

УДК 621.928.94

**М. Н. ШВЕЦ**, начальник отдела  
УкрГНТЦ «Энергосталь»**Т. Ф. ТРЕМБАЧ**, начальник отдела  
Институт «Гипрококс», г. Харьков**Д. В. СТАЛИНСКИЙ**, канд. техн. наук, генеральный директор, **А. Ю. ПИРОГОВ**, зам. генерального директора  
УкрГНТЦ «Энергосталь», г. Харьков

## ПРИМЕНЕНИЕ РУКАВНЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ АСПИРАЦИОННЫХ ВЫБРОСОВ НА КОКСОХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

УкрГНТЦ «Энергосталь» и институтом «Гипрококс» разработаны и внедряются новые высокоэффективные системы двухступенчатой очистки от пыли аспирационных выбросов на коксохимических предприятиях. Новые технические решения по установке и конструкции рукавных фильтров позволяют компактно размещать газоочистки в крайне стесненных условиях существующих промплощадок коксовых цехов.

**рукавные фильтры с импульсной регенерацией, беспылевая выдача кокса (БВК), одиночные циклоны, клапаны, рукава, двухкамерные фильтры, системы АСУ-ТП**

На сегодняшний день УкрГНТЦ «Энергосталь» разработаны, производятся и поставляются современные высокоэффективные рукавные фильтры с импульсной регенерацией [1].

Широкое применение рукавных фильтров с импульсной регенерацией конструкции УкрГНТЦ «Энергосталь» началось в 80-х годах. К настоящему времени УкрГНТЦ «Энергосталь» изготовил и поставил около 70 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.

Обострение экологических проблем в коксохимическом производстве, наряду с ужесточением контроля со стороны государственных природоохранных служб, потребовало разработки и внедрения мероприятий по снижению вредных выбросов в атмосферу.

В связи с интенсивным развитием, реконструкцией и модернизацией коксохимических предприятий осуществляются программы строительства природоохранных объектов.

Решение проблемы защиты атмосферы на коксохимических предприятиях в значительной степени зависит от успехов борьбы с пылевыми выбросами. Большая часть загрязнения атмосферы приходится на неорганизованные и организованные источники выбросов коксовых батарей, тушения и рассева кокса.

Ранее для очистки от пыли аспирационных выбросов на коксохимических предприятиях в основном применялись

установки циклонов и мокрые пылеулавливающие установки со скрубберами, коагуляторами и трубами Вентури, которые не обеспечивали необходимую эффективность очистки и не удовлетворяли требованиям по защите атмосферы.

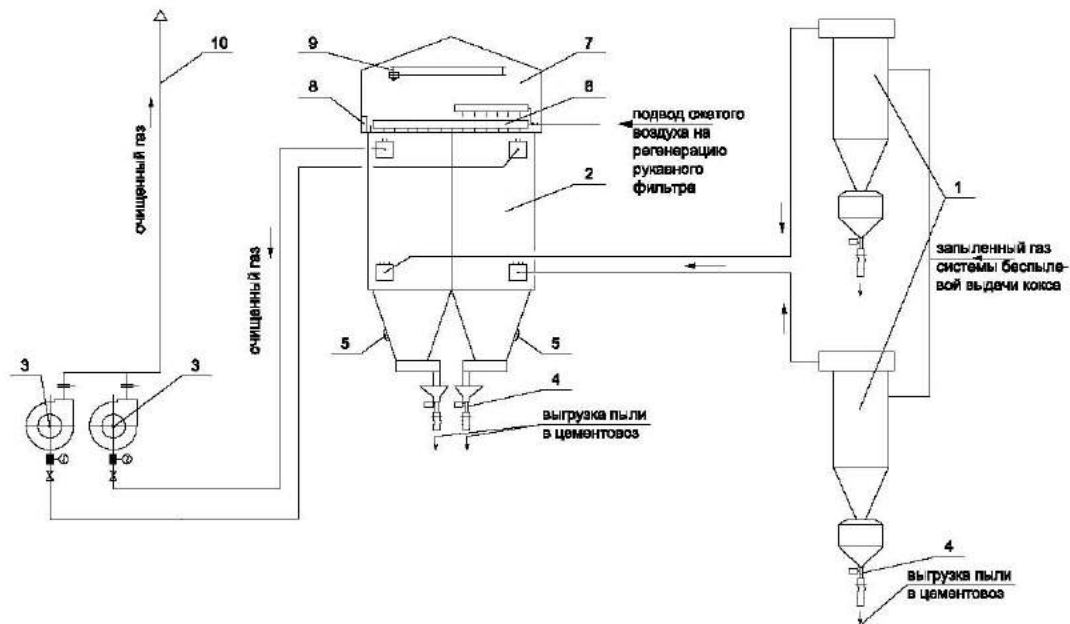
Указанные системы очистки являются энергоемкими, требуют больших расходов воды, специального водно-шламового хозяйства; к настоящему времени эти системы мокрой очистки устарели и выводятся из эксплуатации.

Институтом «Гипрококс» и УкрГНТЦ «Энергосталь» разработаны и внедряются новые высокоэффективные и надежные системы двухступенчатой очистки от пыли пылегазовыделений при беспылевой выдаче кокса на установках сухого тушения кокса, обеспыливания и коксортировок.

Новые пылеулавливающие установки включают первую ступень предварительной очистки газов в одиночных циклонах и вторую ступень тонкой очистки в современных рукавных фильтрах с импульсной регенерацией конструкции УкрГНТЦ «Энергосталь» (рис. 1).

В установках очистки газов 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 предпочтительно проще и дешевле как для искроулавливания, так и для улавливания смолистых веществ.



**Рис.1. Принципиальная схема двухступенчатой газоочистки системы беспылевой выдачи кокса**

1 - циклоны первой ступени очистки; 2 - рукавный фильтр; 3 - дымососы; 4 - узел выгрузки пыли; 5 - вибраторы на бункерах фильтра; 6 - система регенерации рукавного фильтра; 7 - шатер-укрытие рукавного фильтра; 8 - микропроцессорный контроллер; 9 - таль электрическая; 10 - вытяжная труба.

Специфические особенности работы систем БВК, УСТК, коксортировки, систем обеспыливания погрузки кокса в вагоны, высокая начальная запыленность аспирационного воздуха потребовали разработки и реализации новых технических решений.

Предусмотрено частотное регулирование электроприводов дымососов систем БВК со значительным уменьшением оборотов дымососов и количества отсасываемых газов между выдачами кокса с целью экономии электроэнергии.

Расчеты реального количества улавливаемой пыли в газоочистке БВК в периоды выдачи кокса позволили совместить собственные пылевые бункеры рукавного фильтра со сборным пылевым бункером. Бункеры рукавного фильтра выполнены с увеличенной емкостью с пылевыгрузкой непосредственно в автоцементовоз.

Такое решение позволило компактно размещать новые установки газоочистки БВК в крайне стесненных условиях существующих промплощадок коксовых цехов, значительно сократить занимаемые газоочисткой габариты, упростить систему пылеудаления (рис. 2).

В качестве основного пылеулавливающего аппарата используются разработанные, изготавливаемые и освоенные УкрГНТЦ «Энергосталь» рукавные фильтры с импульсной регенерацией, соответствующие по техническому уровню конструкциям рукавных фильтров наиболее известных специализированных зарубежных фирм.

Рукавные фильтры с импульсной регенерацией конструкции УкрГНТЦ «Энергосталь» обладают следующими

особенностями и преимуществами перед фильтрами других конструкций [2]:

- клапаны подачи сжатого воздуха на импульсную продувку с повышенным быстрым действием и повышенной мощностью импульса обеспечивают интенсивную регенерацию фильтровального материала рукавов; в серийных фильтрах с импульсной регенерацией типа ФРИ, ФРКН, в фильтрах с обратной продувкой недостаточное быстрое действие продувочных клапанов и малая мощность импульса регенерации делают невозможным эффективное применение плотных нетканых иглопробивных фильтровальных материалов, в связи с чем в указанных фильтрах применяется, как правило, облегченная лавсановая ткань, имеющая более низкую степень пылеулавливания;
- рукава изготавливают из плотного материала типа полиэфирного фетра с каркасом из филаментных нитей, что обеспечивает высокую степень пылеулавливания и снижение остаточной концентрации пыли после очистки в сравнении с фильтрами других конструкций. Многолетний опыт эксплуатации рукавных фильтров типа ФРИР на ОАО «Днепроспецсталь», Запорожском, Серовском заводах ферросплавов, на «Юзмаше» и других предприятиях показал, что фактическая концентрация пыли после очистки не превышает  $20 \text{ мг/м}^3$ ;
- удельная газовая нагрузка на фильтрующую поверхность в фильтрах конструкции УкрГНТЦ «Энергосталь» в 1,5–2 раза превышает удельную газовую

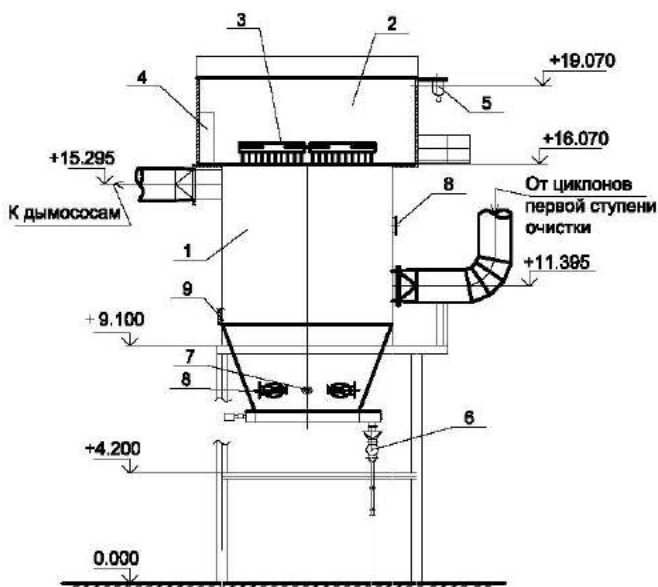


Рис. 2. Установка рукавного фильтра ФРИР 1000x2 в системе беспылевой выдачи кокса (БВК):

- 1 – рукавный фильтр; 2 – шатер-укрытие; 3 – система регенерации; 4 – микропроцессорный контроллер; 5 – таль электрическая; 6 – узел выгрузки пыли; 7 – вибратор; 8 – люк; 9 – теплоизоляция.

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 фильтров, замена рукавов с верхним креплением проста, нетрудоемка и проводится 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;
- для изготовления фильтров с импульсной регенерацией на опытном заводе УкрГНТЦ «Энергосталь» разработана и освоена современная технология;
- основные узлы и детали фильтра унифицированы и взаимозаменяемы, что позволяет комплектовать различные типоразмеры фильтров в широком диапазоне производительности и исполнения.

На рис. 3 приведена принципиальная схема рукавного фильтра с импульсной регенерацией конструкции УкрГНТЦ «Энергосталь».

УкрГНТЦ «Энергосталь» разрабатываются и изготавливаются рукавные фильтры любых типоразмеров на любую производительность – от нескольких сот м<sup>3</sup>/час до

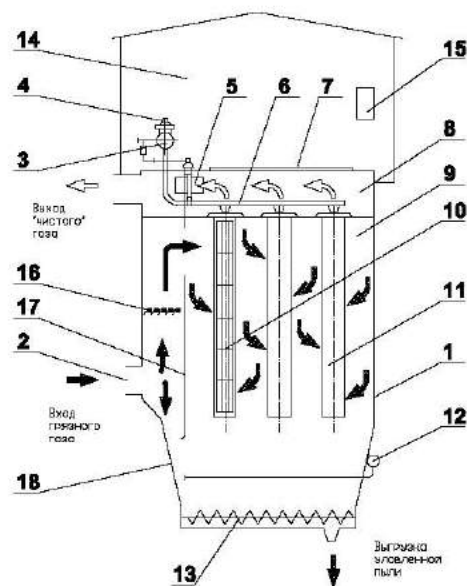


Рис. 3. Рукавный фильтр с импульсной регенерацией

конструкции УкрГНТЦ «Энергосталь». Принципиальная схема:

- 1 – корпус фильтра; 2 – входной патрубков на грязном газе; 3 – накопитель сжатого воздуха; 4 – продувочный клапан; 5 – клапан отсечной на чистом газе; 6 – раздаточный коллектор; 7 – съемная (откидная) крышка; 8 – камера чистого газа; 9 – камера грязного газа; 10 – каркас рукава; 11 – фильтрованный рукав; 12 – система пневмообрушения; 13 – узел выгрузки пыли; 14 – шатер фильтра; 15 – устройство управления регенерацией; 16 – аэродинамическая решетка; 17 – отбойный щит; 18 – бункер.

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 (производительностью 500–550 тыс. м<sup>3</sup>/час), введенный в эксплуатацию в 1989 г. в ЭСПЦ – 2 ОАО «Днепропетцсталь» за 50-тонной электропечью в составе комплексной системы улавливания и очистки пылегазовыделений электропечи. В течение 15 лет фильтр обеспечивает эффективную, надежную очистку выбросов до пылесодержания не более 20 мг/м<sup>3</sup>.

Рукавные фильтры с импульсной регенерацией эффективно и надежно работают за установками внепечной обработки стали типа «печь-ковш» и за малотоннажными и среднетоннажными электропечами на машиностроительных заводах «Южмаш» и ЗАО «НКМЗ», за мощными руднотермическими электропечами на Запорожском (5 фильтров ФРИР-4600 производительностью по 400 тыс. м<sup>3</sup>/час) и Серовском (3 фильтра ФРИР-4000 производительностью 380 тыс. м<sup>3</sup>/час) заводах ферросплавов и на многих других объектах.

В цеху № 1 ОАО «СЗФ» за тремя открытыми ферросплавными печами в настоящее время сооружаются газоочистки с тремя рукавными фильтрами ФРИР-5600 произ-



водительностью 500 тыс. м<sup>3</sup>/час; на Стахановском заводе ферросплавов сооружаются и налаживаются 2 рукавных фильтра производительностью 550 тыс. м<sup>3</sup>/час; в новом ЭСПЦ ГУП ЛПЗ в г. Ярцево Смоленской области сооружается рукавный фильтр ФРИР-8500 производительностью 750000 м<sup>3</sup>/час за высокопроизводительной интенсифицированной электропечью ДСП-30.

Целый ряд рукавных фильтров в разных отраслях промышленности в настоящее время изготавливается и поставляется УкрГНТЦ «Энергосталь». Установки очистки газов систем беспылевой выдачи кокса являются еще одной областью применения фильтров с импульсной регенерацией типа ФРИР конструкции и изготовления УкрГНТЦ «Энергосталь».

Первая газоочистка для системы БВК с двухкамерным фильтром конструкции и изготовления УкрГНТЦ «Энергосталь» типа ФРИР-1000х2 с площадью фильтрации 1000х2 м<sup>2</sup> 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.

Рукавный фильтр установлен в качестве второй ступени очистки после циклонов типа ЦП-2 диаметром 3 м.

По данным инструментальных замеров на ОАО «Маркохим» при начальной запыленности газов 5,3 г/м<sup>3</sup> эффективность пылеулавливания циклонов первой ступени очистки составляет 81–85 %; остаточная концентрация пыли после очистки в рукавном фильтре – не более 20 мг/м<sup>3</sup>.

Более, чем 2,5-годичный срок эксплуатации газоочистки с фильтром ФРИР-1000х2 на ОАО «Маркохим» показал высокую эффективность, надежность, компактность и простоту газоочистки.

Аналогичные газоочистки с двухкамерными рукавными фильтрами ФРИР-1000х2 и ФРИР-800х2 по проектной документации института «Гипрококс» и УкрГНТЦ «Энергосталь» сооружаются для систем беспылевой выдачи кокса и аспирационных систем УСТК, коксортировки, обеспыливания кокса на многих коксохимических заводах (ОАО «Баглейкокс», ОАО «Алчевсккокс», ОАО «ХОКЗ», ОАО «Запорожкокс», ОАО «Миттал Стил Темир-Тау» и других).

Двухкамерные фильтры ФРИР-1000х2 и ФРИР-800х2 УкрГНТЦ «Энергосталь» устанавливаются открыто, вне зданий; верхняя часть фильтра с системой автоматической регенерации укрывается утепленным шатром-укрытием. Корпус и бункеры фильтров теплоизолируются.

Выгрузка уловленной пыли из бункеров циклонов и рукавных фильтров производится посредством шлю-

зовых питателей и гибких рукавов непосредственно в цементовозы.

Предусмотрен контроль уровней пыли в бункерах циклонов и рукавных фильтров.

Работа рукавных фильтров полностью автоматизирована и не требует постоянного обслуживающего персонала.

Система регенерации рукавного фильтра обеспечивает восстановление фильтрующей способности рукавов посредством их импульсной порядной продувки осушенным сжатым воздухом по командам, формируемым микропроцессорным контроллером по заданному перепаду давления ( $\Delta P$ ) в камерах чистого и грязного газа.

Система регенерации состоит из блоков регенерации, трубопроводов, арматуры сжатого воздуха и автоматики управления с коммутационными линиями.

Микропроцессорный контроллер со шкафом управления устанавливается на крышке рукавного фильтра под шатром-укрытием в непосредственной близости от исполнительных механизмов системы регенерации.

Для контроля и управления всей системой газоочистки предусмотрены автоматизированные системы АСУ-ТП.

Работы по газоочисткам коксохимических заводов с рукавными фильтрами типа ФРИР УкрГНТЦ «Энергосталь» и институт «Гипрококс» выполняют комплексно, включая разработку, проектирование, поставку, монтаж, шеф-монтаж, наладку, сервисное обслуживание.

УкрГНТЦ «Энергосталь» и институт «Гипрококс» имеют все возможности для успешного комплексного решения серьезных экологических проблем на коксохимических предприятиях.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Витер Г. В., Сталинский Д. В., Пирогов А. Ю. Производство и поставка УкрГНТЦ «Энергосталь» современных рукавных фильтров // Экология и промышленность. – 2004. – № 1(1). – С. 36–37.
2. 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. В 2-х т. Том 2. – Харьков: «Курсор», 2003. – С. 170–176.

Поступила в редакцию 04.01.06

УкрДНТЦ «Енергосталь» і інститутом «Діпрококс» розроблені та впроваджені нові високоефективні системи двоступінчастої очистки від пилу аспіраційних викидів на коксохімічних підприємствах. Нові технічні рішення щодо установки та конструкції рукавних фільтрів дозволяють компактно розміщувати газоочистки у надто обмежених умовах існуючих промплощадок коксових цехів.

UkrSSEC «Energostal» and «Giprocoкс» have developed and have been introducing the new highly-effective systems of two-stage cleaning procedure of aspiration emissions against dust at coke-chemical enterprises. The new technical approaches concerning the installation and designs of bag filters enable placing compactly gas purifications in the extremely constrained conditions of the existing sites of coke shops.