое сечение арматуры, причем прокатка ведется с продольным разделением полосы на 4–6 стержней (multi-slitting rolling).

На рис. 7, 8 приведены действующие схемы прокатки арматуры и углового профиля № 6,3 с толщиной полки 5 мм из полосы. Размер исходной кольцевой заготовки (ширина и толщина) и величина обжа-

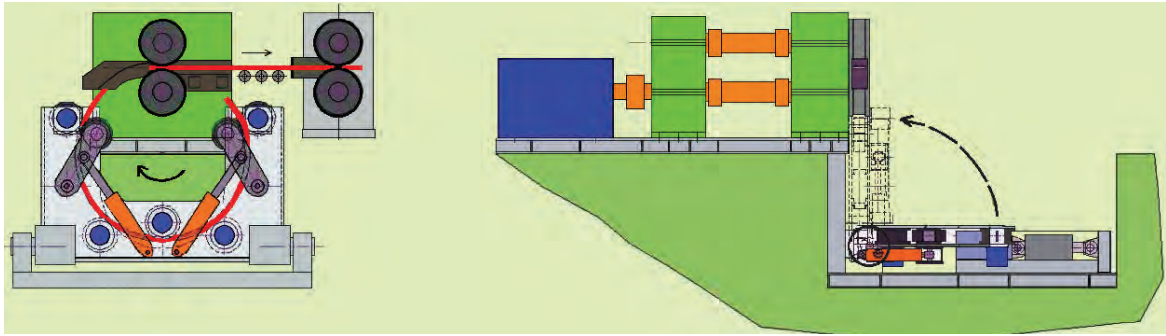


Рис. 5. Правильно-деформирующая машина



Рис. 6. Непрерывная группа клетей и чистовая клеть многониточной прокатки

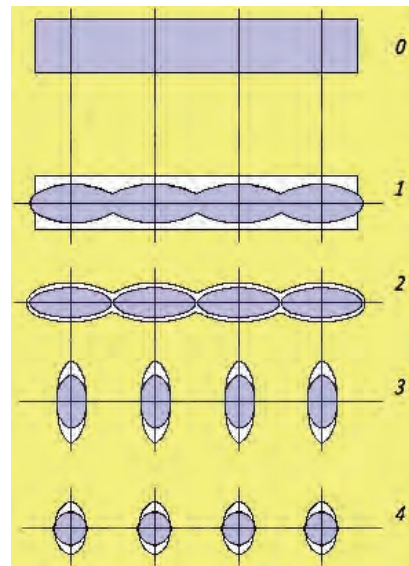


Рис. 7. Схема калибровки прокатки арматурного профиля из полосы по технологии multi-slitting rolling: 0–3 – исходная полоса; 4 – конечный продукт

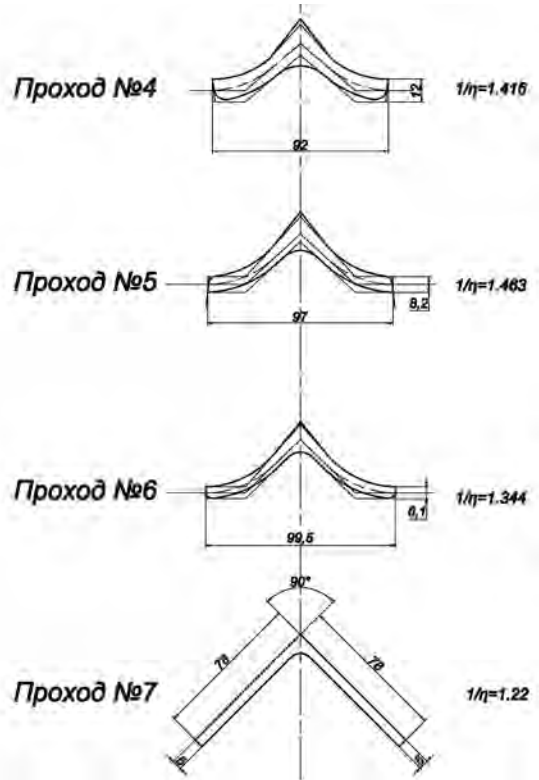
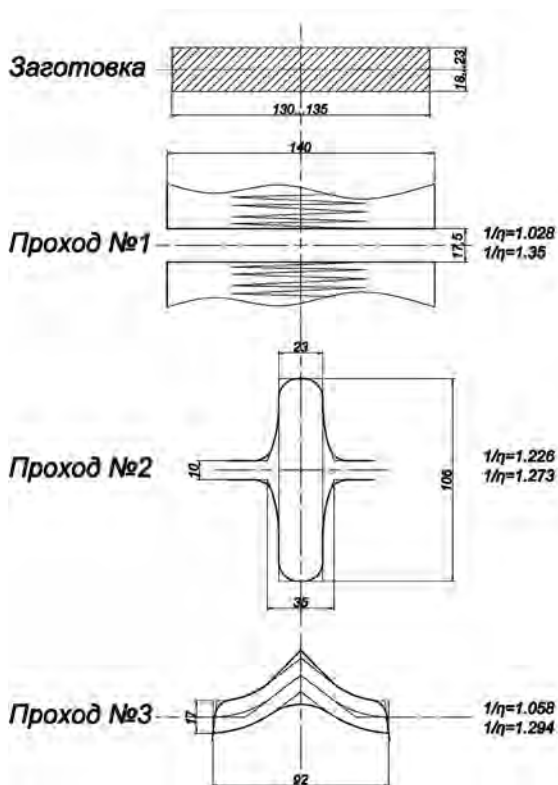


Рис. 8. Схема прокатки угловой стали № 6,3 мм с толщиной полки 5 мм из полосы





Рис. 9. Установка ускоренной термической обработки прутков



Рис. 10. Воздушный холодильник с карманом для обвязки пакета проката

тия в прокатном стане выбираются так, чтобы после прокатки длина стержней проката была 11,8–12,0 м. Прокатка мелких профилей угловой стали 25–35 мм выполняется слиттингом в 2–3 нитки.

После прокатки в последней клети прокатного стана металл подается в блоки ускоренного охлаждения, между которыми и за последним установлены тянущие ролики. В зависимости от технологии прокатки в указанных блоках производится интенсивное охлаждение движущегося металла турбулентным потоком воды в закрытом объеме, при этом транспортирование проката осуществляется тянущими роликами. Если интенсивное охлаждение не требуется, прокат транспортируется рольгангами блоков охлаждения. Устройства, расположенные в блоках ускоренного охлаждения, предназначены для охлаждения проката до 450–500 °С (иногда до 350–400 °С) с целью термического упрочнения металла, понижения глубины обезуглероженного слоя и исключения образования цементитной сетки на поверхности металла (рис. 9).

Охлажденные в линии ускоренного охлаждения до температуры 450 °С прутки поступают на цепной холодильник. Охлаждение проката до 80 °С происходит естественным образом на воздухе при перемещении раскатов по холодильнику. Невысокая скорость прокатки и подбор ширины заготовки в соотношении количество прутков / масса кольца позволяют использовать короткий холодильник длиной 12 м.

После охлаждения прутки сбрасываются на передающий рольганг, передаются на участок ножниц холодной резки для обрезки концов и порезки на требуемую длину. Порезанный прокат передается на участок сборных карманов для обвязки. Карманы установлены на весах для взвешивания отгружаемых пакетов проката (рис. 10).

Обвязка пакетов производится вручную. После обвязки пакеты проката массой до 5 т отгружаются краном на склад готовой продукции.

Рассматриваемая новая металлургическая технология позволяет снизить капитальные затраты на 1 т производимой продукции в 2,5–3,2 раза. Расходы на создание КВМК-30, включая затраты на предпроектную стадию, проектирование, закупку и монтаж оборудования, запуск комплекса и освоение сортамента, составляют 4,0–5,5 млн. долл. Проект выполнен при условии установки оборудования в существующую коробку цеха.

Снижение удельных капитальных затрат достигнуто за счет сокращения энергоемкости и материалоемкости технологического оборудования; уменьшения производственных площадей на единицу выпускаемой продукции; отсутствия сталеплавильных, сталеразливочных и прокатных устройств и механизмов, требующих высокий уровень подкрановых путей и высокую грузоподъемность кранов. Новая металлургическая технология позволяет снизить производственные затраты на 1 т проката не менее чем на 30–35%.

Снижение производственных затрат достигнуто за счет исключения сталеплавильного процесса в заготовительном производстве; применения заготовки с размерами, максимально приближенными к размерам готового проката; отсутствия избыточной прокатной деформации при формировании готового профиля; повышения процента мерности проката и выхода годного до 0,985; сокращения численности производственного персонала и вспомогательных служб.