

УДК 66.074.48:621.928.9

РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИКЛОФИЛЬТРА ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ СРЕД

У даній роботі представлені результати розробки і комп'ютерного CFD моделювання ефективності уловлювання полідисперсного пилу в циклофільтрі, який призначений для комплексного очищення циклового повітря, що поступає в газотурбінний двигун газоперекачуючих агрегатів на компресорних станціях

Ключові слова: полідисперсний пил, циклофільтр, комплексне очищення, пилуловлювання

В данной работе представлены результаты разработки и компьютерного CFD моделирования эффективности улавливания полидисперсной пыли в циклофильтре, который предназначен для комплексной очистки циклового воздуха, поступающего в газотурбинный двигатель газоперекачивающих агрегатов на компрессорных станциях

Ключевые слова: полидисперсная пыль, циклофильтр, комплексная очистка, пылеулавливание

In this paper presents the results of CFD simulations and computer capturing efficiency of polydisperse dust in the cyclone, which is designed for complex purification sequencing of air entering the gas turbine engine gas pumping units at the compressor stations

Keywords: polydisperse dust, cyclone, integrated cleaning, dust control

С.В. Плашихин

Аспирант*

Контактный тел.: 093-393-72-01

E-mail: plashihin@rambler.ru

Ю.Н. Павлинский

Директор**

П.Ю. Павлинский

Главный инженер**

**ООО «Комплексные очистительные устройства»

ул. Автозаводская, 24/2, Киев, Украина, 04074

Контактный тел.: (044) 206-27-97

E-mail: airclean@gt.com.ua

Д.А. Серебрянский

Кандидат технических наук, научный сотрудник

Институт технической теплофизики НАН Украины

ул. Желябова, 2а, Киев, Украина, 03057

Контактный тел.: (044) 453-28-91

E-mail:fordima@ukr.net

Ю.А. Безносик

Кандидат технических наук, доцент*

Контактный тел.: (050) 357-61-39

E-mail: yu_beznosyk@ukr.net

*Кафедра кибернетики химико-технологических процессов

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

пр. Перемоги, 37, Киев, Украина, 03056

1. Введение

Современные газотурбинные двигатели (ГТД) с высоким КПД (30% – 36%), особенно конвертируемые авиационные и судовые, при эксплуатации в составе газоперекачивающих агрегатов (ГПА) через 1500 – 2000 часов работы на уровне земли могут потерять 2% – 3% КПД и 5% – 10% мощности, если не обеспечивается тонкая фильтрация циклового воздуха и не производятся регулярные промывки компрессоров.

Мировой опыт эксплуатации ГТД доказывает необходимость фильтрации циклового воздуха до степени 99,5 – 99,7%, что соответствует Европейскому стандарту EN – 779 классу F9. Частицы, диаметром свыше – 2 мкм улавливаются на 100% [1, 2].

Широкое распространение получили аппараты для очистки воздуха, комплексные воздухоочистительные устройства блочно-модульного типа основанные на гофрированных фильтр-патронах, изготавливаемые ООО «Комплексные очистительные устройства». Дан-

ные устройства просты по конструкции и надёжны в эксплуатации. Однако в условиях сильно запыленных районов (промышленные регионы, песчаные бури азиатских стран) требуется предварительная очистка воздуха перед патронными фильтр - элементами комплексного воздухоочистительного устройства. Предварительная очистка может также избавить комплексное очистительное устройство от необходимости применения системы подогрева циклового воздуха в зимний период от обледенения внутренних поверхностей очистительных устройств ГТД.

2. Постановка проблемы

Предварительная очистка воздуха может осуществляться в отдельно расположенной ступени очистки, например центробежным способом – в циклонах. Однако ограниченность промышленных площадок компрессорных станций, вынуждает искать технические решения по снижению габаритных размеров устройств комплексной очистки воздуха.

Одним из возможных примеров, такой реализации может быть совмещение процесса центробежной сепарации грубодисперсных частиц пыли, капельной влаги и тонкой фильтрации в одном моноблоке – циклофилтре (рис. 1.) [3].

Циклофилтр изготовлен в ООО «Комплексные очистительные устройства» и состоит из одно – четырёхзаходного тангенциального входного патрубка, цилиндрической и конической его частей. Циклофилтр работает следующим образом: воздушный поток заходит равномерно через входные патрубки, далее под действием центробежных сил запы-

ленный поток сепарируется, твёрдые частицы через жалюзийный элемент выпадают в изолированный целевой зазор циклофилтра и выводятся в бункер. Очищенный закрученный поток проходит внутрь циклофилтра и поступает на тонкую очистку в гофрированный фильтр-патрон. Необходимо определить эффективность улавливания пыли в предложенном циклофилтре.

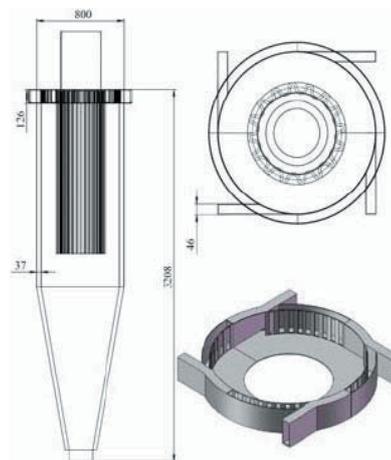


Рис. 1. Общий вид циклофилтра

3. Компьютерное моделирование процесса очистки

Эффективность улавливания в четырёхзаходном циклофилтре диаметром 800 мм, моделировалась при помощи современно прикладного CFD пакета [4, 5].

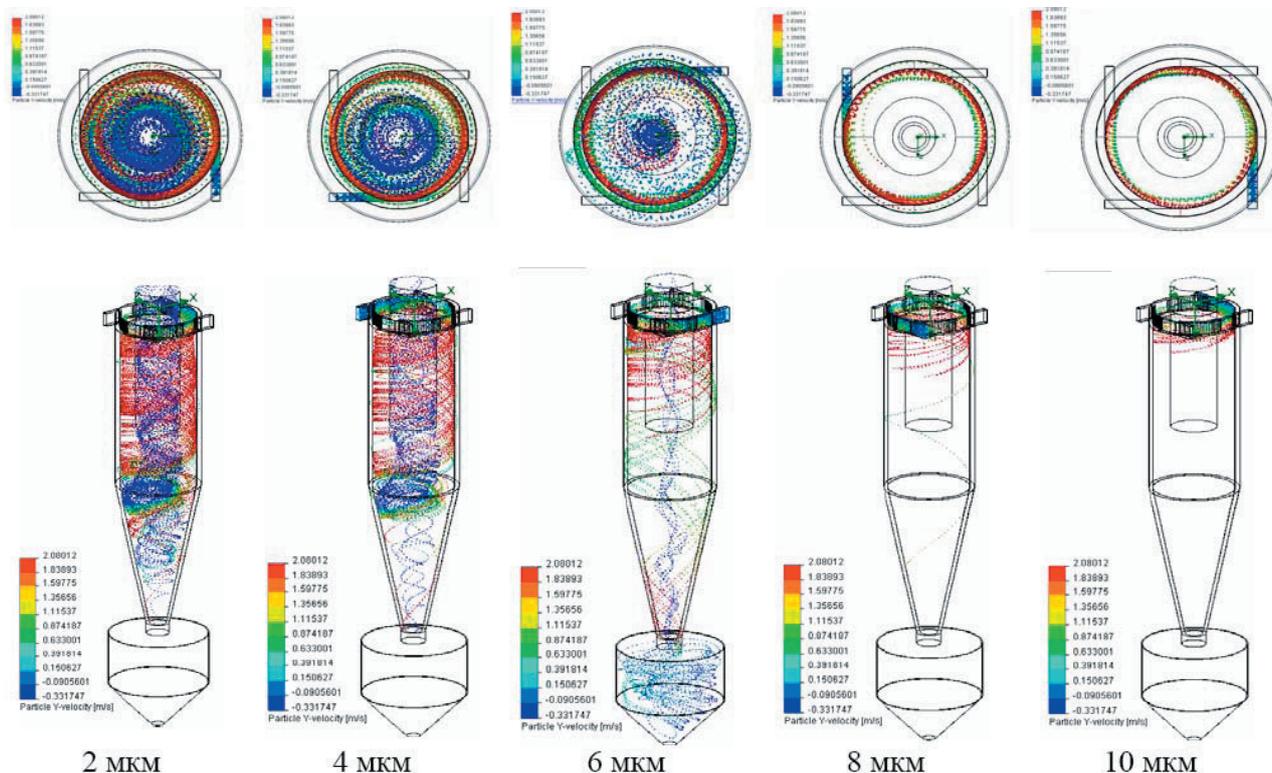


Рис. 2. Распределение осевых скоростей частиц пыли в циклофилтре

Движение циклового воздуха моделировалось на основании уравнения Навье-Стокса [2, 5], которое описывает в нестационарной постановке законы сохранения массы, импульса и энергии для очищаемого воздуха. На входные патрубки задавалась скорость 15 м/с (оптимальная для циклонов данного типа). Текущая среда – воздух при нормальных условиях. Результаты расчётов приведены на рис. 2.

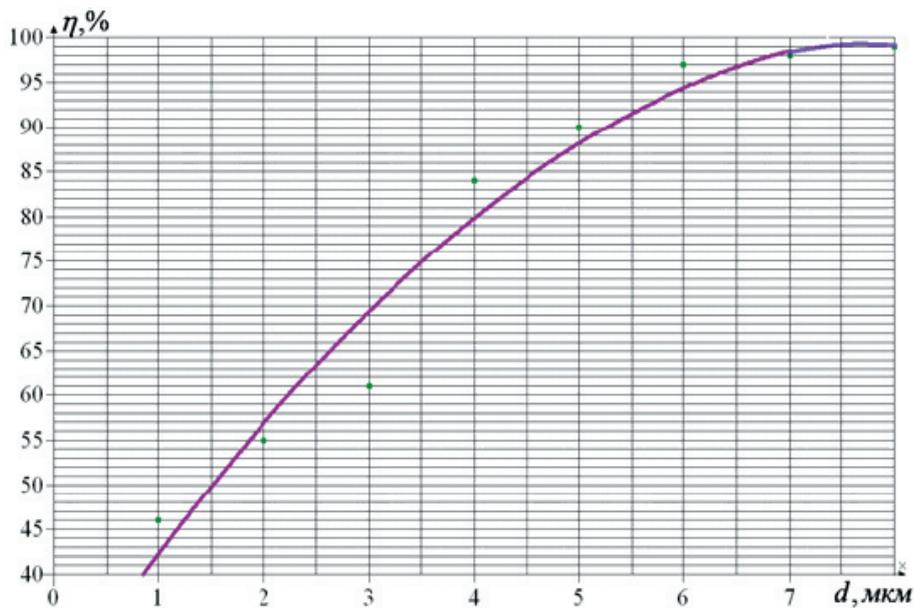


Рис. 3. Фракционная эффективность улавливания кварцевой пыли в четырёхзаходном циклофилтре

Фракционная эффективность улавливания стандартной полидисперсной кварцевой пыли приведена на рис. 3.

В результате проведенных расчётов было установлено, что в циклофилтре (без фильтра тонкой очистки воздуха) параметр, определяющий диаметр частиц, улавливаемых на 50% равен $d_{50} = 1,5$ мкм. Этот результат сопоставим с аналогичным параметром циклона СКЦН-34, являющимся наиболее эффективным [6].

Однако такая эффективность улавливания достигается в циклофилтре при энергозатратах в 3 раза ниже, чем у СКЦН-34, благодаря четырём входам и отводом уловленной пыли в изолированную область циклофилтра.

4. Выводы

Данная разработка может быть использована для разнообразных технологических систем очистки газовых сред путём проведения компьютерного моделирования и дополнительных исследований на пригодность к применению в конкретных условиях с практическим увеличением эффективности очистки воздуха.

Литература

1. Коузов, П.А., Очистка газов и воздуха от пыли в химической промышленности [Текст] / П.А. Коузов, А.Д. Мальгин, Г.М. Скрябин – Л.: Химия, 1993. – 320 с.
2. Страус, В.А. Промышленная очистка газов [Текст] / В.А. Страус – М.: Мир, 1981. – 616с.
3. Плашихин С.В., Извлечение твердой фазы из газовой среды в циклоне с тангенциальным подводом [Текст] / С.В. Плашихин, Ю.А. Безносик, Д.А. Серебрянский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2010. - № 2/10(44) – с.43 – 45.
4. Алямовский, А.А. Компьютерное моделирование в современной практике [Текст] / А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов – СПб.: БХВ – Петербург, 2005. – 800с.
5. Горбис, З.Р. Физическая модель и математическое описание процесса движения мелких частиц в турбулентном потоке газов [Текст] / З.Р. Горбис, Ф.Е. Спокойный // Теплофизика высоких температур, т. 15, 1977. – №2. – с. 399 – 408.
6. Белоусов, В.В. Теоретические основы процессов газоочистки [Текст] / В.В. Белоусов – М.: Металлургия, 1988. – 255 с.