



Прейсман М.
«QUAD Engineering»

Швец М.Н.
ГП «УкрНТЦ «Энергосталь»

Реконструкция систем газоудаления и газоочистки электропечей ДСП-150 в ЭСПЦ ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат»

ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» разработана проектная и рабочая документация реконструкции и модернизации систем газоудаления и газоочистки электропечей ДСП-150 № 1–4 в ЭСПЦ ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат» на базе инжиниринга и поставленного высокоэффективного газоочистного оборудования канадской фирмы «QUAD Engineering». ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» (Центр) не только выполнены проектные работы по газоочисткам ДСП-150, но и произведена поставка ряда позиций оборудования и металлоконструкций (каркасы рукавов, компенсаторы и другое). В результате практического партнерского сотрудничества с фирмой «QUAD» Центр (единственный в СНГ) освоил изготовление 8-метровых каркасов, современных элементов систем регенерации и других устройств, что значительно повысило уровень производимых Центром рукавных фильтров. Газоочистки ДСП-150 № 3, 4 введены в эксплуатацию и эффективно работают. Ил. 1. Табл. 1.

Ключевые слова: крупнотоннажные электропечи, рукавные фильтры, технологические и аспирационные газы, высотная компоновка, горизонтальный циклон, импульсная регенерация, дымососы, 8-метровая длина рукавов, регулирование давления под сводом печей

SE «UkrRTC «Energostal» developed design and working documentation for reconstruction and modernization of systems for gas collection and gas cleaning of electric furnaces AF-150 No.1-4 in steel-making shop at «Oskol electrometallurgical plant» based on engineering and supplied high-performance gas cleaning equipment of Canadian firm «QUAD Engineering». SE «UkrRTC «Energostal» (Center) not only made design works for gas cleaning of AF-150 and even supplied some equipment and steel structures (bag cages, compensators and other). As a result of partnership with «QUAD» Center (the one in CIS countries) mastered manufacture of 8-meter cages, contemporary elements of regeneration systems and other devices, and it is increased level of bag filters manufactured by Center. Gas cleaning for AF-150 No. 3, 4 were commissioning and operate effectively.

Keywords: large-capacity electric furnaces, bag filters, process and aspiration gases, high packaging, horizontal cyclone, impulse regeneration, smoke suckers, 8-meter length bags, pressure control under furnace roof

ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» (Центр) разработана проектная и рабочая документация технологической части реконструкции и модернизации систем газоочисток крупнотоннажных электросталеплавильных печей ДСП-150 № 1–4 в ЭСПЦ ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат» (ОАО «ОЭМК») на базе инжиниринга и поставленного высокоэффективного газоочистного оборудования канадской фирмы «QUAD Engineering» («QUAD»).

До реконструкции эти электропечи были оснащены системами газоудаления и очистки газов фирмы «Baum & Co» с первичным (от 4-го отверстия в своде печи) отсосом технологических газов, водоохлаждаемым газоходом и воздушным газоохладителем и вторичным (от пылешумозащитного кожуха) отсосом неорганизованных выбросов. Газоочистки расположены внутри цеха, рукавные фильтры – на отметке +24.000, дымососы – на отметке ±0.000. Очищенные газы от всех четырех газоочисток по крыше ЭСПЦ направлялись в общую дымовую трубу, расположенную за цехом.

Установленные ~30 лет назад газоочистки мо-

рально устарели и физически изнашивались. Их производительность по объемам отводимых газов не обеспечивала эффективное улавливание и отвод технологических газов и неорганизованных выбросов, вследствие чего концентрация пыли и других вредных веществ в рабочей зоне ЭСПЦ значительно превышала нормативные величины, большое количество неорганизованных пылегазовыделений выбрасывалось в атмосферу.

В связи с неэффективной, неудовлетворительной работой существующих газоочисток было принято решение об их замене, предусматривающее вывод из эксплуатации и демонтаж существующих газоочисток, проектирование и строительство новых комплексных систем газоудаления и газоочистки электропечей ДСП-150. В соответствии с заключенным контрактом между ОАО «ОЭМК» и канадской фирмой «QUAD» разработку инжиниринга и поставку оборудования новых систем газоочисток ДСП-150 № 1–4 выполнила фирма «QUAD».

На основании инжиниринга этой фирмы Центр и ОАО «Гипрометз» разработали проектную и рабочую

документацию на строительство новых газоочисток, которые размещаются снаружи ЭСПЦ и занимают зону шириной 30 м и длиной 200 м вдоль цеха, между его стеной и эстакадой трубопроводов. Газоочистки электропечей скомпонованы в два модуля: модуль 1 – для двух электропечей № 3 и 4, модуль 2 – для печей № 1 и 2. В связи с ограниченным пространством для размещения новых газоочисток принята высотная компоновка сооружений – рукавные фильтры с системами пылеудаления расположены над дымососами.

Принципиальная схема новых газоочисток (рисунок) предусматривает следующие основные технические решения:

- отвод печных технологических газов от 4-го отверстия в своде печи со спреерным испарительным охлаждением газов впрыском распыленной воды;
- улавливание и отвод неорганизованных выбросов от существующей пылешумоизолирующей камеры-укрытия типа «elephant»;
- смешивание технологических и аспирационных газов от пылешумоизолирующей камеры-укрытия печи перед рукавным фильтром в горизонтальном циклоне с одновременным улавливанием крупных раскаленных частиц пыли (искр) для защиты фильтровальных рукавов от прогара;
- высокоэффективную очистку газов в рукавном

фильтре с импульсной регенерации, установленном перед дымососами;

- автоматизированную систему регулирования давления под сводом электропечи.

Новые модернизированные системы газоочисток электропечей ДСП-150 включают следующие основные конструктивные узлы и элементы (для каждой печи):

- реконструируемый водоохлаждаемый свод электропечи с новым патрубком-коленом увеличенного сечения для отсоса печных газов;
- пылесадительную камеру диаметром 4,8 м с верхней водоохлаждаемой частью, спреерным впрыском охлаждающей воды и воротами в нижней части камеры для периодической уборки осевшей пыли на отметке ±0.000;
- водоохлаждаемый высокотемпературный газоход диаметром 2,4 м;
- высокотемпературный неводоохлаждаемый газоход диаметром 2,4 м;
- камеру спреерного охлаждения газов с впрыском воды диаметром 4,5 м, высотой ~10 м, с выгрузкой пыли через ножевую шибберную задвижку диаметром 400 мм и гибкий рукав в автотранспорт;
- горизонтальный циклон-искроуловитель;
- рукавный фильтр с импульсной регенерацией

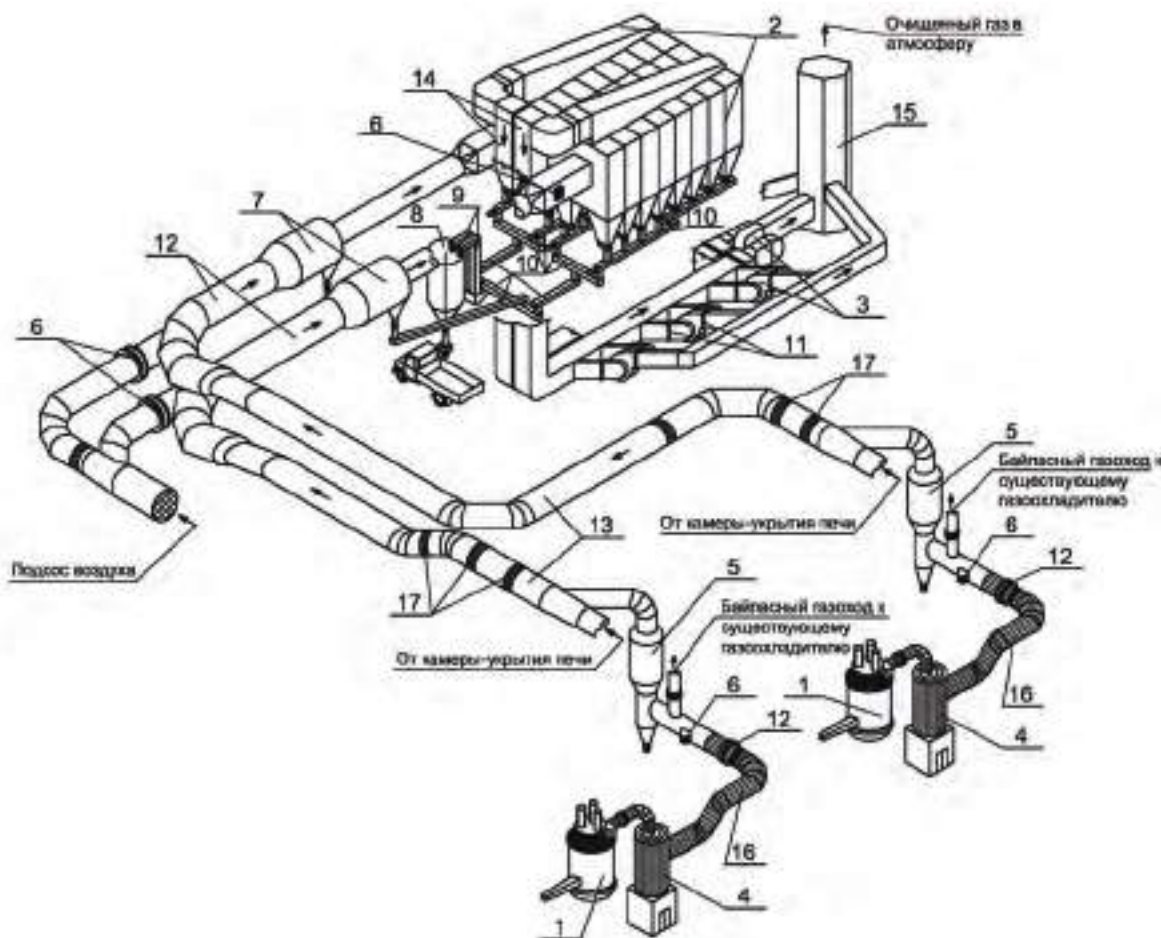


Рисунок. Схема реконструируемых систем газоочисток электродуговых печей ДСП-150: 1 – электропечь; 2 – рукавный фильтр; 3 – дымосос; 4 – водоохлаждаемая пылесадительная камера; 5 – спреерная камера с водораспылительным охлаждением технологических газов; 6 – подсосный клапан; 7 – циклон; 8 – сборный бункер пыли; 9 – ковшовый подъемник; 10 – конвейеры; 11 – отключающий клапан; 12 – регулирующий клапан; 13 – газоходы грязного газа; 14 – газоходы чистого газа; 15 – дымовая труба; 16 – водоохлаждаемый газоход; 17 – компенсаторы

фирмы «Siemens» производительностью 1,7 млн. м³/ч, состоящий из 16 отдельных автономных отсеков (модулей), расположенных в два ряда (по 8 модулей в ряду) с зазором 300 мм между модулями;

- сборный бункер пыли (один на две газоочистки) емкостью 200 м³ с ковшовым элеватором-подъемником загрузки пыли и системой аспирации;

- дымососы фирмы «JAP», с проектной производительностью каждого дымососа – 625 тыс. м³/ч, на-

пором 7100 Па при температуре 121 °С ;

- дымовую шестигранную трубу высотой 60 м – одна общая для двух модулей газоочисток четырех печей;

- запорно-регулирующие и подсосные клапаны;

- грузовой лифт грузоподъемностью 1 т на основные рабочие отметки газоочистки;

- грузоподъемные устройства (кран-балки, консольные краны, электрические тали) – для обслуживания дымососов и рукавных фильтров;

- площадки обслуживания компенсаторов, клапанов, люков, пылегазовых замеров.

Новые системы газоочистки в основном сооружаются без остановки производства – при работающих электропечах. Остановка электропечи необходима только для демонтажа существующего водоохлаждаемого газохода и других устройств в районе печи, монтажа нового участка свода с новым сводовым патрубком, новой камеры дожигания и пылесаждения, нового водоохлаждаемого газохода, подключения нового газохода с клапаном к пылешумозащитной камере электропечи.

Горизонтальный циклон-искроуловитель диаметром 7500 мм предназначен для уменьшения пылевой нагрузки на рукавный фильтр, отсеивания крупных частиц и препятствования проникновения искр в рукавный фильтр. Циклон-искроуловитель состоит из корпуса со встроенным импеллером на входе газа, служащим для закручивания газового потока и использования центробежных сил вращающегося газового потока для выделения пыли в бункер. Выгрузка пыли из бункера производится посредством лопастного пылевого затвора и шнекового конвейера, имеющих общий электропривод.

Основным главным элементом новой системы газоочистки электропечи является рукавный фильтр с импульсной регенерацией фирмы «Siemens», состоящий из 16 автономных отсеков (модулей). В каждом отсеке (модуле), представляющем собой прямоугольный металлический корпус со щелевым («траншейным») бункером, установлены 24 x 17 = 408 фильтровальных рукавов диаметром 127 мм, длиной 8 м.

Отсеки оборудованы системой регенерации рукавов осушенным сжатым воздухом, состоящей из 24 мембранных клапанов с соединительными трубопроводами и контроллера – таймера, снабжены входной заслонкой с ручным приводом на подводе грязного газа и выходной автоматизированной заслонкой с пневмоприво-

Таблица. Технические характеристики и основные технологические параметры системы газоочистки электропечи ДСП-150 в ЭСПЦ ОАО «ОЭМК»

№ п/п	Наименование оборудования. Основные параметры	Ед. измерения	Величина
1	Рукавный 16-секционный фильтр фирмы «Siemens» с регенерацией рукавов осушенным сжатым воздухом и отключающимися секциями:	компл.	1
	– площадь фильтрования одной секции	м ²	1 289
	– количество рукавов (на одну секцию)	шт.	408
	– общая площадь фильтрования	м ²	20 624
	– площадь фильтрования при одной секции, отключенной на регенерацию (в работе 15 секций)	м ²	19 335
	– расход очищаемых газов	тыс. м ³ /ч	1 700
	– концентрация пыли перед очисткой	г/м ³	2,5
	– концентрация пыли после очистки	мг/м ³	10
	– удельная газовая нагрузка при работе всех 16 секций	м ³ /м ² мин	1,37
	– удельная газовая нагрузка при работе 15 секций	м ³ /м ² мин	1,47
	– температура газов перед фильтрами	°С	до 135
	– максимально допустимая температура газов перед фильтрами	°С	140
2	Центробежный дымосос «JAP» с электродвигателем (1 резервный общий для двух печей):	шт.	3 + 1
	– производительность дымососа	м ³ /ч	625 000
	– статическое давление	Па	7 100
	– частота вращения	об/мин	1 000
	– мощность электродвигателя	кВт	1 865
	– напряжение	кВ	10
3	Количество газов, отводимых от пылешумоизолирующей камеры: – при плавнении (t = 60 °С) – при завалке (t = 70 °С)	м ³ /ч м ³ /ч	800 тыс. 1 400 тыс.
4	Расход технологических газов после спреерной камеры при плавнении	м ³ /ч	600 тыс.
5	Температура технологических газов после спреерной камеры при плавнении	°С	350–400
6	Общий расход смеси технологических и аспирационных газов от пылешумоизолирующей камеры перед горизонтальным циклоном при температуре 160–200 °С	м ³ /ч	1 400 тыс.
7	Расход подсасываемого наружного воздуха перед циклоном для снижения температуры газов при плавнении	м ³ /ч	300 тыс.
8	Расход осушенного сжатого воздуха на регенерацию рукавного фильтра	м ³ /ч м ³ /мин	510 ≥8,5
9	Давление осушенного сжатого воздуха на регенерацию рукавного фильтра	бар	2,41
10	Расход осушенного сжатого воздуха на пневмоприводы отсечных клапанов	м ³ /ч м ³ /мин	68 ≥1,1
11	Давление осушенного сжатого воздуха на пневмоприводы отсечных клапанов	бар	5,5

дом на отводе очищенного газа.

Выгрузка пыли из каждого бункера фильтра производится через винтовой (шнековый) конвейер и шлюзовый роторный питатель, являющийся пылевым затвором. Оба пылевыпускных механизма имеют общий электропривод.

Грязный газ поступает в рукавный фильтр по впускному газовому коллектору, который осуществляет распределение газа по 16 отсекам рукавного фильтра. Начальное сечение впускного коллектора 6100x3350 мм, которое уменьшается по длине по мере раздачи газа по отсекам.

Общая площадь фильтрования всех 16 отсеков рукавного фильтра – 20624 м². При количестве газов, поступающих на очистку – 1 700 000 м³/ч и одновременной работе всех 16 отсеков, удельная газовая нагрузка на фильтроматериал составляет 1,37 м³/м²·мин.

Фильтрующий отсек может находиться в одном из двух возможных режимов работы: режим фильтрования (онлайн) и режим изоляции, отключения (офлайн). В процессе работы печи и газоочистки только один отсек из 16 может находиться в режиме изоляции (отключения) для ремонта. При работе 15 отсеков фильтра удельная газовая нагрузка на фильтроматериал составляет 1,47 м³/м²·мин. Очищенный газ после рукавного фильтра тремя центробежными дымососами направляется на дымовую трубу.

Три дымососа фирмы «IAP» плюс один резервный (общий для двух печей) поставляются в комплекте с электродвигателями мощностью 1865 кВт, частотой вращения 1000 об/мин. Температурные датчики и датчики вибрации, установленные на двух основных подшипниках дымососа, подают аварийный сигнал на контроллер «Siemens S7-300» в случае перегрева или повышенной вибрации.

Каждый дымосос поставляется в комплекте со стопорным устройством, отключающими клапанами с электроприводами, используемыми только во время запуска дымососов, и гибкими вставками для исключения передачи вибрации на газоходы.

Электродвигатели центробежных дымососов оборудованы температурными и вибрационными датчиками в подшипниках и обмотках, подающими аварийный сигнал на контроллер «Siemens S7-300» в случае перегрева или повышенной вибрации.

Дымососы с электродвигателями расположены в помещении, образованном стеновыми ограждениями и перекрытием – отметкой установки рукавного фильтра, и таким образом защищены от атмосферных и климатических воздействий.

В таблице приведены технические характеристики и основные технологические параметры системы газоочистки электропечей ДСП-150 в ЭСПЦ ОАО «ОЭМК».

Характерной особенностью работы современных электросталеплавильных печей являются резкие ко-

лебания количества и температуры отходящих печных технологических газов. Количество газов, которое необходимо отводить из печи через сводовый патрубок, изменяется по ходу плавки в несколько раз.

В отсутствие системы автоматического регулирования интенсивность газоотвода поддерживается на постоянном уровне. При этом давление под сводом электропечи по ходу плавки может многократно и резко меняться в широких пределах. При падении давления в печь подсасывается много холодного воздуха, при возрастании давления значительно увеличиваются пылегазовые выбросы через электродные зазоры. В обоих случаях резко увеличиваются энергетические затраты.

Для исключения указанных недостатков фирмой «QUAD» разработана и реализована в системах газоудаления электропечей ДСП-150 в ЭСПЦ ОАО «ОЭМК» эффективная система регулирования давления под сводом электропечи и объемов отводимых газов, основным элементом которой является датчик давления, работающий в условиях интенсивного забрызгивания свода расплавом металла и шлака. Надежная работа датчика обеспечивается благодаря периодической автоматизированной шомпольной очистке отверстия датчика давления.

Описанные выше системы автоматического регулирования давления под сводом ДСП, работающие на двух ДСП-150 в ЭСПЦ ОАО «ОЭМК», являются первыми такими системами в СНГ.

Отличительной особенностью газоочисток фирмы «QUAD» для ДСП-150 ОАО «ОЭМК» является модульный состав рукавных фильтров (16 полностью автономных отдельных секций), низкое давление сжатого воздуха – 2,4 бара, 8-метровая длина рукавов при диаметре 127 мм, компактное, эффективное спрерное охлаждение газов и другие отличия.

Газоочистка электропечи ДСП-150 № 3 введена в эксплуатацию в ноябре 2012 г., № 4 – в январе 2013 г. Газоочистки работают эффективно, обеспечивая остаточную запыленность выбросов не более 7–8 мг/м³.

ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» не только выполненные проектные работы по газоочисткам ДСП-150, но и произведена поставка ряда позиций оборудования и металлоконструкций (каркасы рукавов, компенсаторы и другое).

Благодаря практическому сотрудничеству с фирмой «QUAD» Центр (единственный в СНГ) освоил изготовление 8-метровых каркасов рукавов, современных элементов систем регенерации и других устройств, что значительно повысило уровень производимых рукавных фильтров.

Поступила 11.06.2013