



**Осипенко В. В.**  
ООО НПП  
«Днепроэнергосталь»



**Осипенко В. Д. /к. т. н./**  
ООО НПП  
«Днепроэнергосталь»



**Шуваев С. П.**  
ПАО «Орджоникидзевский  
горно-обогатительный  
комбинат»



**Коркодола Ю. И.**  
ПАО «Орджоникидзевский  
горно-обогатительный  
комбинат»

## Разработка и внедрение новой технологии очистки отходящих газов при производстве марганцевого агломерата

*Сообщается о разработке и внедрении в условиях Богдановской обогатительно-агломерационной фабрики на ПАО «Орджоникидзевский горно-обогатительный комбинат» безотходной технологии очистки отходящих газов при производстве марганцевого агломерата. Мероприятия по модернизации пылегазоочистной системы позволили повысить эффективность очистки газов до 99,6 % и организовать возврат уловленной пыли в производство. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр.: 6 назв.*

**Ключевые слова:** выбросы, очистка отходящих газов, агломерационное производство, агломерат, зона спекания, зона охлаждения, разряжение, запыленность, реконструкция, газоочистка, аспирация, циклон, рукавный фильтр, экологическая безопасность

*There has been a report of development and implementation in conditions of Bagdanovskaya concentrating agglomerating plant at PJSC «Ordzhonikidze mining and processing works» of non-waste technology of fume cleaning in the process of manufacturing of manganese agglomerate. Retrofit actions of dust-gas-trapping unit allowed to increase efficiency of gas cleaning up to 99,6 % and arrange for return collected dust into production.*

**Keywords:** waste, fume cleaning, agglomerative production, agglomerate, sintering zone, cooling zone, discharging, dust concentration, reconstruction, gas cleaning, aspiration, cyclone, bag filter, ecological security

Уровень пылегазовых выбросов является одним из основных показателей совершенства технологического процесса, так как он напрямую влияет на эффективность использования сырья и топлива и определяет затраты на природоохранные мероприятия.

В агломерационном производстве очистка газов отходящих от зоны спекания (в отличие от других примеров черной металлургии) представляет собой довольно сложный процесс. К основным трудностям организации очистки газов в зоне спекания относятся необходимость поддержания стабильного разрежения на агломашине для ведения процесса агломерации, высокие температуры отходящих газов, содержание пыли различных фракций и составов.

Исходя из этого, пылеуловители для агломерационных газов должны характеризоваться следующими основными показателями ра-

боты: работать с возможно меньшим перепадом давления, эффективно работать в широком диапазоне температур, не быть восприимчивым к случайным, но неизбежным периодам работы ниже точки росы. Крупная фракция пыли агломерационных газов весьма абразивна и требует соответственных решений против абразивного износа элементов газоочистки.

На Богдановской обогатительно-агломерационной фабрике установлена агломерационная машина К4-50 с рабочей площадью спекания 65 м<sup>2</sup>, длина рабочей поверхности машины 26 м, ширина – 2,5 м.

Основной задачей реконструкции системы пылегазоочистных устройств Богдановской обогатительно-агломерационной фабрики было изыскание путей повышения экологической безопасности агломерационного производства за счет снижения вредных выбросов

в окружающую среду и организации возврата уловленного продукта в производство без снижения объемов производства и ухудшения качества производимого агломерата.

На комбинате впервые применена схема устройства двух газоочисток с применением рукавных фильтров производства НПП «Днепроэнергосталь». Одна из них установлена на зоне охлаждения, и это не является новшеством, а вторая запроектирована и смонтирована на зоне спекания. Это технически новый подход, так как до сих пор никто в Украине и в странах СНГ не имел и не имеет опыта эксплуатации газоочисток с рукавными фильтрами в зоне спекания.

Ранее на Богдановской обогатительной агломерационной фабрике ПАО Орджоникидзевского ГОКа в зоне спекания технологические газы отбирались от коллектора вакуумкамер при помощи нагнетателя Н-6700 и поступали на первую ступень очистки в батарейный циклон БЦ Р540/6х90, затем в мокрые коагуляционные пылеуловители КМП-8 (4 шт.) – вторая ступень очистки.

Для реализации поставленных задач взамен существующей системы в зоне спекания было предложено внедрить установку двухступенчатой системы очистки с применением горизонтального циклона-искрогасителя ЦГ-450 и рукавного фильтра ФРИР-7700 для достижения конечной запыленности очищенного газа не превышающей 10 мг/м<sup>3</sup> (при исходной запыленности аспирируемого газа 3,2 г/м<sup>3</sup>).

**В зоне охлаждения** существовало несколько аспирационных установок:

- установка после чашевого охладителя (зона охлаждения): два скруббера Вентури и нагнетатель Н-6500-11-4;
- в корпусе шихтовых бункеров: скоростной промыватель СИОТ-8 и дымосос;
- в корпусе первичного смешивания: дымосос и скоростной промыватель СИОТ-8;
- на перегрузочном узле: дымосос и центробежный циклон ЦВП № 6.

Очищенный аспирационный воздух выбрасывался в атмосферу через вытяжные трубы корпуса первичного смешивания, шихтового отделения, корпуса агломашины и выхлопную трубу Н = 100 м.

Реконструкцией было предусмотрено объединение отсосов от всех мест пыления для очистки в рукавном фильтре ФРИР-5000Ш.

Схема установки очистки агломерационных газов в зоне спекания включает следующие основные элементы: горизонтальный циклон-искрогаситель ЦГ-450 – первая ступень очистки; рукавный фильтр с импульсной регенера-

ей ФРИР-7700, высокопроизводительный двухпоточный эксгаустер DHRV-35-1400/К; системе конвейеров для удаления уловленной пыли и АСУ ТП. Аппаратурно-технологическая схема системы пылегазоочистных устройств зоны спекания приведена на рисунке.

Схема установки очистки аспирационных газов в зоне охлаждения включает следующие основные элементы: рукавный фильтр с импульсной регенерацией ФРИР-5000; центробежный дымосос двустороннего всасывания ДН-26х2Ф; систему конвейеров для удаления уловленной пыли; систему воздухопроводов с запорно-регулирующей арматурой и АСУ ТП.

**Техническая характеристика основного газоочистного оборудования**

*Техническая характеристика рукавного фильтра ФРИР-7700 производства НПП «Днепроэнергосталь»:*

- Производительность по очищаемому газу до 353413,8-558902,5 м<sup>3</sup>/ч
- Удельная газовая нагрузка 0,92 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>•мин.
- Площадь поверхности фильтрации 7700 м<sup>2</sup>
- Концентрация пыли на входе в фильтр не более 10 г/м<sup>3</sup>
- Концентрация пыли на выходе из фильтра не более 0,01 г/м<sup>3</sup>
- Материал рукавов needlona<sup>R</sup> NO/NO
- термостойкость длительная плюс 200 °С
- термостойкость предельная плюс 220 °С

*Техническая характеристика рукавного фильтра ФРИР-5000 производства НПП «Днепроэнергосталь»:*

- Производительность по очищаемому газу до 521867,9 м<sup>3</sup>/ч
- Удельная газовая нагрузка до 1,67 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>•мин.
- Площадь поверхности фильтрации 5045 м<sup>2</sup>
- Концентрация пыли на входе в фильтр не более 10 г/м<sup>3</sup>
- Концентрация пыли на выходе из фильтра не более 10 мг/м<sup>3</sup>
- Количество фильтровальных рукавов 2304 шт
- Материал рукавов needlona<sup>R</sup> NO/NO
- термостойкость длительная плюс 200 °С
- термостойкость предельная плюс 220 °С

Отбор запыленных агломерационных газов в **зоне спекания** производится от существующего коллектора вакуум-камер.

По газоходу условного диаметра 2800 мм газ поступает в циклон-искрогаситель ЦГ-450,

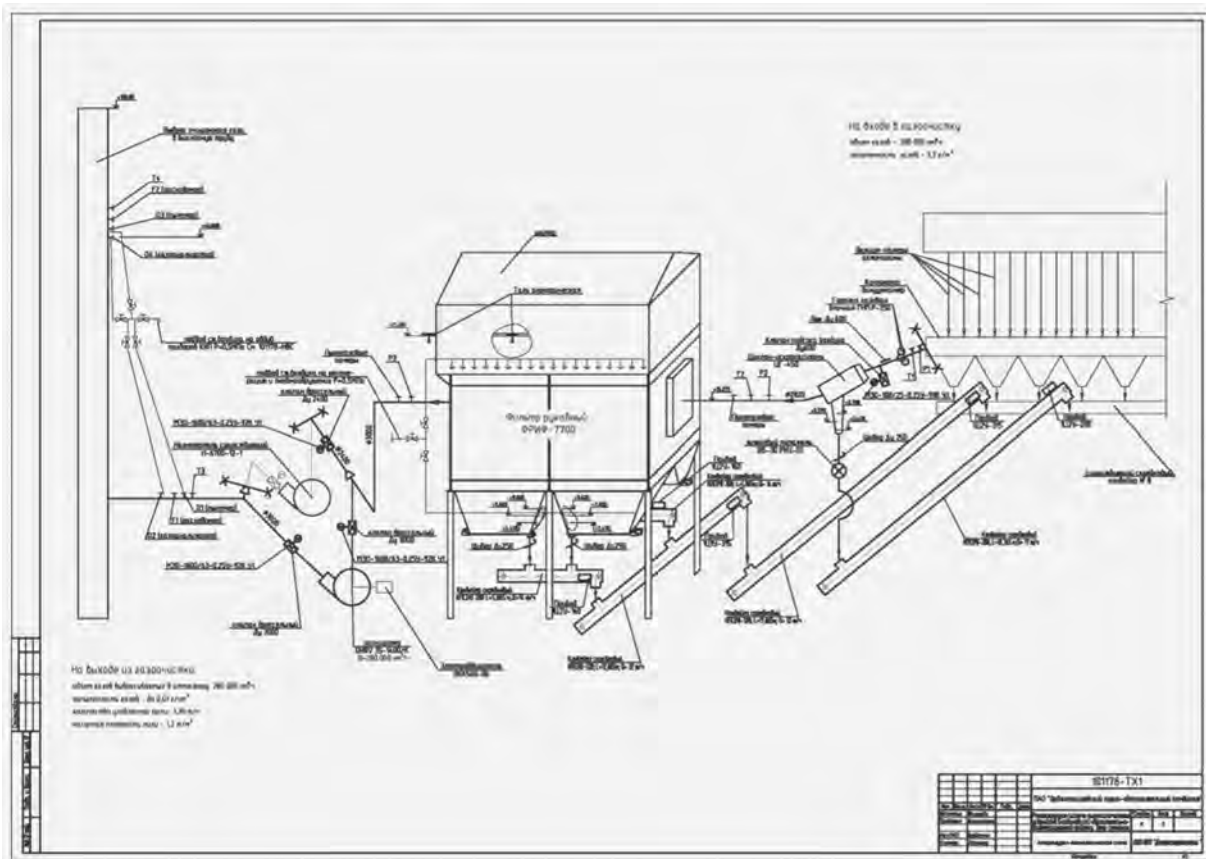


Рисунок. Аппаратурно-технологическая схема системы пылегазоочистных устройств зоны спекания

в котором происходит отделение крупных и возможно тлеющих частиц кокса. После циклона газ направляется в рукавный фильтр ФРИР-7700 производства НПП «Днепроэнергосталь». Далее очищенный газ поступает в выпускную трубу.

В химическом составе агломерационных газов присутствует диоксид серы. Это химическое соединение, вступая в реакцию с водой, образует раствор серной кислоты, разрушающий поверхность оборудования. Для исключения конденсации газов во время пуска агломашин, на газоходе предусмотрена установка двух газовых горелок. С их помощью возможен подогрев очищаемого газа до температуры плюс 80 °С.

Для сохранения температуры очищаемых газов, газоходы от коллектора вакуум-камер до нагнетателя и рукавный фильтр теплоизолированы.

Во время фильтрации измеряется разрежение на входе и выходе фильтра. Уменьшение механических нагрузок на фильтровальные рукава достигается за счет импульсной регенерации. При разности разрежений более 2000 Па начинается регенерация. Регенерация фильтра осуществляется сжатым воздухом.

Фильтр конструктивно разделен на секции. Регенерация в фильтре происходит по секционному, поддерживая постоянное сопротив-

ление на уровне 2000Па. Это необходимо для стабилизации разрежения в агломашине.

С этой же целью предусмотрена установка частотного преобразователя для эксгаустера. Он автоматически поддерживает постоянное разрежение в агломашине путем изменения частоты вращения ротора электродвигателя.

Пыль, уловленная рукавным фильтром, ссыпается в бункера фильтра. Пылевывозка начинается по сигналу датчика «рабочего» уровня пыли в бункерах, прекращается по сигналу нижнего датчика уровня пыли.

Выгрузка пыли из-под циклона-искрогасителя производится независимо от выгрузки пыли в бункерах фильтра, по сигналу датчика о рабочем уровне пыли, либо по времени, либо по сигналу оператора.

Предусмотрены блокировки на оборудовании от ошибок оператора при включении конвейеров во время выгрузки пыли в дистанционном режиме.

На каждом бункере рукавного фильтра и циклона искрогасителя установлено по три датчика уровня пыли: сигнализация о минимальном, рабочем и аварийном уровне пыли.

Аспирационный воздух в зоне охлаждения отбирается от пяти основных этапов спекания марганцевого агломерата: зоны охлаждения агломашин, корпуса шихтовых бункеров, кор-



пуса первичного смешивания, перегрузочного узла, корпуса агломашины и склада агломерата.

Аспирационный воздух при помощи дымососа направляется на очистку в рукавный фильтр ФРИР-5000. Очищенный аспирационный воздух через существующую выхлопную трубу диаметром 4200 и высотой 100 м выбрасывается в атмосферу.

Для предотвращения термической деформации рукавов, при аварийной пиковой температуре аспирационных газов, на газоходе на входе в рукавный фильтр установлены два клапана подсоса воздуха с электроприводами.

Технологические показатели работы газоочистной установки приведены в таблице.

Дополнительный экономический эффект при производстве агломерации достигнут за счет организации возврата уловленной пыли системой конвейеров в производство.

Внедрена автоматизация управления работой двух рукавных фильтров – в зоне спекания и в зоне охлаждения, отображение текущего состояния фильтров на экране монитора, управление работой механизмов фильтров в автоматическом, дистанционном (по команде оператора) и местном режимах (режим опробования и наладки).

Результаты работ по реконструкции системы пылегазоочистных устройств Богдановской обогатительно-агломерационной фабрики обеспечивают все соответствующие требования охраны труда, препятствуя распространению

горячего, запыленного воздуха, содержащего CO, SO<sub>2</sub> и NO<sub>x</sub> в пространстве рабочих зон.

В целом, строительство и ввод в эксплуатацию газоочисток в зонах охлаждения и спекания позволило:

- повысить эффективность очистки агломерационных газов;
- повысить эксплуатационную надежность и снижение эксплуатационных затрат на очистку агломерационных газов;
- снизить количество простоев оборудования;
- заменить изношенное морально устаревшее оборудование на новое, отвечающее современным техническим требованиям;
- исключить финансовые затраты на содержание мокрых систем очистки газов (содержание шламовых отстойников, содержание водоводов и шламопроводов, расходы на перекачивание воды и шламов);
- улучшить условия труда на аглофабрике;
- улучшить экологическую обстановку на территории ПАО «ОГОК» и в г. Орджоникидзе за счет снижения выбросов загрязняющих веществ.

Данные показатели являются свидетельством надежности и эффективности применения рукавных фильтров ФРИР производства НПП «Днепроэнергосталь» и подтверждают возможность решения имеющихся проблем по ликвидации выбросов в агломерационном производстве.

Таблица

Технологические показатели работы газоочистной установки

| Наименование параметра, единицы измерения  | Условное обозначение | Количество                |
|--|----------------------|---------------------------|
| <b>1. Зона спекания</b>  |                      |                           |
| Объем запыленного газа, поступающий на очистку при рабочих условиях (при t = 170 °С) | м <sup>3</sup> /ч    | 558902,5                  |
| Физико-химические свойства пыли  |                      | Слипаемость, абразивность |
| Запыленность аспирационного воздуха на входе циклон-искрогаситель                    | г/м <sup>3</sup>     | 3,2                       |
| Запыленность аспирационного воздуха на выходе из рукавного фильтра                   | г/м <sup>3</sup>     | 0,01                      |
| Объемный вес пыли  | т/м <sup>3</sup>     | 1,2                       |
| Уловлено пыли  | т/ч                  | 1,355                     |
| Эффективность газоочистки  | %                    | 99,7                      |
| <b>2. Зона охлаждения</b>  |                      |                           |
| Объем запыленных газов, поступающих на очистку при рабочих условиях (при t = 170 °С) | м <sup>3</sup> /ч    | 521867,9                  |
| Запыленность аспирационного воздуха на входе в рукавный фильтр                       | г/м <sup>3</sup>     | 2,23                      |
| Запыленность аспирационного воздуха на выходе из рукавного фильтра                   | г/м <sup>3</sup>     | 0,01                      |
| Объемный вес пыли  | т/м <sup>3</sup>     | 1,2                       |
| Уловлено пыли  | т/ч                  | 1,12                      |
| Эффективность газоочистки  | %                    | 99,6                      |

**Выводы**

В условиях Богдановской обогатительно-агломерационной фабрики на ПАО «Орджоникидзевский горно-обогатительный комбинат» внедрена система безотходной технологии очистки отходящих газов при производстве марганцевого агломерата. Данная разработка НПП «Днепроэнергосталь» позволила достичь запыленности газопылевого потока на выходе из рукавных фильтров до  $0,01 \text{ г/м}^3$ . Эффективность газоочистки составляет 99,6 %. Дополнительный экономический эффект достигнут за счет организации возврата в производство уловленной пыли.

Реализация подобных мероприятий технического перевооружения и модернизации систем очистки позволяет не только значительно снизить степень загрязнения окружающей среды и повысить уровень экологической безопасности, но и обеспечить работу предприятия с высокой эффективностью, одновременно снижая потребление электроэнергии, водных ресурсов и топлива.

**Библиографический список**

1. Алиев Г. М. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов. Справ. изд. – М.: Металлургия, 1986. – 544 с.
2. Осипенко В. Д., Васильченко Н. М. Наладка и эксплуатация газоочистных сооружений в черной металлургии. – М.: Металлургия, 1983. – 142 с.
3. Гордон Г. М., Пейсахов И. Л. Пылеулавливание и очистка газов. 2-е изд. – М.: Металлургия, 1968. – 499 с.
4. Русанов А. А., Урбах И. И., Анастасиади А. П. Очистка дымовых газов в промышленной энергетике. – М.: Энергия, 1969. – 456 с.
5. Старк С. Б. Пылеулавливание и очистка газов в металлургии. – М.: Металлургия, 1977. – 328 с.
6. Ужков В. Н., Мягков Б. И. Очистка промышленных газов фильтрами. – М.: Химия, 1970. – 320 с.

*Поступила 10.06.2015*

