

421. 032044. DOI: 10.1088/1755-1315/421/3/032044.

7. Instruksiiia po ekspluatatsii 744R – 0000010 IE. Traktory «Kirovets» K-744R1, K-744R2, K-744R3, K-744R4., 216 s

8. Rukovodstvo po ekspluatatsii traktorov Belarus-1523 – 0000010 RE. BELARUS - 1523/1523V/1523.3/1523V.3., 299 s.

9. Traktory «Versatile» serii 2000. Tekhnicheskoe opisaniie i instruksiiia po ekspluatatsii. – Moskva: TOO «Rostselmash», 2016. – 376 s.



УДК 631.362

Н.И. Стрикунов, С.В. Леканов, А.А. Хижников
N.I. Strikunov, S.V. Lekanov, A.A. Khizhnikov

ПАРАМЕТРЫ КОЛЬЦЕВОГО ПНЕВМОСЕПАРИРУЮЩЕГО КАНАЛА ЦЕНТРОБЕЖНО-ВОЗДУШНОГО СЕПАРАТОРА

THE PARAMETERS OF ANNULAR PNEUMATIC SEPARATION CHANNEL OF CENTRIFUGAL AIR SEPARATOR

Ключевые слова: кольцевой пневмосепарирующий канал, конический разбрасыватель, воздушное сепарирование, потери давления, ширина канала, площадь канала, расход воздуха, рабочая скорость воздуха.

Технологические возможности разделения компонентов зернового материала по парусности с использованием принципов «взвешивания» частиц в восходящем воздушном потоке и отклонения траекторий практически исчерпаны, так как невозможно существенно увеличить скорость воздушного потока в рабочей зоне. Для обеспечения высокой производительности 25-50 т/ч скорость ввода зерна в зону сепарации должна быть достаточно высокой, соответственно, и скорость воздушного потока должна быть высокой. Этим условиям удовлетворяют кольцевые пневмосепарирующие каналы с вводом зернового материала в рабочую зону центробежными разбрасывателями. Для эффективной работы пневмосепарирующего канала требуется равномерное поступление зернового материала с оптимальной скоростью ввода частиц в канал. При совместной работе пневмосепарирующего канала с решетными блоками центробежно-решетного сепаратора конический разбрасыватель должен приводиться во вращение с оптимальной для решетки скоростью. Эта проблема решена в данной зерноочистительной машине. При описании центробежно-воздушного сепаратора отбирались его наиболее существенные характеристики, позволяющие определить основные параметры устройства и его принцип действия. Разработанный центробежно-воздушный сепаратор с кольцевым пневмосепарирующим каналом показывает практическую возможность и целесообразность сочетания его с цилиндрическими решётками центробежно-решетного сепаратора. Расчётные конструктивно-кинематические параметры пневмосепарирующего устройства, его технологические характеристики полностью обеспечивают

работоспособность всей машины. Новизна проведённых исследований подтверждена несколькими патентами. Поэтому необходимо изыскивать новые пути совершенствования разработанных конструкций сепарирующих машин и повышения их технологических возможностей. Поиск оптимального варианта конструкций зерноочистительной машины на основе центробежного воздушно-решетного сепарирования позволит существенно улучшить технологические показатели работы зерноочистительного агрегата. Такие сепараторы могут найти применение в современных технологических линиях мехтоков в режимах предварительной и первичной очистки. Перспективность этого направления подтверждена отечественным и зарубежным опытом применения центробежных сепараторов.

Keywords: annular pneumatic separation channel, conical spreader, air separation, pressure loss, channel width, channel area, air consumption, operating air speed.

The technological possibilities of separating the components of grain material by sailing capacity using the principles of particle “fluidization” in an ascending air flow and deviating trajectories are practically exhausted, since it is impossible to significantly increase the speed of the air flow in the working area. To ensure high capacity of 25-50 t h, the rate of grain entry into the separation zone should be high enough, and accordingly the air flow the rate should be high. These conditions are satisfied by the annular pneumatic separation channels with the introduction of grain material into the working area by centrifugal spreaders. For efficient operation of the pneumatic separation channel, a uniform supply of grain material with an optimal speed of particles introduction into the channel is required. When the pneumatic separation channel works together with the sieve blocks of the centrifugal sieve separator, the conical spreader should be driven into rotation at the speed that is optimal for the sieves. This problem is solved in this

grain cleaning machine. When describing a centrifugal-air separator, its most essential characteristics were selected which made it possible to determine the main parameters of the device and its operation principle. The developed centrifugal-air separator with an annular pneumatic separation channel shows the practical possibility and expediency of combining it with cylindrical screens of a centrifugal-sieve separator. The calculated constructive and kinematic parameters of the pneumatic separation device, its technological characteristics fully ensure the operability of the entire machine. The novelty of the research carried out is

confirmed by several patents. Therefore, it is necessary to find new ways to improve the developed designs of separating machines and increase their technological capabilities. The search for the optimal design of the grain cleaning machine based on centrifugal air-sieve separation will significantly improve the technological performance of the grain cleaning unit. Such separators may be used in modern technological lines of mechanical currents in the modes of preliminary and primary cleaning. The prospects of this direction are confirmed by domestic and foreign experience in the use of centrifugal separators.

Стрикунов Николай Иванович, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: strikunov555@mail.ru.

Леканов Сергей Валерьевич, к.т.н., доцент ФГБОУ ДПО «Алтайский институт повышения квалификации руководителей и специалистов агропромышленного комплекса», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: serrg333@mail.ru

Хижников Алексей Александрович, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: aleksey1283@rambler.ru.

Strikunov Nikolay Ivanovich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: strikunov555@mail.ru.

Lekanov Sergey Valeryevich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Altai Institute of Professional Development of Managers and Specialists of Agricultural Industry Complex, Barnaul, Russian Federation, e-mail: serrg333@mail.ru.

Khizhnikov Aleksey Aleksandrovich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: aleksey1283@rambler.ru.

Введение

В современных технологиях послеуборочной очистки зерна применяют следующие технологические операции: одно- и двукратное воздушное сепарирование, в таких же пределах решётное сепарирование, триерование, а при подготовке семян – вибропневмосепарирование и оптическую сортировку. Важное значение придается воздушному сепарированию.

Работа пневмосепарирующих систем (каналов) зерноочистительных машин происходит по принципу «взвешивания» частиц (вертикальные, кольцевые, замкнутые) или рассеивания частиц, применяемых в воздушных сепараторах «Алмаз» и ПСМ. Одним из главных аэродинамических свойств (общим для всех каналов), которое используется при разделении семян, является парусность.

В настоящее время отечественной и зарубежной промышленностью выпускаются чисто воздушные сепараторы, разные по технологическому назначению. Наиболее эффективным является применение аспирационных систем совместно с решётными сепарирующими поверхностями.

Проведённый анализ кольцевых пневмосепарирующих каналов и их применение в центробежно-решётных сепараторах показывают, что они имеют преимущества в сравнении с плоско-решётными сепараторами с вертикальными

пневмоканалами [1-3]. Машины отличаются малыми габаритами и сравнительно большой производительностью.

Основная часть

При определении технологической эффективности воздушного сепарирования кольцевым пневмосепарирующим каналом (без центробежно-решётной очистки) речь должна идти о выделении примесей, отделимых по основному признаку разделения (парусности), характерному для данной операции. Практика показывает, что цилиндрические решёта с вертикальной осью вращения компактно сочетаются с кольцевыми пневмосепарирующими каналами [4, 5].

Известно, что интенсифицировать процесс сепарирования в таких каналах можно за счёт увеличения скорости движения частиц зернового материала и скорости воздушного потока. Когда зерновой материал в сепарирующий канал вводится центробежным разбрасывателем, то процесс сепарирования называют центробежно-воздушным [6, 7]. Используя конический разбрасыватель, подавать зерновой материал в кольцевой сепарирующий канал предпочтительно в горизонтальном направлении, а воздушный поток в канале направлять навстречу зерновому потоку, сходящему с разбрасывателя, под углом, близким к 45°. В предлагаемом устройстве конический отражатель 3 (рис.) сепарирующей

зоны канала представляет собой форму полого усечённого конуса, внутри которого соосно расположен конический разбрасыватель 2, обеспечивающий равномерную подачу зернового материала в кольцевой пневмосепарирующий канал 4.

В этом случае воздушный поток в пределах зоны сепарации выше и становится восходяще-ускоряющимся.

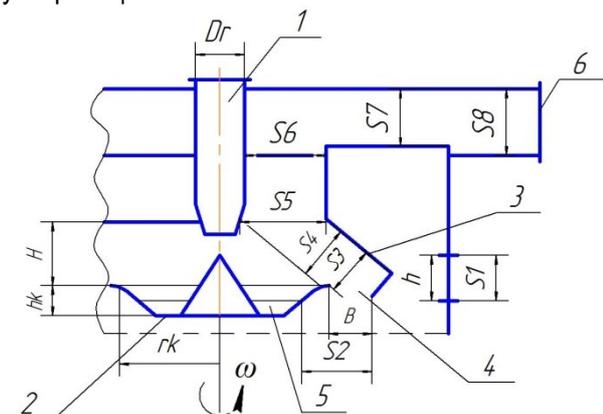


Рис. Принципиальная схема к определению параметров центробежно-воздушного сепарирующего устройства:
 1 – загрузочная горловина;
 2 – конический разбрасыватель;
 3 – конический отражатель;
 4 – кольцевой пневмосепарирующий канал;
 5 – лопатки; 6 – выпускной патрубок;
 h_k – высота конического разбрасывателя,
 $D_{Г}$ – диаметр загрузочной горловины,
 H – высота сепарирующей зоны кольцевого канала, B – ширина канала, r_k – радиус кромки конического разбрасывателя, ω – угловая скорость конического разбрасывателя

В нижней части конического разбрасывателя на диске установлены лопатки 5 для сообщения зерновому материалу начальной угловой скорости.

Рабочий процесс сепаратора протекает следующим образом. Исходный зерновой материал поступает в загрузочную горловину 1, имеющую в нижней части конусное сужение, обеспечивающее равномерную с определённой скоростью его подачу на конический разбрасыватель 2.

Короткие и длинные лопатки конического разбрасывателя сообщают зерновому материалу угловую скорость, равную угловой скорости разбрасывателя. Равномерность движения с требуемой скоростью зерновой струи, сходящей с разбрасывателя и поступающей в пневмосепарирующий канал 4, обеспечивается за счёт конструкции лопаток и плавно отогнутой наружу

кромки конической его части. В этом канале выделяются лёгкие примеси, которые по патрубку 6 поступают в осадную камеру (на рисунке не показана). Эффективность выделения лёгких примесей достигается за счёт оптимальной скорости ввода зернового материала в пневмосепарирующий канал и конического отражателя с обратным конусом в нижней его части, обеспечивающий двойное воздействие воздушного потока на сепарируемый материал в рабочей зоне. В результате действия этих факторов удаётся извлечь больше лёгких примесей. Это способствует повышению качества сепарирования.

Центробежно-воздушный сепаратор способен работать на выделении не только лёгких и солоmistых примесей, но и в режиме сортирования зерна.

Проведём расчёт воздушной очистки.

Определим потребный расход воздуха исходя из заданной скорости воздушного потока в рабочей зоне сепарации [8]:

$$Q_c = F_k \cdot V_b, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (1)$$

где F_k – площадь канала в конкретном сечении, м^2 ;

V_b – рабочая скорость воздуха (принимается $V_b = 9 \text{ м/с}$).

Площадь канала определяется как площадь боковой поверхности усечённого конуса:

$$F_k = 2\pi R_{CP} \cdot S_3, \text{ м}^2, \quad (2)$$

где R_{CP} – средний радиус кольцевого воздушно-го канала в рабочей зоне,

$$R_{CP} = 0,34 \text{ м};$$

S_3 – ширина канала в рабочей зоне, $S_3 = 0,09 \text{ м}$.

Подставив формулы (1) и (2) принятые значения параметров, получим:

$$F_k = 0,19 \text{ м}^2; Q_c = 1,71 \text{ м}^3/\text{с}; Q_{ч} = 6156 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Исходя из принятых геометрических размеров характерных сечений пневмосепарирующего канала, определим потери давления на всём пути движения воздуха по формуле:

$$\Delta P = \sum \xi_i \frac{\rho V_{bi}^2}{2} = \sum \xi_i \frac{\rho}{2} \left(\frac{Q_c}{F_k} \right)^2, \text{ Па}, \quad (3)$$

где ξ – коэффициент местных сопротивлений;

ρ – плотность воздуха;

V_b – скорость воздуха, м/с ;

Q_c – расход воздуха, $\text{м}^3/\text{с}$;

F_k – площадь канала, м^2 .

Зная потери давления при каждом сопротивлении, определим общие потери давления:

$$\Delta P = \Delta P_{1-8}, \text{ Па}. \quad (4)$$

С учётом расхода воздуха и потерь давления можно определить мощность, необходимую для привода вентилятора:

$$N = \frac{Q \cdot H}{1000 \eta}, \text{ кВт}, \quad (5)$$

где H – развиваемое давление, Па;

Q – расход воздуха, м³/с;

η – КПД вентилятора, $\eta = 0,74$.

Установленная мощность электродвигателя

$$N_{\text{дв}} = K \cdot N, \text{ кВт}, \quad (6)$$

где K – коэффициент запаса мощности, $k = 1,15$.

Так как $Q_c = 1,71$ м³/с, то выбираем вентилятор № 5 с расходом воздуха $Q_c = 1,94$ м³/с и давлением $H = 500-520$ Па.

Мощность на привод вентилятора составит $N = 1,36$ кВт, а с учётом коэффициента запаса мощности $N = 1,56$ кВт.

Рациональный ввод частиц в пневмосепарирующий канал будет обеспечиваться при угле между образующей поверхности и осью разбрасывателя, близком к величине угла внешнего трения частиц. При этом величина $h_k = 0,05-0,07$ м.

Травмирования зерна при входе в пневмосепарирующий канал не будет, так как величина скорости частиц составляет 3,3-3,5 м/с. Скорость вращения разбрасывателя зависит от величины параметра $r_k = 0,25-0,3$ м, что составляет, соответственно, $\omega = 10,9-11,5$ с⁻¹.

Приведённые кинематические параметры конического разбрасывателя свидетельствуют о том, что имеется реальная возможность сочетания пневмосепарирующего устройства с решётным блоком центробежно-решётного сепаратора, с приводом разбрасывателя от конической обечайки, а не от вала пластинчатого барабана.

Экспериментальные исследования показывают, что удельные нагрузки на пневмосепарирующий канал в 2-3 раза больше, чем известных гравитационных каналов, а удельная производительность цилиндрических решёт с вертикальной осью вращения также значительно превышает по этому показателю плоскорешётные сепараторы.

Заключение

Совмещение блоков центробежно-воздушной сепарации и центробежно-решётной сепарации цилиндрическими решётами с вертикальной осью вращения существенно расширяет технологические возможности разработанного способа решётного сепарирования.

Проведённые расчёты основных конструктивно-кинематических параметров подтвердили целесообразность применения разработанного пневмосепарирующего устройства совместно с центробежными решётами при создании воздушных центробежно-решётных сепараторов.

Библиографический список

1. Леканов, С. В. К вопросу классификации способов предварительной подготовки зернового материала центробежно-решётных сепараторов с вертикальной осью вращения / С. В. Леканов, Н. И. Стрикунов, С. А. Черкашин. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 4 (114). – С. 142-148.
2. Прилуцкий, А.Н. Экспериментальные исследования процесса распределения зерновой смеси по периметру кольцевого пневмосепарирующего канала усовершенствованный дозирующе-питающим устройством / А. Н. Прилуцкий, С. П. Степаненко [и др.]. – Текст: непосредственный // Механізація та електрифікація сільського господарства: [загальнодержавний збірник]. – 2016. – Вип. №3 (102) / [ННЦ «ІМЕСГ»]. – Глеваха, 2016. – С. 59-68.
3. Шилин, В. В. Повышение эффективности очистки зерна виброцентробежным сепаратором путём разработки пневмосистемы с вертикальным кольцевым аспирационным каналом: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.20.01 / Шилин Владимир Владимирович; [ЗНИИСХ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого]. – Киров, 2004. – 23 с. – Текст: непосредственный.
4. Гончаров, Е. С. Механико-технологическое обоснование и разработка универсальных виброцентробежных зерновых сепараторов: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.20.01 / Гончаров Евгений Сергеевич; ВИМ. – Москва, 1986. – 34 с. – Текст: непосредственный.
5. Тарасов, Б. Т. Обоснование технологической схемы центробежного воздушно-решётного ворохоочистителя / Б. Т. Тарасов, Н. И. Стрикунов, В. А. Костюк. – Текст: непосредственный // Очистка и сортирование семян сельскохозяйственных культур: сборник научных трудов / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибИМЭ. – Новосибирск, 1991. – С. 53-57.
6. А. с. 506439 А1 СССР, В 07 В 1/44. Виброцентробежный зерновой сепаратор / Е. С. Гон-

чаров, А. Н. Прилуцкий, Ф. П. Полупанов и др. – № 1927690/28-13; заявл. 04.06.73; опубл. 15.03.76, Бюл. № 10. – 4 с. – Текст: непосредственный.

7. Патент 2 675 607 В07В7/083. Центробежно-воздушный сепаратор / Леканов С. В., Стрикунов Н. И., Черкашин С. А. (РФ). – № 2017146182; заявл. 26.12.2017; опубл. 20.12.2018. – Текст: непосредственный.

8. Сычугов, Н. П. Вентиляторы: учебное пособие по курсу сельскохозяйственных машин / Н. П. Сычугов. – Москва, 1970. – 61 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Lekanov S.V. K voprosu klassifikatsii sposobov predvaritelnoi podgotovki zernovogo materiala tsentrobezno-reshetnykh separatorov s vertikalnoi osiu vrashcheniia / S.V. Lekanov, N.I. Strikunov, S.A. Cherkashin // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – No. 4 (114). – S. 142-148.

2. Prilutskii, A.N., Eksperimentalnye issledovaniia protsessa raspredeleniia zernovoi smesi po perimetru koltsevogo pnevmosepariruiushchego kanala usovershenstvovannyi doziruiushchepitaiushchim ustroistvom / A.N. Prilutskii, S.P. Stepanenko i dr. // Mekhanizatsiia ta elektrifikatsiia silskogo gospodarstva: [zagalnodержavnii zbornik]. – 2016. – Vipusk No. 3 (102) / [NNTs «IMESG»]. – Glevakha, 2016. – S. 59-68.

3. Shilin V.V. Povyshenie effektivnosti ochildki zerna vibrotsentrobezhnym separatorom putem razrabotki pnevmosistemy s vertikalnym koltsevym aspiratsionnym kanalom: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. k.t.n.: spets. 05.20.01 / Shilin Vladimir Vladimirovich; [ZNIISKh Severo-Vostoka im. N.V. Rudnitskogo]. – Kirov, 2004. – 23 s.

4. Goncharov E.S. Mekhaniko-tekhnologicheskoe obosnovanie i razrabotka universalnykh vibrotsentrobezhnykh zernovykh separatorov: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. d.t.n.: spets. 05.20.01 / Goncharov Evgenii Sergeevich; VIM. – Moskva, 1986. – 34 s.

5. Tarasov B.T., Strikunov N.I., Kostiuk V.A. Obosnovanie tekhnologicheskoi skhemy tsentrobezhnogo vozdušno-reshetnogo vorokhoochistitelia // Ochildka i sortirovanie semian selskokhoziaistvennykh kultur: Sb. nauch. tr. / RASKhN. Sib. otd-nie. SibIME. – Novosibirsk, 1991. – S. 53-57.

6. A.s. 506439 A1 SSSR, V 07 V 1/44. Vibrotsentrobezhnyi zernovoi separator / E.S. Goncharov, A.N. Prilutskii, F.P. Polupanov i dr. 1927690/28-13; zaiavl.: 04.06.73. opubl. 15.03.76, Biul. No. 10, 4 s.

7. Patent 2675607 V07V7/083. Tsentrobezhno-vozdušnyi separator / Lekanov S.V., Strikunov N.I., Cherkashin S.A. (RF). – No. 2017146182; zaiavl. 26.12.2017; opubl. 20.12.2018.

8. Sychugov N.P. Ventilatory: учебное пособие по курсу сelskokhoziaistvennykh mashin. – Moskva, 1970. – 61 s.



УДК 338.46:621.31

Г.С. Кудряшев, А.Н. Третьяков
G.S. Kudryashev, A.N. Tretyakov

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ НЕСИНУСОИДАЛЬНОСТИ НАПРЯЖЕНИЯ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

THE EFFECTIVENESS OF REDUCING THE LEVEL OF NONSINUSOIDAL VOLTAGE IN AGRICULTURAL ENTERPRISES OF THE IRKUTSK REGION

Ключевые слова: несинусоидальность, потери электрической энергии, эффективность производства, качество электрической энергии.

Увеличение потерь электрической энергии в технологическом оборудовании на предприятиях АПК связано с нагревом оборудования и преждевременным старением изоляции, что служит причиной уменьшения фактического срока службы электрооборудования или допол-

нительными расходами на повышение его мощности. Электроприемники, работающие от источника с некачественной электроэнергией, чаще выходят из строя, при этом производительность их снижается, и нарушается в целом режим работы. Показатели качества электроэнергии (ПКЭ) влияют на технические и экономические показатели режимов работы электрических сетей и электрооборудования предприятий вместе с прочими факторами. Определить последствия воздействия этих факторов