

УДК 66.074:621.928.9:669.1

Д.В. СТАЛИНСКИЙ, докт. техн. наук, профессор, генеральный директор, **М.Н. ШВЕЦ**, начальник отдела
Украинский государственный научно-технический центр «Энергосталь» (УкрГНТЦ «Энергосталь»), г. Харьков

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ УКРГНТЦ «ЭНЕРГОСТАЛЬ» ПО ОЧИСТКЕ ПЫЛЕГАЗОВЫДЕЛЕНИЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Представлены разработанные и внедренные УкрГНТЦ «Энергосталь» инновационные технические решения в области централизованных аспирационных систем и сухой очистки газов с установкой рукавных фильтров с импульсной регенерацией типа ФРИР в ферросплавном, сталеплавильном, коксохимическом и других производствах; новые решения по модернизации и замене существующих пылеуловителей на рукавные фильтры с импульсной регенерацией; методики расчета и эффективные конструкции крышных зонтов для улавливания неорганизованных пылегазовыделений электросталеплавильных печей; комплексные совмещенные системы газоудаления и очистки газов современных интенсивных электропечей и установок внепечной обработки стали.

Ключевые слова: централизованные аспирационные системы, сухая газоочистка, рукавные фильтры типа ФРИР, импульсная регенерация, реконструкция, модернизация, ферросплавные печи, электросталеплавильные печи, совмещенная схема, УБВК, УСТК.

УкрГНТЦ «Энергосталь» (далее – Центр) разработаны и внедрены инновационные технические решения по очистке технологических газов и аспирационного воздуха на промышленных предприятиях. Основное направление работ в этой области – внедрение высокоэффективных рукавных фильтров типа ФРИР с импульсной регенерацией, которые разрабатываются, изготавливаются и поставляются Центром с 1980-х годов [1, 2]. К настоящему времени изготовлено и поставлено более 150 рукавных фильтров производительностью от 1 тыс. м³/час до 1,2 млн м³/час на предприятия металлургии, машиностроения и других отраслей промышленности.

Рукавные фильтры ФРИР по техническому уровню соответствуют рукавным фильтрам известных зарубежным фирм и имеют ряд преимуществ перед фильтрами других конструкций [2].

Ниже приведены некоторые примеры реализации инновационных технических решений, в т.ч. по применению рукавных фильтров с импульсной регенерацией.

В аглодоменном, сталеплавильном, ферросплавном и других металлургических производствах до настоящего времени эксплуатируются малопроизводительные локальные аспирационные системы, оснащенные устаревшими, неэффективными пылеуловителями. Обслуживание большого количества мелких аспирационных установок создает большие проблемы для эксплуатационного персонала.

Централизованные аспирационные системы и газоочистки трактов подачи сыпучих материалов в конвертерном цехе ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог»

На трактах подачи сыпучих материалов для конвертеров емкостью 160 т в конвертерном цехе ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» (ОАО «АМКР») установлены и эксплуатируются двадцать аспирационных систем небольшой производительности с устаревшими, малоэффективными пылеуловителями. Существующие локальные аспирационные системы не обеспечивают ни эффективной аспирации пылящего оборудования, ни эффективной очистки выбросов от пыли – КПД существующих пылеуловителей не превышает 75 %.

Центром разработан и в настоящее время реализуется комплекс мероприятий по модернизации и реконструкции существующих неэффективных аспирационных систем и пылеулавливающих установок, который предусматривает разработку комплексного рабочего проекта, изготовление и поставку газоочистного и вспомогательного оборудования, шефмонтажные и наладочные работы.

Предусмотрено создание трех новых централизованных аспирационных систем – В-1, В-2, В-3 (рис. 1), объединяющих местные аспирационные отсосы от трактов подачи сыпучих материалов и шихтового отделения конвертерного цеха, а также сухую очистку аспирационного воздуха в современных высокоэффективных рукавных фильтрах с импульсной регенерацией ФРИР-1100x2 и ФРИР-650 (рис. 2).



Аспирационная система В1

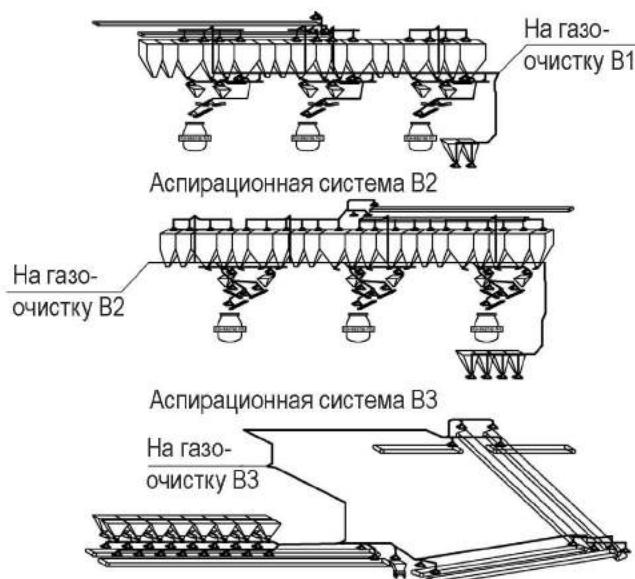


Рисунок 1 – Аспирационные системы В-1, В-2, В-3 в конвертерном цехе ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог»

Таблица 1 – Основные технические характеристики рукавных фильтров газоочисток В-1, В-2, В-3

| Параметры | Ед. изм. | Газоочистка В-1 ФРИР-1100x2 | Газоочистка В-2 ФРИР-1100x2 | Газоочистка В-3 ФРИР-650 |
|---|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Производительность по очищаемому аспирационному воздуху | м ³ /час | 170840 | 199060 | 54700 |
| Удельная воздушная нагрузка | м ³ /м ² /мин | 1,3 | 1,5 | 1,4 |
| Площадь фильтрации | м ² | 1100x2 | 1100x2 | 650 |
| Массовая концентрация пыли на входе в фильтр | г/м ³ | до 3 | до 2,9 | до 3,5 |
| Остаточная запыленность воздуха после фильтра | мг/нм ³ | < 20 | < 20 | < 20 |

Запыленный воздух от аспирационной системы тракта подачи сыпучих блока №1 ККЦ

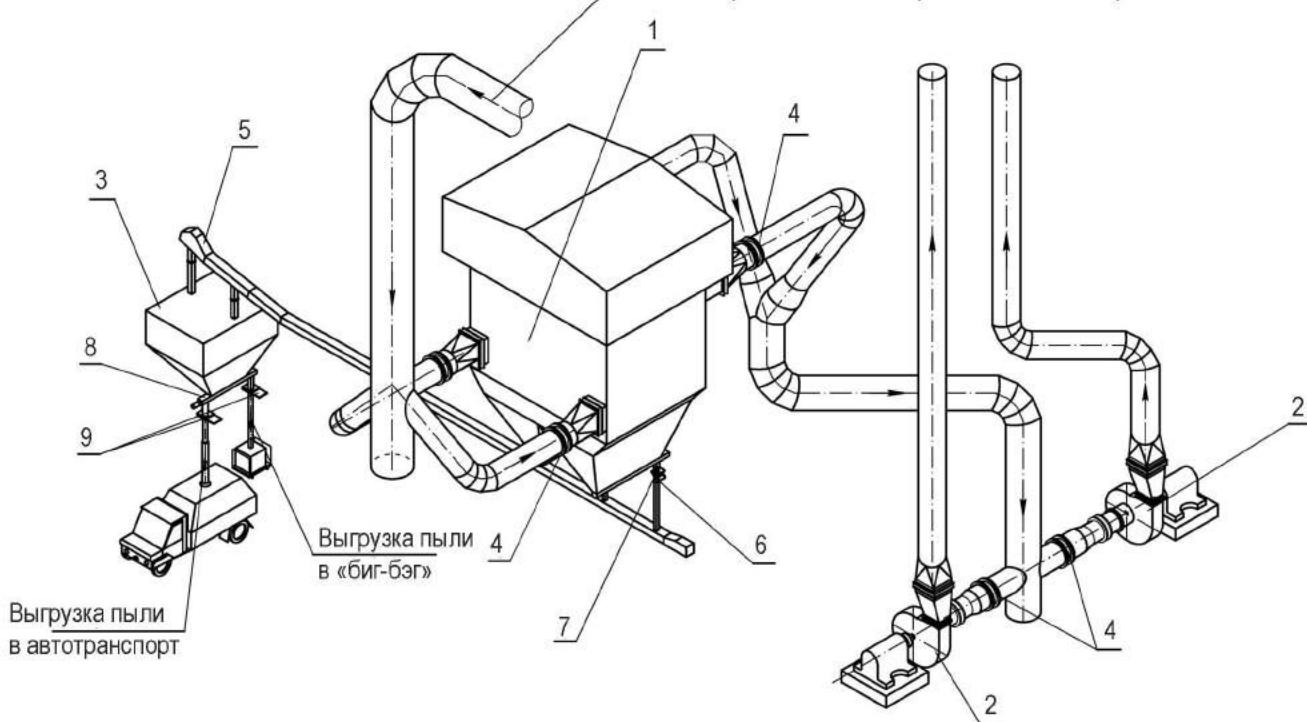


Рисунок 2 – Схема централизованной аспирационной газоочистки В-1:

1 – рукавный фильтр ФРИР-1100x2; 2 – дымосос ДН-19МК; 3 – сборный бункер пыли; 4 – клапан Ду1500; 5 – скребковый конвейер КПС(2М)-320; 6 – шлюзовый питатель; 7 – дисковая задвижка; 8 – винтовой реверсивный питатель; 9 – листовая задвижка

Основные технические характеристики рукавных фильтров газоочисток В-1, В-2, В-3 приведены в табл. 1.

В настоящее время централизованная аспирационная система и газоочистка В-1, обеспечивающие эффективную аспирацию пылящего оборудования и очистку выбросов до остаточного пылесодержания 4–5 мг/м³, введены в экс-

плуатацию и находятся в стадии наладки. Аспирационные системы и газоочистки В-2 и В-3 сооружаются.

Разработанные и реализуемые УкрГНТЦ «Энергосталь» централизованные аспирационные системы и газоочистки трактов сыпучих материалов в конвертерном цехе ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» являются первыми централизованными аспирационными системами в конвертерном производстве Украины, России и стран СНГ.

Централизованная система двухступенчатой очистки аспирационного воздуха дробильно-сортировочных комплексов в цехе производства ферросплавов ОАО «Никопольский завод ферросплавов»

В настоящее время реализуется разработанная Центром централизованная система двухступенчатой очистки аспирационного воздуха дробильно-сортировочных комплексов (ДСК) от марганецодержащей пыли на складе горячего металла (СГМ) цеха производства ферросплавов (ЦПФ) ОАО «Никопольский завод ферросплавов» (ОАО «НЗФ»). Системой также предусмотрены аспирационные отсосы от узлов дробления, сортировки и упаковки (общий объем аспирационного воздуха, поступающего на очистку, – 205000 м³/час). Применение двухступенчатой системы газоочистки (рис. 3) обусловлено токсичностью и абразивностью марганцевой пыли ДСК (содержание MnO – 40 %).

Первая ступень очистки – два одиночных циклона ЧН-2200 диаметром 2200 мм, вторая – рукавный фильтр

ФРИР-2000x2, состоящий из двух автономных (аэродинамически независимых) отключаемых модулей, что позволяет производить ревизию, ремонт и замену рукавов в фильтре без остановки централизованной аспирационной системы.

Основные технические характеристики рукавного фильтра ФРИР-2000x2 приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Основные технические характеристики фильтра ФРИР-2000x2

| Наименование показателя | Значение |
|---|----------|
| Производительность по очищаемому аспирационному воздуху, м ³ /час | 205000 |
| Удельная воздушная нагрузка на фильтроматериал, м ³ /м ² /мин | 0,86 |
| Площадь фильтрации, м ² | 1988x2 |
| Массовая концентрация пыли на входе в фильтр, г/м ³ | до 1 |
| Остаточная запыленность воздуха после фильтра, мг/м ³ | < 10 |
| Количество фильтровальных рукавов | 832x2 |

Централизованная система двухступенчатой сухой очистки аспирационного воздуха разгрузочной зоны и линейных охладителей агломашин на ОАО «Никопольский завод ферросплавов»

До настоящего времени для очистки аспирационного воздуха на аглофабриках применялись электрофильтры, которые не обеспечивали очистку аспирационного

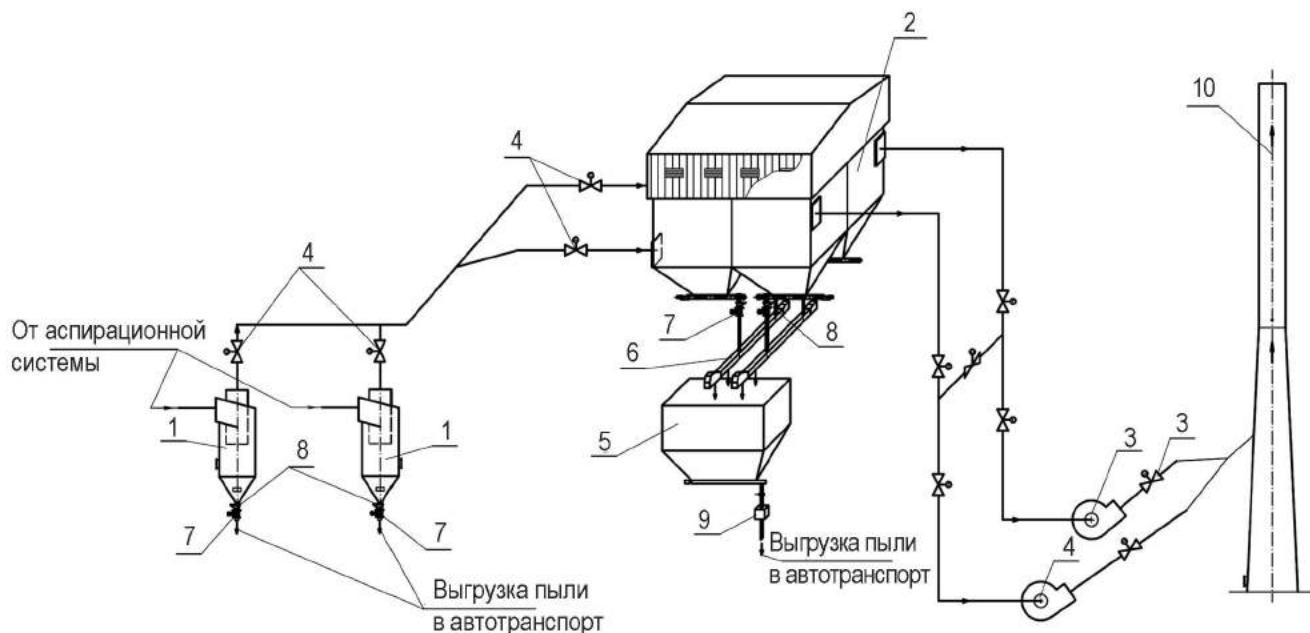


Рисунок 3 – Схема газоочистки централизованной аспирационной системы ДСК в ЦПФ ОАО «НЗФ»:

- 1 – циклоны 1-ой ступени очистки;
- 2 – рукавный фильтр 2-ой ступени очистки;
- 3 – дымососы;
- 4 – клапаны;
- 5 – сборный бункер;
- 6 – скребковые конвейеры;
- 7 – шлюзовые питатели;
- 8 – дисковые задвижки;
- 9 – телескопическое пылевыгрузное устройство;
- 10 – вытяжная труба.



воздуха от марганецсодержащей пыли до требуемой (не более 10 мг/м³) остаточной запыленности.

Центром разработаны и реализуются первые в СНГ централизованные системы очистки аспирационного воздуха разгрузочной зоны и линейных охладителей двух агломашин, спекающих марганцевый агломерат на ОАО «Никопольский завод ферросплавов». В каждой системе производительностью 500000 м³/час устанавливаются три циклона типа ЦП-2 диаметром 4250 мм и рукавный фильтр ФРИР-7000.

Впервые в агломерационном производстве в качестве тягодутьевых машин применены «форсированные» дымососы ДН26х2ФКГМ, обеспечивающие напор, соответствующий увеличенному аэродинамическому сопротивлению системы в связи с установкой циклонов и рукавных фильтров.

Реконструкция и модернизация существующих малоэффективных пылеуловителей на высокоеффективные рукавные фильтры с импульсной регенерацией

Центром разработаны и внедрены технические решения по реконструкции малоэффективных пылеуловителей (рукавных фильтров типа СМЦ, ФРИ и других; электрофильтров разных типоразмеров) на высокоеффективные современные рукавные фильтры с импульсной регенерацией.

При этом полностью заменяется внутреннее оборудование пылеуловителей современным оборудованием рукавных фильтров типа ФРИР с использованием существующих корпусов, бункеров, опорных конструкций, подводящих газоходов и фундаментов пылеуловителей.

В ЭСПЦ-2 ОАО «Златоустовский металлургический завод» рукавные фильтры СМЦ производительностью 330000 м³/час, установленные за общей системой газоудаления нескольких малотоннажных электропечей, были заменены на фильтры с импульсной регенерацией общей площадью фильтрации ~ 4000 м².

В трех аспирационных системах дозировочного блока сырьевого отделения ОАО «Кривой Рог Цемент» неэффективные фильтры СМЦ заменены по проекту Центра фильтрами с импульсной регенерацией площадью фильтрации каждого ~ 400 м².

Реконструированные пылеулавливающие установки на ОАО «Златоустовский металлургический завод» и ОАО «Кривой Рог Цемент» обеспечивают остаточную запыленность выбросов 10–20 мг/м³ (до реконструкции – 150–300 мг/м³) – выбросы пыли в атмосферу на порядок снижены при минимальных капитальных затратах на строительство.

Комплекс работ по замене электрофильтра ЭГА1-20-7,5-6-3 за ферросплавной печью РКО-5 № 39 в цехе № 3

Актюбинского завода ферросплавов рукавным фильтром ФРИР-2400 производительностью 200 000 м³/час, обеспечившим очистку выбросов высокодисперсной пыли до остаточного содержания не более 10 мг/м³ [3], выполнен в 2008 г.

В 2007–2008 гг. Центром проведена комплексная реконструкция и модернизация системы газоочистки (поставщик – канадская фирма «Quad Engineering») с рукавным фильтром с обратной продувкой (производитель – «Wheelabrator») общей площадью фильтрования 33761 м² (количество рукавов — 3360 шт., длина 10530 мм, диаметр 305 мм) за мощной шахтной электросталеплавильной печью № 2 садкой 145 тонн в ОАО «Северсталь» [4].

Газоочистка, введенная в эксплуатацию в 2005 г., до реконструкции работала неэффективно и ненадежно, в частности:

- остаточное пылесодержание газов составляло 250–300 мг/м³ и более;
- значительная часть рукавов, выходивших из строя регулярно (до 180 шт. в месяц) и по различным причинам, подлежала замене;
- тонкостенные полые лопатки рабочих колес импортных дымососов протирались пылью, что приводило к трудноустранимой вибрации; обслуживание газоочистки было весьма трудоемким.

Модернизация канадской газоочистки включала целый ряд реконструктивных мероприятий, в т.ч.:

- разработка и установка новых устройств крепления и натяжения рукавов взамен негодных существующих устройств;
- пошив рукавов из оптимального фильтроматериала;
- увеличение сечения газоотводящего тракта технологических газов;
- наладка системы спрейерного охлаждения газов, замена неработоспособных регулирующих клапанов, совершенствование системы КИПиА и АСУ ТП;
- изменение алгоритма работы рукавного фильтра, клапанов и всей системы газоочистки;
- реконструкция существующей системы пылеудаления;
- замена рабочих колес дымососов с тонкостенными полыми лопатками новыми (с толстостенными листовыми лопатками) и другие мероприятия.

Реконструкция и модернизация системы газоочистки выполнялись «под ключ» (в полном комплексе): исследовательские работы, рабочее проектирование, изготовление и поставка оборудования, авторский надзор, шефмонтаж и наладка.

После реконструкции система газоочистки (рис. 4) обеспечивает остаточное пылесодержание выбросов 35–40 мг/м³ (контрактная величина – 50 мг/м³).

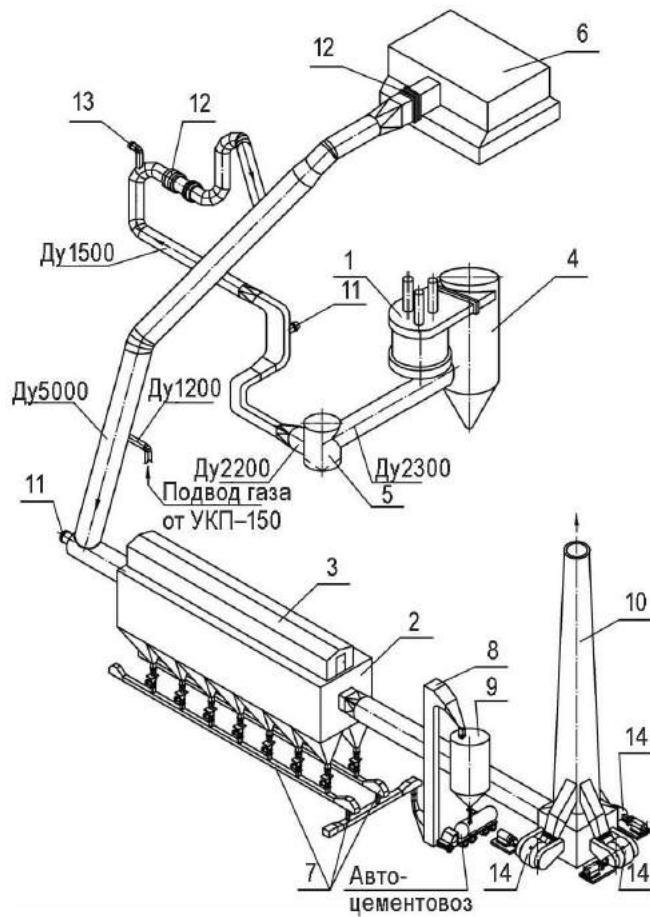


Рисунок 4 – Схема реконструированной системы газоочистки ДСП № 2 в ЭСПЦ ОАО «Северсталь»:
 1 – шахтная электропечь № 2; 2 – рукавный фильтр с обратной продувкой; 3 – галерея продувочных и отключающих клапанов рукавного фильтра; 4 – камера дожигания; 5 – спрейерная водораспылительная камера; 6 – крышный зонт; 7 – скребковые конвейеры пылеудаления; 8 – элеватор; 9 – сборный бункер пыли; 10 – дымовая труба; 11 – подсосный клапан; 12 – регулирующий клапан; 13 – предохранительный клапан; 14 – дымосос

В настоящее время Центром начаты проектные работы по комплексной реконструкции системы газоочистки с тремя электрофильтрами ЭГА-2-56-12-6-4-330 (общая производительность – 2 000 000 м³/час) за мощной шахтной 145-тонной электросталеплавильной печью № 1 в ЭСПЦ ОАО «Северсталь». Комплекс работ предусматривает:

- реконструкцию газоотводящего тракта с заменой и модернизацией регулирующих и отключающих клапанов;
- замену дымососов и системы пылеудаления;
- устройство современных систем АСУ ТП и КИПиА;
- реконструкцию электрофильтров ЭГА на рукавные фильтры с импульсной регенерацией типа ФРИР;
- наладку системы спрейерного охлаждения газов и другие мероприятия, которые должны обеспечить остаточную запыленность выбросов не более 10 мг/м³.

Очистка аспирационных выбросов на коксохимических предприятиях

УкрГНТЦ «Энергосталь» и институтом «Гипрококс» разработаны и внедряются новые высокоэффективные системы сухой очистки от пыли выбросов при беспылевой выдаче кокса (БВК) на установках сухого тушения кокса (УСТК), установках обеспыливания и коксортировках. Новые пылеулавливающие установки включают первую ступень предварительной очистки аспирационных газов в одиночных циклонах и вторую ступень тонкой очистки в современных рукавных фильтрах с импульсной регенерацией (конструкция и изготовление – Центр).

Разработанные технические и конструктивно-компоновочные решения позволили компактно размещать новые рукавные фильтры в крайне стесненных условиях промышленных площадок коксовых цехов, значительно сократить габариты газоочистки, упростить систему пылеудаления.

Первая пылеулавливающая установка для БВК с двухмодульным фильтром ФРИР-1000×2 сооружена за системой БВК коксовых батарей № 3, 4 на ОАО «Маркохим» (г. Мариуполь) и введена в эксплуатацию в апреле 2003 г. (остаточная концентрация пыли после рукавного фильтра – не более 20 мг/м³).

Восьмилетний срок эксплуатации показал высокую эффективность, надежность, компактность и простоту газоочистки.

За последние годы Центром в сотрудничестве с институтом «Гипрококс» разработаны и внедрены новые высокоэффективные системы двухступенчатой очистки от пыли аспирационных газов [5, 6] на ОАО «Алчевскокс», ОАО «Баглейкокс», «Арселор Миттал Темиртау», коксохимическом заводе в Венгрии.

Выдана проектная документация на строительство аналогичных новых газоочисток с двухмодульными рукавными фильтрами ФРИР-1000×2, ФРИР-800×2 на ОАО Харьковский опытный коксохимический завод, ОАО «Запорожкокс», Исфаганском металлургическом заводе (Иран).

Очистка газов открытых ферросплавных печей

Как известно, открытые ферросплавные печи представляют собой мощный источник выбросов пыли в атмосферу. На Серовском, Аксуском, Запорожском и Челябинском (ЧЭМК) заводах ферросплавов сооружены по проектам УкрГНТЦ «Энергосталь» и эксплуатируются в ферросплавном производстве рукавные фильтры (разных типоразмеров) с импульсной регенерацией, газоочистки с фильтрами ФРИР-5600, ФРИР-4000, ФРИР-4600, ФРИР-1120×2 (рис. 5).

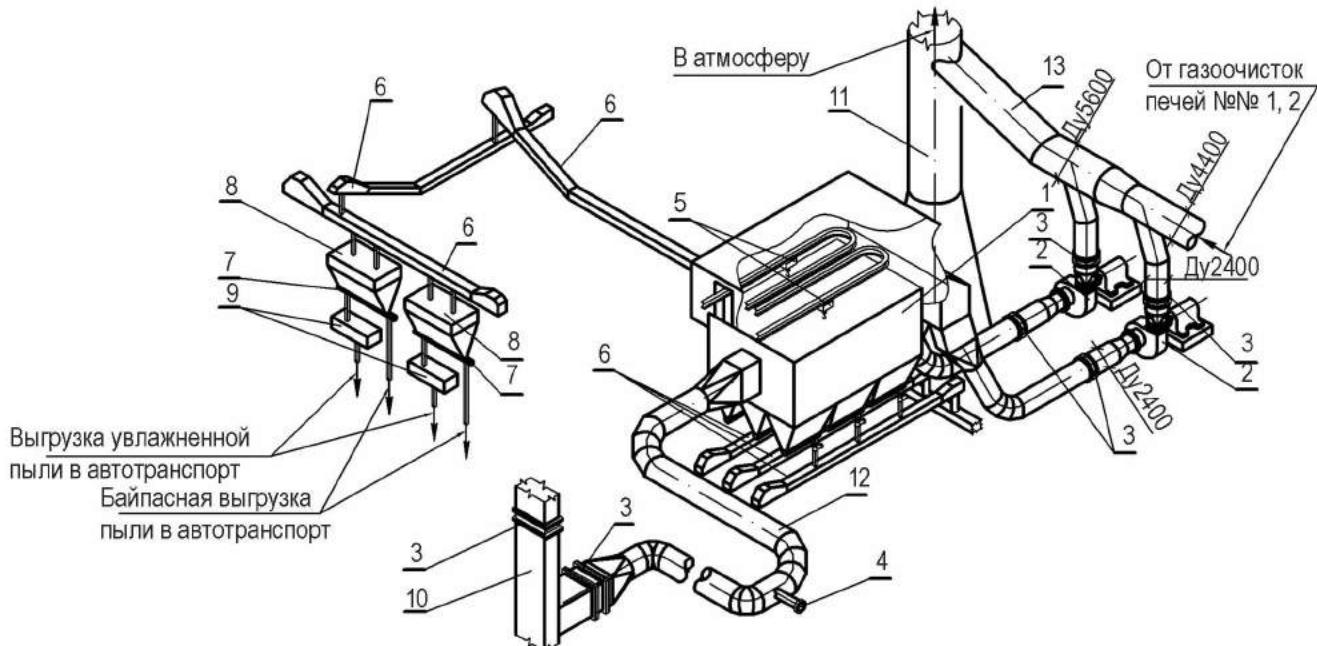


Рисунок 5 – Схема газоочистки печи № 3 в цехе ОАО «Серовский завод ферросплавов»:

1 – рукавный фильтр ФРИР-5600; 2 – вентиляторы ВВР-22; 3 – клапан дроссельный; 4 – клапан подсоса воздуха; 5 – таль электрическая; 6 – скребковый конвейер; 7 – питатель винтовой; 8 – сборный бункер пыли; 9 – двухвальный смеситель; 10 – вытяжная шахта печи № 3; 11 – дымовая труба; 12 – газоход грязного газа; 13 – газоход очищенного газа

На ОАО «Стахановский завод ферросплавов» в 2005–2006 гг. введены в эксплуатацию два фильтра ФРИР производительностью 550 000 м³/час (с рукавами длиной 6,14 м) за выплавляющими марганцевые ферросплавы печами №№ 5, 6 мощностью до 25 МВА каждая – остаточная запыленность газов после фильтров не превышает 10 мг/м³.

Технологические параметры работы газоотводящих трактов и рукавных фильтров ферросплавных печей зависят от вида ферросплава (ферросилиций, феррохром, силикомарганец, ферромарганец и др.), мощности рудотермической печи, подключения к газоочисткам аспирационных систем и др.

Многолетний опыт промышленной эксплуатации фильтров с импульсной регенерацией за ферросплавными печами показал их высокую эффективность, надежность и ряд серьезных преимуществ перед напорными фильтрами [7, 8, 16].

В настоящее время по проекту Центра сооружены и налаживаются сухие газоочистки с фильтрами ФРИР-7000 за двумя открытymi ферросплавными печами мощностью 25 МВА для выплавки марганцевых ферросплавов в ТОО «Таразский металлургический завод» (ТОО «ТМЗ») Республики Казахстан (рис. 6).

УкрГНТЦ «Энергосталь» поставлены на ТОО «ТМЗ» рукавные фильтры и другое оборудование газоочисток, а также система АСУ ТП; изготовлены два рукавных фильтра ФРИР-8500 для печей мощностью 27,6 МВА в

цехе № 4 ОАО «Запорожский завод ферросплавов», произведены ввод в эксплуатацию и наладка газоаспирационной станции ГАС-5 с рукавным фильтром Центра ФРИР-7000 на ОАО «Никопольский завод ферросплавов».

Системы газоудаления и газоочистки установок внепечной обработки стали типа «печь-ковш»

УкрГНТЦ «Энергосталь» разработаны и внедрены эффективные системы газоудаления и очистки выбросов установок внепечной обработки стали типа «печь-ковш».

В новых и реконструированных электросталеплавильных цехах указанные системы подключаются к основной газоочистке электропечи. В частности, такие системы газоудаления разработаны и внедрены Центром в составе систем газоочистки новой печи ДСП-50 на ЗАО «Новокраматорский машиностроительный завод» (ЗАО «НКМЗ», г. Краматорск) и ДСП-30 в ЭСПЦ Литейно-прокатного завода (ГУП «ЛПЗ», г. Ярцево).

В мартеновских и конвертерных цехах новые установки внепечной обработки стали «печь-ковш», как правило, оснащаются отдельными системами газоудаления и газоочистки (рис. 7).

Системы газоудаления и очистки газов электросталеплавильных печей

УкрГНТЦ «Энергосталь» разработаны и внедрены комплексные совмещенные системы газоудаления и су-

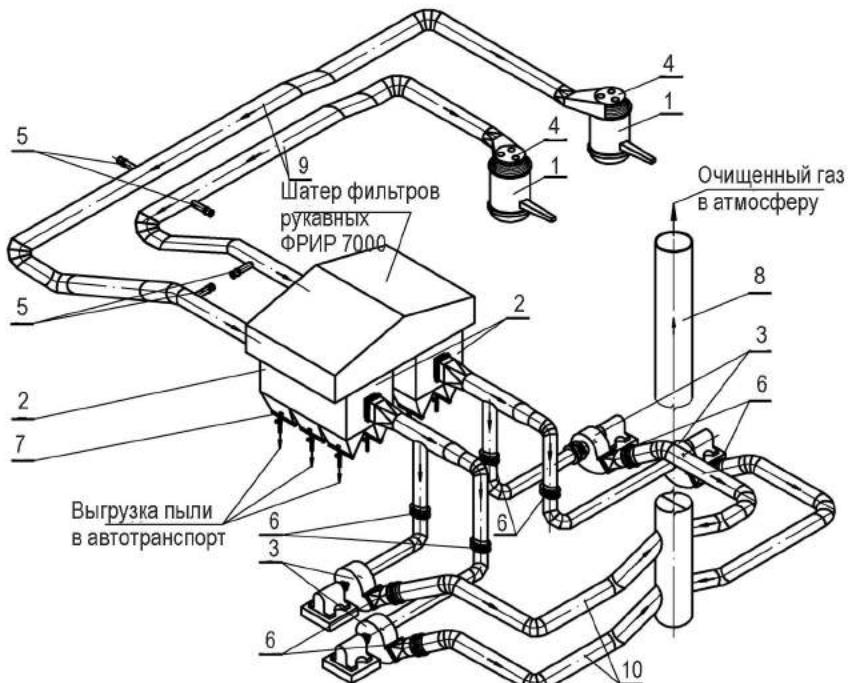


Рисунок 6 – Схема газоочисток печей РКО-25 в цехе № 3 ТОО «Таразский металлургический завод»:

1 – печь РКО-25;
2 – рукавный фильтр ФРИР-7000;
3 – дымосос ДН-26ФКГМ;
4 – низкий зонт печи; 5 – подсосный клапан;
6 – отключающий клапан; 7 – винтовой конвейер в бункере рукавного фильтра;
8 – дымовая труба; 9 – газоходы грязного газа; 10 – газоходы чистого газа

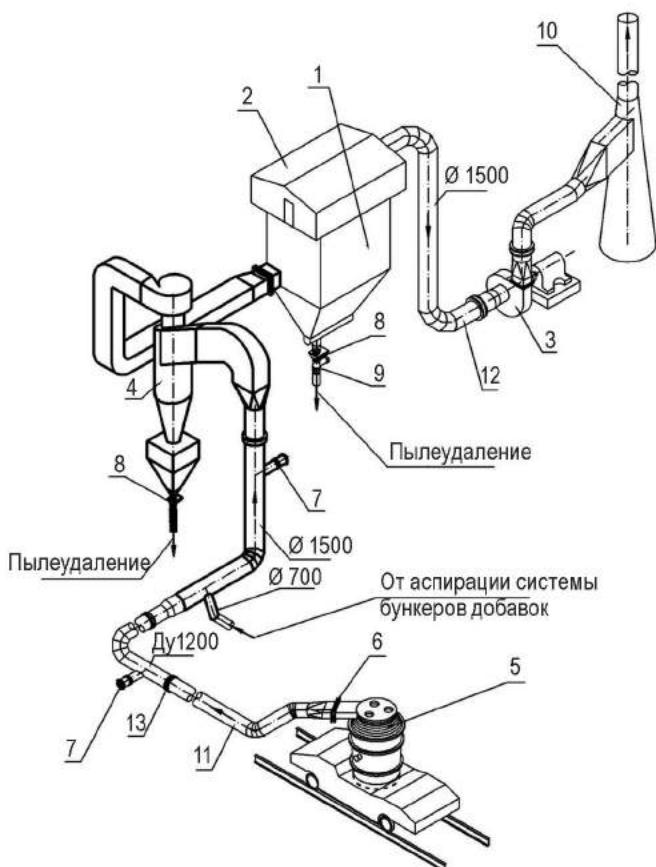


Рисунок 7 – Система газоудаления и газоочистки установки «печь-ковш» УКП-125 в мартеновском цехе ОАО «Выксунский металлургический завод»:

1 – рукавный фильтр ФРИР-1100; 2 – шатер-укрытие системы регенерации рукавного фильтра; 3 – дымосос ДН-21МГМ; 4 – циклон ЦМ диам. 3000 мм; 5 – УКП-125; 6 – скользящий фланец; 7 – патрубок с клапаном для аварийного подсоса охлаждающего воздуха; 8 – дисковая пылевая задвижка; 9 – шлюзовый питатель; 10 – дымовая труба; 11 – газоход грязного газа; 12 – газоход чистого газа; 13 – регулирующий клапан

хой очистки технологических газов и неорганизованных выбросов крупно- и среднетоннажных электропечей, включающие водоохлаждаемый газоотвод горячих технологических газов от свода печи, крышный зонт для улавливания потоков неорганизованных выбросов, рукавные фильтры с импульсной регенерацией, дымососы, системы газоходов, пылеуборки и окомкования пыли [9, 10].

В типовых системах газоудаления большинства зарубежных фирм предусматриваются горизонтальные водоохлаждаемые газоходы большой длины, крупногабаритные змеевиковые кулеры-охладители с естественным охлаждением технологических газов атмосферным воздухом, циклонные газосмесительные камеры на весь объем очищаемых газов [11]. Однако при реконструкции существующих сталеплавильных 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 газоудаления является крышный зонт для улавливания потоков неорганизованных выбросов ДСП.

Центром разработаны и проверены в промышленных условиях методики расчета тепловых пылегазовых потоков неорганизованных выбросов электропечей, проектирования и определения оптимальных конструкций и размеров крышных зонтов, объемов отсоса газовоздушной смеси от зонта для конкретных условий работы электропечей [12, 13].



Следует подчеркнуть, что наиболее важными элементами совмещенной системы газоудаления ДСП являются рукавные фильтры.

Примером длительной и высокоэффективной работы рукавного фильтра с импульсной регенерацией в электросталеплавильном производстве является фильтр ФРИР-7000, введенный в эксплуатацию в 1989 г. в ЭСПЦ-2 ОАО «Днепропротсталь» за 50-тонной ДСП в составе разработанной УкрГНТЦ «Энергосталь» комплексной системы улавливания и очистки пылегазовыделений электропечи. Более 20 лет фильтр обеспечивает эффективную очистку выбросов до пылесодержания не более 10–20 мг/м³ [13].

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

Примером эффективной системы улавливания и очистки пылегазовыделений современной интенсифицированной электросталеплавильной печи является разработанная Центром и введенная в эксплуатацию в 2007 г. система газоочистки с фильтром ФРИР-8500 для электропечи ДСП-30 емкостью 30 тонн и агрегата «печь-ковш» АКП-30 в ЭСПЦ ГУП «ЛПЗ», обеспечивающая остаточную запыленность выбросов не более 5 мг/м³.

Другим примером системы газоудаления и газоочистки интенсивной электропечи является разработанная УкрГНТЦ «Энергосталь» система газоочистки новой ДСП-50 в сталеплавильном цехе ЗАО «НКМЗ» (рис. 8), введенная в эксплуатацию в 2008 г.

Особенности системы газоочистки ДСП-50 в сталеплавильном цехе ЗАО «НКМЗ»:

- установка фильтра ФРИР-10500 с дымососами, системой пылеуборки и дымовой трубой расположена на расстоянии ~300 м от электропечи, что определило аэродинамическую характеристику газоотводящей системы и выбор дымососов ДН 26×2 ФКГМ производства ОАО «Сибэнергомаш»;
- частотное регулирование электроприводов дымососов по периодам плавки с изменением частоты вращения и потребляемой мощности в зависимости от интенсивности технологического процесса выплавки стали;
- при частотном регулировании – отсутствие необходимости в осевых направляющих аппаратах основных дымососов, которые исключены из комплекта поставки;
- в связи с невозможностью размещения в реконструируемом сталеплавильном цехе типовой современной системы газоудаления и охлаждения технологических газов интенсивной ДСП в составе водоохлаждаемого газохода, «змеевикового» кулера, циклонной газосмесительной камеры с системами пылеудаления УкрГНТЦ «Энергосталь» был разработан и установлен компактный водоохлаждаемый «ширмовый» газоохладитель, в котором дожигаются и охлаждаются горячие технологические газы;
- подключение к основной газоочистке ДСП-50 систем газоудаления двух установок «печь-ковш» УКП-1 и УКП-2 и двух аспирационных систем трактов подачи легирующих добавок для ДСП-50 и двух УКП.

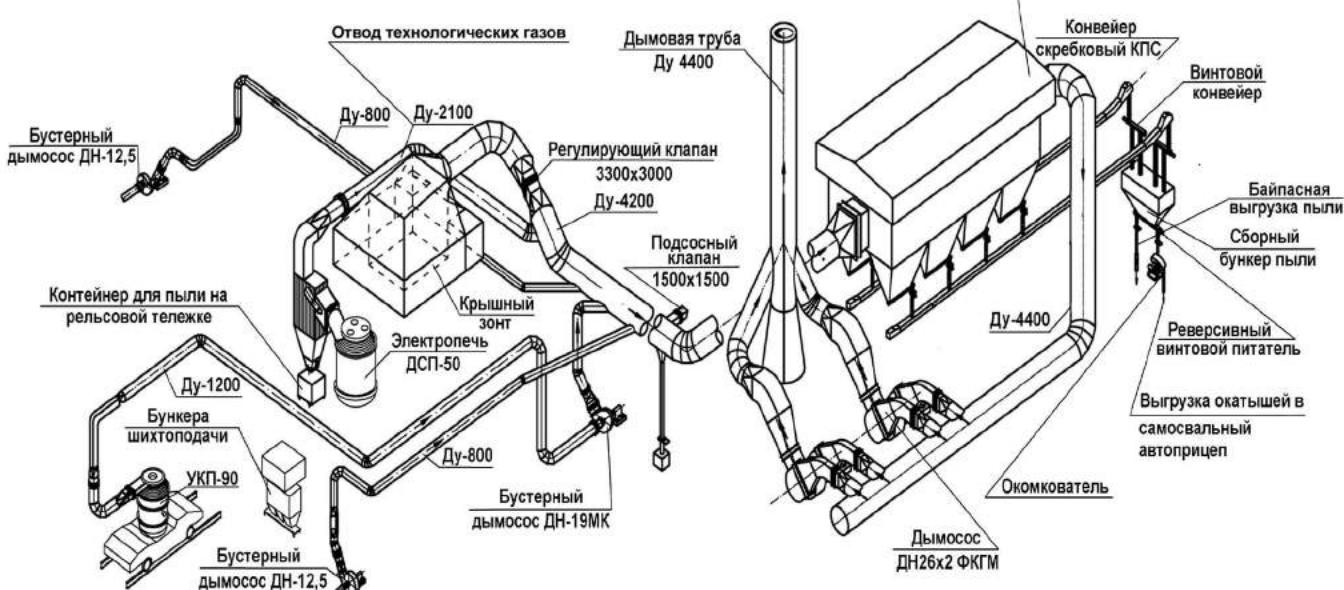


Рисунок 8 – Схема системы газоудаления и газоочистки ДСП-50 на ЗАО «НКМЗ»

Основные расчетные проектные параметры системы газоудаления и газоочистки ДСП-50 в сталеплавильном цехе ЗАО «НКМЗ»:

| | |
|---|---|
| Количество аспирационных газов, отводимых от крышного зонта при кислородной продувке (температура газов 70 °С): | 650000 нм ³ / час 860000 м ³ / час |
| Количество газов перед рукавным фильтром после смещивания потоков при температуре газов до 100 °С: | 688200 нм ³ / час 970000 м ³ / час |

Объем газов, выходящих из дымовой трубы, изменяется в течение каждой плавки при частотном регулировании дымососов и автоматическом регулировании клапанами от 200 до 1000 тыс. м³/час при температуре 60–100 °С.

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

Система газоочистки ДСП-50 в течение всего периода эксплуатации работает эффективно и обеспечивает полное газоудаление технологических газов, улавливание неорганизованных пылегазовыделений и очистку выбросов до остаточного пылесодержания не более 10 мг/м³ во все периоды плавки.

Кроме приведенных примеров, следует отметить такие реализованные УкрГНТЦ «Энергосталь» в последние годы установки, как рукавные и кассетные фильтры с импульсной регенерацией для очистки аспирационного воздуха в известообжиговом цехе ПАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича» [14], рукавные фильтры ФРИР за анодными печами на ОАО «Уралэлектромедь», реконструкция мокрых газоочисток и газоотводящих трактов конвертеров в ККЦ ОАО «НТМК», реконструкция газоочисток обжиговых машин ОК-306 на фабрике окомкования ОАО «СевГОК» с установкой электрофильтров и другие.

К инновационным решениям Центра относится также внедрение впервые в СНГ на Актюбинском заводе ферросплавов (АО ТНК «Казхром», Республика Казахстан) в отделении обжига известняка газоочистки с рукавным фильтром ФРИР-2150×2 за вращающейся обжиговой печью. Ранее за аналогичными обжиговыми печами на многих предприятиях применялись только электрофильтры, не обеспечивавшие требуемой эффективности очистки. Первый в СНГ рукавный фильтр типа ФРИР, изготовленный и поставленный УкрГНТЦ «Энергосталь» за вращающейся печью обжига известняка, обеспечивает эффективную очистку выбросов до остаточного пылесодержания не более 20 мг/м³ [15].

Работы по внедрению в производство газоулавливающих систем и газоочисток разных типов УкрГНТЦ «Энергосталь» выполняет комплексно, включая разработку, проектирование, изготовление и поставку оборудования, авторский надзор, шефмонтаж, наладку, сервисное обслуживание.

Библиографический список

1. Витер, Г.В. Производство и поставка УкрГНТЦ «Энергосталь» современных рукавных фильтров / Г.В. Витер, Д.В. Сталинский, А.Ю. Пирогов // Экология и промышленность. – 2004. – № 1. – С. 36–37.
2. Ерохин, А.В. Унифицированный рукавный фильтр с импульсной регенерацией типа «ФРИР» для сухого обеспыливания технологических и аспирационных газовых выбросов / А.В. Ерохин, Г.В. Витер, А.Н. Подоляка и др. // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 1998. – № 2. – С. 130–132.
3. Семенов, Д.В. Опыт реконструкции электрофильтра на высокоэффективный рукавный фильтр с импульсной регенерацией за электропечью выплавки высокоуглеродистого феррохрома по техническим решениям УкрГНТЦ «Энергосталь» / Д.В. Семенов, Ю.С. Гавриш, В.И. Кулич и др. // Казантит-ЭКО-2009. Экология, энерго- и ресурсосбережение, охрана окружающей среды и здоровье человека, утилизация отходов : сб. науч. статей XVII Междунар. науч.-практ. конф., 1–5 июня 2009 г., г. Щелкино, АР Крым : в 2-х т. Т. 2 / УкрГНТЦ «Энергосталь». – Х. : Сага, 2009. – С. 69–72.
4. Мантула, В. Д. Эффективная методика реконструкции газоочистки шахтной печи и установки ковш-печь электросталеплавильного цеха ОАО «Северсталь» / В.Д. Мантула, А.В. Шапаренко, А.Ю. Пирогов // Экология и промышленность. – 2009. – № 2. – С. 32–36.
5. Швец, М.Н. Применение рукавных фильтров для очистки аспирационных выбросов на коксохимических предприятиях / М.Н. Швец, Т.Ф. Трембач, Д.В. Сталинский, А.Ю. Пирогов // Экология и промышленность. – 2006. – № 1. – С. 8–11.
6. Швец, М.Н. Сухая очистка в рукавных фильтрах аспирационных выбросов коксохимического производства / М.Н. Швец, Д.В. Сталинский, А.Ю. Пирогов // Кокс и химия. – 2007. – № 11. – С. 40–43.
7. Казюта, В.И. Эксплуатация рукавных фильтров на заводах черной металлургии / В.И. Казюта, С.Б. Старк, Ю.Д. Глебов и др. // Черная металлургия. – 1988. – № 7. – С. 15–30.
8. Швец, М.Н. Очистка газов открытых ферросплавных печей / М.Н. Швец, Д.В. Сталинский, А.Ю. Пирогов // Экология и промышленность. – 2006. – № 2. – С. 20–26.
9. Швец, М.Н. Улавливание и очистка технологических газов и неорганизованных выбросов электросталеплавильных печей / М.Н. Швец // Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов :



- сб. науч. статей XI Междунар. науч.-техн. конф. : в 2-х т. Т. 2 / УкрГНТЦ «Энергосталь». – Х. : Курсор, 2003. – С. 170–176.
10. Швец, М.Н. Улавливание и очистка пылегазовыделений электросталеплавильных печей / М.Н. Швец, Д.В. Сталинский, А.Ю. Пирогов // Сталь. – 2006. – № 12. – С. 72–74.
 11. Бодино, Г. Инновационные технологии очистки отходящих газов дуговых сталеплавильных печей / Г. Бодино, П. Дорофеев // Сталь. – 2009. – № 11. – С. 106–107.
 12. Швец, М.Н. Улавливание неорганизованных выбросов крупнотоннажных и среднетоннажных электросталеплавильных печей / М.Н. Швец, Д.В. Сталинский // Экология и промышленность. – 2006. – № 1. – С. 12–16.
 13. Швец, М.Н. Система улавливания пылегазовых выбросов электропечей / М.Н. Швец, В.Е. Гошмер, А.В. Ерохин // Сталь. – 1992. – № 1. – С. 88–90.
 14. Воловиков, А.П. Разработка и освоение тканевых фильтров для обеспыливания аспирационного воздуха в известково-обжиговом цехе ОАО «Мариупольский металлургический комбинат имени Ильича» / А.П. Воловиков, А.М. Кузнецов, Ю.С. Гавриш, А.В. Ерохин // Екологія та виробництво. – 2002. – Вересень. – С. 31–35.
 15. Семенов, Д.В. Обеспыливание неорганизованных выбросов и технологических газов в рукавных фильтрах типа ФРИР конструкции УкрГНТЦ «Энергосталь» от вращающейся печи обжига известняка на Актюбинском заводе ферросплавов / Д.В. Семенов, А.В. Ерохин, Ю.С. Гавриш и др. // Казантеп-ЭКО-2008. Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов : сб. науч. статей XVI Междунар. науч.-практ. конф., 2–6 июня 2008 г. г. Щелкино, АР Крым : в 2-х т. Т. 1. / УкрГНТЦ «Энергосталь». – Х. : Сага, 2008. С. 358–365.
 16. Сталинский, Д.В. Очистка отработанных газов открытых ферросплавных печей / Д.В. Сталинский, М.Н. Швец // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2010. – № 6. – С. 107–110.

Поступила в редакцию 10.04.2011

Надано розроблені та впроваджені УкрДНТЦ «Енергосталь» інноваційні технічні рішення у галузі централізованих аспіраційних систем і сухої очистки газів з установкою рукавних фільтрів з імпульсною регенерацією типу ФРИР у феросплавному, сталеплавильному, коксохімічному та інших виробництвах, нові рішення з модернізації та заміни існуючих пиловловлювачів на рукавні фільтри з імпульсною регенерацією; методики розрахунку та ефективні конструкції кришних зонтів для уловлення неорганізованих пилогазовиділень електросталеплавильних печей; комплексні сумісні системи газовидалення та очистки газів сучасних інтенсивних електропечей і установок позапічної обробки сталі.

UkrSSEC «Energostal» has developed and implemented innovative technical approaches in the sphere of central aspirating systems and dry gas purification with using bag filters with pulse regeneration BFPR in ferroalloy, steel, by-product-coke and other shops; innovative decisions for modernizing and replacing the existing de-dusters by bag filters with pulse regeneration; design procedures, effective constructive designs of roof hoods for unorganized powder-gas emission recovery from electric steel furnaces, complex combined gas removal and gas cleaning systems for up-to-date intensive electric steel furnaces and secondary steel treatment plants.