



УДК 669.013:669.187

В.А. ПРИЙМАКОВА, начальник группы, В.В. СКЛЯРОВ, ведущий инженер

Украинский государственный научно-технический центр «Энергосталь» (УкрГНТЦ «Энергосталь»), г. Харьков

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО МИНИ-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА ООО «ЭЛЕКТРОСТАЛЬ» В Г. КУРАХОВО

В статье рассмотрены технологические решения, заложенные УкрГНТЦ «Энергосталь» при проектировании нового, современного электросталеплавильного мини-металлургического завода ООО «ЭЛЕКТРОСТАЛЬ» в г. Курахово Донецкой обл. При проектировании этого завода особое внимание уделялось вопросам экологической безопасности, ресурсо- и энергосбережения.

проектирование, строительство, мини-металлургический завод, дуговая сталеплавильная печь, установка «печь-ковш», машина непрерывного литья заготовок, прокатный стан, газоочистка, аспирационная система

В настоящее время доля электросталеплавильного производства в мировом производстве стали составляет не менее 30 %, в Украине – не превышает 3,5 %. В сложившейся ситуации, когда почти половина отечественной стали выплавляется в мартеновских печах с большим расходом природного газа и значительными выбросами в атмосферу вредных веществ, строительство нового электросталеплавильного завода с современным оборудованием является важным шагом в процессе совершенствования и приведения черной металлургии Украины к мировым стандартам не только в технологии, но и в решении экологических проблем, а также в ресурсо- и энергосбережении.

Целью строительства данного мини-металлургического завода является производство непрерывнолитых заготовок общим объемом 280 тыс. т/год, предназначенных для обеспечения стабильной работы существующего прокатного стана 300 ОАО «Донецкий металлпрокатный завод». При проектировании и создании этого завода особое внимание уделялось минимизации отрицательного влияния производства на окружающую природную среду, ресурсо- и энергосбережению.

В начале 2008 г. завершена 1-ая очередь строительства по проекту УкрГНТЦ «Энергосталь» электросталеплавильного мини-завода (г. Курахово) с основным технологическим и вспомогательным оборудованием фирмы «STB» (Италия).

Объекты 1-ой очереди – электросталеплавильный цех (ЭСЦ), в составе которого 50-тонная дуговая сталеплавильная печь (ДСП-50) с трансформатором мощностью 35 МВА +20 %, установка «печь-ковш» с трансформатором

мощностью 8 МВА, трехручьева машина непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) с АСУ, система подачи сыпучих и ферросплавов, а также газоочистка, участок приема жидкого шлака, скрапобаза и др. отделения и участки.

Все энергетические мощности комплекса ЭСПЦ рассчитаны на полное развитие с учетом 2-ой очереди строительства.

Объекты 2-ой очереди – участок переработки шлака, отделение обжига известняка, участок подготовки коксика с газоочисткой, участок окомкования пыли (брикетирование) и др. вспомогательные отделения.

Основные технические и экономические предпосылки создания нового мини-металлургического завода:

- наличие сортопрокатного цеха в ОАО «Донецкий металлпрокатный завод», что позволяет работать по замкнутой технологической схеме «сырье-товар»;
- возможность репрофилирования части существующих объектов неработающего Кураховского завода железобетонных изделий под объекты комплекса электросталеплавильного цеха;
- близкое размещение Кураховской ТЭС;
- наличие водопроводов, железных и автомобильных дорог;
- наличие высококвалифицированной рабочей силы в регионе;
- высокая рентабельность нового предприятия.

Проектная мощность комплекса ЭСПЦ – 280 тыс. т литой заготовки в год соответствует проектной мощности стана 300 (270 тыс. т проката в год).

При проектировании завода использована большая часть существующего здания цеха железобетон-

ных изделий и оборудования (грузоподъемные краны общего назначения, самоходные тележки, дооборудованные для передачи сталеразливочного и промежуточного ковша из пролета ремонта ковшей в ЭСПЦ). Основное технологическое оборудование (ДСП, установка «печь-ковш», головная часть МНЛЗ) размещается в пристраиваемой части главного корпуса завода железобетонных конструкций с отметкой подкранового рельса – 22,0 м (в существующем здании отметка составляет 8,15 м). Схема комплекса ЭСПЦ представлена на рис. 1.

Главный корпус ЭСПЦ состоит из четырех пролетов: в пристраиваемой части существующего здания – печной и разливочный; в существующем здании цеха железобетонных изделий – ремонта ковшей, вспомогательный, складирования и отгрузки заготовок.

Два скраповых пролета и склад сыпучих и ферросплавов размещены в существующем здании склада готовой продукции, водоподготовка – в существующем здании цеха железобетонных конструкций.

При разработке технологической схемы производства (рис. 2) учитывались существующая застройка промплощадки, кратчайшие технологические, инженерные и транспортные связи в условиях недействующего завода железобетонных изделий, очередность строительства, а также соблюдение санитарных, противопожарных и природоохранных требований.

Технологический процесс производства литой заготовки происходит в печном и разливочном пролетах, где расположены основные технологические агрегаты – ДСП–50 (масса плавки 50 т), установка «печь-ковш», трехручьевая МНЛЗ для получения заготовки сечением 120x120 мм² и 135x135 мм², длиной 6000–12000 мм.

Процесс производства непрерывнолитой заготовки осуществляется в три этапа:

- выплавка полупродукта в ДСП-50;
- внепечная обработка полупродукта и доведение стали до необходимой температуры и химического состава на установке «печь-ковш»;
- разливка стали на МНЛЗ.

Литые заготовки вывозятся на прокатный стан ОАО «Донецкий металлпрокатный завод».

Работа дуговой сталеплавильной печи ДСП-50 планируется на 100 % на металлическом ломе. Транспортировка лома к ДСП осуществляется с помощью двух самоходных тележек, на которых в печной пролет передаются завалочные корзины с металлоломом. Взвешивание лома производится во время загрузки в корзины специальными тензодатчиками, установленными на тележках. Объем завалочной корзины – 45 м³, масса лома на плавку – 55 т. Завалка шихты на плавку распределяется в три корзины.

Преимущества дуговой сталеплавильной печи ДСП-50 с массой плавки 50 т фирмы «STB» заключаются в высо-

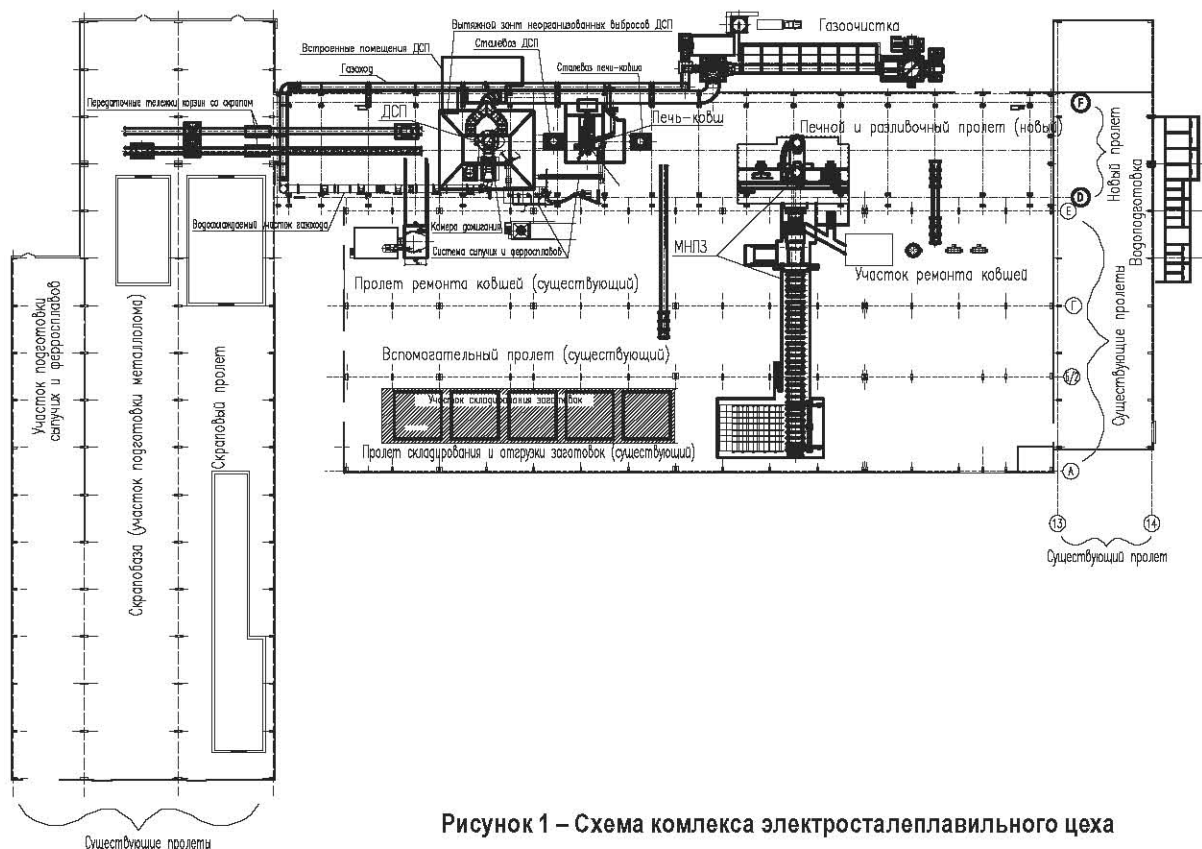


Рисунок 1 – Схема комплекса электросталеплавильного цеха

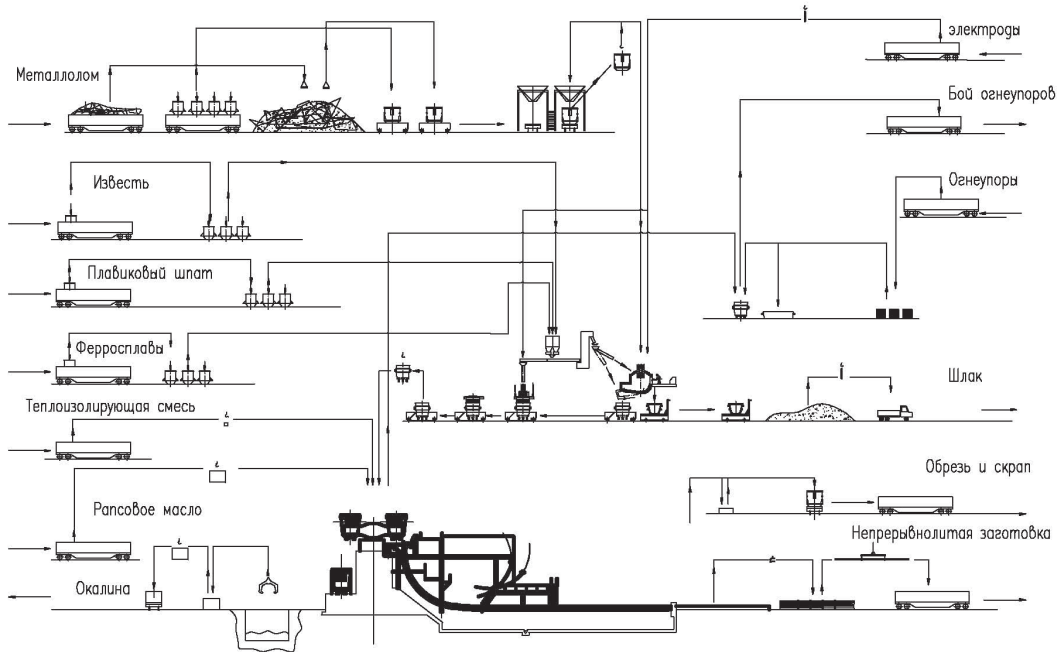


Рисунок 2 – Технологическая схема производства непрерывнолитой заготовки стали

кой производительности и пониженном расходе электроэнергии, что достигается посредством использования дополнительных источников тепловой энергии – газокислородных инжекционных горелок.

Газокислородные инжекционные горелки – горелки с форсунками для газа и кислорода, рассчитанными на подачу в ДСП тепловой энергии, эквивалентной 3,5 МВт электрической энергии. Использование нескольких сопел, смешивающих газ и кислород внутри печи, создает широкий факел, что обеспечивает максимальный контакт со скрапом, способствует его более равномерному плавлению и гарантирует минимальные обрушения скрапа, вследствие чего поломки электродов сводятся к минимуму. Конструктивная особенность печи заключается в том, что газокислородные горелки совмещены с инжекторами кислорода. После расплавления скрапа горелки переключаются в режим вдувания кислорода, что приводит к ускорению процессов обезуглероживания стали.

Ферросплавы и шлакообразующие при выпуске металла подаются в ковш, расположенный на сталево-зе ДСП; металл сливается из дуговой сталеплавильной печи в сталеразливочный ковш (рис. 3), который затем подается краном г/п 100/32+5 т на сталево-з и транспортируется к установке «печь-ковш», где проводится процесс полной доводки металла по химическому составу и температуре для последующей разливки на МНЛЗ.

Обработка в «печи-ковше» снижает время пребывания стали в ДСП и повышает качество производимого металла за счет замены окисного шлака, получаемого при обработке в печи, на восстановительный основной

шлак, при котором производится доводка стали до нужного химического состава.

Необходимая для технологического процесса в «печи-ковше» тепловая энергия обеспечивается тремя графитовыми электродами. В ходе обработки в «печи-ковше» жидкий металл постоянно подвергается переме-

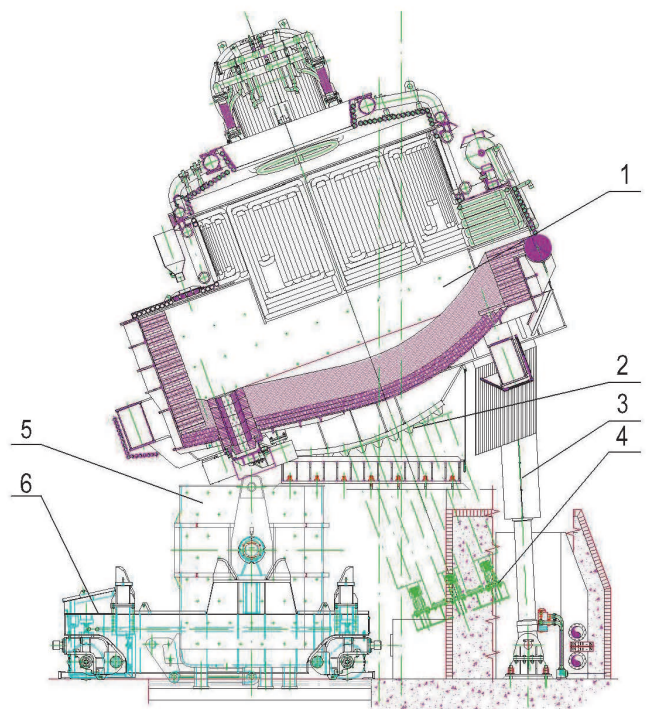


Рисунок 3 – Выпуск металла из ДСП:

- 1 – ДСП, 2 – льюлька ДСП, 3 – механизм наклона льюльки,
- 4 – механизм подъема электрододержателей, 5 – стальковш,
- 6 – сталево-з

шиванию с помощью инертного газа, который подается через пористые пробки, установленные в днище ковша. Кроме того, инертный газ защищает поверхность жидкого металла от взаимодействия с воздухом, проникающим через недостаточно герметизированный свод.

Длительность обработки плавки на установке «печь-ковш» зависит от выплавляемой марки стали и составляет, в среднем, 40 минут. После доведения стали до требуемого химического состава и температуры сталеразливочный ковш передается на разливку на поворотный стэнд МНЛЗ. К сталеразливочному ковшу присоединяется гидравлический цилиндр для управления шиберным затвором. Поворотный стэнд МНЛЗ перемещает сталеразливочный ковш на позицию разливки. Шиберный затвор открывается – промежуточный ковш наполняется жидкой сталью. При наполнении промежуточного ковша ориентировочно на 10 т жидкой стали включаются в работу ручки МНЛЗ.

Уровень металла в кристаллизаторах регулируется с помощью калиброванных стаканов-дозаторов, необходимый диаметр канала которых зависит от скорости разливки. Кристаллизатор оснащен специальной медной гильзой, которая за счет большого коэффициента теплопередачи и наличия водоохлаждаемой рубашки позволяет производить разливку в режиме высоких скоростей. Скорость разливки на МНЛЗ изменяется в пределах 0–7 м/мин.

Охлаждение кристаллизатора производится водой системы первичного охлаждения (закрытый контур) для образования прочной затвердевшей корки слитка на его выходе. Для снижения трения между медной гильзой и коркой слитка применяется специальная смазка (рапсовое масло).

В кристаллизаторе для предотвращения вторичного окисления формирующегося слитка применяются специальные смеси и защитные трубы на участках «стальковш-промковш» и «промковш-кристаллизатор».

Вторичное охлаждение заготовки (открытый контур) осуществляется форсунками, установленными в четырех независимых друг от друга зонах для равномерного охлаждения и предотвращения трещин на поверхности заготовок. Объем воды, подаваемый в каждую зону автоматически регулируется в зависимости от фактической скорости разливки.

После зоны вторичного охлаждения заготовка поступает на водоохлаждаемые рольганги тянуще-правильной машины, где производится ее выпрямление и отсоединение затравки. Затравка (после отсоединения от заготовки) поступает на приемно-парковочное устройство, а заготовка направляется к машине газовой резки. Отрезанные заготовки транспортируются по рольгангам к холодильнику.

Конструкция холодильника обеспечивает непрерывное кантование заготовок, за счет чего достигается рав-

номерное охлаждение и прямолинейность заготовок. После охлаждающего и собирающего холодильника заготовки в пакетах отгружаются краном в пролет складирования и отгрузки.

В связи с высокими требованиями к качеству оборотной воды охлаждение кристаллизатора, оборудования МНЛЗ, электрооборудования и гидравлики ДСП и «печи-ковша» предусмотрено по двухконтурной схеме. Предусмотрена организация следующих закрытых оборотных циклов – первичных контуров:

- охлаждение кристаллизаторов производительностью 400 м³/час;
- охлаждение электрооборудования и гидравлики ДСП и «печи-ковша» производительностью 350 м³/час;
- охлаждение оборудования МНЛЗ производительностью 150 м³/час.

Охлаждение воды закрытых оборотных циклов производится в теплообменниках, заполнение и восполнение потерь – за счет обессоленной воды с установки обратного осмоса.

Для охлаждения первичных контуров теплообменников предусмотрен оборотный цикл условно-чистой воды производительностью 1200 м³/час (вторичный контур). Заполнение и подпитку данного цикла предполагается осуществлять свежей технической водой.

Для подачи воды на вторичное охлаждение заготовок и смыв окалины предусмотрен оборотный цикл форсуночного охлаждения МНЛЗ производительностью 220 м³/час. Заполнение и подпитка данного цикла будет осуществляться смесью обессоленной (40 %) и химочищенной (60 %) воды.

Что касается экологических проблем, ресурсо- и энергосбережения, то сама концепция и структура производства электросталеплавильного мини-завода позволяют эффективно решать эти задачи путем замены металлургического завода с полным циклом на более экологически чистое и энергоэффективное производство. В связи с этим были предложены следующие технологические решения.

В оборотном цикле форсуночного охлаждения шламосодержащие стоки от МНЛЗ в самотечном режиме поступают в яму для окалины (первичный отстойник), далее – в приемник шламовой насосной станции, откуда в напорном режиме подаются в горизонтальный отстойник. Из горизонтального отстойника осветленная вода в самотечном режиме отводится в приемные камеры, из которых насосами подается на фильтры. Фильтрованная вода поступает для охлаждения на вентиляторные градирни и далее – в приемники охлажденной воды оборотного цикла форсуночного охлаждения. Из приемников вода насосами 1Д 250-125 (номинальная производитель-



ность – 250 м³/час, напор – 125 м) подается на форсуночное охлаждение заготовки. Предусматриваются три насоса (1 – рабочий, 2 – резервные).

На всех стадиях получения продукции сталеплавильного завода используются малоотходные и безотходные технологии, в числе которых основные:

- применение метода разливки «плавка на плавку», что позволяет свести к минимуму количество обрезки заготовок (выход годного после МНЛЗ достигает ~98 %);
- использование в качестве шихты обрезки сталеплавильного производства и скрапа, извлеченного из сталеплавильного шлака;
- применение брикетированной пыли газоочисток в качестве добавочных материалов в шихте;
- увеличение количества стали, проходящей внепечную обработку и доводку до требуемого химического состава на установке «печь-ковш», как средство дополнительной экономии материальных и энергетических ресурсов;
- применение внепечной обработки стали с использованием продувки в сталеразливочных ковшах на установке «печь-ковш», что позволяет экономить 10–15 % ферросплавов, вводимых в жидкую сталь.

Дополнительное снижение потерь тепловой энергии в ходе технологического процесса при разливке стали обеспечивается использованием:

- защитных крышек на сталеразливочных и промежуточных ковшах;
- защитных смесей, подаваемых на поверхность металла в кристаллизаторе при разливке, что уменьшает возможность вторичного окисления металла и снижает потери тепла с поверхности металла.

Все системы энергоносителей оснащены приборами учета расхода, давления и температуры.

При проектировании систем аспирации, отопления и вентиляции предусматриваются следующие мероприятия по энергосбережению:

- периодическая работа местных отсосов в системах аспирации – отсос аспирационного воздуха только от работающего оборудования (отключение неработающих отсосов – при помощи заслонок с исполнительными механизмами, сблокированными с приводами технологического оборудования);

- изоляция подающих трубопроводов высокоэффективными теплоизоляционными материалами для уменьшения потерь тепла в системах отопления и теплоснабжения.

При сооружении ЭСПЦ предусмотрено строительство высокоэффективной газоочистки и аспирационных систем. Технологические газы через отверстие в своде печи поступают в камеру дожигания, где происходит осаждение всевозможных крупных частиц пыли и полное сжигание СО, затем по газоходу, первые секции которого являются водоохлаждаемыми, – в охладитель с естественной конвекцией. На участке водоохлаждаемого газохода температура газов снижается до 600 °С, далее – в охладителе – до 250 °С.

После предварительной очистки и охлаждения выбросы печи смешиваются с неорганизованными выбросами от вытяжного зонта ДСП, установки «печь-ковш» и системы сыпучих и ферросплавов, затем проходят через центробежный сепаратор и поступают на рукавный фильтр газоочистки. Центробежный сепаратор предназначен для осаждения крупных частиц пыли и защиты рукавов фильтра от возможности проникновения искр.

Строительство электросталеплавильного мини-завода выполнено в кратчайшие сроки, с высокой экономической эффективностью и снижением времени окупаемости строительства за счет использования существующего здания и кранового оборудования цеха железобетонных изделий, рационально расположенного основного технологического оборудования в главной пристраиваемой части ЭСПЦ и вспомогательного оборудования в существующем здании.

ВЫВОДЫ

По проекту УкрГНТЦ «Энергосталь» построен современный электросталеплавильный мини-металлургический завод по производству непрерывнолитой заготовки для обеспечения загрузки прокатных мощностей ОАО «Донецкий металлопрокатный завод» с минимальным уровнем техногенной нагрузки на окружающую природную среду и с решением вопросов ресурсо- и энергосбережения.

Поступила в редакцию 20.03.2009

У статті розглянуто технологічні рішення, які закладені УкрДНТЦ «Енергосталь» у проектування нового, сучасного електросталеплавильного міні-металургійного заводу ТОВ «Електросталь» (м. Курахово, Донецька обл.). При проектуванні цього заводу особлива увага приділялась питанням екологічної безпеки, ресурсо- та енергозбереження.

The paper considers technological decisions developed by UkrSSEC «Energostal» at designing new, up-to-date electric furnace steelmaking mini-iron & steel works LC "ELECTROSTAL" in Kurakhovo Donetsk region. At designing of this works special attention was paid to the questions of environmental safety, resource- and energy-saving.