

# АГРЕГАТ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ПЫЛЯЩИХСЯ ИЗВЕСТКОВЫХ УДОБРЕНИЙ

## THE UNIT FOR MAKING DUSTY LIME FERTILIZERS

**А.Н. СЕДАШКИН**, К.Т.Н.  
**Е.А. МИЛЮШИНА**, К.Т.Н.  
**А.А. КОСТРИГИН**, К.Т.Н.  
**А.В. ДРАГУНОВ**

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский  
Мордовский государственный университет  
им. Н.П. Огарева», Саранск, Россия, kostrigin42@mail.ru

**A.N. SEDASHKIN**, PhD in Engineering  
**E.A. MILYUSHINA**, PhD in Engineering  
**A.A. KOSTRIGIN**, PhD in Engineering  
**A.V. DRAGUNOV**

N.P.Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia,  
kostrigin42@mail.ru

В статье приводятся некоторые результаты сравнительных испытаний агрегата, проведенных в Мордовском государственном университете им. Н.П. Огарева при внесении пылевидных известковых удобрений с серийным и экспериментальным центробежным рабочим органом. Определено влияние поступательной скорости агрегата на неравномерность распределения цементной пыли по ширине захвата. Наблюдения показали, что при механическом разбрасывании (например, центробежным диском) удобрений с различной гранулометрической характеристикой крупные частицы под действием начальной скорости, приобретенной при спуске диска, летят дальше, а мелкие (пылевидные) ложатся на почву вблизи центра диска. Следовательно, можно полагать, что сочетание различных способов воздействия (механического и пневматического) на частицы удобрений в процессе их внесения даст желаемый результат, т.е. качественное распределение частиц независимо от их гранулометрического состава и характеристик. Анализ литературных источников показал, что работы по совершенствованию центробежного диска, с целью усилить воздушный поток, оказались малоэффективными, и машины с такими рабочими органами не получили распространения. По нашему мнению, наиболее полно возможности пневмоцентробежного рабочего органа выявляются при выполнении их конструкции по дисково-вентиляторному типу, которая предполагает при закреплении лопастей к нижней поверхности диска и дифференцированную подачу воздушного потока под частицы удобрений, высеваемых на периферийные зоны рабочей ширины захвата. Для проверки работоспособности агрегата нами проведены сравнительные испытания при разбрасывании цементной пыли с серийным и экспериментальным центробежным рабочим органом на трех скоростях движения агрегата: 2,5, 3,5 и 4,5 км/ч. С учетом данных предложений нами был изготовлен пневмоцентробежный рабочий орган и проведены лабораторные исследования. В результате исследований установлено: неравномерность распределения пылевидной массы по ширине захвата в зависимости от рабочих скоростей, значения которых указаны выше, изменялась в пределах 15–30 %, при этом наименьшая неравномерность (15 %), как при максимальных, так и при минимальных значениях подач, получена при скорости движения агрегата 4,5 км/ч, а наибольшая (30 %) – при тех же подачах и средней скорости 2,5 км/ч. Таким образом, оснащение серийных центробежных разбрасывателей предлагаемым рабочим органом превращает их в универсальные машины, способные вносить все виды минеральных удобрений, известковых материалов и их смесей, любого гранулометрического состава и нормы внесения.

**Ключевые слова:** мелиоранты, агрегат, пневмоцентробежный рабочий орган, внесение, равномерность, норма.

The article presents some results of comparative tests conducted at N.P.Ogarev Mordovia State University of unit when making dust-like lime fertilizers with serial and experimental centrifugal working body. The influence of the translational velocity of the unit on the uneven distribution of cement dust across the width of the grip is determined. Observations have shown that using mechanical spreading (for example, a centrifugal disk) of fertilizers with different grain-size characteristics, large particles under the action of the initial velocity acquired during the descent of the disk fly further, and small (dusty) particles fall on the soil near the center of the disk. Therefore, it can be assumed that a combination of different methods of action (mechanical and pneumatic) on the particles of fertilizers in the process of their introduction will give the desired result, i.e. qualitative distribution of particles, regardless of their particle size distribution and characteristics. Analysis of the literature showed that the work on improving the centrifugal disk, in order to increase the air flow, turned out to be ineffective and the machines with such working bodies were not widely used. In our opinion, the full potential of the pneumatic-centrifugal working body is revealed when it is designed according to a disc-fan type, which involves fixing the blades to the lower surface of the disc and differentiating air flow under the particles of fertilizers sown on the peripheral zones of the working width. To check the efficiency of the unit, we carried out comparative tests when scattering cement dust with a serial and experimental centrifugal working body at three speeds of the unit, 2,5, 3,5 and 4,5 km/h. Taking into account these proposals, we made a pneumatic-centrifugal working body and carried out laboratory tests. As a result of the laboratory studies, it was established that the uneven distribution of the pulverized mass across the width of the grip, depending on the working speeds, the values of which are indicated above, varied from 15 to 30 %; the smallest irregularity, both at maximum and minimum values of feeds, was obtained at an aggregate speed of 4,5 km/h and was 15 %, and the highest under the same conditions with an average speed of 2,5 km/h. Thus, the equipment of serial centrifugal spreaders with the proposed working body turns them into universal machines capable of introducing all types of mineral fertilizers, calcareous materials and their mixtures, of any particle size distribution and application rate.

**Keywords:** ameliorants, unit, pneumo-centrifugal working body, introduction, uniformity, norm.

## Введение

Постоянно возрастающий объем применения минеральных удобрений требует максимального роста темпов известкования. Для выполнения такого объема работ по известкованию кислых почв необходимы высокопроизводительные машины, обеспечивающие качественное внесение известковых материалов в почву, с тем чтобы получить нужную отдачу от применения удобрений.

Поэтому задача совершенствования технологий и средств механизации для поверхностного внесения минеральных удобрений и мелиорантов является актуальной и имеет важное хозяйственное значение.

## Методы и средства исследований

Для известкования кислых почв применяют слабопылящиеся и пылящиеся известковые материалы, которые часто называют известковыми удобрениями.

К пылящимся относят известковую и доломитовую муку влажностью 1,5 %, сланцевую золу, цементную пыль и др., которые имеют мелкозернистый состав различной величины. Размеры основной массы частиц находятся в пределах 0,002–0,25 мм в известковой муке (70–80 %) и (0,02–0,09) в сланцевой золе и цементной пыли (100 %) [4].

Слабопылящие формы известковых удобрений имеют совершенно отличные физико-механические свойства от пылевидных материалов. Пылевидная фракция в них составляет 40–50 % [4].

Пылящиеся известковые удобрения распределяются по полю при помощи пневматических распылителей и дисковых аппаратов.

Существует мнение, что обычный центробежный аппарат непригоден для высева пылевидных удобрений. Однако следует отметить, что это справедливо лишь при нормах меньше 5 ц/га [1, 7].

Поэтому в исследовательских целях были проведены испытания разбрасывателя минеральных удобрений с серийным и экспериментальным центробежным рабочим органом на разбрасывании цементной пыли (рис. 1).

Для экспериментальных исследований использовалась цементная пыль с размером фракций 3–5 мкм, влажностью 2–3 %, объемной массой 0,96 т/м<sup>3</sup>.

Экспериментальный центробежный рабочий орган к базовым разбрасывателям для вне-

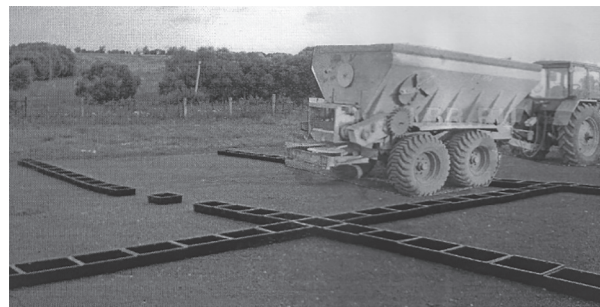


Рис. 1. Агрегат для внесения известковых удобрений

сения пылевидных материалов предлагается изготовить по дисково-вентиляторному типу, который предполагает прикрепление лопастей к нижней поверхности диска и дифференцированную подачу воздушного потока под частицы удобрений, высеваемых на периферийные зоны рабочей ширины захвата.

Следовательно, можно полагать, что сочетание механического и пневматического воздействия на частицы удобрений в процессе их внесения даст желаемый результат, т.е. качественное распределение частиц независимо от их гранулометрического состава и характеристик [2, 3].

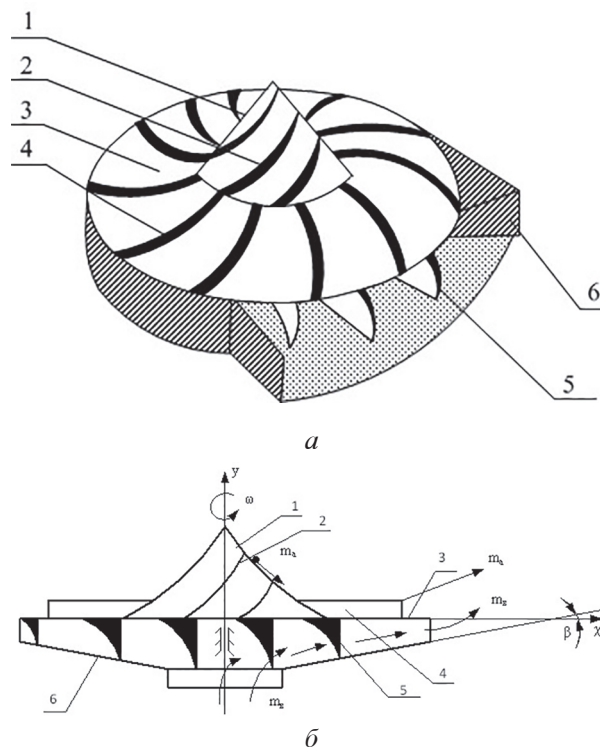


Рис. 2. Пневмоцентробежный рабочий орган:  
а – общий вид; б – схема движения частиц по поверхности рабочего органа; 1 – конус; 2 – лопасти; 3 – плоский диск; 4 – выбросные лопасти; 5 – лопасти нагнетателя воздуха; 6 – кожух нагнетателя

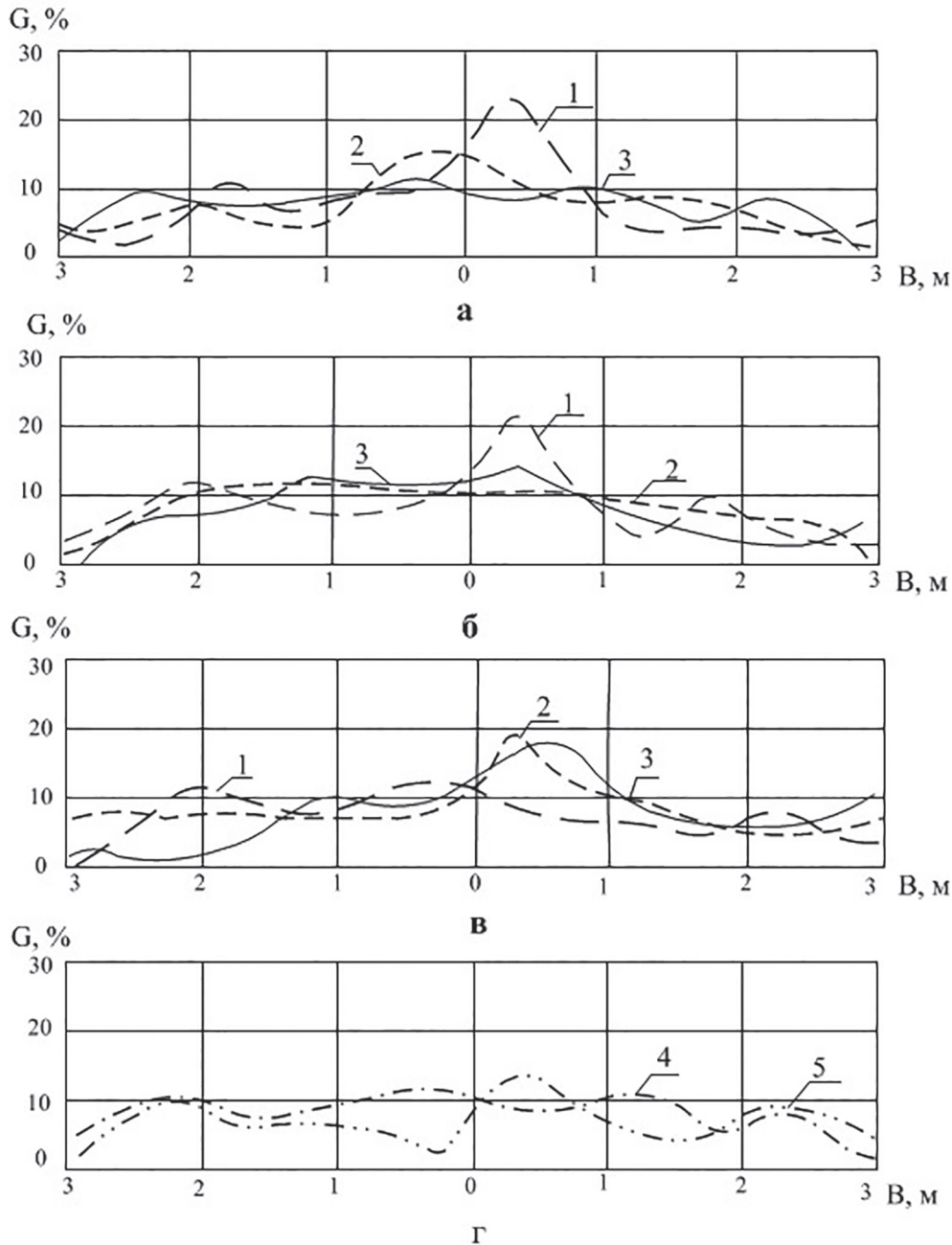
С учетом данных предложений нами был изготовлен пневмоцентробежный рабочий орган (рис. 2) и проведены лабораторные исследования [5].

Предлагаемый рабочий орган работает следующим образом.

Поток материала, поступивший на вершину конуса, распределяется равномерным слоем и движется вниз по конусной части рабочего органа [6].

Вследствие установки лопастей в виде логарифмической спирали под углом, меньшим или равным углу трения удобрений, происходит безударный переход удобрений с лопастей конуса на лопасти плоского диска.

Благодаря отклонению лопастей на конусной части и лопастей плоского диска вперед по направлению вращения рабочего органа удобрения, получив ускорения, распределяются всером равномерно на большей ширине полосы посева. Одновременно с диском вращаются



**Рис. 3. Неравномерность распределения цементной пыли по ширине захвата на различных значениях скоростей движения:**

- а* – при максимальной подаче; *б* – при средней подаче; *в, г* – при минимальной подаче;  
 1 – скорость движения 2,5 км/ч; 2 – скорость движения 3,5 км/ч; 3 – скорость движения 4,5 км/ч;  
 4 – с экспериментальным рабочим органом; 5 – с серийным рабочим органом

вентиляторные лопасти. Под их действием воздух забирается из атмосферы в кожух вентилятора через окно в нижней части кожуха. Затем воздух под действием центробежных сил перемещается вдоль лопастей к обечайке. По мере вращения лопастей объем потока сжатого воздуха, движущегося вдоль обечайки, увеличивается благодаря выполнению кожуха вентилятора под определенным углом, воздух из патрубка подается прямо под удобрения, слетающие с плоского диска. Таким образом, частицы удобрений, сохранив первоначальную кинетическую энергию, полученную от диска, попадают в струю сопутствующего воздушно-го потока и высеваются на периферийную зону ширины захвата.

Для проверки работоспособности агрегата нами проведены сравнительные испытания при разбрасывании цементной пыли с серийным и экспериментальным центробежным рабочим органом на трех скоростях движения агрегата: 2,5, 3,5 и 4,5 км/ч (рис. 3).

Проведенные опыты показали, что мощность, необходимая для привода транспортера и разбрасывающего механизма, равна 4,9 л. с., а норма разбрасывания пылевидной массы сильно зависит от степени заполнения кузова. При половинном заполнении кузова наибольшая норма составляла 6 т/га, при полном заполнении – 8 т/га.

Неравномерность распределения пылевидной массы по ширине захвата в зависимости от рабочих скоростей, значения которых указаны выше, изменялась в пределах 15–30 %; при этом наименьшая неравномерность (15 %), как при максимальных, так и при минимальных значениях подач, получена при скорости движения агрегата 4,5 км/ч, а наибольшая (30 %) – при тех же подачах и средней скорости 2,5 км/ч. Таким образом, можно сделать вывод о том, что неравномерность распределения цементной пыли по ширине захвата в значительной мере зависит от скорости движения агрегата.

Определено, что с повышением скорости движения при максимальной подаче имеет место увеличение нормы внесения, которое объясняется увеличением вибраций, создающих благоприятные условия для поступления материала из кузова машины.

Как показали исследования, центробежный дисковый рабочий орган может применяться не только для внесения минеральных и слабопылящихся, а также и для пылящихся

известковых удобрений. Желательно только использование для этих целей специально оборудованного рабочего органа, сочетающего механическое и пневматическое воздействие на частицы удобрений в процессе их внесения.

## Заключение

Разбрасывание цементной пыли можно механизировать при помощи агрегата, который объединяет колесный трактор и двухдисковый разбрасыватель, оборудованный экспериментальным центробежным рабочим органом.

Однако, как показали исследования, только широкие производственные испытания помогут выявить достоинства и недостатки подобного способа, на основе которых будут даны рекомендации по его внедрению.

## Литература

1. Назаров С.И. Экспериментально-теоретические основы механизации процесса сплошного внесения минеральных удобрений: автореф. дис. докт. техн. наук: 05. 20.01. Минск, 1970. 48 с.
2. Седашкин А.Н., Костригин А.А., Драгунов А.В. Пневмомеханический центробежный разбрасыватель мелиорантов // Сельский механизатор. 2017. № 5. С. 12.
3. А. С. № 1618316 МКИ<sup>3</sup> А 01С 17/00 СССР Рабочий орган для внесения минеральных удобрений / А.Н Седашкин, Н.С. Колесников, М.Н. Чаткин. Оpubл. 07.01.91. Бюл. № 1.
4. Якубаускас В.И. Технологические основы механизированного внесения удобрений. М.: Колос. 1973. 225 с.
5. Седашкин А.Н., Костригин А.А., Драгунов А.В. Универсальный пневмоцентробежный рабочий орган для внесения мелиорантов. // Сельский механизатор. 2018. № 1. С. 6–7.
6. Седашкин А.Н., Милюшина Е.А., Даськин И.Н., Костригин А.А. Обоснование зон движения частицы удобрений по конической поверхности центробежного рабочего органа // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: межвуз. сб. науч. тр. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. С. 531–535.
7. Седашкин А.Н., Костригин А.А., Даськин И.Н. Рациональные параметры рабочего органа для внесения минеральных удобрений на склоне // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы IX Международной научно-практической конференции. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2013. С. 361–369.

## References

1. Nazarov S.I. Eksperimental'no-teoreticheskie osnovy mekhanizacii processa sploshnogo vneseniya mineral'nyh udobrenij: avtoref. dis. dokt. tekhn. nauk [Experimental and theoretical foundations of the mechanization of the process of continuous application of mineral fertilizers: abstract of Dissertation for Degree of Candidate of Technical Sciences]: 05. 20.01. Minsk, 1970. 48 p.
2. Sedashkin A.N., Kostrigin A.A., Dragunov A.V. Pneumatic-mechanical centrifugal ameliorants spreader. Sel'skij mekhanizator. 2017. No 5, pp. 12 (in Russ.).
3. A. S. No 1618316 MKI3 A 01S 17/00 SSSR Rabochij organ dlya vneseniya mineral'nyh udobrenij [The working body for the application of mineral fertilizers]. A.N Sedashkin, N.S. Kolesnikov, M.N. CHatkin. Opubl. 07.01.91. Byul. No 1.
4. YAkubauskas V.I. Tekhnologicheskie osnovy mekhanizirovannogo vneseniya udobrenij [Technological basis of mechanized fertilization]. Moscow: Kolos Publ. 1973. 225 p.
5. Sedashkin A.N., Kostrigin A.A., Dragunov A.V. Universal pneumo-centrifugal working body for making ameliorants. Sel'skij mekhanizator. 2018. No 1, pp. 6–7 (in Russ.).
6. Sedashkin A.N., Milyushina E.A., Das'kin I.N., Kostrigin A.A. Justification of areas of movement of fertilizer particles on the conical surface of the centrifugal working body. EHnergoehffektivnye i resur-soberegayushchie tekhnologii i sistemy: mezhvuz. sb. nauch. tr. [Energy efficient and resource-saving technologies and systems: interuniversity collection of scientific works]. Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta Publ., 2014, pp. 531–535 (in Russ.).
7. Sedashkin A.N., Kostrigin A.A., Das'kin I.N. Rational parameters of the working body for the application of mineral fertilizers on the slope. Resur-soberegayushchie ehkologicheski bezopasnye tekhnologii proizvodstva i pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii: materialy IX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii [Resource-saving, environmentally friendly technologies for the production and processing of agricultural products: materials of the IX International Scientific and Practical Conference]. Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta Publ., 2013, pp. 361–369 (in Russ.).