

## **МЕХАНИЗАЦІЯ І ЭНЕРГЕТЫКА**

УДК 631.333

*С. А. АНТОШУК*

### **РЕГУЛИРОВАНИЕ ДОЗЫ ВЫСЕВА УДОБРЕНИЙ ШНЕКОВЫМ ДОЗАТОРОМ-РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕМ**

*Институт механизации сельского хозяйства НАН Беларуси*

Шнековые устройства как транспортирующие рабочие органы изучены достаточно глубоко и всесторонне. В то же время использование их в качестве дозаторов-распределителей, распределяющих транспортируемый материал по своей длине, не имеет достаточного научного обоснования.

Основными показателями, характеризующими работу шнековых распределяющих рабочих органов, являются: производительность, неравномерность дозирования по длине шнека и отклонение фактической дозы от заданной (точность дозирования).

Неравномерность дозирования через высевные отверстия зависит от физико-механических свойств материала, одинаковости состояния его над отверстиями, а также формы и размеров отверстий. Изменяя площадь сечения отверстий, регулируют производительность штанги, или высеваемую дозу.

Цель исследований – решение задачи повышения равномерности дозирования сыпучих материалов шнековым распределителем-дозатором обоснованием выбора формы, места расположения и размеров дозирующих отверстий.

В. В. Адамчуком [1] был проведен теоретический анализ зависимости чувствительности высевных отверстий от их формы на высевах удобрений. Им приведены зависимости производительности высевных отверстий прямоугольной, ромбовидной и треугольной формы от их длины. Наименее чувствительными являются отверстия прямоугольной формы. Нами были получены [2] зависимости и кривые, согласующиеся с данными В. В. Адамчука. Наиболее рациональными являются отверстия прямоугольной формы.

Важной проблемой наряду с определением формы и размеров высевных отверстий является место их расположения в шнековых распределяющих рабочих органах.

Сыпучие материалы, удобрения в частности, перемещаемые винтовой поверхностью шнека, совершают сложное вращательно-поступательное движение. Шнек смещает слой груза и одновременно перемещает его вдоль кожуха. Когда кожух шнека заполнен полностью, частицы, поднявшись на некоторый угол  $\varepsilon$  (рис. 1), продолжают свое движение по окружности за счет воздействия нижележащих слоев материала. При коэффициенте заполнения шнека, близком к 0,5, верхний слой материала перебрасывается через вал шнека. В этих случаях расположение высевных отверстий штанговых распределяющих рабочих органов не имеет большого значения. При коэффициенте заполнения меньшем 0,5 частицы, достигшие угла  $\varepsilon$ , просто скатываются по движущейся призме удобрений. Таким образом, поперечное сечение слоя материала представляет собой сегмент, смещенный в сторону вращения винта шнека на угол  $\rho_1$ .

Угол  $\varepsilon$ , на который может подняться частица транспортируемого материала [2], равен

$$\cos \varepsilon = \frac{-b + \sqrt{D}}{2a},$$

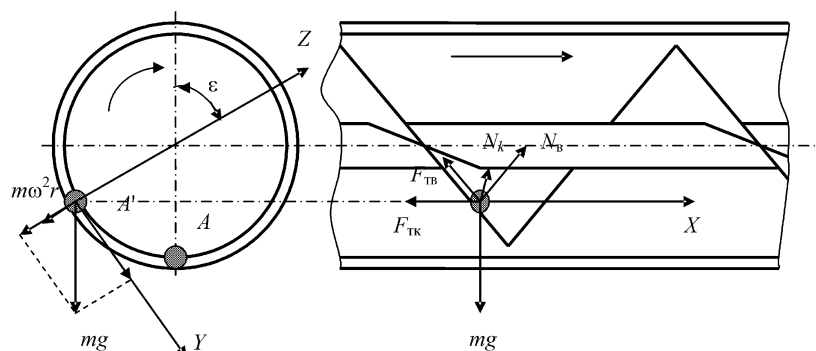


Рис. 1. Схема действия сил на частицу материала в шнековом транспортере и возможные варианты исполнения высевных отверстий на кожухе шнека

где  $a, b, D$  – коэффициенты квадратного уравнения:

$$D = (2f_k^2 \omega^2 r)^2 - 4 \cdot [f_k^2 g^2 + g^2 \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_\epsilon)] [f_k^2 \omega^4 r^2 - g^2 \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_\epsilon)],$$

$$b = 2f_k^2 \omega^2 gr,$$

$$a = f_k^2 g^2 + g^2 \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_\epsilon).$$

Угол отклонения центра тяжести сегмента и, соответственно, угол  $\alpha_1$  отклонения центров высевных отверстий от вертикали:

$$\rho_1 = \epsilon - \frac{\rho}{2}.$$

Рассмотрим процесс истечения материала из высевного отверстия. Для хорошо сыпучих материалов справедлива формула производительности истечения жидкости через отверстия [3–4]:

$$Q = \mu S \gamma \sqrt{2gH},$$

где  $\mu$  – коэффициент истечения материала через отверстие;  $S$  – площадь живого сечения высевного отверстия,  $\text{м}^2$ ;  $\gamma$  – плотность материала,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $H$  – напор (аналогично гидравлическому напору жидкости),  $\text{м}$ .

Возьмем некоторое сечение в произвольном месте штанги (рис. 2). Высота слоя материала при коэффициенте заполнения материала кожуха  $\varphi$  равна  $h$ . На слой материала, находящийся в сечении высевного отверстия площадью  $S$ , действуют: нормальная составляющая силы тяжести расположенного вертикально столба материала  $G$ , центробежная сила  $F_{ц}$  столба материала, расположенного нормально к оси вращения вала шнека, а также сила Кориолиса и центробежная сила инерции в относительном движении. Уравнения действия этих сил и преобразования изложены нами в другой работе [5].

В результате получим два выражения для определения площади высевных отверстий при  $\varphi > 0,5$  и  $\varphi < 0,5$  соответственно:

$$S_{\varphi > 0,5} = \frac{Q}{\mu \gamma \sqrt{2g \frac{h-r[1-\cos(\delta-\rho_1)]}{\cos(\delta-\rho_1)} \cos \delta + (r-r_0)^2 \omega_0^2 (A-1)^2}};$$

$$S_{\varphi < 0,5} = \frac{Q}{\mu \gamma \sqrt{2g \frac{h-r[1-\cos(\delta-\rho_1)]}{\cos(\delta-\rho_1)} \cos \delta + \left\{ \frac{h-r[1-\cos(\delta-\rho_1)]}{\cos(\delta-\rho_1)} \right\}^2 \omega_0^2 (A-1)^2}}.$$

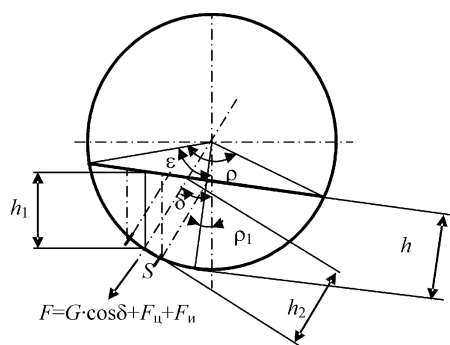


Рис. 2. Схема к расчету производительности высевного отверстия штанговых распределяющих рабочих органов

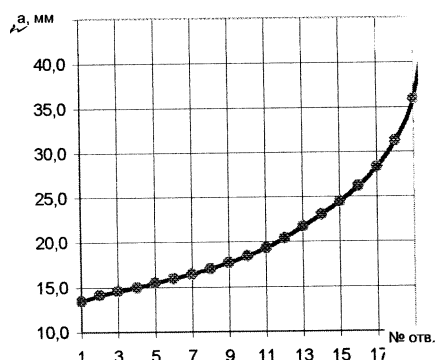


Рис. 3. Зависимость высоты высевных отверстий (при ширине 25 мм) от коэффициента заполнения шнека

Приведенные выражения позволяют получить значения площади высевного отверстия круглой формы при любом значении  $\varphi$ . Используя определение гидравлического радиуса, можно определить значение площади отверстия любой формы.

Так как равномерность распределения удобрений обусловлена одинаковой производительностью каждого высевного отверстия, то в идеальном случае коэффициент заполнения  $\psi$  будет уменьшаться после каждого отверстия на одну и ту же величину. Поэтому, зная коэффициент заполнения  $\psi$  в начале штанги и зная количество отверстий, можно определить размер любого высевного отверстия.

По полученным уравнениям построена зависимость (рис. 3) высоты  $a$  прямоугольных отверстий  $S^{отв}$  (ширина отверстия 25 мм) от коэффициента заполнения кожуха шнека при дозировании доломитовой муки.

Таким образом, при регулировании размеров высевных отверстий, согласно рис. 3, обеспечивается максимальная равномерность распределения материала распределителем-дозатором.

Результаты исследований использованы при создании машины для внесения пылевидных химмелиорантов МШХ-9, успешно прошедшей государственные приемочные испытания в ГУ «Белорусская МИС».

## Литература

1. Адамчук В. В. // Вісник сільськогосподарської науки. 1983. № 6. С. 58–61.
2. Антошук С. А. Обоснование формы и места расположения высевных отверстий в шнековых распределяющих рабочих органах // Ресурсосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве: Сб. ст. Т. 1. Мн., 2004. С. 176–184.
3. Агроскин И. И., Дмитриев Г. Т., Пикалов Ф. И. Гидравлика / Под общ. ред. проф. И. И. Агроскина. Изд. 4-е. М., 1964.
4. Чугаев Р. Р. Гидравлика. Л., 1971.
5. Степук Л. Я., Антошук С. А. Определение производительности высевных отверстий шнековых распределяющих рабочих органов // Механизация и электрификация сельского хозяйства: Межвед. темат. сб. / Под общ. ред. В. Н. Дашкова. Вып. 38. Мн., 2004. С. 71–77.

S. A. ANTOSHUK

## THE DEFINITION OF KEY PARAMETERS OF LOOSE MATERIALS SCREW DOSATORE AND ALLOCATOR

### Summary

The mathematical dependences allowing to prove the form, the sizes, the location of sowing apertures in a casing screw are received. Sowing apertures of the rectangular form are most rational. Apertures should be rejected aside the screw rotations on some corner. The corner size depends on screw parameters and material properties. The area of apertures should increase on curvilinear dependence with the reduction of a screw filling rate.