

УДК 621.928.93

Эффективность очистки запыленного воздушного потока циклонами на зерноперерабатывающих предприятиях

С.А. Харченко, Е.А. Гаек

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
имени Петра Василенко (г. Харьков, Украина)*

В работе представлены технические характеристики зарубежных пылеочистительных устройств разных производителей. Машиностроительные компании Cimbrgia и Akron, известные в сфере переработки зернового материала и очистки запыленного воздушного потока. Решением последней проблемы предложены аппараты ротационного принципа действия – циклофены. 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. Реализация перспективного способа комбинированием устройств различного принципа действия заключалось в создании циклона с многодисковым доочистителем. Конструкция разработанного циклона предусматривает воздействие сил инерции и гравитации на дисперсные частицы. Конструктивная схема разработанного циклона с многодисковым доочистителем включает в себя: цилиндрический корпус, опоры; вал; завихритель; многодисковый доочиститель; электродвигатель; жалюзийный отделитель; пылеосадочная камера; шлюзовой затвор. В работе представлены сравнительные характеристики действующих циклофенов и данной разработки, что позволит создать конкурентоспособный аппарат и внедрить в производство зерноперерабатывающей промышленности.

Ключевые слова: *циклон, циклофен, очистка воздушного потока, аспирационные системы, дисперсная фаза, динамика газового (воздушного) потока.*

Постановка проблемы. Увеличение засоренности и объемов переработки зернового материала приводит к превышению нормированной запыленности обслуживаемой зоны рабочего персонала, требует повышения эффективности процесса очистки запыленного воздушного потока пылеулавливающими устройствами зерновых сепараторов Akron, Cimbrgia и другие. Дальнейшее увеличение производительности сепараторов приводит к снижению качества очистки воздушного потока пылеуловителями и загрязнению окружающей среды. [1, 2].

Цель работы. Является повышение эффективности процесса очистки воздушного потока путём применения разработанного циклона.

Изложение основного материала. Технологический процесс работы зерноперерабатывающих предприятий сопровождается выделением пыли. Согласно стандартам [1, 2] количество дисперсных частиц на единицу объема

воздуха ограничено и нормировано. Так, по ГОСТ 12.1.005-88 запыленность воздуха обслуживаемой рабочей зоны не должна превышать 4 мг/м³. Увеличение засоренности и объемов переработки зерновой смеси приводит к превышению нормированной запыленности обслуживаемой рабочей зоны и требует повышения эффективности процесса очистки воздушного потока аспирационными системами. Машиностроительными компаниями Cimbrgia и Akron, известными в сфере переработки зерна, для очистки запыленного воздушного потока предложены аппараты ротационного принципа действия – циклофены (рис. 1).

Технические характеристики рассмотренных аппаратов представлены в таблице 1 и 2.

Из анализа таблицы 1 и 2 видно, что параметры данных циклофенов идентичны. Стоит также отметить, что производительность циклофенов компании Akron незначительно выше чем

у Cimbria, а та в свою очередь превосходит своего конкурента по показателям металлоемкости и производительности воздушного потока. Конструкции включают в себя трехступенчатую очистку, которая состоит из: отделения крупнодисперсной фазы с помощью активной крыльчатки – первая ступень; вторая ступень – мелко дисперсная фаза поступает на доочистку в базовый инерционный циклон, после чего оставшиеся частицы через патрубок возвращаются начальную часть в циклофон (третий этап). После повторной доочистки воздушный поток выходит из аппарата через выхлопной патрубок.

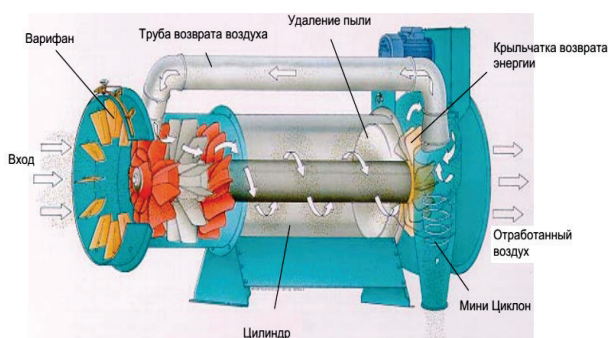


Рис. 1. Конструктивная схема циклофона компании Cimbria

Среди недостатков обоих предложенных схем циклофенов следует отнести: высокую энергоемкость процесса очистки, необходимость периодического обслуживания при работе с влажными частицами пыли, значительная стоимость аппарата. Так, целостность рабочей зоны циклофона способствует налипанию дисперсных частиц. Отсутствие на выходе из циклофона доочистителя, также приводит к выносу дисперсной фазы с очищенным воздушным потоком.

Решением подобного научного направления, который устраняет перечисленные недостатки аналогов, разработано и внедрено учеными ХНТУСХ (Украина). Для повышения эффективности процесса очистки воздушного потока по сравнению с циклофонами предлагается использовать прямоточный циклон [3] с активным ротором, на котором установлен лопастной завихритель. Он предназначен для предоставления дисперсным частицам пыли траекторий, способствует их отводу за жалюзи из рабочей зоны аппарата. Дисперсные частицы, оставшиеся в запыленном воздушном потоке, с помощью дискового доочистителя также отводятся через жалюзи. Очищенный воздушный поток между дисками и отводящим отверстием внутри дисков проходит к выходному патрубку (рис. 2).

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 отверстиями внутри, оставшиеся дисперсные частицы не могут пройти и отбрасываются через отверстия 7 в пылесадочную камеру 8.

Таблица 1. Технические характеристики циклофона фирмы Akron

Наименование показателей	AKRON			
	CF 610	CF 615	CF 920	CF 930
Продуктивность, м ³ /час	12.500	15.500	30.500	36.500
Давление. Ps мм.вод.ст.	75	75	75	75
Эффективность очистки, %	99	99	99	99
Мощность, кВт/час	7.5	11.0	15.0	22.0
Вес кг	390	425	610	660

Таблица 2. Технические характеристики циклофона фирмы Cimbria

Наименование показателей	CIMBRIA			
	CF10	CF15	CF20	CF30
Продуктивность, м ³ /час	13.000	16.000	23.000	30.000
Давление. Ps мм.вод.ст.	75	75	75	75
Эффективность очистки, %	98	98	98	98
Мощность, кВт/час	7.5	11.0	15.0	22.0
Вес кг	346	373	530	590

Таким образом, аппарат имеет две ступени очистки, что позволяет значительно увеличить эффективность его работы. Эффективность работы разработанного циклона составила 95% при размере частиц дисперсной фазы 20 - 35 мкм [4, 5]. При этом разработан циклон имеет сравнительно низкое гидравлическое сопротивление $\Delta p = 90 - 200$ Па [6].

Выводы. Разработан ротационный циклон превышает по эффективности, удельными показателями металло- и энергоемкости процесса

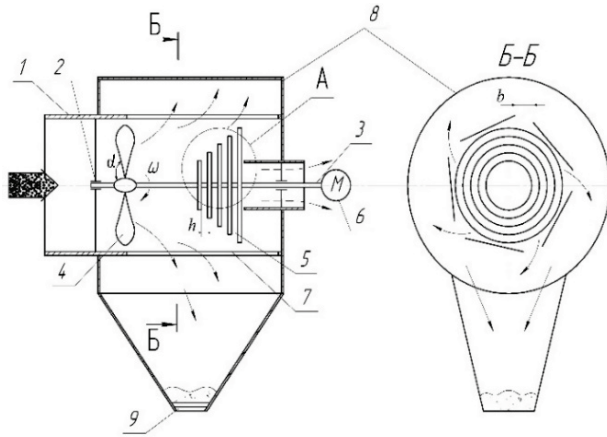


Рис. 2. Конструктивная схема разработанного циклона с многодисковым доочистителем: 1 – цилиндрический корпус, 2 – опоры; 3 – вал; 4 – завихритель; 5 – многодисковый доочиститель; 6 – электродвигатель; 7 – жалюзи; 8 – пылесадочная камера; 9 – шлюзовой затвор; – движение запылённого воздушного потока;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

очистки воздушного потока существующие конструкции циклофенов. Его внедрение имеет важное значение для зерноперерабатывающей отрасли, потому что предоставляет возможность использован для очистки от влажных дисперсных частиц пыли.

Литература

1. Standart for the prevention of fires and dust explosions in Agricultural and food processing facilities. – NFPA, Quincy: An International Codes and Standards Organization, 2008 – 3 p.
2. ГОСТ 12.1.005 – 88. Система стандартов безопасности труда. 1989. – 50 с.
3. Харченко С.О. Способ повышения эффективности процесса очистки воздушного потока и разработка циклона аспирационных систем зерноочистительных машин / С.О. Харченко, Е.А. Гаек // Вісник ХНТУСГ: Механізація сільськогосподарського виробництва. – Харків: ХНТУСГ, 2013. – С.87- 92.
4. Тищенко Л.Н., Харченко С.О., Гаек Е.А. К построению математической модели динамики

Анотація

Ефективність очищення запиленого повітряного потоку циклонами на зернопереробних підприємствах

С.А. Харченко, Є.А. Гаєк

В роботі представлені технічні характеристики зарубіжних пилеочисних пристроїв різних виробників. Машинобудівні компанії Cimbria і Akron, відомі у сфері переробки зернового матеріалу і очищення

запылённого воздушного потока в разработанном циклоне / Л.Н. Тищенко, С.О. Харченко, Е.А. Гаек // MOTROL. Lublin: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – 2014. Vol. 16. №7. 42- 46.

5. Гаек Е.А. Алгоритм математического моделирования частиц дисперсной фазы запылённого воздушного потока в разработанном циклоне зерновых сепараторов / Е.А. Гаек // MOTROL. Lublin: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – 2016. Vol. 18. №7. 79 - 83.

6. Гаек Е.А. Сравнительный анализ результатов экспериментальных и теоретических исследований в разработанном циклоне аспирационных систем зерноочистительных машин / Е.А. Гаек // Вісник ХНТУСГ: Технічні системи і технології тваринництва: Харків: ХНТУСГ, 2015. №157 – С. 203 - 208.

References

1. Standart for the prevention of fires and dust explosions in Agricultural and food processing facilities. – NFPA, Quincy: An International Codes and Standards Organization, 2008 – 3p.
2. GOST 12.1.005 – 88. Sistema standartov bezopasnosti truda. 1989. – 50 s.
3. Harchenko S.O. Spособ povysheniya ehffektivnosti processa ochistki vozdushnogo potoka i razrabotka ciklona aspiratsionnyh sistem zernoochistitel'nyh mashin / S.O. Harchenko, E.A. Gaek // Visnik HNTUSG: Mekhanizaciya sil'skogospodars'kogo virobnictva. – Harkiv: HNTUSG, 2013. – S. 87 - 92.
4. Tishchenko L.N. K postroeniyu matematicheskoy modeli dinamiki zapylyonnogo vozdushnogo potoka v razrabotannom ciklone / L.N. Tishchenko, S.O. Harchenko, E.A. Gaek // MOTROL. Lublin: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – 2014. Vol. 16. №7. 42 - 46.
5. Gaek E.A. Algoritm matematicheskogo modelirovaniya chastic dispersnoj fazy zapylyonnogo vozdushnogo potoka v razrabotannom ciklone zernovyh separatorov / Gaek E.A // MOTROL. Lublin: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – 2016. Vol. 18. №7. 79 - 83.
6. Gaek E.A. Sravnitel'nyj analiz rezul'tatov ehksperimental'nyh i teoreticheskikh issledovanij v razrabotannom ciklone aspiratsionnyh sistem zernoochistitel'nyh mashin / Gaek E.A // Visnik HNTUSG: Tekhnichni sistemi i tekhnologii tvarinництва: Harkiv: HNTUSG, 2015. №157 – S.203 - 208.

запыленого повітряного потоку. Рішенням останньої проблеми запропоновані апарати ротаційного принципу дії – циклофени. Аналіз відомих досліджень, спрямованих на підвищення ефективності процесу очищення повітряного потоку, удосконалення пилоуловлюючих пристроїв встановлені наступні способи: інтенсифікацію функцією розподілу частинок у потоці; оптимізацією технологічних параметрів (швидкості і запыленості потоку); поділом потоку; зміною форми елементів конструкції (вхідного патрубка, стінок і т. п.); застосуванням додаткових конструктивних елементів, що змінюють траєкторію руху потоку; застосуванням додаткового повітряного потоку рідини, звукового або електромагнітного полів; циркуляцією запыленого потоку; застосуванням проміжного відбору за допомогою перегородок, криволінійних поверхонь, жалюзі і отворів; регулюванням відбору і з подальшим відведенням уловлених частинок; застосуванням багатоступеневих пиловловлювачів, які розташовані послідовно, паралельно або з'єднані в батарею; комбінуванням пристроїв різного принципу дії. Реалізація перспективного способу комбінуванням пристроїв різного принципу дії полягало у створенні циклону з багатодисковим доочисником. Конструкція розробленого циклону передбачає вплив сил інерції і гравітації на дисперсні частинки. Конструктивна схема розробленого циклону з багатодисковим доочисником включає в себе: циліндричний корпус, опори; вал; завихрювач; багатодисковий доочисник; електродвигун; жалюзійний відокремлювач; пилоосадна камера; шлюзовий затвор. В роботі представлені порівняльні характеристики діючих циклофенів і запропонованої розробки, що дозволить створити конкурентоздатний апарат і впровадити у виробництво зернопереробної промисловості.

Ключові слова: *циклон, циклофен, очищення повітряного потоку, аспіраційні системи, дисперсна фаза, динаміка газового (повітряного) потоку.*

Abstract

Efficiency of cleaning dust-Laden airflow cyclo-us grain handling companies

S.A. Kharchenko, E.A. Gaek

The paper presents the technical characteristics of foreign dust cleaning devices of different manufacturers. Machine-building companies Cimbria and Akron are known in the field of processing of grain material and cleaning of dusty air flow. The solution of the last problem prompted the rotary machines principle of operation – cyclopentane. The analysis of known studies aimed at improving the efficiency of the air flow purification process, improvement of dust collecting devices identified the following methods: intensification of particle distribution in the flow; optimization of technological parameters (speed and SAPI-industry stream); separation of flow; the change of shape of structural elements (input Patrum on, walls, etc.); the use of additional elements or changing the trajectory of the flow; the application of the additional airflow, fluid, acoustic or elec-electromagnetic fields; – circulation of the dust-Laden stream; using the intermediate selection with partitions, curved surfaces, blinds and holes; the regulation of the selection and the subsequent removal of trapped particles; application of multi-stage scrubbers, which are arranged in series, in parallel or are connected to the battery; a combination of devices of different principles of action. Implementation of long-term way by combining devices of different principle of action was to create a cyclone with a multi-plate doocy Vice-the Design of the cyclone provides for the forces of inertia and gravity on the dispersed particles. The constructive scheme of the developed system with multi-disc dooce-Vice includes: a cylindrical housing, a support; a shaft; a swirler; multi-disc dooce-Vice; electric motor; louvered separator; pleasedon chamber; a rotary shutter. The paper presents the comparative characteristics of the existing cyclophenes and this development, which will create a competitive apparatus and introduce into the production of grain processing industry.

Keywords: *cyclone, cleaning the air flow, aspiration system, the dispersed phase, the dynamics of the gas (air) flow.*

Представлено від редакції: В.М. Лук'яненко / Presented on editorial: V.M. Lukianenko

Рецензент: М.В. Бакум / Reviewer: M.V. Bakum

Подано до редакції / Received: 17.03.2018