

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ УСТРОЙСТВ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА

Романюк Н.Н., Агейчик В.А., Нукешев С.О.

*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, г. Астана*

Аннотация

Производство зерна - основная отрасль агропромышленного производства. В технологии его получения особое место занимает посев, выполняемый различными видами сеялок, основное требование к которым - качеством посева. Предложены оригинальные конструкторские решения по модернизации устройств для распределения сыпучего материала (семян), позволяющие повысить равномерность распределения сыпучего материала и эффективность работы устройств.

Ключевые слова: зерно, устройство для распределения сыпучего материала, оригинальная конструкция, равномерность распределения, эффективность работы, многозаходной винта, воздух.

Введение

Производство зерна является основной отраслью агропромышленного производства, предназначенной обеспечить население продуктами питания, животноводство - кормами, промышленность - сырьём.

Посев сельскохозяйственной культуры является одной из основных операций технологии ее возделывания, от качества выполнения которой зависит получаемый урожай.

В системе машин применяются сеялки и почвообрабатывающе - посевные агрегаты, имеющие в своей основе различные системы высева, отличающиеся как конструктивным исполнением рабочих органов, так и принципом их работы. Основные усилия производителей направлены на совершенствование технических средств для посева на разработку новых и модернизацию существующих конструктивных элементов для высокой точности дозирования семян и минеральных удобрений с различными физико-механическими свойствами, для ввода семян в воздушный поток с минимальными затратами энергии, равномерного распределения посевного материала по сошникам, качественной и равномерной по глубине заделке семян и удобрений, автоматизации технологического процесса и систем контроля высева, от слаженной работы которых зависит качество проведения сева [1].

В связи с этим проведение работ по совершенствованию и разработке устройств для распределения сыпучего материала является актуальной научно-технической задачей.

Цель работы заключается в повышении равномерности распределения сыпучего материала (семян) и эффективности работы устройств.

Основная часть

Проведенный патентный поиск показал, что известно устройство для распределения сыпучего материала [2], содержащее трубопровод с винтовыми направляющими, корпус распределительной головки с отводами, выполненный в виде поверхности вращения и делитель, установленный внутри корпуса распределительной головки. Сам делитель выполнен в виде конуса, для рассекания материала по отводам.

Также известно устройство для распределения сыпучего материала [3], содержащее трубопровод, в котором установлен делитель потока в виде стержня с винтовой спиралью,

распаўсюджанай па ўсёму папярочнаму сечэнню трыбаправада і распаўсюджвальную галаўку з адводамі.

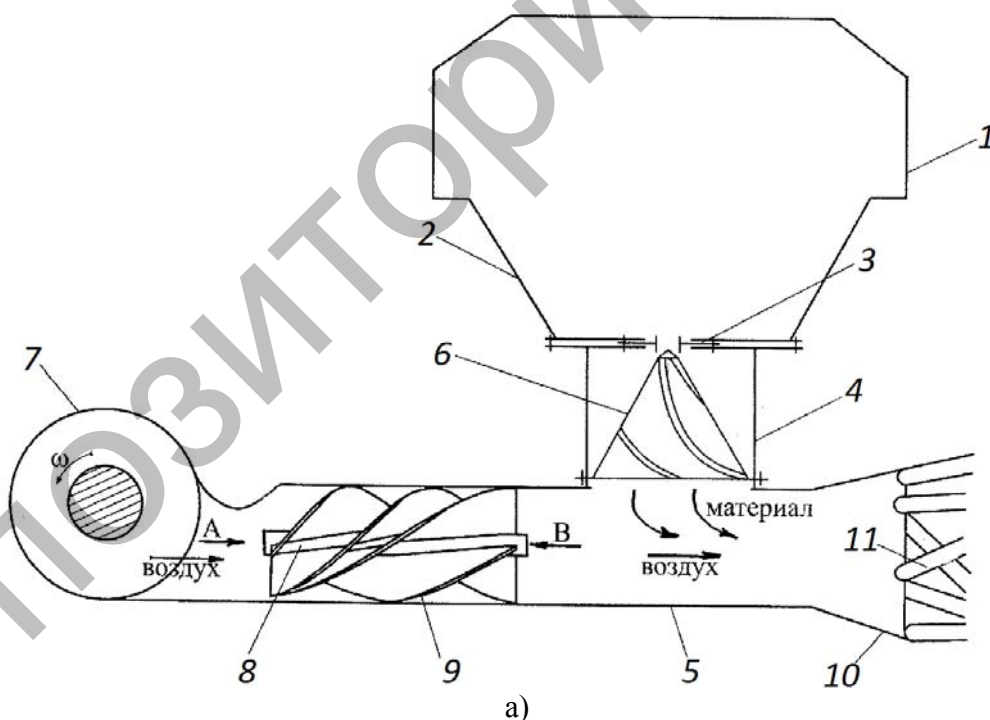
Вінтавая спіраль выканана многазаходнай, прычым пачало віткаў зрушаны адносна аднаго аднаго ў напрамку выхада сям'ян.

Недастаткамі вядомых устаткаў з'яўляецца нізкая раўнамернасць распаўсюджвання матэрыяла па адводах распаўсюджвальнай галаўкі.

Ізвестна ўстатка для распаўсюджвання сыпучага матэрыяла [4], уключаючае трыбаправада, ў якім, пасля дозатара, саосна ўстаноўлены дзеліцель патока ў выглядзе стэржня з вінтавой спіралью, распаўсюджанай па ўсёму папярочнаму сечэнню трыбаправада і дзеліцельнай галаўкай з адводамі, вінтавая спіраль выканана многазаходнай, пры гэтым віткі пачынаюцца адначасова і распаўсюджаны ў зоне найбольшай канцэнтрацыі частыц ў трыбаправада, на выхаде вінта віткі распаўсюджаны ў папярочным сечэнні на аднаковым адстанні, што павінен забяспечыць раўнамернае распаўсюджвання матэрыяла, поступаючага ў дзеліцельную галаўку.

Недастаткам вядомага рашэння з'яўляецца тое, што ўздзеянні віткаў рэзка змяняюць пачатковыя ўмовы перамяшчэння, пры гэтым мгненна пераважаюць новыя ўмовы руху. Такім чынам, парушаецца прыпушчаны закон распаўсюджвання матэрыяла ў папярочным сечэнні трыбаправада, што прыводзіць да нераўнамернасці распаўсюджвання матэрыялаў па адводах дзеліцельнай галаўкі.

Учынены Беларусскага дзяржаўнага аграрнага тэхнічнага ўніверсітэта і Казахскага агротэхнічнага ўніверсітэта ім. С.Сейфуліна прапанавана арыгінальнае ўстатка для распаўсюджвання сыпучага матэрыяла [5] (рысунак 1: а) – агульны выгляд устатка ў разрэзе; б) – выгляд А; в) – выгляд В; г) – развёртка трыбаправада).



Павышэнне раўнамернасці распаўсюджвання матэрыялаў (сям'ян) па адводах дзеліцельнай галаўкі дасягаецца з дапамогай устатка для распаўсюджвання сыпучага матэрыяла, уключаючага паслядоўна ўстаноўлены вентылятар, бункер з дозатарам, распаўсюджвальную галаўку і злучаючы іх гарызонтальны трыбаправада, ў якім саосна між вентылятарам і бункерам з дозатарам устаноўлены многазаходны вінт ў выглядзе навітых на прамой круговай цыліндра віткаў, распаўсюджаных па ўсёму папярочнаму сечэнню трыбаправада, дзе конічны дзеліцель з жалобамі крыволінейнай фармы, напраўленне

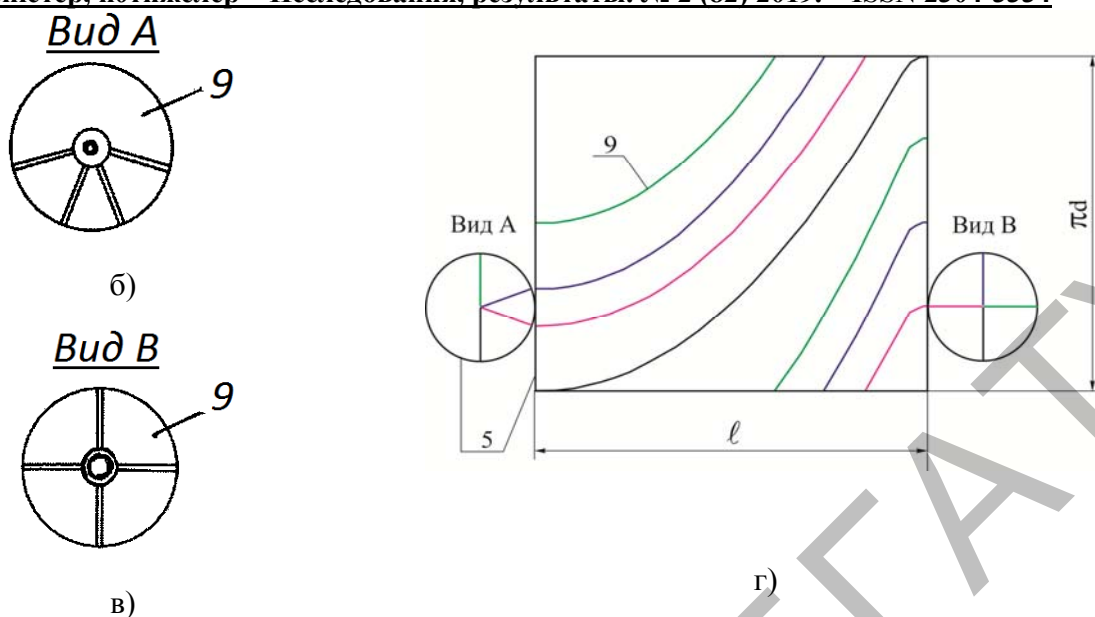


Рисунок 1 – Оригинальное устройство для распределения сыпучего материала [5]

которых ориентировано в сторону движения сыпучего материала, установлен между заслонкой и трубопроводом, причем расположенный перед дозатором многозаходный винт имеет сквозное отверстие в прямом круговом цилиндре в виде обращенного меньшим основанием к вентилятору усеченного прямого кругового конуса, ось симметрии которого совпадает с осью симметрии прямого кругового цилиндра, а витки имеют различные углы закручивания относительно друг друга и разделяют поперечное сечение трубопровода на сектора разной площади относительно друг друга, при этом координаты витков определяются уравнениями

$$Y = C + kl, \\ Y_{\max} = \pi d, \quad (1)$$

где Y – координаты точек витков,

C – координаты витков на входе винта,

k – коэффициент пропорциональности, значения которого принимаются пропорционально изменению угла закручивания винта,

l – длина винта, d – диаметр трубопровода,

$Y = 0,003178x^2$ - первого витка,

$Y = 71,98 + 0,0037979x^2$ - второго витка,

$Y = 45,78 + 0,00336x^2$ - третьего витка,

$Y = 118 + 0,003972x^2$ - четвертый виток.

Устройство для распределения сыпучего материала содержит бункер 1 для сыпучего материала, нижняя часть которого выполнена конической формы 2 с размещенной в ней дозирующей заслонкой 3 лепесткового типа. Ниже заслонки 3 установлен цилиндрический материалопровод 4, неподвижно соединенный с центральным трубопроводом 5. Внутри цилиндрического материалопровода 4 расположен конический распределитель 6 с выполненными желобками криволинейной формы, направление которых ориентировано в сторону движения сыпучего материала. В свою очередь центральный трубопровод 5 снабжен вентилятором 7 для подачи воздуха и расположенным перед дозатором многозаходным винтом 8 в виде навитых на прямой круговой цилиндр витков 9, причём многозаходный винт 8 имеет сквозное отверстие в прямом круговом цилиндре в виде обращенного меньшим

основанием к вентилятору 7 усечённого прямого кругового конуса, ось симметрии которого совпадает с осью симметрии прямого кругового цилиндра с закреплёнными на нём спиральными витками 9, которые образуют сектора для перемещения воздушного потока и создания ему винтового движения. В конце трубопровода 5, противоположно вентилятору 7, закреплена распределительная головка 10, разделяющая смесь воздушного потока и материала на равные части по отводам 11.

По мере загрузки бункера 1 исходным материалом запускается вентилятор 7 и поток воздуха, перемещаясь через многозаходный винт 8, получает дополнительно вращательное движение и движется к распределительной головке 10. При этом по оси симметрии многозаходного винта 8 за счёт прохождения воздуха через сквозное отверстие в прямом круговом цилиндре в виде обращённого меньшим основанием к вентилятору 7 усечённого прямого кругового конуса образуется ядро разрежения, которое способствует возникновению турбулентности воздушного потока в центральной части и дополнительному смешиванию с воздухом материала, односторонне сверху поступающего из бункера 1 через дозирующую заслонку 3 в конический распределитель 6 и по выполненным криволинейным желобам, направление которых совпадают с направлением движения воздушного потока, перемещается в центральный трубопровод 5. В дальнейшем движении материал попадает в воздушную среду и, получая вращательное движение, транспортируется к распределительной головке 10 и далее по отводам 11 к сошникам, к месту хранения или переработки.

Таким образом, материал вместе с потоком воздуха получает дополнительное вращательное движение по всему сечению горизонтального трубопровода 5, что способствует повышению равномерности распределения сыпучего материала по отводам 11.

Разные углы закручивания витков 9 позволяют получить закономерное движение воздушного потока, обеспечивающее в последующем перемещение материала в центральном трубопроводе 5 по внутренней поверхности материалопровода в виде винтового кольца. Такое исполнение конструкции позволяет равномерно распределять транспортируемый материал по отводам сошников.

Повысить равномерность распределения сыпучего материала и эффективности работы предлагается за счет использования устройства для распределения сыпучего материала, включающего трубопровод, в котором соосно установлен многозаходный винт, расположенный по всему поперечному сечению трубопровода, витки многозаходного винта начинаются с одной торцевой поверхности и делят поперечное сечение трубопровода на сектора разной площади, торцевые ребра спиральных витков выполнены в зоне поступления сыпучего материала в виде усеченных прямых круговых конусов, диаметр меньшего основания которых равен толщине спирального витка, причем это основание примыкает к оси винта в форме конуса [6] (рисунок 2: а) – общий вид устройства; б) – развертка трубопровода).

Устройство содержит многозаходный винт 1, выполненный в виде спиральных витков 2, размещенных в трубопроводе 3, в свою очередь, ось винта 1 в зоне поступления сыпучего материала заострена в форме конуса 4. Витки многозаходного винта начинаются с одной торцевой поверхности в районе конуса 4 и делят поперечное сечение трубопровода на сектора разной площади. Торцевые ребра спиральных витков выполнены в зоне поступления сыпучего материала в виде усеченных прямых круговых конусов 5, диаметр меньшего основания которых равен толщине спирального витка 2, причем это основание примыкает к оси винта в форме конуса.

Устройство работает следующим образом.

Транспортируемый потоком воздуха материал, неодинаково концентрированный в секторах поперечного сечения трубопровода на входе (вид А), механически разделяется витками 2 на одинаковые части и переносится в сектор на входе (вид В), расположенные на равных расстояниях друг от друга, что способствует дополнительно повысить равномерность распределения сыпучего материала.

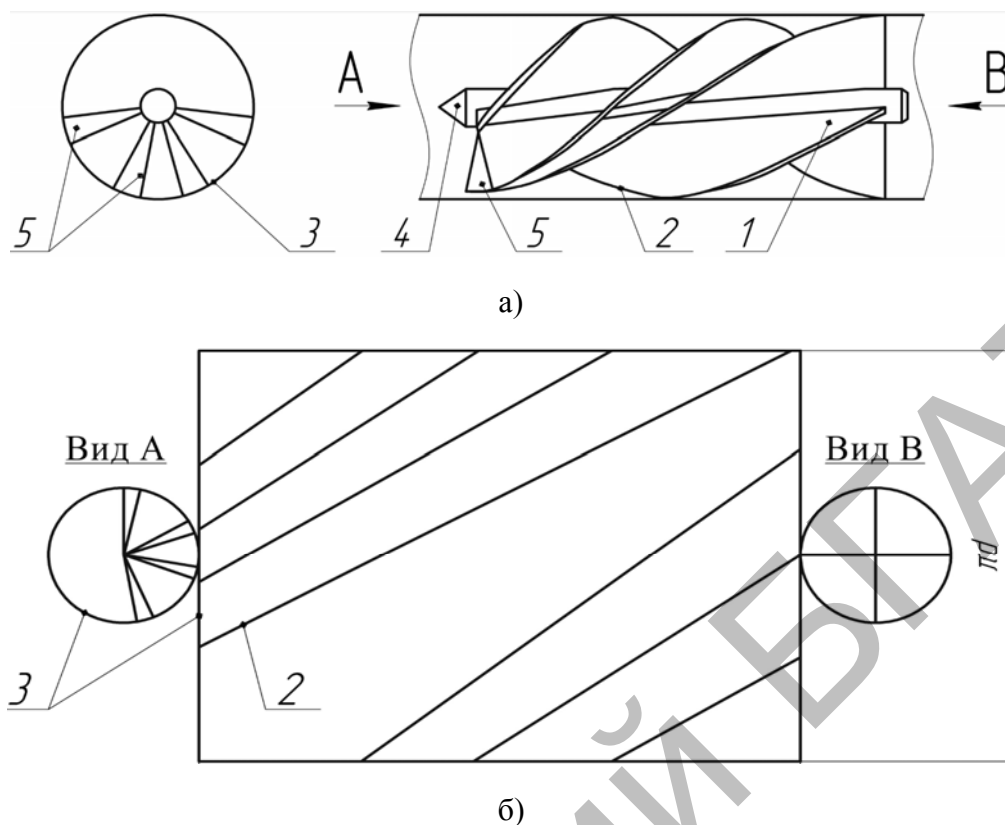


Рисунок 2 – Устройство для распределения сыпучего материала [6]

Угол подъема 2 можно определить, задаваясь координатами точек на входе и выходе винта 1 витков. Так, для 4 – заходного винта координаты:

- 1-го витка $A_1 (0, 10/36 \pi d)$, $B_1 (l, \pi d)$,
- 2-го витка $A_2 (0, 4/9 \pi d)$, $B_2 (l, 1/4, \pi d)$,
- 3-го витка $A_3 (0, 5/9 \pi d)$, $B_3 (l, 1/2 \pi d)$,
- 4-го витка $A_4 (0, 13/18 \pi d)$, $B_4 (l, 3/4 \pi d)$,

где d – диаметр трубопровода;

l – длина винта;

A_i – координаты на входе;

B_i – координаты на выходе.

Такое конструктивное исполнение способствует не только закручиванию сконцентрированного в определенном секторе поперечного сечения трубопровода сыпучего материала, но и перераспределяет его на одинаковые части.

Торцы спиральных витков в зоне поступления сыпучего материала в виде усеченных прямых круговых конусов 5 выполняют роль турбулизирующих вставок [7; 8]. При этом эти усеченные прямые круговые конусы 5 вначале выполняют роль конфузора, обжимая материал, а затем выполняют роль диффузора, после прохождения которого частицы материала приобретают турбулентное движение и равномерно распределяются в делительную головку.

Выводы

1. Производство зерна является основной отраслью агропромышленного производства, предназначенной обеспечить население продуктами питания, животноводство - кормами, промышленность - сырьём. В технологии производства зерна особое место занимает посев, выполняемый различными видами сеялок, которых должно объединять единое требование - энерго- и ресурсосбережение, сопровождаемое качеством посева.

2. Предложены оригинальные конструкторские решения по модернизации устройств для распределения сыпучего материала (семян), позволяющие повысить равномерность распределения сыпучего материала и эффективность работы устройств.

Список литературы

1 Игалиев И.А., Гасанов Х.М. Усовершенствование стерневой сеялки для посева зерновых культур // «Исследования, результаты». – 2018. – № 3. (079) – 230-236.

2 Патент РФ № 1672958, М.кл. А 01 С 15/04, бюл. №32, 30.08.1991г.

3 Патент РФ № 1782395, М. кл. А 01 С 7/04, бюл. №47, 23.12.1992г.

4 Патент Республики Казахстан №7266, М. кл. А 01 С 7/04, бюл. №3, 15.03.1999 г.

5 Устройство для распределения сыпучего материала: патент 9785 У Респ. Беларусь, МПК А 01С 7/04 / И.Н.Шило (BY), Н.Н.Романюк (BY), В.А. Агейчик (BY), С.О. Нукешев (KZ), Д.З. Есхожин (KZ), М.Х. Токушев (KZ); В.И. Муращенко (KZ); заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № u 20130392 ; заявл. 06.05.2013; опубл. 30.12.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 6. – С.161–162.

6 Устройство для распределения сыпучего материала: Патент на изобретение 32463 В Респ. Казахстан, МПК А 01 С 7/04 / С.О. Нукешев (KZ), Н.Н. Романюк (BY), В.А. Агейчик (BY), М.Х. Токушев (KZ), Д.А. Сыздыков (KZ); заявитель Нукешев С.О. – №2016/0554.1; заявл. 29.06.2016; зарегистр. 15.11.2017 // Государственный реестр изобретений Респ. Казахстан. – 2017. – Бюл. №21. – 3 с.

7 Чеботарев, В.П. Исследование процесса движения частиц посевного материала в распределителе вертикального типа пневматической зерновой сеялки / В.П. Чеботарев, Ю.Л. Салапура, Д.В. Зубенко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межведомственный тематический сборник / Национальная академия наук Беларуси, РУП "Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства". - Минск, 2013. - Вып. 47, т. 1. - С.43-52.

8. Романюк Н.Н., Сашко К.В., Клавсуть П.В. Оборудование для подготовки машин к хранению/ Н.Н. Романюк, К.В. Сашко, П.В. Клавсуть // «Исследования, результаты» Казахский национальный аграрный университет. – 2017. – №3. (75) – С. 417–421.

FOR DISTRIBUTION OF BULK MATERIAL

Ramaniuk M.M., Aheichyk V.A., Nukeshev S.O.

*Educational establishment "Belarusian State Agrarian Technical University",
Minsk, Republic of Belarus*

Kazakh Agrotechnical University. S.Seifullin, Astana, Republic of Kazakhstan

Abstract

Grain production is the main branch of agro-industrial production. In the technology of its production, a special place is occupied by sowing, performed by various types of seeders, the main requirement for which is the quality of sowing. The original design solutions for the modernization of the devices for the distribution of bulk material (seeds), allowing to improve the uniformity of the distribution of bulk material and the efficiency of the devices.

Key words: grain, a device for the distribution of bulk material, the original design, the uniformity of distribution, the efficiency of work, multi-screw, air.