

Рисунок 2 – График изменения угла выхода клубня из впадины

Из выше представленной зависимости следует, что увеличение радиуса первого ролика приводит к уменьшению угла ε выкатывания клубня, тоже наблюдается с увеличением размеров клубня, отсюда следует, что роликовая поверхность с изменяющимися размерами роликов по ходу движения клубней повысит точность разделения на фракции и уменьшит повреждаемость крупных клубней от защемления роликами.

Литература

1. Колчин Н.Н. Комплексы машин и оборудования для послеуборочной обработки картофеля и овощей.- М.: Машиностроение. 1982. – 268с.
2. Халанский В.М., Горбачёв И.В. Сельскохозяйственные машины. Издательство «Колос», 2004.-624с.

УДК 631.363

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ КАПЕЛЬ КОНСЕРВАНТА В СИЛОСОПРОВОДЕ КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Авраменко П.В. (БГАТУ)

Введение

В настоящее время в Республике Беларусь для обеспечения своевременной заготовки высококачественных кормов наращивается оснащение сельскохозяйственных организаций высокопроизводительными кормоуборочными комплексами [1]. Особенностью внесения консерванта на данных машинах является впрыск в пневмокормовой поток, обладающий высокими скоростными характеристиками, что приводит к высоким потерям и низкой равномерности распределения консерванта в заготавливаемом корме [2].

Моделирование движения пневмокормового потока и капель жидкого консерванта в силосопроводе кормоуборочного комбайна, позволяет обосновано выбрать место установки предлагаемого оборудования позволяющее устранить вышеперечисленные недостатки [3, 4, 5].

Основная часть

В результате теоретических исследований получено уравнение движения частицы измельченного растительного материала вдоль траектории описывающей силосопровод

$$m_q \frac{dv_q}{dt} \Big|_s = -m_q g \sin \beta - f_{mp} \left(\frac{m_q v_q^2}{R_{kp}} - m_q g \cos \beta \right) - \tilde{C}_D v_q \cdot \text{с начальным условием}$$

$$v_q \Big|_{t=0} = v_0, \quad (1)$$

где $\tilde{C}_D = 0.5 C_D \rho_g S_q |v_g - v_q|$; C_D – коэффициент аэродинамического сопротивления частицы; ρ_g – плотность воздуха, кг/м³; S_q – площадь миделева сечения сферической частицы, м²; v_q, v_g – скорости движение частицы и воздуха, м/с; f_{mp} – коэффициент трения частицы измельченного растительного материала о поверхность силосопровода; m_q – масса частицы, кг; β – угол наклона касательной к силосопроводу в данной точке к оси X, град.

Исследование процесса движения капли консерванта и ее проникновение в пневмокормовой поток был разделен на две задачи [6]:

– *задача 1*: движение капли консерванта в воздушном потоке (вдоль нижней грани боковой поверхности силосопровода – область 1 рисунка 1). Искомым решением этой задачи является скорость капли и координаты ее центра тяжести в момент столкновения с пневмокормовым потоком;

– *задача 2*: движение капли консерванта в пневмокормовом потоке (верхняя часть силосопровода – область 2 рисунка 1. Искомым решением этой задачи является скорость, координаты центра тяжести, глубина проникновения и снос капли.

Для области 1 получены уравнения движения одиночной капли консерванта в проекциях на соответствующие оси

$$m_k \frac{dv_{k,x}}{dt} = -\tilde{C}_D(Re) v_{k,x} - m_k g \cos \beta + q_k E, \quad (2)$$

$$m_k \frac{dv_{k,y}}{dt} = \tilde{C}_D(Re)(v_g - v_{k,y}) - m_k g \sin \beta, \quad (3)$$

$$m_k \frac{dv_{k,z}}{dt} = -\tilde{C}_D(Re)v_{k,z}, \quad (4)$$

где v_{kx}, v_{ky}, v_{kz} – проекции скорости движения капли консерванта на выбранные оси, м/с;

m_k – масса капли консерванта, кг; q_k – заряд капли консерванта, Кл; E – напряженность электростатического поля, В/м, β – угол наклона силосопровода в точке впрыска консерванта, град.

Для области 2 уравнения движения капли консерванта имеют вид

$$m_k \frac{dv_{k,x}}{dt} = -C_D v_{k,x} - m_k g \cos \beta + q_k E, \quad v_{k,x} \Big|_{l=l_{ex}} = v_{k,x,ex}; \quad (5)$$

$$m_k \frac{dv_{k,y}}{dt} = C_D (v_{kn} - v_{k,y}) - m_k g \sin \beta, \quad v_{k,y} \Big|_{l=l_{ex}} = v_{k,y,ex}; \quad (6)$$

$$m_k \frac{dv_{k,z}}{dt} = -C_D v_{k,z}, \quad v_{k,z} \Big|_{l=l_{ex}} = v_{k,z,ex}. \quad (7)$$

где v_{kn} – скорость пневмокормового потока, м/с.

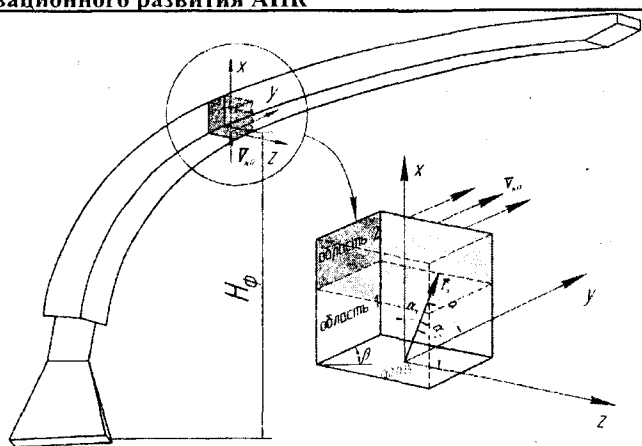


Рисунок 1 – Расчетная область процесса
внесения жидкого консерванта в силосопровод

скорости частиц пневмокормового потока и скорости воздуха в силосопроводе; программа расчета параметров силосопровода, по которым вычисляются угол наклона и кривизна силосопровода в разных точках; программа вычисляет максимальный заряд капли консерванта и электростатическую силу, действующие на каплю консерванта; программа вычисляет структурный параметр пневмокормового потока; программа вычисляет начальную скорость впрыска консерванта; программа вычисляет диаметр капель консерванта; программа вычисляет скорость и координаты капли консерванта при ее движении в силосопроводе; и др. программы.

Исполняемый файл создан как проект QuikWin в среде MS Developer Visual Studio (VS) Digital Visual Fortran (DVI.) 6.0. Программный комплекс эксплуатируется на персональном компьютере типа IBM PC и работает под управлением операционной системы Microsoft Windows XP.

Входными данными для расчета являются свойства пневмокормового потока, физико-механические свойства измельченного растительного материала, физические свойства консерванта, технологические, конструктивные параметры и др. (см. рисунок 2).

Графическое окно вывода результата в виде траектории движения капли жидкого консерванта в пневмокормовой поток измельченной растительной массы, с выводом скорости движения частицы и среды в текущий момент представлены на рисунке 3.

Кроме того, предусматривается вывод на экран промежуточных результатов величин, зависящих от входных параметров и используемых при построении численного алгоритма, таких как угол наклона трубы силосопровода в месте установки форсунки на силосопроводе, плотность и пористость пневмокормового потока, его структурный параметр, начальную скорость впрыска и др.

В окне вывода (рисунок 3) отображена область сечения трубы силосопровода с местом расположения форсунки. Ось y направлена вдоль оси трубопровода, ось x – перпендикулярно движению пневмокормового потока. Высота поперечного сечения силосопровода определяет максимальный размер по оси x , размер вывода по оси y выбирается пользователем.

В каждый расчетный момент времени в окно выводится время, скорость среды в точке нахождения центра капли консерванта, компоненты скорости капли в текущий момент времени, а также координаты капли консерванта.

Для численного решения уравнений (1)–(7) с учетом характеристик пневмокормового потока, воздушной среды, свойств жидкого консерванта, а также в соответствии с предложенной методикой расчета технологических параметров процесса внесения [7], модели движения и вычислительные алгоритмы реализованы в экспериментальном комплексе программ «Konservant-Silosoprovod».

Комплекс программ, который включает следующие программные модули: программа расчета

Параметр	Единица	Описание
D_31	м	ширина труб силосопровода
0.17	м	высота труб силосопровода
7.35	м	длина силосопровода
5.3	м	высота силосопровода
0.03	м	средний диаметр частиц
0.06	м	средняя длина резки
1000.	кг/м ³	плотность собет.меш.растений в п/к потоке
0.31	м	ширина кормового потока
0.085	м	высота кормового потока
68.	м/с	нач. скорость кормового потока
68.	м/с	нач. скорость воздушного потока в силосопров.
0.2	кг/с	потери массм за счет уплотнения консерванта
0.14	м	высота устан.распылителя (место на сил. тру
0.0015	м	диаметр сопла распылителя
4.0e+5	Па	перепад давления на форсунке распылителя
0.7	м	коэффициент расхода сопла распылителя
95	град	угол факела распыла
1219	кг/м ³	плотность консерванта
0	град	угол ввода частиц консерванта (с осью Ox)
90	град	угол ввода частиц консерванта (с осью Oy)
90	град	угол ввода частиц консерванта (с осью Oz)
400.0	мкс	диаметр капли (частицы) консерванта
4.e+4	ж/м	напряженность электростатической зарядки
0.14	м	расстояние между распылителем и пластиной
130.0	т/мин	производит. комбайна (для 2.17 т/мин)
3.	л/т	норма внесения консерванта
6.e-9	ж/м	коэф. для выч. сопротивления в п/к потоке
2.0	ж/м	коэф. для выч. сопротивления в п/к потоке
0.4	ж/м	коэф. трения частиц о стенку силос.
-0.1	ж/м	величин по оси для просмотра на графике
1.0	ж/м	величин по оси для просмотра на графике

Рисунок 2 – Загрузочный модуль

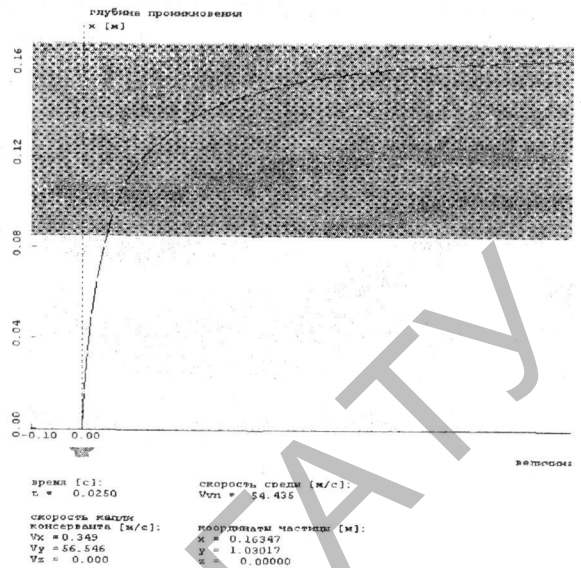


Рисунок 3 – Графическое окно вывода результата

Значения вычисленных скоростей, координаты, время движения и другие параметры капель, в каждый момент времени записываются в файлы. На основании этих файлов, можно строить и анализировать графики изменения величин. Дополнительно рассчитываются параметры кривизны, угол наклона силосопровода и другие технологические параметры.

Заключение

Построены математические модели и конечно-разностные вычислительные алгоритмы реализованные в комплексе программ «Konservant-Silosoprovod» позволяющий рассчитать основные параметры движения пневмокормового потока и капель консерванта в выбранном месте впрыска на силосопроводе кормоуборочного комбайна.

Литература

- Кукреш, Л.В. Инновационные технологии – основа развития АПК / Л.В. Кукреш, П.П. Казакевич // Агропанорама. – 2010. – № 6 – С. 2–18.
- Кузьмицкий А.В. Особенности внесения консервантов на кормоуборочных комбайнах // А.В. Кузьмицкий, П.В. Яровенко, П.В. Авраменко // Молодежь и инновации – 2009: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Горки, 3–5 июня 2009 г. / Беларус. гос. сельскохоз. акад.; ред. кол.: А.П. Курдеко [и др.]. – Минск, 2009. – Ч. 2. – С. 3–5.
- Способ внесения жидких консервантов в измельченную растительную массу в кормоуборочном комбайне и устройство для его осуществления: пат. 12378 Респ. Беларусь, МПК А 23К 3/00 / А.В. Кузьмицкий, П.В. Авраменко, И.М. Лабозкий, А.Л. Зиновенко; заявитель Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет». – № а 20061344; заявл. 27.12.2006; опубл. 30.10.2009 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 5. – С. 42.
- Устройство для внесения жидких консервантов в измельченную растительную массу: пат. 5702 Респ. Беларусь, МПК А 23К 3/00 / А.В. Кузьмицкий, П.В. Авраменко; заявитель Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический

университет». – № и 20090109; заявл. 16.02.2009; опубл. 30.10.2009 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 5. – С. 138.

5. Устройство для внесения жидких консервантов в измельченную растительную массу на кормоуборочном комбайне: пат. 7370 Респ. Беларусь, МПК А 23К 3/03 / А.В. Кузьмицкий, П.В. Авраменко, И.М., Новиков Р.В., Ануфриев Н.И.; заявитель Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет». – № и 20101003; заявл. 12.01.2011; опубл. 30.06.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 3. – С. 167–168.

6. Кузьмицкий, А.В. Моделирование внесения консерванта в пневмокормовой поток на кормоуборочном комбайне / А.В. Кузьмицкий, Г.Ф. Громыко, П.В. Авраменко // Агропанорама. – 2011. – № 5. – С. 9–12.

7. Кузьмицкий, А.В. Обоснование технологических параметров оборудования для внесения жидких консервантов на кормоуборочном комбайне / А.В. Кузьмицкий, П.В. Авраменко // Агропанорама. – 2010. – № 5. – С. 11–15.

УДК 621.923

ФИНИШНАЯ ОБРАБОТКА СТЕРЖНЕВОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Акулович Л.М., д.т.н., профессор, Сергеев Л.Е., к.т.н.,
Бабич В.Е., к.т.н., Сенчуров Е.В., Падаляк В.В., Игнатчук А.В. (БГАТУ)*

В сельскохозяйственном машиностроении широко применяют высокопроизводительные процессы изготовления деталей холодным деформированием. В качестве инструментов для осуществления этих процессов используется стержневой инструмент, как правило, сложного профиля (пуансоны), отличающегося от цилиндрического. Установлено [1], что основными причинами выхода из строя пуансонов являются: адгезия контактной части материала пуансона к материалу обрабатываемой поверхности (30%), деформация (35%) и скалывание рабочей части пуансона (35%). При этом практика показывает, что на долговечность пуансонов существенное влияние оказывает качество их рабочих поверхностей.

Показатели качества поверхности стержневого инструмента формируются в процессе изготовления, в основном, на заключительных операциях и поэтому этим операциям в технологических процессах должно уделяться особое внимание. Форма сложнопрофильного пуансона предопределила в качестве отделочной операции полирование. Наибольшее применение получило полирование на настольношлифовальных бабках НШ-01 с ручной подачей наждачной шлифовальной бумаги (ГОСТ 5009-82 М40) к обрабатываемой поверхности. Качество поверхности при такой обработке зависит от квалификации рабочего. Поэтому недостатком полирования является низкая производительность и высокий процент брака (до 10%) [1].

Для обработки инструментов со сложным профилем рабочей части наиболее эффективными являются способы, основанные на использовании эластичной связки абразивных частиц. Одним из таких способов является технология магнитно-абразивной обработки (МАО) [1,2], обеспечивающая высокое качество рабочей поверхности. При МАО режущим инструментом является ферроабразивный порошок (ФАП), который находится в рабочем зазоре в подвижно-скоординированном состоянии. Роль связки между абразивными зёрнами выполняет магнитное поле, обладающее упругими силами воздействия на зёрна порошка (рис. 1).