

ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА ЦИКЛОНОМ АСПИРАЦИОННЫХ СИСТЕМ САМОПЕРЕДВИЖНЫХ СЕПАРАТОРОВ

Гаек Е.А., асист.

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко

В статье приведены результаты экспериментальных исследований разработанного циклона. Для этого были исследованы следующие факторы: скорость воздушного потока, расстояние между дисками, угол наклона лопастей завихрителя, ширина открытия жалюзи, частота вращения ротора электродвигателя и размер частиц дисперсной фазы. В результате которых были получены диапазоны варьирования.

Разработанный циклон предназначен для очистки запылённого воздушного потока от частиц примесей и пыли. Устанавливается второй ступенью доочистки на жалюзийно инерционный отделитель.

В ходе исследований были получены зависимости коэффициента очистки разработанного циклона от исследуемых факторов. В результате которых разработанный циклон показал высокий коэффициент очистки $\eta=75\dots95\%$.

Анализ вопроса и задачи исследования. Технологический процесс передвижных сепараторов - ворохоочистителей СВС-15, СВС-5, ОВП-20, ОВВ-20, ОВС-25 сопровождается выделением пыли. Согласно ГОСТ 12.1.005 - 88 [1] запыленность воздуха обслуживающей рабочей зоны не должна превышать 4 мг/м^3 . Обслуживающей зоной при этом считают пространство высотой до 2м над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания работающего персонала.

Для поддержания нормированной запыленности воздушного потока зерноочистительные машины снабжены пылеулавливающими устройствами, которые, согласно ГОСТ 25199 – 82 [2], представляют собой систему элементов, состоящую из пылеуловителя (аппарата для очистки газа от взвешенных частиц), разгрузочного устройства, регулирующего оборудования и вентилятора.

Производительность зерновых сепараторов связана с необходимостью улучшения процесса очистки воздушного потока от примесей и дисперсной фазы. Отделение таких частиц от воздушного потока происходит за счет центробежных и гравитационных сил. Проблему представляют легкие частицы (семена сорных растений, мелкодисперсная пыль и т.д.), которые движутся в потоке. Отделение этих частиц, вследствие их небольшой массы, весьма затруднительна. Предложенная конструкция прямоточного циклона с многодисковым доочистителем позволит решить поставленную задачу и внедрить в производство [3] (рис. 1).

Целью работы является повышение эффективности процесса очистки

воздушного потока от дисперсной фазы путём применения разработанного циклона, определение его конструктивно-кинематических параметров.

Реализация перспективного способа комбинированием устройств различного принципа действия заключалось в создании циклона с многодисковым доочистителем [3] (рис. 1, 2). Конструкция предусматривает воздействие сил инерции и гравитации на дисперсную фазу.

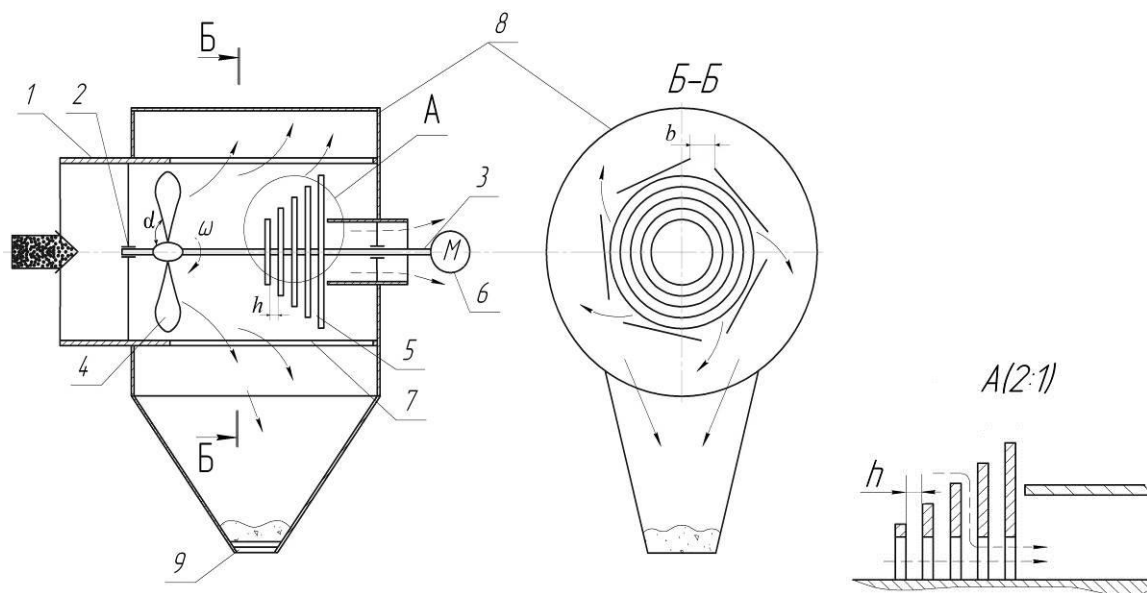


Рис. 1 – Конструктивная схема циклона с многодисковым доочистителем:

1 - цилиндрический корпус, 2 – опоры; 3 – вал; 4 – завихритель; 5 - многодисковый доочиститель; 6 – электродвигатель; 7 – жалюзи; 8 – пылесадочная камера; 9 - шлюзовой затвор; - движение дисперсной фазы в воздушном потоке; - дисперсных частиц; - очищенного воздушного потока

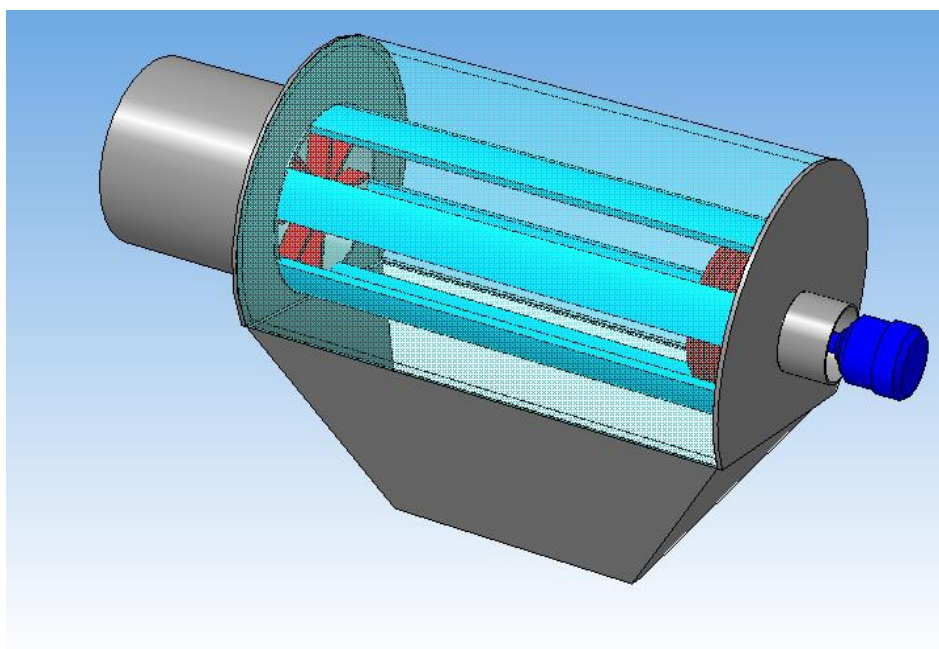


Рис.2 – Общий вид разработанного циклона с многодисковым доочистителем

Запыленный воздушный поток поступает в циклон на лопасти подвижного завихрителя 4, который вращается с помощью двигателя 6. Центробежные силы направляют дисперсные частицы к стенкам корпуса 1 и через отверстия 7 в пылеосадочную камеру 8. Очищенный воздушный поток выходит из циклона через диски доочистителя 5. За счет небольшого расстояния между дисками и отверстия внутри, оставшиеся дисперсные частицы не могут пройти и отбрасываются через отверстия 7 в пылеосадочную камеру 8.

Для определения конструктивно-кинематических параметров разработанного циклона были выбраны следующие факторы и диапазоны их варьирования: скорость воздушного потока $V = 6-13$ м/с, расстояние между дисками $h = 0,5-1,5$ мм (рис. 1), угол наклона лопастей вентилятора-завихрителя $\alpha = 10^\circ - 30^\circ$, ширина открытия жалюзи $b = 5-20$ мм, частота вращения ротора электродвигателя $\omega = 250-2000$ об/мин.

Эффективность пылеуловителя определялась уравнением:

$$\eta = \frac{M_{улов}}{M_{общ}} \cdot 100\%,$$

где $M_{улов}$ – масса уловленной пыли циклоном;

$M_{общ}$ – масса пыли, которая находится в исходном воздушном потоке.

В ходе исследований были получены зависимости коэффициента очистки разработанного циклона от скорости воздушного потока при различных конструктивно-кинематических параметрах (рис. 3 - 6).

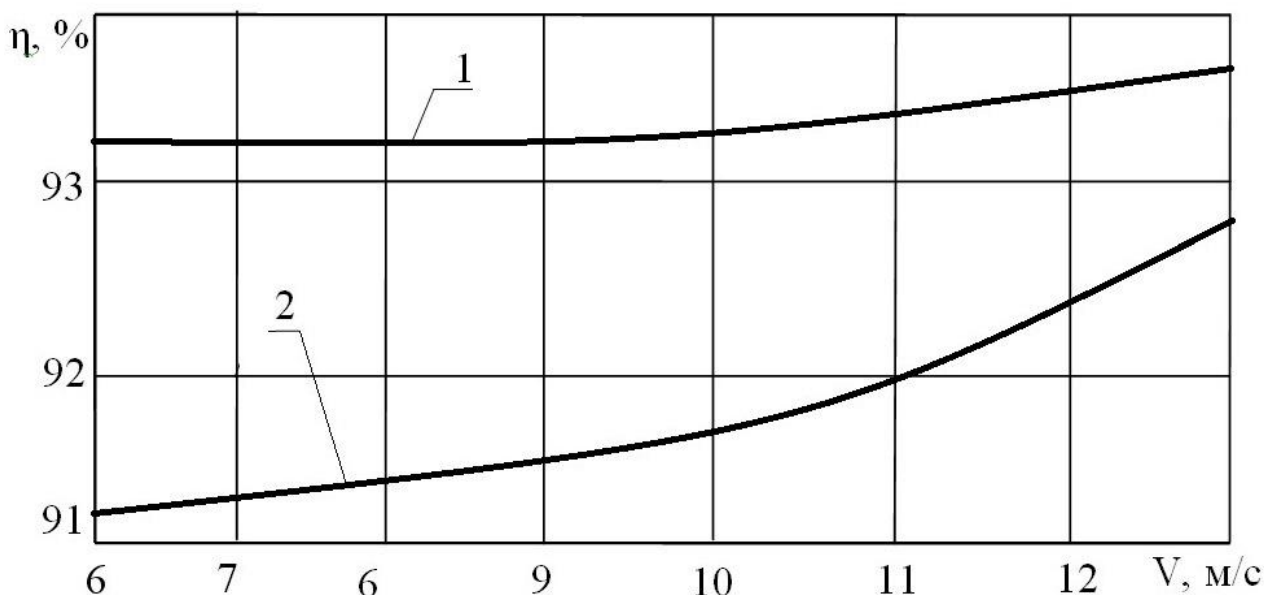


Рис. 3 – Зависимости коэффициента очистки циклона от скорости воздушного потока, при:

1 - $\omega = 2000$ об/мин, 2 - $\omega = 1000$ об/мин, ($N=6$ шт; $h=1$ мм; $\alpha=20^\circ$; $b=15$ мм)

Анализом (рис. 3) установлено, что дальнейшее увеличение частоты вращения активного ротора до 2000 об/мин повышает коэффициент очистки воздушного потока от частиц дисперсной фазы незначительно: на 0,8–2,2%. С

уменьшением ширины открытия жалюзи до 15 мм (рис. 3) наблюдается изменение тенденции в зависимости "скорость воздушного потока – коэффициент очистки".

Диапазон частоты вращения вала составит 500–1000 об/мин.

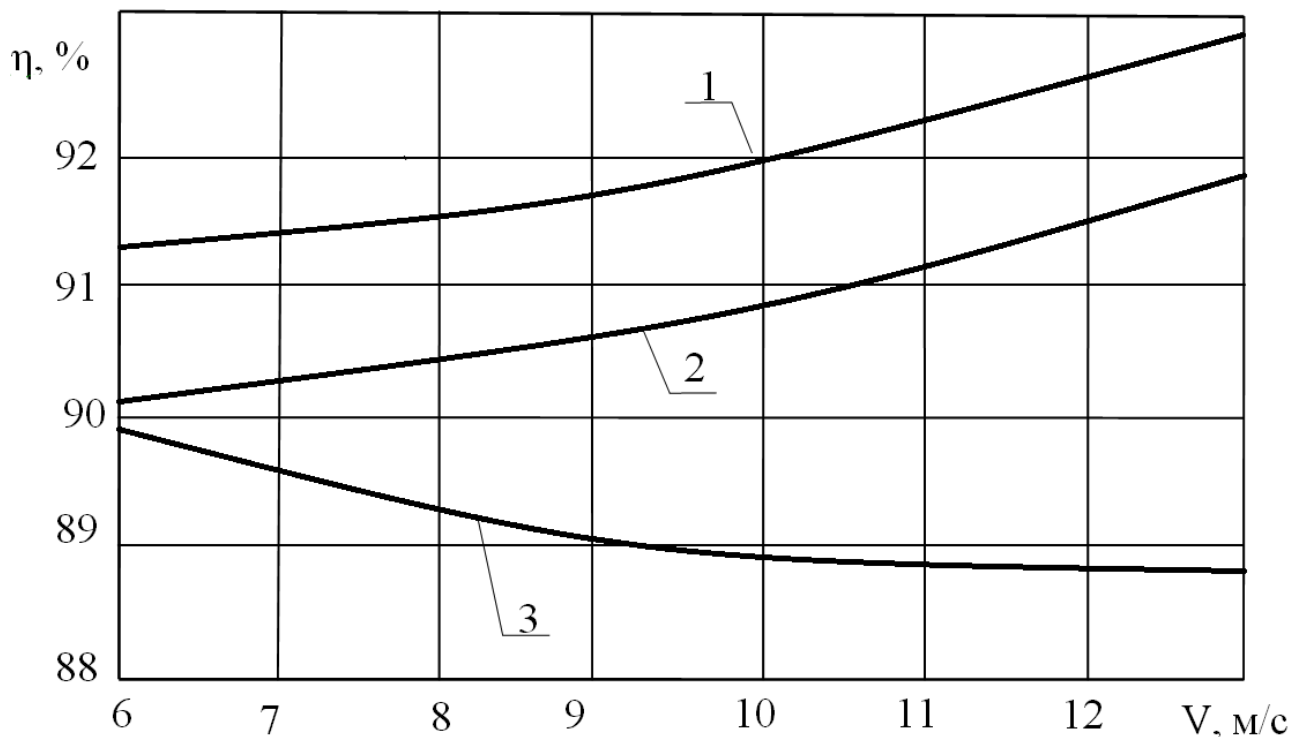


Рис. 4 – Зависимости коэффициента очистки разработанного циклона от скорости воздушного потока, при:

1 - $\alpha=20^\circ$; 2 - $\alpha=10^\circ$; 3 - $\alpha=30^\circ$ ($N=6$ шт; $h=1$ мм; $b=15$ мм; $\omega =1000$ об/мин).

Изменение угла наклона лопастей вентилятора – завихрителя на эффективность процесса очистки воздушного потока в циклоне есть полученные зависимости (рис. 4). Анализом существующих исследований [4] было установлено, что оптимальные углы наклона лопастей завихрителя в аналогичных пылеуловителях составляет $10^\circ-30^\circ$. Анализом полученных зависимостей (рис. 5) установлено, что коэффициент очистки циклона составляет $90,1...92,8\%$ получен при угле наклона лопастей вентилятора завихрителя $10...20^\circ$.

Одним из факторов, которые влияют на коэффициент очистки циклона есть доочистка воздушного потока на выходе. Для этого разработано активное устройство – многодисковый доочиститель, в виде нескольких многоярусных дисков, которые имеют отверстие внутри и расположены на расстоянии h (рис. 1) друг от друга.

Анализом зависимостей (рис. 5) установлено, что расстояние между дисками доочистителя, при котором обеспечивается максимальная эффективность циклона $\eta=90,2...92,4\%$, составляет $h=0,75-1,25$ мм.

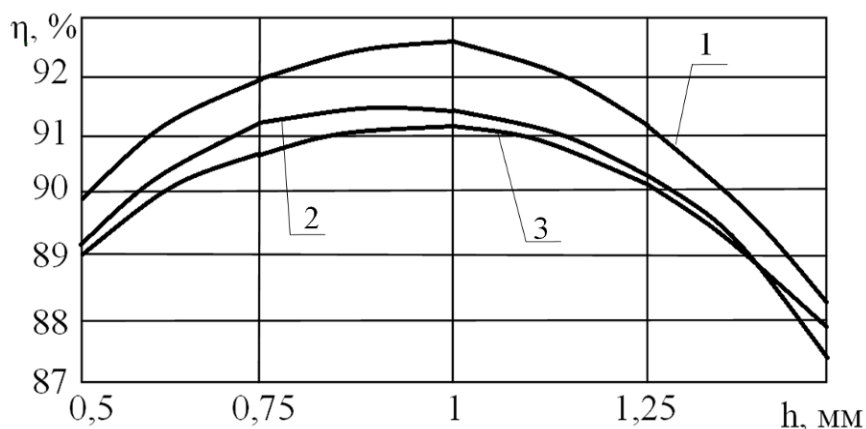


Рис. 5 – Зависимости коэффициента очистки разработанного циклона от расстояния между дисками доочистителя, при:

1 - $V=6$ м/с; 2 - $V=10$ м/с; 3 - $V=13$ м/с ($N=6$ шт; $\alpha=20^\circ$; $b=15$ мм; $\omega = 1000$ об/мин)

Эффективность очистки запылённого воздушного потока зависит от размера частиц дисперсной фазы. Для экспериментальных исследований использовалась дисперсная фаза состоящая из 50% крупно дисперсных частиц $150 \div 200$ мкм и 50% мелко дисперсных $40 \div 50$ мкм.

Одним из важнейшим фактором влияющим на эффективность работы циклона является гидравлическое сопротивление [6]

В многодисковом доочистителя с целью уменьшения гидравлического сопротивления в дисках предусмотрено центральное отверстие. Поэтому только часть потока проходит через каналы доочистителя - в первом приближении можно считать, что через центральное отверстие доочистителя проходит часть потока, которая пропорциональна площади отверстия.

На (рис. 6) показаны результаты сопоставления расчетных и экспериментальных данных. Видно хорошее соответствие результатов – средняя погрешность расчета 20% в диапазоне скоростей потока ($6 \div 14$) м/с.

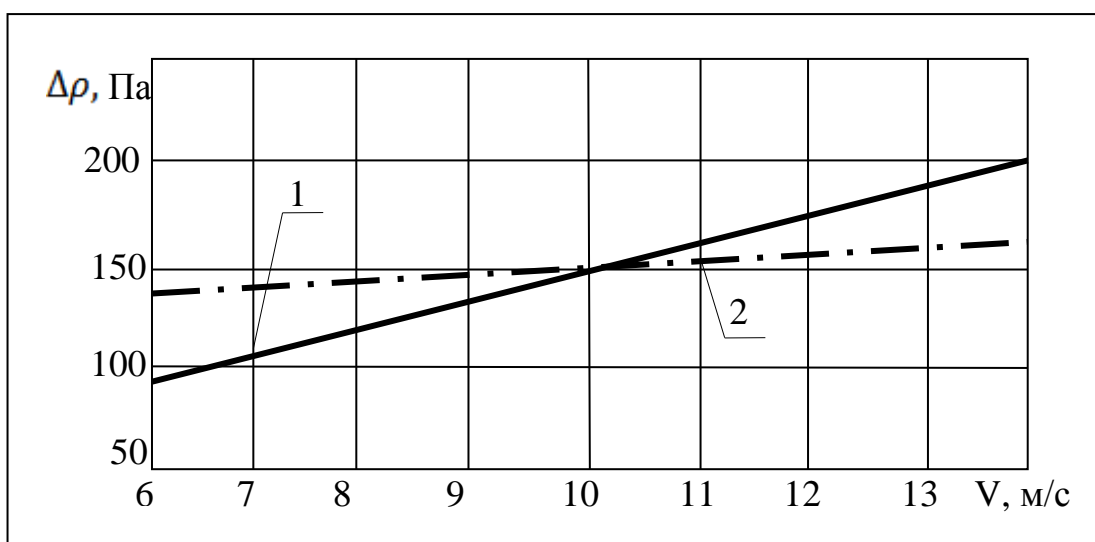


Рис. 6 – Зависимости изменения гидравлического сопротивления от скорости воздушного потока в рабочей зоне циклона:

1 – експериментальні; 2 – теоритические ($N = 6$ шт; $h = 1$ мм; $\alpha = 20$; $b = 15$ мм).

Выводы.

В результате проведенных экспериментальных исследований были получены диапазоны варьирования конструктивно-кинематических параметров циклона: частоты вращения вала 500-1000 об/мин; ширина открытия жалюзи $b=15-20$ мм; угол наклона лопастей $\alpha=10^\circ-20^\circ$; расстояние между дисками доочистителя $h=0,75-1,25$ мм. Установленные диапазоны варьирования циклона позволили получить коэффициент очистки $\eta=75...95\%$.

При этом разработанный циклон имеет сравнительно низкое гидравлическое сопротивление $\Delta p = 90-200$ Па, которое позволит использовать аппарат 2-ой ступенью доочистки.

Список использованных источников

1. ГОСТ 12.1.005 – 88. Система стандартов безопасности труда. Система стандартов безопасности труда; 1989. - 50с.
2. ГОСТ 25199 – 82. Оборудование пылеулавливающее. 1982. - 15с.
3. Пат. № а 2012 14122; ЦИКЛОН. Харченко С.О., Гаек Є.А.. заявл. 11.12.2012.
4. Асламова В.С. Интенсификация процесса сепарации в прямоточном циклоне и вентиляторе-пылеуловителе: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.17.08/: М. ин-т хим. машиностроения. – М., 1987. –16с.
5. Харченко С.А. Обоснование параметров процесса очистки воздушного потока пылеосадоочной камерой виброцентробежных зерновых сепараторов : дис. канд. техн. наук: 05.05.11 / С.А. Харченко.– Харьков: ХНТУСХ им. П. Василенко, 2007. – 230 с.
6. Гаек Е.А. Сравнительный анализ результатов экспериментальных и теоретических исследований в разработанном циклоне аспирационных систем зерноочистительных машин/ Гаек Е.А. // Вісник ХНТУСГ: Технічний сервіс машин для рослинництва. – Харків: ХНТУСГ, 2015. – Вип.159. - С.203-208.

Анотація

СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ І РОЗРОБКА ЦИКЛОНА АСПРАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИН

Гаек Є.А.

У роботі наведені результати експериментальних досліджень розробленого циклону. Для цього були досліджені наступні фактори: швидкість повітряного потоку, відстань між дисками, кут нахилу лопаток завихрювача, ширина відкриття жалюзі, частота обертання ротора електродвигуна і розмір частинок дисперсної фази. В результаті яких були отримані діапазони варіювання.

Розроблений циклон призначений для очищення запиленого повітряного потоку від часток домішок і пилу. Встановлюється другою ступінню доочищення на жалюзийно інерційний віддільник.

В ході досліджень були отримані залежності коефіцієнта очищення розробленого циклону від досліджуваних факторів. В результаті яких розроблений циклон показав високий коефіцієнт очищення $\eta=75\text{...}95\%$.

Abstract

IMPROVE THE EFFICIENCY OF THE CLEANING PROCESS OF THE AIR FLOW CYCLONE DUST COLLECTION SYSTEMS MOBILE SEPARATORS

E Gaek

In work results of experimental researches of developed cyclone. For this purpose they investigated the following factors: air velocity, the distance between the wheels, the angle of inclination of the blades of the swirled, the width of the opening of the shutters, the rotational speed of the motor rotor and the particle size of the dispersed phase. Which were obtained the ranges of variation.

Thus, the developed cyclone has two degrees of purification. First, due to the action of the vane swirler are separated heavy and large particles of impurities, and the second, due to the action of multi-tiered disks airflow decimals from fine-dispersed phase.

The studies were obtained dependence of the coefficient of purification of the cyclone developed from the studied factors. Which developed the cyclone showed a high purification factor $\eta=75$ to 95% .