

В. В. ИЛЬИЧЁВ

ВЫБОР УСТРОЙСТВ ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ ПЫЛИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ИХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Ключевые слова: жалюзийный пылеуловитель, осадочная камера, ротационный пылеуловитель, устройство для улавливания пыли, циклонный пылеуловитель.

Аннотация. Выбор оборудования для улавливания легких примесей зависит от физико-механических свойств примесей, содержащихся в газовой или воздушной смеси, качества очистки удаляемой смеси, требований к гидравлическому сопротивлению пылеулавливающего оборудования, возможности компоновки с технологическим оборудованием предприятий.

Современные технологические процессы в промышленных, горно-рудных предприятиях, предприятиях агропромышленного комплекса зачастую связаны с дроблением, измельчением или транспортированием сыпучих материалов, когда часть материалов переходит в аэрозольное состояние, вызывая появление легких примесей в воздухе рабочей зоны, технологических или вентиляционных выбросах в атмосферу. Для удаления пыли из газовой или воздушной смеси используются разнообразные по типам и конструктивным особенностям пылеуловители [1, 2, 3, 4], классификация которых приведена на рисунке 1.

Чаще всего в устройствах для улавливания пыли из газовых или воздушных смесей используются сухой или мокрый способы. Более высокую эффективность выделения пыли при меньших габаритных размерах имеют пылеуловители, где использован мокрый способ, но их применение ограничено из-за высокой стоимости выделения примесей, возникновения проблем, связанных с удалением и очисткой выделяющих пыль жидкостей. Поэтому наибольшее распространение получили пылеуловители, в которых использован сухой способ выделения пыли.

Пылеуловители, в которых использован сухой способ, подразделяются на следующие типы в соответствии с преобладающей силой,

под действием которой происходит выделение частиц пыли из газовой

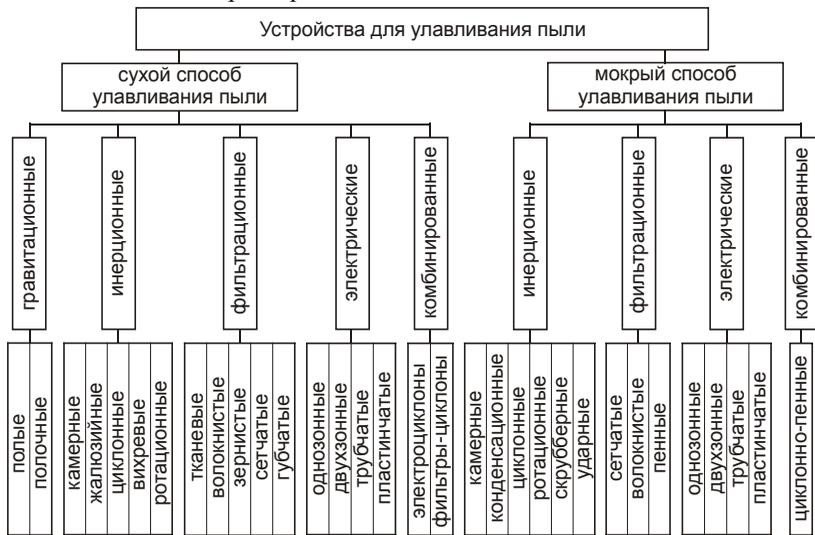


Рисунок 1 – Классификация устройств для улавливания пыли

или воздушной среды: гравитационные, инерционные, фильтрационные, электрические, комбинированные.

Гравитационные пылеуловители применяются полоого (осадочные камеры) и полочного типов (рис. 2).

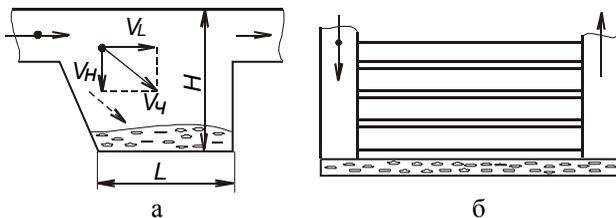


Рисунок 2 – Схемы гравитационных пылеуловителей: а – полоого типа; б – полочного типа; $\bullet \rightarrow$ – пылевоздушный поток; \longrightarrow – очищенный воздух; $- - \rightarrow$ – легкие примеси; L, H – длина пути частицы в горизонтальном и вертикальном направлениях; V_L, V_H – скорость частицы в горизонтальном и вертикальном направлениях; v_c – абсолютная скорость частицы

Инерционные пылеуловители подразделяются на камерные, жа-

люзийные, циклонные, вихревые и ротационные.

В осадочных камерах центробежного типа (рис. 3, а) лёгкие примеси под действием центробежных сил прижимаются к стенке, сходят по ней в зону пониженных скоростей и под действием сил тяжести выпадают в устройство удаления примесей. Очищенный воздух обтекает центральную трубу и поступает в продольное щелевое отверстие, сообщаемое с атмосферой. В нижней части осадочных камер имеется, как правило, устройство для удаления наружу выделенных лёгких примесей.

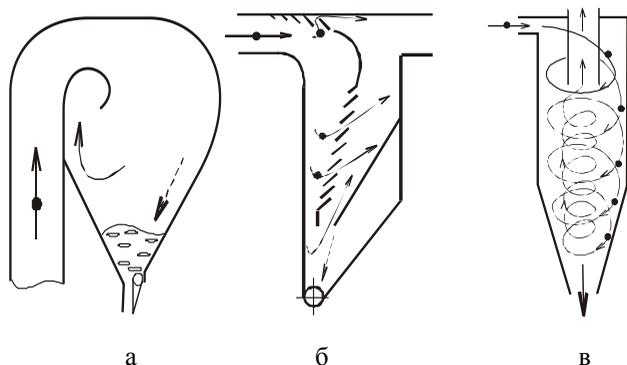


Рисунок 3 – Схемы инерционных пылеуловителей:
а – осадочная камера; б – жалюзийный; в – циклонный;
—●— — пылевоздушный поток; —> — очищенный воздух;
- - -> — легкие примеси

Преимуществами осадочных камер являются:

- простота устройства и эксплуатации;
- надёжность и долговечность;
- хорошая компоновка с другими элементами воздушных систем и возможность применения как в стационарных, так и в мобильных установках;
- незначительное гидравлическое сопротивление (до 200 МПа).

Недостатками осадочных камер являются:

- низкая эффективность выделения лёгких примесей из газовой или воздушной смеси;
- большие габаритные размеры при больших подачах воздуха;
- улавливание преимущественно тяжёлых и крупных частиц.

Поэтому осадочные камеры целесообразно использовать на пер-

вой ступени очистки газового или воздушного потока для выделения крупных и тяжелых частиц.

Выделение лёгких примесей в жалюзийных пылеуловителях (рис. 3, б) происходит следующим образом. Запылённый воздух вводится со стороны широкого основания жалюзийного пылеуловителя, далее происходит сужение поперечного сечения, что увеличивает сопротивление проточной части, и часть воздуха проходит через зазоры между лопатками жалюзийной решётки. Частицы пыли, когда поток изменяет своё направление на $130\text{--}160^\circ$, за счет сил инерции и сил тяжести перемещаются к узкому основанию пылеуловителя вместе с частью оставшегося воздуха. Гидравлическое сопротивление простых жалюзийных пылеуловителей составляет около 200 Па, а их эффективность зависит от характеристики улавливаемых частиц, скорости воздушного потока, конструктивных параметров и может достигать 80 % и более.

Положительными качествами жалюзийных пылеуловителей являются:

- невысокое гидравлическое сопротивление;
- хорошая компоуемость конструкций при плоскопараллельном движении потока газовой или воздушной смеси;
- низкая металлоёмкость;
- достаточно высокая производительность.

К недостаткам жалюзийных пылеуловителей относятся:

- низкая эффективность очистки воздуха от пыли;
- забивание жалюзийных решеток при очистке воздуха от слипающейся пыли.

Жалюзийные пылеуловители целесообразно применять на очистке воздуха от крупнодисперсной неслипающейся пыли при необходимости иметь малое гидравлическое сопротивление и ограниченные габаритные размеры устройства.

Циклоны (рис. 3, в) очень широко используются, применяются обычно для выделения грубо- и среднедисперсной сухой неслипающейся пыли. В зависимости от характера протекания газовой или воздушной смеси через устройство циклоны делятся на прямоточные и противоточные, одиночные и групповые. Запылённая газовая или воздушная смесь поступает в циклон через тангенциальный наклонный или улиточный патрубок, получает в корпусе аппарата вращательное движение по двум вихревым потокам: внешнему – нисходящему и внутреннему – восходящему. Частицы пыли, вращаясь вместе с вихревым потоком, под действием центробежной силы перемещаются радиально к стенкам цилиндрической и конической частей циклона и по-

ступают в бункер. Обеспыленная газовая или воздушная смесь по центральному восходящему вихревому потоку поступает во внутреннюю трубу и по ней выходит из циклона. Пыль отделяется от воздуха в момент перехода нисходящего потока в восходящий в конической части циклона.

Прямоточные циклоны имеют по сравнению с противоточными меньшее гидравлическое сопротивление (до 1000 Па) и габаритные размеры, но при улавливании тонкодисперсной пыли эффективность выделения примесей в прямоточных циклонах ниже.

Эффективность выделения лёгких примесей с увеличением диаметра циклонов уменьшается, поэтому при значительных расходах циклоны объединяют в группы или батареи и компонуют по количеству и типу в зависимости от заданной эффективности очистки, производительности и гидравлического сопротивления.

Циклоны имеют по сравнению с другими пылеуловителями следующие преимущества:

- высокая эффективность очистки воздуха;
- стабильность гидравлического сопротивления;
- большой диапазон производительности.

Недостатками циклонов являются:

- высокое гидравлическое сопротивление (до 1500 Па);
- большие габаритные размеры;
- плохо компонуются с другими элементами пневмосистем.

Циклоны целесообразно применять, когда требуется высокая степень очистки воздуха, а габаритные размеры и высокое гидравлическое сопротивление не являются ограничивающими факторами.

В вихревых пылеуловителях по сравнению с циклонами центробежный эффект усиливается в результате дополнительного подвода газовой или воздушной смеси в корпус аппарата.

Ротационные пылеуловители (рис. 4) состоят из рабочего колеса и кожуха (пылеприемника). Сепарация пыли происходит при движении пылевоздушного потока в каналах вращающегося ротора под действием центробежных и кориолисовой сил инерции. По направлению движения воздуха в сепарирующем роторе конструкции ротационных пылеуловителей делятся на три основные группы – с осевым, центробежным и центростремительным движением.

В ротационных пылеуловителях с осевым движением воздуха (рис. 4, а) очищаемый поток движется вдоль осевых каналов вращающегося ротора. Под действием центробежных сил инерции частицы пыли отклоняются в радиальном направлении, а под действием кориолисовой – в сторону набегающих лопаток ротора. Частицы пыли, ко-

торые выходят за радиальные пределы ротора при движении вдоль осевых каналов, отделяются от воздушного потока.

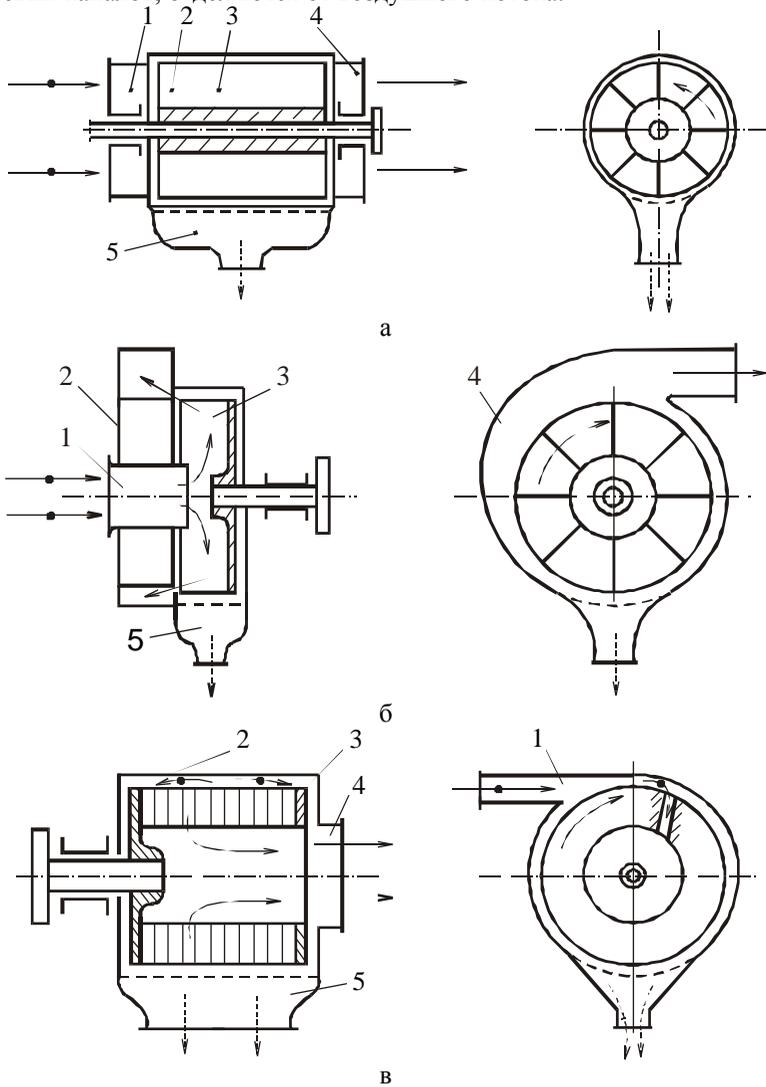


Рисунок 4 – Схемы ротационных пылеуловителей: а – с осевым движением воздуха; б – с центробежным движением воздуха; в – с центро-стремительным движением воздуха; —●→ – пылевоздушный поток;

—→ — очищенный воздух; - - → — легкие примеси; 1 — входной патрубок; 2 — корпус; 3 — ротор; 4 — выводной патрубок; 5 — пылесборник

В пылеуловителях с центробежным движением воздуха (рис. 4, б) поток и пыль движутся в радиальном направлении от оси вращения ротора. Под действием центробежных и кориолисовых сил частицы пыли перемещаются к периферии ротора и в направлении к пылесборнику. Очищенный воздух выходит через выводной патрубок.

В пылеуловителях с центростремительным движением воздуха (рис. 4, в) очищаемая смесь всасывается колесом вентилятора в каналы ротора и движется от периферии к его оси, то есть в сторону, обратную направлению центробежных сил. Под действием сил инерции частицы пыли отбрасываются в кожух пылесборника.

Положительными свойствами ротационных пылеуловителей являются:

- малые габаритные размеры;
- достаточно высокая эффективность выделения примесей (для фракций пыли $d_{cp} \leq 0,1$ мм значительно выше по сравнению с жалюзийными пылеуловителями и сравнимая с циклонами);
- пылеуловители-вентиляторы с центробежным движением воздуха совмещают функции пылеуловителя и вентилятора.

Недостатки ротационных пылеуловителей:

- высокий удельный расход энергии на очистку воздуха;
- плохая компоновка с другими элементами пневмосистем;
- сложность конструкции и меньшая эксплуатационная надёжность по сравнению с другими типами пылеуловителей.

Поэтому ротационные пылеуловители целесообразно использовать, когда требуется высокая эффективность выделения примесей из газовой или воздушной смеси и компактность установки.

Фильтрационные пылеуловители подразделяются на тканевые, волокнистые, зернистые, сетчатые и губчатые. Выделение пыли из газовой или воздушной смеси происходит при прохождении запылённого потока через пористый материал.

На предприятиях из фильтрационных пылеуловителей чаще применяются тканевые фильтры, по мере накопления в фильтрующем слое которых задержанных частиц режим фильтрации изменяется — возрастает сопротивление фильтра и его эффективность (до определенной толщины слоя пыли). Для поддержания работоспособности фильтра производят периодическое удаление уловленной пыли с его поверхности. Тканевые фильтры обладают высокой степенью выделения примесей и работают при различной запылённости воздуха.

Преимуществом тканевых фильтров является высокая степень

выделения примесей – до 99,9 %.

Недостатками тканевых фильтров являются:

- большие габаритные размеры (при больших расходах очищаемой газовой или воздушной смеси);
- высокое гидравлическое сопротивление, причём изменяющееся во времени;
- необходимость систематической очистки и периодической замены фильтров;
- высокая стоимость выделения примесей.

Поэтому тканевые фильтры целесообразно применять на конечной стадии очистки для улавливания частиц пыли размером 1 мкм и менее.

Электрические пылеуловители подразделяются на одно- и двухзонные, трубчатые и пластинчатые. Отделение взвешенных частиц от газовой или воздушной смеси происходит под действием электрических сил посредством сообщения взвешенным частицам электрического заряда в поле коронного разряда с последующим осаждением заряженных частиц под действием электрического поля на поверхности электрода. В сухом электроfiltре осадительные и коронирующие электроды жидкостью не орошаются.

Таким образом, в зависимости от физико-механических свойств лёгких примесей и пыли, содержащихся в газовой или воздушной смеси, качества очистки удаляемой смеси, требованиям к гидравлическому сопротивлению пылеулавливающего оборудования и возможности компоновки с технологическим оборудованием предприятий требуется применять различное пылеулавливающее оборудование.

Для выделения наиболее крупных частиц (размером 500 мкм и более) с небольшими скоростями витания целесообразно использовать осадочные камеры, имеющие низкое гидравлическое сопротивление и хорошую компоновку с другим технологическим оборудованием.

Использование жалюзийных пылеуловителей также является целесообразным, когда не требуется высокая степень очистки газовых или воздушных смесей от лёгких примесей, но устройство должно иметь невысокое гидравлическое сопротивление, хорошую компоновку с другими элементами технологического оборудования, достаточную производительность и низкую металлоёмкость.

Перспективным направлением развития пылеулавливающего оборудования является разработка ротационных пылеуловителей, обладающих достаточно высокой степенью очистки, сравнимой с циклонами и тканевыми фильтрами (90...95 %), невысоким удельным расходом энергии (до 1000 Вт/(м³/с) и хорошими компоновочными свой-

ствами.

Наибольшую степень очистки газовых или воздушных смесей от лёгких примесей обеспечивают фильтрационные пылеуловители. В то же время данные устройства имеют высокую стоимость выделения примесей, большие габаритные размеры, высокое сопротивление, низкую эксплуатационную надёжность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурков А. И. Повышение эффективности функционирования пневмосистем зерно- и семяочистительных машин совершенствованием их технологического процесса и основных рабочих органов: Дис. ... докт. техн. наук. Киров, 1993. 500 с.

2. Казаков В. А. Обоснование технологической схемы и параметров ротационного поперечно-поточного пылеуловителя для очистки воздуха в процессах обработки зерна и семян: Дис. ... канд. техн. наук. Киров, 1999. 155 с.

3. ГОСТ 25199-82. Оборудование пылеулавливающее. Термины и определения. Введ. 01.07.82. М. : Изд-во стандартов, 1982. 12 с.

4. ГОСТ 12.2.043-90. Оборудование пылеулавливающее. Классификация. Введ. 01.01.81. М. : Изд-во стандартов, 1980. 8 с.

CHOICE OF ARRANGEMENTS FOR CATCHING THE DUST DEPENDING ON CONDITIONS OF THEIR FUNCTIONING

***Keywords:** a jalousie deduster, the sedimentary chamber, a rotational deduster, an arrangement for catching a dust, a cyclonic deduster.*

***Annotation.** The choice of the equipment for catching easy impurity depends on physic-mechanical properties of the impurity occurring a gas-air mixture, quality of clearing of a deleted mixture, requirements to hydraulic resistance of the dust removal equipment, a possibility of configuration with the process equipment of the enterprises.*

ИЛЬИЧЁВ ВАЛЕРИЙ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ – декан факультета транспорта, сервиса и туризма, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Воротынец (vattex@mail.ru).

ILICHEV VALERIY VYACHESLAVOVICH – the dean of the faculty of service, transport and tourism, Nizhny Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Vorotynets (vattex@mail.ru).
