



УДК 621.928.9:669.1

М.Н. ШВЕЦ, начальник отдела, А.Ю. ПИРОГОВ, заместитель генерального директора

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

## АНАЛИЗ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ УКРГНТЦ «ЭНЕРГОСТАЛЬ» ПО ОЧИСТКЕ ГАЗОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

УкрГНТЦ «Энергосталь» разработаны и внедрены новые технические решения в области сухой очистки газов с установкой рукавных фильтров типа ФРИР с импульсной регенерацией в ферросплавном, сталеплавильном, коксохимическом и других производствах. Разработаны и реализованы новые решения по модернизации и реконструкции существующих малоэффективных пылеуловителей на рукавные фильтры с импульсной регенерацией. **сухая очистка, рукавные фильтры ФРИР, импульсная регенерация, ферросплавные печи, электросталеплавильные печи, совмещенная схема, УБВК, УСТК, модернизация**

УкрГНТЦ «Энергосталь» разработаны и внедрены новые технические решения в области очистки газов на металлургических предприятиях.

Основное направление работ УкрГНТЦ «Энергосталь» в области сухой очистки газов от пыли – внедрение современных высокоэффективных рукавных фильтров типа ФРИР с импульсной регенерацией, которые разрабатываются, изготавливаются и поставляются УкрГНТЦ «Энергосталь» с 80-х годов [1, 2]. К настоящему времени УкрГНТЦ «Энергосталь» изготовил и поставил около 140 рукавных фильтров производительностью от 1000 м<sup>3</sup>/час до 1,2 млн м<sup>3</sup>/час на металлургические, машиностроительные, химические предприятия, предприятия строительных материалов и в другие отрасли промышленности.

Рукавные фильтры с импульсной регенерацией типа ФРИР конструкции УкрГНТЦ «Энергосталь» соответствуют по техническому уровню конструкциям рукавных фильтров наиболее известных специализированных зарубежных фирм и имеют существенные преимущества перед фильтрами других конструкций [2].

Данная статья является обзором работ УкрГНТЦ «Энергосталь», в котором анализируются некоторые примеры успешной реализации технических решений по применению рукавных фильтров с импульсной регенерацией и других новых технологий.

### ОЧИСТКА ГАЗОВ ОТКРЫТЫХ ФЕРРОСПЛАВНЫХ ПЕЧЕЙ

Открытые рудовосстановительные ферросплавные печи на ферросплавных заводах являются мощными источниками выбросов пыли в атмосферу.

Для сухой очистки газов открытых ферросплавных печей в течение длительного времени в СНГ и в развитых зарубежных странах применялись рукавные фильтры с обратной продувкой, в основном напорного типа [3].

Многолетний опыт эксплуатации выявил ряд серьезных эксплуатационных и конструктивных недостатков напорных фильтров.

Альтернативным решением по очистке газов открытых ферросплавных печей является применение высокопроизводительных всасывающих фильтров с импульсной регенерацией.

УкрГНТЦ «Энергосталь» разработан, изготовлен и внедрен целый ряд типоразмеров новых рукавных фильтров с импульсной регенерацией в ферросплавном производстве.

В 1992–1995 гг. по проекту УкрГНТЦ «Энергосталь» [4] введены и успешно эксплуатируются газоочистки с фильтрами ФРИР-4000 производительностью 400 тыс. м<sup>3</sup>/час за печами №№ 4–6 на Серовском заводе ферросплавов; в 1996–1998 гг. – газоочистки с фильтрами ФРИР-4600 за печами №№ 21–28 цеха № 3 Запорожского завода ферросплавов.

В 2005–2007 гг. в цехе № 1 ОАО «Серовский завод ферросплавов» по проекту УкрГНТЦ «Энергосталь» [4] введены в эксплуатацию газоочистки печей №№ 1–3 с фильтрами ФРИР-5600 производительностью по 500 тыс. м<sup>3</sup>/час (рис. 1).

Последнее внедрение рукавных фильтров с импульсной регенерацией в ферросплавном производстве – это установка и пуск двух фильтров ФРИР производительностью 550 тыс. м<sup>3</sup>/час (с рукавами длиной 6,14 м) за печами

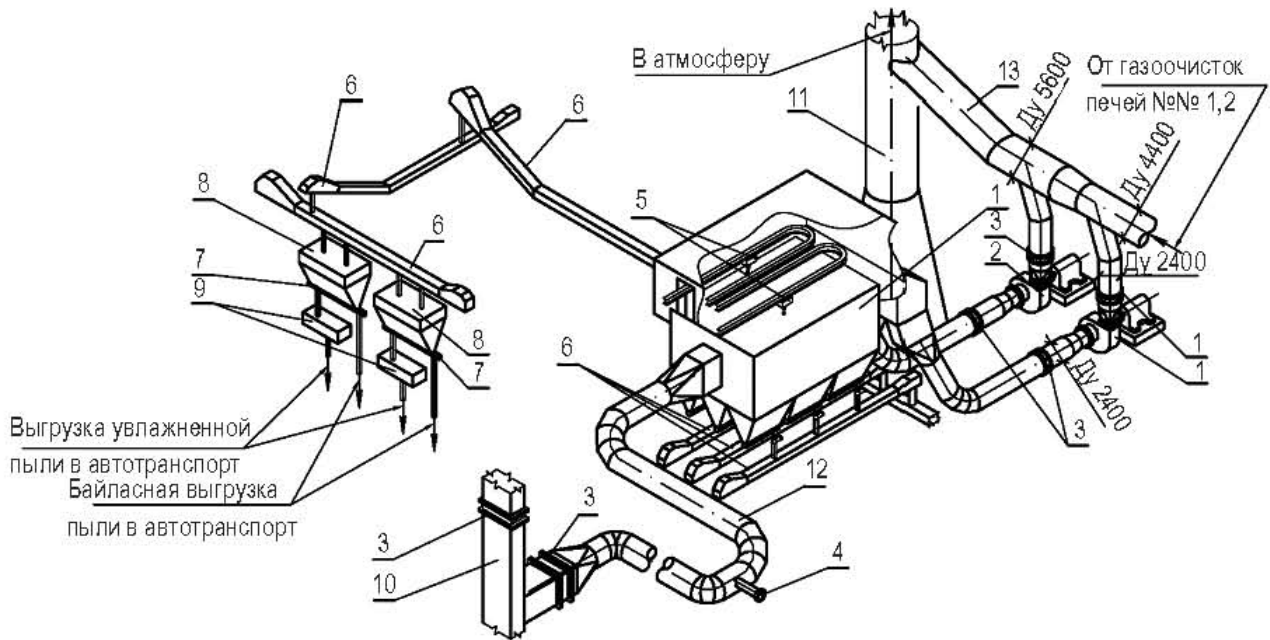


Рисунок 1 – Схема газоочистки печи № 3 в цехе № 3 ОАО «Серовский завод ферросплавов»:

- 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

№№ 5, 6 мощностью до 25 МВА на ОАО «Стахановский завод ферросплавов» (2005–2006 гг.).

По данным инструментальных замеров, остаточная запыленность газов после фильтров не превышает 10 мг/м<sup>3</sup>.

Многолетний опыт промышленной эксплуатации рукавных фильтров с импульсной регенерацией конструкции УкрГНТЦ «Энергосталь» за ферросплавными печами показал их высокую эффективность, надежность и ряд серьезных преимуществ в сравнении с напорными фильтрами.

В табл. 1 приведены основные усредненные параметры современной газоочистки ферросплавной печи мощностью 16,5–25 МВА.

Таблица 1 – Основные усредненные параметры газоочистки ферросплавной печи мощностью 16,5– 25 МВА

Наименование показателя	Проектные параметры
Количество газов перед рукавным фильтром, м <sup>3</sup> /час	350000–500000
Температура газов перед рукавным фильтром, °С	до 145
Удельная газовая нагрузка на фильтровальный материал, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> мин	до 1,5
Запыленность газов перед очисткой, г/м <sup>3</sup>	до 2,0
Остаточная запыленность газов после очистки в рукавном фильтре, мг/м <sup>3</sup>	10–20

Таблица 1 – Продолжение

Наименование показателя	Проектные параметры
Расход осушенного сжатого воздуха на импульсную регенерацию рукавного фильтра, $\frac{\text{нм}^3 \text{ сжатого воздуха}}{1000\text{м}^3 \text{ очищаемого газа}}$	1,5–2
Давление сжатого воздуха, МПа	0,6
Фильтровальные рукава	
Тип фильтроматериала	Иглопробивной полиэфирный фетр с каркасом из филаментных нитей
Диаметр рукава, мм	133
Длина рукава, мм	5140
	6140
Дисперсный состав пыли, %	до 1мкм – 58 1–5 мкм – 37 >5 мкм – 5
Насыпной вес пыли, т/м <sup>3</sup>	0,35–0,65

В настоящее время по проекту УкрГНТЦ «Энергосталь» сооружаются системы сухих газоочисток с рукавными фильтрами ФРИР-7000 за двумя реконструируемыми открытыми ферросплавными печами мощностью 27,5 МВА для выплавки марганцевых ферросплавов на ТОО «Таразский металлургический завод» (ТОО «ТМЗ», Республика Казахстан). УкрГНТЦ «Энергосталь» постав-



ляет на ТОО «ТМЗ» рукавные фильтры и другое технологическое оборудование для газоочисток, а также систему АСУ ТП.

**СИСТЕМЫ УЛАВЛИВАНИЯ, ГАЗОТВОДА И СУХОЙ ОЧИСТКИ В РУКАВНЫХ ФИЛЬТРАХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГАЗОВ И НЕОРГАНИЗОВАННЫХ ВЫБРОСОВ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ И УСТАНОВОК ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ**

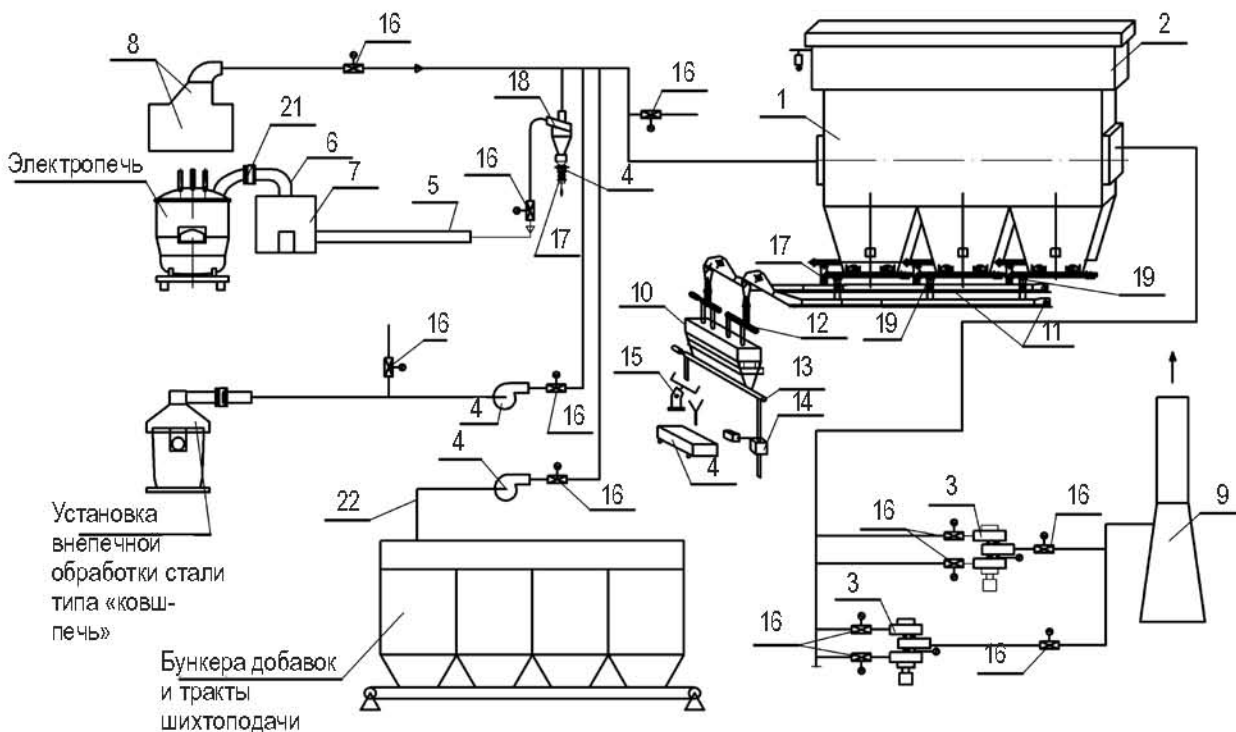
Металлургические и машиностроительные предприятия Украины, России и других стран СНГ в последние годы наращивают производство стали в электродуговых печах (ДСП) за счет реконструкции существующих и строительства новых ДСП с использованием современных технологий интенсификации выплавки и повышения качества стали.

Интенсификация выплавки стали делает особенно актуальной проблему эффективного улавливания и очистки пылегазовыделений во все периоды плавки для создания нормальных условий труда и защиты атмосферы, исключения выбросов через фонари цехов и дымовые трубы.

УкрГНТЦ «Энергосталь» разработаны и внедрены комплексные системы газоудаления и сухой очистки технологических газов и неорганизованных выбросов крупно- и среднетоннажных электропечей, включающие водоохлаждаемый газотвод 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 [5, 6, 7].

Примером современной высокоэффективной системы улавливания и очистки пылегазовыделений современной высокопроизводительной интенсифицированной электросталеплавильной печи является разработанная УкрГНТЦ «Энергосталь» и введенная в эксплуатацию в 2007 г. система газоудаления и газоочистки электропечи ДСП-30 емкостью 30 т и агрегата «печь-ковш» АКП-30 в ЭСПЦ Литейно-прокатного завода ГУП ЛПЗ в г. Ярцево (рис. 2).

Отвод пылегазовыделений во время работы ДСП-30 осуществляется по двум газовым трактам – от свода печи и от крышного зонта. Технологические газы от



**Рисунок 2 – Схема совмещенной системы газоудаления и газоочистки электропечи ДСП-30 в электросталеплавильном цехе ГУП ЛПЗ (г. Ярцево):**

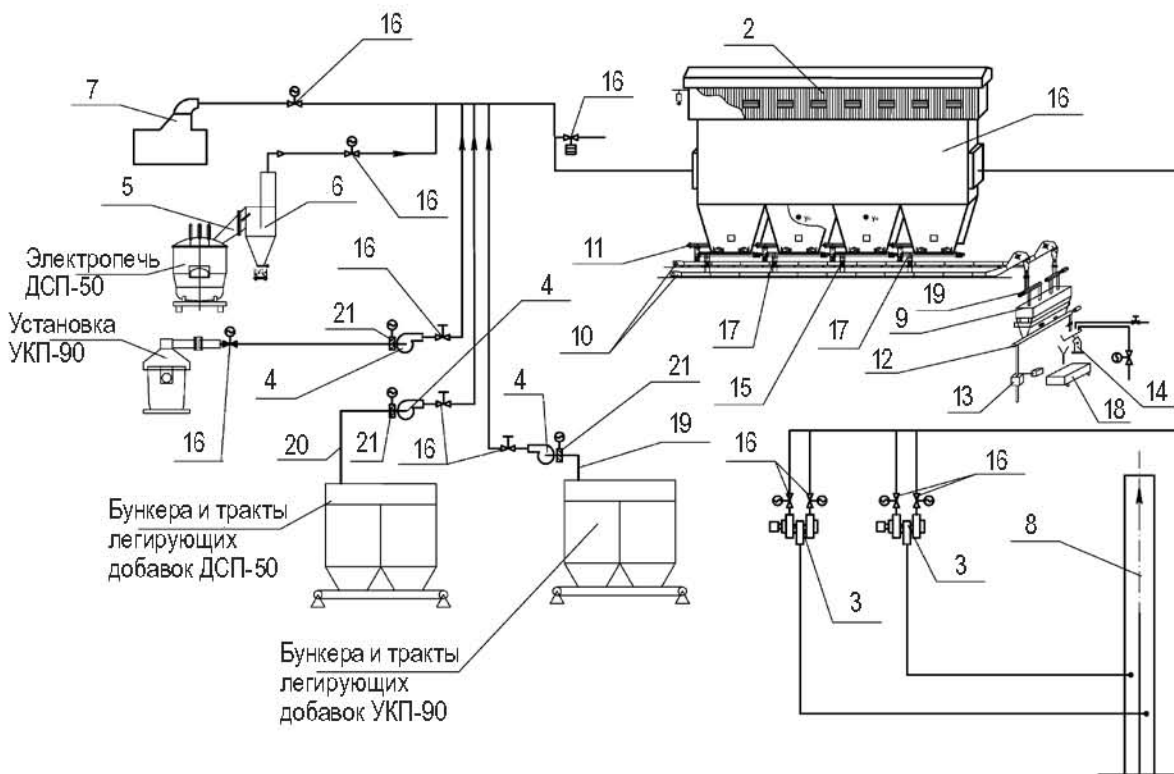
- 1 – рукавный фильтр ФРИР-8500; 2 – шатер фильтра; 3 – основной дымосос; 4 – бустерный дымосос; 5 – водоохлаждаемый газотвод; 6 – камера дожигания; 7 – водоохлаждаемая пылеосадительная камера; 8 – крышный зонт; 9 – дымовая труба;
- 10 – сборный бункер пыли; 11 – скребковый конвейер; 12 – винтовой конвейер; 13 – реверсивный винтовой питатель;
- 14 – телескопическое пылевыгрузное устройство; 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

четвертого отверстия в своде печи проходят по сводовому патрубку в водоохлаждаемую камеру дожигаания, 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, где 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 пылесадительной 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, который подводится к рукавному фильтру с импульсной регенерацией ФРИР-8500 с площадью фильтрации 8500 м<sup>2</sup>. В сборный подводящий газоход посредством бустерных дымососов также подсоединяются технологические газы и аспирационный воздух от АКП-30 и от аспирационной системы участка подачи легирующих добавок. 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 исполнительными механизмами и элементами системы газоудаления и газоочистки производится отдельной системой АСУ ТП-Газоочистка, связанной с технологической АСУ ТП комплекса ЭСПЦ.



**Рисунок 3 – Система газоудаления и газоочистки электропечи ДСП-50 в сталеплавильном цехе ЗАО «НМЗ»:**

- 1 – рукавный фильтр ФРИР-10500; 2 – шатер-укрытие фильтра; 3 – основной дымосос; 4 – бустерный дымосос;
- 5 – крутонаклонный сводовый патрубок электропечи; 6 – газоохладитель с конвективными ширмами; 7 – крышный зонт;
- 8 – дымовая труба; 9 – сборный бункер пыли; 10 – сборные скребковые конвейеры; 11 – винтовой конвейер в бункерах рукавного фильтра; 12 – реверсивный винтовой конвейер в сборном бункере; 13 – телескопическое пылевыгрузное устройство;
- 14 – окомкователь-гранулятор пыли; 15 – шлюзовый питатель; 16 – клапан; 17 – задвижка дисковая пылевая; 18 – прицеп самосвальная;
- 19 – аспирационная система трактов шихтоподачи легирующих добавок УКП-90; 20 – аспирационная система легирующих и шлакообразующих добавок ДСП-50; 21 – направляющий аппарат с МЭО бустерного дымососа





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

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 конвейерами и перегрузочными винтовыми конвейерами в сборный бункер пыли, из бункера через реверсивный винтовой конвейер – в окомкователь-гранулятор пыли либо в обвод окомкователя, через телескопическое пылевывозное устройство – в автотранспорт.

Наладка системы газоочистки производилась специалистами УкрГНТЦ «Энергосталь».

По данным инструментальных замеров, при количестве плавки 14–15 в сутки и производительности газоочистки 550–600 тыс. м<sup>3</sup>/час остаточная запыленность выбросов составляет не более 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 и его увеличения.

Другим примером реализованной системы газоудаления и газоочистки интенсивной электропечи является разработанная УкрГНТЦ «Энергосталь» система газоочистки новой ДСП-50 в сталеплавильном цехе ЗАО «Новокраматорский машиностроительный завод» (ЗАО «НКМЗ») (рис. 3), построенная и введенная в эксплуатацию в 2008 г.

Особенности системы газоочистки ФРИР-10500 ДСП-50 и УКП-90 в сталеплавильном цехе ЗАО «НКМЗ»:

- установка рукавного фильтра ФРИР-10500 с дымососами, системой пылеуборки и дымовой трубой расположена на расстоянии ~300 метров от электропечи, что определило аэродинамическую характеристику газоотводящей системы и выбор дымососов ДН 26x2 ФКГМ производства ОАО «Сибэнергомаш»;
- частотное регулирование электроприводов дымососов по периодам плавки с изменением частоты вращения и потребляемой мощности дымососов в зависимости от интенсивности технологического процесса выплавки стали;
- при частотном регулировании нет необходимости в осевых направляющих аппаратах основных дымососов, которые были исключены из комплекта поставки;
- в связи с невозможностью размещения в существующем реконструируемом сталеплавильном цехе типо-

вой современной системы газоудаления и охлаждения технологических печных газов интенсивной ДСП в составе водоохлаждаемого газохода, «змеевикового» куллера, циклонной газосмесительной камеры с системами пылеудаления УкрГНТЦ «Энергосталь» был разработан и установлен водоохлаждаемый «ширмовый» газоохладитель, в котором производится дожигание и охлаждение горячих технологических газов\*.

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.

В табл. 2 приведена техническая характеристика рукавного фильтра ФРИР-10500.

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

**Таблица 2– Техническая характеристика рукавного фильтра ФРИР-10500**

Наименование показателя	Параметры
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

\* Подробное описание водоохлаждаемого «ширмового» газоохладителя за ДСП-50 см. в данном номере журнала стр. 39.

По результатам наладочных работ, выполненных УкрГНТЦ «Энергосталь», система газоудаления и газоочистки ДСП-50 в течение всего периода эксплуатации работает эффективно и надежно, обеспечивая полное газоудаление и улавливание технологических газов и неорганизованных пылегазовыделений, а также очистку выбросов до остаточного пылесодержания – не более 5–10 мг/м<sup>3</sup>.

УкрГНТЦ «Энергосталь» выполнил полный комплекс работ по созданию систем газоудаления и газоочистки ДСП-30 в электросталеплавильном цехе ГУП ЛПЗ (г. Ярцево) и ДСП-50 в сталеплавильном цехе ЗАГО «НКМЗ», включающий разработку технических решений и рабочей проектно-конструкторской документации, изготовление и поставку газоочистного оборудования, строительные-монтажные работы, шефмонтаж и авторский надзор, пусконаладочные работы.

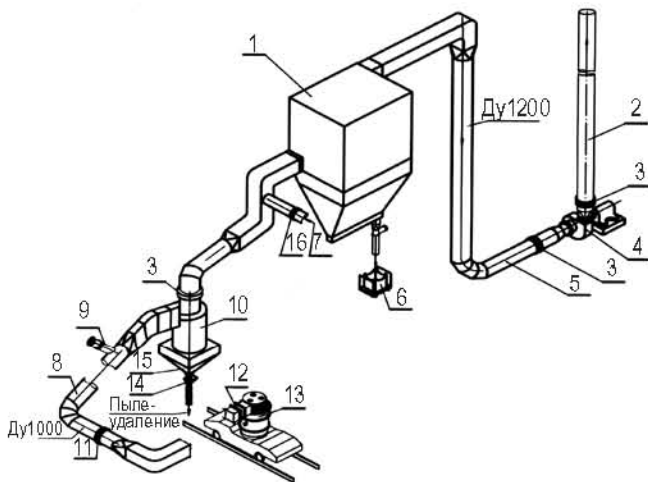
На рис. 4, 5 представлены разработанные и внедренные УкрГНТЦ «Энергосталь» системы газоудаления и газоочистки установок внепечной обработки стали типа «печь-ковш» УКП-65 в мартеновском цехе ОАО «Омутнинский метзавод» (ОАО «ОМЗ») и УКП-125 в мартеновском цехе ОАО «Выксунский метзавод» (ОАО «ВМЗ»).

Система газоудаления и газоочистки «печи-ковша» (УКП) включает: узел газоотбора от водоохлаждаемой крышки «печи-ковша» с передвигаемой муфтой (скользящим фланцем), циклон-искроуловитель предочистки, рукавный фильтр с импульсной регенерацией, узлы выгрузки пыли из циклона и рукавного фильтра, дымосос, дымовую трубу, патрубок с автоматизированным клапаном подсоса наружного воздуха для защиты рукавного фильтра от превышения допустимой температуры газа, узел подключения аспирационной системы бункеров и трактов подачи легирующих добавок, газоходы и компенсаторы.

Указанные системы на ОАО «ОМЗ» и ОАО «ВМЗ» обеспечивают эффективное газоудаление от «печей-ковшей» и эффективную очистку газов от пыли.

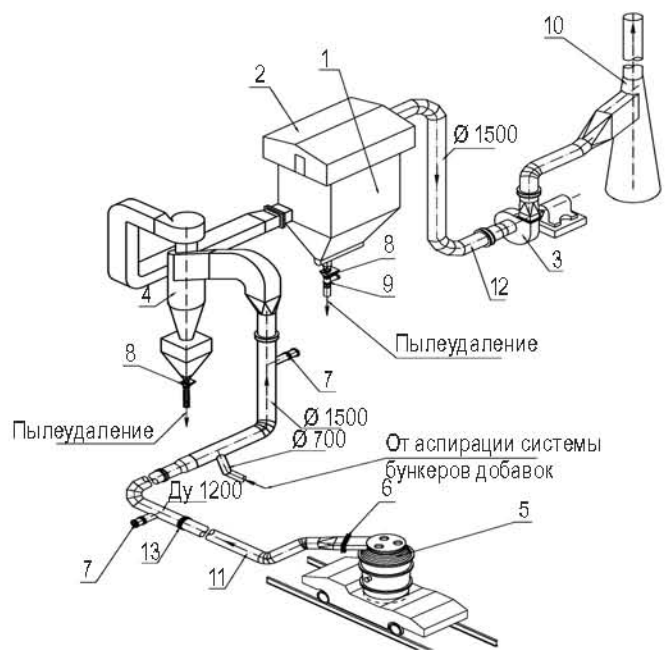
### ОЧИСТКА АСПИРАЦИОННЫХ ВЫБРОСОВ НА КОКСОХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

УкрГНТЦ «Энергосталь» и институтом «Гипрококс» разработаны и внедряются новые высокоэффектив-



**Рисунок 4 – Газоотводящий тракт и газоочистка установки «печь-ковш» УКП-65 ОАО «Омутнинский металлургический завод»:**

- 1 – рукавный фильтр ФРИР-800; 2 – дымовая труба;
- 3 – компенсатор; 4 – дымосос ДН-15ГМ; 5 – газоход очищенного газа; 6 – узел выгрузки пыли в «биг-бэг»;
- 7 – аспирационный воздуховод Ø 700; 8 – газоход «грязного» газа; 9 – клапан подсоса воздуха; 10 – циклон Ø 2000 мм;
- 11 – технологический клапан; 12 – скользящий фланец;
- 13 – «печь-ковш»; 14 – дисковая задвижка; 15 – бункер циклона;
- 16 – клапан на подключение аспирационной системы



**Рисунок 5 – Система газоудаления и газоочистки установки ковш-печь в мартеновском цехе ОАО «Выксунский метзавод»:**

- 1 – рукавный фильтр Ф-1100; 2 – шатер-укрытие системы регенерации рукавного фильтра; 3 – дымосос ДН-21МГМ;
- 4 – циклон ЦМ Ø 3000 мм; 5 – «печь-ковш»; 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 – технологический клапан



ные и надежные системы двухступенчатой очистки от пыли пылегазовыделений при беспылевой выдаче кокса на установках сухого тушения кокса (УСТК), обеспыливания, а также коксортировках [8]. Новые пылеулавливающие установки включают первую ступень предварительной очистки газов в одиночных циклонах, проектируемую институтом «Гипрококс», и вторую ступень тонкой очистки в современных рукавных фильтрах с импульсной регенерацией – конструкции и изготовления УкрГНТЦ «Энергосталь».

В установках очистки газов систем беспылевой выдачи кокса (БВК) зарубежных фирм для защиты рукавных фильтров от искр и смолистых веществ применяют специальные камеры с жалюзийными искрогасителями и системы напыления рукавов известняковой мукой или смесью известняковой муки с коксовой пылью. Однако применение одиночных циклонов значительно проще и дешевле – как для искроулавливания, так и для улавливания смолистых веществ.

Основной особенностью систем БВК является резкопеременный режим работы, соответствующий технологическому режиму выдачи кокса.

Особенности системы БВК и расчеты реального количества улавливаемой пыли в рукавном фильтре БВК в периоды выдачи кокса позволили совместить собственные пылевые бункера рукавного фильтра со сборным пылевым бункером. Бункера рукавного фильтра – увеличенной емкости, с пылевыгрузкой непосредственно в цементовоз. Такое решение позволило компактно размещать новые установки рукавных фильтров БВК в крайне стесненных условиях существующих промышленных площадок коксовых цехов, значительно сократить габариты газоочистки, упростить систему пылеудаления.

Первая пылеулавливающая установка для системы БВК с двухкамерным фильтром типа ФРИР-1000х2 с площадью фильтрации 1000х2 м<sup>2</sup> (конструкция и изготовление УкрГНТЦ «Энергосталь») была сооружена по проектам института «Гипрококс» и УкрГНТЦ «Энергосталь» за системой БВК коксовых батарей №№ 3, 4 на ОАО «Маркохим» (г. Мариуполь) и введена в эксплуатацию в апреле 2003 г.

Шестилетний срок эксплуатации пылеулавливающей установки с фильтром ФРИР-1000х2 на ОАО «Маркохим» показал высокую эффективность, надежность, компактность и простоту газоочистки.

За последние шесть лет УкрГНТЦ «Энергосталь» совместно с институтом «Гипрококс» разработаны и внедрены новые высокоэффективные и надежные системы очистки от пыли пылегазовыделений при беспылевой выдаче кокса и для других источников пылевыделения [8].

В 2006 г. построена и введена в эксплуатацию установка рукавного фильтра ФРИР-1000х2 за УБВК коксовых батарей №№ 11–12 комплекса коксовой батареи № 10-бис на ОАО «Алчевсккокс».

В 2007 г. введены в эксплуатацию газоочистки с рукавными фильтрами ФРИР 800х2 для аспирационной системы УСТК и ФРИР-650 установки обеспыливания кокса в комплексе коксовой батареи №10-бис ОАО «Алчевсккокс». Сооружены установки рукавных фильтров ФРИР 800х2 за УБВК на ОАО «Баглейкокс» и ФРИР 1000х2 на ОАО «МитталСтил Темиртау».

Выдана проектная документация на строительство новых аналогичных газоочисток с двухкамерными рукавными фильтрами ФРИР-1000х2 и ФРИР-800х2 на ряде коксохимических заводов (ОАО «Алчевсккокс», ОАО «ХОКЗ», ОАО «Запорожкокс», на Исфаганском металлургии в Иране, на коксохимзаводе в Венгрии).

### **РЕКОНСТРУКЦИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ МАЛОЭФФЕКТИВНЫХ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕЙ НА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ РУКАВНЫЕ ФИЛЬТРЫ С ИМПУЛЬСНОЙ РЕГЕНЕРАЦИЕЙ**

УкрГНТЦ «Энергосталь» разработаны и внедрены технические и конструктивные решения по реконструкции существующих малоэффективных устаревших пылеуловителей (рукавных фильтров, электрофильтров) на высокоэффективные современные рукавные фильтры с импульсной регенерацией типа ФРИР.

При реконструкции полностью заменяется устаревшее внутреннее оборудование существующих пылеуловителей на оборудование современных рукавных фильтров типа ФРИР с максимальным использованием существующих корпусов, бункеров, опорных конструкций, подводных газопроводов и фундаментов пылеуловителей.

Примерами подобной реконструкции является реконструкция рукавных фильтров СМЦ на фильтры с импульсной регенерацией на ОАО «Златоустовский металлургический завод».

В ЭСПЦ-2 ОАО «Златоустовский металлургический завод» по проекту УкрГНТЦ «Энергосталь» неэффективные рукавные фильтры СМЦ-101-III общей производительностью 330000 м<sup>3</sup>/час, установленные за системой газоулавливания нескольких малотоннажных электропечей, были реконструированы на фильтры с импульсной регенерацией с общей площадью фильтрации ~ 4000 м<sup>2</sup>.

В трех аспирационных системах дозирования блока сырьевого отделения ОАО «Кривой Рог – Цемент» неэффективные фильтры СМЦ-101А-2 реконструированы по проекту УкрГНТЦ «Энергосталь» на фильтры с им-



пульсной регенерацией с площадью фильтрации каждого ~400 м<sup>2</sup>.

Реконструированные пылеулавливающие установки на ОАО «Златоустовский металлургический завод» и ОАО «Кривой Рог-Цемент» работают эффективно и надежно, обеспечивают остаточную запыленность выбросов в пределах 10–20 мг/м<sup>3</sup> против 150–300 мг/м<sup>3</sup> до реконструкции, то есть выбросы пыли в атмосферу снижаются на порядок при минимальных капитальных затратах на строительство.

УкрГНТЦ «Энергосталь» выполнен комплекс работ «под ключ» по реконструкции существующего малоэффективного электрофильтра ЭГА1-20-7,5-6-3 за ферросплавной печью РКО-5 на Актюбинском заводе ферросплавов на рукавный фильтр с импульсной регенерацией ФРИР-2400, обеспечивающий эффективную очистку выбросов до остаточного пылесодержания не более 20 мг/м<sup>3</sup>.

Кроме приведенных выше примеров, следует также отметить реализованные УкрГНТЦ «Энергосталь» в последние годы установки – рукавные и каскадные фильтры с импульсной регенерацией для очистки аспирационного воздуха в известеобжиговом цехе ОАО «Мариупольский металлургический комбинат имени Ильича» [9], рукавные фильтры ФРИР за анодными печами на ОАО «Уралэлектромедь»; реконструкции мокрых газоочисток и газоотводящих трактов конвертеров в ККЦ ОАО НТМК и другие.

Работы по внедрению в производство газопылеулавливающих 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(1). – С. 36–37.

2. 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. Эксплуатация рукавных фильтров на заводах черной металлургии / В.И. Казюта, С.Б. Старк, Ю.Д. Глебов [и др.] // Черная металлургия: Бюлл. ин-та «Черметинформация». – 1988. – Вып. 7. – С. 15–30.

4. Швец М.Н., Сталинский Д.В. Новые технические решения УкрГНТЦ «Энергосталь» в области очистки газов // Экология и промышленность. – 2006. – № 3. – С. 20–31.

5. Швец М.Н. Улавливание и очистка технологических газов и неорганизованных выбросов электросталеплавильных печей // Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов: сборник научных статей XI Международной научно-технической конференции. Т. 2. – Харьков: «Курсор», 2003. – С. 170–176.

6. Швец М.Н., Сталинский Д.В. Улавливание неорганизованных выбросов крупнотоннажных и среднетоннажных электросталеплавильных печей // Экология и промышленность. – 2006. – № 1. – С. 12–16.

7. Швец М. Н. Улавливание и очистка пылегазовыделений электросталеплавильных печей / М.Н. Швец, Д.В. Сталинский, А.Ю. Пирогов // Сталь. – 2006. – № 12. – С. 72–74.

8. Применение рукавных фильтров для очистки аспирационных выбросов на коксохимических предприятиях / М.Н. Швец, Т.Ф. Трэмбач, Д.В. Сталинский, А.Ю. Пирогов // Экология и промышленность. – 2006. – № 1. – С. 8–11.

9. Разработка и освоение тканевых фильтров для обеспыливания аспирационного воздуха в известково-обжиговом цеху ОАО «Мариупольский металлургический комбинат имени Ильича» / А.П. Воловиков, А.М. Кузнецов, Ю.С. Гавриш, А.В. Ерохин // Экология та виробництво. – 2002. – Вересень. – С. 31–35.

*Поступила в редакцию 06.04.2009*

УкрДНТЦ «Енергосталь» розроблені та впроваджені нові технічні рішення у галузі сухої очистки газів з установкою рукавних фільтрів типу ФРІР з імпульсною регенерацією у феросплавному, сталеплавильному, коксохімічному та інших виробництвах. Розроблені та реалізовані нові рішення щодо модернізації та реконструкції існуючих малоєфективних пиловловлювачів на рукавні фільтри з імпульсною регенерацією.

UkrSSEC «Energestal» has developed and introduced the new technical approaches in the field of dry gas cleaning with using bag filters with impulse regeneration in ferroalloy, steel-smelting, by-product coke and other productions. New decisions on modernization of the existing ineffective de-dusters for bag filters with impulse regeneration were developed and realized.