

УДК 621.928

А.В. ШАПАРЕНКО, заведующий лабораторией,

Г.Д. ХНЫКИН, ведущий научный сотрудник, **С.Н. ШЕВЛЯКОВ**, научный сотрудник

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

ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ АСПИРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ И ГАЗООЧИСТКИ УСТАНОВКИ ОБЕСПЫЛИВАНИЯ КОКСА ОАО «АЛЧЕВСККОКС»

Представлены результаты исследований, выполненных при проведении пусконаладочных работ на аспирационной системе и газоочистке с рукавным фильтром установки обеспыливания кокса на ОАО «Алчевсккокс».

Ключевые слова: установка тушения кокса, циклон, рукавный фильтр, коксовая пыль, регенерация фильтра.

Экологическая ситуация в коксохимическом производстве требует реализации эффективных мероприятий по снижению выбросов коксовой пыли в окружающую природную среду и производственные помещения. Снижение пылевых выбросов от установки обеспыливания кокса (УОК) успешно решается путем применения укрытий мест пыления с отсосом и последующей сухой очисткой запыленного воздуха.

Потушенный на установке сухого тушения кокс для обеспыливания обдувается вентилятором ВЦ 14-46 № 8 и подается на участок коксосортировки. Аспирационный воздух удаляется:

- от галереи конвейера К-4-Р через отсос № 1 по воздуховоду Ø1000 мм (рис. 1);
- от перегрузочного узла № 2К галереи конвейера К-5-Р через отсос № 2 по воздуховоду Ø315 мм (рис. 2), который врезан в воздуховод Ø1000 мм (рис. 3).

На первую ступень газоочистки УОК аспирационный воздух поступает по воздуховоду Ø1000 мм.

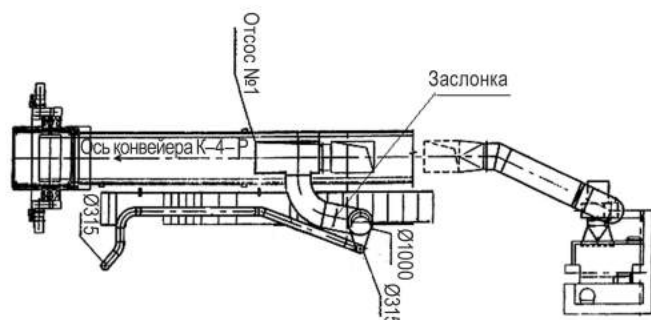


Рисунок 1 – Отсос №1 участка обеспыливания кокса

Принципиальная схема аспирационной системы и газоочистки УОК (разработчики – институт «Гипрококс» и УкрГНТЦ «Энергосталь») представлена на рис. 4. Первая



Рисунок 2 – Отсос № 2 от перегрузочного узла № 2К галереи конвейера К-5-Р

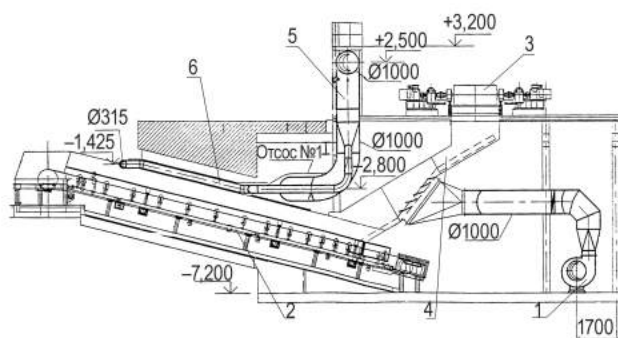


Рисунок 3 – Схема соединения воздуховода от отсоса № 1 УОК галереи конвейера К-4-Р и перегрузочного узла № 2К галереи К-5-Р:

- 1 – вентилятор ВЦ 14-46 № 8; 2 – конвейер К-4-Р; 3 – конвейер К-3-Р; 4 – перегрузочный узел; 5 – воздуховод на циклоны УОК; 6 – газоход от К-5-Р; 7 – обеспыливатель

ступень газоочистки представляет собой два параллельно включенных циклона ЦП-2-1600, вторая – рукавный фильтр ФРИР-650 [1, 2]. Очищенный воздух дымососом Д1 типа ДН 15ТА выбрасывается в атмосферу через вытяжную трубу.

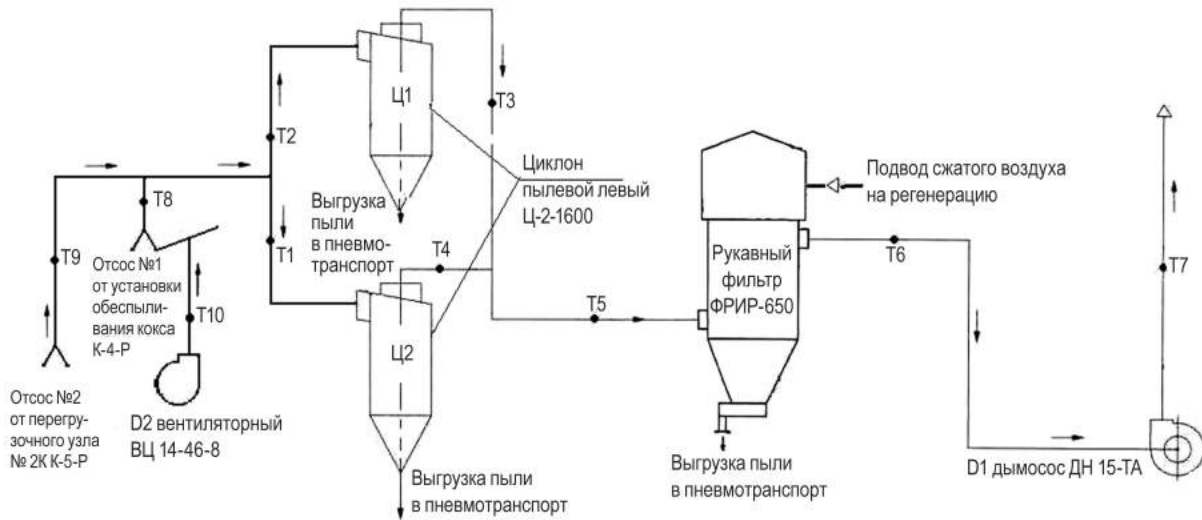


Рисунок 4 – Принципиальная схема аспирационной системы и газоочистки УОК. Т1–Т10 – замерные точки

Одним из недостатков работы аспирационной системы и газоочистки УОК явился неудовлетворительный отсос запыленного воздуха от перегрузочного узла № 2К галереи К-5-Р. В результате высокой запыленности помещения галереи К-5-Р обслуживание рабочей площадки в полном объеме согласно инструкции не проводилось.

Эксперименты по увеличению объема отбираемого аспирационного воздуха от перегрузочного узла № 2К галереи К-5-Р путем открытия направляющего аппарата (более 50 %) дымососа ДН 15-ТА не дали положительных результатов. При открытии направляющего аппарата дымососа увеличивался объем отсасываемого аспирационного воздуха от установки обеспыливания кокса (отсос 1), а объем аспирационного воздуха от перегрузочного узла № 2К галереи К-5-Р (отсос 2) увеличивался незначительно.

Ввиду этого было принято решение увеличить объем аспирационного воздуха, отбираемого от перегрузочного узла № 2К галереи К-5-Р, путем перераспределения аспирационного воздуха, поступающего по воздуховодам Ø315 мм и Ø1000 мм. Для этого перед врезкой воздуховода Ø315 мм (рис. 1) в воздуховод Ø1000 мм была установлена регулирующая заслонка. Расход аспирационного воздуха регулировался величиной перекрытия заслонкой площади поперечного сечения воздуховода Ø1000 мм.

В процессе исследований получена зависимость изменения объема аспирационного воздуха, отбираемого от перегрузочного узла № 2К галереи К-5-Р, от величины перекрытия сечения воздуховода Ø1000 мм (рис. 5).

Установлено, что для обеспечения санитарных норм на рабочем месте обслуживания перегрузочного узла № 2К необходимо от галереи К-5-Р отбирать аспирационный воздух в объеме 11,25 тыс. м³/час.

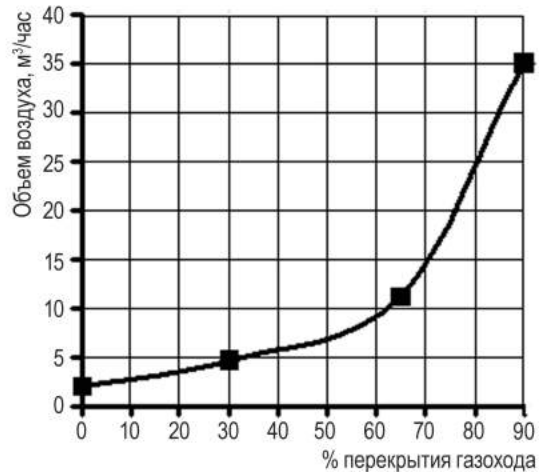


Рисунок 5 – Изменение объемов воздуха, отбираемого от перегрузочного узла № 2К галереи К-5-Р, в зависимости от величины перекрытия сечения газохода Ø1000 мм

Для этого следует перекрыть на 65 % сечение воздуховода Ø1000 мм. При увеличении перекрытия сечения воздуховода Ø1000 мм увеличивается количество отбираемого аспирационного воздуха от перегрузочного узла № 2К галереи К-5-Р, однако при этом значительно снижается эффективность работы установки обеспыливания кокса.

Параллельно были проведены эксперименты по изменению объемов аспирационного воздуха, поступающего на обеспыливание кокса от вентилятора ВЦ 14-46 № 8, путем установки по центру на всасе вентилятора заслонки с круглым отверстием. Установка заслонки с отверстием Ø320 мм обеспечивала подачу 8,6–9,1 тыс. м³/час воздуха, что оказалось недостаточным. Увеличение диаметра отверстия заслонки до Ø400 мм повысило расход воздуха, поступающего на УОК, до 15,64 тыс. м³/час, что обеспечивало удовлетворительную работу аспирационной системы и газоочистки УОК. Следует отметить, что

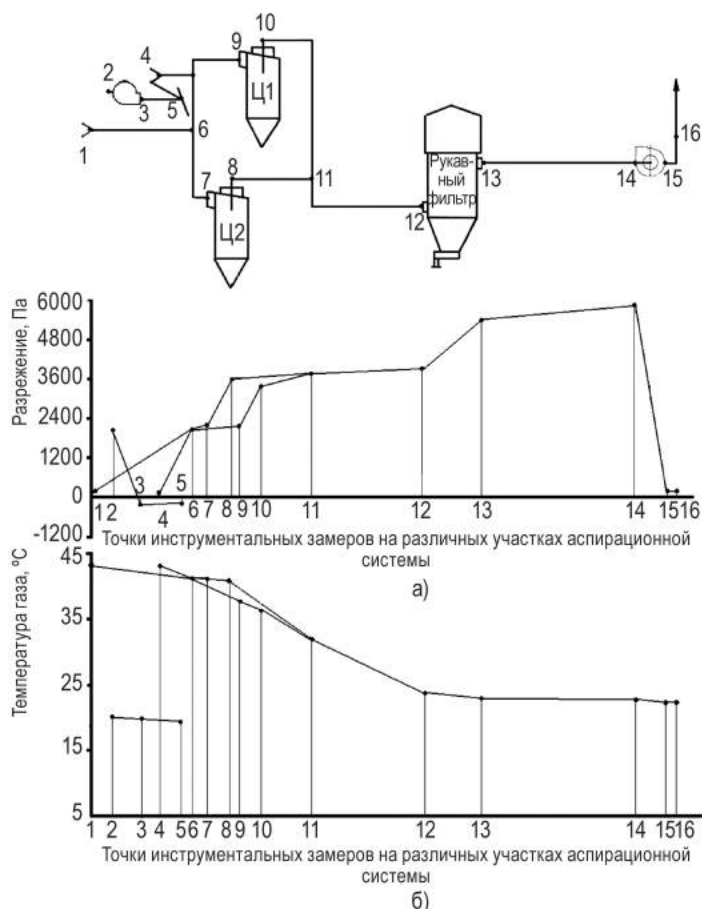


Рисунок 6 – Аэродинамическая (а) и температурная (б) характеристики аспирационной системы и газоочистки УОК

при пуске вентилятора без заслонки происходила перегрузка по току электродвигателя вентилятора и автоматическое его выключение.

На рис. 6 представлены аэродинамическая и температурная характеристики аспирационной системы и газоочистки УОК, полученные в результате выполнения пусконаладочных работ.

Анализ данных, представленных на рис. 6, показывает, что гидравлическое сопротивление фильтра составляет 1840 Па, циклонов Ц1 – 1400 Па, Ц2 – 1640 Па. Температура воздуха на входе аспирационной системы – 43 °С. За счет подсосов и охлаждения при движении по воздуховоду температура воздуха на входе в вытяжную трубу снижается до 20 °С.

В табл. 1 представлены данные по расходу воздуха аспирационной системы и газоочистки УОК, полученные после наладочных работ. Расход аспирационного воздуха

после рукавного фильтра составляет 44,61 тыс. $\text{м}^3/\text{час}$, гидравлическое сопротивление фильтра – 1840 Па, циклонов Ц1 – 1640 Па, Ц2 – 1400 Па.

Оптимальный режим регенерации рукавного фильтра представлен на рис. 7. На графике показано изменение гидравлического сопротивления рукавного фильтра в зависимости от времени его работы.

Участок 1 (рис. 7) соответствует паузе длительностью 30 мин между двумя последовательными регенерациями. Участок 2 соответствует регенерации фильтра, длительность которой составляет 6 мин 54 с. Пики гидравлического сопротивления фильтра на участке 2 соответствуют переходу регенерации от одной секции к другой.

В случае несвоевременного скачивания пыли от циклонов пауза между двумя последовательными регенерациями уменьшается до нуля при работе фильтра в режиме регенерации по гидравлическому сопротивлению. При этом регенерация фильтра происходит непрерывно.

На рис. 8 представлено изменение гидравлического сопротивления рукавного фильтра в зависимости от времени его работы при несвоевременной выгрузке пыли. Пауза между двумя последовательными регенерациями составляет 12 мин (уменьшение паузы снижает надежность работы фильтра и всей аспирационной системы и газоочистки УОК).

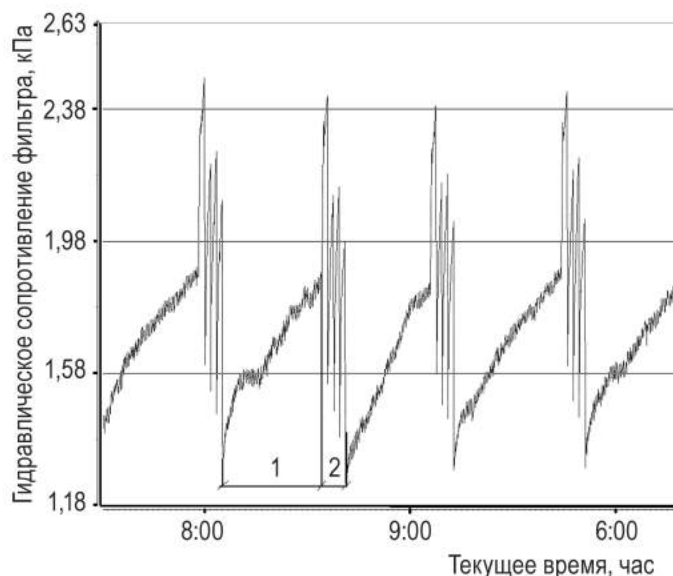


Рисунок 7 – Изменение гидравлического сопротивления рукавного фильтра в зависимости от времени его работы при регенерации с отсечкой

Таблица 1 – Расход газа на аспирационной системе и газоочистке УОК

Параметр	Замерная точка по схеме, приведенной на рис. 4									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Скорость газового потока, м/с	21,09	16,43	14,37	20,20	19,44	15,09	90,74	13,44	41,44	16,77
Объем газа, тыс. $\text{м}^3/\text{час}$	24,52	19,01	20,49	28,80	48,29	47,58	47,58	37,98	11,25	15,64
Объем газа, тыс. $\text{нм}^3/\text{час}$	20,55	16,01	17,34	24,36	42,25	46,6	46,6	33,14	9,34	14,22

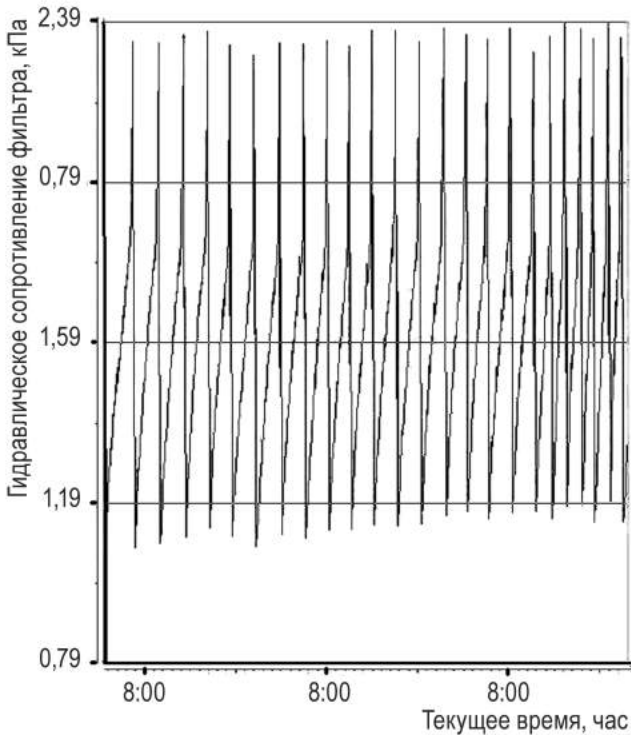


Рисунок 8 – Изменение гидравлического сопротивления рукавного фильтра в зависимости от времени его работы при несвоевременной выгрузке пыли

Аэродинамическая характеристика дымососа ДН 15ТА, приведенная к рабочим условиям испытания газоотводящего тракта, представлена на рис. 9.

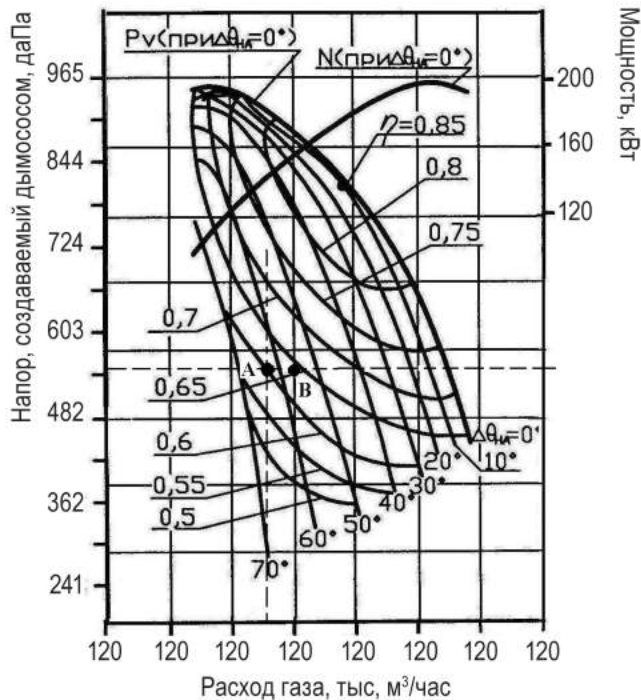


Рисунок 9 – Аэродинамическая характеристика дымососа ДН 15ТА, приведенная к рабочим условиям испытания газоотводящего тракта

На аэродинамическую характеристику нанесены рабочая точка А и точка В, соответствующая паспортной характеристике. Анализ аэродинамической характеристики дымососа показал, что фактическая производительность дымососа меньше паспортной на 9 тыс. м³/час.

Авторы исследовали пыль, отобранную из бункеров рукавного фильтра. Результаты исследования дисперсного состава пыли приведены на рис. 10 и в табл. 2.

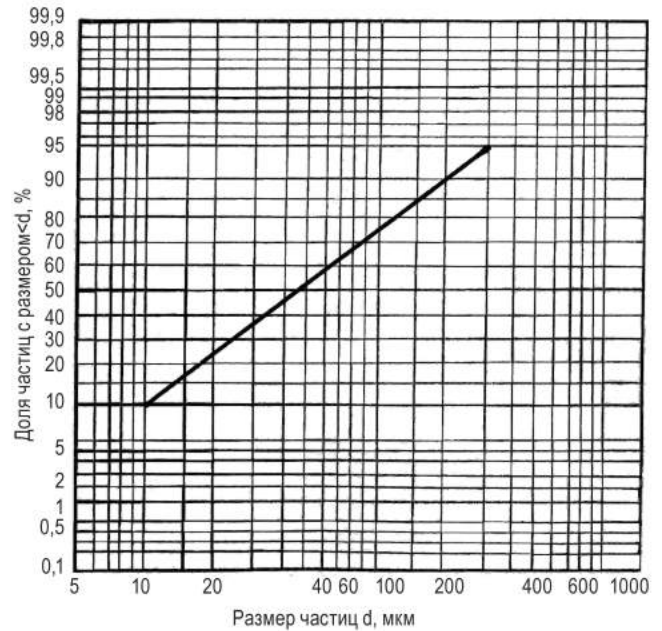


Рисунок 10 – Распределение по размерам частиц коксовой пыли из бункера фильтра ФРИР-650 установки УОК

Таблица 2 – Дисперсный состав коксовой пыли установки УОК, отобранной из бункера рукавного фильтра ОАО «Алчевсккокс»

Размер фракций, мкм	Массовая доля фракций, %
< 10	10
10–20	15
20–30	14
30–40	9
40–60	12
60–80	9
80–100	6
100–150	10
150–200	5
200–300	5
> 300	5
Средний медианный размер частиц (d_{50}), мкм	45

Результаты исследований показали, что коксовая пыль, уловленная рукавными фильтрами, состоит из мелкодисперсных частиц различного фазового состава, основная масса которых имеет размеры в диапазоне 10–

100 мкм. Средний медианный размер (d_{50}) частиц пыли от УОК составляет 45 мкм.

Во время проведения исследований определялась плотность (истинная и насыпная) коксовой пыли, отобранной из бункера фильтра ФРИР-650. Результаты исследований представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Плотность коксовой пыли от УОК ОАО «Алчевсккокс»

Показатель	Величина, г/см ³
Истинная плотность	2,19
Насыпная плотность (без утряски)	0,62
Насыпная плотность (с утряской)	0,98

Следует отметить, что образующаяся в УОК пыль имеет высокую абразивность, что приводит к повышенному износу воздухопроводов и корпусов циклонов и требует дополнительных затрат, связанных с их восстановлением. В частности, приборы КИПиА, установленные на аспирационной системе в местах повышенных скоростей пылевого потока, изнашиваются в течение нескольких недель эксплуатации. На рис. 11 показан износ установленных в циклонах датчиков уровня пыли.

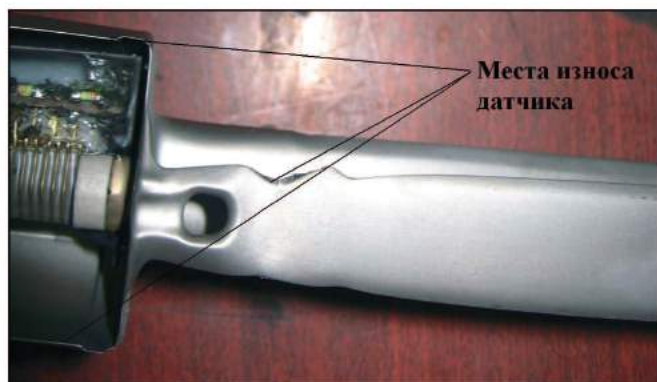


Рисунок 11 – Износ датчиков уровня пыли

Высокая абразивность пыли объясняется ее морфологическим строением. Микроскопические исследования показали, что частицы пыли имеют неправильную геометрическую форму в виде пластин с острыми режущими кромками (рис. 12).

В табл. 4 представлены данные замеров концентрации пыли на различных участках аспирационной системы и газоочистки УОК.

Эффективность очистки в циклонах Ц1 – 94 %, Ц2 – 65 %, в рукавном фильтре – 95,33 %.

КПД аспирационной системы и газоочистки УОК составил 99,9 %, что подтверждает высокую эффективность аспирационной системы и газоочистки с при-

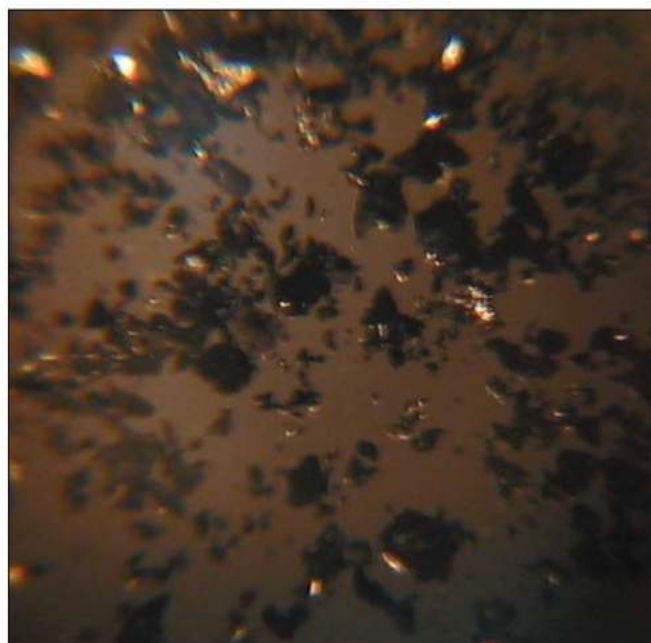


Рисунок 12 – Морфологическое строение пыли. Увеличение 50

Таблица 4 – Концентрация пыли на участках аспирационной системы и газоочистки УОК

Величина	Замерная точка согласно схеме, приведенной на рис. 4					
	T2	T4	T3	T4	T5	T7
Концентрация пыли, г/м ³	4,8–10,5	1,49–2,01	0,3–0,4	0,53–1,49	0,16–0,45	0,002–0,021

менением рукавных фильтров с импульсной регенерацией, разработанных, изготовленных и поставленных УкрГНТЦ «Энергосталь».

На основании результатов исследований разработан проект паспорта системы газоудаления и газоочистки установки УОК комплекса коксовых батарей № 10-бис ОАО «Алчевсккокс», а также разработана и утверждена режимная карта эксплуатации газоочистки УОК и рукавного фильтра ФРИР-650 (табл. 5).

Таблица 5 – Режимная карта эксплуатации газоочистки УОК и рукавного фильтра ФРИР-650

Наименование параметра	Единица измерения	Величина
Степень открытия направляющих дымососа	%	50
Производительность по газу • после фильтра	м ³ /час	56000
Ток в двигателе	А	283
Производительность вентилятора ВЦ 14–46 № 8	м ³ /час	25000
Температура газов перед рукавным фильтром	°С	14–40



Таблица 5 – Продолжение

Наименование параметра	Единица измерения	Величина
Разрежение газов: • перед фильтром • после фильтра	кПа	2,0–3,5 3,5–5,5
Сопротивление фильтра	кПа	1,5–2,0
Регенерация фильтра: • давление воздуха • цикл регенерации по ΔP	МПа мА	0,45–0,60 12
Запыленность газов: • на входе в циклоны • на входе фильтра • на выходе фильтра	г/м ³	4,5–7,2 0,16–0,45 0,003–0,021

ВЫВОДЫ

Сухие системы пылеулавливания, установленные на УОК, позволяют обеспечить эффективность очистки от пыли на уровне 99,9 %, что соответствует лучшим отечественным и зарубежным образцам.

Надано результати досліджень, що виконані під час проведення пусконаладжувальних робіт на аспіраційній системі та газоочистці з рукавним фільтром установки знепилювання коксу на ВАТ «Алчевськкокс».

При проектировании аспирационных систем и газоочистки УОК необходимо уделять внимание защите оборудования от повышенного износа, транспортирующего аспирационный воздух после обеспыливания кокса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пат. 2210428 Российская Федерация, МПК⁷ В 01 D 46/02. Рукавный фильтр/Ерохин А.В., Осипенко В.Д., Поставничий В.В.; заявители и патентообладатели УкрГНТЦ «Энергосталь», ООО НПП «Днепроэнергосталь». – № 2001133120 / 12; заявл. 11.12.01; опубл. 20.08.03, Бюл. № 23. – 10 с.
2. 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. 8–12.

Поступила в редакцию 26.01.2011

The results of investigations carried out during commissioning works at aspiration system and gas-purification with bag filter of coke de-dusting installation at JSC "Alchevsk coking plant" are given.