

УДК 631.331.86

UDC 631.331.86

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

05.20.01-Technologies and means of agricultural mechanization (technical sciences)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СЕЯЛКИ С ЦЕНТРАЛЬНО-ДОЗИРУЮЩЕЙ СИСТЕМОЙ

TECHNOLOGICAL AND DESIGN PARAMETERS OF A PNEUMATIC SEEDER WITH A CENTRAL DOSING SYSTEM

Богус Азамат Эдуардович
ст. преподаватель кафедры «Процессы и машины в агробизнесе», SPIN-код 9567-1848,
email: azamat089@gmail.com
Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Bogus Azamat Eduardovich
senior lecturer, RSCI SPIN-code:9567-1848
email: azamat089@gmail.com

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Описаны причины неравномерного распределения семян пневматическими зерновыми сеялками. Для теоретического обоснования режимов работы пневматической сеялки были рассчитаны коэффициенты весовой концентрации семян в воздушном потоке при различных нормах высева и скоростях движения. Рассчитана минутная подача семян и производительность посевной машины для ширины захвата 8,4 м. Получено уравнение постоянства расхода семян, и уравнение, определяющее общие потери давления в пневмопроводе, складывающиеся из суммы потерь в приемнике, потерь на разгон материала, после приемника, и потерь на установившееся движение пневмосмеси

The article describes reasons for uneven distribution of seeds by pneumatic grain drills. For the theoretical justification of the operation modes of the pneumatic seeder, we have calculated the coefficients of the weight concentration of seeds in the air stream for different seeding rates and movement speeds. We have also calculated feed rate of seeds and planting performance of the machine for working width of 8.4 m. We have derived an equation of constancy of consumption of seeds, and the equation determining total pressure loss in the pneumatic conduit, emerging from the sum of the losses in the receiver, losses on the dispersal of the material after the receiver, and losses on the stopped movement of pneumatic mixtures

Ключевые слова: ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ЗЕРНОВЫЕ СЕЯЛКИ, УРАВНЕНИЕ ПОСТОЯНСТВА РАСХОДА, АЭРОСМЕСЬ, ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ, СЕМЕНА

Keywords: PNEUMATIC GRAIN SEEDERS, CONSTANCY EQUATION FLOW RATE, AIR MIXTURE, PRESSURE LOSS, SEEDS

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-159-002>

Введение

Процесс доставки зерна через пневмопровод к распределителям современных сеялок несомненно обладает особенностями, характерными для внутрицехового пневматического транспорта на мельницах и различных отраслях промышленности.

В связи с тем, что предприятия сельхозмашиностроения нашей страны начали выпускать сеялки в последние годы с центральным высевающим аппаратом без соответствующего теоретического обоснования в результате их испытаний выявлены существенные недостатки. Они заключаются в

следующем:

- недостаточные пропускная способность и равномерность подачи семян в сошники;
- неравномерность распределения семян между отдельными сошниками.

Причиной приведенных недостатков является недостаточная турбулизация аэросмеси в пневмопроводе и в таком конструктивном элементе, как отвод (колено), приводящем не только к снижению скорости потока, но и повреждению транспортируемого материала, износу отвода, а также падению давлению [1].

Коэффициент весовой концентрации

Исследованиями А.И. Дзядзио установлено [3], что в пневмопроводах колебания удельного веса воздуха происходят в пределах $\pm 10\%$. Однако они не оказывают значимого влияния на результаты расчетов, выполняемых с помощью данного показателя. В связи с этим принимают плотность воздуха равным $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$.

Для круглого пневмопровода расход воздуха при давлениях 9810 Па определяют по формуле:

$$Q = 47,1vD^2 \quad (1)$$

где v - скорость воздуха, м/с;

D - внутренний диаметр пневмопровода, м.

Величину коэффициента весовой концентрации определяют по уравнению:

$$\mu = \frac{G_p}{Q} = \frac{G_p}{1,2Q} \quad (2)$$

где G_p – расход материала в кг/мин;

Q – расход воздуха, м³/мин.

Скорость воздуха измеряли на входе в дозирующее устройство и пе-

ред распределителем семян с помощью дифманометра-термоанемометра ДИ-8920. Перед дозатором скорость измерялась в диапазоне 43-59 м/с при среднем значении за все эксперименты 51,27 м/с [2].

Для случаев минутной подачи материала средние значения скоростей перед распределителем составили 35,0; 35,6 и 35,6 м/с.

Нормы высева семян озимых колосовых культур изменяются в диапазоне 150-200-250 кг/га.

Высев посевного агрегата за 1 минуту определяют через его часовую производительность по формуле:

$$W_T = 0,1Bv \quad (3)$$

Если принять ширину захвата агрегат $B_p=8,4$ м, а скорости движения 8 км/ч; 10 км/ч; 12 км/ч, то получим:

$$W_T^1 = 0,1 \cdot 8,4 \cdot 8 = 6,72 \text{ га/ч};$$

$$W_T^2 = 0,1 \cdot 8,4 \cdot 10 = 8,40 \text{ га/ч};$$

$$W_T^3 = 0,1 \cdot 8,4 \cdot 12 = 10,08 \text{ га/ч}.$$

Высевы за 1 час работы сеялки с соответствующими нормами:

$$G_p^1 = 6,72 \cdot 150 = 1008,0 \text{ кг/ч};$$

$$G_p^2 = 8,40 \cdot 200 = 1680,0 \text{ кг/ч};$$

$$G_p^3 = 10,08 \cdot 250 = 2520 \text{ кг/ч}.$$

Отсюда минутные высевы составляют:

$$G_{P_{мин}}^1 = 1008,0/60 = 16,8 \text{ кг/мин};$$

$$G_{P_{мин}}^2 = 1680,0/60 = 28 \text{ кг/мин};$$

$$G_{P_{мин}}^3 = 2520,0/60 = 42,0 \text{ кг/мин}.$$

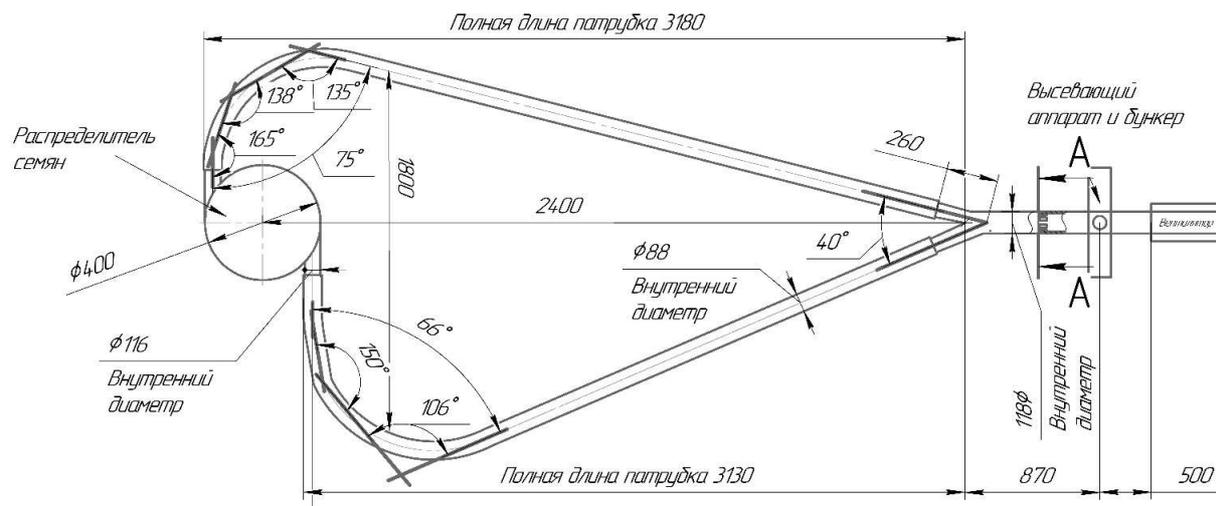


Рисунок 1 – Схема пневмопровода экспериментальной высевающей системы.

Используя некоторые параметры из рисунка 1 и значения скоростей воздуха на входе в распределитель v , определяем по формуле (1) показатели расхода несущей среды, а затем массовые концентрации μ :

$$Q_1 = 47,1 \cdot 35,0 \cdot 0,088^2 = 12,77 \text{ м}^3/\text{мин};$$

$$Q_2 = 47,1 \cdot 35,6 \cdot 0,088^2 = 12,98 \text{ м}^3/\text{мин};$$

$$Q_3 = 47,1 \cdot 35,6 \cdot 0,088^2 = 12,798 \text{ м}^3/\text{мин};$$

$$\mu_1 = \frac{16,8}{1,2 \cdot 12,77} = \frac{16,8}{15,3} = 1,1;$$

$$\mu_2 = \frac{28,0}{1,2 \cdot 12,98} = \frac{28,0}{15,58} = 1,8;$$

$$\mu_3 = \frac{42,0}{1,2 \cdot 12,98} = \frac{42,0}{15,58} = 2,7$$

Так как массовая и объемная концентрации связаны между собой соотношением $\mu = \mu \frac{\rho_T}{v\rho}$, значения μ рассчитываем по формуле:

$$\mu_v = \frac{\mu\rho}{\rho_T} \tag{4}$$

где ρ_T – насыпная плотность пшеницы.

Последовательно подставляя в формулу (4) значения известных пока-

зателей, получим:

$$\mu_v^1 = \frac{1,1 \cdot 1,2}{730} = \frac{1,32}{730} = 0,002;$$

$$\mu_v^2 = \frac{1,8 \cdot 1,2}{730} = \frac{2,16}{730} = 0,003$$

$$\mu_v^3 = \frac{2,7 \cdot 1,2}{730} = \frac{3,24}{730} = 0,004$$

Полученные значения коэффициентов концентрации свидетельствуют о том, что режим транспортирования семян пшеницы от дозатора до распределителя происходит в разреженной фазе. Как правило, массовые концентрации μ таких потоков не превышают 30, а объемные – $\mu_v < 0,05$.

Наряду с уравнениями постоянства расхода и для определения весовой и объемной концентраций важное значение имеет также уравнение определяющее общие потери давления в пневмопроводе, складывающиеся из суммы потерь в приемнике, потерь на разгон материала, после приемника, и потерь на установившееся движение пневмосмеси применительно к схеме, представленной на рисунке 1:

$$H_{ny} = H_{np} + H_p + H_{mn} \quad (5)$$

Пневматическая система экспериментальной сеялки для посева зерновых колосовых культур (рисунок 1) включает вентилятор, дозатор, пневмопровод диаметром 118 мм, который через 1370 мм раздваивается на левый и правый ветви диаметром 88 мм и распределитель семян в виде цилиндра с крышкой и доньшком с отверстиями.

Общая длина правого пневмопровода составляет 4,47 м, а левого – 4,07 м. Они складываются из прямолинейных участков и криволинейных отрезков параболического типа, как это показано на рисунке 2.7.

Потери давления (Па) в приемнике рассчитывается по формуле:

$$H_{np} = z \frac{\rho v^2}{2g} = zH_d \quad (6)$$

где z – коэффициент сопротивления от приемника в виде бункера, равный 1,0 ;

ρ – плотность воздуха, кг/м³ ;

v – скорость воздуха, м/с .

Так как $\frac{\rho}{2g} = 0,061$, то

$$H_{\text{пр}} = 0,061zv^2 \quad (7)$$

Потери давления (Па) на разгон транспортируемого материала зависят от величины μ , но не зависят от длины участка и определяются по уравнению:

$$H_{\text{пр}} = \beta\mu \frac{\rho v^2}{2g} = \beta\mu H_{\text{д}} = 0,061\beta\mu v^2 \quad (8)$$

где β – коэффициент разгона, зависящий от вида зернового материала.

Обычно для горизонтальных пневмопроводов значение β рассчитывают по формуле:

$$\beta = 0,938 \frac{vD^{0,5}}{v_{\text{сум}}} \quad (9)$$

В общем виде потери давления (Па) в пневмопроводах из гибких шлангов при установившемся равномерном движении для схем типа (рисунок 1) определяют по формуле:

$$H_{\text{мн}} = H + H_{\text{м}} \quad (10)$$

При движении по пневмопроводу чистого воздуха потери давления определяют по формуле:

$$H = Rl + \sum zH_{\text{д}} = Rl + 0,061 \sum zv^2 \quad (11)$$

где R – потери давления на 1м длины пневмопровода (принимается равной 100 или 150 Па).

Потери давления (Па) при движении материала определяют по формуле:

$$H_M = R_{MT}l_G + \sum zH_D \quad (12)$$

где R_{MT} – принимается ориентировочно в диапазоне 300...400 Па;

l_G – длина горизонтального участка, м.

Выводы

1. Распределители семян в современных сеялках централизованного высева не обеспечивают в достаточной степени агротехнические требования по общей неустойчивости высева и неравномерности высева между отдельными сошниками из-за слабой турбулизации пневмосмеси.

2. Показатели высева семян зерновых колосовых культур можно улучшить путем выбора высоких скоростей, соответствующих максимальным значениям числа Рейнольдса, т.е. $Re = 10^5 \dots 10^6$.

3. Для транспортирования семян в пневмопроводах с высокой скоростью наряду с выбором соответствующего вентилятора необходимо избегать применения отводов с горизонтали на вертикаль и с вертикали на горизонталь.

4. Аналитическими исследованиями установлено, что отводы в горизонтальной плоскости в виде кубической параболы $y = \frac{8}{27D^2}x^3$ с крайними значениями абсциссы $3D$ и ординаты $8D$ не приводят к снижению скорости транспортирования семян и их травмированию.

Библиографический список

1. Богус А. Э. Анализ причин неравномерного распределения посевного материала в распределительных системах зерновых пневматических сеялок с центральным дозированием / А. Э. Богус // сборник статей по материалам 72-й научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2016 г. – 2017. – С. 281-282.

2. Богус А. Э. Анализ процесса работы распределительных устройств зерновых пневматических сеялок / А. Э. Богус // сборник статей по материалам 73-й научно-практической конференции преподавателей. – 2018. – С. 267-268.

3. Зуев Ф. Г. Пневматическое транспортирование на зерноперерабатывающих предприятиях. [Текст] / Ф. Г. Зуев – М.: Колос, 1976. - 344 с.

References

1. Bogus A. Je. Analiz pricin neravnomernogo raspredelenija posevnogo materiala v raspreditel'nyh sistemah zernovyh pnevmaticeskikh sejalok s central'nym dozi-rovaniem / A. Je. Bogus // sbornik statej po materialam 72-j nauchno-prakticheskoj konferencii prepodavatelej po itogam NIR za 2016 g. – 2017. – S. 281-282.
2. Bogus A. Je. Analiz processa raboty raspreditel'nyh ustrojstv zernovyh pnevmaticeskikh sejalok / A. Je. Bogus // sbornik statej po materialam 73-j nauchno-prakticheskoj konferencii prepodavatelej. – 2018. – S. 267-268.
3. Zuev F. G. Pnevmaticheskoe transportirovanie na zernopererabatyvajushhix predpriyatijah. [Tekst] / F. G. Zuev – M.: Kolos, 1976. - 344 s.