

ник научных статей по материалам XX Международной студенческой конференции. Агрономия. 28 марта 2019 г. / ГГАУ, ответственный за выпуск В. В. Пешко. – Гродно, 2019 г. – С. 21-22.

7. Филиппов, А. И. К выбору способа посева зерновых культур и трав / А. И. Филиппов, Н. Д. Лепешкин, Э. В. Заяц, В. В. Мижурин // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции, Гродно, 31 мая, 30 марта, 20 марта 2018 г. / ГГАУ, ответственный за выпуск В. В. Пешко. – Гродно, 2018 г. – С. 251-254.

8. Аутко, А. А. Усовершенствование рабочих органов к агрегату для производства картофеля на основе экологического земледелия / А. А. Аутко, Э. В. Заяц, Н. Д. Лепешкин, А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, А. В. Зень // Материалы МНТК «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве посвященной 110-летию со дня рождения академика М. Е. Мацелуро»; Минск, 2018. – С. 28-32.

УДК 631.33.022.1

## **АНАЛИЗ УСТРОЙСТВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВЫСЕВА ПОСЕВНОГО МАТЕРИАЛА**

**А. И. Филиппов<sup>1</sup>, Н. Д. Лепешкин<sup>2</sup>, В. В. Мижурин<sup>2</sup>, Д. В. Заяц<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь

(Республика Беларусь, 230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28, e-mail: ggau@ggau.by);

<sup>2</sup> – РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

(Республика Беларусь, 220049, г. Минск, ул. Кнорина, 1; e-mail: mehposev@mail.ru)

***Ключевые слова:** посевные машины, дозирующее устройство, трудно-сыпучие травы, семена, дозирование, сводообразование.*

***Аннотация.** В статье произведен анализ дозирующих устройств посевных машин, на его основании определено направление дальнейшего совершенствования их конструкции для высева трудносыпучих семян трав.*

## ANALYSIS OF DEVICES (ACTIVATORS) TO ENSURE THE RELIABILITY OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF SEEDING CREATED MATERIAL

N. D. Lepeshkin<sup>1</sup>, A. I. Filipov<sup>2</sup>, V. V. Mizhurin<sup>1</sup>, D. V. Zajac<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – RU «NPC NAS of Belarus on mechanization of agriculture»  
Minsk, Republic of Belarus  
(Republic of Belarus, 220049, Minsk, 1 Knorina Street, e-mail:  
mehposev@mail.ru);

<sup>2</sup> – EI «Grodno state agrarian university»  
Grodno, Republic of Belarus  
(Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail:  
ggau@ggau.by)

**Key words:** sowing machines, dosing device, hard flowing grasses, seeds, dosing, arbor formation.

**Summary.** The analysis of the dosing devices of seeding machines is made in the article, the direction of further improvement of their design for sowing hard-flowing grass seeds is determined on its basis.

(Поступила в редакцию 24.04.2019 г.)

**Введение.** Важным моментом при работе дозирующего устройства посевной машины является обеспечение поступления посевного материала равномерным потоком из бункера в зону дозирования. Поэтому на устойчивость процесса дозирования посевного материала, процесс его истечения из бункера оказывает решающее влияние. Как физическое явление процесс истечения материалов весьма сложен, и взаимодействие возникающих при этом деформаций и напряжений трудно поддается изучению. Для истечения посевного материала, на первый взгляд, достаточно, чтобы отверстие в дне бункера посевной машины было больше любой из его частиц. Однако многочисленные опыты с истечением какого-либо монодисперсного сыпучего материала через отверстие показывают, что этого недостаточно. Увеличение диаметра отверстия, по сравнению с размером частиц сыпучего материала, не обеспечивает непрерывное истечение, т. к. над отверстием образуется свободная полость в форме свода (происходит процесс сводобразования). Образование сводов обуславливается размерами выпускного отверстия и связностью поступающего материала, которая зависит от его физико-механических свойств, влажности. Отличительной же особенностью посевной машины является то, что выпускным отверстием в дне бункера является само дозирующее устройство, к которому поступает посевной материал. Поэтому перед дозирующим устройством для борьбы с процессом сводообразования дополнительно

устанавливается устройство, обеспечивающее надежность технологического процесса высева (т. н. активатор). Зависимость же качества дозирования посевного материала от работы активатора изучена недостаточно.

**Цель работы** – рассмотреть устройства для выполнения активации, выявить их положительные и отрицательные стороны и определить направления конструктивного совершенствования и повышения их эффективности при выполнении процесса высева трудносыпучих семян трав.

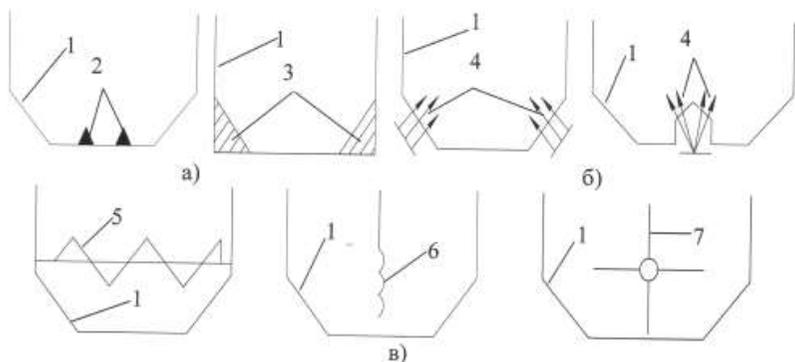
**Материалы и методика исследований.** Для борьбы со сводообразованием, слеживаемостью и другими негативными явлениями, происходящими с материалом в бункерах, из-за его физико-механических свойств и влажности, применяется различные активирующие элементы. На основании анализа литературных источников [1] предлагается следующая классификация активирующих элементов (рисунок 1).



Рисунок 1 – Классификация активирующих элементов

**Результаты исследований и их обсуждение.** Пассивные активирующие элементы (рисунок 2 а) способствуют снижению слеживаемости материала.

На рисунке 2 представлены различные схемы основных типов активирующих элементов.



а – пассивные; б – активные пневматического типа;

в – активные механического типа

1 – бункер; 2 – рассекатель; 3 – направляющие;

4 – поток воздуха; 5 – шнек; 6 – спираль; 7 – лопасти

Рисунок 2 – Схемы активирующих элементов

Они устанавливаются по направлению одной из осей симметрии бункера. Однако целесообразность их введения в бункер, параметры и эффективность воздействия должны быть проверены опытным путем. В противном случае при неправильном выборе размеров и места установки они могут ухудшить процесс подачи посевного материала к дозирующему устройству, становятся опорой для образования сводов из посевного материала.

Более широкое распространение получили активирующие элементы активного принципа действия. Их действие основано на перемешивании или смешивании материалов с целью уменьшения сил сцепления между отдельными частицами и нарушения их равновесия.

Активирующие элементы подразделяются на пневматические (рисунок 2 б) и механические (рисунок 2 в). К первым относятся аэроднища, пневматические сопла, пневмоподушки, перфорированные трубы. Применение пневматических активаторов в посевных машинах требует установки более мощного вентилятора в пневматических системах высева либо к установке вентилятора в механических системах высева, что приводит к усложнению конструкции посевной машины и также к увеличению энергозатрат.

Поэтому наибольшее распространение в посевных машинах получили активаторы механического типа. По конструкции рабочего ор-

гана они делятся на шнековые, лопастные, спиральные, скребковые и подвижные плоскости.

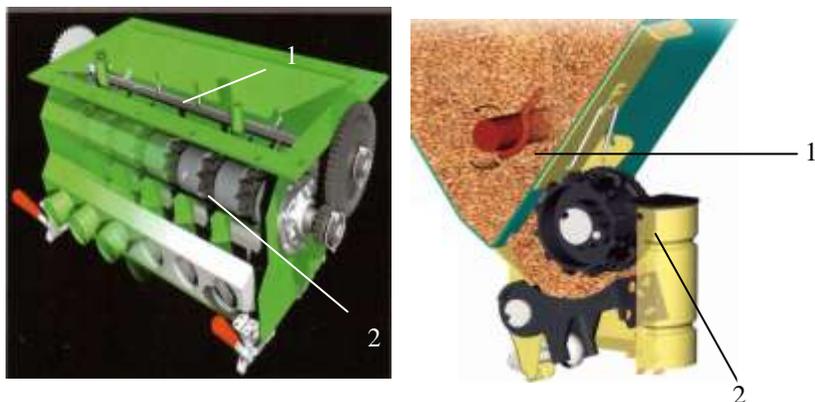
Шнековый активатор 5 (рисунок 2 в) может быть установлен для разрушения сводов различных материалов. Однако применение его для обеспечения непрерывной и равномерной подачи посевного материала из бункера к дозирующему устройству требует согласованности их производительностей. Это приводит к усложнению конструкции устройства.

Для подачи к дозирующему устройству материала, склонного к сводообразованию, применяется устройство в виде конической спирали 6 (рисунок 2 в), которое помещается в нижней части бункера и обращено основанием к дозатору, а вершиной к приводу. Однако применение такого активатора в посевных машинах нецелесообразно, по причине необходимости расположения его привода в верхней части бункера, что значительно усложняет его конструкцию.

К лопастным активаторам 7 (рисунок 2 в) относят мешалки с горизонтальным или вертикальным валом. Расположение вала зависит от свойств материала. Наибольшее распространение в посевных машинах получили активаторы с горизонтальным расположением лопастей.

Для разрушения сводов возможно применение также различного рода вибраторов. Они относительно просты в конструктивном исполнении, потребляют незначительное количество энергии, просты в управлении и обслуживании. Вместе с тем они не лишены недостатка: вибрация может привести не только к разрыхлению, но и еще к более сильному уплотнению материала в бункере.

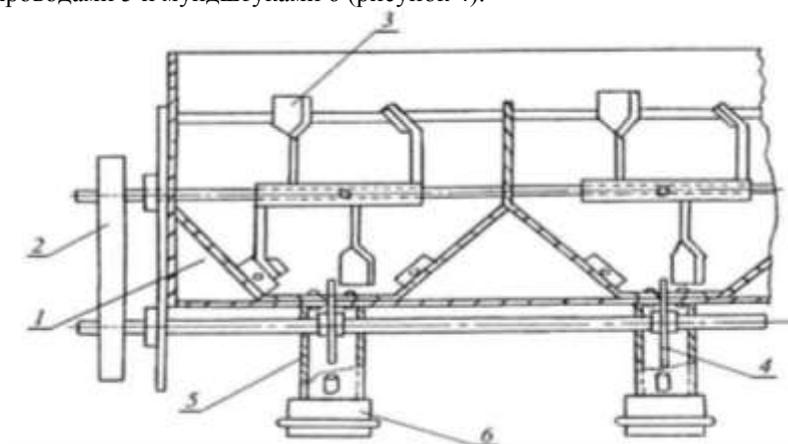
В отечественных и зарубежных посевных машинах перед дозирующим устройством применяются активизирующие элементы активного принципа действия, которые представляют собой горизонтально расположенный вал, с закрепленными на нем различными элементами (рисунок 3).



1 – активатор; 2 – дозирующее устройство

Рисунок 3 – Активирующие элементы дозирующих устройств

Примером такого конструктивного исполнения активирующих элементов является посевная машина для высева семян дикорастущих трав [2]. Она оборудована воронками 1, цепным приводом 2, активирующими элементами в форме винтовых лопастей 3, установленными на валу звездочками (катушками с крючкообразными зубьями) 4, семяпроводами 5 и мундштуками 6 (рисунок 4).

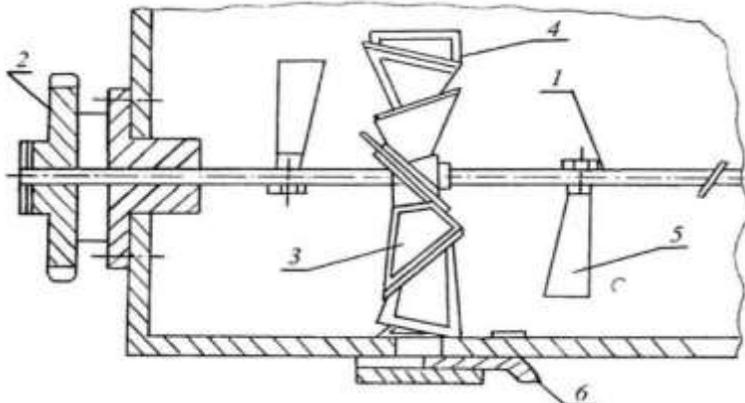


1 – воронка; 2 – цепной привод; 3 – активирующие элементы; 4 – звездочка; 5 – семяпровод; 6 – мундштуки

Рисунок 4 – Дозирующее устройство для высева семян дикорастущих трав

При рабочем ходе посевной машины активирующие элементы 3 одновременно перемешивают и подают семенной материал винтовыми лопастями к звездочкам 4, а те – в семяпроводы 5.

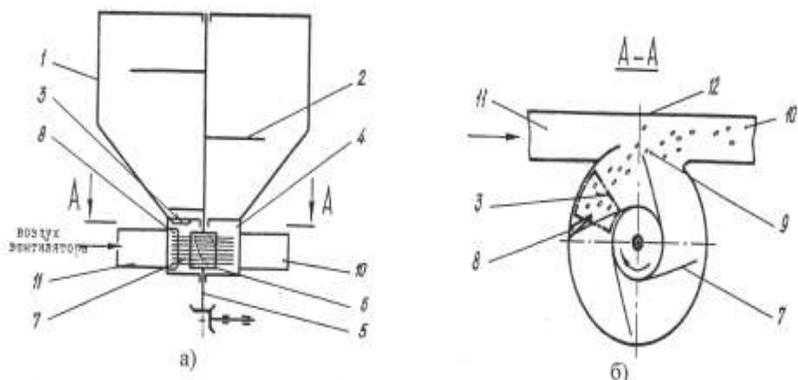
Аналогичное техническое решение представляет собой роторное дозирующее устройство Т. М. Мусаева выталкивающего действия [3], включающее вал ротора 1, приводную звездочку 2, ротор 3, обрезиненные лопасти 4, лопатки для активации семян и подачи их к ротору 5 и заслонку высевного отверстия 6 (рисунок 5).



1 – вал; 2 – приводная звездочка; 3 – ротор; 4 – обрезиненные лопасти; 5 – лопатки для активации семян; 6 – заслонка

Рисунок 5 – Роторное дозирующее устройство выталкивающего действия

Наряду с активирующими элементами, выполненными в виде горизонтально расположенного вала с закрепленными на нем различными элементами, известно дозирующее устройство с активирующими элементами, расположенными на вертикальном валу [6] (рисунок 6).



а – общий вид устройства; б – разрез А-А

1 – бункер; 2 – активирующие элементы; 3 – высевая щель; 4 – вертикальный барабан; 5 – вал; 6 – высевая валик; 7 – иглы; 8 – вертикальная планка; 9 – окно подачи семян; 10 – семяпровод; 11 – трубопровод сжатого воздуха

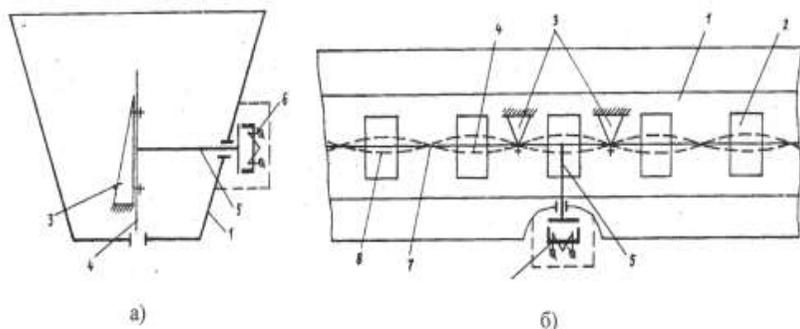
Рисунок 6 – Дозирующее устройство с вертикально расположенными активирующими элементами

Однако, как уже отмечалось ранее, широкого распространения такие дозирующие устройства с вертикально расположенным валом активаторов не получили, по причине сложности конструкции и небольшого объема бункера.

Поэтому применение активирующего элемента только в виде горизонтально или вертикально расположенного вала с различными элементами при высеве трудносыпучих семян трав неэффективно, т. к. не обеспечивается полное разрушение сводов и непрерывная подача посевного материала к дозирующему устройству. Одним из направлений активации посевного материала является использование вибрации.

Так, известно дозирующее устройство [7], состоящее из бункера 1 (рисунок 7) с высевными окнами 2, установленными в нем операми 3, на которых закреплен активирующий элемент, выполненный в виде упругой пластины 4, связанной в своей центральной части стержнем 5 с вибратором 6, закрепленным на внешней стороне бункера 1. При включении электрического тока вибратор 6 через стержень 5 приводит в колебательное движение пластину 4, которая получает изгибающую волну с образованием узлов 7 и пучностей 8 по всей своей длине. Пучности 8 концентрируются над высевными окнами 2, воздействуя на

массу семян, приводя их в хаотическое движение относительно друг друга.



а – вид сбоку; б – вид сверху

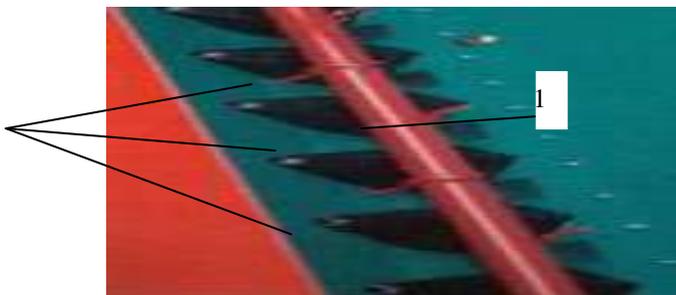
1 – бункер; 2 – высевные окна; 3 – опоры; 4 – пластина; 5 – стержень; 6 – вибратор; 7 – узел; 8 – пучность

Рисунок 7 – Дозирующее устройство с вибрационным активирующим элементом

Недостатком данного дозирующего устройства является неустойчивость высева при уклонах местности, невозможность дозирования сыпучих тел толщиной меньше максимального размера посевного материала, низкая универсальность.

Для решения проблемы сводообразования в посевных машинах применяется комбинация активирующих элементов различных по принципу действия, а также комбинация активирующих элементов одного принципа действия, но различного конструктивного исполнения, что позволяет исключить их недостатки в работе.

Так, на некоторых посевных машинах с механической системой высева совместно с активирующими элементами механического принципа действия применяются активаторы пассивного действия, т. н. V-образные делители, способствующие лучшему делению посевного материала по дозирующим устройствам и уменьшающие его слеживаемость (рисунок 8).

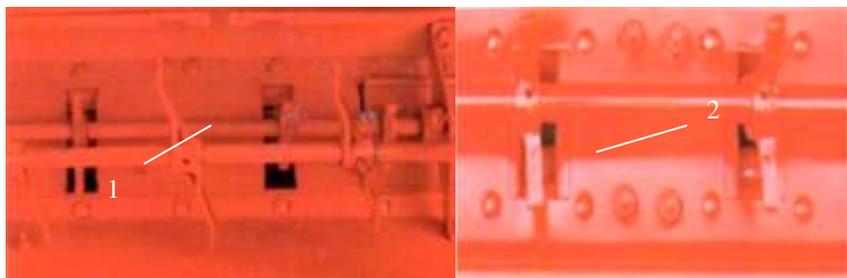


1 – активирующий элемент; 2 – V-образный делитель

Рисунок 8 – Комбинация активирующего элемента с V-образными делителями

Такое конструктивное решение возможно только в механических системах высевов, что снижает универсальность его использования.

Особый интерес представляет собой комбинация активирующих элементов, применяемая на сеялке СЗТ – 5,4 фирмы «Чырвона Зирка» (Украина) (рисунок 9).

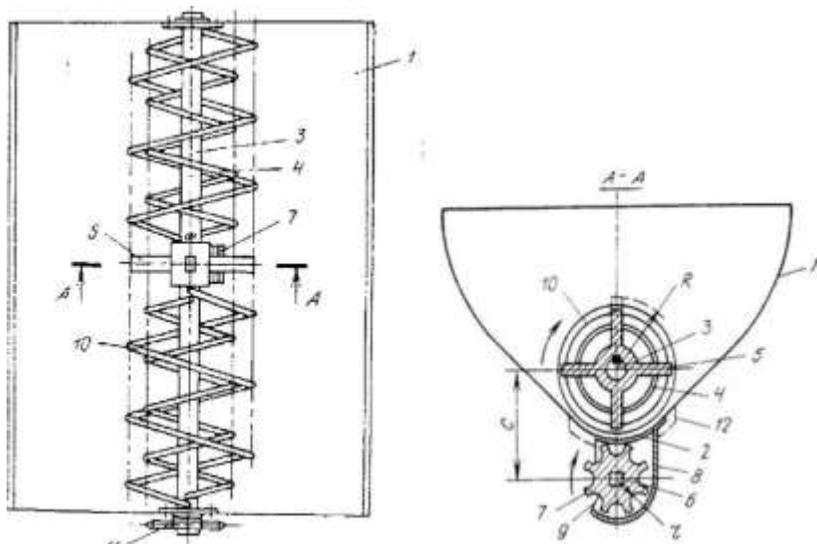


1 – вал; 2 – нагнетатель.

Рисунок 9 – Активирующие элементы сеялки  
СЗТ – 5,4

В сеялке СЗТ – 5,4, помимо вала с активирующими элементами 1, дополнительно применяется вал с лопаточным нагнетателем 2, который подает семена к катушке. Это позволяет несколько улучшить разрушение сводов и подачу семян к дозирующему устройству. Однако такое исполнение имеет ряд недостатков, т. к. лопаточный нагнетатель не в полной мере позволяет добиться заполнения желобков катушки дозирующего устройства.

Дозирующее устройство (рисунок 10) с комбинированными активирующими элементами [8] состоит из бункера 1 с окном 2, смонтированного внутри бункера вала 3 с винтовыми активирующими элементами 4 и лопастным нагнетателем 5, размещенным непосредственно над катушкой 7. На валу 3 по обеим сторонам нагнетателя 5 установлены пружины-активаторы 10 большего, чем у винтовых активирующих элементов, радиуса и с обратной навивкой.



1 – бункер; 2 – окно; 3, 6 – вал; 4 – винтовые активирующие элементы; 5 – лопастной нагнетатель; 7 – катушка; 8 – корпус; 9 – высевное отверстие; 10 – пружины-активаторы;

11 – цепная передача

Рисунок 10 – Дозирующее устройство с комбинированными активирующими элементами

Вал 3 и вал катушки 6 связаны между собой цепной передачей 11. Днище бункера 1 выполнено эквидистантно виткам пружин-активаторов 10, т. е. между ними имеется по радиусу кривизны зазор. Радиус  $R$  каждой лопасти нагнетателя 5 больше, чем наружный радиус днища, но меньше, чем разница межцентрового расстояния  $C$  валов 3 и 6 и радиуса  $r$  впадин зубьев катушки 7 ( $R < C - r$ ), благодаря чему каждая лопасть нагнетателя 5 при высеве с зазором входит в соответствующую впадину катушки 7, что обеспечивает качественный высев.

Недостатком такого активирующего элемента является невозможность четкого, согласованного функционирования в части производительности активатора и высевающего элемента, что способствует появлению пульсирующего характера дозирования посевного материала (неустойчивости высева более 10%).

**Закключение.** Анализ устройств (активаторов) показал, что дальнейшим направлением их совершенствования является создание активатора такой конструкции, которая бы позволила осуществить устойчивую подачу посевного материала к дозирующему устройству и равномерное заполнение желобков катушки дозирующего устройства. Разработка нового активатора должна основываться на активном принципе его действия, а рабочий орган должен иметь оригинальную конструкцию и устанавливаться на горизонтально расположенном валу.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Степук, Л. Я. Механизация дозирования в кормоприготовлении. – М.: Ураджай, 1986. – 236 с.
2. Тракторы, сельхозмашины и орудия: реферативный журнал № 44. Отдельный выпуск, 1978.
3. Мусаев, Т. М. Исследование и обоснование параметров высевающего аппарата для высева семян пустынных и полупустынных кормовых растений: дис. канд.техн.наук: 05.20.01 / Мусаев Т. М. – Ташкент, 1967. – 189 с.
4. Пат. 2090997 RU A01 C7/12. Выссевающее устройство / Ф. В. Пожарников, А. И. Мансимов – № 93021748/13; заявл. 26.04.1993; опубл. 27.09.1997.
5. А. С. 1584794 СССР МКИЗ А01 С7/12. Выссевающий аппарат /С. А. Ивженко, В. К. Полянин, М. Н. Худенко, В. М. Нисифоров, В. М. Тихов, Н. П. Крючин. – № 4440387/30 –15; заявл. 12.04.1988; опубл. 15.08.1990; бюлл. № 30.
6. Пат. 2081546 RU A01 C7/12. Устройство для высева семян / А. А. Киров, Н. П. Крючин, А. М. Петров, Ю. В. Аитов, А. В. Сурков – № 93003545/13; заявл. 21.01.1993; опубл. 20.06.1997.
7. А. С. 791289 СССР МКИЗ А01 С7/16. Выссевающий аппарат / Н. Б. Бок, А. И. Нуждов. – № 2415258; заявл. 28.10.1976; опубл. 30.12.1980; бюлл. № 48.
8. А. С. 1447306 СССР МКИЗ А01 С7/12. Выссевающее устройство / О. С. Марченко, Л. Э. Попов, В. Х. Малиев, В. А. Филоненко, Г. А. Моторинский, Н. Т. Семенов. – № 4220882/30–15; заявл. 05.03.1987; опубл. 30.12.1988; бюлл. № 48.