

# РАБОЧИЙ ОРГАН ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

## THE WORKING BODY FOR THE APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS

**В.А. ОВЧИННИКОВ**, к.т.н.  
**А.В. ОВЧИННИКОВА**

Мордовский государственный университет  
им. Н.П. Огарева, Саранск, Россия,  
ovchinnikov81@rambler.ru

**V.A. OVCHINNIKOV**, PhD in Engineering  
**A.V. OVCHINNIKOVA**

Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russian Federation,  
ovchinnikov81@rambler.ru

В настоящее время для поверхностного внесения удобрений, как в Европе, так и в России, используют разбрасыватели различной конструкции и компоновки. Дозирующими устройствами в них, как правило, являются дисковые аппараты центробежного типа с вертикальной осью вращения. Обзор и анализ работы разбрызгивателей показывает, что они не в полной мере удовлетворяют агротехническим требованиям, а именно распределяют удобрения по поверхности почвы со значительными отклонениями от допустимой неравномерности. Поэтому разработка рабочего органа, повышающего равномерность распределения минеральных удобрений по поверхности поля, является актуальной задачей. Равномерность распределения минеральных удобрений центробежным рабочим органом основана на разности скоростей гранул удобрений в момент схода их с рабочего органа. Величина скорости влияет на дальность полета частиц (ширину захвата) и зависит от конструктивных и кинематических параметров рабочего органа. На кафедре сельскохозяйственных машин Мордовского государственного университета разработан центробежный рабочий орган, в любой точке которого сход гранул минеральных удобрений происходит с разными по величине скоростями. Этого удалось добиться благодаря тому, что рабочий орган содержит коническую поверхность, вдоль образующей которой жестко закреплены прямые лопасти разной длины. При работе, удобрения, подающиеся на коническую часть, распределяются равномерным слоем и продолжают направленное движение по конической поверхности. Окружная скорость рабочей поверхности по направлению к основанию возрастает, следовательно увеличивается и скорость вылета частиц с разных точек рабочей поверхности. Остальная часть удобрений непрерывным потоком поступает на сферический диск и лопастями направляется на поверхность почвы. С лопастей различной длины удобрения сходят на разной высоте, под разными углами наклона к горизонту и различными по величине скоростями, что повлияет на равномерность их внесения. Результаты исследований показали, что применение экспериментального рабочего органа позволяет увеличить рабочую ширину с 10 до 14 м и уменьшить неравномерность распределения туков по общей ширине на 14,2 %.

**Ключевые слова:** минеральные удобрения, рабочий орган, неравномерность внесения, результаты исследований.

Currently, for the surface application of fertilizers, both in Europe as well as in Russia, spreader devices of various designs and arrangements are used. The metering devices in them, as a rule, are centrifugal type disk mechanisms with a vertical axis of rotation. Overview and analysis of their work shows that they do not completely meet the agrotechnical requirements, namely, distribute fertilizers on the soil surface with significant deviations from the permissible unevenness. Therefore, the development of a working body for increasing the uniformity of the distribution of mineral fertilizers over the field surface is an urgent challenge. The uniformity of the distribution of mineral fertilizers by a centrifugal working body is based on the difference in the speeds of fertilizer's granules at the moment of their descent from the working body. The magnitude of the velocity affects the range of flight of particles (the coverage) and depends on the structural and kinematic parameters of the working body. At the department of agricultural machines of the Mordovia State University a centrifugal working body has been developed, at any point of which the descent of mineral fertilizer's granules proceeding at different speeds. That had been achieved through the fact that the working body contains a conical surface, along the generatrix of which, blades of different lengths are rigidly fastened. When working, the fertilizers are fed to the conical part and are distributed in a uniform layer and continue directed movement along the conical surface. The circumferential velocity of the working surface towards the base increases, and consequently the velocity of particle descent from different points of the working surface increases. The rest of the fertilizers flows continuously to the spherical disk and is directed to the soil surface by the blades. From blades of different lengths, fertilizers come off at different heights, at different angles of inclination to the horizon and at different speeds, which will affect the uniformity of their application. The results of the investigations are showed that the use of the experimental working body allows to increase the working width from 10 to 14 m and to reduce the uneven distribution of mineral fertilizers over the total width by 14,2 %.

**Keywords:** mineral fertilizers, working body, uneven application, the results of investigations.

## Введение

Удовлетворение потребности населения в продуктах питания связано с повышением урожайности сельскохозяйственных культур. Практически доказано, что за счет внесения удобрений получают прибавку урожая в размере 50 %. Рациональное их внесение в общей системе применения удобрений и мелиорантов позволяет повысить их окупаемость и снизить антропогенное воздействие на окружающую среду [1, 2].

Для любой сельскохозяйственной культуры в заданных природно-климатических условиях существует рациональная доза внесения удобрений, которая соответствует биологическим особенностям растений. Одно из важнейших условий повышения эффективности применения удобрений – это их равномерное внесение по поверхности поля [3, 4].

Для оценки совокупного влияния различных проявлений неравномерного внесения удобрений на издержки нами составлена структурная схема, приведенная на рис. 1.

В случае неравномерного внесения удобрений снижаются технологические и биологические свойства урожая, а также происходит накопление нитратов в растениях и загрязнение окружающей среды.

В связи с этим разработка рабочего органа центробежного типа для высококачественного внесения минеральных удобрений является актуальной задачей.

## Материалы, методы исследования и обсуждение результатов

Известно, что рабочий процесс центробежного разбрасывателя дискового типа состоит из двух фаз: относительного перемещения гранул по поверхности рабочего органа и свободного полета гранул под действием сообщенной им кинетической энергии и действующей силы тяжести.

Скорость гранул минеральных удобрений в момент схода с центробежного рабочего органа зависит от его конструктивных и кинематических параметров [5]:

$$v = \omega R,$$

где  $\omega$  – угловая скорость диска, рад/с;  $R$  – радиус диска, м.

Величина  $v$  влияет на дальность полета частиц, которая в свою очередь определяет рабочую ширину разброса. С увеличением скорости  $v$  дальность полета возрастает.

Так как на  $v$  влияет множество факторов, то в общем виде имеем [5]:

$$v = f(\omega, R, \varphi, m, a), \quad (1)$$

где  $\varphi$  – угол трения удобрений по элементам рабочего органа;  $m$  – масса гранул, кг;  $a$  – параметр, определяющий место подачи удобрений на диск.

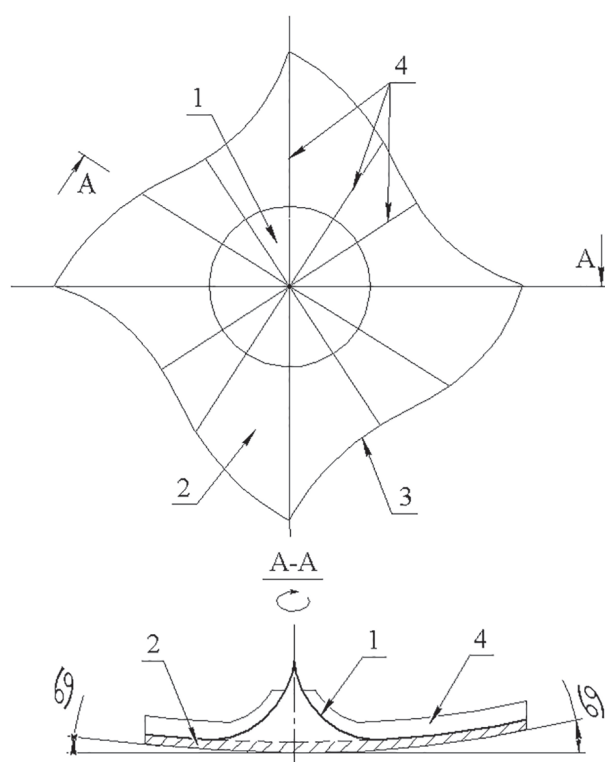
На основании вышеизложенного на кафедре сельскохозяйственных машин имени профес-



Рис. 1. Структурная схема издержек от некачественного внесения удобрений

сора А.И. Лешанкина Мордовского госуниверситета была проведена серия экспериментальных исследований, в результате которых разработан центробежный дисковый рабочий орган для разбросного внесения минеральных удобрений. Новизна технических решений подтверждена патентом РФ [6].

Рабочий орган (рис. 2) состоит из конической части 1, выполненной в виде вогнутой поверхности, диска 2, рабочая поверхность которого имеет сферическую форму 3, и лопастей 4 разной длины. Лопасти равной длины, размещаются симметрично относительно оси вращения диска. Это обеспечивает динамическую балансировку рабочего органа.



**Рис. 2. Центробежный рабочий орган:**

1 – коническая часть; 2 – диск; 3 – рабочая поверхность; 4 – лопасти

Устройство работает следующим образом. Удобрения, подающиеся на коническую часть 1, распределяются равномерным слоем и продолжают направленное движение по конической поверхности. Окружная скорость рабочей поверхности по направлению к основанию возрастает, следовательно увеличивается и скорость вылета частиц с разных точек рабочей поверхности. Остальная часть удобрений, благодаря вогнутой поверхности конической части, непрерывным потоком поступает на сферический

диск 2 и лопастями 4 направляется на поверхность почвы. С лопастей различной длины удобрения сходят на разной высоте, под разными углами наклона к горизонту и различными по величине скоростями, что влияет на равномерность их внесения. Увеличение угла наклона к горизонту приводит к возрастанию скорости схода гранул минеральных удобрений. С возрастанием скорости увеличивается дальность полета удобрений, что обеспечивает повышение рабочей ширины захвата.

Соответственно, выражение (1), примет вид:

$$\vartheta = f(\omega, R, \varphi, m, a, \alpha),$$

где  $\alpha$  – угол наклона к горизонтальной плоскости, град.

С целью подтверждения вышесказанного нами проведены опыты по внесению минеральных удобрений разбрасывателем НРУ-0,5 с серийным и экспериментальными рабочими органами. Опыты проводились на расसेве нитрофоски.

Для оценки качественных показателей работы серийного и экспериментального разбрасывателей по ширине захвата и по ходу движения агрегата сбор удобрений производили в емкости размером 0,5x0,5x0,1 м. Противни расставляли максимально близко друг к другу в 3 ряда через каждые 5 м (рис. 3).

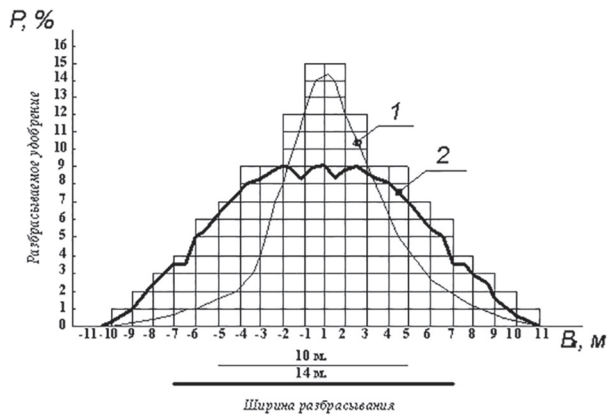
Результаты распределения нитрофоски экспериментальным и серийным разбрасывателями представлены на рис. 4.

Из анализа рис. 4 следует, что характер распределения нитрофоски по ширине захвата у обоих разбрасывателей близок к нормальному распределению.

В отличие от серийного, основная масса удобрений у которого распределена в средней части, разбрасыватель, оснащенный экспериментальным рабочим органом, изменил характер рас-



**Рис. 3. Схема расположения противней**



**Рис. 4. Характер распределения нитрофоски по ширине захвата:**

- 1 – серийный разбрасыватель;  
2 – экспериментальный разбрасыватель

пределения нитрофоски по ширине захвата. Это произошло за счет перераспределения удобрений со средней части полосы к краям.

### Заключение

Экспериментальный рабочий орган для внесения минеральных удобрений позволил увеличить рабочую ширину с 10 до 14 м и уменьшить неравномерность распределения туков по общей ширине захвата на 14,2 %.

### Литература

1. Седашкина Е.А. Рациональные параметры центробежного рабочего органа разбрасывателя для поверхностного внесения минеральных удобрений: дис. ... канд. тех. наук. Саранск, 2007. 153 с.
2. Костригин А.А. Повышение эффективности внесения минеральных удобрений на склонах машинами путем совершенствования центробежного рабочего органа: дис. ... канд. тех. наук. Саранск, 2016. 186 с.
3. Овчинникова А.В., Ломакина К.В., Седашкин А.Н. Анализ использования минеральных удобрений и средств механизации для их внесения // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: межвузовский сборник научных трудов. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2016. С. 322–324.
4. Седашкин А.Н., Даськин И.Н., Костригин А.А. Неравномерность внесения удобрений при координатной системе земледелия // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 10. С. 39–40.
5. Овчинников В.А., Овчинников Д.А., Драняев С.Б. Рабочий орган для разбрасывания минеральных удобрений // Повышение эффективности функционирования механических и энергетических систем: материалы Всерос. науч.-техн.

конф. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2009. С. 301–303.

6. Чаткин М.Н., Седашкин А.Н., Овчинников Д.А., Овчинников В.А. Рабочий орган для разбрасывания минеральных удобрений: патент на полезную модель № 75532, Российская Федерация. Опубликовано 20.08.2008. Бюл. № 23.

### References

1. Sedashkina E.A. Ratsional'nye parametry tse ntrobezhnogo rabochego organa razbrasyvatel ya dlya poverkhnostnogo vneseniya mineral'nykh udobreniy: dis. ... kand. tekh. nauk [Rational parameters of a centrifugal working body of the spreader for the surface application of mineral fertilizers: dissertation for a degree of the candidate of technical sciences]. Saransk, 2007. 153 p.
2. Kostrigin A.A. Povyshenie effektivnosti vneseniya mineral'nykh udobreniy na sklonakh mashinami putem sovershenstvovaniya tse ntrobezhnogo rabochego organa: dis. ... kand. tekh. nauk [Increasing the efficiency of the application of mineral fertilizers on slopes by machines via improving the centrifugal working body: dissertation for a degree of the candidate of technical sciences]. Saransk, 2016. 186 p.
3. Ovchinnikova A.V., Lomakina K.V., Sedashkin A.N. The analysis of the use of mineral fertilizers and mechanization tools for their application. Energoeffektivnye i resursosberegayushchie tekhnologii i sistemy: mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh trudov [Energy-efficient and resource-saving technologies and systems: inter-university collection of scientific papers]. Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta Publ., 2016, pp. 322–324 (in Russ.).
4. Sedashkin A.N., Das'kin I.N., Kostrigin A.A. Uneven application of fertilizers under the coordinate system of agriculture. Traktory i sel'khoz mashiny. 2013. No 10, pp. 39–40 (in Russ.).
5. Ovchinnikov V.A., Ovchinnikov D.A., Dranyayev S.B. Working body for spreading mineral fertilizers. Povyshenie effektivnosti funktsionirovaniya mekhanicheskikh i energeticheskikh sistem: materialy Vseros. nauch.-tekhn. konf [Increasing the efficiency of mechanical and energy systems: materials of the all-Russian scientific and technical conference]. Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta Publ., 2009, pp. 301–303 (in Russ.).
6. Chatkin M.N., Sedashkin A.N., Ovchinnikov D.A., Ovchinnikov V.A. Rabochiy organ dlya razbrasyvaniya mineral'nykh udobreniy [Working body for spreading mineral fertilizers]: patent na poleznuyu model' No 75532, Rossiyskaya Federatsiya. Opublikovano 20.08.2008. Byul. No 23.