

# АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ПНЕВМОСИСТЕМЫ ВЫСЕВАЮЩИХ АППАРАТОВ К СЕЯЛКАМ ТОЧНОГО ВЫСЕВА СЕМЯН

## AUTOMATED PNEUMATIC SYSTEMS OF SOWING MACHINES TO SEEDERS OF PRECISE SEED SOWING

**А.Ю. ИЗМАЙЛОВ**<sup>1</sup>, академик РАН

**Б.Х. АХАЛАЯ**<sup>1</sup>, к.т.н.

**Ю.Х. ШОГЕНОВ**<sup>2</sup>, д.т.н.

<sup>1</sup> ФГБНУ «ФНАЦ ВИМ», Москва, Россия

<sup>2</sup> РАН, Москва, Россия, boris.novikov2012@yandex.ru,  
yh1961s@yandex.ru

**A.YU. IZMAYLOV**<sup>1</sup>, Academician of the Russian Academy  
of Sciences

**B.KH. AKHALAYA**<sup>1</sup>, PhD in Engineering

**YU.KH. SHOGENOV**<sup>2</sup>, DSc in Engineering

<sup>1</sup> All-Russian Research Institute of Agricultural Mechanization,  
Moscow, Russia

<sup>2</sup> Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia,  
boris.novikov2012@yandex.ru, yh1961s@yandex.ru

Современное интенсивное земледелие привело к значительному росту производства сельскохозяйственной продукции. Во всех странах господствуют чистые (одновидовые) посевы, вызвавшие немало проблем в земледелии. Одновидовые агросистемы высокопродуктивны, но потенциально нестабильны, поскольку полностью зависят от значительных ресурсов извне. Существует несколько путей диверсификации агроэкосистем. Одним из весьма перспективных направлений считается введение в практику совмещенных посевов. В работе изучены и проанализированы различные технологии посева семян нескольких культур одновременно на одной площади в один рядок. Приводится характеристика пневматических сеялок пунктирного посева работающих как на вакууме, так и на избыточном давлении воздушного потока. К первым относятся конструкции сеялок отечественного производства по типу СУПН-8, в которых внесены существенные изменения, ко вторым – сеялки немецкой фирмы «Беккер», в которых приведенные изменения полностью исключают возможность повреждения семян. Представлен пневматический высевающий аппарат, позволяющий высевать три культуры одновременно с размещением их на разные глубины посева, а также аппарат способный высевать тремя способами: пунктирным, гнездовым и совмещенным. Разрабатываемые пневматические высевающие аппараты для совмещенного и гнездового посевов позволяют упростить конструкцию и повысить эксплуатационную надежность устройства, улучшить экологию, получить экономию горючего, исключить повреждение семян. Сеялки, оборудованные автоматизированными пневмосистемами способны повысить урожайность силосной массы на 20–30 %, улучшить качество корма для животноводства и получить экономию посевных площадей за счет выращивания нескольких культур на одном поле. Конструкция аппарата позволяет размещать семена разных культур в один рядок и на разную глубину заделки. Новизна в данной работе заключается в проведении совмещенного посева двух культур одновременно в один рядок на разную глубину заделки с различными схемами и шагом посева, что подтверждено патентами на изобретение.

**Ключевые слова:** аппарат, сеялка, семена, высевающий диск, сошник.

Modern intensive farming led to a significant increase in agricultural production. In all countries, pure (single-species) crops dominate, causing many problems in agriculture. Single-species agro-systems are highly productive, but potentially unstable, since they depend entirely on significant resources from outside. There are several ways of diversifying agroecosystems. One of the most promising areas is the introduction into practice of combined crops. The paper has studied and analyzed various technologies for sowing seeds from several crops simultaneously on the same area in a single row. The paper has studied and analyzed various technologies for sowing seeds from several crops simultaneously on the same area in a single row. The characteristics of pneumatic seed drills of dotted sowing working both on vacuum and overpressure of air flow are given. The first include the designs of seeders of domestic production in the type of SUPN-8, in which significant changes are made, to the second - the seeders of the German company «Becker», in which the above changes completely exclude the possibility of damage to the seeds. A pneumatic sowing device is presented that allows sowing three crops at the same time as placing them at different depths of sowing, as well as a device capable of sowing in three ways: dotted, nested and combined. Developed pneumatic sowing machines for combined and nesting crops allow to simplify the design and increase the operational reliability of the device, improve the ecology, obtain fuel economy, eliminate seed damage. Seeders equipped with automated pneumatic systems are able to increase the yield of silage by 20–30 %, improve the quality of feed for livestock and save crop areas by cultivating several crops on the same field. The design of the device allows you to place seeds of different cultures in one row and at different depths of embedding. The novelty in this work is the simultaneous sowing of two crops simultaneously in one row at different depths of the embankment with different schemes and step-by-sowing, confirmed by patents for the invention.

**Keywords:** apparatus, seeder, seed, sowing disk, opener.

## Введение

Необходимым условием повышения производства конкурентоспособной продукции растениеводства является мобилизация научно-технического потенциала агроинженерной науки для оснащения отечественного агропромышленного комплекса высокоэффективными техническими средствами [1].

Современное интенсивное земледелие привело к значительному росту производства сельскохозяйственной продукции. Во всех странах господствуют чистые (одновидовые) посевы, вызвавшие немало проблем в земледелии. Одновидовые агросистемы высокопродуктивны, но потенциально нестабильны, поскольку полностью зависят от значительных ресурсов извне [2]. В отличие от природных систем они слабо адаптивны, больше подвержены стрессам, вызванным изменениями погодных условий. Кроме того, они более уязвимы к воздействию вредных и болезнетворных организмов, сильнее страдают от эрозии и весьма активно истощают плодородие почвы. Полагают, что биологическое и структурное разнообразие агроэкосистем будет поддерживаться многими циклическими процессами, характерными для природных явлений.

Существует несколько путей диверсификации агроэкосистем. Одним из весьма перспективных направлений считается введение в практику совмещенных посевов [3].

## Цель исследования

Целью исследования является совершенствование технологии совмещенного посева, модернизация пневматических пропашных сеялок путем улучшения конструкции высевальных аппаратов с учетом недостатков существующей посевной техники.

## Совершенствование технологии совмещенного посева и модернизация конструкции высевальных аппаратов

Совместные посевы характеризуются следующим преимуществом по сравнению с чистыми посевами:

- формируют фотосинтетический аппарат большой площади, в разных ярусах, а с увеличением количества ярусов повышается эффективность перехвата растениями солнечной радиации и участия их в фотосинтезе;
- вследствие размещения корневых систем других видов в разных слоях почвы

полнее используются минеральные вещества и влага;

- в совместных посевах создается более плотный травостой, который позволяет успешно подавлять сорные растения;
- ассоциации растений с разными видами реже страдают от вспышек вредителей и болезней, чем чистые посевы;
- введение в состав бобовых культур улучшает азотное питание посева.

Для ведения различного способа посева, в том числе совмещенного и гнездового, необходимо пневматические сеялки оснащать универсальными высевальными аппаратами.

Известная конструкция пневматической сеялки СУПН-8 широко применяется не один десяток лет, однако для выполнения поставленной цели необходимо ее модернизация, для чего во ФНАЦ ВИМ проводится соответствующая работа.

К недостаткам существующей конструкции можно отнести:

- для удаления «лишних» семян используется механический чистик, что повреждает семена;
- в нижней части высевального диска семена падают лишь под воздействием собственного веса, что отрицательно влияет на поступательную скорость сеялки;
- посев семян разной фракции требует замены высевальных дисков, что вызывает потерю эксплуатационного времени;
- невозможно высевать две разные культуры одновременно в один рядок и размещать их на разную глубину заделки.

Разрабатываемый пневматический высевальный аппарат (рис. 1) состоит из семенного бункера 1, разделенного перегородкой 2 на две части, вентилятора (не показан), воздуховода 3, камеры разрежения 4, сошника 5, высевальных дисков 6 с присасывающими отверстиями 7, установленных на осях 8, соединительной втулки 9, ворошилки 10, звездочек 11. Камера разрежения 4 выполнена со щелями 12 [4].

К воздуховоду 3, присоединенному к внешней стороне дуги камеры разрежения 4, через отверстия 13, встроены два патрубка 14, откуда отведены два рукава 15 и 16.

Высевальный аппарат снабжен двухуровневым полозовидным сошником 5, который крепится на двух осях 17 высевального аппарата.

Во время работы семена из семенного бункера поступают к местам расположения воро-

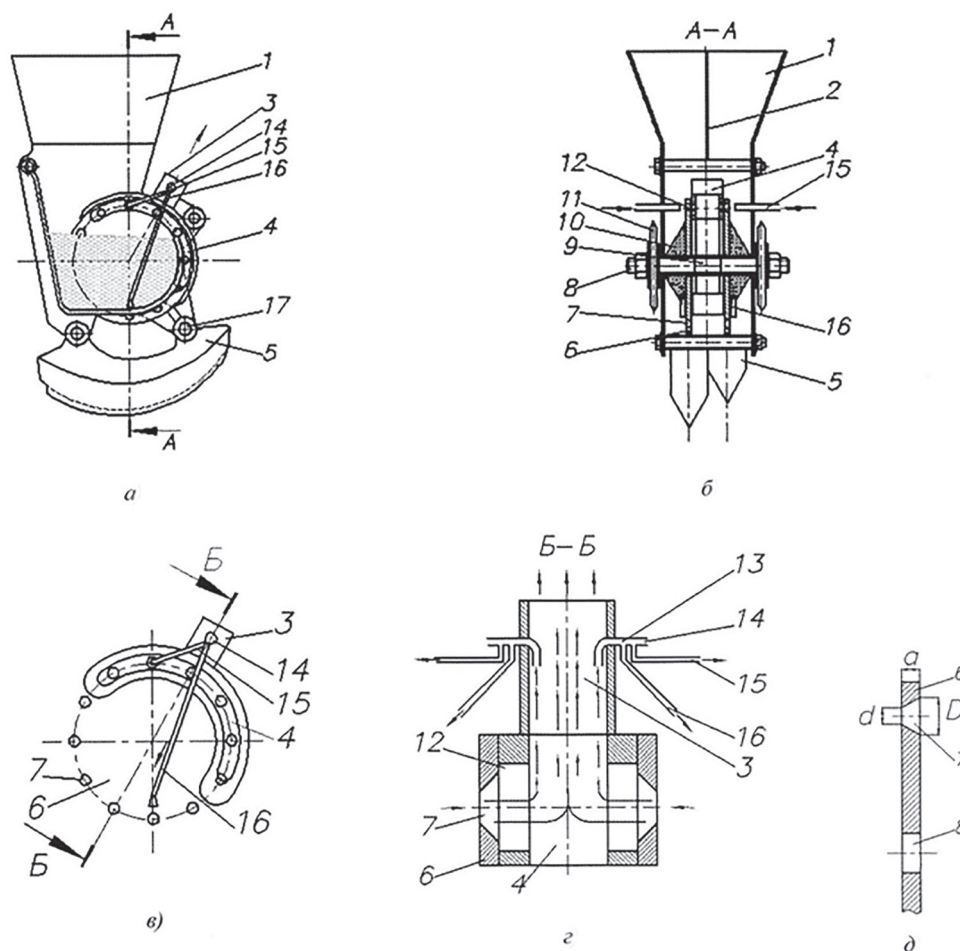


Рис. 1. Схема пневматического высевающего аппарата:

*a* и *б* – два вида высевающего аппарата; *в* – камера разрежения; *г* – разрез по Б–Б; *д* – высевающий диск

шилок, часть из них на пути присасываются к отверстиям вращающегося диска и транспортируется в зону сброса. С помощью вентилятора через воздуховод камера разрежения по бокам имеющая щели создает разрежение и прижимает семена двух культур к отверстиям высевающих дисков с разной стороны дуги.

Лишние семена, присосавшиеся к отверстиям в верхней половине высевающих дисков, удаляются воздушным потоком посредством рукавов *15*, идущих от воздуховода через патрубков, перпендикулярно к отверстиям, так как при направлении их под углом, вероятность удаления всех семян велика, что недопустимо. Другие рукава *16* – в нижней половине дисков, установлены под углом  $\alpha$ , равным  $6-8^\circ$  к вертикальной оси высевающего аппарата по направлению движения сеялки, и служат для принудительного удаления семян и придания им ускорения. Такой угол направления воздушного потока необходим для того, чтобы во время движения сеялки семена, сдутые воздушным потоком, падали ближе к вертикальной

оси. Экспериментально установлено, что если  $\alpha > 8^\circ$ , то семена после падения перекатываются вперед по направлению движения сеялки, если  $\alpha < 6^\circ$ , то – назад, что нарушает схему посева.

Отверстия высевающих дисков выполнены в виде усеченного конуса. Переворачивая диски на  $180^\circ$ , можно высевать разные фракции посевного материала; при этом экспериментально установлено, что соотношения малого диаметра  $d_1$  конического отверстия высевающего диска к большому диаметру  $d_2$  и к толщине диска  $a$  должно быть  $d_1 : d_2 : a = 3 : 8 : 2$ .

Воздуховод *3* работает одновременно в двух режимах: первый – обеспечивает разрежение воздуха в камере *4*, а другой при помощи встроенного в нем патрубка *14*, нагнетая воздух, обеспечивает тем самым работу рукавов *15* и *16*.

Удаленные семена в нижней части высевающего диска попадают в двухуровневый полозвидный сошник, который размещает семена двух культур в борозду на разную глубину заделки, при этом расстояние между осями  $L$  со-

шника определено условием  $L = 2a + b$ , мм, где  $a$  – толщина диска, мм,  $b$  – ширина камеры разрежения, мм; сошник крепится на двух осях высевяющего аппарата.

Следующая конструкция пневматического высевяющего аппарата для совмещенного посева отличается от предыдущей тем, что работает на избыточном давлении воздушного потока (рис. 2).

Во время работы пневмовысевяющего аппарата [5] семена двух культур из двух частей семенного бункера 1, разделенного перегородкой 2, самотеком попадают в сквозные конические ячейки 5 частей 3 и 4 сдвоенного высевяющего диска. Вращающийся высевяющий диск подводит конические ячейки 5, заполненные семенами, к воздушному соплу 6, которое на выходе разделено на два патрубка 7 и 8 с разными сечениями, воздушные потоки которых направлены на конические ячейки 5 соответствующих частей 3 и 4 высевяющего диска. Воздушный поток прижимает одно семя ко дну сквозной конической ячейки 5, а остальные выдувает. Наличие отверстий 9 на боковой поверхности ячейки 5 высевяющего диска на  $\frac{3}{4}$  ее глубины обеспечивает надежное прижатие одного

семена ко дну ячейки 5 и удержание его в ней. Остальные семена выдуваются.

Высевяющий диск, вращаясь на оси 6, с застрявшим в ячейке 5 семенем, встречается с выталкивателем семян 11, расположенным в пазу 10 на внутренней поверхности каждой части диска под коническими ячейками 5. Выталкивателем семян 11 удаляются застрявшие семена из ячейки 5 и направляются на дно борозды.

Части диска 3 и 4 жестко закреплены между собой болтами с возможностью их смещения и замены диска. Это позволяет изменять схемы посева. Такой высевяющий диск упрощает конструкцию, исключая дополнительную цепную передачу, и удобен в эксплуатации.

Применение эластичного ролика позволяет свести до минимума повреждение семян.

Пневматический высевяющий аппарат, позволяющий высевать три культуры одновременно с размещением их на разные глубины посева, представлен на рис. 3.

Аппарат содержит семенной бункер 1, вертикально установленный на оси 2, составной высевяющий диск 3 с прижимающей втулкой 4 и сквозными коническими ячейками 5, воз-

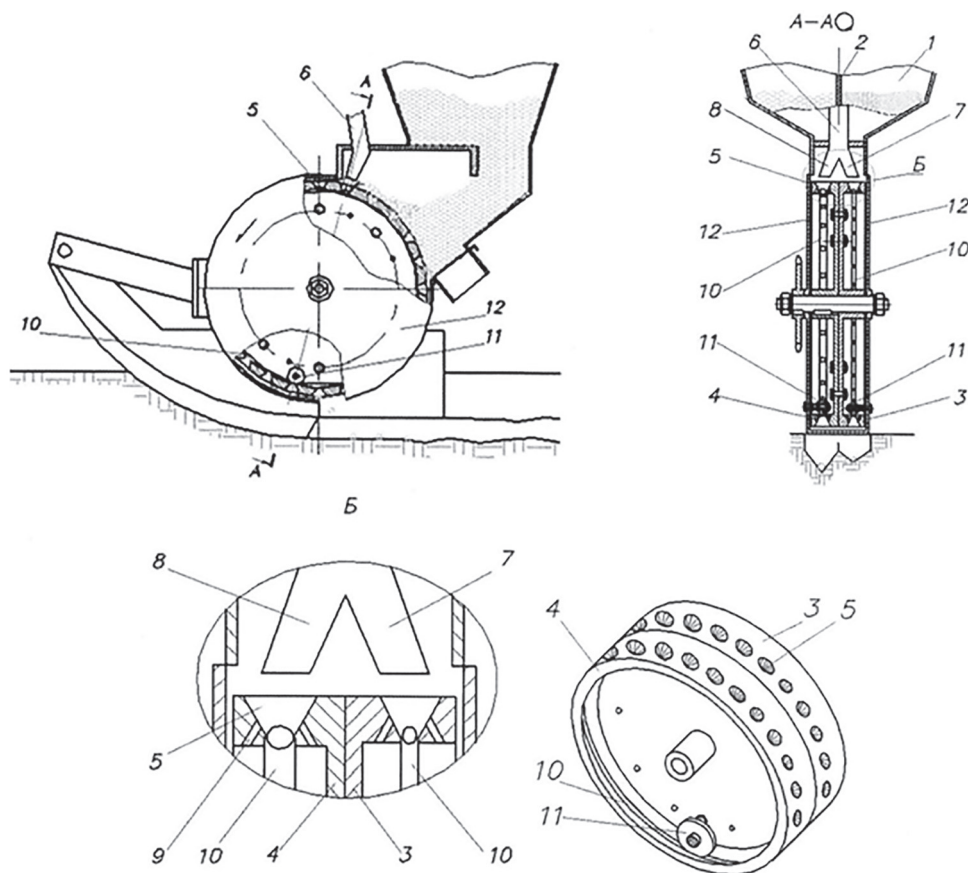


Рис. 2. Пневматический высевяющий аппарат для совмещенного посева

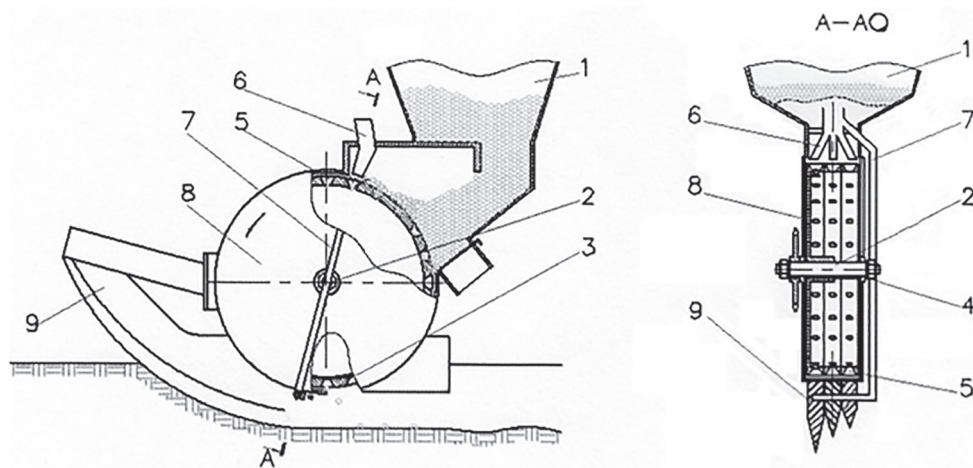


Рис. 3. Пневматический высевательный аппарат для совмещенного посева

духовод, разделенный на два патрубка, один 6 с тремя соплами – размещен над ячейками 5 высевательного диска 3, второй – 7 – огибает крышку 8 и подводит сопло под высевательный диск 3 под углом 10–15° к горизонту. Аппарат включает также боковые крышки 8 и сошник 9 шириной равной ширине высевательного диска 3. Сошник 9 выполнен трехуровневым.

Высевательный диск и полозководный сошник, выполнены составными из трех частей и равными по ширине. Их части закреплены между собой с возможностью смещения, высевательный диск – прижимной втулкой, а полозководный сошник – болтами.

Вместе с аппаратами для совмещенного посева разработан ряд пневматических высевательных аппаратов для гнездового посева [6], один из которых представлен на рис. 4.

Аппарат состоит из семенного бункера 1, который установлен вертикально на оси 2 вы-

севательный диск 3 со сквозными коническими ячейками 4, расположенными в три ряда, и воздушного сопла 5. Диск 3 снабжен копирующей его внутренней поверхностью в зоне действия воздушного сопла 5 дугообразной, регулирующей заслонкой 6. Заслонка 6 установлена на боковой крышке 7 высевательного аппарата с возможностью продольного перемещения относительно оси 2 диска 3 и фиксации в заданном положении. Под высевательным диском 3 расположен полозководный сошник 8 шириной, равной ширине высевательного диска 3. Сошник 8 снабжен воронкой 9, расположенной под высевательным диском 3 в зоне схода семян длиной, равной ширине высевательного диска 3 и шириной – его половине, а размер нижней части воронки 9, по крайней мере, не меньше трехкратного максимального размера высеваемого семени.

Семена, расположенные в трех ячейках по ширине диска 3, формируются гнездом с помо-

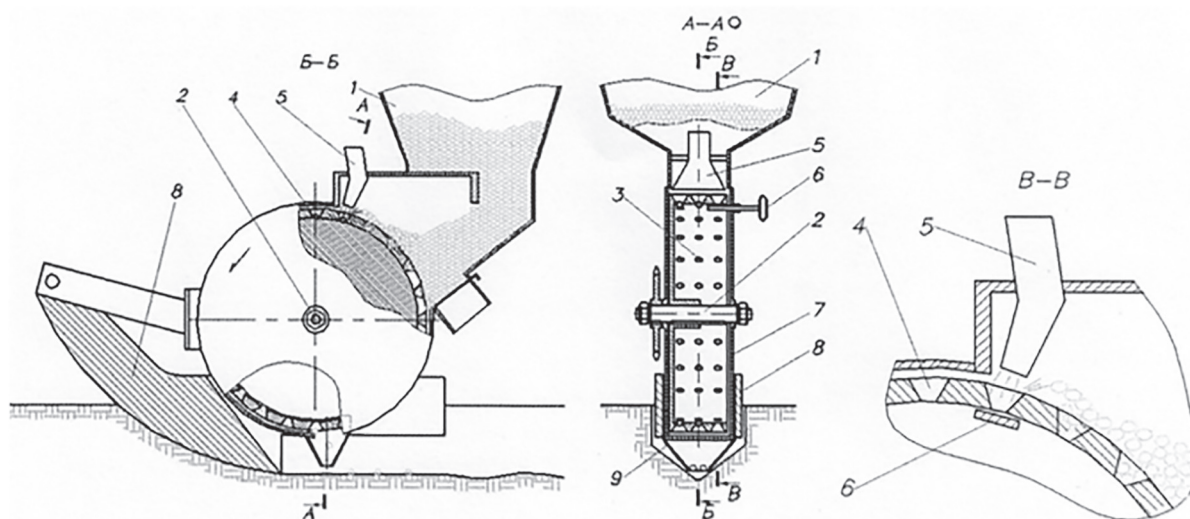


Рис. 4. Пневматический высевательный аппарат для гнездового посева

щью воронки 9 сошника 8, находящегося под высевяющим диском 3 в зоне падения семян в борозду, образованную сошником 8. Норма высева семян в гнездо регулируется перемещением заслонки 6 вдоль оси 2 диска 3. Так, например, для обеспечения высева двух семян в гнездо необходимо перекрыть один ряд ячеек 4 на диске 3.

Разработанная конструкция высевяющего аппарата (рис. 5) [7] работает следующим образом: семена из бункера 1 попадают в коническую ячейку 4 вращающегося на оси 2 высевяющего диска 3. На семена в трех соседних ячейках 4 действует присасывающая сила патрубка 7, копирующего внутреннюю поверхность высевяющего диска 3. При проходе под соплом 6 с истекающим из него воздухом семена прижимаются к отверстиям 5 ячейки 4, лишние семена выдуваются из ячеек 4 соплом 6; семена предварительно прижаты ко дну ячейки 4 присасывающим дугообразным патрубком 7, т. е. на семена действуют две силы, одна – с помощью сопла 6 прижимающая их, и вторая – патрубком 7 присасывающая

изнутри диска, что гарантирует сохранение семян в ячейке 4, остальные семена выдуваются. Далее ячейка 4 с семенами перемещается в зону действия упругого эластичного роликового выталкивателя 9, закрепленного на боковой крышке 8, под его воздействием семена попадают в борозду, открытую сошником 10. Важно, что семена присасываются патрубком 7 еще до их входа в зону действия воздушного сопла 6, что гарантирует сохранение одного семени в ячейке 4.

При изучении аналогов были установлены следующие недостатки:

- во время удаления лишних семян из ячеек соплом нет гарантии, что воздушным потоком не будут удалены все семена, что недопустимо;
- для изменения количества семян в гнездо диск выполнен громоздким, от чего растет металлоемкость высевяющего диска и увеличиваются параметры высевяющего аппарата;
- для изменения шага посева необходима смена дисков.

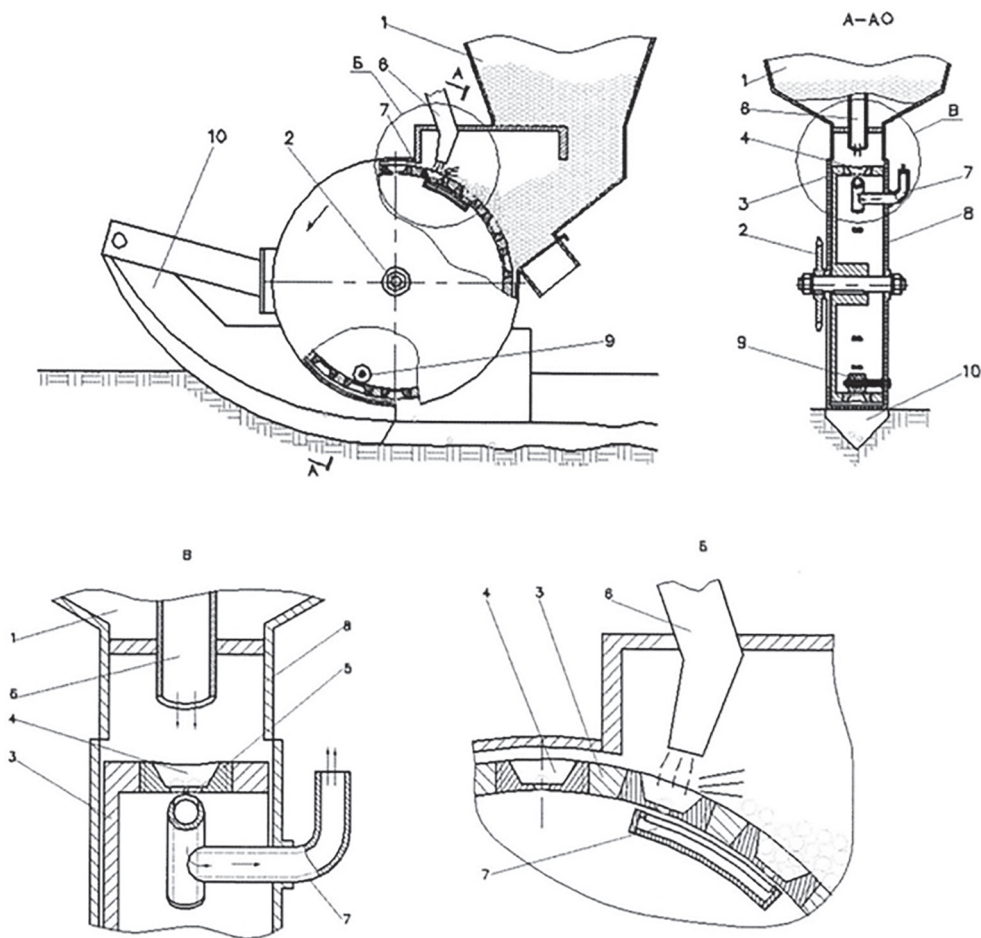


Рис. 5. Пневматический высевяющий аппарат для гнездового посева

Снабжение высеваящих дисков втулками на резьбе со сквозными отверстиями на их дне с количеством от 1 до 3 позволяет высевать семена гнездовым способом без замены высеваящих дисков а использование глухой втулки можно менять схему посева, а выталкиватель семян обеспечивает надежное сбрасывание всех семян из ячейки в борозду.

### Заключение

Разрабатываемые пневматические высеваящие аппараты для совмещенного и гнездового посевов позволяют:

- высевать семена двух, трех культур одновременно с размещением их на разную глубину, получать различную схему посева без замены дисков, что приведет к экономии металла на изготовление сменных дисков и времени;
- упростить конструкцию и повысить эксплуатационную надежность устройства, улучшить экологию, получить экономию горючего, исключить повреждение семян.

Сеялки, оборудованные автоматизированными пневмосистемами, способны повысить урожайность силосной массы на 20–30 %, улучшить качество корма для животноводства и получить экономию посевных площадей за счет выращивания нескольких культур на одном поле. Конструкция аппарата позволяет размещать семена разных культур в один рядок и на разную глубину заделки.

### Литература

1. Измайлов А.Ю., Шогенов Ю.Х. Разработка интенсивных машинных технологий и новой энергонасыщенной техники для производства основных видов сельскохозяйственной продукции // Техника и оборудование для села. 2016. № 5. С. 2–5.
2. Авдеев А.В., Зеленский Н.К., Мокриков Г.А. Совместные посевы бобовых и зерновых // Новый садовод и фермер. 2005. № 3. С. 6–7.
3. Ахалая Б.Х. Особенности совмещения посевов двух культур // Сб. научн. труд. Т. 151. М.: ВИМ, 2004. С. 113–119.
4. Ахалая Б.Х. Пневматический высеваящий аппарат: патент на изобретение № 2567028. Российская Федерация. Опубликовано 2015. Бюл. № 30.
5. Годжаев З.А., Ахалая Б.Х., Сизов О.А., Федюнин В.В. Высеваящий аппарат для совмещенного посева: патент на полезную модель № 154782. Российская Федерация. Опубликовано 2015. Бюл. № 25.
6. Измайлов А.Ю., Ахалая Б.Х., Сизов О.А., Нурбагандова Р.М., Бижаев В.В. Пневматический высеваящий аппарат для гнездового посева: патент на изобретение № 2592575. Российская Федерация. Опубликовано 2016. Бюл. № 21.
7. Ахалая Б.Х., Шогенов А.Ю., Уянаев Ю.Х., Солдаткин А.К., Грызунов С.В. Устройство для посева семян: патент на полезную модель № 167694. Российская Федерация. Опубликовано 2017. Бюл. № 1.

### References

1. Izmaylov A.Yu., Shogenov Yu.Kh. Development of intensive machine technologies and new energy-saturated machinery for the production of basic agricultural products. Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2016. No 5, pp. 2–5 (in Russ.).
2. Avdeenko A.V., Zelenskiy N.K., Mokrikov G.A. Joint crops of beans and grains. Novyy sadovod i fermer. 2005. No 3, pp. 6–7 (in Russ.).
3. Akhalaya B.Kh. Features of combining crops of two cultures. Sb. nauchn. trud. Vol. 151. Moscow: VIM, 2004, pp. 113–119 (in Russ.).
4. Akhalaya B.Kh. Pnevmaticheskiy vysevayushchiy apparat [Pneumatic seeder: patent for invention]: patent na izobretenie. No 2567028. Rossiyskaya Federatsiya. Opublikovano 2015. Byul. No 30.
5. Godzhaev Z.A., Akhalaya B.Kh., Sizov O.A., Fedyunin V.V. Vysevayushchiy apparat dlya sovmeshchennogo poseva [Planting unit for combined seeding]: patent na poleznuyu model'. No 154782. Rossiyskaya Federatsiya. Opublikovano 2015. Byul. No 25.
6. Izmaylov A.Yu., Akhalaya B.Kh., Sizov O.A., Nurbagandova R.M., Bizhaev V.V. Pnevmaticheskiy vysevayushchiy apparat dlya gnezdovogo poseva [Pneumatic seeder for nesting]: patent na izobretenie. No 2592575. Rossiyskaya Federatsiya. Opublikovano 2016. Byul. No 21.
7. Akhalaya B.Kh., Shogenov A.Yu., Uyanayev Yu.Kh., Soldatkin A.K., Gryzunov S.V. Ustroystvo dlya vyseva semyan [Device for sowing seeds]: patent na poleznuyu model'. No 167694. Rossiyskaya Federatsiya. Opublikovano 2017. Byul. No 1.