

ИНЕРЦИОННЫЙ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЬ СТФ-Ц

Инж. КОРОТКИЙ В. Н.

Белорусская государственная политехническая академия

Очистка пылегазовых выбросов предприятий строительной индустрии имеет важное значение для защиты окружающей среды. Практика исследований и эксплуатации пылеулавливающих устройств при производстве строительных материалов свидетельствует о недостаточной эффективности и преждевременном выходе из строя пылеуловителей, а это, в свою очередь, сопровождается выделением в окружающую среду значительного количества пыли [1]. Износ оборудования на предприятиях республики, несовершенство существующих систем очистки приводят к значительным выбросам пыли и других вредных веществ в концентрациях, превышающих допустимые.

Указанная проблема может быть частично решена с помощью инерционного пылеуловителя СТФ-Ц, разработанного в Белорусской государственной политехнической академии и защищенного патентом РБ № 3781 [2]. Предлагаемое устройство позволяет отказаться от использования дорогостоящей мокрой очистки выбрасываемого в атмосферу воздуха, что сокращает эксплуатационные расходы и стоимость очистки. Пылеуловитель СТФ-Ц предназначен для сухой очистки газов от пыли и может применяться в строительной, горной, металлургической и других отраслях промышленности. Циклон СТФ-Ц прост как в изготовлении, так и в эксплуатации, а также не требует больших капиталовложений.

Циклон (рис. 1) состоит из цилиндрическо-конического корпуса, к цилиндрической части которого присоединены входной прямоугольный и выходной коническо-цилиндрический патрубки, а к конической части корпуса через диафрагму – внутренняя секция бункера. Корпус расположен в кожухе, образованное между ними пространство сообщается через отверстие в кожухе с внешней камерой бункера. По всей площади боковой поверхности цилиндрической части корпуса равномерно расположены щелевые отверстия. Внутренняя и внешняя секции бунке-

ра снабжены люками с запорными устройствами. Между диафрагмой и конической частью корпуса расположено кольцевое отверстие. Корпус и кожух сверху закрыты крышкой.

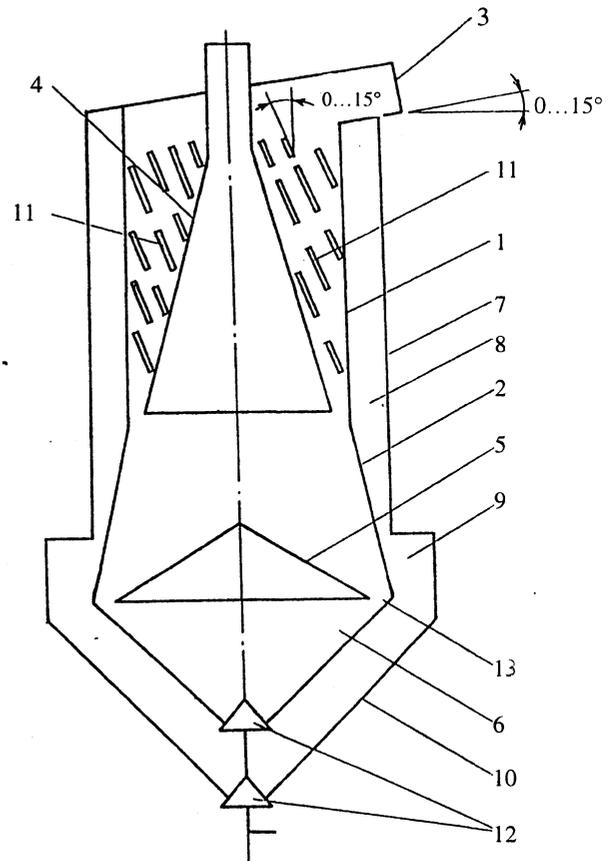


Рис. 1. Принципиальная схема циклона СТФ-Ц: 1, 2 – цилиндрическая и коническая части корпуса; 3, 4 – входной и выходной патрубки; 5 – диафрагма; 6 – внутренняя секция бункера; 7 – кожух; 8 – пространство между корпусом и кожухом; 9 – отверстия в кожухе; 10 – внешняя секция бункера; 11 – отверстия в цилиндрической части корпуса; 12 – запорные устройства; 13 – кольцевое отверстие

Устройство действует следующим образом. Пылевоздушный поток поступает в корпус циклона по тангенциальному входному патрубку, наклоненному к горизонтальной плоскости под

углом $2...15^\circ$. В цилиндрической полости корпуса циклона формируется спиралеобразное движение пылевоздушного потока с перемещением его от входного патрубка до открытого отверстия выходного патрубка. Наиболее крупные частицы пыли под действием центробежных сил устремляются к цилиндрической стенке корпуса и через отверстия в цилиндрической части корпуса, наклоненные под углом $2...15^\circ$ к образующим цилиндра, поступают в пространство между корпусом и кожухом. Далее частицы пыли через отверстия в кожухе поступают в камеру внешней секции бункера. Оставшаяся тонкодисперсная пыль, продолжая спиралеобразное движение, достигает внутренней поверхности конической части корпуса, где тормозится и через кольцевое отверстие попадает в камеру внутренней секции бункера. Очищенный воздух выходит из циклона через выхлопной патрубок, а уловленная пыль удаляется из внутренней и внешней секций бункера через люки, снабженные запорными устройствами.

Расположенные на цилиндрической поверхности корпуса щелевые отверстия позволяют наиболее эффективно использовать принцип разделения на фракции полидисперсной смеси частиц в криволинейном потоке за счет взаимодействия между центробежными силами и силами сопротивления среды, величина которых определяется размерно-плотностными и аэродинамическими свойствами частиц пыли. При тангенциальном подводе запыленного потока и дальнейшем его спиралеобразном движении внутри корпуса частицы пыли достигают внутренней поверхности корпуса тем быстрее, чем больше их размеры, масса и скорость вращения потока. Затем крупные частицы пыли через щелевые отверстия верхней части корпуса попадают в пространство между корпусом и кожухом циклона, при этом воздух в пространство не поступает, так как запорное устройство закрыто. Дальнейшее спиралеобразное движение частично очищенного пылегазового потока из-за конусности выходного патрубка сопровождается повышением скорости вращения. Это способствует увеличению радиальных скоростей (скоростей сепарации) более мелких частиц, которые, достигнув внутренней поверхности цилиндрической части корпуса, попадают в щелевые отверстия и затем – в камеру внешней секции бункера. Перемещение потока в конической части

корпуса характеризуется резким изменением направления движения и уменьшением скорости вращения. При этом оставшиеся в потоке частицы пыли осаждаются как на внутренней поверхности конической части корпуса, так и на диафрагме 5, и через кольцевое отверстие поступают в камеру внутренней секции бункера. Рабочие пространства внутренней и внешней секций бункера изолированы друг от друга, что предотвращает перетекание несущей среды. Последнее неизбежно происходило бы вследствие различных давлений на цилиндрической и конической частях корпуса и нарушило бы процесс выделения пыли. Так как ввод запыленного потока осуществляется через входной патрубок, имеющий угол наклона $2...15^\circ$ к горизонту, расположение щелевых отверстий на цилиндрической поверхности корпуса под углом $2...15^\circ$ к образующим цилиндра обеспечивает пересечение частицами пыли живых сечений этих отверстий по нормали к ним. Угол наклона $2...15^\circ$ обусловлен разным фракционным составом пылей различных производств и определяется опытным путем. Для мелкодисперсной пыли угол наклона щелей меньше, для крупнодисперсной – больше.

Предлагаемая конструкция циклона позволяет исключить разделение потоков газа на первичный и вторичный, так как этот процесс происходит внутри самого пылеуловителя. Аэродинамика движения пылегазовой смеси в циклоне не нарушается вследствие его конструктивных особенностей. Инерционный пылеуловитель СТФ-Ц позволяет:

- повысить эффективность очистки запыленных потоков до 5 % в зависимости от дисперсного состава пыли;
- увеличить срок эксплуатации устройства на 10...15 % за счет уменьшения истирания его рабочих поверхностей вследствие разделения пыли на фракции;
- предотвратить налипание мелких частиц на рабочие поверхности устройства при конденсации водяных паров вследствие наличия изолирующего пространства между корпусом и кожухом. Кроме того, разделение полидисперсной пыли на грубо- и тонкодисперсные фракции в процессе их улавливания и накопление этих фракций в двух отдельных секциях бункера обеспечивают последующую утилизацию пыли в

зависимости от технологических требований и их фракционного состава.

Предлагаемый циклон СТФ-Ц можно назвать универсальным пылеуловителем: он позволяет эффективно улавливать как крупно-, так и мелкодисперсную пыль, почти не подвержен абразивному износу, имеет допустимое сопротивление и является наиболее эффективным аппаратом, который можно применять для улавливания пыли газовых выбросов как на АБЗ, так и на других производствах.

Аэродинамические испытания циклона СТФ-Ц были проведены при изменениях скорости входа запыленного потока в пределах $w = 8 \dots 20$ м/с, что соответствовало расходу воздуха через экспериментальный циклон $Q = 720 \dots 1800$ м³/ч и массовой концентрации пыли $\mu = 30 \dots 110$ г/м³, отвечающим их реальным значениям, полученным при обследовании технологического процесса АБЗ. Потери давления в экспериментальном циклоне при скорости входа $w = 8$ м/с составляют 220 Па, при $w = 16$ м/с достигают 850 Па. В случае, когда скорость входа $w = 20,4$ м/с, потери давления в нем – 1100 Па.

Следовательно, циклон СТФ-Ц можно использовать как в 1-й, так и во 2-й ступенях очистки пылевых выбросов АБ-производства, т. е. для грубой и тонкой очистки пылевых выбросов. Использование конструкции циклона в обеих ступенях очистки позволит снизить потери давления до 1300...1400 Па, что меньше, чем у типовых циклонов, где суммарные потери давления составляют 1600...1800 Па. При применении циклона в качестве 1-й ступени очистки концентрация аэросмеси должна быть больше 90...110 г/м³, а скорость входа потока в устройство – не менее 16 м/с. При этом эффективность пылеулавливания может достигать 95 % (на модели при среднedisперсной пыли), а потери давления не превышают 1100 Па. Если циклон СТФ-Ц использовать как аппарат сухого пылеулавливания во 2-й ступени очистки, то его эффективность будет меньше (до 80 %) вследствие существенного снижения запыленности на входе. Такая эффективность очистки во 2-й ступени достигается при концентрации аэросмеси не бо-

лее 30 г/м³, скорость входа потока в этом случае составляет всего лишь 7...8 м/с, а потери давления – 220 Па. В итоге суммарная эффективность обеих ступеней очистки достигает 99 %, а суммарные потери давления для двух ступеней очистки снижаются по сравнению с типовыми циклонами АБЗ на 23...28 %, что в итоге приведет к уменьшению энергозатрат на работу всей системы пылеулавливания, действующей на АБЗ при одновременном повышении эффективности. Предлагаемый типаж циклонов предполагает расход газа от 3000 до 40000 м³/г, характерный для эксплуатируемых систем пылеочистки действующих АБЗ.

Аэродинамическое сопротивление данного устройства на чистом воздухе описывается зависимостью $\Delta p = 2,93w^2$ (w – скорость во входном патрубке циклона, м/с). На основании результатов испытаний получена следующая эмпирическая зависимость для определения эффективности очистки циклона СТФ-Ц:

$$\eta = 1031 - 3,39w - 0,253\mu + \\ + 0,021w\mu + 0,114w^2,$$

где μ – массовая концентрация пыли, г/м³.

ВЫВОД

Предлагаемая конструкция циклона СТФ-Ц и выполненный комплекс исследований могут служить основой для повышения эффективности сухого пылеулавливания как на АБЗ, так и на других производствах и будут способствовать защите окружающей среды от пылевых выбросов, что имеет существенное значение для охраны природы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пирумов А. И. Обеспыливание воздуха. – М.: Стройиздат, 1974. – 207 с.
2. Патент ВУ3781 С1 (РБ). В04С 5/22. Циклон / Б. М. Хрусталева, В. Д. Сизов, Н. В. Кислов, В. Н. Короткий // Офиц. бюл. – 2001. – № 1.