

УДК 631.331

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА

Богус Азамат Эдуардович

к. т. н., доцент

SPIN - код автора: 9567-1848

email: azamat089@gmail.com*ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», Краснодар, Россия*

Коновалов Владимир Иванович

к. т. н., доцент

SPIN - код автора: 4413-4190

email: konovalov.v.i@mail.ru*ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», Краснодар, Россия*

Станин Владислав Дмитриевич

студент

SPIN - код автора: 5086-7635

email: staninvlad0@gmail.com*ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», Краснодар, Россия*

Руснак Владимир Андреевич

студент

SPIN - код автора: 9339-0689

email: vladimir.rusnak1488@gmail.com*ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», Краснодар, Россия*

В настоящее время подавляющее большинство сельхозтоваропроизводителей ЮФО с общей площадью пашни до 50-70 га. возделывают три основные культуры, а именно зерновые колосовые, как правило озимая пшеница, и пропашные – кукуруза на зерно и подсолнечник. Зерновые колосовые культуры высеваются обычным рядовым способом, а пропашные используют пунктирный способ. Эти ключевые агротехнологические особенности приводят к необходимости использования различных посевных машин, оснащенные различными видами высевальных аппаратов. Поскольку подавляющее большинство сельхозтоваропроизводителей ЮФО с общей площадью пашни до 50-70 га не используют в структуре посевов монокультуру, то это приводит к низкой годовой загрузке указанных сеялок. Это через отчисления на амортизацию, ТО и ремонты неминуемо сказывается на конечной себестоимости продукции. Также следует отметить, что зачастую ввиду высокой стоимости посевных машин мелкие сельхозтоваропроизводители не способны приобрести требуемую сельскохозяйственную технику, кроме того, это наиболее часто является экономически не целесообразным. Использование же наемных машин не позволяет выполнять посев в заданные агротехнические сроки, что значительно снижает их урожайность и

UDC 631.331

05.20.01 – Technologies and means of mechanization of agriculture (technical sciences)

DESIGN AND TECHNOLOGICAL SCHEME OF A MULTIFUNCTIONAL SEEDING MACHINE

Bogus Azamat Eduardovich

Cand.Tech.Sci., docent

RSCI SPIN code: 9567-1848

email: azamat089@gmail.com*Kuban state agrarian university, Krasnodar, Russia*

Konovalov Vladimir Ivanovich

Cand.Tech.Sci., docent

RSCI SPIN code: 4413-4190

email: konovalov.v.i@mail.ru*Kuban state agrarian University, Krasnodar, Russia*

Stanin Vladislav Dmitrievich

student

RSCI SPIN code: 5086-7635

email: staninvlad0@gmail.com*Kuban state agrarian university, Krasnodar, Russia*

Rusnak Vladimir Andreevich

student

RSCI SPIN code: 9339-0689

email: vladimir.rusnak1488@gmail.com*Kuban state agrarian university, Krasnodar, Russia*

Currently, the vast majority of agricultural producers in the Southern Federal District with a total area of arable land up to 50-70 hectares. three main crops are cultivated, namely grain ears, usually winter wheat, and row crops – corn for grain and sunflower. Grain crops are sown in the usual ordinary way, and row crops use the dotted method. These key agrotechnological features lead to the need to use different sowing machines equipped with different types of sowing machines. Since the vast majority of agricultural producers of the Southern Federal District with a total area of arable land up to 50-70 hectares do not use monoculture in the structure of crops, this leads to a low annual load of these seeders. This, through deductions for depreciation, maintenance service and repairs inevitably affect the final self-the cost of products. It should also be noted that often, due to the high cost of sowing machines, small agricultural producers are not able to purchase the required agricultural machinery, in addition, this is most often not economically feasible. The use of hired machines does not allow sowing within the specified agrotechnical deadlines, which significantly reduces their productivity and quality indicators. The use of specialized seeders leads to an increase in metal capacity and multi-marking in the farm. This problem can be solved by using a multifunctional seeding machine (MSM). This will make it possible to

качественные показатели. Использование специализированных сеялок приводит к повышению металлоемкости и многомарочности в хозяйстве. Данную проблему можно решить путем использования многофункционального высевающего аппарата (МВА). Это позволит отказаться от использования специализированных сеялок и выполнять посев зерновых и пропашных культур одной и той же машиной проводя переоборудование под конкретную культуру. Нами описана конструктивная схема МВА и принцип его работы. Так же представлен технический результат разработки и описан способ его достижения

Ключевые слова: МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ, УНИВЕРСАЛЬНАЯ СЕЯЛКА, ПОСЕВ, СПОСОБ ПОСЕВА, ВЫСЕВАЮЩИЙ ДИСК, КОНСТРУКТИВНАЯ СХЕМА, ИЗБЫТОЧНОЕ ДАВЛЕНИЕ ВОЗДУХА

abandon the use of specialized seeders and perform sowing of grain and row crops with the same machine, carrying out conversion to a specific crop. We have described the design scheme of the MSM and the principle of its work. The article also presents a technical result of the development and the method of its achievement

Keywords: MULTIFUNCTIONAL SEEDING MACHINE, UNIVERSAL SEEDER, SOWING, SEEDING METHOD, SEEDING DISK, DESIGN SCHEME, EXCESSIVE AIR PRESSURE

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-183-005>

Введение

Основной задачей любого сельскохозяйственного предприятия является получение максимально возможной прибыли в рамках своей деятельности. В настоящее время основными способами увеличения доходности предприятий является увеличение площади пашни, использование высокопродуктивного посевного материала и современных технологий возделывания. Поскольку увеличение доходности указанными способами уже реализуется, или является фактически невозможным, то увеличение прибыли наиболее перспективно достигать путем снижения расходов. Расходы на производство продукции в растениеводческом предприятии складываются из капитальных и эксплуатационных затрат. Одной из основных статей расходов является приобретение и эксплуатация сельскохозяйственных машин, в том числе затраты на амортизацию, ремонт и ТО, величина которых напрямую зависит от площади возделывания конкретной культуры. Соответственно, в малых предприятиях сельскохозяйственная техника значительное время простаивает и не реализует свою нормативную загрузку за весь срок эксплуатации, увеличивая при этом себестоимость продукции. Этот факт имеет особенно выраженный характер для специализиро-

<http://ej.kubagro.ru/2022/09/pdf/05.pdf>

ванной техники, например для сеялок, поскольку для каждого вида культур используется свой способ посева и своя посевная машина [4].

Анализ конструкций современных посевных машин

Посевные машины, представленные на рынке, имеют высокие показатели качества работы, способны производить посев с соблюдением агротехнических требований, имеют высокую производительность и надежность работы. Многие производители оснащают свои посевные машины системами контроля качества работы, электроприводом высевających аппаратов, системами дистанционного управления нормой высева семян и удобрений. Опционально на сеялку могут быть установлены системы точного земледелия, работающие через спутниковое позиционирование агрегата на поле [5, 8].

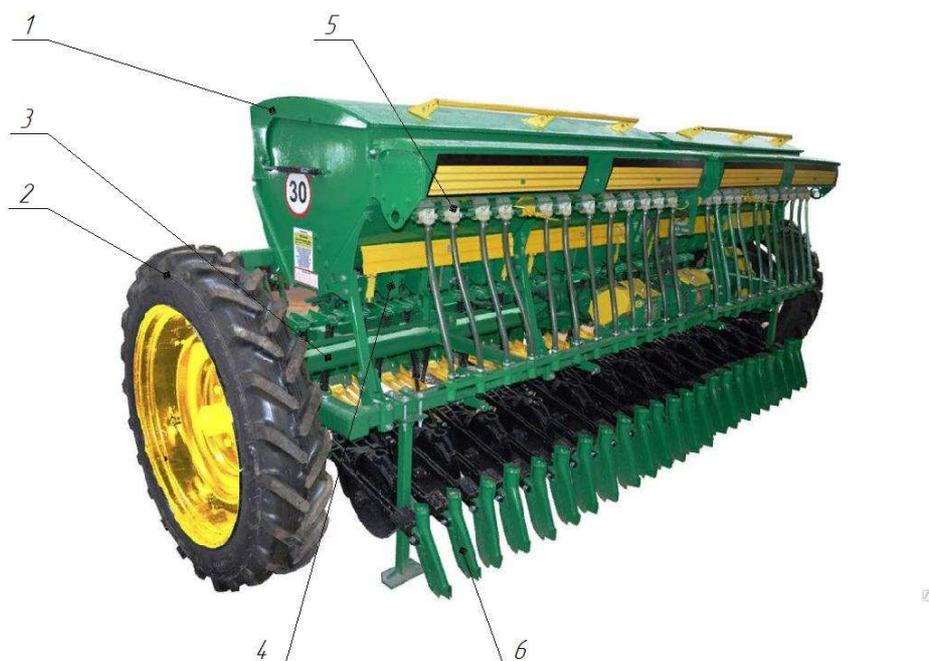
Моноблочные зерновые сеялки, оснащенные катушечными высевających аппаратами, хорошо зарекомендовали себя при посеве зерновых колосовых и зернобобовых культур (рис. 1). Как правило такие сеялки производят рядовой посев, однако существуют модификации для посева по стерне, узкорядным способом и другие.

Рядовая моноблочная зерновая сеялка состоит из бункеров семян и удобрений, разделенных в соотношении 1/3 к 2/3, опорно-приводных колес и коробки передач, семя и тукопроводов, рамы, катушечных и туковысевающих аппаратов, загортачей, механизмов агрегатирования и маркеров.

Характерной особенностью технологического процесса работы моноблочной зерновой сеялки является то, что каждый катушечный высевających аппарат дозирует семена в один рядок [4].

Наряду с сеялками оснащёнными катушечными высевających аппаратами в настоящее время широко распространены посевные машины, оснащённые пневматической дозирующе-распределительной системой. Такие сеялки имеют высокую производительность за счет большой ширины захвата и большого бункера [1, 2].

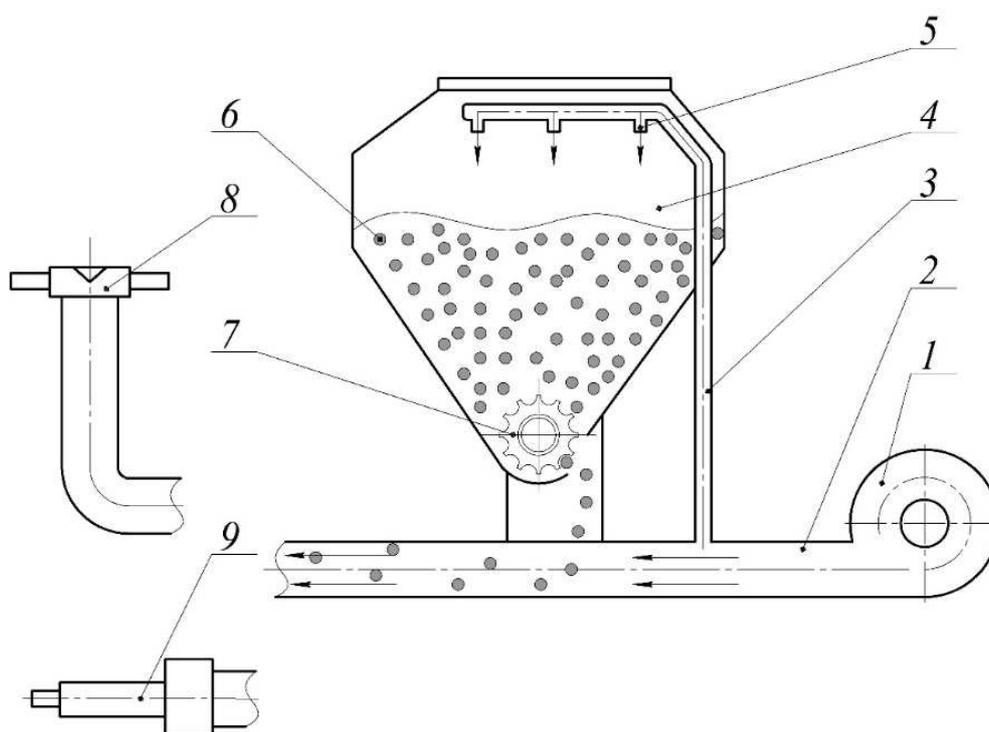
Существует много различных конструктивно-технологических схем посевные машины с пневматической дозирующе-распределительной системой, однако в общем их технологический процесс протекает следующим образом (рис. 2).



1 – бункер семян и удобрений; 2 – опорно-приводное колесо; 3 – рама;
4 – катушечный высеваящий аппарат; 5 – туковысевающий аппарат;
6 – загортач.

Рисунок 1 – Рядовая моноблочная зерновая сеялка СЗ-5.4

При движении по полю посевной машины семена б из герметизированного бункера 4 через катушечный дозатор 7 посредством трубки 3 и выравнивателя давления 5 попадают в основную магистраль 2 с избыточным давлением воздуха от вентилятора 1. После чего семена попадают в распределители семян (в зависимости от конструктивно-технологической схемы напрямую или в первую и вторую ступени) вертикального 8 или горизонтального 9 типа, где поток семян делится отсекателем на несколько семяпроводов, которые доставляют семена к сошникам [6, 7].



- 1 – вентилятор; 2 – основная магистраль; 3 – трубка; 4 – бункер;
 5 – выравнивателя давления; 6 – семена; 7 – катушечный дозатор;
 8, 9 – распределитель семян вертикального и горизонтального типа.

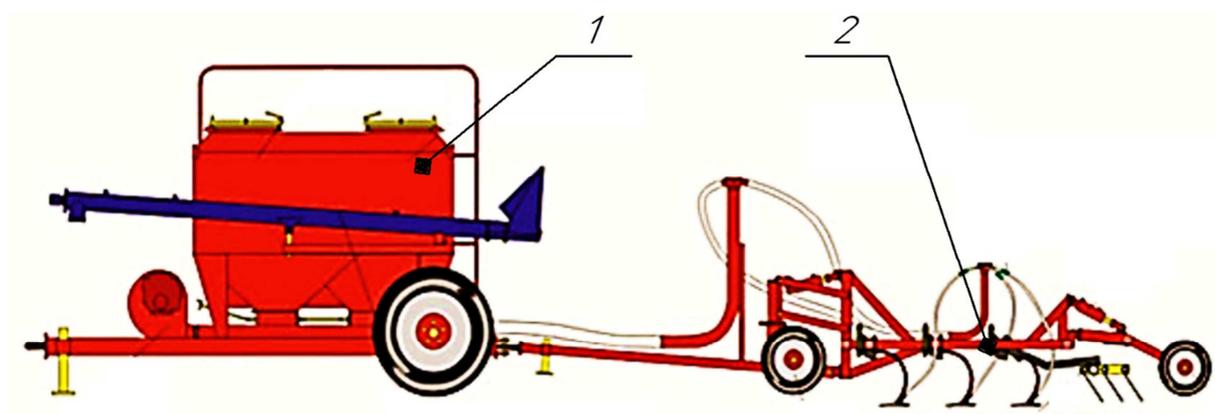
Рисунок 2 – Схема технологического процесса сеялки с пневматической дозирующе-распределительной системой

Посевные машины с пневматической дозирующе-распределительной системой как правило имеют раздельно-агрегатную компоновку, составлены из бункера 1 и транспликатора с сошниками 2 (рис. 3).

Овощные сеялки способные производить рядовой, узкорядный и ленточный посев могут оснащаться механическими или пневматическими высевальными аппаратами, а также аппаратами с электронным управлением высева.

Механические овощные сеялки оснащены катушечными высевальными аппаратами, технологический процесс в них происходит так же, как

и в зерновых рядовых посевных машинах (рис. 4). Однако они имеют ряд конструктивных отличий в сошниковой группе и высевальном аппарате, связанных с малыми размерами семян и их меньшей сыпучестью.

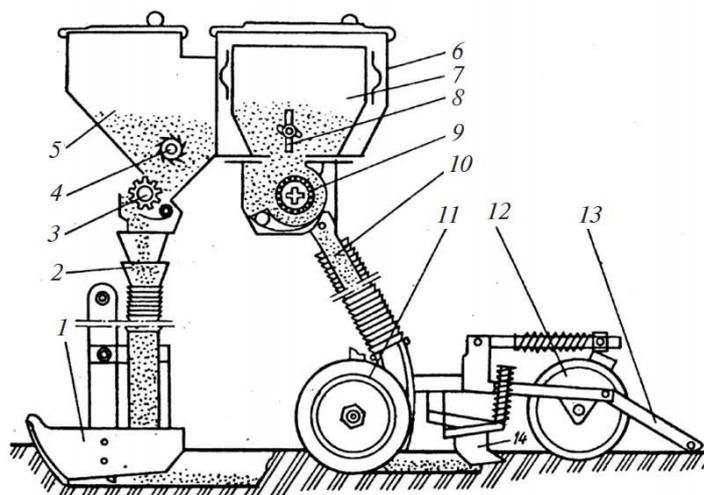


1 - шасси бункера; 2 - посевной блок.

Рисунок 3 – Посевная машина с пневматической дозирующе-распределительной системой Agrator Combi-9000

Пневматические овощные сеялки оснащены вакуумными высевальными аппаратами (рис. 3), схожими по конструктивно-технологической схеме с аппаратами пунктирных пневматических сеялок. В них семена в заборной зоне присасываются к отверстиям в дисках после чего переносятся в зону без разряжения, где отрываются от диска и попадают в борозду, проделанную сошником. Отличительной особенностью овощных вакуумных высевальных аппаратов является то, что отверстия на дисках расположены рядами, что позволяет обслуживать несколько рядков.

Пневматические овощные сеялки с электронным управлением имеют высокую точность раскладки семян в рядке (рис. 6). Семена из бункера заполняют ячейки дозатора, частота вращения, которого зависит от предварительно настроенного режима работы в блоке управления (шага посева) и изменяется электродвигателем [2].



1 – долотообразный сошник удобрений; 2 – тукопровод;
 3 – штифтовый туковысевающий аппарат; 4 – ворошитель туков;
 5 – туковый ящик; 6 – ящик семян; 7 – вставной ящик семян;
 8 – ворошитель семян; 9 – аппарат с разновеликими ребрами;
 10 – семяпровод; 11 – дисковый сошник с ребордами;
 12 – прикатывающий каток; 13 – выравнивающий шлейф; 14 – загортач.
 Рисунок 4 – Схема технологическая работы овощной механической сеялки
 СО-4,2

Пунктирные пропашные сеялки, способные производить широко-рядный посев оснащаются механическими и пневматическими высевальными аппаратами.

В пунктирных пропашных сеялках с механическими высевальными аппаратами семена захватываются пальчиками и переносятся в зону сброса. Конструкция достаточно надежна и обеспечивает качественную раскладку семян.

Пунктирные сеялки с пневматическими высевальными аппаратами делятся на два основных типа: вакуумные (работающие за счет разрежения воздуха) и работающие на избыточном давлении [2, 3, 8].

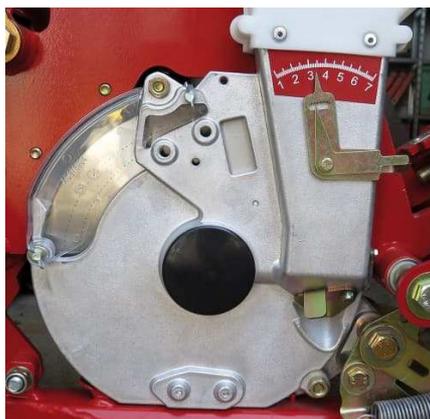


Рисунок 5 – Высевающий аппарат пневматической овощной сеялки Kverneland Miniair Nova



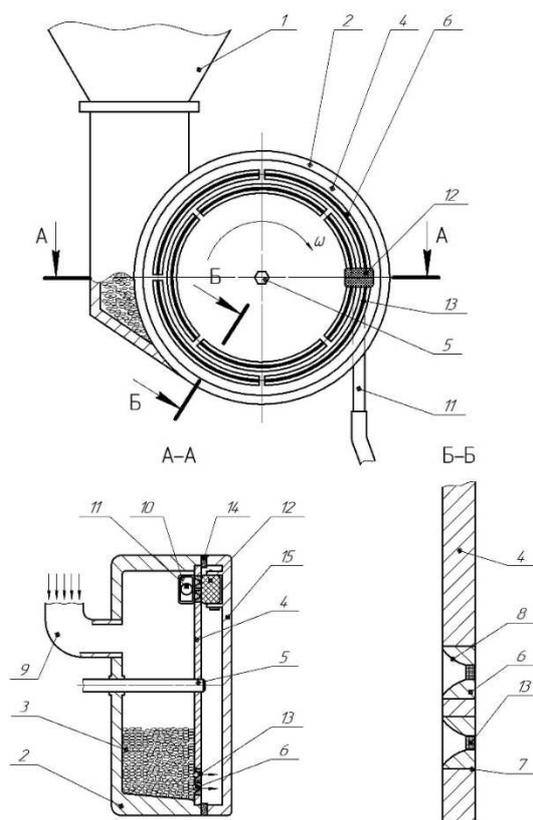
Рисунок 6 – Пневматическая овощная сеялка с электронным управлением Клен-1,8



Рисунок 7 – Механический высевающий аппарат с пальчиковым механизмом пунктирной пропашной сеялки Kinze 3600

Конструктивная схема многофункционального высевального аппарата

Нами предложена конструктивная схема многофункционального высевального аппарата (рис. 8), позволяющего выполнять дозирование семян различных сельскохозяйственных культур для различного способа посева.



- 1 – бункер; 2 – корпус; 3 – семенная камера; 4 – высевальный диск;
 5 – приводной вал; 6 – дозирующие элементы; 7 – посадочные места;
 8 – выемки; 9 – канал избыточного давления воздуха;
 10 – заборное устройство; 11 – трубка; 12 – узла для перекрытия выемок.

Рисунок 8 – Многофункциональный высевальный аппарат (МВА)

Технологический процесс предлагаемого многофункционального высевального аппарата протекает следующим образом: из бункера 1 семена поступают в камеру 3 корпуса 2; далее избыточное давление воздуха через канал подается в семенную камеру; благодаря разнице давления воз-

духа в полости и снаружи корпуса 2 аппарата семена заполняют установленные в посадочных местах 7 дозирующие элементы 6 высевающего диска. При этом воздухопроницаемый материал 13 позволяет предотвратить их выдувание через выемки 8, тем самым упрощая эксплуатацию высевающего аппарата. При вращении высевающего диска дозирующие элементы 6 переносят семена к заборному устройству 10. В момент забора семян из дозирующих элементов 6, узел 12 перекрывает выемку 8, устраняя утечку воздуха через них. За счет создания потоком воздуха на поверхности семени избыточного давления и выполнения дозирующих элементов 6 в радиальном сечении дугообразной формы, отделение семян производится без заклинивания, тем самым облегчается забор семян из дозирующих элементов 6 в вертикальную трубку 11 заборного устройства 10. Затем семена непрерывным потоком поступают в семяпровод. За счет изготовления посадочных мест 7 рядами и выполнения выемок 8 дозирующих элементов 6 относительно центра высевающего диска 4 с кривизной исключается порционность и пульсация потока семян. Установка в посадочные места 7 различных дозирующих элементов 6 позволит выполнять посев различными способами, тем самым расширяя функциональные возможности пневматического высевающего аппарата [1, 3].

Новизна заявленного технического результата обусловлена тем, что в процессе посева семян рядовым способом, их дозирование выполняется путем заполнения выемок дозирующих элементов, имеющих кривизну относительно центра высевающего диска, т. е. образуется сплошная полоса, что исключает порционность и пульсацию потока семян, а также позволяет уменьшить частоту вращения и размеры высевающего диска. Поскольку рядовым способом производят посев большинства видов сельскохозяйственных культур, имеющих различные физико-механические свойства семян, и в первую очередь размеры и коэффициенты витания, то выполнение выемок в радиальном сечении дугообразной формы и расположение

между узлом для перекрытия выемок дозирующих элементов при сбросе семян в семяпровод и выемками дозирующих элементов воздухопроницаемого материала позволит предотвратить их заклинивание в них или выдувание через выемки, а также минимизирует необходимость изменения скорости воздушного потока. Изготовление сменных дозирующих элементов различного объема помимо высева семян различных культур, также позволит выполнять посев различными способами, вплоть до пунктирного. Таким образом расширяются функциональные возможности и упрощается эксплуатация пневматического высевающего аппарата.

На кафедре «ПриМА» Кубанского ГАУ в среде «Компас 3D» была спроектирована твердотельная модель многофункционального высевающего аппарата (рис. 9). При проектировании были рассчитаны конструктивные параметры высевающих дисков для зерновых колосовых культур и кукурузы (рис. 10). Диаметр высевающих дисков был рассчитан из условий соблюдения норм высева, принятых для кукурузы (50...60 тыс. шт/га) и пшеницы (150...250 кг/га).

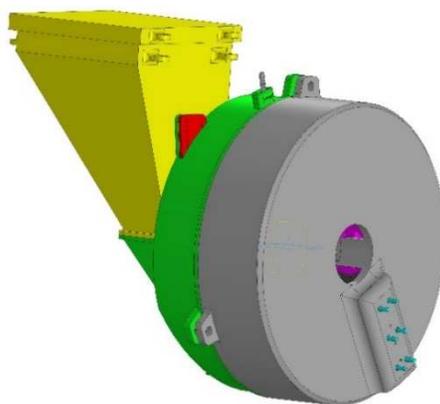
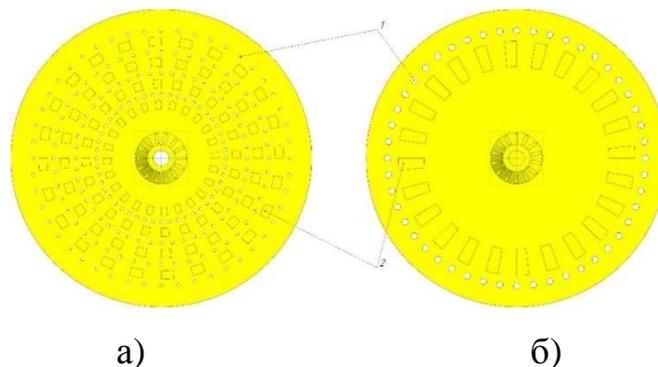


Рисунок 9 – Твердотельная модель многофункционального высевающего аппарата

Оба высевающих диска имеют диаметр 280 мм, в диске для кукурузы 48 отверстий, а для пшеницы 192 отверстия расположенных в 4 ряда. При этом диск кукурузы для обеспечения заданного диапазона норм высе-

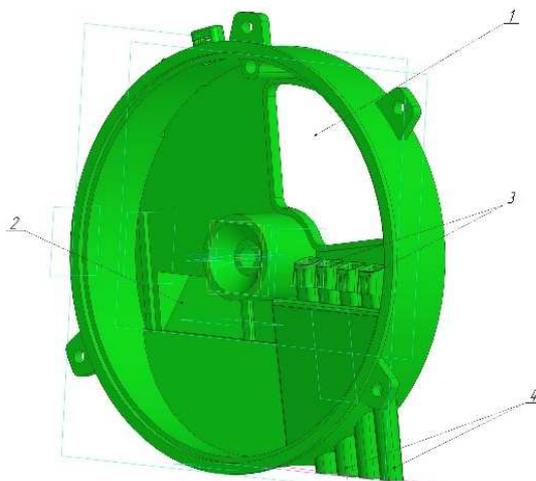
ва должен иметь частоту вращения $\omega \in [0.2; 1] \text{ с}^{-1}$, а зерновых колосовых культур $\omega \in [2; 5] \text{ с}^{-1}$.



а – зерновые колосовые культуры; б – кукуруза;
1 – сквозные отверстия; 2 – ворошители семян.

Рисунок 10 – Высеваящие диски

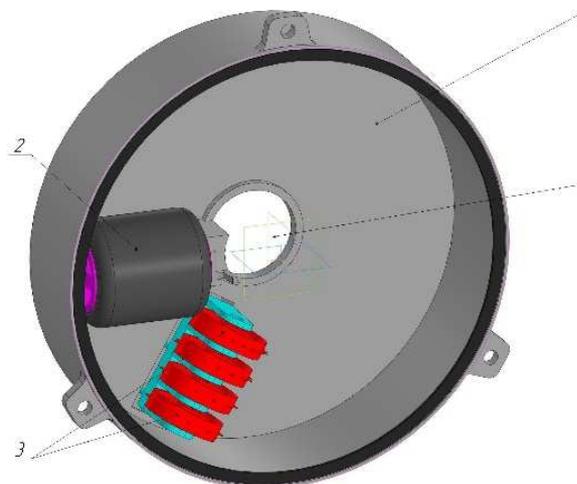
Корпус высеваящего аппарата (рис. 11) имеет отверстие для раструба избыточного давления 1; окно дозирования семян 2, четыре приемных трубка 3 и патрубков для семяпроводов.



1 – отверстие для раструба избыточного давления;
2 – окно дозирования семян; 3 – приемные трубки;
4 – патрубки семяпроводов.

Рисунок 11 – Корпус многофункционального высеваящего аппарата

Крышка высевающего аппарата (рис. 12) отличается наличием ролика-отсекателя давления 2, выталкивателями семян, застрявших в высевающем диске 3 и отверстием для сброса воздуха 4.



1 – крышка; 2 – ролик-отсекатель давления; 3 – выталкиватели семян;
4 – отверстие сброса воздуха.

Рисунок 12 – Крышка многофункционального высевающего аппарата

Выводы:

1. Предложена конструктивно-технологическая схема многофункционального высевающего аппарата, состоящая из высевающего диска, корпуса, приемных трубок и крышки;

2. Высевающие диски имеют диаметр 280 мм, в диске для кукурузы 48 отверстий, а для пшеницы 192 отверстия расположенных в 4 ряда. При этом диск кукурузы для обеспечения заданного диапазона норм высева должен иметь частоту вращения $\omega \in [0.2; 1] \text{ с}^{-1}$, а зерновых колосовых культур $\omega \in [2; 5] \text{ с}^{-1}$.

Библиографический список

1. Беспмятнова Н. М. Научно-методические основы адаптации почвообрабатывающих и посевных машин [Текст] / Н.М. Беспмятнова; Ростов-на-Дону: ООО «Терра»; НПК «Гефест». – 2002. – 176 с.

2. Богус А. Э. Анализ процесса работы распределительных устройств зерновых пневматических сеялок / А. Э. Богус // сборник статей по материалам 73-й научно-практической конференции преподавателей. – 2018. – С. 267-268.
3. Богус А.Э. Теоретические исследования движения семян в распределительной системе пневматической зерновой сеялки [Текст] / А. Э. Богус // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 158. С. 1-12.
4. Кленин, Н. И. Сельскохозяйственные машины [Текст] / Н.И. Кленин, С.Н. Киселев, А.Г. Левшин; – М.: Колос, 2008. – 652 с.
5. Крючин, Н. П. Посевные машины. Особенности конструкций и тенденции развития [Текст]: учеб. пособие / Н.П. Крючин – Самара: РИЦ ГСХА, 2009. – 176 с.
6. Лобачевский П.Я. Закономерности подачи технологического материала дискретными дозаторами [Текст] / П.Я. Лобачевский // Вест. Рос. акад. с-х. наук. – 1999. – №6. – С. 33-35.
7. Математическая модель процесса бороздообразования сферодискового сошника для полосного сева зерновых культур / Царев Ю.А., Игнатенко И.В., Мельников Д. Г., Богус А.Э., Папуша С.К. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2021. № 168. с. 59-78.
8. Халанский В. М. Сельскохозяйственные машины: учебник [Текст] / В. М. Халанский, И. В. Горбачев – М.: Колос, 2004 – 624 с.

References

1. Bespamjatnova N. M. Nauchno-metodicheskie osnovy adaptacii pochvoobrabatyvajushhij i posevnyh mashin [Tekst] / N.M. Bespamjatnova; Rostov-na-Donu ООО «Terra»; НПК «Gefest». – 2002. – 176 s.
2. Bogus A. Je. Analiz processa raboty raspreditel'nyh ustrojstv zernovyh pnevmaticheskijh sejalok / A. Je. Bogus // sbornik statej po materialam 73-j nauchno-prakticheskoj konferencii prepodavatelej. – 2018. – S. 267-268.
3. Bogus A.Je. Teoreticheskie issledovanija dvizhenija semjan v raspreditel'noj sisteme pnevmaticheskijh zernovoj sejalki [Tekst] / A. Je. Bogus // Politematicheskij se-tevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo univer-siteta. 2020. № 158. S. 1-12.
4. Klenin, N. I. Sel'skohoz'jajstvennye mashiny [Tekst] / N.I. Klenin, S.N. Kiselev, A.G. Levshin; – М.: Kolos, 2008. – 652 s.
5. Krjuchin, N. P. Posevnye mashiny. Osobennosti konstrukcij i tendencii raz-vitija [Tekst]: ucheb. posobie / N.P. Krjuchin – Samara: RIC GSHA, 2009. – 176 s.
6. Lobachevskij P.Ja. Zakonomernosti podachi tehnologicheskogo materiala diskretnymi dozatorami [Tekst] / P.Ja. Lobachevskij // Vest. Ros. akad. s-h. nauk. – 1999. – №6. – S. 33-3
7. Matematicheskaja model' processa borozdoobrazovanija sferodiskovogo soshnika dlja polosnogo seva zernovyh kul'tur / Carev Ju.A., Ignatenko I.V., Mel'nikov D. G., Bogus A.Je., Papusha S.K. // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 168. s. 59-78.
8. Halanskij V. M. Sel'skohoz'jajstvennye mashiny : uchebnik [Tekst] / V. M. Halanskij, I. V. Gorbachev – М.: Kolos, 2004 – 624 s.