

УДК 621.928.37 + 621.928.93

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЦИКЛОНОВ

Д.И. МИСЮЛЯ, Ю.Л. РУСАКОВИЧ, В.В. КУЗЬМИН

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Циклоны являются самыми распространенными центробежными пылеуловителями. При этом они могут применяться в качестве как первой ступени очистки перед аппаратами тонкого пылеулавливания, так и единственной ступени очистки.

Гидравлическое сопротивление циклонов обычно составляет существенную часть общих потерь давления в системах очистки газов [1]. Поэтому оценка сопротивления циклонов и изыскание путей его снижения представляют большой практический интерес.

Сопротивление циклонных аппаратов зависит от потерь кинетической энергии вращательного движения выходящего очищенного потока. Для их снижения применяют раскручивающие (спрямляющие) устройства, позволяющие преобразовать эту энергию в статическое давление. Учитывая конструктивные особенности и принцип работы, раскручиватели потока устанавливают внутри циклона или на выходе из аппарата [2, 3].

Исследования гидравлического сопротивления проводились в соответствии с рекомендованной НИИОГАЗом методикой [4] на незапыленном атмосферном воздухе при температуре 20 °С на циклоне ЦН-15, изготовленном из оргстекла, с внутренним диаметром 0,24 м.

Конструкция, место установки и 3D-модель раскручивающего устройства представлены на рис. 1.

Устройство, расположенное в выхлопной трубе циклона, состоит из центральной части 1, лопастей 2, рециркуляционной трубы 3 и завихрителя 4. Пустотелые лопасти 2, расположенные между внутренней поверхностью выхлопной трубы и центральной частью 1, снабжены щелевыми отверстиями 5, которые сообщаются с рециркуляционной трубой 3.

Выходящий из основной сепарационной зоны циклона вихревой поток поступает в выхлопную трубу, в которой расположено раскручивающее устройство. На лопастях 2 происходит плавное выпрямление газового потока. Частицы, захваченные этим восходящим вихревым потоком и движущиеся вдоль внутренней поверхности выхлопной трубы, попадают в щелевые отверстия 5, затем в рециркуляционную трубу 3 и по ней возвращаются в основную сепарационную зону циклона на дополнительное

улавливание. Для интенсификации этого процесса на выходе из рециркуляционной трубы 3 установлен завихритель 4.

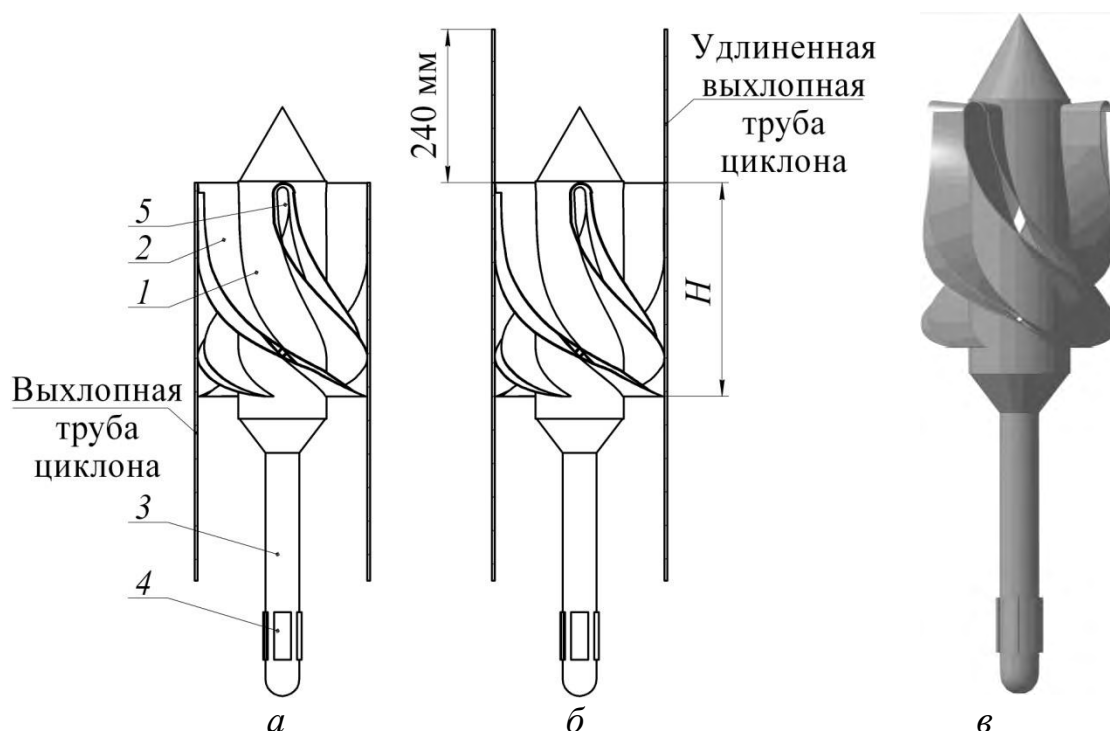


Рис. 1. Конструкция и место установки раскручивающего устройства: *а* – в стандартной выхлопной трубе; *б* – в удлиненной выхлопной трубе; *в* – 3D-модель раскручивающего устройства

При установке раскручивающего устройства таким образом, что верхний край его лопастей расположен на одном уровне с верхней кромкой выхлопной трубы, как показано на рис. 1, *а*, ее удлинение (рис. 1, *б*) способствует равномерному распределению потока на все сечение трубы.

Зависимость степени снижения сопротивления циклона ϵ , %, от скорости газа в нем w , м/с, при различной высоте лопастей H раскручивающего устройства показана на рис. 2. Зависимость ϵ , %, от числа лопастей N устройства при $w = 3,5$ м/с приведена на рис. 3.

С увеличением высоты лопастей раскручивающего устройства эффективность снижения сопротивления возрастает, что можно объяснить более полным раскручиванием газового потока.

Применение удлиненной выхлопной трубы (стабилизационного участка), при установке раскручивающего устройства, также положительно влияет на снижение сопротивления циклона. Газовый поток выходит из устройства не как единый поток, а как равное число лопастей струй. Благодаря стабилизационному участку, поток заполняет все сечение выхлопной трубы, что и снижает гидравлическое сопротивление циклона.

Опыты также подтвердили наличие описанной выше циркуляции части газа с неуловленными частицами от внутренней поверхности выхлопной

трубы через полости лопастей и рециркуляционную трубу обратно в центральную зону циклона.

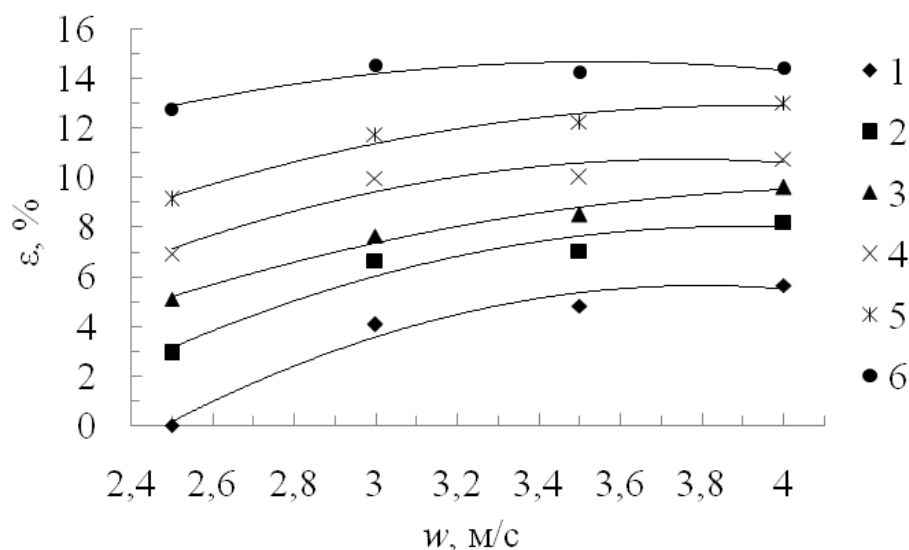


Рис. 2. Влияние четырехлопастного ($N=4$) раскручивающего устройства с различной высотой лопастей H , м, и удлинения наружной части выхлопной трубы на ε , %: 1 – $H=0,06$; 2 – $0,12$; 3 – $0,06$ с удлинённой выхлопной трубой; 4 – $0,18$; 5 – $0,12$ с удлинённой выхлопной трубой; 6 – $0,18$ с удлинённой выхлопной трубой

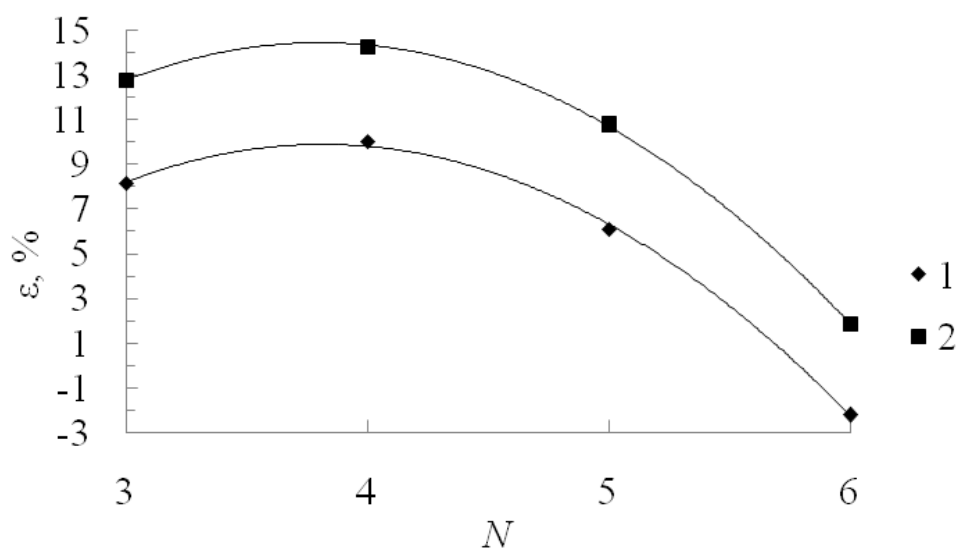


Рис. 3. Влияние числа лопастей N раскручивающего устройства на ε , %: 1 – со стандартной выхлопной трубой; 2 – с удлинённой выхлопной трубой

С ростом числа лопастей уменьшается проходное сечение между ними, что увеличивает гидравлическое сопротивление проходу газового потока. Однако при уменьшении числа лопастей, снижается эффективность выпрямления потока. С практической точки зрения, более предпочтительным является применение раскручивающего устройства с меньшим числом лопастей, поскольку сужение проходного сечения в данном

случае будет происходить медленнее, вследствие меньшей поверхности для отложения пыли.

Применение четырехлопастного раскручивающего устройства, высота лопастей которого 18 см, и удлинение наружной части выхлопной трубы снижает сопротивление циклонов до 15 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Коузов, П. А.** Коэффициенты гидравлического сопротивления сухих циклонов / П. А. Коузов // Сб. научные труды институтов охраны труда ВЦСПС. – 1969. – Вып. 58. – С. 3–12.

2. **Идельчик, И. Е.** Гидравлическое сопротивление циклонов НИИОГАЗ / И. Е. Идельчик, А. Д. Мальгин // Промышленная энергетика. – 1969. – № 8. – С. 45–48.

3. **Кирпичев, Е. Ф.** Усовершенствование одиночных и батарейных циклонов и создание золоуловителей с прямоточными циклонными элементами / Е. Ф. Кирпичев // Сб. Очистка дымовых газов электростанций от золы – БТИ ОРГРЭС, 1962. – С. 100–111.

4. **Идельчик, И. Е.** Гидравлическое сопротивление циклонов, его определение, величина и пути снижения / И. Е. Идельчик // Механическая очистка промышленных газов / НИИОГАЗ; под ред. Б.Ф. Подошевникова. – М. : Машиностроение, 1974. – С. 135–159.