

наук. 2001. №3. – С. 123–128.

5. Платонов В. Ф. Полноприводные автомобили. – 2-е изд., переработ. и доп. – М.: Машиностроение, 1989.

6. Высоцкий М. С., Дубовик Д. А. // Докл. НАН Беларуси. 2007. Т. 51, № 2. С. 91–94.

7. Способ испытания управляемости колесных машин: пат. 8385 Респ. Беларусь, МПК7 G 01 M 17/00 / Д.А. Дубовик; заявитель НИРУП "Белавтотракторостроение". – № 20031255; Заявл. 31.12.03; Опубл. 30.08.06 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2005. — № 3. — С. 111.

УДК 631.333

ОБОСНОВАНИЕ ШИРИНЫ ЗАБОРНОЙ КАМЕРЫ ШНЕКОВОГО ПОДАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Голдыбан В.В. (НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства)

К прицепным машинам для внесения минеральных удобрений предложено шнековое подающее устройство (ШПУ), выполненное в виде винтов, помещенных в цилиндрические вращающиеся кожухи со спиралевидными ленточными вырезами, позволяющее снизить энергоёмкость подачи материала из бункера на распределяющие рабочие органы. Рассмотрены теоретические предпосылки к обоснованию рациональной ширины выреза в кожухе.

Введение

При использовании горизонтально расположенного подающего устройства (ПУ) в прицепных машинах для внесения минеральных удобрений наблюдается зависание материала в зоне шибера и образование так называемой «мёртвой зоны» [1, 2]. Причиной тому являются значительные напряжения, возникающие в зоне выгрузки от сил трения между материалом, выносимым ПУ, и неподвижной массой удобрений в бункере, которые вызывают уплотнения материала у передней стенки. Удобрения, обладающие достаточным сцеплением, образуют над заполненной частью ПУ устойчивый свод, который ухудшает условия истечения материала из бункера и создаёт дополнительное давление на транспортируемое сыпучее тело. Такой характер истечения материала из бункера приводит к неоправданному расходу мощности на привод ПУ, возникает необходимость применения металлоёмкого, громоздкого и габаритного привода.

Основная часть

С целью снижения энергоёмкости процесса подачи удобрений из кузова к распределяющим рабочим органам нами предложена машина для внесения минеральных удобрений [3, 4], содержащая шнековое подающее устройство, состоящее из кожухов и винтов (рисунок 1). Кожухи ШПУ выполнены цилиндрическими с возможностью вращения и имеют спиралевидные ленточные вырезы с шагом, равным длине кожуха. Сверху кожухов ассиметрично им расположен рассекающий потока, воспринимающий давление столба материала в кузове и перекрывающий восходящие ветви винтов.

Устройство работает следующим образом. При включении ВОМ трактора удобрения, поступающие в ШПУ из кузова, заполняют пространство между витками винта и стенками кожуха, проникая туда через заборную камеру А, и транспортируются, не подвергаясь давлению столба материала, к туконаправителю.

Заборная камера А представляет собой видимую сверху и сбоку (рисунок 1) часть спиралевидного ленточного выреза в кожухе. За время разгрузки кузова кожух совершает всего 1-2 оборота (посредством храпового механизма) в сторону, противоположную направлению вращения винта, вызывая тем самым перемещение заборной камеры А к передней части кузова. Это обеспечивает постепенную разгрузку кузова и исключает

воздействие столба материала на закрытую кожухом основную часть винта. Таким образом, энергия затрачивается практически только на перемещение материала винтом в кожухе ШПУ.

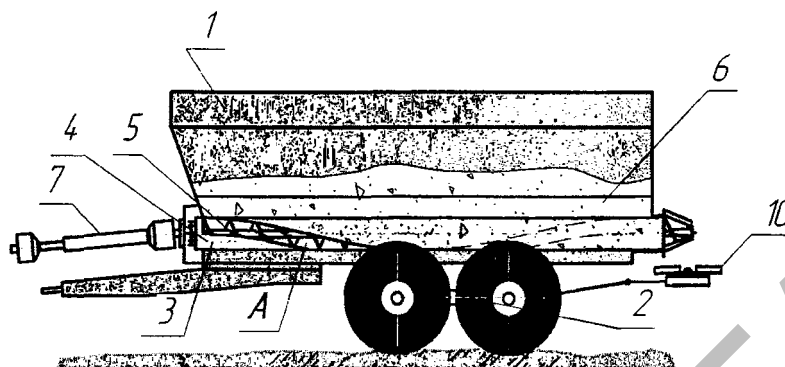


Рисунок 1 – Машина для внесения минеральных удобрений с подающим устройством шнекового типа:

1-кузов, 2-шасси, 3-шнековое подающее устройство, 4-кожух, 5-винт, 6-рассекатель потока, 7-механизм привода

Для того чтобы в заборной камере ШПУ не создавался избыток удобрений, следовательно, была бы исключена возможность забивки, необходимо, чтобы количество удобрений, поступающее в заборную камеру в единицу времени, не превышало пропускной способности винта. С другой стороны, если в заборную камеру в секунду поступает удобрений меньше, чем винт может переместить, то ПУ работает с недогрузкой, что приводит к повышению неравномерности внесения. Основопологающим здесь является правильный выбор параметров заборной камеры.

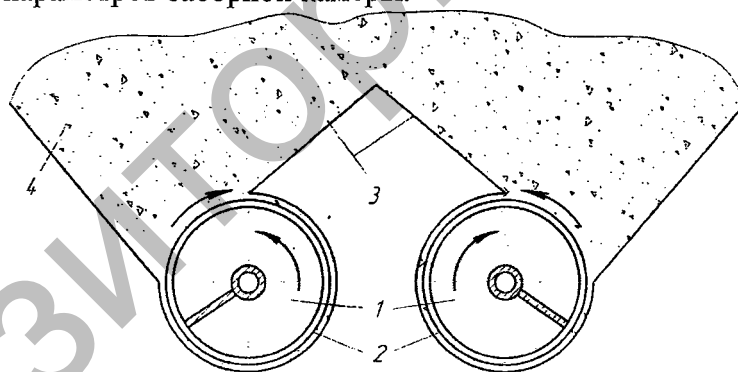


Рисунок 2 – Поперечный разрез ШПУ:

1-винт, 2-кожух, 3-рассекатель потока, 4-бункер

В предложенной нами конструкции ШПУ размеры заборной камеры ограничены рассекателем потока и коробом, в котором вращается кожух (рисунок 2). Единственным неопределённым размером является ширина выреза в кожухе. Её находим из следующих соображений: наибольшая вероятность полного забора материала шнеком существует, когда окружная скорость шнека близка к скорости истечения материала из бункера

$$v_{окр} \leq v_{ист} \quad (1)$$

В литературе отношение этих скоростей характеризует коэффициент возможного проникновения или коэффициент забора материала [5]. Необходимым условием нормальной работы ШПУ является равенство коэффициента забора единице

$$k = \frac{v_{ист}}{v_{окр}} = 1, \quad (2)$$

**Секция 1: Сельскохозяйственные машины и тракторы:
расчет, проектирование и производство**

где $v_{ист}$ – скорость истечения материала, м/с;

$v_{окр}$ – окружная скорость винта шнека при перемещении материала, м/с.

$$v_{ист} = \sqrt{\frac{gR_{зк}}{f_0}}, \quad (3)$$

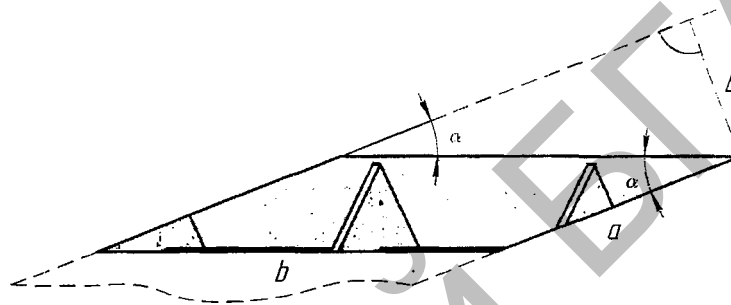
где $R_{зк} = F_{зк} / P$ – гидравлический радиус отверстия заборной камеры, м;

$F_{зк}$ – площадь заборной камеры, м²;

P – периметр заборной камеры, м;

f_0 – коэффициент внутреннего трения материала.

В развёрнутом виде заборная камера представляет собой параллелограмм со сторонами a и b (рисунок 3).



□ — заборная камера, - - - - - спиралевидный ленточный вырез в кожухе, □ — винт.

Рисунок 3 – Заборная камера шнекового подающего устройства

Длина меньшей стороны заборной камеры

$$a = \frac{L}{4}, \quad (4)$$

где $L = \frac{2\pi r_k}{\operatorname{tg} \alpha}$ – длина полного витка образующей винтовой линии

шагом h , м;

r_k – наружный радиус кожуха, м;

α – угол подъёма винтовой линии.

Длина большей стороны заборной камеры

$$b = \frac{B}{\sin \alpha}, \quad (5)$$

где B – ширина спиралевидного ленточного выреза в кожухе, м.

Следовательно,

$$F_{зк} = \frac{L}{4} \times \frac{B}{\sin \alpha} \times \sin \alpha = \frac{LB}{4}. \quad (6)$$

Тогда

$$R_{зк} = \frac{BL \sin \alpha}{8B + 2L \sin \alpha}. \quad (7)$$

Подставив в формулу (3) $R_{зк}$, получим

$$v_{ист} = \sqrt{\frac{gBL \sin \alpha}{f_0 (8B + 2L \sin \alpha)}}. \quad (8)$$

$$v_{окр} = \frac{\pi r n}{30}, \quad (9)$$

где r – радиус наружной кромки винта, м;

n – число оборотов винта, мин^{-1} .

Таким образом, формула (2) примет вид

$$k = \frac{30}{\pi r n} \sqrt{\frac{gBL \sin \alpha}{f_0(8B + 2L \sin \alpha)}} \quad (10)$$

Откуда ширина выреза в кожухе

$$B = \frac{2k^2 f_0 L \sin \alpha}{\left(\frac{30}{\pi r n}\right)^2 gL \sin \alpha - 8k^2 f_0} \quad (11)$$

Анализ выражения (11) показывает, что оптимальная ширина выреза в кожухе ПУ для коэффициента забора $k=1$ увеличивается с возрастанием частоты вращения винта до определённого значения, а затем снижается (рисунок 4). Главной причиной этого является снижение коэффициента наполнения винта из-за ухудшения его заборной способности в загрузочной части. Для заданного режима работы и рассчитанных параметров заборной камеры, обеспечивающих стабильную работу ШПУ, увеличение частоты вращения винта выше оптимальной приводит к снижению коэффициента забора материала. Ухудшаются условия проникновения материала в кожух ШПУ.

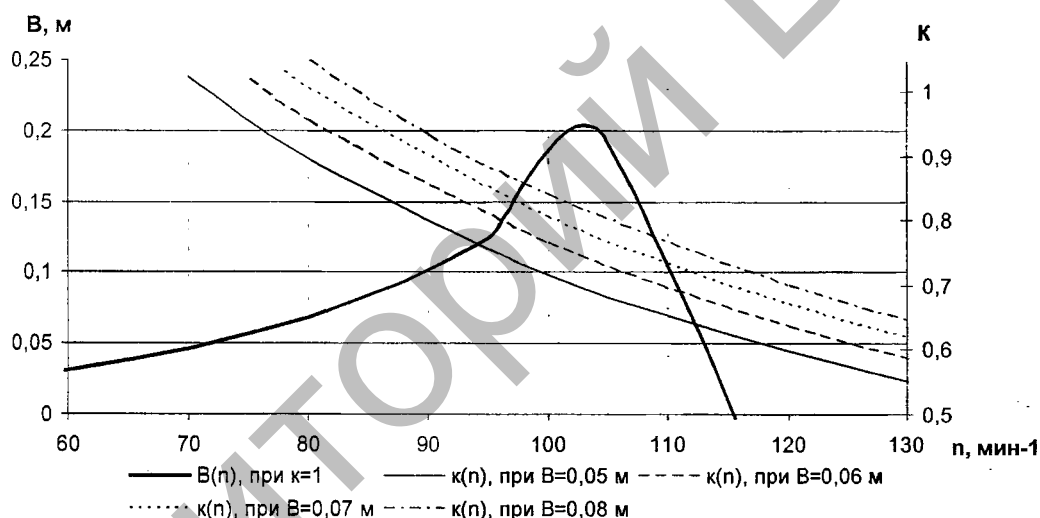


Рисунок 4 – Зависимость ширины ленточного выреза в кожухе и коэффициента забора материала от частоты вращения винта ШПУ

Пример расчёта. Определим ширину ленточного выреза шнекового подающего устройства при горизонтальном перемещении двойного суперфосфата.

Исходные данные:

- обороты винта..... $n = 80 \text{ мин}^{-1}$;
- коэффициент внутреннего трения материала..... $f_0 = 0,64$;
- радиус наружной кромки винта $r = 0,15 \text{ м}$;
- наружный радиус кожуха..... $r_k = 0,082 \text{ м}$;
- угол подъёма винтовой линии..... $\alpha = 7^\circ$;
- коэффициент проникновения $k = 0,96$.

1) Длина полного витка образующей винтовой линии

$$L = \frac{2 * 3,14 * 0,08}{\text{tg } 7^\circ} = 4,71 \text{ м}.$$

2) Ширина выреза в кожухе

$$B = \frac{2 \times 1^2 \times 0,64 \times 4,71 \times \sin 7^\circ}{\left(\frac{30}{3,14 \times 0,075 \times 80} \right)^2 \times 9,81 \times 4,71 \times \sin 7^\circ - 8 \times 1^2 \times 0,64} = 0,068 \text{ м},$$

что по отношению к диаметру кожуха составит $\frac{B}{d_k} = 0,42$.

Таким образом, при ширине выреза в кожухе $B = 0,068 \text{ м}$ и частоте вращения винта $n = 80 \text{ об/мин}$ создаются оптимальные условия для поступления материала в кожух ШПУ и его дальнейшего перемещения к распределяющим рабочим органам.

Заключение

Полученное выражение (11), учитывающее конструктивные и скоростные параметры кожуха и винта, а также свойства транспортируемого материала, позволяет определить рациональную ширину выреза в кожухе и обеспечить устойчивую работу и необходимую пропускную способность ПУ.

Литература

1. Харо, О.Е. Установление основных параметров загрузочной воронки и питателя в передвижных бункерах-питателях, используемых для перемещения связных глинистых пород: дис. ... канд. техн. наук: 05.17.04 / О.Е. Харо. – ВНИИ железобетон, 1970. – 238 с.
2. Енчев, С.С. Определение параметров бункера для связных сыпучих материалов при совместной работе с ленточным питателем: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / С.С. Енчев – Москва, 1984. – 146 с.
3. Голдыбан, В.В. Пути снижения энергоёмкости внесения удобрений кузовными машинами / В.В. Голдыбан // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: сб. ст. – 2007. – С. 92-96.
4. Разбрасыватель минеральных удобрений: пат. 4143 Респ. Беларусь, МПК6 А 01 С 15/00 / Л.Я. Степук, В.В. Голдыбан, С.А. Казаченок, П.И. Нитиевский; заявитель Респуб. унитар. предпр. «НПЦ НАН Беларуси по механизации сел. хоз». – № 20070502; заявл. 07.09.2007; опубл. 10.15.2007.
5. Иванов, В.Г. Исследование скоростных шнеков / В.Г. Иванов // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1962. – № 5. – С. 27-29.

УДК 631.347

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В ГИБКОМ ТРУБОПРОВОДЕ БАРАБАННО-ШЛАНГОВОЙ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Дашков В.Н., Капустин Н.Ф., Басаревский А.Н. (БГАТУ)

В статье проведен анализ формул для расчета гидравлически гладких труб, показано, что известные в настоящее время зависимости для определения гидравлических потерь в изогнутых трубопроводах охватывают область до $Re \leq 10^5$. Предложена формула для определения гидравлических потерь в гибком трубопроводе, навитом по винтовой линии, в области с $Re > 10^5$, в соответствии с которой потери в зависимости от отношения среднего радиуса навивки к расчетному диаметру трубопровода будут больше потерь на прямом участке в среднем на 15 – 30 %. Дана графическая интерпретация полученной формулы.