

Тула: Тульский политехнический институт, 1970. – 146 с. 4. Смирнов-Аляев Г.А., Чикидовский В.П. Экспериментальные исследования в обработке металлов давлением. – Л.: Машиностроение, 1972. – 360 с. 5. Тришевский И.С., Клепанда В.В. Механические свойства гнутых профилей. – Киев: Техника, 1977. – 144 с. 6. ГОСТ 8.207. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 10 с. 7. Кринецкий И.И. Основы научных исследований. – Киев: Вища школа, 1981. – 208 с. 8. Касандрова О.Н., Лебедев В.В. Обработка результатов наблюдений. – М.: Наука, 1970. – 104 с. 9. Румшинский Д.З. Математическая обработка результатов экспериментов. – М.: Наука, 1971. – 192 с. 10. Щиголев Б.М. Математическая обработка наблюдений. – М.: Физматгиз, 1962. – 344 с. 11. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики. Изд. 3-е. – М.: Наука, 1969. – 511 с. 12. Бендат Дж., Пирсол А. Измерение и анализ случайных процессов. – М.: Мир, 1974. – 463 с. 13. Химмельблау Д. Анализ процессов статистическими методами. – М.: Мир, 1973. – 957 с. 14. Хемминг Г.В. Численные методы для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1972. – 400 с. 15. Крамер Г. Математические методы статистики. Изд. 2-е. – М.: Мир, 1975. – 648 с. 16. Венецкий И.Г., Кильдишев Г.С. Теория вероятности и математическая статистика. – М.: Статистика, 1975. – 264 с. 17. Гутер Р.С., Овчинский Б.В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта. – М.: Физматгиз, 1962. – 358 с. 18. Степнов М.Н. Статистические методы обработки результатов механических испытаний: Справочник. – М.: Машиностроение, 1985. – 546 с.

Поступила в редколлегию 03.06.2009

УДК 30.12

КИРИЧЕНКО Л.В.,

БЕЛІЧЕНКО О.А.,

МОРСЬКА А.С.,

ШУШЛЯКОВ А.В., докт.техн.наук, проф., «ХДТУБА», г. Харьков

ВИХРЕВОЙ ТУРБУЛЕНТНЫЙ ПРОМЫВАТЕЛЬ

Защита атмосферы от промышленных выбросов – это комплексная проблема, предусматривающая разработку организационных и технических мероприятий по введению эффективных методов улавливания и обезвреживания выбросов от пыли и химических веществ, максимальное сокращение выбросов и более полное использование газообразных отходов в производстве. [2]

На производствах для улавливания пыли используют следующие виды пылеулавливающего оборудования: пылесосаочные камеры, циклоны, скрубберы, фильтры, электрофильтры и другое оборудование.

Но в настоящее время в связи с научным прогрессом развиваются новые технологии, работающие на современных материалах, поэтому проблема высокоэффективной очистки выбросов приобретает большое экологическое значение. Чем выше фоновая концентрация загрязняющих веществ, тем больше требуется сокращать количество промышленных выбросов, и повышать эффективность очистки газов, удаляемых из источников выбросов этих загрязняющих веществ.

Современные системы очистки газов от пыли представляют собой сложные сооружения, которые включают оборудование, смонтированное по одно- либо многоступенчатой схеме.

По способу очистки пылеуловители подразделяют на сухие, мокрые и электрические [1]. Работа любого пылеуловителя основана на использовании одного или нескольких методов улавливания взвешенных в газах частиц. Существующие методы очистки можно классифицировать на гравитационный, центробежный,

инерционный, электрический, метод фильтрации, диффузионное осаждение, также возможна комплексная очистка.

В основе работы сухих пылеуловителей лежат гравитационные, инерционные и центробежные механизмы осаждения, а также самостоятельную группу аппаратов сухой очистки составляют пылеуловители фильтрационного действия. В основе работы мокрых пылеуловителей лежит контакт запыленных газов с промывной жидкостью, при этом осаждение частиц происходит на капли, поверхность газовых пузырей или пленку жидкости. В электрофильтрах осаждение частиц пыли происходит за счет сообщения им электрического заряда. [1]

Чтобы правильно подобрать оборудование для очистки газов, необходимо знать состав газа и пыли (форму, размер, плотность частиц, и её концентрацию в газах), а также свойства газа (его температуру, относительную влажность и требуемую эффективность очистки). [2]

Важнейший показатель работы пылеуловителя – эффективность очистки газа, которая характеризует отношение количества уловленной пыли (%) в пылеуловителе, к количеству взвешенных частиц пыли в газе поступившем на очистку в пылеуловитель.

Выполнив анализ достоинств и недостатков мокрых пылеуловителей, было выделено следующее.

Мокрые пылеуловители имеют ряд преимуществ: сравнительно небольшая стоимость (без учета шламовых выбросов) и более высокая эффективность улавливания смачиваемой пыли по сравнению с сухими пылеуловителями; возможность применения для очистки газов от частиц пыли размером до 0,1 мкм, а также возможность использования их в качестве контактных теплообменников.

К недостаткам этих пылеуловителей относятся: возможность забивания газоходов и оборудования пылью, шламом, который образуется при охлаждении газов и конденсации паров воды; потеря жидкости в следствии брызгоуноса; необходимость антикоррозионной защиты оборудования при фильтрации агрессивных газов и смесей.[2]

Целесообразно сочетание сухой и последующей мокрой очистки, которая в свою очередь может сочетаться с адсорбционной доочисткой. Развитая поверхность контакта фаз способствует увеличению эффективности пылеулавливания. В промышленности используют мокрые пылеуловители капельного, пленочного и барботажного типов. Конструктивно аппараты могут быть полыми, тарельчатыми, механического и ударно-инерционного действия (ротоклоны), а также скоростного типа (трубы Вентури и другие инжекторы).

В зависимости от формы контактирования фаз способы мокрой пылеочистки можно разделить на: 1 - улавливание в объеме (слое) жидкости; 2 - улавливание пленками жидкости; 3 - улавливание распыленной жидкостью в объеме газа.

При объемно-жидкостном способе поток запыленного газа пропускают через определенный объем жидкости. Для этой цели используют пенные пылеуловители с провальными тарелками или тарельчатые скрубберы, эффективность которых может достигать 90-95%.

Улавливание пыли пленками жидкости характеризуется тем, что контакт газа и жидкости происходит на границе двух сред без перемешивания. Захват (собственно улавливание) твердых частиц тонкими пленками жидкости происходит на поверхностях конструктивных элементов. К этой группе устройств относятся скрубберы с насадкой, мокрые циклоны, ротоклоны и т.п.

Улавливание пыли распыленной жидкостью заключается в том, что орошающая жидкость вводится в запыленный объем (поток) газа в распыленном или дисперсном

виде. Этот способ распыления используется в полых скрубберах. Распыление орошающей жидкости производится с помощью форсунок под давлением или за счет энергии самого потока газа. Используется в турбулентных промывателях и скрубберах Вентури.

Скрубберы Вентури (сочетание трубы Вентури с каплеуловителем центробежного типа) обеспечивают очистку газов от частиц пыли практически любого дисперсного состава, также к их достоинствам можно отнести простоту изготовления, монтажа, небольшие габариты. Но у скрубберов Вентури есть и недостатки – сравнительно большие эксплуатационные расходы, связанные с необходимостью преодоления высокого гидравлического сопротивления – 4000 – 40000 Па.

Все эти аппараты используют только один способ и минимум методов очистки, и могут иметь малую эффективность очистки η и большое гидравлическое сопротивление ΔP , Па.

Учитывая все ранее описанные факторы, возникает необходимость разработки нового оборудования, в котором одновременно сможет реализовываться несколько способов очистки, каждый из которых сможет осуществляться максимальным числом методов. К такому оборудованию можно отнести вихревые турбулентные промыватели (ВТП), которые могут использовать комплексный способ очистки газов, реализуемый гравитационным, инерционным, центробежным методами, а также методом фильтрации (адгезии).

Для проведения эксперимента не обязательно использовать аппарат в натуральную величину, а в целях экономии материала и уточнения теоретических положений, достаточно сконструировать модель пылеуловителя, в которой бы сохранялись характеристики натурального ВТП.

Что и было выполнено, пользуясь методами теории подобия. Согласно этой теории, эффективность осаждения частиц за счет определенного механизма их осаждения может быть качественно охарактеризована соответствующим безразмерным параметром, а общая эффективность улавливания частиц в аппарате η является функцией этих параметров и критерия Re , определяющего характер движения газовой среды:

$$\eta = f(Re; G; \omega; Stk; R; D; K_E) \quad (1)$$

где $Re; G; \omega; Stk; R; D; K_E$ – безразмерные параметры осаждения частиц соответственно за счет эффектов седиментации, центробежной силы, инерции, касания, диффузии и электрических сил. [1]

Моделирование процессов очистки газа с помощью аппарата «Вихревой турбулентный промыватель»

Как известно, гидравлические явления подобны если они отвечают следующим условиям подобия: геометрическому; кинематическому; динамическому (механическому). [5]

В геометрическом подобии: две системы считаются подобными, если отношение между всеми соответствующими размерами одинаково, а сходственные углы равны.

Данный аппарат «Вихревой турбулентный промыватель» был уменьшен в два раза, исходя из соотношения:

$$\frac{L_n}{L_m} = \lambda \quad (2)$$

где: L_n - некоторый линейный размер натурального объекта;
 L_m - соответствующий размер модели;

λ - коэффициент пропорциональности или линейный масштаб модели. В данном случае $\lambda = 2$, т.к. аппарат уменьшаем в 2 раза.

Соответственно этим требованиям был произведен расчет, в котором каждую из конструктивных деталей промывателя уменьшили в 2 раза.

После того, как геометрическое подобие было выдержано, была произведена проверка модели на гидродинамическое подобие: для получения гидродинамического подобия должно соблюдаться равенство чисел Рейнольдса в натуре и модели: [5]

$$Re_n = Re_m \quad (3)$$

Критерий Рейнольдса вычисляется по формуле:

$$Re = \frac{d \cdot V \cdot \rho}{\nu} \quad (4)$$

где: d - соответствующий диаметр, мм;
 V - соответствующая скорость, м/с;
 ρ - плотность газа (воздуха $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$);
 ν - коэффициент кинематической вязкости (для сухого воздуха $\nu = 15,06 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$)

Так как $\rho = \text{const}$; $\nu = \text{const}$; d - принят из условия геометрического подобия, подставим исходные данные в формулу (4), и получим:

1) На входе в промыватель:

в натуре: $Re_{n \text{ вх}} = 71713$

на модели: $Re_{m \text{ вх}} = 35856$

Для того, чтобы достичь равенство чисел Рейнольдса, увеличим скорость соответственно в модели $v = 36 \text{ м/с}$, что по сравнению с натурой в 2 раза больше, тогда: $Re_{m \text{ вх}} = 71713$

То есть $Re_n = Re_m$, следовательно, подобие выдерживается.

Подобным образом произведен расчет модели рабочей камеры и лопатки, где также для достижения равенства Рейнольдса необходимо увеличить скорость.

Также должно соблюдаться динамическое подобие, то есть равенство давлений в сходственных точках аппарата соответственно, и в натуре, и на модели, что будет определено во время проведения эксперимента.

Процесс очистки газа в «Вихревом турбулентном промывателе»(ВТП)

Принцип действия ВТП заключается в следующем: очищаемый газ поступает в распределительную камеру, где за счет движения по криволинейному каналу происходит сепарация взвешенных примесей и частично их укрупнение за счет коагуляции. Из распределительной камеры воздух равномерно распределяется по каналам завихрителя. Оттуда в рабочую камеру поступает закрученный поток, за счет вязких сил воздух закручивается. Предварительно до начала исследования бункер заполняется водой. При вращении воздуха над неподвижной поверхностью воды, верхний слой воды центробежными силами стягивается к центру и часть воды потоком уносится в рабочую камеру. Под действием центробежных сил, вода в рабочей камере будет деспергироваться на капли, при этом размер капель зависит от окружной скорости потока. При окружной скорости потока $w = v \cdot r$ (где v - тангенциальная составляющая скорости, а r - радиус, на котором вращается частица), равной 50м/с, размер частиц будет достигать 40-60мкм. Капли воды под действием центробежных сил будут дрейфовать от центра к завихрителю, однако коснуться лопаток завихрителя они не смогут, так как будут отжиматься вытекающим потоком очищаемого газа. В результате в рабочей камере образуется вращающийся цилиндрический капельно-зернистый слой жидкости. В этом слое капли могут сливаться, и тут же разрываться,

обновляя поверхность контакта. Таким образом, закрученный поток очищаемого воздуха, вытекающий из межлопаточных каналов вращает капельно-зернистый слой жидкости, одновременно фильтруясь через него, что обеспечивает высокоэффективность очистки газа и интенсивный тепломассообмен между очищаемым газом и каплями жидкости.

При накоплении в рабочей камере жидкости больше критической массы часть ее, вместе с уловленными примесями обрушивается в бункер, где шлам выпадает в осадок, а жидкость участвует в рециркуляции.

Некоторый объем газа после прохождения капельно-зернистого слоя разворачивается в сторону выходного патрубка аппарата и вместе с осевым потоком газа, выходящим из бункера, поступает в сепарационную камеру, вынося из рабочей камеры часть капельной жидкости.

В сепарационной камере крупные капли жидкости под действием центробежных сил либо отбрасываются на стенки, по ним стекают вниз и через отверстия вытекают в рабочую камеру отдельными струями.

Мелкодисперсная капля жидкости отделяется от потока с помощью конусного инерционного каплеотделителя. Проходя через каплеотделитель, поток газа дополнительно закручивается. При этом субмикронные капли коагулируются и центробежными силами отбрасываются на внутреннюю поверхность стенок каплеотделителя и стекают в рабочую камеру по штоку. Снизу к штоку прикреплен диск, диаметр которого на 5-10мм меньше внутреннего диаметра корпуса. Имеется возможность опускать и поднимать шток, для этого он жестко соединен с устройством предназначенным для обратного-поступательного движения. Диск служит для изменения расхода жидкости, которую поток выносит из бункера в рабочую камеру. При перемещении механизма вниз, высота слоя жидкости над диском увеличивается, а при подъеме высота уменьшается. Количество жидкости, которая уносится потоком с поверхности диска будет тем больше, чем меньше высота слоя жидкости над диском. Чем больше жидкости, тем больше интенсивность орошения очищаемого газа. Вращение жидкости над неподвижным основанием бункера способствует концентрации уловленных примесей в центральной части, поэтому удаление шлама из бункера осуществляется полностью без налипания уловленных примесей на дно или стенки бункера.

Для компенсации убыли жидкость также подается в корпус тангенциально к его стенкам, что обеспечивает смывание шлама со стенок и предотвращает залипание аппарата.

Исследование модуля аппарата ВТП

В процессе исследования модуля аппарата ВТП необходимо установить оптимальную производительность модуля по очистке газа, сопротивление модуля, эффективность очистки его работы при улавливании различных видов загрязняющих веществ. Определить необходимый расход подпиточной воды, эффективность отделения капельной жидкости, количество жидкости диспергируемой потоком в рабочей камере модуля.

Все перечисленные исследования будут проведены на лабораторном стенде, схема которого показана на рис 1.

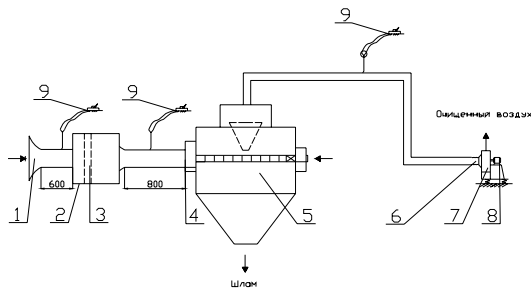


Рис.1 Схема лабораторного стенда. 1. Коллектор 2. Камера давления 3. Сетки 4. Переход сечений 5. Вихревой турбулентный промыватель 6. Гибкая вставка 7. ВЦП 7-40 8. Двигатель вентилятора 9. Микроманометры ММН-250

Лабораторный стенд собирается согласно рекомендациям о сборке аэродинамического стенда [6] по схеме «всасывание». Состоит из воздухопроводов квадратного сечения, входного коллектора предназначенного для обеспечения плавного входа; камеры давления, предназначенной для выравнивания статического давления. Корпус камеры давления представляет собой цилиндрическую трубу, внутри которой устанавливается на болтах обруч с натянутыми на него двумя сетками. Вихревой турбулентный промыватель подключается к системе как показано на рис.1. Для измерения перепада давлений газа используются микроманометры типа ММН-250 и пневмометрические трубки с тарировочным коэффициентом 0.98, а также резиновые шланги диаметром 5мм.

Шлам из бункера исследуемого модуля отводится в сборную емкость. В качестве пыли используется пыль доменного производства, бентонитовая глина, пыль графита и другие виды пыли.

Полученные результаты на модели модуля ВТП могут быть использованы для составления уравнения регрессии, которое описывает зависимость эффективности работы модуля от определяющих параметров.

Список литературы: 1. Ужов В.Н. Очистка промышленных газов от пыли / Ужов В.Н., Вальдберг А.Ю., Мягков Б.И., Решидов И.К. - М.: Химия, 1981. – 392с. 2. Алиев Г.М.А. Устройство и обслуживание газоочистных и пылеулавливающих установок / Алиев Г.М.А. – Учебник для СПТУ. – 2-е изд. перераб. и доп., М.: Металлургия, 1980. – 368с. 3. Алиев Г.М.А. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов / Алиев Г.М.А. – Справ. изд., М.: Металлургия, 1986. – 544с. 4. СНиП II 33-75. 5. Альтшуль А.Д. Гидравлика и аэродинамика / Альтшуль А.Д., Киселёв П.Г. – М.: Стройиздат, 1975. – 323с. 6. Талиев В.Н. Аэродинамика и вентиляция / Талиев В.Н. – М.: Стройиздат, 1979. – 295с., ил.

Поступила в редколлегию 11.06.2009

УДК 621.73

ВАСИЛЕВСКИЙ О.В., зам. начальника кузнечно-прессового цеха (ОАО ММК им. Ильича),
КУХАРЬ В.В., канд. тех. наук, доцент, (НМетАУ)

ДЕФОРМИРУЮЩИЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ КОВКИ ПОКОВОК С ВЫТЯНУТОЙ ОСЬЮ

Рассмотрены и проанализированы разновидности деформирующего инструмента дляковки поковок с вытянутой осью. Определены пути повышения качества поковок и увеличения производительности благодаря внедрению в производство новой кузнечной оснастки и инструмента.

Considered and analyzed the variety of deforming instrument for forging of forging part with extended axis. The ways of upgrading forging parts quality and increase of the productivity are certain due to applying in industry of new blacksmith's rigging and instrument.