УДК 631.3.03

DOI: 10.35887/2305-2538-2019-6-30-35

**ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА РАБОТЫ КАСКАДНОГО ДЕЛИТЕЛЯ ПОТОКА
СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА**¹Тишанинов Николай Петрович¹Анашкин Александр Витальевич¹Тишанинов Константин Николаевич¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»

Реферат. Теоретически и экспериментально исследованы возможности сокращения вертикальных габаритов авторегулируемых делителей жалюзийного типа за счет горизонтального и каскадного размещения выводных отверстий. Предпосылки обоснованности указанных выше решений обусловлены пониженными расходными характеристиками зерна через щелевые отверстия в вертикальных стенках, что увеличивает вертикальные габариты стабилизирующей емкости. Установлено, что жалюзийные делители с горизонтальным размещением выводных отверстий при подаче зерна в диапазоне 3-7 кг/с к задней стенке и минимальном отклонении по ширине дают погрешность деления 0-10,4%. Для делителей с каскадным размещением выводных отверстий наибольшие показатели погрешности деления наблюдаются в случаях, когда поток зерна подается к передней стенке. С ростом подачи погрешность деления уменьшается, а усредненное значение этого показателя даже в наиболее неблагоприятном варианте загрузки стабилизирующей емкости не превышает 21%. Экспериментально подтверждено, что для повышения качества деления потока зерна каскадным делителем необходимо уменьшить ширину стабилизирующей емкости до ширины отводящих каналов, чтобы застойные зоны зерна у передней стенки стабилизирующей емкости были исключены – минимизировано влияние на асимметрию потока. В случае подачи зерна к дальней стенке стабилизирующей емкости погрешность деления не превышает 7,4% и уменьшается с ростом подачи до 0-1,74%. Смещение подачи зерна в стабилизирующей емкости в поперечном направлении относительно истекающего потока ухудшают показатели качества деления, но они улучшаются с ростом подачи.

Ключевые слова: делитель потока зерна, качество деления, зерноочистительные технологии, подача, расходные характеристики.

**STUDY OF QUALITY OF WORK OF THE CASCADE DIVIDER
OF THE FLOW OF THE BULK MATERIAL**¹Tishaninov Nikolai¹Anashkin Alexander¹Tishaninov Konstantin¹FSBSI "All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture"

Abstract. The possibilities of reducing the vertical dimensions of automatic dividing shutters of the louvre type due to the horizontal and cascade placement of the outlet openings have been studied theoretically and experimentally. The prerequisites for the validity of the above solutions are due to reduced flow characteristics of the grain through slotted holes in the vertical walls, which increases the vertical dimensions of the stabilizing capacity. It was found that louvre dividers with horizontal placement of the outlet openings when feeding grain in the range of 3-7 kg / s to the rear wall and the minimum deviation in width give a division error of 0-10.4%. The highest indices of division error are observed for dividers with cascading placement of outlet openings in cases when the grain flow is supplied to the front wall. The division error decreases with increasing feed, and the average value of this indicator even in the most unfavorable variant of stabilizing capacity loading does not exceed 21%. It has

been experimentally confirmed that it is necessary to reduce the width of the stabilizing tank to the width of the outlet channels to improve the quality of the grain flow division by a cascade divider, so that the stagnant grain zones at the front wall of the stabilizing tank are eliminated - the effect on flow asymmetry is minimized. The division error does not exceed 7.4% and decreases with increasing feed to 0-1.74% in the case of feeding grain to the far wall of the stabilizing tank. The bias of the grain supply in the stabilizing tank in the transverse direction relative to the outflowing flow degrades the quality of division, but they improve with increasing feed.

Keywords: grain flow divider, division quality, grain cleaning technologies, feed, consumable characteristics.

Введение. Существующие устройства [1-4] для управления массовыми потоками зерна в зерноочистительных технологиях малоэффективны или имеют сложную конструкцию. Нами впервые были созданы специальные устройства – авторегулируемые делители [5]. Наиболее простыми по конструктивному исполнению и дешевыми в производстве являются авторегулируемые делители жалюзийного типа [6]., однако применительно к реальным расходным характеристикам существующих зерноочистительных агрегатов авторегулируемые делители этого вида имеют завышенные вертикальные габариты, что ограничивает их использование при модернизации технологий. Причиной увеличения вертикальных габаритов делителей с ростом расходных характеристик является пониженный расход зерна через щелевые отверстия в вертикальной стенке. Возможности снижения вертикальных габаритов авторегулируемых делителей жалюзийного типа связаны с каскадным или горизонтальным размещением выводных каналов, которые обеспечивают более высокие удельные расходные характеристики. Теоретическое и экспериментальное обоснование этих вариантов решений представляют собой актуальную задачу.

Результаты и их обсуждение. Морфологический анализ [1] показал возможность создания делителя с каскадным размещением щелевых отверстий. Схема такого устройства показана на рисунке 1.

1 - стабилизирующую емкость; 2 - отводящие каналы; 3 – планки; 4 – корпус;
5 - вертикальная перегородка; 6 - патрубки.

Рисунок 1 – Схема делителя с каскадным размещением щелевых отверстий

Делитель работает следующим образом. В стабилизирующую емкость 1 подается зерно и по мере накопления в ней отводится в полость корпуса 4. При увеличении подачи зерна в стабилизирующую емкость 1 увеличивается число включенных в работу отводящих каналов 2, через которые истекает зерно, и возрастают расходные характеристики патрубков 6. При

уменьшении подачи зерна в стабилизирующую емкость 1 число включенных в работу отводящих каналов и расходные характеристики патрубков 6 уменьшается. Таким образом, осуществляется процесс авторегулирования и поддержания стабилизирующего слоя зерна в диапазоне, исключающем сводообразование.

Установка вертикальной перегородки 5 симметрично относительно корпуса 4 (с делением живого сечения отводящих каналов 2 на равные части) обеспечивает равные величины расходов через патрубки 6 при заполненном истечении зерна из последовательно включаемых в работу отводящих каналов 2. Планки 3 не препятствуют отводу зерна из стабилизирующей емкости 1, а отводящие каналы 2, образуемые верхней кромкой предыдущей планки 3 в восходящем каскаде и нижней кромкой последующей, расположены вертикально, что обеспечивает кратное увеличение расходных характеристик при их равных геометрических параметрах. При увеличении расходных характеристик через отводные каналы делителя создаются предпосылки уменьшения его габаритов, материалоемкости и расширения области применения.

Исследования каскадного делителя показывают меньшую погрешность деления в сравнении с делителем потока зерна с горизонтальным размещением отверстий и не превышает 21 % (у делителя с горизонтальным размещением превышает 150 %), рисунок 2.

Рисунок 2 – Усредненные значения погрешности деления при различных положениях подачи зерна в стабилизирующую емкость

Усредненные значения погрешности деления вычислялись при изменении подачи зерна от 1,5 кг/с до 7 кг/с в различные точки стабилизирующей емкости:

$$\Delta_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^6 \Delta_i}{6}, \quad (1)$$

где Δ_i – погрешность деления при различных значениях подачи Π_i .

С увеличением подачи погрешность деления заметно снижалась (как и в случае с горизонтальным размещением отверстий). Тем не менее, из рисунка 2 видно, что каскадное расположение щелевых отверстий предпочтительнее горизонтального. Погрешность деления возрастает, когда поток зерна упирается в ближнюю стенку, рисунок 3.

Рисунок 3 – Усредненное значение погрешности деления (вид сверху)

Поэтому, для улучшения качества деления ширина стабилизирующей емкости была ограничена до ширины отводов, рисунок 4.

Рисунок 4 – Каскадный делитель с ограничителями ширины стабилизирующей емкости

Делитель с ограничителями ширины исследовался при асимметричной подаче зерна по длине стабилизирующей емкости, рисунок 5.

Рисунок 5 – Зависимость погрешности деления от величины подачи и ее смещения по длине стабилизирующей емкости

Как видно из рисунка 5 подача зерна к дальней стенке дает меньшую погрешность деления (7,4% против 13,4%) и уменьшается с увеличением подачи. Уменьшение ширины стабилизирующей емкости и отводов до 100 мм улучшает качество деления. Самое большое значение погрешности деления наблюдается при низкой подаче зерна к ближней стенке (6,3%), рисунок 6.

Рисунок 6 – Зависимость погрешности деления от величины подачи и смещения (при ширине емкости 100 мм)

Причем, усредненное значение погрешности деления каскадного делителя с шириной 100 мм равно 2,85%. Поэтому основной рекомендацией при проектировании каскадного делителя будет: направление подачи зерна к дальней стенке стабилизирующей емкости и ограничение ее ширины и ширины отводящих каналов до 100 мм.

Заключение. Проведенные исследования показали, что каскадное размещение щелевых отверстий существенно предпочтительней горизонтального. Наибольшая погрешность деления наблюдается при асимметричной подаче, когда поток зерна упирается в переднюю стенку. При ограничении ширины стабилизирующей емкости до ширины отводов погрешность деления в диапазоне подач 1,5-7 кг/с не превысила 5%, и с увеличением подачи уменьшалась до 0-1,74%. Уменьшение ширины стабилизирующей емкости и отводящих каналов до 100 мм снижает максимальные значения погрешности деления с 13,4% до 6,3%.

Список литературы

1. Bohnet M. Mechanische Verfahrenstechnik – Weinheim: WILEY-VCH Verlag Gmb H & Co. KGaA, 2004. – 270 s.
2. Пат. 2415070 Российская Федерация, МПК C1, 2415070/13. Адаптивный делитель потока сыпучего материала // Кузнецов В.В., Востриков П.С., Извеков Е.А. – 2009145228/11; заявл. 07.12.2009; опубл. 27.03.2011. Бюл. № 9.
3. Пат. 2326043 Российская Федерация, МПК C1, 2326043/13. Устройство для разделения потока сыпучего материала // Кузнецов В.В., Извеков Е.А., Востриков П.С. – 2006143914/11; заявл. 11.12.2006; опубл. 10.06.2008. Бюл. № 16.
4. А.С. 1142388. Устройство для разделения потока сыпучего материала // Гаврилова Е.И., Куприянова Л.Г., Родкин Б.Ш., Штителман Б.А. – 3569953/27–11; заявл. 31.03.83; опубл. 28.05.85. Бюл. № 8.
5. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Многоканальные делители потока зерна // Сельский механизатор. – 2015. – № 8. – С. 40.
6. Пат. 2459405 Российская Федерация, МПК C1, A01F12/46. Устройство для разделения потока сыпучих материалов // Тишанинов Н.П., Тишанинов К.Н. – 2011110258/13; заявл. 17.03.2011; опубл. 27.08.2012. Бюл. № 24.

References

1. Bohnet M. Mechanische Verfahrenstechnik – Weinheim: WILEY-VCH Verlag Gmb H&Co. KGaA, 2004. – 270 s.
2. Pat. 2415070 Rossijskaya Federaciya, MPK S1, 2415070/13. Adaptivnyj delitel' potoka sypuchego materiala // Kuznecov V.V., Vostrikov P.S., Izvekov E.A. – 2009145228/11; yayavl. 07.12.2009; opubl. 27.03.2011. Byul. № 9.
3. Pat. 2326043 Rossijskaya Federaciya, MPK S1, 2326043/13. Ustrojstvo dlya razdeleniya potoka sypuchego materiala // Kuznecov V.V., Izvekov E.A., Vostrikov P.S. – 2006143914/11; yayavl. 11.12.2006; opubl. 10.06.2008. Byul. № 16.
4. A.S. 1142388. Ustrojstvo dlya razdeleniya potoka sypuchego materiala // Gavrilova E.I., Kupriyanova L.G., Rodkin B.SH., SHtitel'man B.A. – 3569953/27–11; yayavl. 31.03.83; opubl. 28.05.85. Byul. № 8.
5. Tishaninov N.P., Anashkin A.V. Mnogokanalnie deliteli potoka zerna // Selskii mehanizator. – 2015. – № 8. – S. 40.
6. Pat. 2459405 Rossijskaya Federaciya, MPK S1, A01F12/46. Ustrojstvo dlya razdeleniya potoka sypuchih materialov // Tishaninov N.P., Tishaninov K.N. – 2011110258/13; yayavl. 17.03.2011; opubl. 27.08.2012. Byul. № 24.

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.

Тишанинов Константин Николаевич – кандидат технических наук старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский

научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: TishaninovKN@rambler.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.

Tishaninov Konstantin – 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: TishaninovKN@rambler.ru

Поступила в редакцию (Received): 28.10.2019 Принята к публикации (Accepted): 02.12.2019

УДК 637.116

DOI: 10.35887/2305-2538-2019-6-35-42

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОИЛЬНЫХ РОБОТОВ

¹Доровских Владимир Иванович

¹Жариков Вадим Сергеевич

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

Реферат. Изучали использование доильных роботов, выявили основные преимущества и недостатки их применения. Выявили, что доение роботами благотворно сказывается на молокоотдаче: у 64% коров средняя интенсивность молоковыведения превышает 2 л/мин, а у 27 % она выше 3 л/мин. Установили специфику использования доильных роботов в России: отсутствие отечественных роботизированных систем, поэтому затраты на их эксплуатацию до 600 тыс. рублей в год на одного робота; низкий уровень оплаты труда у рабочих в животноводстве; большое разнообразие морфологических и функциональных свойств вымени у отечественных коров. Исследования проводили с использованием компьютерной программы T4C, которая формируется на основе информации от различных датчиков, установленных в узлах робота. Определили, что адаптация коров к роботизированному доению происходит в течение 5 - 15 дней. Суточный удой возрастает у всех коров в 1,5 - 4 раза. Интенсивность молоковыведения увеличивается в 0,6 – 5,0 раз и стабилизируется в течение 5 - 15 суток. Было осуществлено ранжирование коров по средней интенсивности молоковыведения с интервалом 0,5 л/мин. Установлено, что суточный удой с увеличением интенсивности молоковыведения до 2,0 л/мин повышается и далее устанавливается на уровне 26 - 30 л/мин. С увеличением интенсивности молоковыведения время доения коров снижается. У легкородных коров время доения примерно в три раза меньше, чем у тугородных. Установлено, что для коров различной продуктивности с увеличением кратности доения суточный удой повышается. Недобор молока из-за несоблюдения режимов доения в целом по стаду из 364 коров за месяц составляет около 32 тонн, за год примерно 320 – 325 тонн. Для повышения эффективности производства молока с использованием доильных роботов рекомендован тщательный подбор стада с предпочтением легкородных коров, обладающих более высокой продуктивностью с меньшим временем доения.

Ключевые слова: доение, робот, продуктивность, кратность доения, эффективность использования

RESEARCH OF QUALITATIVE INDICATORS OF USE OF MILKING ROBOTS

¹Dorovskikh Vladimir

¹Zharikov Vadim

¹FSBSI “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”