

## К ОБОСНОВАНИЮ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ШНЕКОВОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ СЫРЬЯ ЛАВАНДОУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ

Ена В.Д., к.т.н., доцент

ЮФ НУБиП Украины «Крымский агротехнологический университет»

*В статье изложен метод определения оптимального значения расстояния между осями шнеков как одного из основных параметров двухшнекового распределителя. Особенность работы двухшнекового распределителя – перемещение массы двумя шнеками не в жестком кожухе, а непосредственно в сырье.*

*Ключевые слова: метод, распределитель, лавандоуборочная машина, шнек, параметры.*

**Постановка проблемы.** Для распределения массы в бункерах лавандоуборочных машин и в силосных башнях применяют шнековый распределитель. Распределитель состоит из двух встречновращающихся шнеков, установленных над бункером, с зеркальным расположением витков. Применение данного рабочего органа позволяет загружать в бункер до 500 кг сырья без применения ручного труда. Кроме того, данный рабочий орган осуществляет постоянный отвод массы от подающего транспортера, что снижает потери от обратной подачи. Особенностью работы шнекового рабочего органа является то, что он перемещает массу не по жесткому металлическому кожуху, а непосредственно в сырье. При этом масса движется не только между витками шнеков, но и в технологическом зазоре между ними, который заполняется сырьем за счет его связности. Одним из основных параметров шнекового рабочего органа, влияющим на его производительность, является расстояние между осями шнеков.

**Анализ публикаций.** В сельскохозяйственных машинах шнеки (винтовые транспортеры) получили очень широкое распространение. Они могут перемещать самый разнообразный материал в горизонтальном, наклонном и вертикальном направлениях. В справочной литературе шнек определяется как винтовой конвейер непрерывного действия, применяемый для перемещения зерновых, пылевидных, молотых и мелкокусковых материалов [1]. Действие шнека согласно теории состоит в том, что транспортируемый материал под воздействием на него винтовой поверхности шнека перемещается только вдоль оси к выходному концу шнека, подобно тому как движется вдоль винта гайка, удерживаемая от вращения. Силой удерживающей материал от выражения вместе с винтом, служит сила веса материала, а также сила трения его о стенки кожуха. На основании этого положения установлена связь между производительностью  $Q$  и основными параметрами шнека:

$$Q = \kappa \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) S n \gamma, \quad (1)$$

где  $\kappa$  – коэффициент наполнения;

$D$  - наружный диаметр винта;

$d$  - диаметр вала винта;

$S$  – шаг винта;

$n$  – частота вращения шнека;

$\gamma$  - плотность материала.

В.А. Силин [2], за основу теории винтового транспортера берет движение материальной точки под воздействием винтовой поверхности. Линия винтовой поверхности представляется гипотенузой треугольника, у которого один катет равен длине окружности  $\pi D$ , а второй – шагу винта  $S$ . При учете трения частицы по винтовой поверхности последняя будет перемещаться не в направлении, перпендикулярном линии винтовой поверхности и составляющей с осью шнека угол  $\alpha$ , а отклонится от оси шнека на угол  $(\alpha + \varphi)$ , где  $\varphi$  - угол трения частицы о поверхность шнека.

Некоторые авторы [3,4] исследуют процесс перемещения сыпучих материалов вертикальными, наклонными и горизонтальными шнеками на основе кинематики и динамики сыпучих тел. Исследования показали, что при полностью заполненном шнеке и установившемся режиме работы сыпучий материал образует непрерывное сыпучее тело, не имеющее внутренних сдвигов и находящееся в объемном напряженном состоянии всестороннего сжатия, при этом оно совершает винтообразное движение с постоянной поступательной и угловой скоростями всех частиц. В этом случае сила тяжести не изменяет скорости частицы, а воздействует лишь на напряженное состояние сыпучего тела в целом.

При рассмотрении процесса транспортирования различные авторы принимали различные допущения: либо допуская, что каждая частица транспортируемого материала движется со своими угловой и осевой скоростью, либо считая, что все частицы материала в высокооборотном полностью заполненном шнеке движутся с одинаковыми угловой и осевой скоростями, равными скоростям частиц, совпадающих с центрами давлений транспортируемой массы на ленту шнека. Данные различия в допущениях при рассмотрении процесса транспортирования привели к различным подходам к определению производительности шнека. В отличие от винтовых конвейеров транспортирование сырья в двухшнековом рабочем органе башенного распределителя или бункера, происходит не в жестком кожухе, а в самом материале. Перемещаемая масса движется не только между витками, но и в межшнековом пространстве за счет связности сырья. В связи с этим теоретические исследования винтовых транспортеров не могут быть полностью использованы при исследовании процессов происходящих в двухшнековом распределителе.

**Целью работы** является определение оптимального межшнекового расстояния двухшнекового распределителя при котором достигается максимальная производительность.

Для определения оптимального межшнекового расстояния рассмотрим формулу производительности двухшнекового рабочего органа.

$$Q = \frac{Sn}{60} \gamma [2\psi_1 F_1 + \psi_2 F_2], \quad (2)$$

где  $\psi_1$  - коэффициент заполнения шнеков;

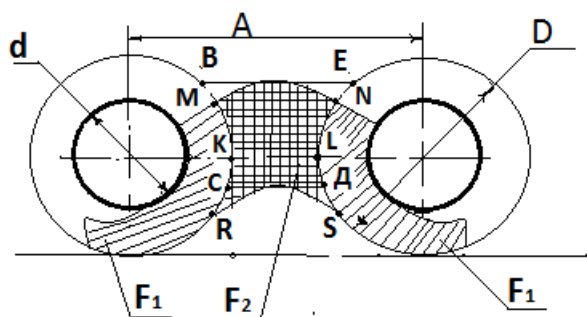
$F_1$  - площадь поперечного сечения материала находящегося между витками, (рис.1);

$\psi_2$  - коэффициент заполнения межшнекового пространства;

$F_2$  - площадь поперечного сечения материала находящегося в межшнековом пространстве.

Экспериментально установлено [5], что максимальная производительность шнекового распределителя достигается при максимальном значении площади поперечного сечения материала находящегося в межшнековом

пространстве  $F_2$ . При этом достигают максимума и коэффициенты  $\psi_1$  и  $\psi_2$ . Исходя из этого максимальную производительность будем рассчитывать по максимуму площади  $F_2$ , допуская значения коэффициентов  $\psi_1$  и  $\psi_2$  постоянными.



**Рис.1. Схема сечения слоя массы лаванды транспортируемой шнековым распределителем**

Найдем площадь  $F_2$  (рис. 1), которая представляет собой сложную фигуру MRSN. Для упрощения расчетов можно принять ее равной площади фигуры BCDE, которая состоит из двух равных трапеций KCLD и BKLE. Определим площадь фигуры BCDE, приняв  $KL = x$ ,  $CD = L$ .

$$F_2 = (x + L) \sqrt{\left[ \left( \frac{D}{2} \right)^2 - \left( \frac{D + x - L}{2} \right)^2 \right]} \quad (3)$$

Для нахождения оптимальной величины  $x$ , при которой площадь  $F_2$ , а следовательно и производительность двухшнекового рабочего органа будет

максимальной, необходимо исследовать зависимость (3) на экстремум путем определения производной  $\frac{dF_2}{dx}$  и нахождения значения  $x$  при котором данная производная равняется нулю.

$$\frac{dF_2}{dx} = \frac{\left[ \left(\frac{D}{2}\right)^2 - \frac{(x+D-L)^2}{2} \right] - (x+L)(D+x-L)}{\sqrt{\left[ \left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{x+D-L}{2}\right)^2 \right]}} = 0; \quad (4)$$

$$X_{max} = 0,25 \left[ 2L - 3D + \sqrt{(3D - 2L)^2 + 8DL} \right]; \quad (5)$$

Межосевое расстояние, соответствующее максимальной производительности двухшнекового распределителя, будет равно:

$$A_{opt} = D + 0,25 \left[ 2L - 3D + \sqrt{(3D - 2L)^2 + 8DL} \right]; \quad (6)$$

Из равенства (6) следует, что оптимальное расстояние между осями шнеков, при неизменном их диаметре, зависит от величины  $L$  которая определяется связностью массы, длиной резки стеблей, плотностью и влажностью сырья. Определить значение  $L$  можно экспериментально – по высоте неподвижного вала  $h$  в межшнековом пространстве:

$$L = D + x - 2\sqrt{h(D-h)}, \quad (7)$$

или по технологическому зазору между витками шнеков, при котором прекращается транспортировка массы в межшнековом пространстве. При  $F_2 = 0$  производительность двухшнекового рабочего органа равна производительности двух отдельно работающих шнеков. Но согласно (3),

$F_2 = 0$  при  $x=L$ . Следовательно технологический зазор при котором прекращается транспортировка массы в межшнековом пространстве, равен  $L$ .

Полученные формулы были применены для определения расстояния между осями шнеков в бункере лавандоуборочной машины. Значение  $L$  определяли по высоте неподвижного вала в межшнековом пространстве по формуле (7). Для шнеков, вращающихся навстречу друг другу с частотой вращения 80 об/мин, при средневзвешанной длине стеблей 240-260мм, плотности массы  $60-65 \text{ кг/м}^3$ , влажности 55-58%, значение  $h$  находится в пределах 32-38мм. При этом длина связности стеблей  $L$  равна 208-232мм, а межосевое расстояние  $A=412-426$  мм. В экспериментальных условиях при расстоянии  $A$  принятом равным 423мм осуществлялась устойчивая транспортировка и распределение масс при максимальной подаче сырья в бункер, составляющей 3,30 кг/с.

### Выводы.

1 Для заданных условий работы двухшнекового рабочего органа и физико-механических свойств сырья, длина связности стеблей  $L$  может быть определена по высоте неподвижного вала в межшнековом пространстве по формуле (7), или по максимальному технологическому зазору между шнеками,

при котором прекращается транспортировка массы в межшнековом пространстве.

2. По формуле (6) можно определить межосевое расстояние в двухшнековом рабочем органе, соответствующее максимальной производительности при изменении зазора между шнеками в пределах от 0 до L.

#### Список использованных источников

1. Клецкин М.И. Справочник конструктора сельхозмашин. –М.: Агропромиздат, 1967, т.1.-с.321.
2. Силин В.А. Теоретические и экспериментальные исследования шнека и торфяного пресса: Дис... Канд. Техн. наук.- Киев. 1989.-179с.
3. Янчин С.К. Исследование перемещения сыпучих кормов винтовыми транспортерами: Дис... канд. Техн. наук. – Ростов на Дону, 1986.- 215с.
4. Янчин С.К. О производительности винтовых транспортеров // Труды АЧИМСХ – М. Россельхозиздат, 1983. – с. 43-53.
5. Батищев В.П. Исследование процесса перемещения корма двухшнековым башенным распределителем. /Труды Всероссийского научно-исследовательского и проектно-технологического института механизации животноводства. Т.6 – Подольск, 1975, -с. 66-69.

**Єна В.Д. До обґрунтування геометричних параметрів шнекового розподільника сировини лавандоуборочної машини.**

У статті викладений метод визначення оптимального значення відстані між осями шнеків як одного з основних параметрів двошнекового розподільника. Особливість роботи двошнекового розподільника – перемещення маси двома шнеками не в жорсткому кожусі, а безпосередньо в сировині.

**Ключові слова:** метод, розподільник, лавандоуборочная машина, шнек, параметри.

**Ena V.D. The validation of the geometric parameters of screw machine lavandoubochnoy distributor of raw materials.**

Method of the determination of the best value of the distance is stated in article between axes screw as one of the main parameter screw distributor. The Particularity of the work distributor -a moving the mass two screw not in hard cover, but right in raw material.

**Keywords:** method, distributor, lavandoubochnaya machine, screw, parameters.