

УДК 669.187.2+621.928.94

**М.Н. ШВЕЦ**, начальник отдела, **А.Ю. ПИРОГОВ**, заместитель генерального директора  
УкрГНТЦ «Энергосталь», г. Харьков

## ЭФФЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ УЛАВЛИВАНИЯ И ОЧИСТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГАЗОВ И НЕОРГАНИЗОВАННЫХ ВЫБРОСОВ СОВРЕМЕННЫХ ИНТЕНСИВНЫХ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ

УкрГНТЦ «Энергосталь» разработаны и реализованы новые технические решения по эффективным системам газоотведения и сухой очистке технологических газов и неорганизованных выбросов современных интенсивных электросталеплавильных печей. Все работы выполняются комплексно, включая разработку технических решений и проектно-конструкторской документации, изготовление и поставку оборудования, строительно-монтажные и пусконаладочные работы, шефмонтаж, сервисное обслуживание.

**электродуговые печи (ДСП), интенсификация, крышный зонт, рукавные фильтры, импульсная регенерация, совмещенная схема, газоохладитель**

Металлургические и машиностроительные предприятия Украины, России и других стран СНГ в последние годы непрерывно наращивают производство стали в электродуговых печах (ДСП) за счет реконструкции существующих и строительства новых ДСП с использованием современных технологий интенсификации выплавки и повышения качества стали: увеличения электрической мощности трансформаторов, интенсивности кислородной продувки, применения мощных газокислородных горелок, вдувания угольного порошка, внепечной обработки стали, предварительного подогрева металлошихты и др.

Модернизация существующих 100-тонных ДСП с участием ведущих зарубежных фирм «Даниели», «Фукс Системтехник», «Фест Альпине», «SMS Demag» проведена в электросталеплавильных цехах (ЭСЦ) ОАО «Северсталь», ООО «Уралсталь», ЗАО «ММЗ «ИСТИЛ (Украина)», ОАО «Молдавский метзавод». Производительность модернизированных 120–145-тонных ДСП увеличилась до 1,0–1,2 млн т жидкой стали в год, длительность плавки сократилась до 50–59 мин (ОАО «Северсталь»). Введены в эксплуатацию современные 50-тонные ДСП в ОАО «Новоросметалл» (г. Новороссийск, Россия), ООО «Электросталь» (г. Курахово, Донецкая обл.), две 120-тонные ДСП в ОАО «Ревдинский метизно-металлургический завод» (г. Ревда, Россия).

Интенсификация выплавки стали делает особенно актуальной проблему эффективного улавливания и очистки пылегазовыделений во все периоды плавки. УкрГНТЦ «Энергосталь» разработаны и внедрены комплексные системы газоудаления и сухой очистки техно-

логических газов и неорганизованных выбросов крупно- и среднетоннажных электропечей, включающие водоохлаждаемый газоотвод горячих технологических газов от свода печи, крышный зонт для улавливания потоков неорганизованных выбросов, сухие пылеуловители (рукавные фильтры с импульсной регенерацией), дымососы, систему газоходов, систему пылеуборки и окомкования пыли [1, 2, 3].

В типовых системах газоудаления большинства зарубежных фирм предусматриваются крупногабаритные змеевиковые кулеры-охладители с естественным охлаждением технологических газов атмосферным воздухом, а также циклонные газосмесительные камеры на весь объем очищаемых газов. Однако для реконструкции существующих цехов в связи с отсутствием свободных производственных площадей реализация такой схемы во многих случаях невозможна. В то же время технические решения УкрГНТЦ «Энергосталь» учитывают конкретные условия и возможности размещения в модернизируемых цехах элементов системы газоудаления и газоочистки ДСП.

Важнейшим элементом совмещенной системы является крышный зонт для улавливания потоков неорганизованных выбросов ДСП.

УкрГНТЦ «Энергосталь» разработаны и проверены в промышленных условиях методики расчета тепловых пылегазовых потоков неорганизованных выбросов электропечей, методики проектирования и определения оптимальных конструкций и размеров крышных зонтов, объемов отсоса газозвоздушной смеси от зонта для конкретных условий работы электропечей [2]. Для эффек-



тивного улавливания потоков неорганизованных выбросов размеры всасывающего проема крышного зонта должны быть оптимальными, близкими к расчетному сечению теплового потока неорганизованных выбросов. Зонт должен проектироваться максимально емким, с учетом конструкции кровли. Конструкция зонта зависит от конкретных условий, которые имеют значение при реконструкции или строительстве новых систем улавливания неорганизованных выбросов в действующих ЭСПЦ.

Примерами успешной реализации разработок и проектов УкрГНТЦ «Энергосталь» по улавливанию неорганизованных выбросов крупнотоннажных электропечей крышными зонтами являются системы газоулавливания 50-тонных электропечей в ЭСПЦ-2 ОАО «Днепропетросталь» [2], система газоудаления ДСП-30 в ЭСПЦ Государственного унитарного предприятия «Литейнопрокатный завод» (ГУП «ЛПЗ») в г. Ярцево, система газоудаления новой мощной шахтной электропечи № 1 в ЭСПЦ ОАО «Северсталь». Объемы отсоса неорганизованных выбросов от крышных зонтов в основные периоды плавки составляют: для 50-тонной ДСП в ОАО «Днепропетросталь» – 300–400 тыс. м<sup>3</sup>/час; для 125-тонной шахтной ДСП в ОАО «Северсталь» – 1000–1200 тыс. м<sup>3</sup>/час; для интенсивной 30-тонной ДСП в электросталеплавильном цехе ГУП «ЛПЗ» в г. Ярцево – 300–450 тыс. м<sup>3</sup>/час. Расчетные проектные величины объемов отсоса были подтверждены практическим опытом работы систем в производственных условиях. Потоки неорганизованных пылегазовых выбросов электропечей полностью улавливаются крышными зонтами и направляются на газоочистку без загрязнения рабочей зоны и выбросов в атмосферу.

Наиболее важным и ответственным элементом совмещенной системы газоулавливания электросталеплавильных печей являются пылеуловители – рукавные фильтры, обеспечивающие очистку от пыли выбросов в атмосферу до концентраций не более 10–20 мг/м<sup>3</sup>.

УкрГНТЦ «Энергосталь» разработаны, внедрены и освоены конструкции высокопроизводительных, эффективных, компактных рукавных фильтров с импульсной регенерацией, соответствующих современному мировому уровню в области техники фильтрования [4, 5, 6]. Фильтры с импульсной регенерацией конструкции УкрГНТЦ «Энергосталь» имеют следующие преимущества:

- клапаны подачи сжатого воздуха на импульсную продувку с повышенным быстродействием и повышенной мощностью импульса обеспечивают более интенсивную регенерацию фильтровального материала рукавов по сравнению с серийными фильтрами с импульсной регенерацией типа ФРИ, ФРКН, имеющими недостаточное быстродействие продувочных клапанов и малую мощность импульса регенерации, что

делает невозможным применение плотных нетканых иглопробивных фильтровальных материалов;

- рукава изготавливаются из плотного материала типа полиэфирного фетра с каркасом из филаментных нитей, что обеспечивает высокую степень пылеулавливания и снижение остаточной концентрации пыли после очистки. Многолетний опыт эксплуатации рукавных фильтров конструкции УкрГНТЦ «Энергосталь» в ОАО «Днепропетросталь», Запорожском, Серовском, Стахановском заводах ферросплавов, на «Южмаше» и многих других предприятиях показал, что фактическая концентрация пыли после очистки не превышает 10–20 мг/м<sup>3</sup>, а на некоторых объектах – 5 мг/м<sup>3</sup>;
- удельная газовая нагрузка на фильтрующую поверхность в фильтрах конструкции УкрГНТЦ «Энергосталь» в 1,5–2 раза превышает удельную газовую нагрузку в фильтрах ФРИ, ФРКН, ФРО и других конструкций;
- в фильтрах предусмотрено одностороннее верхнее крепление рукавов, в отличие от двухстороннего крепления рукавов (сверху и снизу), что значительно упрощает эксплуатацию: замена рукавов с верхним креплением проста и производится с крыши фильтра через камеру чистого газа, без входа внутрь фильтра и контакта с запыленной и загазованной средой;
- рукавные фильтры размещаются на открытом воздухе с укрытием только верхней части фильтров, в отличие от фильтров ФРИ, ФРКН и других, которые по техническим условиям требуют размещения в отапливаемых зданиях;
- основные узлы и детали фильтра унифицированы и взаимозаменяемы, что позволяет комплектовать различные типоразмеры фильтров в широком диапазоне производительности.

УкрГНТЦ «Энергосталь» разрабатывает и изготавливает рукавные фильтры разных типоразмеров любой производительности: от 1000 м<sup>3</sup>/час до 1,5 млн м<sup>3</sup>/час (в зависимости от потребностей предприятий-заказчиков). Примером длительной, высокоэффективной, надежной работы рукавного фильтра с импульсной регенерацией является фильтр ФРИР-7000, введенный в эксплуатацию в 1989 г. в ЭСПЦ-2 ОАО «Днепропетросталь» за 50-тонной ДСП в составе разработанной УкрГНТЦ «Энергосталь» комплексной системы улавливания и очистки пылегазовыделений электропечи. В течение 19 лет фильтр обеспечивает эффективную и надежную очистку выбросов до пылесодержания не более 10–20 мг/м<sup>3</sup>.

В процессе эксплуатации рукавный фильтр был реконструирован с увеличением площади фильтрации и производительности для дополнительного подключения двух соседних электропечей.

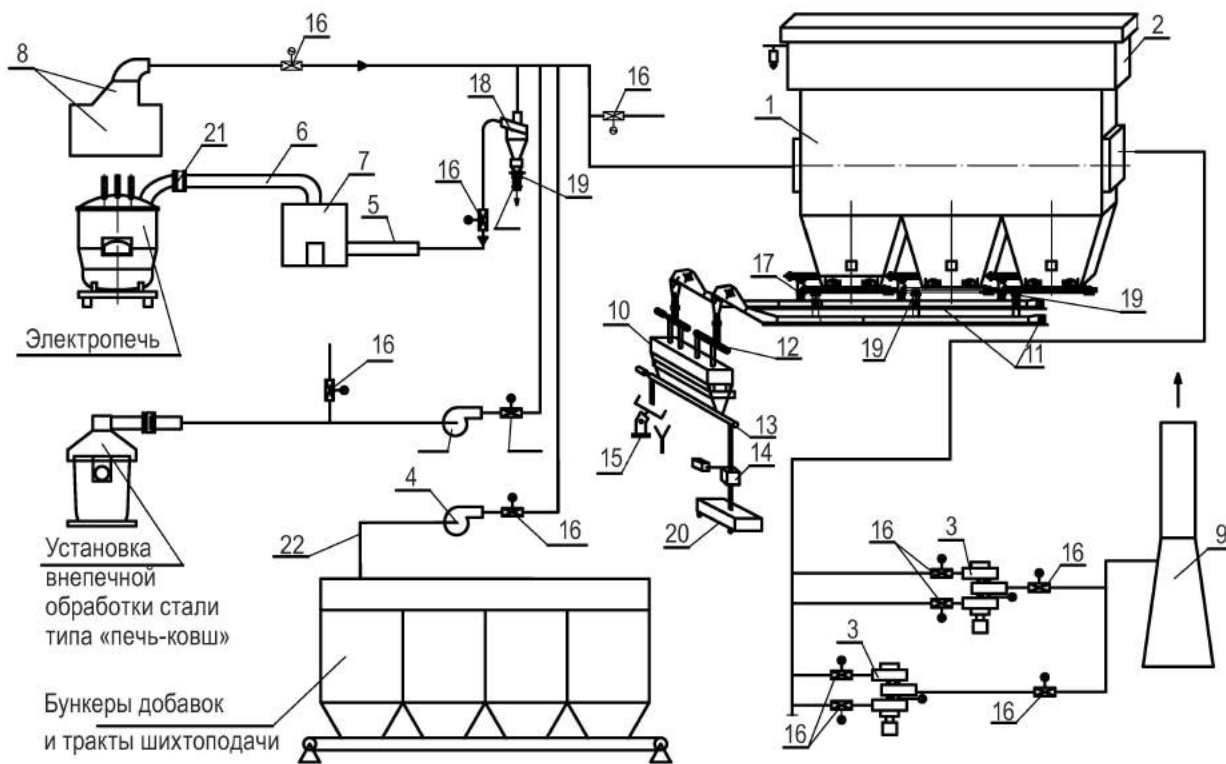
Рукавные фильтры с импульсной регенерацией конструкции и изготовления УкрГНТЦ «Энергосталь» эффективно и надежно работают за установками внепечной обработки стали типа «печь-ковш», за мало- и среднетоннажными электропечами на машиностроительных заводах, за мощными рудотермическими ферросплавными электропечами.

С 1989 по 2007 гг. УкрГНТЦ «Энергосталь» изготовлены и поставлены на предприятия металлургической, машиностроительной и других отраслей промышленности Украины, России и стран СНГ более 140 рукавных фильтров с импульсной регенерацией разных типоразмеров.

Примером современной высокоэффективной системы улавливания и очистки пылегазовыделений высокопроизводительной интенсивной электросталеплавильной печи является разработанная УкрГНТЦ «Энергосталь» и введенная в эксплуатацию в 2007 г. система газоулавливания и газоочистки электропечи ДСП-30 емкостью 30 т и агрегата «печь-ковш» АКП-30

в электросталеплавильном цехе ГУП «ЛПЗ» в г. Ярцево (рис. 1).

Отвод пылегазовыделений во время работы ДСП-30 осуществляется по двум газовым трактам – от свода печи и от крышного зонта. Технологические газы от четвертого отверстия в своде печи проходят по сводовому патрубку в водоохлаждаемую камеру дожигания, затем в экранированную водоохлаждаемую безбункерную пылесадительную камеру, из нее по водоохлаждаемому газоходу и далее по неводоохлаждаемому газоходу подключаются к газоходу неорганизованных выбросов от крышного зонта. На газоходе технологических газов в качестве искроуловителя устанавливается одиночный циклон. В водоохлаждаемом газоходе и общем газоходе, в котором смешиваются «горячие» технологические газы ДСП-30 и АКП-30 и «холодные» неорганизованные выбросы от крышного зонта, а также аспирационный воздух от бункеров и трактов подачи легирующих добавок, происходит снижение температуры дымовых газов. В пылесадитель-



**Рисунок 1 – Схема совмещенной системы газоудаления и газоочистки электропечи ДСП-30 в электросталеплавильном цехе ГУП «ЛПЗ» в г. Ярцево:**

- 1 – рукавный фильтр ФРИР-8500; 2 – шатер фильтра; 3 – основной дымосос; 4 – бустерный дымосос; 5 – водоохлаждаемый газоход; 6 – камера дожигания; 7 – водоохлаждаемая пылесадительная камера; 8 – крышный зонт; 9 – дымовая труба; 10 – сборный бункер пыли; 11 – скребковый конвейер; 12 – винтовой конвейер; 13 – реверсивный винтовой питатель; 14 – телескопическое устройство для выгрузки пыли; 15 – окомкователь-гранулятор пыли; 16 – клапан; 17 – шлюзовый питатель; 18 – циклон-искроуловитель; 19 – задвижка пылевая; 20 – прицеп самосвальная; 21 – накатная муфта; 22 – аспирационная система бункеров добавок и трактов шихтоподачи



тельной камере и циклоне улавливается крупная пыль, частицы шлака и недогоревшие частицы.

Для улавливания неорганизованных выбросов, образующихся во все периоды плавки, установлен крышный зонт конструкции УкрГНТЦ «Энергосталь». Газоходы технологических газов и неорганизованных выбросов от крышного зонта объединяются в общий газоход, которым выводятся к рукавному фильтру с импульсной регенерацией ФРИР-8500. В сборный подводящий газоход посредством бустерных дымососов также подводятся технологические газы и аспирационный воздух от АКП-30 и аспирационной системы участка подачи легирующих добавок. Общая проектная производительность системы газоулавливания и газоочистки – 750 000 м<sup>3</sup>/час. Регулирование объема отсоса неорганизованных выбросов от зонта над ДСП-30 и газоотсоса технологических газов ДСП-30 производится клапанами, управляемыми МЭО. Для снижения температуры газов (до допустимой) перед рукавным фильтром предусматривается подсос наружного воздуха через клапан, работающий автоматически, в зависимости от температуры газов перед фильтром.

Контроль и управление всеми механизмами и элементами системы газоудаления и газоочистки производятся отдельной системой АСУ ТП-Газоочистка, связанной с технологической АСУ ТП комплекса ЭСПЦ.

Очищенный газ после рукавного фильтра двумя параллельно установленными дымососами направляется в дымовую трубу.

Основные расчетные проектные параметры системы газоудаления и газоочисток ДСП-30 и АКП-30 в режиме максимальных теплогазовыделений при кислородной продувке и максимальном проектном количестве плавков:

Количество газов на выходе из сводового патрубка ДСП при температуре 1600 °С, нм <sup>3</sup> /час	12 000
Количество газов на выходе из камеры дожигания при температуре 850 °С,	
нм <sup>3</sup> /час	33 000
м <sup>3</sup> /час	140 000
Количество газов в конце водоохлаждаемого газохода при температуре 410 °С после пылесадительной камеры на границе с неводоохлаждаемым газоходом (с учетом водяного охлаждения и неорганизованных подсосов в пылесадительной камере),	
нм <sup>3</sup> /час	65 000
м <sup>3</sup> /час	170 000
Объем отсоса неорганизованных выбросов от крышного зонта при температуре 50 °С,	
нм <sup>3</sup> /час	425 000
м <sup>3</sup> /час	500 000
Количество газов от «печи-ковша» АКП-30 в стационарном газоходе при температуре 150 °С,	
нм <sup>3</sup> /час	26 000

м <sup>3</sup> /час	40 000
Количество аспирационного воздуха, отсасываемого от бункеров добавок при температуре 30 °С, нм <sup>3</sup> /час	20 000
Общее количество газов перед рукавным фильтром при температуре 100 °С,	
нм <sup>3</sup> /час	550 000
м <sup>3</sup> /час	750 000
Остаточная запыленность газов после очистки, мг/м <sup>3</sup>	20

Рукавный фильтр устанавливается вне цеха на открытом воздухе над помещением дымососов. Бункерная часть фильтра закрыта стенами, образующими подбункерное помещение. Верхняя часть фильтра, где расположена система автоматической регенерации рукавов, укрыта отапливаемым шатром-укрытием. Уловленная в рукавном фильтре пыль через шлюзовые питатели направляется скребковыми и перегрузочными винтовыми конвейерами в сборный бункер пыли, из бункера через реверсивный винтовой конвейер – в окомкователь-гранулятор пыли либо в обвод окомкователя через телескопическое устройство для выгрузки пыли – в автотранспорт.

Наладка системы газоочистки производилась специалистами УкрГНТЦ «Энергосталь».

По данным инструментальных замеров, при количестве плавков 14–15 в сутки, производительности газоочистки 550–600 тыс. м<sup>3</sup>/час остаточная запыленность выбросов составляет 5 мг/м<sup>3</sup>. Система газоудаления и газоочистки работает эффективно и надежно во все периоды плавки и имеет достаточный резерв для обеспечения проектного производства стали.

Следует отметить, что за последние 18 лет такая комплексная система газоудаления и сухой газоочистки высокопроизводительной электропечи посредством фильтров с импульсной регенерацией реализуется впервые.

УкрГНТЦ «Энергосталь» выполнил комплекс работ по реализации системы газоулавливания и газоочистки ДСП-30 и АКП-30 в электросталеплавильном цехе ГУП «ЛПЗ» в г. Ярцево, включающий разработку технических решений и рабочей проектно-конструкторской документации, изготовление и поставку газоочистного оборудования, шефмонтаж и авторский надзор, пусконаладочные работы, сервисное обслуживание.

Другим примером системы газоудаления и газоочистки интенсивной электропечи является сооружаемая в настоящее время система газоочистки новой ДСП-50 в сталеплавильном цехе ЗАО «Новокраматорский машиностроительный завод» (ЗАО «НКМЗ») (рис. 2).

Ввод системы в эксплуатацию – во втором квартале 2008 г.

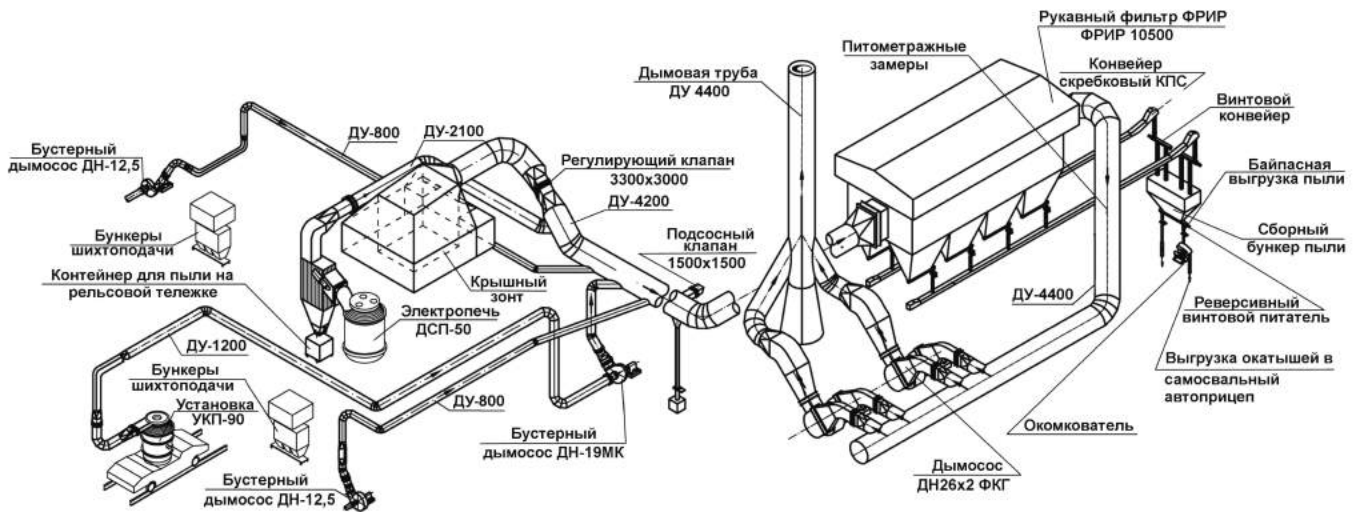


Рисунок 2 – Аксонометрическая схема системы газоудаления и газоочистки электродуговой печи ДСП-50 в сталеплавильном цехе ЗАО «НКМЗ»

Особенности системы газоочисток ДСП-50 и УКП-90 в сталеплавильном цехе ЗАО «НКМЗ»:

- установка рукавного фильтра с дымососами, системой пылеуборки и дымовой трубой расположена на расстоянии ~300 метров от электродуговой печи, что определило аэродинамическую характеристику газоотводящей системы и выбор дымососов ДН 26х2 ФКГМ производства ПК «Сибэнергомаш»;
- частотное регулирование электроприводов дымососов по периодам плавки с изменением частоты вращения и потребляемой мощности дымососов в зависимости от интенсивности технологического процесса выплавки стали;
- в связи с невозможностью размещения в существующем реконструируемом сталеплавильном цехе водоохлаждаемого газохода, «змеевикового» кулера, циклонной газосмесительной камеры с системами пылеудаления УкрГНТЦ «Энергосталь» разработан и сооружается водоохлаждаемый «ширмовый» газоохладитель, в котором будет производиться дожигание и охлаждение горячих технологических газов.

Основные расчетные проектные технические характеристики системы газоудаления и газоочистки ДСП-50 и УКП-90 в сталеплавильном цехе ЗАО «НКМЗ»:

1 Параметры технологических газов на выходе из сводового патрубка электродуговой печи	
1.1 Количество газов на выходе из сводового патрубка электродуговой печи в основные технологические периоды плавки, $\text{м}^3/\text{час}$ :	
• при плавлении	10 000
• при кислородной продувке	25 000

• при рафинировании (без УКП)	3000
1.2 Температура газов на выходе из сводового патрубка электродуговой печи в основные технологические периоды плавки, °С:	
• при плавлении	1300
• при кислородной продувке	16 500
• при рафинировании (без УКП)	1000
1.3 Концентрация окиси углерода (СО), %:	
• при плавлении	1,5
• при кислородной продувке	12
• при рафинировании (без УКП)	0,3
1.4 Пылесодержание газов, $\text{г}/\text{м}^3$ :	
• при плавлении	12
• при кислородной продувке	30
• при рафинировании (без УКП)	5
2 Параметры газов за водоохлаждаемым газоохладителем	
2.1 Количество газов, $\text{м}^3/\text{час}$ :	
• при плавлении	50 000
• при кислородной продувке	100 000
• при рафинировании	30 000
2.2 Температура газов, °С:	
• при плавлении	140
• при кислородной продувке	400
• при рафинировании	95
2.3 Пылесодержание газов (с учетом пылесаживания в газоохладителе), $\text{г}/\text{м}^3$ :	
• при плавлении	3,2
• при кислородной продувке	6
• при рафинировании	5
3 Количество газов, отводимых от крышного зонтика, $(\text{м}^3/\text{час}) / (\text{м}^3/\text{час})$	



• при плавлении (температура газов 55 °С)	500 000 610 000
• при кислородной продувке (температура газов 70 °С)	650 000 860 000
• при рафинировании (температура газов 70 °С)	650 000 860 000
4 Количество газов от УКП-90 при температуре 150 °С, (нм <sup>3</sup> /час)/(м <sup>3</sup> /час)	43 200 68 300
5 Количество аспирационного воздуха от участка приготовления легирующих добавок ДСП-50 при температуре воздуха 30 °С, (нм <sup>3</sup> /час)/(м <sup>3</sup> /час)	25 000 28 000
6 Количество аспирационного воздуха от участка приготовления добавок УКП-90 при температуре воздуха 30 °С, (нм <sup>3</sup> /час)/(м <sup>3</sup> /час)	20 000 23 400
7 Количество газов перед рукавным фильтром после смешивания потоков с учетом охлаждения в газоходе, (нм <sup>3</sup> /час)/(м <sup>3</sup> /час)	
• при кислородной продувке (температура газов 100 °С)	688 200 970 000
• при завалке и сливе (температура газов 70 °С)	688 200 970 000
8 Параметры газов, выбрасываемых из дымовой трубы, после очистки в рукавном фильтре	
8.1 Объем газов, выбрасываемых из дымовой трубы, изменяется в течение каждой плавки при частотном регулировании дымососов и автоматическом регулировании клапанами от 200 000 м <sup>3</sup> /час до 1 000 000 м <sup>3</sup> /час при температуре 60–100 °С	
8.2 Химический состав пыли, %:	
• окислы железа (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + FeO)	45–60
• SiO <sub>2</sub>	5–7
• AlO	3–5
• CaO + MgO	15–18
• MnO	2–4
• прочие	Остальное
8.3 Химический состав газов:	
• N <sub>2</sub>	78 %
• O <sub>2</sub>	20 %
• CO <sub>2</sub>	2 %
• CO	40–55 мг/м <sup>3</sup>
• NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> )	20–28 мг/м <sup>3</sup>
• SO <sub>2</sub>	6–8 мг/м <sup>3</sup>
8.4 Фракционный состав пыли:	

(размерности частиц, мкм) (содержание, %)	(0,01–0,7) (45–70)
	(0,7–7,0) (25–40)
	(7,0–50) (2–6)
8.5 Остаточная запыленность выбросов после очистки, мг/м <sup>3</sup>	до 10
8.6 Насыпной вес пыли, т/м <sup>3</sup> :	
• в «свежем» состоянии	0,8
• в уплотненном состоянии	до 1,5
8.7 Количество пыли, улавливаемое в рукавном фильтре за одну плавку при принятом удельном пылеуносе 25 кг/т, кг	1250
8.8 Количество пыли, улавливаемое в рукавном фильтре в сутки, при 10–12 плавках, т	до 15

Полное улавливание выбросов электропечи ДСП-50 во все периоды плавки обеспечивается эффективной конструкцией крышного зонта и оптимальным расчетным объемом отсоса технологических и «крышных» газов.

Технические характеристики рукавного фильтра ФРИР-10500:

Производительность по очищаемому газу, м <sup>3</sup> /час	970 000
Площадь фильтрования, м <sup>2</sup>	10 500
Удельная газовая нагрузка при максимальном расходе, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> · мин	1,54
Температура очищаемого газа, °С:	
• расчетная	100
• максимально допустимая	145
Концентрация пыли перед рукавным фильтром, г/м <sup>3</sup>	до 3
Остаточная концентрация пыли в очищенном газе после рукавного фильтра, мг/м <sup>3</sup>	не более 10
Аэродинамическое сопротивление рукавного фильтра, Па:	
• оптимальное	2000
• допустимое рабочее	2500
Давление сжатого воздуха, МПа	0,6
Расход осушенного сжатого воздуха на регенерацию в нормальных условиях, нм <sup>3</sup> /час	до 2000
Количество фильтровальных рукавов, шт.	4608
Размеры фильтровального рукава, мм:	
• диаметр наружный	133
• длина	5540
Количество секций (камер), шт.	8
Количество продувочных клапанов, шт.	256
Количество отсечных клапанов, шт.	32

УкрГНТЦ «Энергосталь» выполняет по системе газоочистки ДСП-50 ЗАО «НКМЗ» полный комплекс работ «под ключ», включая проектирование, изготовление и поставку оборудования, строительные-монтажные и наладочные работы, шефмонтаж, сервисное обслуживание.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шве́ц, М.Н. Улавливание и очистка технологических газов и неорганизованных выбросов электросталеплавильных печей [Текст] / М.Н. Шве́ц // Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов: Сборник научных статей XI Международной научно-технической конференции / УкрГНТЦ «Энергосталь». – Том 2. – Харьков: «Курсор», 2003. – С. 170–176.
2. Шве́ц, М.Н. Улавливание неорганизованных выбросов крупнотоннажных и среднетоннажных электросталеплавильных печей [Текст] / М.Н. Шве́ц, Д.В. Сталинский // Экология и промышленность. – 2006. – № 1. – С. 12–16.
3. Шве́ц, М.Н. Улавливание и очистка пылегазовых выделений электросталеплавильных печей [Текст] / М.Н. Шве́ц, Д.В. Сталинский, А.Ю. Пирогов // Сталь. – 2006. – № 12. – С. 72–74.
4. Ерохин, А.В. Унифицированный рукавный фильтр с импульсной регенерацией типа ФРИР для сухого обеспыливания технологических и аспирационных газовых выбросов [Текст] / А.В. Ерохин, Г.В. Витер, А.Н. Подоляка и др. // Metallurgical and non-ferrous metallurgy industry. – 1998. – № 2. – С. 130–132.
5. Ситницкий, Г.Л. Применение рукавных фильтров с импульсной регенерацией для очистки газов в черной металлургии [Текст] / Г.Л. Ситницкий, Е.А. Семенов, С.А. Яковенко и др. // Бюллетень научно-технической информации «Черная металлургия» / Ин-т «Черметинформация». – 1991. – Вып. 10. – С. 70–71.
6. Ерохин, А.В. Очистка выбросов электросталеплавильного производства в рукавном фильтре с импульсной регенерацией [Текст] / А.В. Ерохин, Е.А. Семенов, С.А. Ким и др. // Сталь. – 1990. – № 9. – С. 23–24.

УкрДНТЦ «Енергосталь» розроблені та реалізовані нові технічні рішення щодо ефективних систем газо-відведення та сухої очистки технологічних газів і неорганізованих викидів сучасних інтенсивних електросталеплавильних печей. Усі роботи виконано комплексно, включаючи розробку технічних рішень та проектно-конструкторської документації, виготовлення та поставку обладнання, будівельно-монтажні, пусконаладжувальні роботи, шефмонтаж, сервісне обслуговування.

UkrSSEC «Energostal» has developed & introduced new technical approaches on effective gas-trapping and dry-cleaning systems of technological gas and non-organized emissions from up-dated intensive electric steel-melting furnaces. The work includes elaboration of technical decisions and design documentation, manufacture and delivery of equipment, building & erection works, commissioning, contract supervision, service.

*Поступила в редакцию 24.03.2008*