



DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-1-101-112

УДК 666.9.022.59

КОНТРОЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОЧИСТКИ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ОГНЕУПОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ю.А. Каганова

Российский университет дружбы народов
Российская Федерация, 115093, Москва, Подольское шоссе, 8/5

Статья содержит анализ технических способов удаления пыли из помещений цеха по производству алюмосиликатных изделий полусухого и пластичного формования для футеровки печей сталеплавильного производства, цементной, стекольной, химической промышленности, а также по производству шамота и молотых материалов. Рассмотрены основные причины загрязнения воздушной среды в процессе производства огнеупорных материалов, в частности, алюмосиликатных изделий, а также основные решения в области охраны атмосферного воздуха для действующих и проектируемых предприятий. В результате анализа статистических данных за 2010—2017 гг. выдвинуто предположение о независимости эффективности работы аспирационных систем от года ввода в эксплуатацию и производственного участка цеха. В связи с этим установлена необходимость постоянного мониторинга работы газоочистного оборудования и выдвинуты предложения по контролю работы применяемых аспирационных систем для обеспечения их надлежащего функционирования и предотвращения сверхнормативных выбросов.

Ключевые слова: мониторинг выбросов, пылегазоочистка, аспирационная система, эффективность очистки выбросов, датчик запыленности

Обоснование. В настоящее время в России создана большая нормативно-правовая база, регулирующая деятельность промышленных предприятий. Для обеспечения безопасности здоровья населения и состояния окружающей среды разработано множество нормативов, базирующихся на контроле различных показателей, в целях ограничения воздействия вредных веществ на природные среды, в том числе на атмосферу. Среди прочих требований согласно п. 7 ст. 16 ФЗ № 96 «Об охране атмосферного воздуха» на предприятиях обязательно наличие газоочистного и пылеулавливающего оборудования, в противном случае их деятельность будет приостановлена или прекращена, кроме того, работа очистных сооружений подлежит обязательному государственному контролю. Основные экологические проблемы при производстве шамотных, муллитовых, муллитокорундовых изделий связаны с отходящими газами, образующимися при работе различного типа оборудования. Большое количество взвешенных частиц образуется в результате работы механизмов ударного действия, используемых для помола материалов (прессов, дробилок и мельниц), машин и установок, действие которых сопряжено с наличием воздушных потоков (пневмотранспорта) и узлов загрузки и выгрузки продукции — транспортеры, конвейеры, элеваторы.

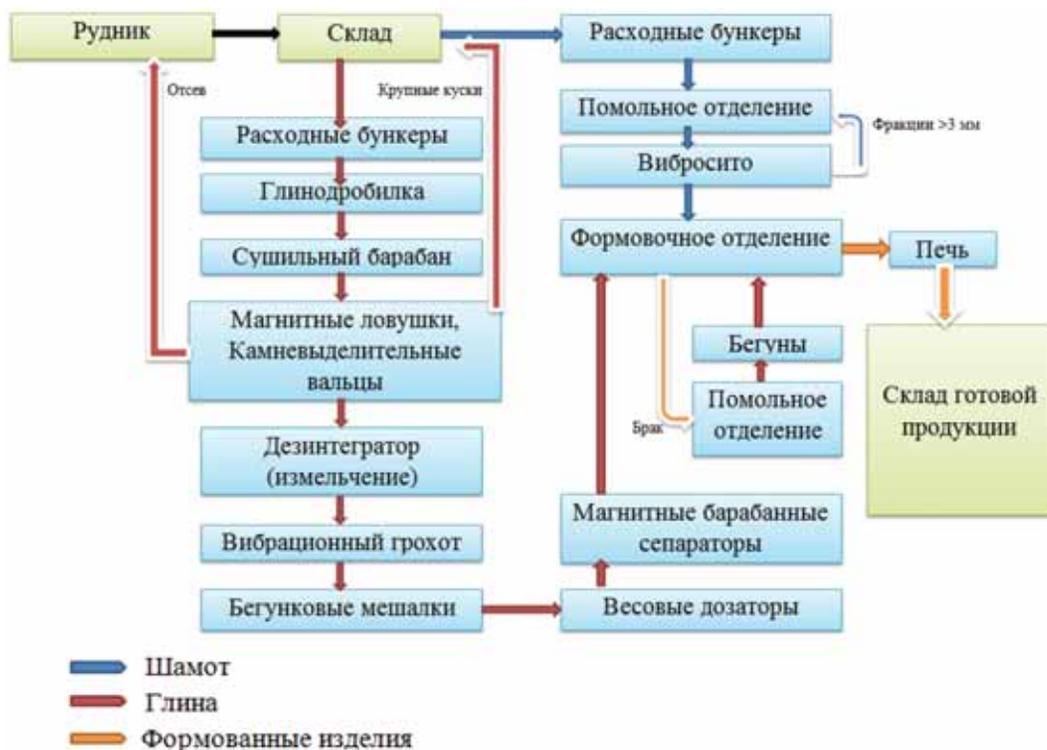


Рисунок. Технологическая схема производства алюмосиликатных огнеупоров

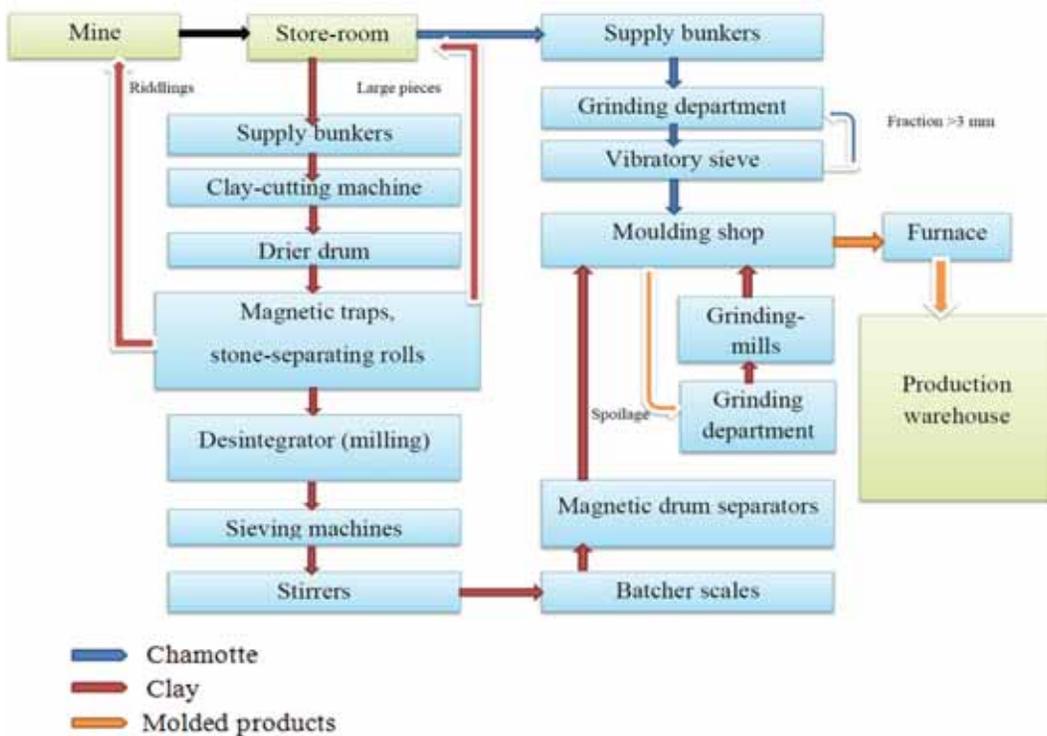


Figure. Technological scheme of production of aluminosilicate refractories

Технология производства алюмосиликатных огнеупоров включает в себя следующие основные операции: приемка, подготовка и хранение сырья → формирование полуфабриката → сушка → обжиг → сортировка и упаковка готовых изделий. В качестве сырья при производстве огнеупоров используют огнеупорную глину, шамот, природное минеральное сырье, а также искусственно получаемые материалы. Технологическая схема производства алюмосиликатных огнеупоров представлена на рисунке.

В выбросах цеха основные объемы загрязняющих веществ приходятся на диоксид серы, диоксид азота, пыль до 20% SiO_2 , оксиды азота, оксид углерода. Специфические фиброзно-склеротические заболевания легких развиваются от вдыхания пыли, содержащей двуокись кремния, высокое содержания в пыли свободной окиси SiO_2 увеличивает риск возникновения силикоза, а в алюмосиликатном производстве соединения, содержащие двуокись кремния в связанном с другими элементами состоянии, способны вызывать силикатозы [1]. При обжиге в процессе превращения глины в шамот повышается содержание свободной двуокиси кремния в результате разложения каолинита на муллит и кристобалит, поэтому шамотная пыль более опасна.

В целях очистки и обезвреживания выбросов используются специальные технологии, процессы и устройства. В рассматриваемом производстве все источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу оснащены пылегазоочистными аппаратами — газоочистным оборудованием различных марок и производителей — от старых СМЦ166Б, ФВ, ФБ, ФРКН, ФРКИ до современных ФРИГ, ФРИП, КФЕ и ФРИ. Уловленная аспирационными системами из мельниц, глинодробилок, вибросит и грохотов пыль возвращается в производство путем сухого прессования на прессвальцах массы приготовленной из пыли с добавлением глиняного шликера. Полученная смесь используется в качестве добавки к сырью при выпуске шамота.

Несмотря на установку большого количества фильтров и систем, в основе работы которых лежат различные технологии, сохраняется необходимость мониторинга выбросов для обеспечения надлежащей степени очистки и соответствия санитарно-гигиеническим и экологическим требованиям.

Цель. Выдвижение обоснованных предложений по обеспечению бесперебойной и высокоэффективной очистки отходящих газов на основе обобщения и анализа сведений о работе отдельных пылегазоочистных систем.

Материалы и методы. Загрязняющие вещества, образующиеся в процессе производства, следующие: азота диоксид, азота оксид, сера диоксид, углерод (сажа), углерод оксид, пыль неорганическая — до 20% SiO_2 , дижелеза триоксид, марганец и его соединения, хрома (IV) оксид, фториды газообразные, фториды плохорастворимые, фенол, формальдегид, керосин. Удельные выбросы этих загрязнителей варьируют в широких пределах и зависят от типа производимой продукции и стадии производственного процесса. В таблице 1 приведены характеристики выбросов отходящих газов в процессах обжига в туннельной печи различных огнеупорных продуктов.

Каждый технологический этап производства алюмосиликатных изделий влечет за собой привнесение новых, нехарактерных веществ и изменение естествен-

ных концентраций в воздушном бассейне. Установка газоочистных аппаратов в производстве — наиболее эффективное средство борьбы с выбросами пыли и вредных газообразных компонентов в атмосферу на всех этапах производства. Параметры воздушной смеси контролируются посредством измерений концентрации загрязняющих веществ инструментальными методами в отходящих газах от источников загрязнения в точках, предшествующих поступлению газового потока в установку очистки газа, а также на выходе из нее.

Таблица 1

Характеристика отходящих газов туннельной печи [2]

Загрязняющее вещество	Концентрация, мг/м ³	
	Вид огнеупоров	
	высокоглиноземистые	низкоглиноземистые
Пыль	5–80	10–25
NO _x в пересчете на NO ₂	30–250	5–100
SO _x в пересчете на SO ₂	10–430	20–150
CO	30–150	10–50
Фториды неорганические газообразные в пересчете на HF	5–50	1–3

Table 1

Raw gas values in tunnel kiln firing processes of different refractory products

Emission component	Concentration mg/m ³	
	Product	
	High alumina	Silica
Dust	5–80	10–25
NO _x stated as NO ₂	30–250	5–100
SO _x stated as SO ₂	10–430	20–150
CO	30–150	10–50
Inorganic gaseous fluorine compounds stated as HF	5–50	1–3

Эффективность очистки — важнейшая характеристика аппарата, на нее ориентируются при выборе пылеулавливающего оборудования в соответствии с допустимым остаточным содержанием пыли и принимают решение о модернизации, ремонте или замене систем очистки [3].

При эксплуатации отдельных видов газоочистных систем возможен дисбаланс по газу (при наличии значительных подсосов воздуха), поэтому эффективность очистки определяется по формуле, %:

$$E = \frac{C_H V_H - C_K V_K}{C_H V_H} 100, \quad (1)$$

где C_H и C_K — средние концентрации вредных веществ в газах соответственно на входе (начало) в систему и на выходе (конец) из нее, г/м³; V_H и V_K — объемный расход газов, поступающих в систему и выходящих из нее, тыс. м³/час [4].

В ходе проведенного исследования были собраны и проанализированы результаты эффективности 38 аспирационных установок, используемых на различных

участках производства. Отдельные единицы промышленного оборудования имеют выход к единой системе очистки, очистка отходящих газов от трубных мельниц проходит в два этапа.

Результаты. Для оценки сравнительных характеристик эффективности аспирационных установок различного типа сведения о них были структурированы (табл. 2) по мере ввода в эксплуатацию пылегазоочистных установок, а выводы сделаны на основании фактических показателей эффективности за 2010—2017 гг.

Таблица 2

Характеристика эффективности очистки

Источник выделения веществ	Тип ПГУ	Год ввода в эксплуатацию	Фактическая степень (эффективность) очистки за 2010—2017 гг., %		
			минимальная	максимальная	среднее
Пресс СМ-1085 № 4, бегуны, мешалки, ленточный конвейер, элеватор	Циклон ЦВП-6	1983	83,59	86,04	84,73
Пресс СМ-1085 № 10, мешалка, элеватор, бегуны, конвейер	Циклон ЦВП-6	1983	87,18	90,75	88,68
Пресс Lais № 2, № 3, мешалки, бегуны, ленточный конвейер, элеватор	Циклон ЦВП-6	1983	88	90,50	89,86
Пресс СМ-1085 № 6, мешалка, элеватор, бегуны	Циклон ЦВП-6	1983	76,34	90,54	86,46
Пресс СМ-1085 № 9, мешалка	Циклон ЦВП-6	1983	84,61	97,00	88,65
Вальцы, бункер, ленточный транспорт	Скруббер НС-15	1984	77,98	99,49	91,65
Весы ДПО-250, смеситель СП 1000, ленточный питатель, растирочное устройство	Скруббер НС-15	1985	80,79	84,21	82,50
Элеватор, грохот, бункеры	Скруббер НС-9	1986	84,64	90,22	88,04
Трубомельница № 5	1 ступень: циклон ЦН-15, 2 ступень: рукавный фильтр СМЦ-166Б	1995	92	96,00	93,37
Сушильный барабан № 1	Электрофильтр УГ2-3-26	1995	97,71	99,07	98,22
Сушильный барабан № 2	Электрофильтр УГ2-3-26	1995	96,84	98,70	97,84
Бункеры	Скруббер НС-15	1995	81,23	97,50	85,88
Пресс СМ-1085 № 12	Скруббер ЦС-7	1995	87,60	95,81	91,84
Дробилка брака готовых изделий	Циклон ЦН-15	1995	75,05	82,01	79,98
Мешалки, бегуны, ленточный конвейер, элеватор	Скруббер НС-15	1995	38,75	81,27	74,98
Дробилка, пресс Lais № 1	Скруббер ЦС-8	1995	85,80	90,41	88,16
Ручная формовка, дозаторы, двухвальный смеситель.	Скруббер НС-9	1995	83,02	90,11	86,13
Весы ДПО, смесители, питатель, бегуны	Скруббер НС-15	1995	79,24	85,01	82,51

Окончание табл. 2

Источник выделения веществ	Тип ПГУ	Год ввода в эксплуатацию	Фактическая степень (эффективность) очистки за 2010–2017 гг., %		
			минимальная	максимальная	среднее
Весы ДПО-250, смесители СП 1000, бегуны № 5, щековая дробилка	Скруббер НС-15	1995	80,55	84,02	82,53
Бункеры пыли	Рукавный фильтр ФРКИ-30	1998	93,00	96,87	95,78
Пресс ДАО-242	Циклон ЦВП-6	1999	84,11	95,83	91,26
Прессы СМ-1085 № 8	Скруббер ЦС-6	2000	86,35	98,30	90,87
Затарка мертеля	Рукавный фильтр ФВ-45	2001	84,98	96,65	91,01
Трубомельница № 1	1 ступень: циклон ЦН-15, 2 ступень: фильтр рукавный ФРИГ-108	2001	91,12	99,12	96,44
Весы ДПО-250, ДПО-500, ленточный конвейер, пресс «Лайс» № 1	Скруббер НС-15	2001	80,80	89,80	86,26
Трубомельница № 2	1 ступень: циклон ЦН-15, 2 ступень: рукавный ФБ-48	2002	95,00	99,13	95,88
Шаровая мельница, бункер, элеватор	Фильтр рукавный КФЕ 72	2006	77,05	99,38	87,34
Трубомельница № 4	1 ступень: циклон ЦН-15, 2 ступень: фильтр рукавный ФРИ-60	2008	93,00	97,70	95,4
Бункер, элеватор, ленточный транспорт	Фильтр рукавный ФРИП-60	2008	85,04	97,19	94,17
Бункер	Рукавный фильтр ФРИГ-36	2008	94,00	96,09	95,28
Бункер, смеситель, ленточный конвейер	Фильтр рукавный ФРКИ-90	2008	94,30	96,00	95,11
Пневмотранспорт (затарка ШПБ), бункер, питатель	Рукавный фильтр ФРИГ-72	2008	95,42	98,20	97,46
Трубомельница № 3	1 ступень: циклон ЦН-15, 2 ступень: фильтр рукавный ФРИ-60	2010	93,03	97,92	95,06
Конвейер, бункеры	Фильтр рукавный ФРИ-180	2011	74,11	97,68	87,09
Шаровая мельница № 2, головки элеватора, бункер, ленточный конвейер, питатель	Рукавный фильтр ФРИ-90	2012	97,69	99,42	98,35
Шаровая мельница № 4, бункер, головки и башмак элеватора, ленточного конвейера, питателя	Фильтр рукавный ФРИ-90	2012	96,22	98,99	97,22
Вальцы, грохоты, бункеры, головки элеватора	Рукавный фильтр ФРИ-90	2015	98,09	99,68	98,82
Шаровая мельница № 1, элеватор, бункеры	Рукавный фильтр ФРИ-90	2015	94,61	97,63	96,51

Table 2

Characteristics of cleaning efficiency

Emission source of substances	Dust-collecting equipment	Commissioning year	Actual power (efficiency) of purification for 2010–2017, %		
			minimum	maximum	average value
Press SM-1085 № 4, grinding-mills, stirrers, belt conveyor, elevator	Cyclone TSVP-6	1983	83,59	86,04	84,73
Press SM-1085 № 10, stirrers, elevator, grinding-mills, belt conveyor	Cyclone TSVP-6	1983	87,18	90,75	88,68
Press Lais № 2, № 3, stirrers, grinding-mills, belt conveyor, elevator	Cyclone TSVP-6	1983	88	90,5	89,86
Press SM-1085 № 6, stirrers, elevator, grinding-mills	Cyclone TSVP-6	1983	76,34	90,54	86,46
Press SM-1085 № 9, stirrer	Cyclone TSVP-6	1983	84,61	97	88,65
Rollers, storage hopper, belt conveyor	Scrubber NS-15	1984	77,98	99,49	91,65
Weighing-machine DPO-250, mixer SP 1000, conveyor feeder, triturator	Scrubber NS-15	1985	80,79	84,21	82,5
Elevator, sieving machine, storage hoppers	Scrubber NS-9	1986	84,64	90,22	88,04
Tube mill № 5	1st phase: Cyclone CN-15, 2nd phase: bag filter SMTC-166 B	1995	92	96	93,37
Drier drum № 1	Electrofilter UG 2-3-26	1995	97,71	99,07	98,22
Drier drum № 2	Electrofilter UG 2-3-26	1995	96,84	98,7	97,84
Storage hoppers	Scrubber NS-15	1995	81,23	97,5	85,88
Press SM-1085 № 12	Scrubber TSC-7	1995	87,6	95,81	91,84
Crushing machine for defective products	Cyclone TSN-15	1995	75,05	82,01	79,98
Stirrers, grinding-mills, belt conveyor, elevator	Scrubber NS-15	1995	38,75	81,27	74,98
Crushing machine, press Lais №1	Scrubber TSC-8	1995	85,8	90,41	88,16
Hand-operated molding machine, batchers, double-shaft mixer	Scrubber NS-9	1995	83,02	90,11	86,13
Weighing-machine DPO, mixer, feeder, grinding-mills	Scrubber NS-15	1995	79,24	85,01	82,51
Weighing-machine DPO-250, mixer SP 1000, grinding-mills № 5, jaw crusher	Scrubber NS-16	1995	80,55	84,02	82,53
Dust bunker	Bag filter FRKI-30	1998	93	96,87	95,78
Weighing-machine DAO-242	Cyclone TSVP-6	1999	84,11	95,83	91,26
Press SM-1085 № 8	Scrubber TSC-6	2000	86,35	98,3	90,87
Filling of heat-setting mortar	Bag filter FV-45	2001	84,98	96,65	91,01
Tube mill №1	1st phase: Cyclone CN-15, 2nd phase: bag filter FRIG-108	2001	91,12	99,12	96,44

End of table 2

Emission source of substances	Dust-collecting equipment	Commissioning year	Actual power (efficiency) of purification for 2010–2017, %		
			minimum	maximum	average value
Weighing-machine DPO-250, DPO-500, belt conveyor, press Lais № 1	Scrubber NS-15	2001	80,8	89,8	86,26
Tube mill № 2	1st phase: Cyclone CN-15, 2nd phase: bag filter FB-48	2002	95	99,13	95,88
Ball mill, storage hopper, elevator	Bag filter KFE-72	2006	77,05	99,38	87,34
Tube mill № 4	1st phase: Cyclone CN-15, 2nd phase: bag filter FRI-60	2008	93	97,7	95,4
Storage hopper, elevator, belt conveyor	Bag filter FRIP-60	2008	85,04	97,19	94,17
Storage hopper	Bag filter FRIG-36	2008	94	96,09	95,28
Storage hopper, mixer, belt conveyor	Bag filter FRKI-90	2008	94,3	96	95,11
Pneumatic transport, storage hoppers, feeder	Bag filter FRIG-72	2008	95,42	98,2	97,46
Tube mill № 3	1st phase: Cyclone CN-15, 2nd phase: bag filter FRI-60	2010	93,03	97,92	95,06
Conveyor, storage hoppers	Bag filter FRI-180	2011	74,11	97,68	87,09
Ball mill № 2, elevator head, storage hopper, belt conveyor, feeder	Bag filter FRI-90	2012	97,69	99,42	98,35
Ball mill № 4, storage hopper, heads and boot of elevator, belt conveyor, feeder	Bag filter FRI-90	2012	96,22	98,99	97,22
Rollers, sieving machines, storage hoppers, elevator heads	Bag filter FRI-90	2015	98,09	99,68	98,82
Ball mill № 1, elevator, storage hoppers	Bag filter FRI-90	2015	94,61	97,63	96,51

Обсуждение и рекомендации. Исходя из произведенных расчетов, можно сделать вывод, что эффективность очистки большинства применяемых систем варьируется в большом диапазоне. При этом она не зависит от года ввода в эксплуатацию и типа аспирационной системы, а также применяемого в производстве оборудования или очищаемого производственного участка. Согласно ГОСТу 33007—2014 «Оборудование газоочистное и пылеулавливающее. Методы определения запыленности газопылевых потоков» пылеуловитель должен обеспечивать улавливание пыли с эффективностью не менее 95%. По изученным данным за 2010—2017 годы 63% всех установленных систем аспирации характеризуются низкой степенью эффективности (< 95%), однако, важно отметить, что такой вывод был сделан по среднему значению степени очистки в анализируемый период, т.е. в отдельные годы эффективность могла быть на требуемом уровне и даже выше, тогда как в другие — значительно ниже нормы.

Отсюда следует, что необходимо более детально отслеживать показатели очищаемого газа на входе в системы и на выходе из них, дабы обеспечить требуемую

эффективность и повысить контроль над безопасностью работы. Постоянный мониторинг системы очистки обеспечит бесперебойное и эффективное функционирование аспирационных установок, а также своевременное устранение сбоев работы.

В настоящее время разработано и успешно применяется большое количество датчиков мониторинга и измерения концентрации пыли. Такие датчики отличаются спецификой измеряемых параметров и в большинстве случаев характеризуются компактными габаритами, удобством монтажа и технического обслуживания, одновременно обеспечивая при этом широкий диапазон измерений и небольшое потребление энергии. Датчик уровня пыли поможет своевременно предупредить о выходе из строя фильтра очистки воздуха, обнаружить повреждения фильтра и выявить потребность в ремонте или замене. Такие меры предотвратят выброс в атмосферу больших концентраций пыли, обеспечив требования экологической безопасности.

Поскольку выбросы в рассматриваемом технологическом процессе не взрывоопасны, то в качестве возможных решений могут быть предложены датчики пыли типа ProSens и Dusty, которые зарекомендовали себя как высокоэффективные способы контроля и мониторинга в производствах различного типа. В основе их работы лежит трибоэлектрический метод, суть которого состоит в том, что при взаимодействии частицы пыли со стержнем датчика происходит перенос небольшого электрического заряда. Этот заряд побуждает сигнал, который затем обрабатывается электроникой.

Датчик ProSens, разработанный компанией SWR engineering Messtechnik GmbH (Германия, Шлинген), активно используется как в зарубежных производствах, так и на территории России. ProSens различных модификаций устанавливается в «чистых» зонах установок и предназначен для обнаружения повреждений фильтра, мониторинга его запыленности и измерения концентраций пыли в отходящих газах. Предполагая, что материал остается неизменным, генерируемый сигнал пропорционален расходу даже в том случае, если имеет место налипание пыли на стержень датчика.

В качестве альтернативного варианта предлагается использовать более простую и дешевую модификацию датчика ProSens с ограниченным набором функций — датчик пыли Dusty. Такой датчик используется в качестве сигнализатора исправности фильтров — он не измеряет уровень запыленности, а детектирует только предельные уровни, имеющие соответствующие дискретные выходные сигналы, и сигнализирует о 5- и 20-ти кратном превышении запрограммированной концентрации пыли.

Особое внимание стоит уделять подбору пылегазоочистного оборудования, поскольку для каждого производственного процесса требуется своя газоочистная установка, конструкция которой определяется его характером, видом загрязнений и количеством образующихся выбросов. Верный подход на этапе проектирования обеспечит наибольшую эффективность очистки и предотвратит преждевременные неполадки в работе аппарата. В числе 10 первоочередных разработанных информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям в 2015 г. был опубликован ИТС 4—2015 «Производство керамических изделий».

Этот справочник содержит (в числе прочего) описание применяемых при производстве огнеупоров технологических процессов, оборудования, технических способов, методов, в том числе позволяющих снизить негативное воздействие на окружающую среду, повысить энергетическую и экологическую эффективность, обеспечить ресурсосбережение на предприятиях. В дальнейшем был утвержден стандарт ГОСТ Р 56828.21—2017, который отразил положения, установленные в Европейском справочнике по наилучшим доступным технологиям в производстве керамических изделий (август 2007) и ИТС 4—2015. Основные принципы выбора пылегазоочистных аппаратов, описание универсальных подходов и методов, применяемых в нашей стране для очистки выбросов, представлены в ИТС 22—2016 [6].

Высокая эффективность очистки может быть достигнута путем создания двухступенчатой системы: как правило, первая ступень — очистка от крупнодисперсных частиц, вторая — очистка от мелкодисперсных.

Заключение. Независимо от вида газоочистного оборудования следует проводить оценку соответствия проектных показателей фактическим, поскольку это поможет выявлять и устранять факторы, влияющие на эффективность работы газоочистного оборудования, однако, на практике периодический контроль не всегда оказывается действенным методом.

Установка дополнительных измерителей пыли — высокоэффективный способ постоянного контроля, который помогает обеспечить своевременное устранение сбоев работы систем аспирации, тем самым предотвращая вредные выбросы в окружающую среду. Предложенные варианты автоматического контроля пылегазоочистных установок будут экономически выгодным методом управления. Автоматизированная система способна контролировать уровень загрузки пылевого накопителя, тем самым защищая установку от перезаполнения и обеспечивая автоматическую очистку чистящих элементов, которые загрязняются в процессе работы.

Выполнение рекомендаций по выбору наилучших доступных технологий для рассматриваемой отрасли производства, грамотный технический подбор оборудования с учетом специфики производственных процессов и характеристики используемых материалов на стадии проектирования предотвратят неисправности и поломки очистных аппаратов.

Решение о выборе того или иного пылегазоочистного оборудования, установка дополнительных приборов мониторинга должны быть ориентированы на осуществление надлежащего контроля работы систем очистки и выполнение определенной задачи мониторинга для обеспечения санитарно-гигиенического, экологического и экономического благополучия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] *Алексеев С.В., Усенко В.Р.* Гигиена труда. М.: Медицина, 1988. 576 с.
- [2] The European IPPC Bureau, Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry. P. 110. Table 3.14. August 2007. 232 pp. URL: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/cer_bref_0807.pdf (дата обращения: 15.12.2017).

- [3] *Щербакова Е.В., Соболев И.В., Ольховатов Е.А.* Выбор и расчет средств очистки газов. Методические указания. Краснодар: КубГАУ, 2010. 25 с.
- [4] *Ветошкин А.Г.* Процессы и аппараты пылеочистки: учеб. пособие. Пенза: ПГУ, 2005. 210 с.
- [5] ГОСТ 31826—2012. Оборудование газоочистительное и пылеулавливающее. Фильтры рукавные. Пылеуловители мокрые. Требования безопасности. Методы испытаний. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200102307> (дата обращения: 15.12.2017).
- [6] ИТС 22—2016. Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при производстве продукции (товаров), а также при проведении работ и оказании услуг на крупных предприятиях. М.: Бюро НДТ, 2016.
- [7] *Алиев Г.М.-А.* Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов. Справочное издание. М.: Металлургия, 1986. 544 с.
- [8] *Бернер Г.Я.* Технология очистки газа за рубежом. Справочник. М.: Новости теплоснабжения, 2006. 262 с.
- [9] *Ужов В.Н.* Очистка промышленных газов электрофильтрами. М.: Химия, 1967. 344 с.
- [10] *Швыдкий В.С., Ладыгичев М.Г.* Очистка газов. М.: Теплоэнергетик, 2002. 640 с.
- [11] *Зиганшин М.Г., Колесник А.А., Посохин В.Н.* Проектирование аппаратов пылегазоочистки: учеб. пособие. М.: Экопресс, 1998. 505 с.

© Каганова Ю.А., 2018

История статьи:

Дата поступления в редакцию: 26.12.2017

Дата принятия к печати: 15.01.2018

Для цитирования:

Каганова Ю.А. Контроль эффективности систем очистки отходящих газов в производстве огнеупорных материалов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2018. Т. 26. № 1. С. 101–112. DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-1-101-112

Сведения об авторе:

Каганова Юлия Александровна — магистр кафедры прикладной экологии экологического факультета Российского университета дружбы народов. E-mail: Yuliakaganova@gmail.com

CONTROL OF EFFICIENCY OF GAS-CLEANING SYSTEMS IN THE PRODUCTION OF REFRACTORY MATERIALS

Yu.A. Kaganova

Peoples' Friendship University of Russia
8/5, Podolskoe shosse, Moscow, 115093, Russian Federation

The article contains an analysis of technical methods for removing dust from the workshop premises for the production of semidry and plastic shaping aluminosilicate products for the lining of steelmaking furnaces, cement, glass, chemical industries, as well as chamotte and ground materials. The main causes of air pollution during the production of refractory materials, in particular, aluminosilicate products, and the main decisions in the field of air protection for existing and projected enterprises were considered. As a result of the analysis of data for 2010–2017, it was suggested that the efficiency of the aspiration systems is independent from the year of putting in operation and the production area

of the workshop. In this regard, the need to continuously control the operation of gas cleaning equipment has been established and proposals have been put forward to control the operation of the applied aspirating systems to ensure their proper functioning and to prevent excess emissions.

Key words: emissions monitoring, dust and gas cleaning, aspiration system, emission cleaning efficiency, dust sensor

REFERENCES

- [1] Alekseev S.V., Usenko V.R. *Occupational health*. Pp. 176–195. Moscow: Medicine, 1988. 576 p.
- [2] The European IPPC Bureau, Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry. P. 110. Table 3.14. August 2007. 232 pp. Available from: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/cer_bref_0807.pdf
- [3] Shcherbakova E.V., Sobol I.V., Olkhovатов E.A. *Selection and calculation of gas purification means*. Methodical instructions. Krasnodar: KubGAU, 2010. 25 p.
- [4] Vetoshkin A.G. *Processes and apparatus for dust removal*. Penza: PSU, 2005. 210 p.
- [5] GOST 31826—2012 *Gas cleaning and dust catching equipment. Bag filters. Wet dust catching equipment. Safety requirement. Methods of testing*. Available from: <http://docs.cntd.ru/document/1200102307> (accessed: 15.12.2017).
- [6] ITS 22-2016 *Purification of atmospheric discharge (pollutants) in manufacturing of products (goods), as well as performing works and providing services at large enterprises*. Moscow: Byuro NDT, 2016.
- [7] Aliyev G.M.-A. *Technique of dust collection and purification of industrial gases*. Moscow: Metallurgiya, 1986. 544 p.
- [8] Berner G.Ya. *Technology of gas-cleaning abroad*. Moscow: Novosti teplosnabzheniya, 2006, 262 p.
- [9] Uzhov V.N. *Cleaning of industrial gases by electrostatic precipitators*. Moscow: Chemistry, 1967. 344 p.
- [10] Shvydky V.S., Ladygichev M.G. *Purification of gases*. Moscow: Teploenergetik, 2002. 640 p.
- [11] Ziganshin M.G., Kolesnik A.A., Posokhin V.N. *Design of dust and gas cleaning apparatus*. Moscow: Ecopress, 1998. 505 p.

Article history:

Received: 26.12.2017

Revised: 15.01.2018

For citation:

Kaganova Yu.A. (2018) Control of efficiency of gas-cleaning systems in the production of refractory materials. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*, 26 (1), 101–112. DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-1-101-112

Bio Note:

Kaganova Yu.A. — Master, Applied Ecology Department, Ecological faculty, Russian People's Friendship University. E-mail: Yuliakaganova@gmail.com