

**УДК 669.162.215.4****Л. В. ПЕТРОВСКАЯ**, руководитель группы,**Т. П. БРАТОВА**, начальник отдела, **И. И. КОТЛЯР**, ведущий инженер

УкрГНТЦ «Энергосталь», г. Харьков

НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ ОХЛАЖДАЕМОГО ГАЗООТВОДА ДЛЯ ДУГОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ

Дано описание модернизированной конструкции охлаждаемого газоотвода, разработанного УкрГНТЦ «Энергосталь» применительно к дуговой сталеплавильной электропечи ДСП-30. Водоохлаждаемый газоотвод включает последовательно расположенные по ходу печных газов накатную муфту с приводом, приемную камеру, камеру дожигания монооксида углерода, пылеосадительную камеру и горизонтальный водоохлаждаемый газоход. Камера дожигания, приемная камера и горизонтальный газоход выполнены из труб, навитых в виде змеевиков. Пылеосадительная камера в нижней части футерована шамотным кирпичом; верхняя часть стен и потолок экранированы водоохлаждаемыми панелями. Камера имеет водоохлаждаемые распашные ворота для механизированной уборки шлака. Расход воды составляет $600 \text{ м}^3/\text{час}$. Система подачи воды оборудована средствами КИП и автоматики.

электросталеплавильная печь, водоохлаждаемый газоотвод, накатная муфта, камера дожигания, приемная камера, пылеосадительная камера, горизонтальный газоход, система охлаждения

Высокие технико-экономические показатели производства, возможность получения металла с особыми свойствами и высокого качества повысили долю электрометаллургии в сталеплавильном производстве. В последние годы широкое распространение получила интенсивная технология выплавки стали в электродуговых печах с применением газокислородных горелок (ГКГ) во время плавления (удельной мощностью до $0,4 \text{ МВт/т}$) и продувкой расплавленного металла кислородом с интенсивностью до $1 \text{ м}^3/\text{т}\cdot\text{мин}$ и выше. Интенсивная технология позволяет сократить время плавки до 45 мин и менее. Сочетание электродуговой печи и агрегата пещек обеспечивает высокое качество металла.

По такой технологии или близкой к ней работают электродуговые сталеплавильные печи ОАО «Молдавский металлургический завод» (ОАО «ММЗ»), ОАО «Донецкий металлургический завод» (ОАО «ДМЗ»), ОАО «Уральская сталь» и другие. Ведется работа по реконструкции электродуговых сталеплавильных печей по интенсивной технологии на ряде других металлургических предприятий СНГ.

При интенсивной технологии резко возрастает расход печных газов, их температура и запыленность, что требует новых подходов к конструированию охлаждаемых газоотводов, обеспечивающих прием газов из элек-

тросталеплавильной печи, дожигание содержащегося в них оксида углерода, выделение из газа крупных шлакометаллических фракций и охлаждение газов для дальнейшей транспортировки их к газоочистке.

Опыт работы охлаждаемого газоотвода конструкции ОАО «Атоммаш» на ОАО «ММЗ» показал необходимость новых подходов к конструированию этого узла. В изготовленной из сваренных между собой толстостенных труб $\varnothing 73$ (толщина стенки 10 мм) Г-образной камере дожигания при расчетной стойкости два года течи труб начались уже через 1,5 месяца после начала эксплуатации. Источником течи явились поперечные трещины, количество которых со временем увеличивалось (через 6 месяцев после начала эксплуатации на трубах было 26 трещин). Анализ показал, что причиной появления трещин являются усталостные напряжения ввиду разного расширения сваренных между собой труб разной длины, определяемой геометрией камеры дожигания. Кроме того, отрицательную роль сыграл градиент температуры между обращенной к огню и наружной поверхностью труб.

30-летний опыт УкрГНТЦ «Энергосталь» в исследовании и внедрении охладителей конвертерных газов сталеплавильных конвертеров, охлаждаемых газоотводов, применяемых в цветной металлургии, и зарубежный

опыт позволяют предложить модернизированную конструкцию охлаждаемого газоотвода для интенсивно работающих электросталеплавильных печей.

Ниже представлена модернизированная конструкция охлаждаемого газоотвода (на примере газоотвода, разработанного УкрГНТЦ «Энергосталь» по заданию ОАО «Сибэлектротерм» для дуговой сталеплавильной печи ДСП-30). Исходные данные для разработки приведены в табл. 1.

Отвод технологических газов, выделяющихся во время работы электродуговой печи, осуществляется от четвертого отверстия в своде печи. Сводный патрубок ДСП-30 имеет овальное сечение с охлаждаемым фланцем на выходном торце. Газы проходят по охлаждаемому сводовому патрубку в водоохлаждаемую камеру дожигания, а затем в экранированную водоохлаждаемую пылеосадительную камеру. Из нее по водоохлаждаемому газоходу газы транспортируются к неохлаждаемому газоходу и далее – в газоочистку.

Таблица 1.

**Исходные данные
для разработки охлаждаемого газоотвода**

№ п/п	Параметры дымовых газов	На выходе из сводового патрубка	
		Плавнение с ГКГ	Продувка
1.	Количество газов, $\text{м}^3/\text{ч}$:	максимальное	12000
		среднее	10000
2	Температура газов, $^{\circ}\text{C}$:	максимальная	1200
		средняя	1000
3	Состав газов, %:	CO	2–4
		CO_2	10–12
		H_2O	20–24
		O_2	12–14
		N_2	остальное
4	Запылённость газов, $\text{г}/\text{м}^3$	10–15	30–40

КОНСТРУКЦИЯ ОХЛАЖДАЕМОГО ГАЗОТВОДА

Охлаждаемый газоотвод состоит из следующих узлов (рис. 1):

- накатная муфта с приводом перемещения;
- приёмная камера;
- камера дожигания;
- пылеосадительная камера;
- охлаждаемый газоход с неохлаждаемым участком на границе с газоходом к газоочистке.

Накатная муфта навита из трубы и имеет овальное сечение. Внутренние размеры муфты на 300 мм больше соответствующих размеров сводового патрубка.

Для герметизации поверхности муфты витки сварены между собой.

Муфта закреплена на тележке, которая перемещается с помощью электровинтового привода в направляющих, закрепленных на камере дожигания. Ход тележки – 250 мм. Муфта имеет 4 фиксированных положения. Два крайних зафиксированы на командоаппарате привода. Рабочие положения фиксируются конечными выключателями и могут корректироваться в процессе наладки. Предусмотрена вспомогательная площадка для обслуживания муфты.

Приёмная камера имеет на входе дыма овальное сечение с размерами, обеспечивающими зазор для свободного перемещения муфты. Горизонтальный участок приёмной камеры переходит в раструб, имеющий круглое сечение на выходе. Переходная камера выполнена из труб, навитых в виде отдельных змеевиков вдоль камеры. Повороты змеевиков на 180° осуществляются с помощью штампованных колпаков. Выходы и входы в змеевики заканчиваются угольниками. Поверхность приёмной камеры герметична. Трубы на прямом участке сварены между собой; в раструбе герметичность достигается с помощью проставок из листа.

Камера дожигания имеет Г-образную форму круглого сечения. Герметизация колена камеры осуществляется натрубной обшивкой. Отсутствие жёсткой связи труб между собой на этом участке компенсирует разные расширения длинных и коротких труб при нагреве. Газоплотность вертикального участка, где все трубы одинаковой длины, решена сваркой труб между собой.

Камера дожигания выполнена из змеевиковых трубных секций. Входной и выходной коллекторы расположены со стороны приёмной камеры. Повороты труб в змеевиках изготовлены аналогично переходной камере.

Сопоставление предложенной конструкции камеры дожигания и камеры дожигания ЧП «РОУД», применяемой на ряде металлургических предприятий (ОАО «ДМЗ», ОАО «Уральская сталь», ОАО «ВМЗ «Красный Октябрь»), можно будет сделать только после анализа 2–3 лет эксплуатации этих камер за печами одной емкости (Молдавский металлургический завод – камера дожигания УкрГНТЦ «Энергосталь» и ОАО «Уральская сталь» – камера дожигания ЧП «РОУД»).

Пылеосадительная камера имеет площадь сечения, в 7 раз большую сечения камеры дожигания, что способствует выпадению крупных фракций шлака и металлических частиц. Верхняя часть и потолок камеры экранированы водоохлаждаемыми панелями, закреплёнными на каркасе. Нижняя часть и пол пылеосадительной камеры футерованы огнеупорным кирпичом. Камера снабжена распашными водоохлаждаемыми во-

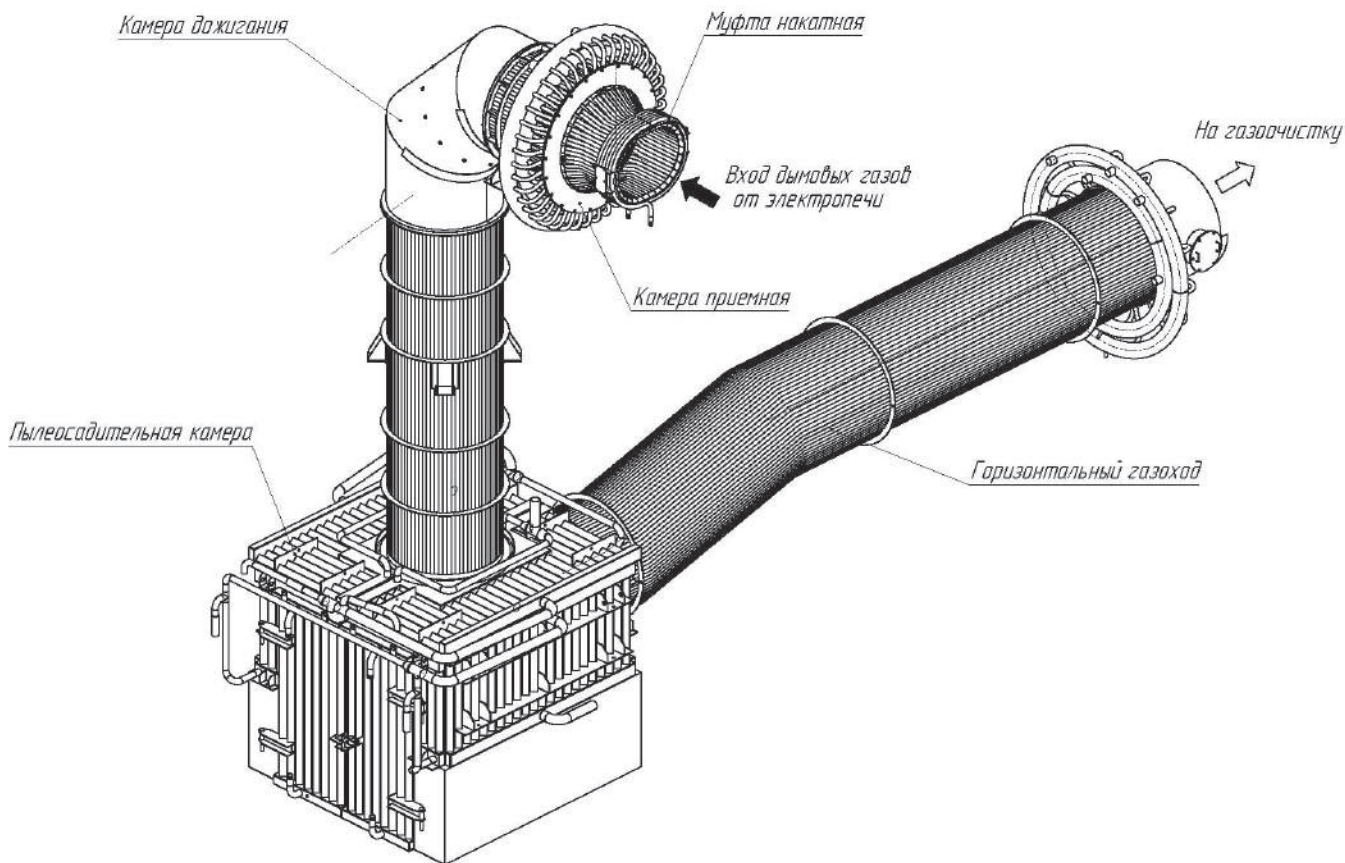


Рис. 1. Водоохлаждаемый газоотвод

ротами для механизированной уборки осевшей пыли и частиц шлака с помощью погрузчика. В своде имеется отверстие для соединения с камерой дожигания.

Водоохлаждаемые панели стен, свода и ворот выполнены из листа, на наружной поверхности которого приварены прямоугольные входная и выходная камеры, между которыми вода циркулирует по приваренным уголкам. Все панели по воде соединены в два контура. Такая конструкция пылеосадительной камеры успешно эксплуатируется на ОАО «Уральская сталь».

Охлаждаемый газоход примыкает к отверстию в боковой стене пылеосадительной камеры и имеет сложную форму. Охлаждаемый газоход круглого сечения выполнен из сваренных между собой труб. Газоход состоит из змеевиковых секций, конструктивно аналогичных змеевикам камеры дожигания. Выходной торец охлаждаемого газохода длиной 1 м выполнен неохлаждаемым. На нём располагаются датчики КИП и лаз для уборки пыли. Для обслуживания датчиков и лаза предусмотрена площадка.

Подвод воды предусмотрен над рабочей площадкой. Слив воды из узлов охлаждаемого газоотвода безнапорный в приёмную ёмкость, размещённую на рабочей площадке возле камеры дожигания.

Все охлаждаемые элементы газоотвода имеют независимые подводы и отводы воды, на которых установле-

ны устройства измерения расхода воды и отсечные клапаны с электроприводами.

Система КИПиА, кроме расходов воды в каждом контуре, предусматривает замер и регистрацию общего расхода и давления воды, замер температуры воды на выходе из каждого контура, замер разрежения и температуры дыма за охлаждаемым газоотводом, а также замер содержания в дымовых газах монооксида углерода.

Предусмотрена сигнализация при повышении температуры воды на выходе из каждого контура выше заданной, падении давления воды и превышении содержания СО в газах за охлаждаемым газоотводом выше заданного.

Работа газоотвода включена в автоматизированную систему управления технологическим процессом.

РАСЧЁТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ОХЛАЖДАЕМОГО ГАЗООТВОДА

Расчетный расход воды приведен в табл. 2. При максимальном тепловыделении в газоотводе в режиме продувки кислородом, при перепаде температуры воды на входе и выходе каждого элемента не более 7,5 °С расход воды должен соответствовать данным табл. 2.

Таблица 2.

Расход воды на водоохлаждаемый газоотвод

Охлаждаемый элемент	Расход воды, м³/ч
Муфта	11
Приёмная камера	26
Камера дожигания	332
Пылеосадительная камера	107
Охлаждаемый газопровод	124
Всего:	600

Расчетные показатели работы охлаждаемого газоотвода приведены в табл. 3.

Таблица 3.

Показатели	Значение
Подсос воздуха в камеру дожигания, м³/ч	18000–21000
Расход газов перед пылеосадительной камерой, нм³/ч	28000–31000
Температура газов в конце камеры дожигания, °С	670–830
Подсос воздуха в пылеосадительную камеру, м³/ч	20000–24000
Расход дыма в конце охлаждаемого газопровода, нм³/ч	60000–70000

Надано опис модернізованої конструкції охолоджуваного газівідводу, розробленої УкрДНТЦ «Енергосталь», який пристосовано до дугової сталеплавильної електропечі ДСП-30. Водоохолоджуваний газівідвід, включає послідовно розташовані за ходом пічних газів накатну муфту з приводом, приймальну камеру, камеру допалювання монооксиду вуглецю, пилоосадну камеру та горизонтальний водоохолоджуваний газохід. Камера допалювання, приймальна камера, горизонтальний газохід виконані з труб, навитих у вигляді змійовиків. Пилоосадна камера у нижній частині футерована шамотною цеглою; верхня частина стінок і стеля екрановані водоохолоджуваними панелями. Камера має водоохолоджувані ворота для механізованого прибирання шлаку. Витрата води складає 600 м³/г. Система подачі води обладнана засобами КВП та автоматики.

Таблица 3. Продолжение

Показатели	Значение
Температура дыма в конце охлаждаемого газопровода, °С	350–410
Разрежение в конце охлаждаемого газопровода, КПа	0,3–0,5

ВЫВОДЫ

Предлагаемая конструкция охлаждаемого газоотвода должна работать без замены не менее 2-х лет.

Для дальнейшего повышения стойкости рекомендуется:

- уменьшить толщину труб до 5 мм;
- выполнить наиболее теплонапряженный участок камеры дожигания из жаростойкой стали;
- перевести элементы газоотвода на замкнутую систему охлаждения;
- обеспечить смену отдельных трубных секций без демонтажа отдельных узлов газоотвода.

УкрГНТЦ «Энергосталь» выполняет разработку конструкций, а также может обеспечить изготовление и поставку охлаждаемых узлов газоотводов, наладку и ввод их в эксплуатацию.

The description of the up-dating design of cooled gas-evacuating flue developed by UkrSSEC «Energostal» for arc electric steel-melting furnace DSP-30 is given. Water-cooled gas-evacuating flue consists of the consecutive located along the way of furnace gases rolling union with a drive, reception chamber, reburning chamber of mono carbon oxide, dust-settling chamber and horizontal water-cooled flue. The chamber of reburning, reception chamber and horizontal flue are made from the pipes wound as serpentines. Dust-settling chamber in the bottom part is coated with chamotte brick; the top part of walls and ceiling are shielded by water-cooled panels. There is ploughed up water-cooled gate for the mechanized removal of slag in the chamber. Water consumption rate is 600m³/hour. The system of water supply is equipped with testing instruments and automatics.