

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА И РАЗРАБОТКА ЦИКЛОНА АСПИРАЦИОННЫХ СИСТЕМ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Харченко С.А., к.т.н., доц., Гаек Е.А., асп.

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко

Предложен способ повышения эффективности очистки воздушного потока на основании которого разработана конструкция циклона аспирационных систем зерноочистительных машин. Приведены результаты предварительных испытаний разработанного циклона, определены диапазоны варьирования конструктивно-технологических параметров его конструкции.

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.

В большинстве случаев пылеулавливающие устройства зерноочистительных машин имеют две степени очистки: в первой – отделяются тяжелые и крупные частицы примесей (пылеосадочные камеры, жалюзийные инерционные пылеуловители, циклоны), во второй – воздушный поток доочищается от пыли (всасывающие и нагнетательные фильтры, более совершенные циклоны). Эффективность второй ступени определяет запыленность воздуха рабочей зоны.

Анализом известных исследований направленных на повышение эффективности процесса очистки воздушного потока, усовершенствование пылеулавливающих устройств установлены следующие способы: интенсификацией распределения частиц в потоке; оптимизацией технологических параметров (скорости и запыленности потока); разделением потока; изменением формы элементов конструкции (входного патрубка, стенок и т.п.); применением дополнительных конструктивных элементов, изменяющих траекторию движения потока; применением дополнительного воздушного потока, жидкости, звукового или электромагнитного полей; циркуляцией

запыленного потока; применением промежуточного отбора при помощи перегородок, криволинейных поверхностей, жалюзи и отверстий; регулированием отбора и с последующим отводом уловленных частиц; применением многоступенчатых пылеуловителей, которые расположены последовательно, параллельно или соединены в батарею; комбинированием устройств различного принципа действия.

Целью работы является повышение эффективности процесса очистки воздушного потока 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 дисперсные частицы.

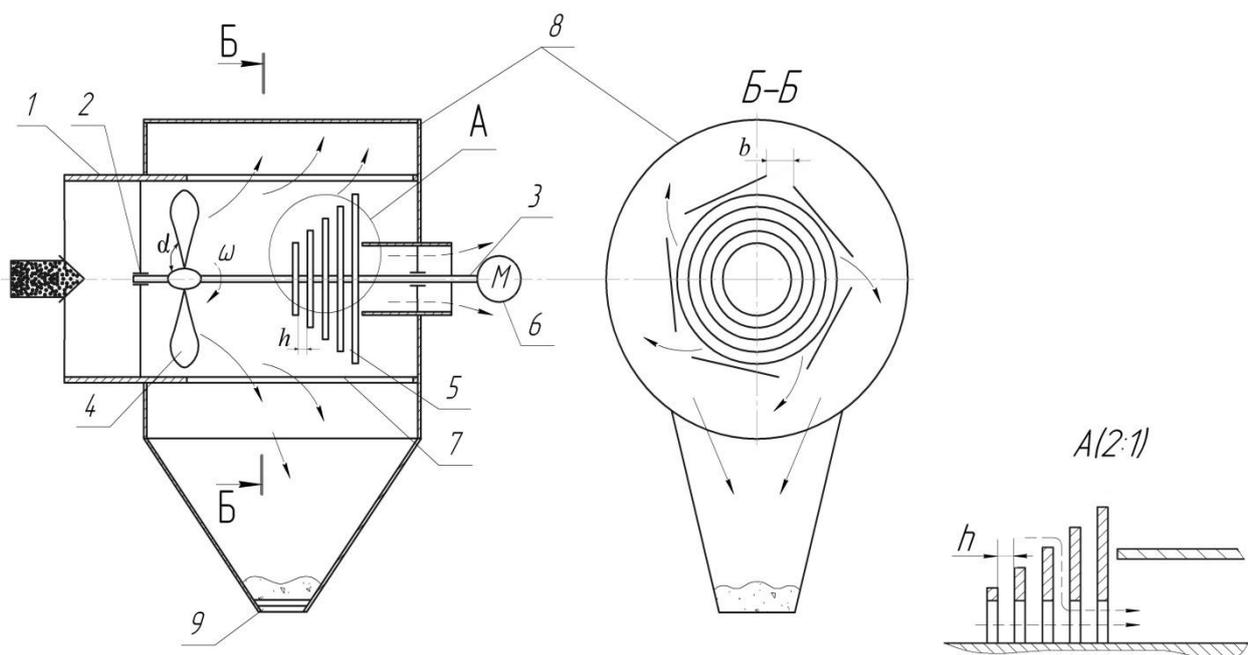


Рис. 1 – Конструктивная схема разработанного циклона с многодисковым доочистителем: 1 – цилиндрический корпус, 2 – опоры; 3 – вал; 4 – завихритель; 5 - многодисковый доочиститель; 6 – электродвигатель; 7 – жалюзи; 8 – пылесадочная камера; 9 - шлюзовой затвор; – движение запылённого воздушного потока; – дисперсных частиц; – очищенного воздушного потока

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 пылесадочную 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 пылесадочную камеру 8.

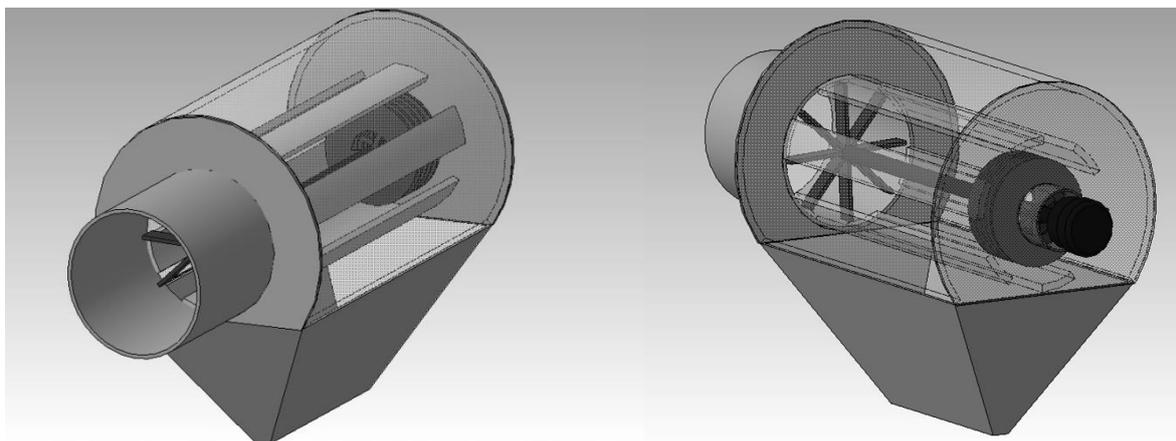


Рис. 2 – Общий вид разработанного циклона с многодисковым доочистителем

Для определения оптимальных конструктивно-кинематических параметров разработанного циклона в лаборатории кафедры оптимизации технологических систем имени Т.П. Евсюкова ХНТУСХ создана установка и проведены предварительные испытания. Для этого были выбраны следующие факторы (табл. 1): скорость воздушного потока V , расстояние между дисками h (рис. 1), угол наклона лопастей завихрителя α , ширина открытия жалюзи b , частота вращения ротора электродвигателя ω .

Таблица 1 – Конструктивно-кинематические параметры разработанного циклона

| № п/п | Параметры | Обозначение | Конструктивное осуществление | Диапазон варьирования |
|-------|---------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| 1 | Скорость воздушного потока | V , м/с | Диафрагма на входе в циклон | 6-13 м/с |
| 2 | Угол атаки лопастей завихрителя | α , град | Наклон лопасти завихрителя | $10^\circ - 30^\circ$ |
| 3 | Ширина открытия жалюзи | b , мм | Перекрытием отверстий двух цилиндров | 5-20мм |
| 4 | Частота вращения ротора | ω , об/мин | Двигатель постоянного тока | 250-2000 об/мин |
| 5 | Расстояние между дисками доочистителя | h , мм | Замена перемычек различной толщины | 0,5-1,5мм |

Эффективность пылеуловителя определялась по формуле:

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

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).

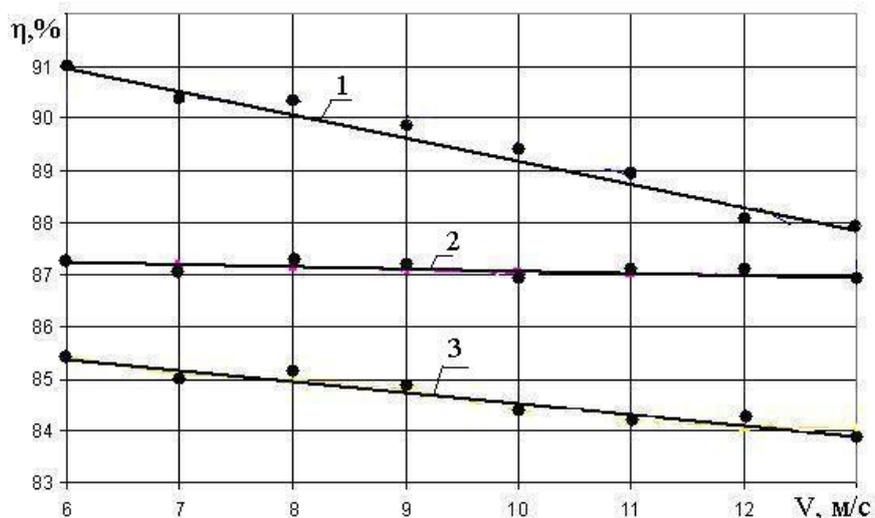


Рис. 3 – Зависимости коэффициента очистки разработанного циклона от скорости воздушного потока, при: 1 - $\omega=1000$ об/мин, 2 - $\omega=500$ об/мин, 3 - $\omega=250$ об/мин ($N=6$ шт; $h=1$ мм; $\alpha=30^\circ$; $b=20$ мм)

Анализом зависимостей (рис. 3) установлено, что максимальная эффективность процесса очистки воздушного потока $\eta=87...91\%$ получена при частоте вращения вала $\omega =500...1000$ об/мин.

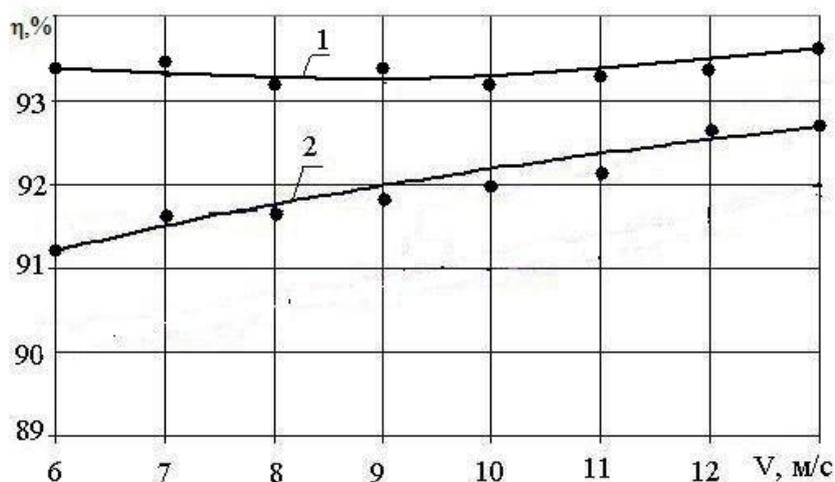


Рис. 4 – Зависимости коэффициента очистки циклона от скорости воздушного потока, при: 1 - $\omega=2000$ об/мин, 2 - $\omega=1000$ об/мин. ($N=6$ шт; $h=1$ мм; $\alpha=20^\circ$; $b=15$ мм)

Анализом (рис. 4) установлено, что дальнейшее увеличение частоты вращения вала завихрителя до 2000 об/мин повышает коэффициент очистки незначительно: на 0,8-2,2%. С уменьшением ширины открытия жалюзи до 15 мм (рис.4) наблюдается изменение тенденции в зависимости "скорость воздушного потока – коэффициент очистки". Так, в рамках диапазона исследуемой скорости воздушного потока $V=6...13$ м/с, при $b=15$ мм и $\omega=1000$ об/мин (рис.4), максимальный коэффициент очистки составляет 91,8%, что на 0,8% больше чем при $b=20$ мм (рис.3). Дальнейшее уменьшение ширины b , как показали опыты, ведёт к накоплению дисперсных частиц на стенках жалюзи. Принятый диапазон ширины открытия жалюзи составил $b=15-20$ мм.

Рациональный диапазон частоты вращения вала составит 500-1000 об/мин.

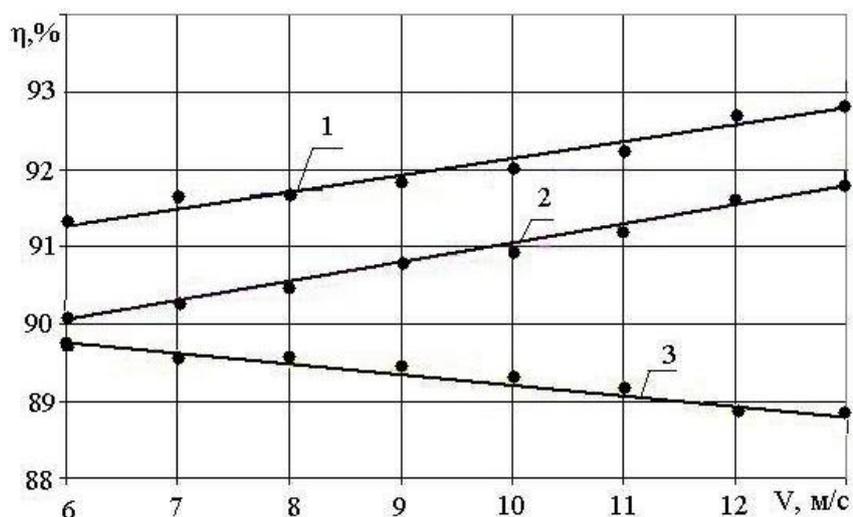


Рис. 5 – Зависимости коэффициента очистки разработанного циклона от скорости воздушного потока, при: 1 - $\alpha=20^\circ$; 2 - $\alpha=10^\circ$; 3 - $\alpha=30^\circ$ ($N=6$ шт; $h=1$ мм; $b=15$ мм; $\omega=1000$ об/мин)

Результатом исследований влияния угла наклона лопастей завихрителя на эффективность процесса очистки воздушного потока в разработанном циклоне есть полученные зависимости (рис.5). 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 максимальный коэффициент очистки циклона составляет $90,1 \dots 92,8\%$ получен при угле наклона лопастей $10 \dots 20^\circ$.

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

Анализом зависимостей (рис. 6) установлено, что расстояние между дисками доочистителя, при котором обеспечивается максимальная эффективность циклона $\eta=90,2 \dots 92,4\%$, составляет $h=0,75-1,25$ мм.

На данный момент исследования конструктивно-кинематических параметров продолжают с доочистителем: количеством дисков и внутренним диаметром дисков для отвода очищенного воздуха.

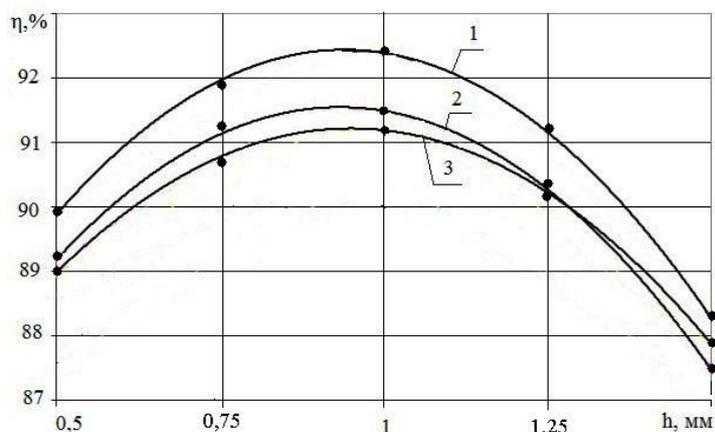


Рис. 6 – Зависимости коэффициента очистки разработанного циклона от расстояния между дисками доочистителя, при: 1 - $V=6$ м/с; 2 - $V=10$ м/с; 3 - $V=13$ м/с ($N=6$ шт; $\alpha=20^\circ$; $b=15$ мм; $\omega=1000$ об/мин)

Выводы. В результате проведенных исследований доказана реальная возможность повышения эффективности процесса очистки воздушного потока за счет применения разработанного циклона с доочистителем. Получены диапазоны варьирования основных конструктивно-кинематических параметров разработанного циклона: частоты вращения вала $\omega=500-1000$ 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. Экспериментально установлены диапазоны варьирования циклона позволили получить коэффициент очистки $\eta=91,2\dots 92,5\%$.

Полученные диапазоны позволят провести более точное математическое моделирование процесса очистки воздушного потока, оптимизировать параметры разработанного циклона и внедрить его в производство.

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.

Анотація

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

Харченко С.О., Гаєк Є.А.

Запропоновано спосіб підвищення ефективності очищення повітряного потоку на підставі якого розроблена конструкція циклону аспіраційних систем зерноочисних машин. Наведено результати попередніх випробувань розробленого циклону, визначені діапазони варіювання конструктивно-технологічних параметрів його конструкції.

Abstract

THE WAY OF IMPROVEMENT OF PURIFICATION EFFICIENCY OF AIR FLOW AND DEVELOPMENT OF CYCLONE OF ASPIRATION SYSTEM OF GRAIN-CLEANING MACHINE

S. Kharchenko, E. Gaek

The way of improvement of purification efficiency of air flow was proposed. On this basis the cyclone's construction of aspiration system of grain-cleaning machine was developed. Results of preliminary tests were presented and the range of variation of design and technological parameters of cyclone's construction were determined.