References

1. Sazonov S.N., Sazonova D.D. Tekhnicheskoe osnashchenie kak faktor vosstanovleniya fermerskih hozyajstv //Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozyajstva.– 2010.–№5. – S.24-26.
2. Erohin G.N., Konovskij V.V. Ob ispol'zovanii zernouborochnyh kombajnov storonnih predpriyatij // Nauka v central'noj Rossii. – 2018. – № 3 (33). – S. 5-11.
3. Erohin G.N., Konovskij V.V. Osobennosti primeneniya zernouborochnyh kombajnov na dogovornyh usloviyah // Nauka v central'noj Rossii. – 2019. – № 1 (37). – S. 5-11.
4. GOST R 52778-2007. Ispytaniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki. Metody ekspluatacionno-tekhnologicheskoj ocenki. – M.: «Standartinform». –2008.– 24 s.
5. Erohin G.N., Konovskij V.V. Ekspluatacionno-tekhnologicheskie pokazateli zernouborochnyh kombajnov // Tekhnika v sel'skom hozyajstve. – 2012. – №6. –S.18-20.
6. ZHalnin E.V. Raschet osnovnyh parametrov zernouborochnyh kombajnov – M., 2001. 106 s.
7. Bur'yanov A.I., Bur'yanov M.A., Goryachev YU.O., Kostylenko O.A. Metodika ocenki ekonomicheskoj effektivnosti uborki zernovyh kul'tur ochesom v usloviyah deficita kombajnovogo parka // Tekhnikai oborudovanie dlya sela. – 2014. – №10. – S.32-36.
8. Erohin G.N., Konovskij V.V. Monitoring pokazatelej nadezhnosti zernouborochnogo kombajna Acros 530 // Nauka v Central'noj Rossii. – 2014. – № 1(7). – S.16-20.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Ерохин Геннадий Николаевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов,e-mail: witin4@rambler.ru

Коновский Валерий Викторович – научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов,e-mail: witin4@rambler.ru

Author credentials

Affiliations

Erokhin Gennady – Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: witin4@rambler.ru.

Konovskiy Valery – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: witin4@rambler.ru.

Поступила в редакцию (Received): 02.07.2019 Принята к публикации (Accepted): 29.07.2019

УДК 631.362.3
DOI: 10.35887/2305-2538-2019-4-12-18

МОДЕРНИЗАЦИЯ ИМПОРТНЫХ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

[1]Тишанинов Николай Петрович
[1]Анашкин Александр Витальевич

[1]ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»

Реферат. *Представлен анализ эффективности работы зерноочистительных комплексов. Отмечены характерные для отечественных и импортных технологий конструктивные недостатки в части управления технологическими процессами, которые снижают их эффективность и качество. Для импортных технологий характерны более высокий технический уровень и размерные характеристики, что повышает требования к управлению процессами по*

величине загрузки основного технологического оборудования. Предложены двух и трех канальные авторегулируемые делители потока зерна с пружинной грузовоспринимающей системой и повышенной пропускной способностью – до 120 т/ч. Двухканальный делитель включен в состав основного зерноочистительного оборудования, а трехканальный – в состав сушильного агрегата. По максимальной величине подачи зерна в зерноочистительные машины рассчитаны параметры регулирующей подвижной емкости, число грузовоспринимающих пружин при выбранной жесткости С = 1000 Н/м и диаметр отводов. При расчете диаметра отводов использованы ранее выполненные исследования истечения зерна через цилиндрические насадки, учтена полезная площадь сечения отводов из-за наличия в них вала привода клапанов. Трехканальный делитель потока зерна выполнен с теми же базовыми параметрами, но используется в частичных режимах по расходным характеристикам, что обеспечивает равномерную загрузку колонок сушильного агрегата, идентичные условия подачи теплоносителя и большую вариативность выбора режимов сушки.

Ключевые слова: *зерно, зерноочистительный агрегат, эффективность, качество, управление процессом, делитель потока зерна, равномерность, модернизация.*

MODERNIZATION OF IMPORTED GRAIN CLEANING TECHNOLOGIES

[1]Tishaninova Nikolai
[1]Anashkin Alexander
[1]FSBSI "All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture"

Abstract*. The analysis of the performance of grain cleaning systems is presented. The design flaws characteristic of domestic and imported technologies in terms of process control, which reduce their efficiency and quality, are noted. Imported technologies are characterized by a higher technical level and dimensional characteristics, which increases the requirements for process control in terms of the load on the main process equipment. Two and three channel grain flow dividers with a spring load transfer system and an increased capacity of up to 120 t / h are proposed. A two-channel divider is included in the composition of the main grain cleaning equipment, and a three-channel divider is included in the composition of the drying unit. The parameters of the regulating moving tank, the number of springs with the selected stiffness C = 1000 N / m and the diameter of the taps are calculated by the maximum amount of grain feed to the grain cleaning machines. When calculating the diameter of the taps, earlier studies of the outflow of grain through cylindrical nozzles were used; the useful sectional area of the taps was taken into account due to the presence of the valve drive shaft. The three-channel grain flow divider is made with the same basic parameters, but is used in partial modes according to the flow characteristics, which ensures uniform loading of the columns of the drying unit, identical conditions for the flow of coolant and large variability in the choice of drying modes.*

Keywords: *grain, grain cleaning unit, efficiency, quality, process control, grain flow divider, uniformity, modernization.*

Введение. Для производимого в России отечественного оборудования очистки зернового вороха характерны крайне низкий технический уровень и использование за границами экономической эффективности [1 – 5]. Поэтому в России все шире используются импортные технологии для очистки зерна. Они отличаются технологической завершенностью по составу операций, более высоким техническим уровнем и несоизмеримо более высокими показателями назначения (производительностью) [6, 7]. Однако для импортных технологий характерны те же недостатки в части управления потоками рабочей среды [8, 9]. Причем эта задача для технологических комплексов с высокими показателями назначения решается сложнее. Поэтому задача модернизации импортных зерноочистительных технологий, внедряемых в России дочерними предприятиями иностранных производителей путем создания средств управления рабочей средой с повышенными расходными характеристиками, является актуальной.

Материалы и методы. В работе использованы методы оценки экономической эффективности использования зерноочистительных агрегатов и расчетно-конструктивные методы.

Результаты и их обсуждение. Дочерние предприятия фирм «Perry» и «Fortschritt», в частности – ООО «АгроТехХолдинг», широко внедряют в России импортные зерноочистительные

технологии [10]. Они отличаются от отечественных технологий комплектностью решения технологических задач, более высоким техническим уровнем, эффективностью и качеством работ, обеспечивают очистку зернового вороха от примесей с производительностью до 120 т/ч и последующую сушку зерна, необходимую для его длительного хранения без технологических потерь.

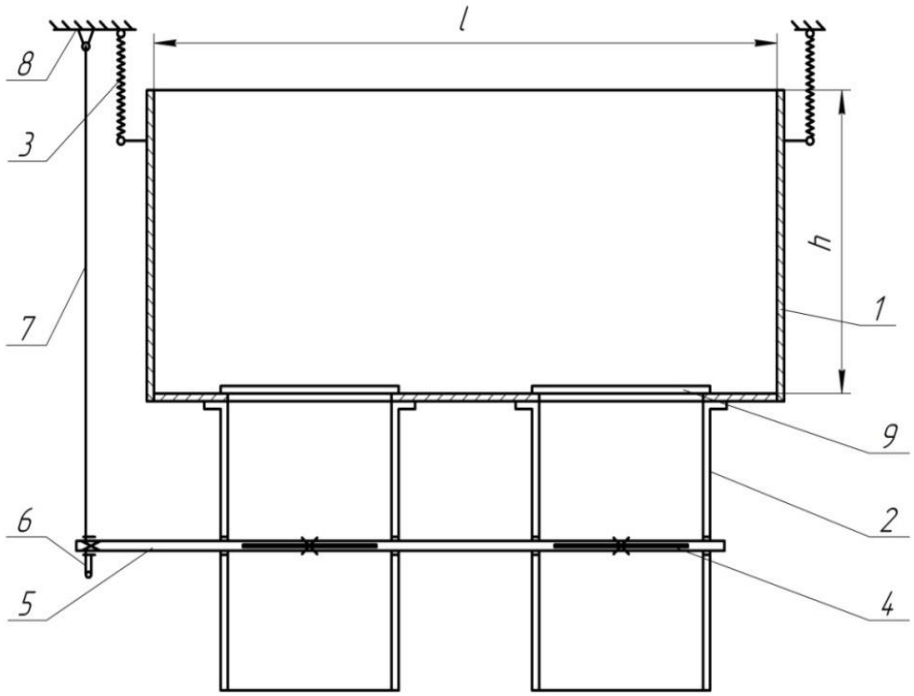
Вместе с тем, импортные зерноочистительные технологии имеют существенные конструктивные недостатки в части обеспечения управляемости и качества технологических процессов. При загрузке основного зерноочистительного оборудования необходимо двухканальное деление потока зерна и трехпозиционное управление технологическим процессом, которое адаптирует технологический комплекс к темпам уборки и вариантам организации работ. Однако, такие возможности импортная технология не обеспечивает, что снижает эффективность и качество технологических процессов.

Кроме того, загрузка колонок сушилки зерном осуществляется последовательно горизонтальным транспортером, что снижает эффективность их использования по эксплуатационному времени и вариативности выбора режимов сушки.

Для основного зерноочистительного оборудования по заявке предприятия ООО «АгроТехХолдинг» нами разработан двухканальный делитель потока зерна с пружинной грузовоспринимающей системой, обеспечивающей трехпозиционное управление (одновременно работают два канала, один левый, один правый), рисунок 1.

Рисунок 1 – Общий вид двухканального делителя потока зерна
в технологии фирм «Perry» и «Fortschritt»

Делитель потока зерна включает подвижную регулирующую емкость 1 (рисунок 2) с цилиндрическими отводами 2, уравновешенную грузовоспринимающими пружинами 3. Внутри отводов 2 размещены клапаны 4, закрепленные на валу 5. На консольной части вала 5 закреплен кривошип 6 шарнирно соединенный с тягой 7, которая противоположным концом присоединена к раме 8. Трехпозиционное управление работой делителя потока зерна в соответствие параметрам «зернового конвейера» осуществляется шиберами 9.



1 – подвижная регулирующая емкость; 2 – отвод; 3– пружина; 4– клапан; 5 – вал; 6 – кривошип; 7 – тяга; 8 рама; 9 – шибер

Рисунок 2 – Конструктивно-технологическая схема делителя потока зерна с трехпозиционным управлением

Принцип действия делителя потока зерна следующий. В исходном положении грузовоспринимающие пружины 3 удерживают регулирующую емкость 1 в верхнем положении. При этом клапаны 4 размещены в отводах 2 горизонтально и перекрывают их живое сечение. По мере поступления зерна от перевалочного средства в регулирующую емкость 1 грузовоспринимающие пружины 3 растягиваются, регулирующая емкость 1 опускается вниз, а тяга 7 поворачивает кривошип 6 с валом 5, что обеспечивает увеличение живого сечения отводов 2. Расходные характеристики делителя по мере поворота валом 5 клапанов 4 до вертикального положения или любого промежуточного между горизонтальным и вертикальным положениями клапанов выравниваются с расходной характеристикой перевалочного средства. Процесс стабилизируется в некотором промежуточном положении регулирующей емкости между верхним и нижним уровнями, а зерно заполненным потоком истекает из отводов 2 и подается на два канала последующей очистки основными технологическими средствами. В уравновешенном состоянии регулирующей емкости, когда технологический процесс стабилизируется, уровень зерна по высоте, находящегося в ней, исключает сводообразование.

Отличительные особенности предложенного делителя потока зерна заключается в следующем. На регулирующей емкости отсутствуют направляющие. Это связано с тем, что при больших расходных характеристиках (120 т/ч) габариты регулирующей емкости значительные, поэтому смещение потока зерна от перевалочного средства может вызвать значительную асимметрию нагрузки, которая будет вызывать заклинивание регулирующей емкости 1 в направляющих. Другое конструктивное отличие заключается в наличии шиберов 9, которые обеспечивают трехпозиционное управление работы делителя потока зерна. Это также связано с большими технологическими возможностями зерноочистительного комплекса по производительности, которые не всегда могут быть сбалансированы с темпами уборки и перевозки зерна.

Базовые характеристики делителя потока зерна определены из условий обеспечения его технологической надежности во всем диапазоне расходных характеристик и качества двухканального деления потока зерна. Максимальная степень загрузки регулирующей емкости 1 не должна превышать 70%, что исключает пересыпание зерна через боковые стенки и сводообразование от распирающих воздействия на них.

При габаритах регулирующей емкости – l = 0,9 м, h = 0,6 м, b = 0,5 м и принятом значении коэффициента заполнения ($K_з$= 0,7) в регулирующую емкость поступит зерно от перевалочного средства, вес которого определится по формуле:

$$P = lhb\rho K_з q = 1482\ H, \quad (1)$$

где ρ – насыпная плотность зерна (ρ= 0,8 т/м^3);

q – ускорение свободного падения, м/с^2.

Этот вес воспринимается грузовоспринимающей системой делителя потока зерна, когда пружины 3 максимально растянуты, а клапаны 4 полностью открыты и гарантируют пропускную способность, превышающую или равную возможностям перевалочного средства:

$$W_q \geq П_{max}, \quad (2)$$

где W_q– расходная характеристика делителя при вертикальном положении клапанов, кг/с;

$П_{max}$ – максимальная подача зерна перевалочным средством, кг/с.

При этом кривошип 6, пространственное положение которого определяется углом ± 45º относительно горизонтальной плоскости, проходящей через ось вала 5, поворачивается из нижнего в верхнее положение, а регулирующая емкость опускается на величину:

$$H = 2rSin45^o = 2\times0{,}12\times0{,}71 = 0{,}17\ м, \quad (3)$$

где r – радиус кривошипа (r= 0,12 м).

С учетом соотношения (3)число грузовоспринимающих пружин жесткостьюC = 1000 Н/м будет определяться по формуле:

$$N = P/CH = 1482/(1000\times0{,}17) = 8{,}4\ шт. \quad (4)$$

Из формулы (4) видно, что размещение с двух сторон делителя потока зерна по четыре пружины жесткостьюC= 1000 Н/м обеспечит работоспособность делителя при некотором запасе управляющего воздействия, которая будет восприниматься ограничителем хода. На объекте внедрения использованы 16 пружин сC= 500 Н/м.

При технологически необходимой для зерноочистительной технологии фирм Perry и Fortschritt пропускной способности двухканального делителя потока зерна, равной 120 т/ч, диаметр отвода определялся по соотношениям:

$$\begin{cases} W_к = Sq_m K_{Пс} => S = W_к / q_m K_{Пс}; \\ D = 2\sqrt{S/\pi} = 0{,}305м, \end{cases} \quad (5)$$

где $W_к$ – максимальная расходная характеристика одного канала (60 т/ч);,

S – площадь сечения отвода, м^2;

$K_{Пс}$ – коэффициент полезного использования площади сечения отвода ($K_{Пс}$ = 0,8);

q_m − плотность массового расхода зерна (пшеницы) через цилиндрические насадки, т/чм^2.

Предложенные для модернизации импортного зерноочистительного агрегата делители потока зерна с пружинной грузовоспринимающей системой обеспечивают достаточно высокий уровень качества процесса деления − отклонение расходов через каналы не превышает 1% от среднего значения. Входящие в комплект зернопроводов для зерноочистительных агрегатов тарельчатые и флажковые делители работают с разницей расходов до 600%.

На рисунке 3 показан общий вид трехканального делителя потока зерна с пружинной грузовоспринимающей системой, который используется для загрузки сушилки. Трехканальный делитель имеет большую массу, он уравновешивается 12 пружинами жесткостью 1000 Н/м – по 6 шт. с каждой стороны. Делитель используется при частичных значениях расходных характеристик.

Рисунок 3 – Общий вид трехканального делителя потока зерна

Равномерная загрузка колонок сушилки с использованием предложенного делителя потока зерна позволяет расширить вариативность включения подачи теплоносителя в сушилку и обеспечить более высокий уровень качества технологического процесса.

Заключение. Импортные и отечественные зерноочистительные технологии обладают конструктивными недостатками в части управления технологическим процессом. Из-за этого снижается технологическая надежность основного оборудования и эффективность его использования. Предложенные средства управления массовыми потоками зерна обеспечивают равномерную загрузку технологического оборудования, качественное управление режимами работы, что повышает эффективность их использования.

Список литературы

1. Тишанинов Н.П., Ветров В.А. Обоснование решений при реконструкции и модернизации зерноочистительных агрегатов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1997. – № 9. – С. 6.

2. Тишанинов Н.П., Ветров В.А., Анашкин А.В. Вариантный метод оценки эффективности использования технологий подработки зерна // Наука в центральной России. – 2013. – № 1. – С. 24-30.

3. Оробинский В.И., Шатохин И.В., Парфенов А.Г. Качественные показатели работы зерноочистительного агрегата // Лесотехнический журнал. – 2014. – № 3(15). – С. 256-262.

4. Чернышов А.В., Оробинский В.И., Гиевский А.М., Баскаков И.В. Инновационные направления подготовки семян зерновых культур / В сборнике: Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности материалы международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию факультета технологии и товароведения ВГАУ им. императора Петра I. – 2018. – С. 157-160.

5. Тарасенко А.П., Чернышов А.В., Баскаков И.В., Гиевский В.А. Пути совершенствования технологической линии зерноочистительного агрегата / В сборнике: Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения материалы международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 415-420.

6. Оробинский В.И., Тарасенко А.П., Чернышов А.В., Буравлев Н.Е., Харитонов М.К. Оценка качества очистки зерна на семяочистительной линии фирмы LMC // Вестник ВГАУ. – 2015. – № 4 (47). – С. 93-97.

7. Тарасенко А.П., Оробинский В.И., Гиевский А.М., Сундеев А.А. Качественные показатели работы семяочистительного завода «Petkus» // Вестник ВГАУ. – 2009. – № 2. – С. 34-38.

8. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Новые резервы управления качеством очистки зерна / В сборнике: Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве // Материалы Международной научно-технической конференции: в 3-х томах. – 2014. – С. 266-272.

9. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Модернизация технологий подработки зерна на базе средств управления массовыми потоками // Наука в центральной России. – 2014. – № 2 (8). – С. 35-41.

10. Комплексные решения для очистки, сушки и хранения зерна. АгроТехХолдинг [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://agrotehholding.ru/.

References

1. Tishaninov N.P., Vetrov V.A. Obosnovanie reshenij pri rekonstrukcii i modernizacii zernoochistitel'nyh agregatov // Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozyajstva. – 1997. – № 9. – S. 6.

2. Tishaninov N.P., Vetrov V.A., Anashkin A.V. Variantnyj metod ocenki effektivnosti ispol'zovaniya tekhnologij podrabotki zerna // Nauka v central'noj Rossii. – 2013. – № 1. – S. 24-30.

3. Orobinskij V.I., SHatohin I.V., Parfenov A.G. Kachestvennye pokazateli raboty zernoochistitel'nogo agregata // Lesotekhnicheskij zhurnal. – 2014. – № 3(15). – S. 256-262.

4. CHernyshov A.V., Orobinskij V.I., Gievskij A.M., Baskakov I.V. Innovacionnye napravleniya podgotovki semyan zernovyh kul'tur / V sbornike: Proizvodstvo i pererabotka sel'skohozyajstvennoj produkcii: menedzhment kachestva i bezopasnosti materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj 25-letiyu fakul'teta tekhnologii i tovarovedeniya VGAU im. imperatora Petra I. – 2018. – S. 157-160.

5. Tarasenko A.P., CHernyshov A.V., Baskakov I.V., Gievskij V.A. Puti sovershenstvovaniya tekhnologicheskoj linii zernoochistitel'nogo agregata / V sbornike: Nauka i obrazovanie na sovremennom etape razvitiya: opyt, problemy i puti ih resheniya materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – 2018. – S. 415-420.

6. Orobinskij V.I., Tarasenko A.P., CHernyshov A.V., Buravlev N.E., Haritonov M.K. Ocenka kachestva ochistki zerna na semyaochistitel'noj linii firmy LMC // Vestnik VGAU. – 2015. – № 4 (47). – S. 93-97.

7. Tarasenko A.P., Orobinskij V.I., Gievskij A.M., Sundeev A.A. Kachestvennye pokazateli raboty semyaochistitel'nogo zavoda «Petkus» // Vestnik VGAU. – 2009. – № 2. – S. 34-38.

8. Tishaninov N.P., Anashkin A.V. Novye rezervy upravleniya kachestvom ochistki zerna / V sbornike: Nauchno-tekhnicheskij progress v sel'skohozyajstvennom proizvodstve // Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii: v 3-h tomah. – 2014. – S. 266-272.

9. Tishaninov N.P., Anashkin A.V. Modernizaciya tekhnologij podrabotki zerna na baze sredstv upravleniya massovymi potokami // Nauka v central'noj Rossii. – 2014. – № 2 (8). – S. 35-41.

10. Kompleksnye resheniya dlya ochistki, sushki i hraneniya zerna. AgroTekhKHolding [Elektronnyj resurs] / Rezhim dostupa: http://agrotehholding.ru/.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Тишанинов Николай Петрович – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail:vniitinlab5@mail.ru.

Анашкин Александр Витальевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: av-anashkin@mail.ru

Author credentials

Affiliations

Tishaninov Nikolai – Full Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail:vniitinlab5@mail.ru.

Anashkin Alexander – Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: av-anashkin@mail.ru

Поступила в редакцию (Received): 25.06.2019 Принята к публикации (Accepted): 29.07.2019