



УДК 66.074.2

## ОЧИСТКА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ОТ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ЧАСТИЦ ПРЯМОУГОЛЬНЫМ СЕПАРАТОРОМ

### PURIFICATION OF FLUE GASES OF FINELY DIVIDED SOLID-STATE PARTICLES WITH THE RECTANGULAR SEPARATOR

**Зинуров Вадим Эдуардович**

магистр,  
Казанский государственный энергетический университет  
vadd\_93@mail.ru

**Zinurov Vadim Eduardovich**

Master,  
Kazan state power engineering university  
vadd\_93@mail.ru

**Аннотация.** В работе представлена конструкция прямоугольного очистительного сепаратора для очистки многофазного газового потока от мелкодисперсных частиц. Произведен сравнительный анализ прямоугольного очистительного сепаратора с циклоном по эффективности улавливания мелкодисперсной пыли.

**Annotation.** In work the design of a rectangular abstersive separator for cleaning of a polyphase gas stream of finely divided particles is presented. The comparative analysis of a rectangular abstersive separator with the cyclone by efficiency of catching of finely divided dust is made.

**Ключевые слова:** сепаратор, продукты сгорания, осаждения частиц, очистка газов.

**Keywords:** separator, combustion products, particle settling, gas purification.

Аппараты для очистки газов от твердых и жидких примесей играют важную роль при комплектовании технологической аппаратуры предприятий энергетики, химической, нефтехимической отраслей промышленности. Сегодня на предприятиях, оборудованных газоочистными сооружениями, золоулавливание, денитрификацию и десульфуризацию дымовых газов проводят в разных аппаратах. Вследствие этого процесс газоочистки становится громоздким и дорогостоящим, причем более 60 % расходов приходится на долю сероочистки. В последние годы в ряде стран (Японии, США, Германии, России, Польше и др.) ведется разработка новых методов и аппаратов, рассчитанных на одновременную очистку дымовых газов от нескольких загрязнителей. Наиболее распространенными аппаратами для очистки газов от твердотельных частиц являются различные модификации циклонов. Существенным минусом использования циклонов является крайне малая эффективность очистки газовых потоков от частиц размером менее 10 мкм. Поэтому очистка многофазных газовых потоков от мелкодисперсных частиц размером до 10 мкм является крайне актуальной проблемой в нефтехимической отрасли [1–3].

Целью настоящей работы является исследование процесса очистки многофазного газового потока от твердых частиц, используя разработанный очистительный прямоугольный сепаратор (рис. 1).

Очистительный прямоугольный сепаратор состоит из 5 рядов двутавровых элементов, которые собраны в прямоугольный корпус, имеющий следующие размеры: длина – 120 мм, ширина – 104 мм и высота – 192 мм.



**Рисунок 1** – 3D модель прямоугольного очистительного сепаратора

Принцип работы данного устройства заключается в следующем – при движении газового потока между элементами прямоугольного сепаратора возникает центробежная сила, отбрасывающая частицы к стенкам элементов, выбивая частицы из структурированного потока. Для достижения макси-



мального эффекта очистки многофазного потока от мелкодисперсных частиц необходимо достижения максимального значения центробежной силы. Для этого необходимо располагать элементы внутри сепаратора таким образом, чтобы выполнялось следующее условие: окружность, проведенная из центра двутаврового элемента должна проходить через крайние точки двутавровых элементов соседних рядов (рис. 2).

Разработка очистительного прямоугольного сепаратора производилась с использованием численного моделирования. Для того, чтобы подтвердить высокую эффективность предлагаемого очистительного прямоугольного сепаратора производилось сравнение с циклоном ЦН-11-400.

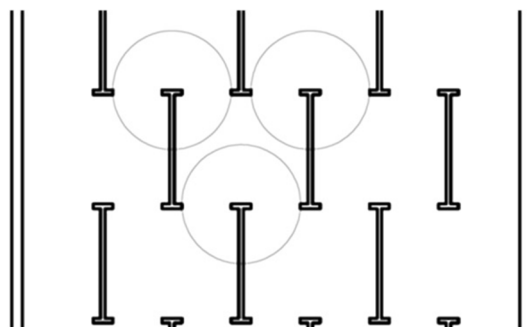


Рисунок 2 – Модель прямоугольного сепаратора (вид сверху)

На рисунке 3 представлена зависимость эффективности очистки многофазного газового потока от мелкодисперсных частиц при разных входных объемных расходах  $Q$ , м<sup>3</sup>/с.

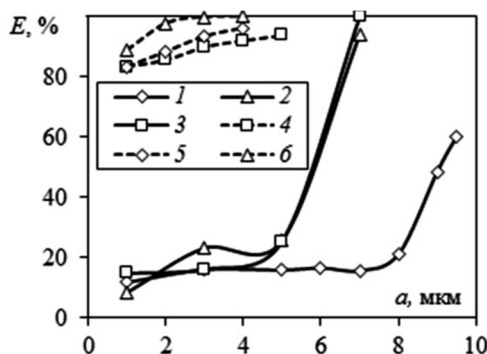


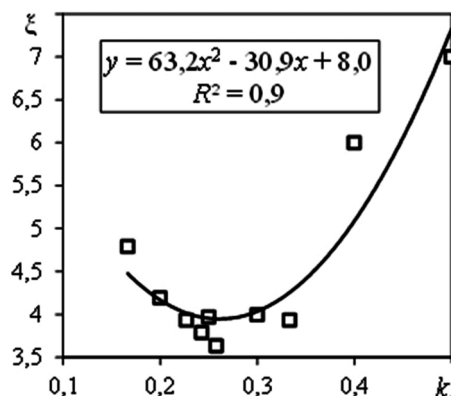
Рисунок 3 – Зависимость эффективности улавливания мелкодисперсных частиц от их диаметра при разных входных объемных расходах  $Q$ , м<sup>3</sup>/с: 1 – 0,222, 2 – 0,444, 3 – 0,888, 4 – 0,05, 5 – 0,111, 6 – 0,444; штрих пунктирные линии – значения расчета прямоугольного сепаратора, линии – значения расчета циклона

Уменьшение объемного расхода позволяет существенно снизить гидравлические потери. При объемном расходе  $Q = 0,05$  м<sup>3</sup>/с гидравлическое сопротивление у сепаратора на 52 Па ниже, чем у циклона ЦН-11. При необходимости установки больших значений объемного расхода  $Q$ , решением является компоновка нескольких прямоугольных сепараторов в 1 корпус по принципу батарейного циклона. Тогда при необходимых значениях  $Q$  эффективность сепаратора будет выше эффективности циклона и гидравлическое сопротивление сепаратора будет ниже, чем у циклона. Например, для замены 1 циклона ЦН-11-400 при  $Q = 0,444$  м<sup>3</sup>/с потребуется 9 прямоугольных сепараторов, которые необходимо использовать при  $Q = 0,05$  м<sup>3</sup>/с. Однако компоновка нескольких сепараторов в 1 устройство изменит внешние размеры корпуса созданного аппарата от 104 × 192 мм, решением служит использование переходника от трубы, по которой движется запыленный газовый поток в аппарат. Сужающая и расширяющая часть переходника также позволит осуществлять равномерную раздачу потока по всем прямоугольным сепараторам.

Для нахождения оптимального значения между длиной двутаврового элемента и длиной выступа элемента был введен безразмерный коэффициент  $k$ , который определяется как отношение длины выступа двутаврового элемента к длине элемента. Проведенные исследования показали, что при значении безразмерного параметра  $k$  равного 0,24 достигается наименьшее гидравлическое сопротивление аппарата (рис. 4).

При  $k = 0,24$  достигается наименьшее гидравлическое сопротивление сепаратора  $\xi = 3,8$ .

Достоинства прямоугольного сепаратора: малая металлоемкость, высокая степень улавливания мелкодисперсных частиц, простота изготовления.



**Рисунок 4** – Зависимость гидравлического коэффициента прямоугольного сепаратора при различных значениях безразмерного коэффициента  $k$

**Литература:**

1. Сугак Е.В., Войнов Н.А., Николаев Н.А. Очистка газовых выбросов в аппаратах с интенсивными гидродинамическими режимами. – Казань : Отечество, 2009. – 222 с.
2. Николаев А.Н., Дмитриев А.В., Латыпов Д.Н. Очистка газовых выбросов ТЭС, работающих на твердом и жидком топливе. – Казань : Новое знание, 2004. – 135 с.
3. Абрамов В.В., Агабабов В.С., Аничков С.Н. и др. Современные природоохранные технологии в электроэнергетике. – М. : Издательский дом МЭИ, 2007. – 388 с.

**References:**

1. Sugak E.V., Voynov N.A., Nikolaev N.A. Cleaning of gas emissions in devices with the intensive hydrodynamic modes. – Kazan : Otechestvo, 2009. – 222 p.
2. Nikolaev A.N., Dmitriyev A.V., Latypov D.N. Cleaning of gas emissions of the thermal power plant using solid and liquid fuel. – Kazan : New knowledge, 2004. – 135 p.
3. Abramov V.V., Agababov V.S., Anichkov S.N., etc. Modern nature protection technologies in power industry. – M. : MEI publishing house, 2007. – 388 p.