

УДК 631.361
© 2015

Беседа А. А., кандидат технических наук

Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко

ИССЛЕДОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРИ ОБТЕКАНИИ ПОСЕВНОГО МАТЕРИАЛА ПОТОКОМ В СЕМЯТУКОПРОВОДЕ

Рецензент – доктор технических наук А. В. Чесноков

Работа посвящена исследованию движения посевного материала под действием силы тяжести в семявысеивающей системе, а именно высеивающий аппарат – семятукопровод – направляющее устройство – подлаповое пространство лапового сошника – распределительное устройство. Теоретически описано влияние сопротивления при обтекании посевного материала на примере озимой пшеницы. Которое рассматривается с учетом формы профиля его обтекаемого тела потоком в семятукопроводе, при условии пневмомеханической подачи, что дает возможность представить и теоретически описать общую схему движения посевного материала в семявысеивающей системе.

Ключевые слова: лобовое сопротивление, обтекаемое тело, сила, семяпровод, посевной материал, форма тела, пневмотранспортирование.

Постановка проблемы. Необходимо исследовать сопротивления при обтекании посевного материала потоком в семятукопроводе посевных машин. Одним из факторов, которые влияют на поток посевного материала при движении в семятукопроводе и его конструктивных элементах распределения – сила сопротивления при обтекании посевного материала потоком.

Анализ последних достижений и публикаций, в которых основано решение проблемы. Аналогичные проблемы относительно земледельческой механики решались академиком П. М. Заикой [1], профессором И. В. Морозовым [2] и другими. Рядом авторов исследовалось влияние направляющих элементов на посевной материал в сошниках, на качество высева сельскохозяйственных культур [3–4], но при этом они рассматривают посевной материал как круглое тело или материальную точку, не учитывая структурную форму профиля зерна.

Цель исследования: исследовать сопротивления при обтекании посевного материала потоком в семятукопроводе посевных машин.

Задачи исследования: рассмотреть движение посевного материала с учетом обтекаемого тела в системе «высеивающий аппарат – зернотукопровод – направляющее устройство – подлаповое пространство лапового сошника – распределительное устройство».

Материалы и методы исследования. При движении посевного материала в системе «высеивающий аппарат – зернотукопровод – направляющее устройство – подлаповое пространство лапового сошника – распределительное устройство» в условиях пневмомеханической подачи учитываются следующие варьируемые величины: скорость воздушного потока формирует давление подающегося в семятукопровод; форма и размеры направляющего и распределителя; длина участков семятукопровода и радиусы закругления семятукопровода; углы поворотов зернотукопровода; расход посевного материала (зерна) в единицу времени, а также сопротивление материала.

Результаты исследований. На начальном этапе моделирования процесса распределения посевного материала принимаем зерновые культуры (озимая пшеница), имеющая средние размеры: длина $d_x=6,3$ мм, ширина $d_y=2,8$ мм, толщина $d_z=2,6$ мм и масса $m=0,045$ грамм.

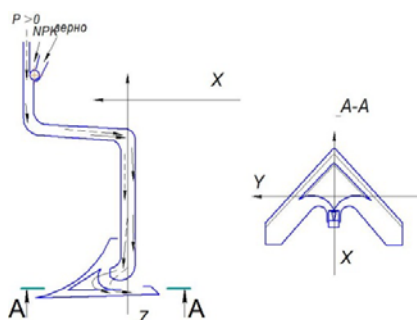


Рис. 1. Схема движения посевного материала в семятукопроводе

При этом посевной материал движется в воздушном потоке (рис. 1) под действием силы тяжести, периодически испытывая соударения со стенками семятокопровода, распределителя и свода стрелчатой лапы.

Нами было сделано предположение, что посевной материал необходимо рассматривать как достаточно упругое тело с формой поверхности в виде эллипсоиды вращения, учитывающее высокие прочностные свойства до момента появления первичных трещин [4].

Сопротивление участков семятокопровода и его конструктивных элементов, в которых помещены тела, обтекаемые потоком, складываются из сопротивления собственного участка $\zeta_{уч}$ (для прямого участка – это сопротивление трения) и сопротивления тела ζ :

$$\zeta \equiv \frac{\Delta\rho}{\rho \cdot w_0^2/2} = \zeta_{уч} + \zeta. \quad (1)$$

Мощность, требуемая на преодоление сил сопротивления тела, обтекаемого потока в семятокопроводе и конструктивных элементов, выражается через силу лобового сопротивления P_l этого тела,

$$\Delta N = P_l \cdot w_{мест}. \quad (2)$$

Указанная мощность может быть выражена через коэффициент местного гидравлического сопротивления участка трубы, в котором помещено тело:

$$\Delta N = \rho \cdot w_0^2/2 \cdot w_0 \cdot F.$$

Сила лобового сопротивления

$$P_l = c_x \cdot S_m \cdot \rho \cdot w_0^2/2, \quad (3)$$

где

$$w_{мест} = w_0 / (1 - \tau \cdot S_m \cdot F_0); \quad (4)$$

c_x – коэффициент лобового сопротивления тела, зависящий от формы тела, числа Рейнольдса $R'_e = w_0 \cdot d_m / \nu$ и других параметров; S_m , d_m – соответственно миделева площадь (m^2) и диаметр или наибольшая сторона (m) миделева сечения тела; $w_{мест}$ – местная скорость потока (в живом сечении $(F_0 - S_m)$), т.е. скорость в сечении трубы, м/с; w – скорость в данной точке сечения перед телом, м/с; τ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние формы тела и сужение поперечного сечения трубы; для тел обтекаемой формы $\tau \leq 1,0$; для других тел $\tau \geq 1,0 \cdot (3)$ [3].

Совместное решение уравнений (1–3) определяет связь между коэффициентом местного сопротивления ζ и коэффициентом лобового сопротивления c_x тела:

$$\zeta = c_x \cdot S_m / F_0 \cdot (w_{мест} / w_0)^3. \quad (5)$$

Важным фактором, влияющим на коэффициент лобового сопротивления тела, является форма его профиля. Чем более обтекаемую форму имеет тело, тем меньше отрыв потока и вихреобразование, а, следовательно, меньше его лобовое сопротивление. Поэтому там, где это возможно, следует использовать тела обтекаемой формы. Удобнообтекаемая форма профиля тела характеризуется плавно закругленной передней частью и более длинной клинообразной задней частью (рис. 2).

К телам удобнообтекаемых форм относятся и эллиптические цилиндры, а также круговые цилиндры, снабженные задними обтекателями. Для таких тел коэффициент лобового сопротивления получается выше, чем для тел, профилированных по данным таблицы 10-2 [3]. Однако ввиду большей простоты построения такие тела часто применяются на практике.

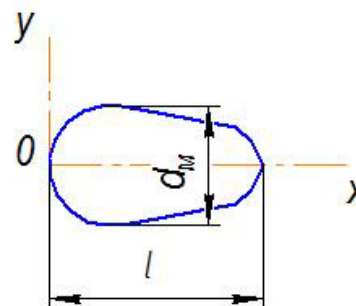


Рис. 2. Профиль удобнообтекаемого тела.

Вывод. Рассмотренные связи и зависимости сопротивления при обтекании в потоке позволяют представить общую схему движения полёта посевного материала в системе «высевающий аппарат – зернотокопровод – направляющее устройство – подлаповое пространство лапового сошника – распределительное устройство – семяное ложе», при условии пневмомеханической их подачи, после столкновения (друг с другом, со стенками семятокопровода и конструктивными элементами лапового сошника).

В общем случае скорость течения в трубе распределена неравномерно по сечению, поэтому сопротивление тела зависит и от места расположения его в сечении.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Заика П. М.* Избранные задачи земледельческой механики / П. М. Заика. – К. : изд-во УСХА, 1992.
2. *Морозов І. В.* До обґрунтування параметрів спрямовуючих елементів для насіння в робочих органах сівалок / І. В. Морозов, В. Г. Власенко, М. Г. Доценко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка («Механізація сільськогосподарського виробництва»). – 2008. – Вип. 75, Том 1. – С. 83–89
3. *Идельчик И. Е.* Справочник по гидравлическим сопротивлениям / И. Е. Идельчик ; под ред. М. О. Штейнберга. – [3-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Машиностроение, 1992. – 672 с.
4. *Беседа А. А.* Повышение эффективности технологического процесса подпочвенно-разбросного посева зерновых культур распределительно-заделывающими устройствами : дис. на соиск. уч. степени к. т. н. : 05.05.11 / А. А. Беседа. – Луганск, 2012. – 161 с.