

Р а з д е л т р е т и й

ОБРАЩЕНИЕ С ЗОЛОШЛАКАМИ

3.2. Системы золошлакоудаления ТЭС

3.2.2. Золоудаление

3.2.2.13. Технологии и оборудование обеспыливания воздуха для установок пневмотранспорта мелкодисперсных сыпучих материалов

В.Я. Путилов, И.В. Путилова, А.Р. Хасянишина, ФГБОУ ВПО «НИУ «МЭИ», Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

В статье приведены краткие сведения об основных технологиях выделения пыли из пылегазовых потоков. Описаны различные классификации пылеочистных аппаратов. Представлены основные характеристики аппаратов для очистки запыленного воздуха пневмотранспортных установок и области их применения. Приведены краткие результаты анализа применимости различных технологий и оборудования обеспыливания воздуха для установок пневмотранспорта золошлаков и угольной пыли ТЭС и других мелкодисперсных сыпучих материалов.

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЫЛЕОЧИСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Одной из важнейших санитарно-гигиенических задач, возникающих при пневмотранспорте мелкодисперсных сыпучих материалов, является обеспечение нормативов предельно-допустимых концентраций частиц пыли в воздухе, выбрасываемом в окружающую среду из пневмотранспортной установки. Поэтому пылеочистное оборудование является неотъемлемой частью установок пневмотранспорта мелкодисперсных сыпучих материалов.

Согласно [2] процесс обеспыливания воздуха в общем виде включает следующие основные этапы:

- предотвращение распространения «исходной» аэродисперсной системы в воздухе окружающей среды и увеличения устойчивости этой системы в направлении строго ограниченной заранее выделенной области (процесс пылеулавливания);
- разрушение пылевого аэрозоля, заключающегося в выделении пыли из воздуха (процесс пылеочистки);
- дальнейшее снижение устойчивости пылевого аэрозоля, сохранившегося после реализации предыдущих этапов, заключающееся в интенсификации распространения оставшихся в воздухе пылевых частиц и аэрации дисперсной среды в приземном слое атмосферы (процесс рассеивания пыли).

На каждом этапе процесса обеспыливания воздуха предусматривается введение искусственных аэродис-

персных систем или организация направленных внешних силовых полей. Каждый этап рассматриваемого процесса можно реализовать различными методами (аэродинамическими, гидродинамическими, электромагнитными, теплофизическими, механическими и др.), которые определяются характером направленных внешних воздействий на пылевой аэрозоль.

Существуют различные варианты классификации пылеочистных аппаратов. Так, например, в [1 и 2] предложена классификация пылеочистных аппаратов, основывающаяся на использовании следующих способов выделения пыли из пылевоздушных потоков: сухая механическая газоочистка; мокрая газоочистка; фильтрация газа; электрическая очистка газов.

Каждый из указанных способов имеет определенную область применения и широту использования. В своей основе они базируются на одном или совокупности нескольких процессов обеспыливания: осаждения, удаления, улавливания и др.

В основе сухих методов (табл. 1) лежат гравитационные, инерционные, центробежные механизмы осаждения или фильтрационные механизмы. При использовании мокрых методов очистка газовых выбросов осуществляется путем тесного взаимодействия между жидкостью и запыленным газом на поверхности газовых пузырей, капель или жидкостной пленки. Электрическая очистка газов основана на ионизации молекул газа электрическим разрядом и электризации взвешенных в газе частиц.

Система очистки воздуха и газов может содержать оборудование нескольких типов, соединенных в последовательную цепочку для повышения эффективности пылеулавливания. Пылеулавливающее оборудование, в котором отделение пыли от воздушного потока осуществляется последовательно в несколько ступеней, отличающихся по принципу действия, конструктивным особенностям и способу очистки, относят к комбинированному пылеулавливающему оборудованию.

Таблица 1. Группы и виды оборудования для улавливания пыли сухим способом

Группа оборудования	Вид оборудования	Область применения	
		воздушные фильтры	пылеуловители
Инерционное	Камерное	-	+
	Жалюзийное	-	+
	Циклонное	-	+
	Ротационное	-	+
Гравитационное	Полное	-	+
	Полочное	-	+
Фильтрационное	Тканевое	-	+
	Волокнистое	+	-
	Зернистое	-	+
	Сетчатое	+	-
	Губчатое	+	-
Электрическое	Однозонное	-	+
	Двухзонное	+	+

Примечание. Знак «+» означает применение; знак «-» означает неприменение.

Любая система очистки запыленного воздуха и газов может содержать оборудование одного или нескольких типов, соединенное в последовательную цепочку для достижения требуемой эффективности пылеулавливания. Пылеулавливающее оборудование, в котором отделение пыли от воздушного потока осуществляется последовательно в несколько ступеней, отличающихся по принципу действия, конструктивным особенностям и способу очистки, относят к комбинированному пылеулавливающему оборудованию.

При обработке выбросов, содержащих твердые аэрозольные загрязнители, низких величин проскока (2 % и менее) можно достичь, как правило, только двухступен-

чатой очисткой. Для предварительной очистки запыленных газов в энергетике чаще всего применяются пылесадительные камеры или циклонные аппараты, а для окончательной — электрофильтры, мокрые пылесадители или рукавные фильтры. В последнее время стали также применять и пористые фильтры.

Мокрые способы очистки (табл. 2) имеют существенный недостаток — необходимость выделения уловленного загрязнителя из улавливающей жидкости. По этой причине мокрые способы следует применять только при отсутствии других методов очистки, отдавая предпочтение способам с минимальным расходом жидкости.

Таблица 2. Группы и виды пылеулавливающего оборудования для улавливания пыли мокрым способом

Группа оборудования	Вид оборудования	Область применения	
		воздушные фильтры	пылеуловители
Инерционное	Циклонное	-	+
	Ротационное	-	+
	Скрубберное	-	+
	Ударное	-	+
Фильтрационное	Сетчатое	+	-
	Пенное	-	+
Электрическое	Однозонное	-	+
	Двухзонное	+	+
Биологическое	Биофильтр	-	+

Примечание. Знак «+» означает применение; знак «-» означает неприменение.

Пылеулавливающее оборудование при всем его многообразии может быть классифицировано по ряду основных определяющих признаков: назначение, основной способ действия, конструктивные особенности, эффективность и др.

Таблица 3. Классификация пылеулавливающего оборудования

Класс аппарата	Размеры эффективно улавливаемых частиц, мкм	Эффективность по массе пыли, при группе дисперсности пыли				
		I	II	III	IV	V
I	Более 0,3	-	-	-	80...99,9	<80
II	Более 2	-	-	92...99,9	45...92	-
III	Более 4	-	99...99,9	80...99	-	-
IV	Более 8	>99,9	95...99	-	-	-
V	Более 20	>99	-	-	-	-

Примечание. Пределы эффективности соответствуют границам зон классификации групп пылей.

Часто в зависимости от коэффициента очистки аппараты делят на две группы: грубой очистки и тонкого обеспыливания. Однако понятие грубой очистки и тонкого обеспыливания являются относительными в зависимости от вида производства и задач обеспыливания.

В настоящее время используются различные методы и аппараты для улавливания твердых аэрозольных примесей из воздуха. Вальдбергом А.Ю. [4] была предложена следующая классификация пылеулавливающих аппаратов: сухие механические (гравитационные, инерционные), фильтрующие, мокрые и электрические (электрофильтры). К основным представителям инерционных сухих пылеуловителей относят жалюзийные устройства, циклоны одиночные и групповые, мультициклоны, а мокрых — промыватели полые и насадочные, пенные, ударно-инерционного действия, скрубберы Вентури. Пористые фильтры различают по фильтрующему материалу (фильтры из волокнистых тканых и нетканых материалов, уплотненных металлическими и металлокерамическими порошками; металлическими и полимерными сетками), а затем — по конструкциям, типоразмерам и частным признакам. У электрофильтров основным отличительным признаком считается горизонтальное или вер-

тикальное направление движения обрабатываемого потока.

Выбор оборудования при создании системы пылеулавливания зависит от конкретных требований производства и физико-механических и физико-химических свойств дисперсных частиц.

В основе концепции классификации сепараторов взвешенных частиц, предложенной А.И. Пирумовым [5], лежит принцип разделения пылеуловителей на классы по размерам эффективно улавливаемых частиц. Такая классификация оказывает существенную помощь при выборе средств пылеулавливания.

По мнению В.Н. Ужова [6] деление пылеуловителей на группы имеет несколько условный характер, так как отделение взвешенных частиц от газа в любом пылеулавливающем аппарате происходит почти всегда под действием нескольких сил. Так, например, в центробежном скруббере частицы пыли не только захватываются водой, но улавливаются ею благодаря действию центробежных сил. В инерционном пылеуловителе действуют не только силы инерция, но и в большинстве случаев сила тяжести. Однако основным фактором пылеулавливания в центробежном скруббере является вода, а в инер-

ционном пылеуловителе сила инерции, проявляющаяся при изменении направления движения запыленного потока.

Таким образом, условное деление пылеуловителей на группы произведено по основному и определяющему (но не единственному) признаку пылеулавливания.

2. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АППАРАТОВ ОЧИСТКИ ЗАПЫЛЕННОГО ВОЗДУХА

Как написано в [2] к основным характеристикам работы оборудования для очистки аэрозолей от взвешенных частиц относятся эффективность (степень) очистки воздуха от пыли; гидравлическое сопротивление; стоимость очистки. К общим параметрам пылеуловителей также относят их производительность по очищаемому газу и энергоёмкость, определяемую величиной затрат энергии на очистку 1000 м³ газа.

При оценке эффективности работы пылеуловителей принимают во внимание:

- общую эффективность обеспыливания, или количество пыли, задержанной в пылеуловителе, по отношению к количеству пыли, содержащейся в обеспыливаемом газе;
- фракционную эффективность, определяющую полноту улавливания частиц определенных размеров, выражаемую процентом отделенных в пылеуловителе частиц пыли определенных размеров;
- остаточное содержание пыли в газе при выходе его из пылеуловителя;
- распределение остатка пыли в газе по размеру частиц или скорости витания.

Кроме того, существенным фактором для оценки эффективности работы пылеуловителей является расход потребляемой энергии, а при подборе того или иного типа пылеуловителя — частота распределения дисперсности фракций.

Степень очистки газов зависит от природы частиц и их дисперсности.

Различают общую степень очистки газов, которая относится ко всей массе частиц, и фракционную степень очистки газов для каждой фракции отдельно.

Степень очистки газов или КПД пылеуловителя определяется отношением массы пыли, уловленной в аппарате, к массе пыли, поступающей в него.

Производительность пылеулавливающего оборудования характеризуется количеством воздуха, которое очищается за 1 час. Аппараты, в которых воздух очищается при прохождении через фильтрующий слой, характеризуются удельной воздушной нагрузкой, т.е. количеством воздуха, которое проходит через 1 м² фильтрующей поверхности за 1 час.

Гидравлическое сопротивление имеет важное значение, так как от его величины зависит требуемый напор вентилятора, а, следовательно, и расход электроэнергии. Измеряется разностью полных напоров на входе и на выходе из аппарата.

Расход энергии в значительной мере зависит от гидравлического сопротивления аппарата. Однако, в электрофильтрах электроэнергия расходуется в основном на создание электростатического поля. Расход электроэнергии при одноступенчатой очистке находится в пределах 0,035...1,0 кВт·ч на 1000 м³ воздуха. Удельные затраты энергии на удаление дисперсных примесей возрастают пропорционально снижению концентрации взвешенных в потоке частиц, поскольку степень очистки в пылеулав-

ливающих аппаратах практически не зависит от начальной концентрации загрязнителя. В дополнение к этому удельные затраты растут и с уменьшением размеров частиц.

В последние годы в качестве одного из показателей работы аппаратов пылеочистки стали использовать удельные энергетические затраты, расходуемые на конкретный процесс обеспыливания различными способами. В качестве показателя энергетического баланса по аналогии с коэффициентом полезного действия используют так называемый энергетический КПД.

Энергетический коэффициент не учитывает термодинамические потери, связанные, например, с неизобарностью реального теплового процесса, сопутствующего процессу обеспыливания. Поэтому сравнительную оценку эффективности работы систем обеспыливания только по энергетическому КПД нельзя считать всегда обоснованной. Такой подход справедлив для обратимых термодинамических процессов.

Стоимость пылеочистки является одним из важнейших показателей, так как характеризует экономичность очистки. Она зависит от многих факторов: капитальных затрат на оборудование, эксплуатационных расходов и др. Стоимость очистки воздуха в различных аппаратах отличается значительно и определяется в первую очередь, требованиями к чистоте воздуха на выходе из пылеочистной установки. Как правило, более эффективная очистка обходится значительно дороже. Если стоимость очистки определенного количества воздуха в таком сравнительно простом аппарате, как циклон большой производительности, принять за 100 %, то стоимость очистки такого же количества воздуха в батарейном циклоне составит 120 %, в циклоне с водяной пленкой — 130 %, в скруббере ВТИ — 140 %, в электрофильтре — 220 %, в тканевых фильтрах (в зависимости от типа) от 260 до 280 %. Двухступенчатая очистка по схеме батарейный циклон → электрофильтр стоит ~ 330 %.

По мнению Г.М. Гордона и И.Л. Пейсахова [7] работу пылеуловителей можно оценивать двумя способами. При первом учитывают удельное массовое содержание пыли в очищенном газе. Эта величина имеет большое значение, как для учета потерь пыли, так и для представления о последующем загрязнении окружающей среды в результате работы системы пылеочистки.

Второй способ оценки работы пылеуловителя является относительным. Он показывает, какая доля пыли задержана в данном пылеуловителе из того количества, которое вошло в него с газами. Эту величину называют КПД пылеуловителя или степенью улавливания пыли и обозначают η .

В.Н. Ужов [6] считает, что работу любого пылеулавливающего аппарата характеризуют следующие технико-экономические показатели:

- степень очистки газов, иначе называемая коэффициентом полезного действия пылеуловителя или коэффициентом очистки газов;
- гидравлическое сопротивление аппарата;
- удельные расходы электроэнергии, а также сжатого воздуха, воды и пр.;
- стоимость аппарата;
- стоимость очистки.

Согласно [8] основной технологический показатель работы фильтров — степень очистки (эффективность) улавливания пыли. Эффективность работы фильтра характеризуется одновременно и остаточной запыленно-

стью, так как даже очень высокая степень очистки (порядка 99 %) еще не гарантирует соблюдения санитарных норм при значительной входной запыленности.

Экономические показатели эффективности работы фильтрующей установки определяются по капитальным и эксплуатационным затратам. К капитальным затратам относятся: расходы на закупку основного и вспомогательного оборудования, металлоконструкций, строительных материалов и расходы на строительномонтажные и пуско-наладочные работы; к эксплуатационным — стоимость энергоресурсов (электроэнергия, вода, пар, сжатый воздух), затраты на закупку расходных материалов (фильтрующих перегородок, уплотнительных и др. материалов) и изделий, заработная плата обслуживающего персонала с начислениями, амортизационные отчисления, цеховые и общезаводские расходы за вычетом стоимости уловленного продукта.

К технологическим параметрам работы фильтра относятся: производительность или пропускная способность, температура газа, входная и остаточная запыленность, удельная газовая нагрузка при фильтровании или скорости фильтрования и удельная газовая нагрузка при регенерации, гидравлическое сопротивление, расход и давление продувочного газа, продолжительность и периодичность регенерации, продолжительность цикла фильтрования, продолжительность регенерации фильтра. В табл.4 приведены основные характеристики пылеуловителей различных типов для установок отгрузки сухой золы (УОСЗ), установок пневмотранспорта золошлаков и угольной пыли ТЭС, а также других мелкодисперсных сыпучих материалов.

Ватин Н.И. и Стрелец К.И. [9] в своей работе отмечают, что эффективность очистки – важнейшая характеристика аппарата, но для полной характеристики пылеуловителя нужно знать его фракционную эффективность. Она показывает долю уловленной пыли по каждой фракции. Это позволяет выбрать пылеулавливающее оборудование в соответствии с фракционным составом пыли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате анализа видов классификаций и основных характеристик пылеочистного оборудования, влияющих на выбор аппарата и технологии обеспыливания, можно сделать следующие основные выводы:

1. Отсутствует единая точка зрения у разных авторов по поводу классификации пылеочистного оборудования и способа обеспыливания.
2. Независимо от различий в классификациях пылеочистного оборудования и способах очистки запыленного воздуха у рассмотренных авторов можно выделить следующие общие показатели пылеочистных аппаратов:
 - степень очистки;
 - производительность;
 - габаритные размеры;
 - масса;
 - ограничения в использовании;
 - область применения аппаратов.
3. Для облегчения выбора технологий и аппаратов очистки запыленного воздуха в установках пневмотранспорта золы ТЭС различной производительности необходимо разработать основные критерии выбора пылеочистных аппаратов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

1. **Справочник** по пыле- и золоулавливанию; под общей ред. А. А. Русанова. - 2-ое изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1983 г.
2. **Процессы и аппараты пылеочистки**: Учебное пособие. Веттошкин А. Г. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005 г.
3. **ГОСТ 12.2.043-89** «Оборудование пылеулавливающее. Классификация». М.: Изд-во стандартов, 1981
4. **Технология пылеулавливания**. Вальдберг А. Ю. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1985 г.
5. **Обеспыливание воздуха**. Пирумов А. И. М.: Стройиздат, 1974 г.
6. **Очистка промышленных газов** фильтрами. Ужов В. Н. - М.: Химия, 1970 г.
7. **Пылеулавливание и очистка газов** в цветной металлургии. Гордон Г. М., Пейсахов И. Л. М.: «Металлургия», 1977 г.
8. **Фильтры для улавливания** промышленных пылей. Мазус М.Г., Малыгин А.Д., Моргулис М.Л. – М.: Машиностроение, 1985г.
9. **Очистка воздуха** при помощи аппаратов типа циклон. Ватин Н.И., Стрелец К.И. - Санкт-Петербург, 2003 г.

Путилов В.Я., Путилова И.В., Хасяншина А.Р. Технологии и оборудование обеспыливания воздуха для установок пневмотранспорта мелкодисперсных сыпучих материалов (краткая версия), Энергосбережение и водоподготовка, №2, 2014, с. 62-65.

Таблица 4. Основные характеристики пылеуловителей различных типов для установок пневмотранспорта золошлаков и угольной пыли ТЭС и других мелко-дисперсных сыпучих материалов

Вид, Тип	Марка	Завод-производитель	Эффективность, %	Производительность, м ³ /ч	Габаритные размеры, мм	Масса, кг	Расход воды	Ограничения в использовании	Область применения аппаратов на ТЭС
Сухая очистка									
Инерционные циклоны	СЦН-40	ОАО "ЭНЕРГОМАШ", Россия	91...94	330...7730	D=3000...10000, H=12100...44680	33...139	—	допустимая температура газов на входе 400°C	УОСЗ, промежуточные бункеры
	ВЗП-М	ООО «ВентСнаб М», Россия	98...99	1000...20000	D=200...1200, H=1100...6840	52...1800	—	Оптимальная скорость потока 3,5 м/с	УОСЗ, промежуточные бункеры
	СДК-ЦН-33	ООО «СЗГО», Россия	75...98	1100...63600	D=400...3000 H=1538...11215	46...2490	—	допустимая температура газов на входе не более 250°C	УОСЗ, промежуточные бункеры
	ЦН-24	ОАО "ЭНЕРГОМАШ", Россия	88...98	2000...114400	D=400...3000 H=1704...12780	84...4725	—	допустимая температура газов на входе 400°C	УОСЗ, промежуточные бункеры
	ЦП-2	ОАО «ТЯЖМАШ», Россия	86...91	17000...230000	D=1400...42500 H=6129...18095, L=700...2120,	2100...24840	—	допустимая температура газов на входе 400°C	УОСЗ, промежуточные бункеры
Центробежные циклоны	ЦИВ-2	ООО «СамЛит», Россия	до 98,6	2000	D= 5000 L=15200,	128	—	Допустимая запыленность газов 160 г/м ³	УОСЗ, промежуточные бункеры
	ЦИВ-5	ООО «СамЛит», Россия	до 98,6	5000	D=10600 L=31000,	620	—	Допустимая запыленность газов 160 г/м ³	УОСЗ, промежуточные бункеры
	ПЦ-5x2ПЗ	ООО «СамЛит», Россия	до 98,6	10000	H=5510, L=2330	1928	—	Допустимая запыленность газов 160 г/м ³	УОСЗ, промежуточные бункеры
Батарейные циклоны	БЦ-259	ООО "САЭМ", Россия	90	3960...31680	L=1580...4000, H=3500...5160, b=1430...2770	1850...8100	—	допустимая температура газов на входе 400°C	УОСЗ, промежуточные бункеры
	БЦ-2	ООО "САЭМ", Россия	95...98	15048...48888	L=2130...3260, H=3910...4410, b=1160...2450	3000...7150	—	допустимая температура газов на входе 400°C	Силосные склады УОСЗ
	ЦБ-254Р	ООО Группа компаний «Эдвенс», Россия	85...90	20580...65750	L=1816...3220, H=4542...5342, b=1600...2440	3630...10000	—	допустимая температура газов на входе 400°C	Силосные склады УОСЗ
	ПБЦ2	ТОО "КМЗ им. Пархоменко", Казахстан	96...99	15000...180000	L=2300...6100, H=4500...7500, b=2900...3500	3850...21700	—	влажность пыли не более 6 %	Силосные склады УОСЗ
	БЦ-512	ООО НТК "ЗЕНИТ", Россия	92...94	44460...400320	L=4180...8105, H=6970...7480, b=3560...9360	10800...746000	—	допустимая температура газов на входе 400°C	Силосные склады УОСЗ
Тканевые	ФРЦИ-30П(Л)	ОАО «ФИНГО», Россия	98...99	3600	H=4650, L=2300, b=16980	1800	—	концентрации пыли до 300 мг/м ³	Силосные склады УОСЗ
	ФРКН	ООО ПКФ «Строй-Сервис», Россия	99	510...36720	H=2650...5070, L=1320...5530, b=965...3770	7620	—	гидравлическое сопротивление не более 1800 Па	Силосные склады УОСЗ

Вид, Тип	Марка	Завод-производитель	Эффективность, %	Производительность, м ³ /ч	Габаритные размеры, мм	Масса, кг	Расход воды	Ограничения в использовании	Область применения аппаратов на ТЭС
Тканевые	СРФ15	ООО «Диамант», Россия	99,9	15000...90000	H=6100, L=1300...7800, b=2400	1500...13000	—	Концентрации пыли до 500 мг/м ³	Силосные склады УОСЗ
	ФРИ	ОАО «ФИНГО», Россия	98...99	58176...155140	H=9325, L=4520...11220, b=4220	15030...33140	—	допустимая температура газов на входе 200°C	Силосные склады УОСЗ
Зернистые	ФЗГИ	ООО «ИМПЭК», Россия	98...99	1200...5000	H=2600...4100, L=900...1700, b=900...1700	600...2000	—	допустимая температура газов на входе 300°C	На установках всех типов
	DMC	Lipu Heavy Industry Company Ltd., Китай	99,99	1500...10500	H=2500...3500, D=1000...2000	1000...4000	—	допустимая температура газов на входе 250°C	На установках всех типов
	ЗФРМ	ООО ИПГ «Аква-Венчур», Россия	99	30000	H=4000, L=2000, b=2000	3200	—	допустимая температура газов на входе 300°C	На установках всех типов
	РЗФ	ООО НПП «ГАЗ-ЭНЕРГОСТРОМ», Россия	100	10000...300000	H=8200, L=11200, b=7840	165000...200000	—	допустимая температура газов на входе 1000°C	На установках всех типов
Кассетные	СРФ-К-ВЕНТ-ЛИАНА	ООО «ЭкоФилтр», Россия	99	2000...8000	H=4000...4900, L=1400, b=1400	500...2000	—	допустимая температура газов на входе 150°C	На установках всех типов
	ФКИ	АО «Семибратовская фирма НИИОГАЗ», Россия	80...90	1500...33600	H=1925...4100, L=1430...4200, b=1320...3000	540...4200	—	допустимая температура газов на входе 150°C	УОСЗ, промежуточные бункеры
	СРФ-К	ООО «ЭкоФилтр», Россия	99	4000...90000	H=3200...5000, L=1300...7800, b=1300...2400	1000...12000	—	допустимая температура газов на входе 150°C	УОСЗ, промежуточные бункеры
	КАФР	АООТ ПСО «Цветметэкология», Россия	90	78000...540000	H=7385...8060, L=5050...23600, b=5080...6000	20768...116500	—	допустимая температура газов на входе 150°C	На установках всех типов
Мокрая очистка									
Капельные газопромыватели	ГВПВ	ОАО «ФИНГО», Россия	90...95	1700...15120	H=1840...8065, L=605...2080, b=365...2080	74...265	0,33...8,3 л/с	установка в помещениях, массовая концентрация пыли на входе до 30 г/м ³	УОСЗ, промежуточные бункеры
	ПВМ	ОАО «НИИОГАЗ», Россия	99	3000...40000	H=3185...4950, L=1315...2900, b=1145...4520	550...3500	0,45...9 л/м ³	установка в помещениях, допустимая температура газов на входе не более 200°C	УОСЗ, промежуточные бункеры
	КМП	ООО Группа компаний «Эд-венс», Россия	99	7000...140000	H=3350...10060, L=2300...5720, b=1415...4105	1060...10477	0,5...1,5 л/м ³	установка в помещении	УОСЗ, промежуточные бункеры

Вид, Тип	Марка	Завод-производитель	Эффективность, %	Производительность, м ³ /ч	Габаритные размеры, мм	Масса, кг	Расход воды	Ограничения в использовании	Область применения аппаратов на ТЭС
Пленочные циклоны	ЦВП	«Алюматек», Россия	98...99	1250...20000	H=2434...7044, D=315...1000	64...570	0,14... 0,43 л/с	установка в помещениях	УОСЗ, промежуточные бункеры
	МПР	ООО «УралАктив», Россия	97	1200...125000	H=4200...10500, L=1400...3350, b=1400...3300	1500... 6000	0,007... 0,027 л/м ³	установка в помещениях	УОСЗ, промежуточные бункеры
	МП-ВТИ	Колтанский завод КВОиТ, Россия	86...99	64800...137520	H=7960...11160, D=2300...3300	5000... 68000	2,9... 4,1 л/с	установка в помещениях, допустимая температура газов на входе не более 200°C	УОСЗ, промежуточные бункеры
	СИОТ (серии ОВ-02-99 выпуск 6)	ООО "УЗГА", Россия	95	2550...210000	H=1440...8980, L=835...6375, b=720...5525	84...1219	0,78 л/с	установка в помещениях, массовая концентрация пыли на входе до 5 г/м ³	УОСЗ, промежуточные бункеры
Барботажные	Вихревой Скруббер	ООО Группа компаний «Эдвенс», Россия	80...90	1500...62245	H=1340...5758, D=400...2000	100...2200	0,2... 0,6 л/м ³	установка в помещениях	УОСЗ, промежуточные бункеры
	ЦБА	ПИК «Илматика», Россия	80...90	500...55000	H=540...4700, D=240...2480	20...1870	0,2...0,3 л/м ³	установка в помещениях	УОСЗ, промежуточные бункеры
Пенные	ПАСС	ОАО «Гипрогазоочистка», Россия	95...99	2100...60000	H=2600...6740, D=560...2000	639...4807	0,2...0,3 л/м ³	установка в помещениях, допустимая температура газов на входе 400°C	УОСЗ, промежуточные бункеры
	ПГС-ЛТИ	ОАО «Гипрогазоочистка», Россия	95...99	2400...52000	H=3200...6100, D=500...2150	494...810	0,8...0,9 л/м ³	установка в помещениях, допустимая температура газов на входе 400°C	УОСЗ, промежуточные бункеры
	ППП-ЛТИ	ОАО «Гипрогазоочистка», Россия	95...99	2400...52000	H=3200...6100, D=500...2150	494...810	0,8...0,9 л/м ³	установка в помещениях, допустимая температура газов на входе 400°C	УОСЗ, промежуточные бункеры
Электростатическая очистка									
Электро-фильтры	ЭВ	ОАО «ФИНГО», Россия	98	74500...348000	H=20150...21700, L=5300...7500, b=6880...19450	27137... 115055	—	допустимая температура газов на входе 250°C	Силосные склады УОСЗ
	УГ	ООО «КаЗБеГ», Россия	98...99,8	36000...954000	H=12300...21800, L=9600...24800, b=3000...27000	42800... 896000	—	допустимая температура газов на входе 250°C	Силосные склады УОСЗ
	ЭГА	ОАО «ФИНГО», Россия	97...99	57600... 1026000	H=4890...13990, L=9260...22740, b=12400...19900	38900... 387700	—	допустимая температура газов на входе 400°C	Силосные склады УОСЗ
	ЭГБ	ОАО "НИИОГАЗ", Россия	97...99	57600... 1026000	H=19900, L=22740, b=29540	38900... 387700	—	допустимая температура газов на входе 400°C	Силосные склады УОСЗ
	ЭГД	ЗАО "Кондор-Эко", Россия	97...99	650000... 2000000	H=3940...3948, L=19060...31105, b=22300...25940	267937... 844897	—	допустимая температура газов на входе 160°C	Силосные склады УОСЗ
	ЭГБМ	ЗАО «Производствен-но-инжиниринговая компания «ОКА», Россия	97...99	50000... 1300000	H=10410...19910, L=13440...22740, b=4840...25940	38000... 389000	—	допустимая температура газов на входе 300°C	Силосные склады УОСЗ

Вид, Тип	Марка	Завод производитель	Эффективность, %	Производительность, м ³ /ч	Габаритные размеры, мм	Масса, кг	Расход воды	Ограничения в использовании	Область применения аппаратов
Электро-фильтры	ЭГВ	ОАО "НИИОГАЗ", Россия	97...99	36000... 1360000	H=10900-19900, L=9600-48600, b=5540-35700	38000... 399500	—	допустимая температура газов на входе 400°C	Силосные склады УОСЗ
	ЭГАВ	ЗАО «Производствен-но-инжиниринговая компания «ОКА», Россия	97...99	50000... 1500000	H=11400-21600, L=8660-34440, b=4600-37400	38900... 399560	—	допустимая температура газов на входе 300°C	Силосные склады УОСЗ
	ЭГТ	ЗАО "Кондор-Эко", Россия	98...99,9	43200...172800	H=16820-17835, L=12600-16600, b=4970-14020	29295... 144208	—	допустимая температура газов на входе 425°C	Силосные склады УОСЗ
	ЭГСЭ	ЗАО «Производственно-инжиниринговая компания «ОКА», Россия	97...99	50000...2100000	H=11400-21600, L=8660-34440, b=4600-37400	39000... 405000	—	допустимая температура газов на входе 300°C	Силосные склады УОСЗ