

## ЛИТЕЙНО-ПРОКАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СОРТОВОГО ПРОКАТА

**Медведев В.С.** (НИИ «УкрНИИМет» УкрГНТЦ «Энергсталь», г.Харьков)

*Разработан литейно-прокатный комплекс для производства круглой и арматурной стали диаметром 10-32 мм, уголков от 25x25 до 45x45 мм, полос и фасонных профилей в объеме 500 тыс. тонн в год. Комплекс включает 5-ти ручьевую радиальную МНЛЗ для отливки заготовок 125x125 мм и мелкосортный 18-ти клетьевого стан 300.*

В последние десятилетия одним из приоритетных направлений развития черной металлургии является строительство электрометаллургических мини-заводов [1–4]. Применение таких заводов обеспечивает существенный экономический эффект и экологические преимущества по сравнению с заводами полного металлургического цикла с их большим капиталом и энергоемким производством.

Основными предпосылками создания металлургических мини-заводов являются наличие устойчивого и высокого спроса на готовую продукцию, возможность размещения заводов в непосредственной близости от основных потребителей металлопродукции, наличие крупных лозозаготовительных компаний и дешевого исходного сырья, небольшие транспортные издержки на доставку исходного сырья и готовой продукции, минимальные капитальные затраты, возможность использования существующей инфраструктуры, экономическая и экологическая безопасность и др.

В НИИ «УкрНИИМет» на протяжении ряда лет ведутся исследования по созданию базовых технологий и эффективных металлургических мини-заводов небольшой мощности для производства сортового проката широкого сортамента. Разработан общий системный подход к решению задач технологического обеспечения проектирования процессов прокатки простых и фасонных профилей общего и специального назначения, осуществлена алгоритмизация технологического процесса, начиная с выбора оптимальных размеров исходных заготовок до получения готового профиля, разработаны универсальные программные модули расчета деформационных, температурно-скоростных, энергосиловых и других технологических параметров прокатки, создана интегрированная система автоматизированного проектирования технологических процессов сортовой прокатки (САПР ТП «Сортовая прокатка»), позволяющая осуществлять многовариантные проработки и находить оптимальные решения [5].

С использованием компьютерного моделирования в институте разработаны типовые литейно-прокатные комплексы с объемом производства

15, 30, 60, 120, 200 и 500 тыс. т в год. Комплексы с объемами производства до 120 тыс. т в год можно назвать микро-заводами.

В данной статье представлен литейно-прокатный комплекс с объемом производства 500 тыс. т в год.

Учитывая начавшийся строительный бум на юге европейской части России группой МАИР принято решение реконструировать в г.Красный Сулин (Россия) электрометаллургический мини-завод с установкой на нем литейно-прокатного комплекса по производству сортового проката в объеме 500 тыс. тонн в год. Сортамент продукции: круглая сталь диаметром 10-32 мм, арматура №10-32, угловая сталь от 25x25 до 45x45 мм, полосы и фасонные профили отраслевого назначения.

НИИ «УкрНИИМет» определена общая концепция реконструкции завода, разработаны технология, схема расположения, состав и параметры основного и вспомогательного оборудования комплекса. Изготовителем оборудования является фирма STG Group (Италия).

В состав литейно-прокатного комплекса входят МНЛЗ для отливки квадратных заготовок 125x125 мм и мелкосортный стан 300. Производительность МНЛЗ – 800 тыс.т в год. В связи с избытком жидкой стали, планируется строительство еще и малотоннажного среднесортного стана 450 для производства профилей широкого сортамента в объеме 200 тыс.т в год.

Выплавка стали осуществляется в электросталеплавильном отделении в двух реконструируемых в настоящее время электропечах ДСП-50 и двух агрегатах печь-ковш.

При проектировании комплекса максимально использованы существующие мощности и объекты инфраструктуры. Сложность задачи состояла в том, что оборудование МНЛЗ и мелкосортного стана 300 необходимо было разместить в существующих пролетах цеха железного порошка №2 без изменения конструкции здания.

С целью экономии энергоресурсов осуществлена технологическая стыковка МНЛЗ и прокатного стана 300 с обеспечением горячего посада заготовок в нагревательную печь. Нагревательная печь используется как технологический буфер при совместной работе МНЛЗ и прокатного стана [6]. Предусмотрен также холодный посад металла.

При горячем посаде заготовки с разгрузочного стеллажа МНЛЗ передаются на шлеппер, а затем на транспортный рольганг прокатного стана. По этому рольгангу заготовки подаются в нагревательную печь. Температура поступающих в печь заготовок при горячем посаде составляет 650–800°C.

Нагревательная печь методическая с шагающими балками. Такая печь может выполнять дополнительную функцию буфера – накопителя. В печи производится нагрев, выравнивание и стабилизация температуры заготовок. Наличие буфера гарантирует стабильную работу литейно-

прокатного комплекса стана при нештатных ситуациях. Максимальная производительность печи при горячем посаде 130 т/ч, при холодном 90 т/ч.

При остановках стана на ремонт, перевалки, отсутствии заказов на разливаемую в данное время марку стали и т.д. заготовки с разгрузочного стеллажа МНЛЗ передают на холодильник и далее в складской пролет.

При холодном посаде заготовки со склада передают в поперечный пролет и мостовым краном транспортируют к загрузочной решётке. Далее заготовки передают на стан также как и горячие.

Разработанная схема стыковки МНЛЗ и стана 300 обеспечивает возможность работы каждого из агрегатов как совместно, так и независимо друг от друга.

Машина непрерывной разливки стали представляет собой 5-ти ручьевую радиальную МНЛЗ с базовым радиусом 7 м и плавным разгибом слитка с жидкой сердцевиной. Масса плавки 50 т. Скорость разливки до 4,2 м/мин. Порезка непрерывного слитка на мерные длины производится гидравлическими ножницами. Холодильник кантующего типа.

Мелкосортный стан 300 непрерывного типа состоит из 18 чередующихся горизонтальных и вертикальных клетей дуо, расположенных в две линии. Клетки объединены в 5 групп: обжимную, черновую, промежуточную, предчистовую и чистовую. Количество клетей в обжимной группе – 4, в черновой – 4, в промежуточной – 2, в предчистовой – 4, в чистовой – 4. Диаметры валков в обжимной группе 550 мм, в черновой – 450 мм, в остальных группах 300 мм. Первые три группы расположены на черновой линии, две последние – на чистовой. Передача раскатов между линиями производится по обводному аппарату с разворотом потока на 180°.

На черновой линии стана прокатка ведется в одну нитку, на чистовой – в одну и две нитки (см. рис.). «Слитинг-процесс» [7] используется при прокатке кругов малого диаметра (10, 12 и 14 мм) с целью снижения скорости раскатов, передаваемых на холодильник, и уменьшения длины стана. Технология прокатки, схема стана, состав и параметры оборудования разработаны с использованием САПР ТП «Сортовая прокатка». При компьютерном моделировании технологии рассчитывали деформационные, температурно-скоростные режимы прокатки, определяли параметры формоизменения и весь необходимый для проектирования оборудования комплекс технологических параметров прокатки (коэффициенты вытяжек, длины раскатов, скорости прокатки, машинное время, паузы, катающие диаметры валков, углы захвата, усилия, моменты и мощность прокатки).

Схемы прокатки профилей и деформационные режимы разрабатывали исходя из требования максимальной универсальности калибровки валков и с учетом технологических возможностей оборудования.










































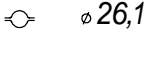
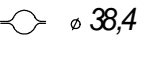

























Клетки		 $\varnothing 25$			
1 Г					
2 В		 $\varnothing 88$			
3 Г					
4 В		 $\varnothing 60$			
5 Г					
6 В		 $\varnothing 43$	 $\varnothing 48$	—	—
7 Г				—	
8 В		 $\varnothing 31$	 $\varnothing 39$	 $\varnothing 50$	—
9 Г					—
10 В		 $\varnothing 22$	 $\varnothing 35$	 $\varnothing 46$	 25x74
11 Г					
12 Г		 $\varnothing 14,3$	 $\varnothing 26,1$	 $\varnothing 38,4$	
13 Г			—	—	
14 В					
15 Г		 $\varnothing 11,6$	 $\varnothing 20$	 $\varnothing 32$	
16 В				—	
17 Г			 $\varnothing 16$	—	
18 Г		 $\varnothing 10$	—	—	 $\angle 45$

Рисунок – Схема прокатки характерных профилей

В обжимной группе клетей заготовки сечением 125x125 мм обжимают за четыре прохода до квадратного сечения 60x60 мм. В первых двух клетях прокатку ведут в ящичных калибрах, получая сечение 88x88 мм. В следующих двух клетях используется система калибров «шестигранник-квадрат» как обладающая наибольшей вытяжной способностью. При прокатке в таких калибрах постоянно обновляются углы раската, что способствует выравниванию температуры по его сечению.

В черновой группе за четыре или два прохода раскаты квадратного сечения 60x60 мм формируют в квадраты со стороной от 31 мм до 50 мм, круг диаметром 40 мм и овалы (при прокатке угловой стали).

В промежуточной группе формируют квадраты со стороной от 22 до 31 мм, круги диаметром от 30 до 46 мм и овалы. Скорость прокатки в последней клетки промежуточной группы от 1,6 до 4,2 м/с.

В черновой и промежуточной группах клетей прокатку ведут в системах калибров «шестигранник-квадрат» и «овал-круг».

Прокатка в обжимной, черновой и промежуточной группах клетей производится в непрерывном режиме без петли и натяжения раскатов в межклетевых промежутках.

В предчистовой и чистовой группах при прокатке арматуры и кругов диаметром 10, 12 и 14 мм с использованием «слитинг-процесса» из квадрата формируют раскат гантелеобразной формы и осуществляют его разделение на два раската круглого сечения. Разделение раскатов производят после клетки 12Г в специальной выводной коробке с твердосплавными роликами. Разделенные раскаты в последующих четырех горизонтальных клетях прокатывают в системах калибров «овал-круг». Кантовку раскатов на 90° осуществляют привалковой арматурой.

Арматуру и круги диаметром 16–32 мм прокатывают в одну нитку.

При прокатке угловой стали в предчистовой и чистовой группах используют пластовые открытые калибры. Ширина раскатов контролируется в ребровых калибрах вертикальных клетей, что обеспечивает получение качественных профилей без заусенцев и закатов по кромкам полок с повышенной точностью размеров.

Максимальная скорость прокатки в последней клетки стана – 12,5 м/с.

За чистовой клетью в потоке стана расположена установка ускоренного охлаждения для обеспечения заданных механических свойств металла и улучшения условий транспортировки раскатов малых сечений к холодильнику. Температура металла на выходе из установки около 650°C.

После ускоренного охлаждения раскат подают к летучим ножницам, где его режут на длины, соответствующие длине холодильника, и сканируют датчиками лазерной системы непрерывного мониторинга размеров и формы готового профиля. Система обеспечивает измерение размеров сортовых профилей с точностью 0,1 мм и формирование команд управления настройками предчистовой и чистовой групп клетей.

Затем прокат охлаждают на речном холодильнике. Размеры холодильника: ширина 66 м, длина 16 м. Для повышения производительности холодильника арматуру и круги диаметром до 24 мм укладывают по две штанги в одну ячейку.

На отводящем рольганге холодильника формируется слой проката из 4–20 штанг. Далее слой проката направляется к участку правки и резки, на котором установлены десятироликовая правильная машина и ножницы холодной резки для порезки проката на мерные длины. Если профили не подвергаются правке, то правильная машина выводится из потока и вместо неё устанавливается секция рольганга. Профили, подверженные правке (угловая сталь и часть гладких кругов), правят пакетом в несколько ручьёв. Скорость правки от 2,0 до 4,0 м/с. Правка выполняется в режиме «старт-стоп». Правильная машина останавливается, как только штанги проката займут положение, необходимое для резки. На ножницах прокат режут слоями. После того, как ножницы произведут рез и отрезанные штанги будут выведены из зоны порезки, правильная машина включается и цикл повторяется.

Далее на пакетировщике формируется пакет проката. На обвязочной машине пакет обвязывается и взвешивается. Готовые пакеты поступают на отгрузочный стеллаж, откуда краном транспортируются на склад готовой продукции.

Комплекс вводится в эксплуатацию в 2008 году.

Таким образом, в результате проведения компьютерного моделирования технологии с использованием САПР ТП «Сортовая прокатка» для электрометаллургического мини-завода в г. Красный Сулин (Россия) разработан литейно-прокатный комплекс по производству сортового проката в объеме 500 тыс. т в год. Разработаны технология, схема расположения, состав и параметры основного и вспомогательного оборудования. Ввод в эксплуатацию комплекса позволит обеспечить региональную потребность юга европейской части России в дефицитном металлопрокате.

#### Литература

1. *Металлургические мини-заводы: прошлое, настоящее и будущее / А.Н. Смирнов, В.М. Сафонов // Сталь. – 2007, №1. – С. 37–41.*
2. *Маркел С. Статистические данные по мировой черной металлургии и производству электростали // Черные металлы. – 2006. – май. – С. 68–73.*
3. *Мировые тенденции развития мини-заводов / О.В. Юзов, А.М. Седых // Электрометаллургия. – 2000, №6. – С. 2–6.*
4. *Металлургические мини-заводы: (Монография) / А.Н. Смирнов и др. – Донецк: «Норд-Пресс». – 2005. – 449 с.*
5. *Медведев В.С., Стрюков С.Б. Комплексное автоматизированное проектирование калибровок валков для прокатки сортовых профилей на*

*базе типовых программных модулей //Труды пятой международной научно-технической конференции “Теоретические проблемы прокатного производства” (г.Днепропетровск, 16-18 мая 2000 г.) Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2000. – № 8–9. – С. 198–201.*

*6. Светковский У. Привязка УНРС к мелкосортным или проволочным станам // МРТ. – 1993. – С. 56–62.*

*7. Прокатка-разделение. Ретроспектива-перспектива /А.Г. Манилин и др. // Металл и литье Украины. –2004, №8 –10. – С.27–31.*

**© Медведев В.С. 2008**