
ЕКОЛОГІЧНІ ПИТАННЯ В КОНТЕКСТІ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНИ

УДК 504.4:669.184

ОЧИСТКА АГЛОМЕРАЦИОННЫХ ГАЗОВ ПУТЕМ УСТАНОВКИ В ГАБАРИТАХ КОЛЛЕКТОРА ИНЕРЦИОННОГО АППАРАТА «VAV», А ТАКЖЕ РЕШЕНИЯ ПО ДОСТИЖЕНИЮ ЕВРОПЕЙСКИХ НОРМ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРЕ

Кащеев М.А.¹, Влади В.А.², Манзенко С.В.², Кащеев Е.М.³

¹ Днепродзержинский государственный технический университет
ул. Днепростроевская, 2, 51900, г. Днепродзержинск
pmz@pmz.dp.ua;

² ООО «Конструкторское бюро «ВВВ»
ул. Сичеславский шлях, 2, 51909, г. Днепродзержинск
pmz@pmz.dp.ua;

³ ООО «Приднепровский механический завод»
ул. Сичеславский шлях, 2, 51909, г. Днепродзержинск
pmz@pmz.dp.ua

Рассмотрены технологические особенности производства агломерата в Украине, влекущих за собой огромные выбросы пыли и газов в атмосферу. Разработан, спроектирован, изготовлен и установлен в коллекторе агломерационной машины №12 предприятия ПАО «Днепропетровский металлургический комбинат» инерционный аппарат «VAV-250-АФК», что позволило уменьшить запыленность газов на выходе аппарата с 3,0 г/нм³ до 0,92 г/нм³ соответственно эффективность работы аппарата составила 70%. Предложено проектно-техническое решение замены батарейных циклонов на аппарат тонкой очистки газов «VAV-400/50 мг/нм³». *Ключевые слова:* агломашина, выбросы пыли, инерционный аппарат, коллектор, тонкая очистка, европейские нормы.

Очищення агломераційних газів шляхом встановлення інерційного апарату «VAV», а також рішення по досягненню європейських норм викидів у повітря. Кащеев М.А., Влади В.О., Манзенко С.В., Кащеев Е.М. Розглянуто технологічні особливості виробництва агломерату в Україні, що тягнуть за собою величезні викиди пилу і газів в атмосферу. Розроблено, спроектований, виготовлений і встановлений в колекторі агломераційної машини №12 підприємства ПАТ «Дніпровський металургійний комбінат» інерційний апарат «VAV-250-АФК», що дозволило зменшити запыленість газів на виході апарату з 3,0 г/нм³ до

0,92 г/м³ соответственно ефективність роботи апарату склала 70%. Запропоновано проектно-технічне рішення заміни батарейних циклонів на апарат тонкого очищення газів «VAV-400/50 мг/м³». *Ключові слова:* агломашина, викиди пилу, інерційний апарат, колектор, тонке очищення, європейські норми. *Ключові слова:* агломашина, викиди пилу, інерційний апарат, колектор, тонке очищення, європейські норми.

Pre-cleaning of sintering gases by setting the inertial apparatus "VAV" in the collector clearance. Kashcheiev M., Vladi V., Manzenko S., Kashcheiev E. Technological features of sinter production in Ukraine, entailing huge emissions of dust and gases in the atmosphere were examined. The inertial apparatus, "VAV-250-ROS" was developed, designed, manufactured and installed in the collector of sintering machine №12 of PJSC "Dnipro Metallurgical Complex". This allowed to reduce dustiness of gases at the output of apparatus from 3.0 g/Nm³ to 0.92 g/Nm³, accordingly, the efficiency of the apparatus was 70%. *Keywords:* sintering machine, dust emissions, inertial apparatus, collector, precipitation of dust.

Производство агломерата сопровождается образованием больших объемов запыленных газов. Технологические газы (организованные выбросы) образуются при спекании шихты на агломашине. Газы отводятся из – под аглоленты через вакуум-камеры, коллектор, пылеулавливающую установку, из которой отсасываются эксгаустером и через дымовую трубу выбрасываются в атмосферу. Выход технологических газов на 1 т агломерата составляет в среднем 2,5 тыс. м³/час, а количество газов, отсасываемых от одной машины, колеблется от 300 тыс. до 2,0 млн. м³/час. В зависимости от площади спекания температура газов составляет 120-180°C. Технологические газы содержат (% объемных) CO₂ – 5-10; CO – 0,5-3,0; O₂ – 12-18; SO₂ – 0,1-0,5; N₂ – остальное. Влагосодержание 5-15%. Содержание пыли 4,0-8,0 г/н.м³[1,9].

Постановка задачи

Обеспыливание агломерационных газов определяется как технологической потребностью – необходимостью увеличения срока службы эксгаустеров, который сейчас составляет от 1,5 до 10 месяцев, а также необхо-

димостью очистки отходящих газов, выбрасываемых в атмосферу, для улучшения экологической обстановки вокруг аглофабрик [6, 7].

Для исследуемой агломерации характерны некоторые технологические особенности, влекущие за собой огромные выбросы пыли и газов в атмосферу в отличие от аналогичных зарубежных аглофабрик [2, 10].

Так, на зарубежных аглофабриках спекают богатые железные руды, а не концентраты [3, 8]. Образующаяся при этом пыль в 3 раза крупнее и ее в 3 раза меньше. Содержание класса менее 200 мкм больше 50 %, поэтому организовать очистку газов несколько проще и легче.

Аглошихта для отечественных машин содержит в рудной части большую массовую долю пылящих железорудных концентратов (60-85 %) и возврата (до 20 %), затрудняющих процессы их подготовки и спекания, операции складирования и усреднения шихтовых материалов нередко с известкованием выполняют на открытых складах без средств пылеподавления [4]. Недостаточная газопроницаемость шихты, низкая герметичность газовых сетей агломашин вынуждают вести спекание в слоях малой высоты,

что приводит к увеличению пылеуноса. При этом пыль достаточно мелкая, содержание класса менее 63 мкм превышает 50 % [9].

Большая часть агломашин Украины оборудована одноступенчатыми батарейными циклонами (мультициклонами), установленными перед эксгаустерами [5,8], а мультициклоны преимущественно работают неэффективно, не обеспечивают надежную защиту эксгаустеров от абразивного износа и эффективное пылеулавливание для защиты окружающей среды.

Результаты работы. В связи с этим предложено установить в коллекторе агломашин № 12 ПАО «ДМК» инерционный аппарат «VAV-250-АФК», который, по предварительным расчетам, снизит запыленность технологических газов на входе в мультициклон на 30-50%, что даст возможность повысить эффективность работы циклонов и улучшить технологию спекания за счет снижения сопротивления в коллекторе и уменьшения выбросов пыли в окружающую среду.

Аппарат инерционного осаждения VAV предназначен для улавливания из промышленных или аспирационных газов дисперсных взвесей минерального или органического происхождения.

Расчетная эффективность улавливания частиц составляет:

- с медианным диаметром до 10 мкм – 50%;
- с медианным диаметром до 20 мкм – 70%.

Конструктивно возможно изготовление аппаратов производительностью от 500 м³/ч.

Отсутствие вихревых потоков, больших скоростей движения дисперсной массы в рабочей зоне аппарата

(скорость движения газового потока в аппарате снижается в 10 раз), существенно сокращается абразивный износ металлоконструкций с увеличением срока службы и эксплуатационных показателей.

По сравнению с устаревшими моделями циклофильтров срок службы инерционного аппарата VAV в 2-3 раза длиннее.

Малое сопротивление аппарата (до 500 Па) позволяет применять его в любом технологическом цикле производства и экономить затраты на энергоносители за счет снижения мощности эксгаустеров. Аппарат инерционного осаждения VAV представляет собой пылевую камеру с размещенным внутри газопроницаемым осадителем, выполненным из профильных элементов. Конфигурация и взаимное расположение элементов осадителя направляют газовый поток по сложной траектории между элементами осадителя (рис.1). В результате в процессе осаждения участвуют механизмы гравитационного осаждения и усиливается аэродинамическая составляющая комбинированного хода газов. Время пребывания мелкодисперсных взвесей и реальный путь частиц значительно увеличиваются, что приводит к повышению эффективности процесса осаждения.

Эвакуация уловленной дисперсной массы производится сухим способом через бункеры, которые находятся под коллектором. Отсутствие вихревых потоков на внутренней поверхности конструкции подверженной усиленному абразивному износу, улучшает эксплуатационные показатели.

Корпусная часть аппарата имеет люки для осмотра, доступа во внутрь аппарата и замены элементов осадителя

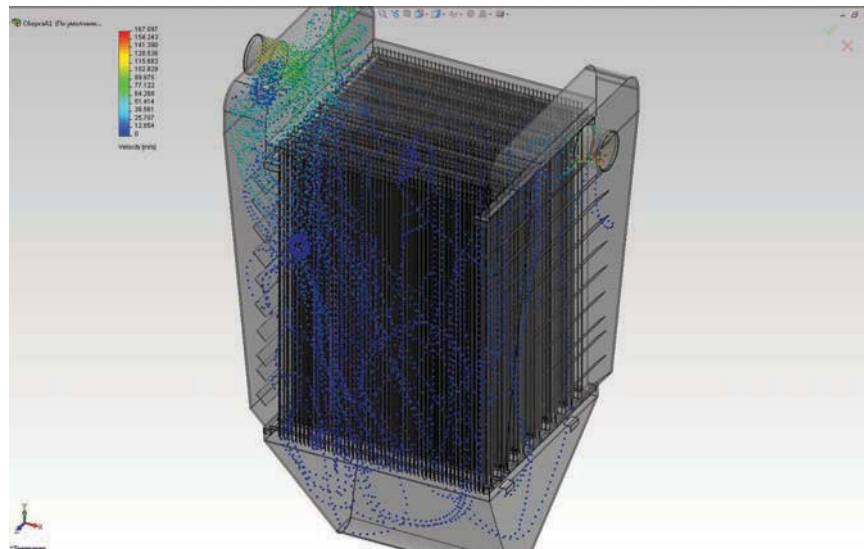


Рис. 1. Траектории движения частиц

теля без применения грузоподъемных механизмов. Конструкция крепления элементов осадителя позволяют, при необходимости, производить быструю их замену без применения сложных и дорогостоящих приспособлений. Аппарат может быть установлен в металлическом корпусе на постаменте с колоннами или непосредственно в коллекторе агломашины. Изготовление аппарата производится в соответствии с требованиями для поставки в полной готовности к монтажу и эксплуатации. Монтаж, пуск, наладка и сдача в эксплуатацию производится в полном объеме в соответствии с действующими нормами. При этом изготовитель гарантирует нормальную эксплуатацию аппарата в гарантийные сроки.

Такой аппарат был спроектирован и изготовлен для Днепропетровского металлургического комбината. В декабре 2015 года инерционный аппарат «VAV-250-АФК» был установлен и

налажен в корпусе газового коллектора агломерационной машины № 12 ПАО «ДМК» (рис. 2).

По результатам замеров проведенных экологической службой комбината, запыленность газов на выходе из аппарата составила $0,92 \text{ г/н.м}^3$ при заявленной заказчиком в ТЗ входящей не менее $3,0 \text{ г/н.м}^3$. Эффективность очистки аппарата составила около 70%.

К преимуществам модернизации предварительной очистки газов относятся:

- сокращение уноса пыли из газового коллектора до 70% за счет осаждения в аппарате крупнодисперсной фракции до 20 мкм;
- увеличение доли крупнодисперсной фракции в общей массе уловленной пыли для возврата в производство из газового коллектора.

При реконструкции 2-й ступени очистки путем замены батарейных циклонов на аппарат тонкой очистки



Рис. 2. Аппарат инерционного осаждения «VAV-250-АФК».
Газовый коллектор агломашины № 12 ПАО «ДМК». Декабрь 2015 года

газов «VAV-400/50D» возможно достижение европейских норм выбросов пыли в атмосферу до 40-50 мг/н.м³ (рис. 3).

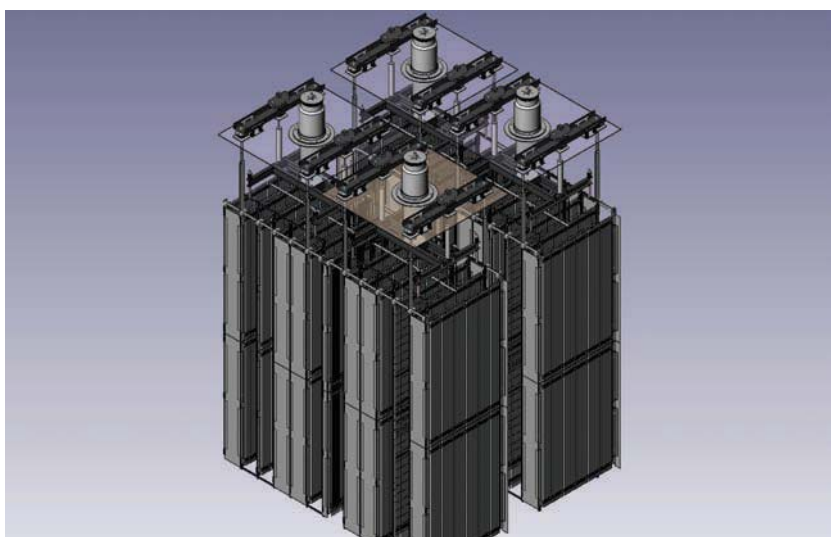


Рис. 3. Электродная система аппарата VAV

Проектная эксплуатационно-техническая характеристика аппарата VAV-400/50D (пылевой):

- габаритные размеры аппарата: длина – 9 м, ширина – 8 м, высота – 7 м;
- количество полей – 4 (комбинированных на 1 поле инерционного осаждения и 3 поля активно- электрических);
- энергопотребление на очистку газа – 0,3 кВт*час на 1000м³;
- производительность по очищаемому газодисперсному потоку – 400 000 м³/час;
- температура обезвреживаемой среды – не более 400 оС;
- сопротивление аппарата – около 300 Па;
- эффективность очистки дымовых газов при входной концентрации – 1-6 г/ нм³;
- остаточная запыленность – не более 0,05г / нм³
- установленный срок службы – не менее 12 лет.

Отличительная особенность аппаратов тонкой очистки газов «VAV» по сравнению с традиционным оборудованием

Основным преимуществом разработанного проекта по сравнению с традиционными электрофильтрами является то, что при аналогичных габаритах производительность электрофильтра VAV в 2-3 раза выше, а эксплуатационные затраты – значительно меньше. По сравнению с традиционными аппаратами газоочистки электрофильтр VAV имеет ряд важных преимуществ.

- В отличие от традиционной технологической схемы очистки газов, электрофильтр VAV может использоваться как с предварительной (первой) ступени очистки, так и без нее.

- В рабочей зоне аппарата располагаются две различные зоны: нулевое поле инерционного осаждения, использующее возможности каскадных переходов энергии аэродинамической составляющей газового потока, расположенных за ним электрических полей с принудительным изменением направления потока, реализующих электроочистку газов.

- Механическое оборудование, детали осадительных и коронирующих электродов, системы пассивного газораспределения легко собираемы в ручную, а устранение отказов не требует применения специальной техники, занимает минимальное время – полная замена поля за 48 часов осуществляется без демонтажа крышки и стенок корпуса без травматизма обслуживающего персонала.

- Вибрационные механизмы регенерации поверхности активных частей осадительных и коронирующих электродов, расположенные вне активного объема аппарата, предотвращает вторичный унос конгломератов уловленных дисперсных взвесей.

- Расположение механизма регенерации (встряхивания) вне рабочей зоне аппарата, в отличие от традиционного расположения молоткового механизма (встряхивания) внутри аппарата, позволяет:

- сократить до минимума неактивные объемы между рабочими полями;
- в существующих корпусах оптимально разместить механическое оборудование;
- в новых корпусах резко сократить габариты установки газоочистки в 2 раза;
- проводить ремонт и профилактику механизма регенерации без остановки

электрофилтра, улучшая при этом его эксплуатационные показатели.

- В отличие от традиционного процесса электрогазоочистки, примененная в аппарате VAV комбинированной электронно-ионной технологии, позволяет эффективно улавливать газообразные загрязнители (SO_x , NO_x), за счет образования в сильном электрическом поле униполярного коронного разряда с повышенной (более чем в 2 раза) электронно-ионной плотностью активных радикалов, озона сорбционных взаимодействий с уловленной заряженной дисперсной массой. С другой стороны, хемосорбция газообразных вредностей (загрязнителей) в накапливаемые слои дисперсной массы обеспечивает химическое кондиционирование для устранения вредных последствий обратного коронирования на поверхности осадительных электродов.

Важным преимуществом электрофилтра VAV является его практическое апробирование. Уже сейчас фильтры, созданные авторами с использованием комбинированной электронно – ионной технологии, работают на Криворожской ТЭС и Запорожском огнеупорном заводе.

В России аналогичные фильтры установлены на нефтеперерабатывающих заводах ОАО «Нижнекамскнефтехим».

Наглядным примером преимуществ филтра VAV является его опыт работы на Запорожском огнеупорном заводе. Филтр был установлен в 2007 году. Согласно отзыва о его работе «При входных концентрациях пыли 3-5 г/м³ после электрофилтра была достигнута концентрация пыли, не превышающая установленных нормативов предельно допустимых выбро-

сов». Относительно работоспособности филтра заказчиком отмечено «Все механическое и электрическое о борудование, поставленное и смонтированное (По Вашему проекту) находится в технически исправном состоянии... Никаких существенных ремонтов полей на сегодняшний день не производилось. Практически весь оставленный Вашим предприятием после монтажа олей ЗИП (элементы коронирующих и осадительных электродов, изоляторы) не использован». То есть эксплуатация нашего электрофилтра показала его высокую надежность и низкую стоимость обслуживания, ведь все ремонтные работы по истечении 5 лет постоянной эксплуатации ограничились заменой шпилек тяг системы вибровстряхивания, которые в силу их простоты выполняются силами механослужбы заказчика.

Кроме преимуществ самого филтра, есть также ряд преимуществ в работе по его установке именно с нашими предприятиями:

1. Поскольку каждое предприятие, каждое производство по-своему уникальны, расчет параметров филтра производится отдельно на каждом объекте. При установке серийного электрофилтра целый ряд показателей должен быть стандартизован, так как завод-изготовитель четко регламентирует эти показатели. Установка филтра без учета их как минимум приведет к ограничению его работоспособности, как максимум – вызовет выход его из строя.

В отличии от конкурентов предлагается установка филтра с адаптацией ее под конкретное производство с учетом требуемых массогабаритных показателей, конфигурации, проектных решений основного производства

и системы газоходов. Это позволяет создать единый комплекс основного производства электрофилтра VAV, что невозможно при установке серийного электрофилтра.

Выводы

- предложен и опробован на агломашине №12 аглофабрики ПАО «ДМК» аппарат инерционного осаждения «VAV-250-АФК» для предварительной очистки газов;

- по результатам замеров, проведенных экологической службой комбината запыленность газов на выходе из аппарата составляет 0,92 г/н.м³ при входящей запыленности 3 г/н.м³. Эффективность очистки составила около 70%;

- предложено проектно-техническое решение замены батарейных циклонов на аппарат тонкой очистки газов «VAV-400/50D», что позволит достичь европейских норм выбросов пыли в атмосферу до 40-50 мг/нм³.

Литература

1. Савинов В.М., Дробный О.Ф., Садыков Н.Х. Аспирация хвостовых частей агломашин. «Сталь» № 2. 2007 г.
2. Величко А.Г., Бобылев В.П., Турищев В.В. и др. Эколого-технологические аспекты расширения ресурсосберегающих функций агломерационного производства // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2012. – № 2. – С. 107-109.
3. Агломерационные установки большой мощности по переработке железных руд./ Материалы симпозиума с участием фирмы «Лурги», ФРГ, Кривой Рог, 1974 г.
4. Пицык Ю.В., Шишацкий А.Г., Агапова В.Г. Пути повышения экологической безопасности в зоне влияния агломерационного производства / Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2010. – № 5. – С. 97-99.
5. Мищенко И.М., Егоров Н.Т. Возможности кардинального сокращения пылевых и газовых выбросов в агломерационном производстве / Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2005. – № 4.
6. Кричевский А.З. Совершенствование технологии агломерационного производства. Киев: Техника, 1989. – 77 с.
7. Совершенствование агломерационного процесса / Колесанов Ф.Ф. и др. – К: Техника, 1983. – 110 с.
8. Гурьев В.С., Корецкая Н.И. Очистка газов в агломерационном производстве США. Ин-т «Черметинформация», 1978. – 20 с.
9. Совершенствование технологии спекания агломерата / Р.С. Берштейн и др. – Днепропетровск: Промінь, 1975. – 11 с.
10. Очистка отходящих газов агломерационных машин / Ин-т «Черметинформация». – М.: ЦИИНЧМ, 1970, Сер. 22. Защита от загрязнений воздушного и водного бассейнов.