

УДК 69.057; 658.382.3

И.К. Садртдинов – директор

E-mail: tatkomen1@yandex.ru

Республиканское производственное объединение «ТАТКОММУНЭНЕРГО»

А.М. Мусаев – кандидат технических наук, доцент

Р.Г. Сафиуллин – кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

К РАСЧЕТУ АППАРАТОВ ДЛЯ ТЕРМОКИНЕТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ДЫМОВЫХ И АГРЕССИВНЫХ ГАЗОВ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СТРУЙ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается конструкция устройства для пылегазозолоулавливания из дымовых и агрессивных газов. В ее основе лежит использование вспомогательных высокоскоростных закрученных потоков, создаваемых тангенциальными гидродинамическими ускорителями (ГДУ). Приводятся результаты испытаний ГДУ, оснащенного насадкой Лаваля.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: пылегазоочистка, дым, агрессивная среда, гидродинамический ускоритель.

I.K. Sadrtdinov – director

RPO «TATKOMMUNENERGO»

A.M. Musaev – candidate of technical sciences, associate professor

R.G. Safiullin – candidate of technical sciences, associate professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

TO THE CALCULATION OF APPARATUS FOR THERMOKINETIC CLEANING OF FLUE AND CORROSIVE GASES BASED ON HIGH-SPEED AIR JETS

ABSTRACT

The design of the device for catching the dust from the flue and corrosive gases is considered. It's work is based on the use of auxiliary high swirling flows generated by tangential hydrodynamic accelerators (HDA). The results of tests of the HDA, equipped with a Laval nozzle, are given.

KEYWORDS: dust and gas cleaning, smoke, aggressive environment, hydrodynamic accelerator.

При эксплуатации топливоиспользующих и других технологических установок правильный выбор пылегазозолоуловителей становится большой проблемой. Чем выше требуемая степень очистки высокотемпературных газов от пыли и золы, тем большими оказываются капитальные затраты на сооружение установок. Чтобы добиться требуемых результатов, часто ориентируются на использование нескольких ступеней очистки, на каждой из которых применяют инерционные аппараты «сухой» и «мокрой» очистки – фильтры и циклоны [1]. Основным недостатком указанных устройств является невозможность очистки при высокой температуре и повышенной влажности газов. Они также не позволяют решать вопросы очистки от химических примесей.

Широкое применение для очистки дымовых и агрессивных газов может найти термокинетический метод и аппарат на его основе – пылегазозолоуловитель [2]. К прототипам изобретения можно отнести известную конструкцию вихревого пылеуловителя с вспомогательным закрученным потоком, который формируется в объеме аппарата при подаче струй сжатого воздуха через сопла, расположенные тангенциально вдоль верхней части цилиндрического корпуса по нисходящим спиральям под углом наклона 30° навстречу к очищаемому газу [3].

Основной недостаток известной конструкции состоит в значительном аэродинамическом сопротивлении, сравнимом с затратами в циклонных аппаратах. Это связано с тем, что в объеме устройства создаются два встречно направленных потока, взаимодействующих друг с другом. Кроме того, закручивание центрального потока осуществляется с помощью завихрителя, на котором теряется существенная часть давления, развиваемого дымососом или вентилятором. Недостатками

прототипа можно считать небольшую производительность, затруднительность проведения пылеулавливания при повышенной влажности и агрессивности газов.

Наиболее близкими прототипами являются циклонные прокалочные камеры [4], в которых реализуется механизм гидродинамического теплообмена между высокотемпературными вихревыми потоками газа и взвешенной дисперсной средой.

Отличительной особенностью предлагаемого в [2] аппарата является способ введения в высокотемпературный поток скоростной гидродинамической струи сжатого воздуха спутно потоку очищаемого газа. При заметном уменьшении аэродинамических потерь такое решение позволяет значительно увеличить центробежные и инерционные силы в аппарате и, соответственно, эффективность очистки от пылевых частиц. Тонкодисперсное распыление воды в струе сжатого воздуха позволяет в широком диапазоне регулировать процессы конденсации в очищаемом газе, а также смещать точку росы потока за счет изменения дисперсности водяного тумана. Для увеличения эффекта нейтрализации газообразных примесей в струю сжатого воздуха предлагается эжектировать дозированное количество химических растворов.

На рис. 1 показана схема устройства [2] для осуществления термокинетического способа пылезолоулавливания. Устройство включает цилиндрический корпус 1 в виде горизонтальной пылесадительной камеры, входной 2 и выходной 3 патрубки для подачи в камеру и удаления из камеры дымовых и агрессивных газов, бункеры 4 для сбора пыли, сепаратор 5, безнапорную емкость 6 для химических реагентов.

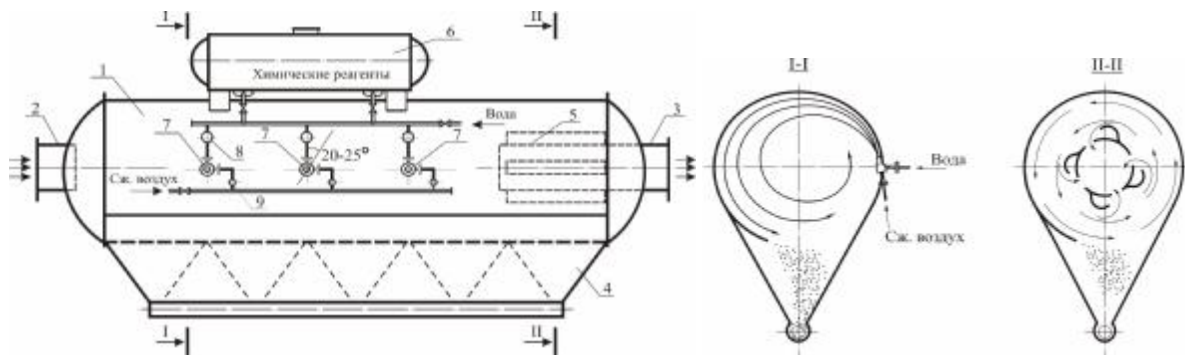


Рис. 1. Схема аппарата для термокинетической очистки дымовых и агрессивных газов

Разделение сред и очистка в аппарате осуществляются следующим образом: высокотемпературные дымовые газы поступают по патрубку в пылесадительную цилиндрическую камеру большого диаметра, при этом поток резко теряет скорость и из потока выпадают крупные частицы пыли в бункеры первого ряда. Горизонтальный поток очищаемых газов со скоростью $0,8-2,5$ м/с перемещается в зону действия гидродинамических ускорителей, где высокоскоростные струи сжатого воздуха внедряются в дымовые газы тангенциально под углом 20° к вертикальной плоскости (см. сечение I-I). Суммарный поток приобретает поступательно-вращательное движение. При этом создается дополнительная тяга в корпусе цилиндрической камеры и увеличивается центробежная сила, воздействующая на пылевые частицы (см. сечение II-II). Значительная разность температур смешивающихся потоков и дополнительное диспергирование воды способствует конденсации и изменению точки росы очищаемого газа, утяжеляя мелкие частицы пыли.

Основными отличительными элементами аппарата являются гидродинамические ускорители (ГДУ) 7, установленные тангенциально к корпусу устройства и имеющие регуляторы расхода воды 8 и сжатого воздуха 9 (рис. 1). Введение через ГДУ высокоскоростных струй сжатого воздуха спутно под углом $20-25^\circ$ по ходу движения очищаемого газа создает дополнительную тягу в объеме аппарата.

Конструкция ГДУ показана на рис. 2. Устройство состоит из корпуса 10 и двух патрубков – осевого 11 для сжатого воздуха и тангенциального 12 для эжектируемой воды или раствора. Выходное отверстие ускорителя выполнено в форме сопла Лавала 13 с фланцем 14. Сжатый воздух, содержащий водную смесь, проходя по каналу сопла, адиабатически ускоряется в нем до сверхзвуковых скоростей с образованием водяного тумана.

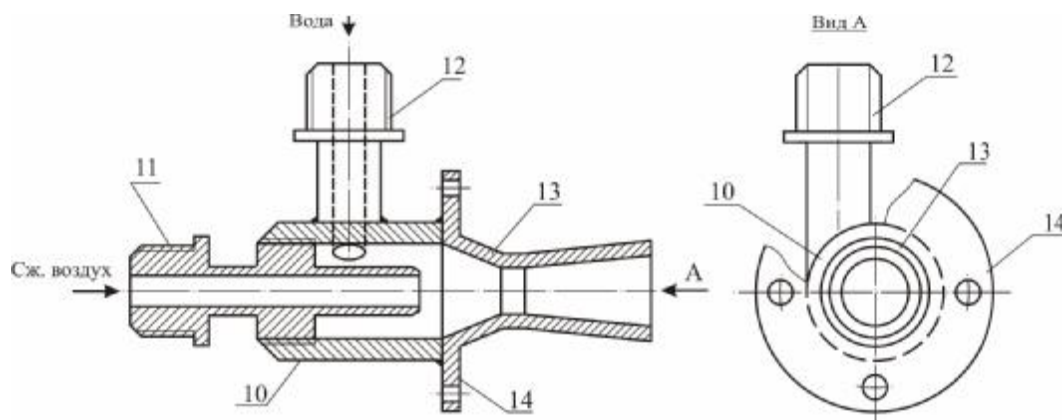


Рис. 2. Конструкция гидродинамического ускорителя

Стендовые испытания, проведенные в специально оборудованных камерах и в открытой атмосфере, показали, что за счет изменения давления сжатого воздуха можно в широких пределах регулировать как осевую скорость истечения струи, так и дисперсность распыливаемого раствора. На рис. 3 показана работа ГДУ при давлении сжатого воздуха 0.5ч0.6 МПа. В зависимости от размеров выходного сечения сопла Лавалья устанавливается определенный угол раскрытия факела α :

- при давлении воздуха 0.3 МПа, воды 0.2 МПа – 23°;
- при давлении воздуха 0.4 МПа, воды 0.3 МПа – 21°.

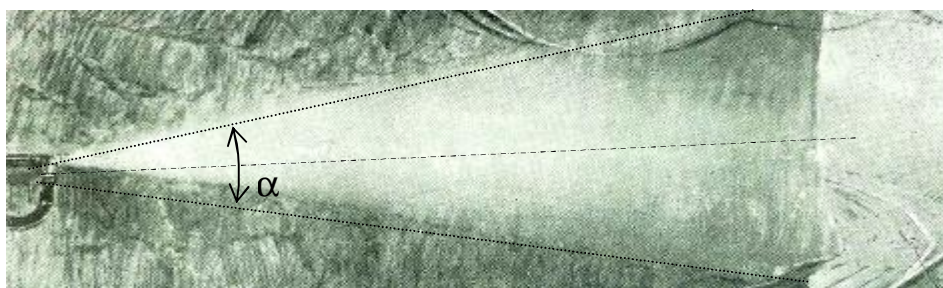


Рис. 3. Гидродинамическая струя в открытой атмосфере

Расход сжатого воздуха при давлении 0.2ч0.6 МПа составил 0.8ч3.0 м³/мин., соответственно; расход воды в зависимости от давления на линии подачи колебался в пределах 4.0ч1.0 л/мин. Скорость водо-воздушной смеси на выходе из насадки в указанном диапазоне давлений сжатого воздуха составляла 120ч740 м/с.

Для конструктивного расчет ГДУ при использовании в аппарате термокинетической очистки можно воспользоваться известными зависимостями [5], которые позволяют определять геометрические параметры сопла ускорителя, скорость истечения и расход сжатого воздуха.

Выводы

В работе представлены конструкция и характеристики работы устройства [2], предлагаемого для термокинетической очистки дымовых и агрессивных газов. Высокоскоростные потоки сжатого воздуха, поступающие тангенциально в цилиндрический корпус устройства, создают вихревые потоки, усиливающие тягу и снижающие общие потери давления в аппарате. Широкий диапазон регулирования дисперсности подаваемых в устройство растворов, определяемый в зависимости от пылегазовых загрязнений потока, обеспечивается за счет использования дозаторов и ГДУ с соплом Лавалья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по пыле- и золоулавливанию / М.И. Биргер, А.Ю. Вальдберг, Б.И. Мягков и др.; Под общ. ред. А.А. Русанова. – 2-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 320 с.
2. Устройство для пылегазозолоулавливания из дымовых и агрессивных газов. Патент РФ 2372972. Мусаев А.М., Зиганшин М.Г., Сафиуллин Р.Г. – Б. И., 2008.
3. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты пылеочистки. Учебное пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. – 62 с.
4. Давыдов В.И., Гамрекали М.Н., Добрыгин П.Г. Термические процессы и аппараты для получения окислов и радиоактивных металлов. – М.: Атомиздат, 1977. – 208 с.
5. Иванов Ю.В. Основы расчета и проектирования газовых горелок. – М.: Гос. научно-техническое издат. нефтяной и горно-топливной литературы, 1963. – 360 с.