

УДК 631.333

## К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОТОЧНОГО ДОЗАТОРА К МАШИНАМ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

А. В. ПЕТРОВЕЦ, Н. И. ДУДКО

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Могилевская область, Беларусь, 213407, e-mail:

(Поступила в редакцию 18.01.2017)

Современное сельское хозяйство немыслимо без широкого применения химических веществ. Мировая практика свидетельствует о том, что 70 % урожая создается за счет средств химизации, половина этой величины приходится на минеральные удобрения. Внесение всех видов минеральных удобрений, химических мелиорантов и химических средств защиты растений состоит из двух подпроцессов: дозирования и распределения. Причем у большинства машин дозирование является главным процессом, определяющим качество распределения удобрений. Наиболее часто применяются в удобрительных машинах дозирующие устройства: шиберные, кулачковые, штифтовые и ячеистые. Однако существующие дозаторы не обеспечивают точного дозирования материала, так как конструкции их далеко несовершенны. Очевидно, что без применения научной основы теории дозирования обеспечить требуемую точность не предоставляется возможным. Для равномерного дозирования надо формировать поток на выдачу не только строго определенной формы и размеров, но и определенной постоянной плотности. На это влияют многочисленные факторы, такие как высота столба над высевным отверстием, форма и размеры этого отверстия, способ побуждения материала и др. Процесс дозирования в мобильных удобрительных машинах нельзя рассматривать в отрыве от их технологической схемы. Он состоит из трех фаз: питание, заполнение дозатора материалом, формирование материала в равномерный поток и выдача материала из дозатора. Поэтому разработка высокоточных дозаторов к машинам для внесения всех удобрений видов удобрений имеет большое научное и практическое значение. В статье анализируются проблемы дозирования при внесении в почву минеральных и органических удобрений, при приготовлении компостов, посевах зерновых, посадке картофеля и других сельскохозяйственных материалов. Обоснованы задачи, которые нужно решить для создания высокоточных дозаторов к машинам для внесения минеральных удобрений.

**Ключевые слова:** минеральные удобрения, внесение, высокоточный дозатор, удобрительная машина, мелиоранты, экономия, равномерное распределение.

*Modern agriculture is inconceivable without the widespread use of chemicals. World practice shows that 70% of the crop is created by means of application of chemicals, fertilizers accounting for half of this yield. Application of all kinds of mineral fertilizers, chemical meliorants, and plant protection chemicals is composed of two sub-processes: dosing and distribution. Moreover, in the majority of machines dosing is the main process that determines the quality of fertilizer distribution. Dispensers, most frequently applied in fertilizer machines, include: vane, cam, pin and cell. However, existing dispensers do not provide accurate dosing of the material, since their design is far imperfect. It is obvious that without a scientific basis of the theory of dosing it is impossible to ensure the required accuracy. For uniform dosing, it is necessary to form the flow of the issuance of not only well-defined shape and size, but also of a certain constant density. This is affected by many factors, such as the height of the column above the opening, the shape and the size of this hole, the way of driving the material out etc. The process of dosing in mobile fertilizer machines cannot be considered in isolation from their technological scheme. It consists of three phases: the filling of dispenser with material, the formation of a uniform material flow, and delivery of the material from the dispenser. Therefore, the development of high-precision dispenser for machines applying all kinds of fertilizers is of great scientific and practical importance. The article analyzes dosing problems arising during application of mineral and organic fertilizers to the soil, in the preparation of composts, sowing crops, planting potatoes and other agricultural materials. We have substantiated the tasks that should be solved to create a high-precision dispenser for machines applying mineral fertilizers.*

**Key words:** mineral fertilizers, application, high-precision dispenser, fertilizer machine, meliorants, economy, uniform distribution.

### Введение

Практически невозможно найти отрасль сельскохозяйственного производства где бы отсутствовали процессы дозирования и дозирующие устройства. Они присутствуют в сфере применения средств химизации земледелия, в кормопроизводстве и животноводстве.

Процессы приготовления компостов, получения смешанных минеральных удобрений, внесения минеральных и органических удобрений, посева зерновых и высадки картофеля, раздачи кормов на животноводческих фермах, измельчения зерна и других сельскохозяйственных материалов в сущности являются процессами дозирования. Например, в структурных схемах получения многокомпонентных смесей процессы дозирования играют важнейшую роль. Без строгого дозирования исходных компонентов не представляется возможным обеспечить заданное их соотношение в готовом продукте [1–6].

### Основная часть

Существует два метода дозирования сельскохозяйственных материалов: объемный и весовой. Объемный метод дозирования основан на использовании устройств объемного принципа, а весовой – на использовании весовых устройств. Единственным преимуществом весового дозирования является более высокая точность, но только при сохранении постоянной объемной массы.

Влажность сельскохозяйственных материалов в процессе их хранения непостоянна, меняется в зависимости от влажности окружающей среды. Изменение влажности приводит к изменению плотности. Объемные дозаторы подвержены меньшему влиянию изменения влажности материала в сравнении с весовыми, так как изменение влажности влияет на его объем в меньшей мере, чем на вес. Поэтому можно предположить, что при дозировании по питательности или по действующему веществу объемные дозаторы будут работать не хуже весовых.

Объемные дозаторы одного и того же класса (сопоставимой производительности) в 5–10 раз дешевле весовых, имеют более простое устройство, более высокую надежность в работе, меньшую трудоемкость обслуживания, более производительны по сравнению с весовыми дозаторами. Объемные дозаторы работоспособны на труднотекучих материалах и могут использоваться на мобильных машинах, испытывающих резкодинамические нагрузки, чего нельзя сказать о весовых дозаторах [7].

Если правильно подобрать все параметры объемного дозатора, выбрать рациональную конструкцию дозирующего рабочего органа, способного приводить дозируемый материал к критической порозности (плотности), и точно отрегулировать его в соответствии с тем количеством материала, которое должно поступать за определенное время, то точность такого дозатора будет вполне приемлемой для условий сельскохозяйственного производства.

Процесс объемного дозирования следует рассматривать состоящим (всегда) из трех фаз: фазы питания, или заполнения дозатора материалом; фазы формирования материала в равномерный поток и фазы выдачи материала из дозатора.

Фаза питания дозатора оказывает решающее влияние на устойчивость процесса дозирования вообще и зависит от устойчивости и равномерности процесса истечения материала из оперативных емкостей. Оперативная емкость, оснащенная побудителем истечения материала, является неотъемлемой частью дозирующей установки [8].

Фаза формирования материала в равномерный поток влияет на равномерность дозирования. Она находится в прямой зависимости от конструкции дозирующего рабочего органа. С целью получения высокой точности дозирования рабочий орган должен, взаимодействуя с материалом, формировать поток не только строго определенной формы и размеров, но и приводить его частицы к упаковке постоянной структуры, а значит, и плотности.

Фаза выдачи материала из дозатора практически не оказывает влияния на равномерность дозирования. В то же время она в значительной степени влияет на качество конечного продукта. Однако исследованием процессов дозирования сельскохозяйственных материалов с таким комплексным подходом в научной литературе обнаружить не удалось.

В теории грунтов известны условия, при которых сыпучий материал может быть приведен к критической плотности (порозности) [9]. Это достигается: приложением к структуре вертикального давления (метод компрессии); сообщением частицам структуры вибрационных движений; приложением сдвигающей силы. В этой связи для практического получения критической порозности материала на выходе из дозатора наиболее приемлемым является третье условие. Доказательством тому служит следующий пример образования возможных скелетов материала состоящего из шаров одинакового размера. На рисунке (а) шары уложены в наиболее неустойчивом положении. Шары соприкасаются между собой в шести точках, четыре из которых лежат в плоскости чертежа. Но они могут быть уложены и так, как показано на рисунке (б), где у каждого шара будет уже 8 точек контакта, из которых шесть лежат в плоскости чертежа. Это расположение будет более устойчивым, чем предыдущее; легко подсчитать, что количество пустот между шарами в структуре рисунка (а) составляет 48 % общего объема и коэффициент порозности  $\varepsilon = 0,91$ , тогда как в структуре рисунка (б) количество пустот составляет лишь 26 % общего объема и  $\varepsilon = 0,35$ . Поэтому если на первую систему шаров положить плоский груз, к которому приложена горизонтальная сила, или же всю систему встряхнуть, то система должна улечься плотнее в соответствии с уменьшением коэффициента порозности и быстро дать большую осадку, равную  $48 - 26 = 22$  % общей высоты слоя [1].

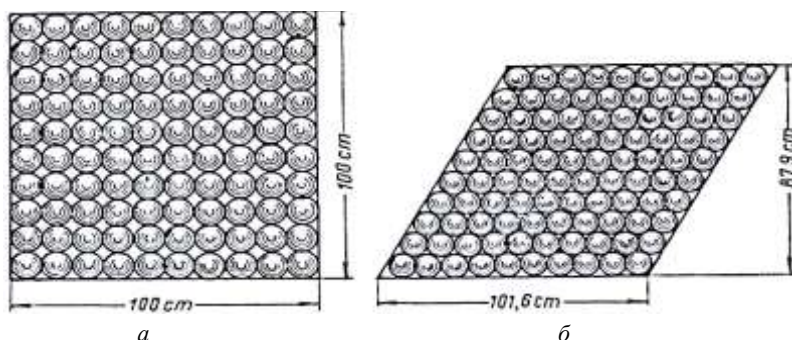


Рис. Образование возможных скелетов материала, состоящего из шаров одинакового размера

Пусть на слое скелета лежит груз  $P$ , которому мы сообщаем при помощи горизонтального усилия  $S$  непрерывное равномерное движение. В таком случае замечается следующее явление: если скелет был уложен плотно, то при непрерывном движении порозность его увеличивается: если же скелет был в рыхлом состоянии, то порозность его уменьшается

## **Заключение**

Для создания высокоточных дозаторов для внесения минеральных удобрений необходимо решить следующие задачи.

1. Разработать классификацию твердых минеральных удобрений, подвергающихся дозированию в мобильных производственных процессах по критерию текучести.

2. Исследовать и обосновать условия приведения дозируемых удобрений, состоящих из частиц круглой (гранулированных) и некруглой (кристаллической) формы к критической порозности.

3. Обосновать вместимость оперативных (промежуточных) бункеров дозирующих устройств удобренных машин.

4. Исследовать и обосновать принцип взаимодействия дозирующего рабочего органа с дозируемым материалом, обеспечивающего приведение последнего к критической порозности.

5. Обосновать рациональную схему высокоточного дозатора минеральных удобрений к рассеивателю РУ-700

6. Исследовать влияние выпускных элементов дозирующих устройств на качество внесения удобрений.

## *ЛИТЕРАТУРА*

1. Степук, Л. Я. Механизация дозирования в кормоприготовлении / Л. Я. Степук. – Минск: Ураджай, 1986.

2. Степук Л. Я. Механизация получения и применения многокомпонентных сельскохозяйственных материалов / Л. Я. Степук. – Минск: Ураджай, 1990. – 311 с.

3. Степук, Л. Я. Технологии и машины для внесения минеральных удобрений: монография / Л. Я. Степук, Н. И. Дудко, В. Р. Петровец. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2010. – 260 с.

4. Степук, Л. Я. Механизация процессов химизации и экология / Л. Я. Степук, И. С. Нагорский, В. П. Дмитрачков. – Минск: Ураджай, 1993. – 272 с.

5. Степук, Л. Я. Технологии и машины для внесения минеральных удобрений: монография / Л. Я. Степук. – Горки: БГСХА, 2010. – 26 с.

6. Дудко Н. И. Ресурсосберегающие технологии и машины для внесения минеральных удобрений и посева зерновых культур / Н. И. Дудко, В. Р. Петровец. – Горки: БГСХА, 2011. – 296 с.

7. Степук, Л. Я. О повышении сменной производительности навесных машин для внесения минеральных удобрений / Л. Я. Степук, Д. А. Крот, Т. Ф. Персикова // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрений в современных условиях: материалы междунар. Науч.-практ. Конф., посвященной 100-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки БССР, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Р.Т. Вильдфлуша. – Минск, 2007.

8. Степук, Л. Я. Построение машин химизации земледелия / Л. Я. Степук, А. А. Жешко; Нац. академия наук Беларуси по механизации сельского хозяйства. – Минск: НППЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2012. – 443 с.

9. Герсеванов, Н. М. Теоретические основы механики грунтов и их практического применения / Н. М. Герсеванов, Д. Е. Польшин. – М.: Стройиздат, 1948.