

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 24015

(13) С1

(46) 2023.04.30

(51) МПК

A 01C 15/04 (2006.01)

## (54) РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ТУКОВОЙ СЕЯЛКИ

(21) Номер заявки: а 20210073

(22) 2021.03.12

(43) 2022.10.30

(71) Заявители: Еднач Валерий Николаевич; Романюк Николай Николаевич; Бондаренко Дмитрий Николаевич; Агейчик Валерий Александрович; Матвеев Павел Григорьевич (ВУ)

(72) Авторы: Еднач Валерий Николаевич; Романюк Николай Николаевич; Бондаренко Дмитрий Николаевич; Агейчик Валерий Александрович; Матвеев Павел Григорьевич (ВУ)

(73) Патентообладатели: Еднач Валерий Николаевич; Романюк Николай Николаевич; Бондаренко Дмитрий Николаевич; Агейчик Валерий Александрович; Матвеев Павел Григорьевич (ВУ)

(56) UA 65246 С2, 2005.

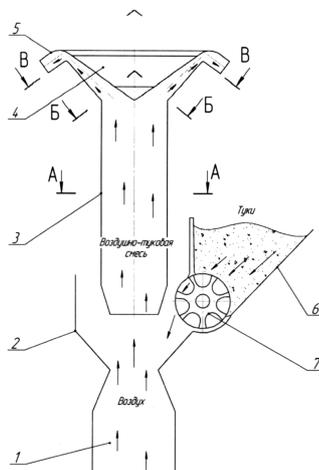
ВУ 4488 U, 2008.

SU 571212, 1977.

EP 0873676 В1, 2003.

(57)

Распределительное устройство пневматической туковой сеялки, содержащее соединяемый с пневматической системой централизованного дозирования туков туковой сеялки вертикальный подающий цилиндрический трубопровод, распределительную головку, включающую трубчатый элемент, выполненный в виде усеченного конуса, меньшее основание которого соединено с верхним торцом упомянутого трубопровода, делитель потока, выполненный в виде конуса, установленного в упомянутом трубчатом элементе вершиной вниз с образованием кольцевого конусообразного канала между наружной и внутренней поверхностями соответственно делителя и трубчатого элемента, являющимися соответственно внутренней и наружной стенками упомянутого канала, тукопроводы, соединенные



Фиг. 1

ВУ 24015 С1 2023.04.30

с упомянутым каналом, причем радиус  $r_5$  большего основания упомянутого трубчатого элемента определен из выражения:

$$r_5 = \frac{n \cdot (d_m + z)}{2 \cdot \pi},$$

где  $n$  - число тукопроводов, шт.;

$d_m$  - диаметр канала отводящего тукопровода, мм;

$z$  - толщина перемычки между каналами соседних отводящих тукопроводов, мм, причем максимальное расстояние  $L_2$  между упомянутыми внутренней и наружной стенками упомянутого канала определено из выражения:

$$L_2 = r_1 \frac{\sin(\alpha - \varepsilon)}{\sin((\pi + \varepsilon)/2)},$$

где  $r_1$  - радиус внутреннего отверстия подающего цилиндрического трубопровода, мм;

$\alpha$  - угол наклона образующей упомянутой наружной стенки канала к горизонтальной плоскости, причем  $\alpha \geq \varphi_{\max}$ , где  $\varphi_{\max}$  - максимальный угол трения туков о материал делителя потока распределительной головки;

$\varepsilon = \alpha - \beta$ , где  $\beta$  - угол наклона образующей упомянутой внутренней стенки канала к горизонтальной плоскости, выбранный такой величины, что выполняется условие:

$$S_{\text{ш}} \geq S_{\text{н}} \geq S_{\text{в}},$$

где  $S_{\text{ш}}$  - площадь горизонтального сечения подающего цилиндрического трубопровода;

$S_{\text{н}}$  - площадь кольцевого сечения упомянутого канала в нижней части делителя потока;

$S_{\text{в}}$  - площадь сечения упомянутого канала в верхней части делителя потока,

а минимальное расстояние  $L_1$  между упомянутыми внутренней и наружной стенками упомянутого канала определено из выражения:

$$L_1 = r_1 \frac{\sin(\alpha - \varepsilon)}{\sin((\pi + \varepsilon)/2)} - 2(r_5 - r_1) \frac{\cos((\pi - \varepsilon)/2)}{\cos \alpha}.$$

Изобретение относится к сельскохозяйственному машиностроению, в частности к пневматическим туковым сеялкам.

Известна сеялка для внесения минеральных удобрений - штанговая пневматическая СУ-12 [1], созданная на базе зерновой пневматической сеялки СПУ-6 и содержащая распределительное устройство как у пневматической сеялки [2], включающее пневматическую систему с централизованным дозированием семян или туков, вертикальный подающий трубопровод, распределительную головку с отводящими патрубками и закрепленным в ней делителем потока в виде конуса, что наиболее близко по технической сущности к заявляемому устройству.

Недостатком известных устройств является неравномерность высева туков из-за отсутствия стабильности транспортирования частиц удобрений по тукопроводам вследствие непостоянства скорости потока, что происходит по причине отсутствия одинакового сечения по всей длине тукопроводов.

Задача, которую решает изобретение, заключается в повышении равномерности высева туков.

Поставленная задача решается с помощью распределительного устройства пневматической туковой сеялки, содержащего соединяемый с пневматической системой централизованного дозирования туков туковой сеялки вертикальный подающий цилиндрический трубопровод, распределительную головку, включающую трубчатый элемент, выполненный в виде усеченного конуса, меньшее основание которого соединено с верхним торцом упомянутого трубопровода, делитель потока, выполненный в виде конуса, установленного в упомянутом трубчатом элементе вершиной вниз с образованием кольцевого конусообразного канала между наружной и внутренней поверхностями соответственно делителя и

## ВУ 24015 С1 2023.04.30

трубчатого элемента, являющимися соответственно внутренней и наружной стенками упомянутого канала, тукопроводы, соединенные с упомянутым каналом, причем радиус  $r_5$  большего основания упомянутого трубчатого элемента определен из выражения:

$$r_5 = \frac{n \cdot (d_m + z)}{2 \cdot \pi},$$

где  $n$  - число тукопроводов, шт.;

$d_m$  - диаметр канала отводящего тукопровода, мм;

$z$  - толщина перемычки между каналами соседних отводящих трубопроводов, мм, причем максимальное расстояние  $L_2$  между упомянутыми внутренней и наружной стенками упомянутого канала определено из выражения:

$$L_2 = r_1 \frac{\sin(\alpha - \epsilon)}{\sin((\pi + \epsilon)/2)},$$

где  $r_1$  - радиус внутреннего отверстия подающего цилиндрического трубопровода, мм;

$\alpha$  - угол наклона образующей упомянутой наружной стенки канала к горизонтальной плоскости, причем  $\alpha \geq \Phi_{\max}$ , где  $\Phi_{\max}$  - максимальный угол трения туков о материал делителя потока распределительной головки;

$\epsilon = \alpha - \beta$ , где  $\beta$  - угол наклона образующей упомянутой внутренней стенки канала к горизонтальной плоскости, выбранный такой величины, что выполняется условие:

$$S_{\text{ш}} \geq S_{\text{н}} \geq S_{\text{в}},$$

где  $S_{\text{ш}}$  - площадь горизонтального сечения подающего цилиндрического трубопровода;

$S_{\text{н}}$  - площадь кольцевого сечения упомянутого канала в нижней части делителя потока;

$S_{\text{в}}$  - площадь сечения упомянутого канала в верхней части делителя потока,

а минимальное расстояние  $L_1$  между упомянутыми внутренней и наружной стенками упомянутого канала определено из выражения:

$$L_1 = r_1 \frac{\sin(\alpha - \epsilon)}{\sin((\pi + \epsilon)/2)} - 2(r_5 - r_1) \frac{\cos((\pi - \epsilon)/2)}{\cos \alpha}.$$

На фиг. 1 изображена распределительная технологическая система с конической распределительной головкой пневматической туковой сеялки; на фиг. 2 - сечение В-В на фиг. 1; на фиг. 3 - сечение Б-Б на фиг. 1; на фиг. 4 - сечение А-А на фиг. 1; на фиг. 5 - схема сечения канала конической распределительной головки.

Распределительная система пневматической туковой сеялки содержит вертикальный подающий воздухопровод 1, эжекторное устройство 2, шахтовую трубу 3, обращенную вершиной вниз коническую распределительную головку 4 в виде прямого кругового конуса, тукопроводы 5, бункер 6, дозатор 7, предназначенный для подачи туков из бункера в эжекторное устройство 2. Обращенная вниз вершина конической распределительной головки 4 находится на оси симметрии выполненной в виде полого прямого цилиндра шахтовой трубы 3, на уровне ее верхнего горизонтально расположенного торца, который у этого цилиндрического объекта находится в плоскости, перпендикулярной вертикальной продольной оси шахтовой трубы, и имеет форму поверхности в виде кольца, ограниченного наружной и внутренней окружностями. Боковая поверхность обращенной вершиной вниз конической распределительной головки 4 в виде прямого кругового конуса образует верхнюю поверхность канала конической распределительной головки, нижняя поверхность которого выполнена в виде внутренней поверхности впритык присоединенного к поверхности верхнего горизонтального торца шахтовой трубы 3 торцом своего меньшего основания, выполненного из тонкой листовой стали, толщина которой равна толщине стенки полого прямого цилиндра шахтовой трубы 3 и находится в пределах 2-3 мм, в виде обращенного меньшим основанием вниз полого усеченного прямого кругового конуса канала конической распределительной головки, причем наружная и внутренняя стенки выполненного из тонкой листовой стали в виде обращенного меньшим основанием вниз полого прямого усеченного кругового конуса нижней стенки канала конической распре-

делительной головки наклонены, как и их образующие, в осевом сечении к горизонтальной плоскости под углом  $\alpha$ .

Для обеспечения стабильности транспортирования частиц удобрений по тукопроводам необходимо постоянство скорости потока. В свою очередь, скорость потока будет постоянна при обеспечении одинаковой площади сечения по всей длине тукопровода.

Анализируя вертикальные распределительные устройства пневматических систем центрального дозирования, можем выделить несколько элементов, в которых происходит изменение сечения основной транспортирующей магистрали.

В качестве первого элемента рассмотрим шахтовую трубу 3, в которую попадает воздушно-туковый поток. Сечение шахтовой трубы 3 обозначим как  $S_{ш}$ . Далее поток попадает в нижнюю часть распределительной головки с площадью сечения  $S_n$  в виде кольца полости ее канала в перпендикулярном вектору скорости в ней  $V$  (фиг. 5) средней части потока удобрений направлению, или образующей делительного конуса канала, а затем в верхнюю часть распределительной головки с площадью сечения  $S_v$  в виде кольца полости ее канала в перпендикулярном вектору скорости в ней  $V$  средней части потока удобрений направлению, или образующей делительного конуса канала.

$$S_{ш} \geq S_n \geq S_v. \quad (1)$$

В получивших широкое распространение промышленных образцах туковых сеялок, таких как СУ-12, условие 1 не выполняется, что ведет к образованию пробок из зависающих частиц туковых удобрений.

Для предотвращения данного эффекта предлагаем использовать коническую распределительную головку 4 на фиг. 1.

Для обеспечения условия 1 необходимо, чтобы сечение шахтовой трубы 3 и конической распределительной головки 4 были одинаковой площади.

Учитывая то, что канал транспортировки туков от уровня верхнего торца шахтовой трубы 3 и вершины конической распределительной головки 4 и выше меняет форму от круга (фиг. 2 - сечение В-В) до кольцевого, расширяющегося в диаметральном направлении канала (фиг. 3 - сечение Б-Б и фиг. 4 - сечение А-А), то для соблюдения условия 1 необходимо сузить сечение канала по мере его удаления от верхнего торца шахтовой трубы 3.

С целью определения геометрических параметров канала на фиг. 5 приводим схему проходящего через вертикальную ось симметрии шахтовой трубы 3 и конической распределительной головки 4 осевого сечения канала. Трапеция CBSK представляет собой продольное сечение канала конической распределительной головки 4.

Поскольку коническая распределительная головка 4 в своем поперечном сечении представляет собой кольцевую структуру, то соответствующие точки анализируемого сечения ее канала находятся на определенных радиусах от центра конической распределительной головки. Наивысшая точка сечения  $S$  на расстоянии  $r_9$  от вертикальной оси симметрии конической распределительной головки 4, наиболее удаленная от вертикальной оси симметрии точка  $K$  от нее на расстоянии  $r_5$ , точка  $B$ , наиболее близкая к вертикальной оси симметрии конической распределительной головки 4, находится от нее на расстоянии  $r_8$ , низшая точка  $C$  от этой оси расположена на расстоянии  $r_1$ . Выполненная из тонкой листовой стали наружная стенка канала конической распределительной головки наклонена к горизонтальной плоскости под углом  $\alpha$ . Для предотвращения скапливания туков угол наклона этой стенки должен быть равен либо больше угла трения материала удобрений о стенку конической распределительной головки и должен удовлетворять условию:

$$\alpha \geq \Phi_{\max}, \quad (2)$$

где  $\Phi_{\max}$  - максимальный угол трения туков о материал корпуса конической распределительной головки.

## ВУ 24015 С1 2023.04.30

Угол сужающегося кольцевого прохода канала, образованного наружной боковой поверхностью конической распределительной головки и внутренней боковой поверхностью обращенного меньшим основанием вниз полого усеченного кругового конуса, как угол между их образующими,  $\varepsilon$  определен как

$$\varepsilon = \alpha - \beta. \quad (3)$$

$$\delta = \frac{\pi + \varepsilon}{2} - \alpha = \frac{\pi - \beta - \alpha}{2}. \quad (4)$$

Определим параметры канала конической распределительной головки (фиг. 5):

$$r_5 = r_1 + KC \cdot \cos \alpha. \quad (5)$$

$$r_8 = r_1 - BC \cdot \cos \left( \frac{\pi - \beta - \alpha}{2} \right). \quad (6)$$

$$r_9 = r_5 - SK \cdot \cos \left( \frac{\pi - \beta - \alpha}{2} \right). \quad (7)$$

Взаимосвязь углов сечения определена как площадь сечения в виде кольца полости канала в нижней части распределительной головки, в перпендикулярном вектору скорости в ней  $V$  средней части потока удобрений направлении, или образующей делительного конуса канала, по образующей  $BC$  определена как

$$S_n = \pi \cdot BC \cdot (r_1 + r_8). \quad (8)$$

Подставляя выражение 6 в выражение 8, получаем, при условии что  $BC = L_2$ :

$$S_n = 2\pi \cdot L_2 \cdot r_1 - \pi \cdot L_2^2 \cdot \cos \left( \frac{\pi - \beta - \alpha}{2} \right). \quad (9)$$

Площадь сечения в виде кольца полости канала в верхней части распределительной головки, в перпендикулярном вектору скорости в ней  $V$  средней части потока удобрений направлении, или образующей делительного конуса канала, по образующей  $SK = L_1$  определена как

$$S_b = 2\pi \cdot L_1 \cdot r_5 - \pi \cdot L_1^2 \cdot \cos \left( \frac{\pi - \beta - \alpha}{2} \right). \quad (10)$$

В верхней части канала конической распределительной головки установлены тукопроводы 5, по которым гранулы удобрений перемещаются к рабочим органам, вносящим удобрения непосредственно в поле.

Радиус, по которому расположены тукопроводы 5 в распределительной головке, также является максимальным радиусом внутренней поверхности кольцевого канала конической распределительной головки  $r_5$  и определяется как

$$r_5 = \frac{n \cdot (d_m + z)}{2 \cdot \pi}, \quad (11)$$

где  $n$  - число тукопроводов, шт.;

$d_m$  - внутренний диаметр тукопровода, мм;

$z$  - толщина перемычки между соседними каналами трубопроводов, мм.

Из геометрических параметров распределительной головки можем определить основные конструктивные размеры:

$$L_2 = r_1 \frac{\sin(\alpha - \varepsilon)}{\sin((\pi + \varepsilon)/2)}; \quad (12)$$

$$L_1 = r_1 \frac{\sin(\alpha - \varepsilon)}{\sin((\pi + \varepsilon)/2)} - 2(r_5 - r_1) \frac{\cos((\pi - \varepsilon)/2)}{\cos \alpha}; \quad (13)$$

$$r_8 = r_1 \frac{\sin((\pi + \varepsilon)/2 - \alpha)}{\sin((\pi + \varepsilon)/2)} \cos(\alpha - \varepsilon); \quad (14)$$

## BY 24015 C1 2023.04.30

$$r_9 = r_5 - \left( r_1 \frac{\sin(\alpha - \varepsilon)}{\sin((\pi + \varepsilon)/2)} - 2(r_5 - r_1) \frac{\cos((\pi - \varepsilon)/2)}{\cos \alpha} \right) \cdot \cos((\pi + \varepsilon)/2 - \alpha), \quad (15)$$

где  $L_1$  - минимальная ширина кольцевой полости в верхней части канала, измеренная в сечении, перпендикулярном вектору скорости в ней  $V$  средней части потока удобрений направлении, или образующей делительного конуса канала,

$L_2$  - максимальная ширина кольцевой полости в нижней части канала, измеренная в сечении, перпендикулярном вектору скорости в ней  $V$  средней части потока удобрений направлении, или образующей делительного конуса канала.

Таким образом, используя полученные зависимости 12, 13, 14, 15, на основании исходных параметров  $r_1$ ,  $n$ ,  $d_m$ ,  $z$ , а также условия 2, необходимо принять угол  $\beta$  наклона образующей верхней конической поверхности в виде обращенного вершиной вниз прямого кругового конуса к горизонтальной поверхности таким, чтобы удовлетворять условию 1.

Распределительная система пневматической туковой сеялки работает следующим образом.

При движении сеялки вращение от колеса (на фигурах не показано) передается на катушку дозатора 7 туков, требуемое их количество вводится в эжекторное устройство 2. Сюда же по вертикальному подающему воздухопроводу 1 вентилятором (на фигурах не показано) нагнетается воздух, который захватывает высеваемые туки и перемещает их по шахтовой трубе 3 к конической распределительной головке 4, далее туки равномерно распределяются по тукопроводам 5 и затем с помощью известных устройств (на фигурах не показано) вносятся в почву. При этом обеспечивается высокая равномерность высева туков из-за стабильного транспортирования частиц удобрений по тукопроводам вследствие постоянства скорости потока, что происходит по причине наличия одинакового суммарного сечения по всей длине тукопроводов.

Пример расчета.

Конструктивные параметры в соответствии с физико-механическими свойствами туков, общепринятой производительностью и шириной захвата туковой сеялки:

$$\alpha \geq \varphi_{\max},$$

где  $\varphi_{\max}$  - максимальный угол трения туков о материал корпуса распределительной головки (в качестве туков рассматриваем аммиачную селитру, материал корпуса - полиэтилен), градус (принимаем  $\varphi_{\max} = 38^\circ$ );

$n$  - число тукопроводов, шт. (принимаем  $n = 20$ );

$d_m$  - внутренний диаметр тукопровода, мм (принимаем  $d_m = 25$  мм);

$z$  - толщина перемычки между соседними каналами тукопроводов, мм (принимаем  $z = 5$  мм);

$r_1$  - радиус внутренней стенки шахтовой трубы, мм (принимаем  $r_1 = 55$  мм);

то принимаем  $\alpha = 57^\circ$  углом наклона наружной стенки канала распределительной головки, что удовлетворяет условию  $57 > 38^\circ$ .

Наибольший радиус внутренней поверхности наружной стенки канала распределительной головки:

$$r_5 = \frac{n \cdot (d_m + z)}{2 \cdot \pi} = \frac{20 \cdot (25 + 5)}{2 \cdot 3,14} = 95,5 \text{ мм};$$

угол наклона образующей наружной поверхности делителя потока в виде обращенного вершиной вниз прямого кругового конуса к горизонтальной поверхности принимаем равным  $41,5^\circ$ .

$$\varepsilon = \alpha - \beta = 57 - 41,5 = 15,5.$$

Ширина канала в нижней части:

$$L_2 = r_1 \frac{\sin(\alpha - \varepsilon)}{\sin((\pi + \varepsilon)/2)} = 55 \frac{\sin(57 - 15,5)}{\sin((180 + 15,5)/2)} = 36,78 \text{ мм}.$$

# ВУ 24015 С1 2023.04.30

Ширина канала в верхней части:

$$L_1 = r_1 \frac{\sin(\alpha - \varepsilon)}{\sin((\pi + \varepsilon)/2)} - 2(r_5 - r_1) \frac{\cos((\pi - \varepsilon)/2)}{\cos \alpha} = 55 \frac{\sin(57 - 15,5)}{\sin((180 + 15,5)/2)} - 2(95,5 - 55) \frac{\cos((180 - 15,5)/2)}{\cos 57} = 16,7 \text{ мм.}$$

Площадь сечения шахтовой трубы:

$$S_{\text{ш}} = \pi \cdot r_1^2 = 3,14 \cdot 55^2 = 9498,5 \text{ мм}^2.$$

Площадь канала в нижней части:

$$S_{\text{н}} = 2\pi \cdot L_2 \cdot r_1 - \pi \cdot L_2^2 \cdot \cos\left(\frac{\pi - \beta - \alpha}{2}\right) = 2 \cdot 3,14 \cdot 36,78 \cdot 55 - 3,14 \cdot 36,78^2 \cdot \cos\left(\frac{180 - 41,5 - 57}{2}\right) = 9485,5 \text{ мм}^2.$$

Площадь канала в верхней части:

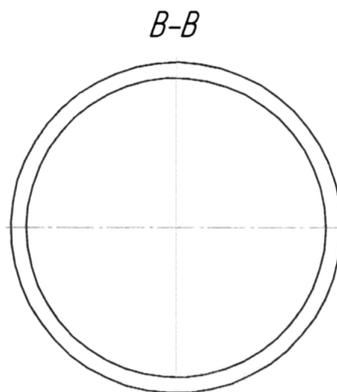
$$S_{\text{в}} = 2\pi \cdot L_1 \cdot r_5 - \pi \cdot L_1^2 \cdot \cos\left(\frac{\pi - \beta - \alpha}{2}\right) = 2 \cdot 3,14 \cdot 16,7 \cdot 95,5 - 3,14 \cdot 16,7^2 \cdot \cos\left(\frac{180 - 41,5 - 57}{2}\right) = 9398,8 \text{ мм}^2.$$

Условие выполняется:

$$S_{\text{ш}} \geq S_{\text{н}} \geq S_{\text{в}} \\ 9498,5 > 9485,5 > 9398,8 \text{ мм}^2.$$

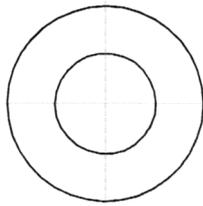
Источники информации:

1. Сеялка для внесения минеральных удобрений штанговая пневматическая СУ-12 - центробежные двухдисковые рассеиватели минеральных удобрений (studwood.ru) [электронный ресурс].
2. ВУ 3353U, 2007.



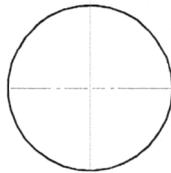
Фиг. 2

Б-Б

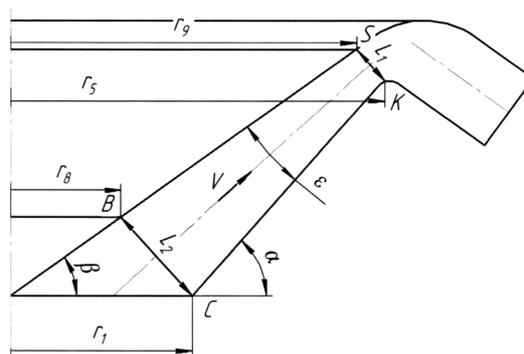


Фиг. 3

А-А



Фиг. 4



Фиг. 5