УДК 631.33.022.44

**РАБОЧИЙ ОРГАН ДЛЯ РАССЕИВАНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ**

*преподаватель Самсонов В.Л., студент Симонов Д.В.*

*Белорусская Государственная сельскохозяйственная академия*

**WORKING BODY FOR DISPERSION OF BULK MATERIALS**

*teacher Samsonov V.L., student Simonov D.V.*

*Belarusian State Academy of Agriculture*

**Аннотация.** Представлен рабочий орган для распределения сыпучих материалов, включающий диск с двумя фигурными лопатками, отличающийся тем, что по центру на оси вращения диска установлено эллипсовидное колесо, при помощи которого можно одновременно установить требуемую длину вылета фигурных лопаток.

**Annotation.** A working body for the distribution of bulk materials is presented, including a disk with two curly blades, characterized in that an ellipsoid wheel is installed in the center on the axis of rotation of the disk, with which you can simultaneously set the desired length of the curly blades.

**Ключевые слова:** сыпучий материал, гранулированные минеральные удобрения, рабочий орган для рассеивания.

**Keywords:** granular material, granular fertilizers, working body for dispersion.

**Введение. Постановка задачи**

Центробежные рабочие органы для распределения сыпучих материалов обладают значительной неравномерностью внесения сыпучих материалов, к сожалению, сельскохозяйственная техника для распрделения гранулированных минеральных удобрений, семян зерновых культур, трав, песка и других подобных материалов по поверхности почвы, дорогам или другим поверхностям, обладает значительной неравномерностью внесения, что оказывает влияние на качество работы, данный вид техники является наиболее распространенным в сельском хозяйстве из-за своей малой стоимости и простоты в конструкции, но из-за своей достаточно высокой неравномерности пагубно влияет на качество работы. Что в дальнейшем сказывается на выращивании различны сельскохозяйственных культурах.

Данный рабочий орган относится к сельскохозяйственной технике для рассеивания сыпучих материалов, в частности для распределения гранулированных минеральных удобрений, семян зерновых культур, трав, песка и других подобных материалов по поверхности почвы, дорогам или другим поверхностям.

Известны рассеиватели сыпучих материалов по поверхности почвы, имеющие рабочие органы в виде вращающихся центробежных дисков с лопатками [1]. Эти рабочие органы имеют плоскую гладкую поверхность и радиально расположенные лопатки различной формы. Одним из самых важных недостатков распределителей такой конструкции является неравномерное распределение частиц по поверхности почвы, особенно с близким гранулометрическим составом.

Известен [2] рабочий орган разбрасывателей минеральных удобрений по поверхности почвы, содержащий конический диск и регулируемые по длине и углу поворота четыре лопатки и устройство для придания ему вращательного движения в горизонтальной плоскости. Регулирование лопаток по длине и углу поворота приводит к изменению величины и направления скорости полета частиц и тем самым, обеспечению более равномерного распределения частиц по поверхности поля.

Недостатком рабочего органа такой конструкции является то, что вследствие выполнения лопаток прямолинейными, одинаковой высоты и длины, скорости и направления движения частиц при сходе с диска различаются незначительно, что приводит к неравно-мерному распределению частиц с близким гранулометрическим составом по поверхности поля, особенно по ширине.

Основной задачей является повышение равномерности рассеивания сыпучих материалов с близким гранулометрическим составом по поверхности почвы, а также урожайности сельскохозяйственных культур.

Решение поставленной задачи обеспечивается тем, что рабочий орган для распределения сыпучих материалов, разделенный на два сектора, на краях стыков которых установлены фигурные лопатки 2, отличающиеся системой регулировки длины вылета фигурных лопаток 2, при помощи эллипсовидного колеса 8, установленного по центру диска на оси его вращения, для одновременной установки требуемой длины вылета двух фигурных лопаток 2.



Рисунок 1 - Диск

На рисунке 1 изображен рабочий орган для распределения сыпучих материалов (вид сверху), состоящий из диска 1, фигурных лопаток 2, 3 болтового соединения фигурных лопаток 2 с жестко закрепленными уголками 9

Такой системой настройки длины вылета фигурных лопаток 2, при помощи эллипсовидного колеса 8, можно одновременно установить требуемую длину вылета фигурных лопаток 2, тем самым сокращая время настройки.



Рисунок 2 – Вид сбоку

На рисунке 2 изображен рабочий орган для распределения сыпучих материалов в разрезе (вид сбоку), состоящий из диска 1, фигурных лопаток 2, 3 болтового соединения фигурных лопаток 2 с жестко закрепленными уголками 9, приводного вала 4, защитной крышки 5, крепежной гайки 6, пружинной шайбы 7, эллипсовидного колеса 8.

Настройка длины вылета фигурных лопаток 2 осуществляется следующим образом.

При повороте эллипсовидного колеса 8 (рисунок 3) по часовой стрелке (или против часовой стрелки) фигурные лопатки расходятся в стороны, тем самым увеличивается (или уменьшается) длина вы лета фигурных лопаток 2 относительно диска 1. Чтобы повернуть эллипсовидное колесо 8, необходимо открутить крепежную гайку 6, ослабив воздействие пружинной шайбы 7 на эллипсовидное колесо 8. После настройки необходимой длины вылета фигурных лопаток 2 относительно диска 1 необходимо закрутить крепежную гай-ку 6 и защитную крышку 5.



Рисунок 3 – Вид сверху

На рисунке 3 представлена схема технологического процесса настройки длины вылета фигурных лопаток 2 рабочего органа для распределения сыпучих материалов, на которой изображены фигурные лопатки 2, приводной вал 4, эллипсовидное колесо 8, крепежная гайка 6.

Относительное перемещение гранулы по диску начинается с момента ее падения на диск и включает два периода: движение по диску до встречи с лопастью и движение после встречи с ней (рисунок 4). Условие движения удобрений до встречи с лопастью:$ $

$mω^{2}r>fmg или ω> \sqrt{\frac{fg}{r}}$, (1)

где m – масса частицы удобрения;

$ω$ ‑ угловая скорость лопасти; r – радиус лопасти(r=0,2 м);

f – коэффициент трения частицы о лопасть(f=0,5);

g ‑ ускорение свободного падения(g=10 м/с2).

Для дальнейшего расчёта нам нужно рассчитать массу частицы калийного удобрения с плотностью ρ=1500 кг/м3.

$m=ρ∙V$*,* (2)

где ρ – плотность частицы;

V – объём частицы

Для расчёта необходимо определить объём частицы воспользуемся формулой для определения объёма шара по известному диаметру. Для калийного удобрения диаметр гранулы равен не более 5 мм.

$V=\frac{1}{6}πD^{3},$ (3)

$$V=\frac{1}{6}∙3,14∙0,005^{3}=6,54∙10^{-8}м^{3}.$$

После того как нашли объём частицы можем определить массу согласно формуле (2):

$$m=1500∙6,54∙10^{-8}=98,1 \left(мг\right)=9,81∙10^{-5}\left(кг\right).$$

Расчёты показывают, что $ω^{2}r=$200…400 м/с2, что в 20…40 раз больше ускорения свободного падения. Из данного равенства выразим угловую скорость:

$$ω >\sqrt{\frac{320}{0,2}}=40 \left(c^{-1}\right),$$

Принимаем $ω$=45 с-1

Так как $ω> \sqrt{\frac{fg}{r}}$, то необходимая для соблюдения этого условия частота вращения диска:

$n> \frac{30∙ω}{π},$ (4)

Определим частоту вращения:

$$n> \frac{30∙45}{3,14}=429 \left(мин^{-1}\right).$$

Принимаем частоту вращения согласно неравенству n=450 мин-1 .

Согласно экспериментальным данным упавшая на вращающийся диск гранула движется по некоторой кривой, близкой к логарифмической спирали, пока не встретится с лопастью. После этого начинается второй период движения по диску — вдоль лопасти. Лопасти изменяют направления движения гранул, возрастает их скорость, увеличивается дальность полета.



Рисунок 4 -Схема к расчету процесса рассеивания минеральных удобрений дисковым аппаратом.

При движении вдоль лопасти на гранулу массой т действуют (рисунок 4)центробежная сила инерции$ F\_{ц}=mω^{2}r\_{i}$; сила Кориолиса$ F\_{k}=2mωv\_{e}$; сила трения $F\_{1}=fmg $о диск; сила трения $F\_{2}=f(2mωv\_{e}-mω^{2}r\_{i}\sin(ε) )$о лопасть. Где $ω$ — угловая скорость диска; ri, — расстояние гранул от оси вращения диска(ri=0,5r.); vе — относительная скорость скольжения гранулы вдоль лопасти(ve=10 м/с); f — коэффициент трения гранулы о диск и лопасть; ε — угол отклонения лопасти от радиуса(ε=10˚)[3].

Угол ε = const, если лопасть очерчена по логарифмической спирали с полюсом, совпадающим с осью О вращения диска. Кориолисово ускорение 2$ω$ve перпендикулярно к переносной скорости vг и направлено в сторону угловой скорости $ω$, а сила 2m$ω$vе — в обратную сторону. Условие скольжения гранулы вдоль лопасти:

$ω^{2}r\_{i}\cos(ε\_{i})>fg+f\left(2ωv\_{e}- ω^{2}r\_{i}\sin(ε\_{i})\right),$ (5)

Из формулы (5) можно определить vг в момент схода гранулы с диска, т. е. при ri, = r. Абсолютная скорость в момент схода гранулы с лопасти[2]:

$v\_{a}=\sqrt{(v\_{e}\pm v\_{г}\sin(ε\_{k}))^{2}+(v\_{г}\cos(ε\_{k}))^{2}},$ (6)

где εк – конечное значение угла между лопастью и радиусом.

В выражении (6) перед $v\_{г}\sin(ε\_{k})$ ставят знак «плюс», если лопасти отклонены вперед, и «минус» — если отклонены назад. При радиальном расположении лопастей ε= 0 и $v\_{а}=\sqrt{v\_{e}^{2}+v\_{г}^{2}}$.

Однако vе >> vг, и поэтому влияние vг на va относительно невелико и при практических расчетах им можно пренебречь, приняв $v\_{a}≈v\_{e}.$

Рассчитаем силы, действующие на частицу калийного удобрения:

1. Центробежную силу:

$$F\_{ц}=mω^{2}r\_{i}=9,81∙10^{-5}∙0,1∙45^{2}=0,0198 \left(H\right)=19,8\left(мH\right).$$

1. Силу Кориолиса:

$$F\_{k}=2mωv\_{e}=2∙9,81∙10^{-5}∙45∙10=0,08883\left(H\right)=88,23\left(мH\right).$$

1. Силу трения о диск:

$$F\_{1}=fmg=0,5∙9,81∙10^{-5}∙10=0,00049\left(H\right)=0,49\left(мH\right).$$

1. Силу трения о лопасть:

$$F\_{2}=f(2mωv\_{e}-mω^{2}r\_{i}\sin(ε)= )$$

$$=0,5(2∙9,81∙10^{-5}∙45∙10-9,81∙10^{-5}45^{2}∙0.1\sin(10^{°}=)$$

$$=0,02038\left(H\right)=20,38\left(мH\right).$$

Преимущества рабочего органа заключаются в том, что системой настройки длины вылета фигурных лопаток, при помощи эллипсовидного колеса, можно одновременно установить требуемую длину вылета фигурных лопаток, тем самым сокращая время настройки под различные виды минеральных удобрений. Также значительно повышается равномерность рассеивания удобрений, что благоприятно сказывается на сельскохозяйственных культурах, делая технику с центробежными рассеивателями более востребованной по сравнению с другой техникой для рассеивания удобрений.

**Литература:**

1. Клочков А.В. Сельскохозяйственные машины: Учебник / А.В. Клочков, Н.В. Чайчиц. –Мн.: Ураджай, 1997. – С. 204-238
2. Степук Л.Я. Машины для применения средств химизации в земледелии: Учебное пособие / Л.Я. Степук, В.Н. Дашков, В.Р. Петровец. –Мн.: Дикта 2006. –С. 38-41
3. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. Учебное пособие / Г.Е. Литопад. Г.К. Демидов и др. – М.: Агропромиздат, 1986 – С.500-522
4. Козлов С.И. Результаты отсеивающих экспериментов по изучению процесса экспандирования / Козлов С.И., Кузюр В.М. // Конструирование , использование и надежность сельскохозяйственных машин: материалы научно-практ. конференции / Брянский государственный аграрный университет. : Брянск, 2018. - №1(17). - С.38-44