танную электромагнитным полем воду объемом 125 мл. Контроль закладывался в обычный дистиллят. Семена проращивали рулонным методам, методика описана в [2]. Рулон опускался в экранированный стаканчик с водой, и помещался в термостат 30 °С.

Через трое суток проводили измерение длины ростков и корешков. В каждой пробе выбирали по 25 ростков. Полученные данные длины каждого ростка и корешка складывались и делились на их количество (находили среднее арифметическое). Методика также описана в [2]. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Средние значения длины ростка и корешка проросших семян

	1		2		3		4		5		6		7	
	16 Гц		17 Гц		18 Гц		19 Гц		22 Гц		32 Гц		Контроль	
	Росток	Корешок	Росток	Корешок	Росток	Корешок	Росток	Корешок	Росток	Корешок	Росток	Корешок	Росток	Корешок
Первая повторность	56	94	60	91	59	90	62	90	53	95	53	90	51	65
% от контроля	10	31	15	29	14	29	18	28	4	32	4,4	28		
Вторая повторность	46	72	45	58	49	86	53	90	47	75	48	75	40	55
% от контроля	15	30	12	4,5	19	35,6	25	38,8	16	26	19	27		

Как видно из таблицы 1 электромагнитное поле крайне низкой частоты оказывает значительное влияние на выбранный нами для исследования биологический объект. Во всех опытах корневая система сильно отличалась от контроля. В опытных образцах имелось большое количество хорошо развитых вторичных корешков, способствующих лучшему питанию растения, тогда как в контроле развивался только основной корень.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Барышев М.Г. Влияние электромагнитного поля на биологические системы растительного происхождения / М.Г. Барышев. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2002. – 297 с.

2. Антидоты для защиты подсолнечника от фитотоксического действия 2,4 Д / В.Д. Стрелков, Л.И. Исакова, Е.П. Угрюмов и др. // Агрохимия. – 1997. – №2. – С. 68-70.

ДВИЖЕНИЕ ЗЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ВЫГРУЗКЕ БУНКЕРА

Воронина М.В., Исаев Ю.М., Семашкин Н.М., Измайлов З.Р.

Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия

Ульяновск, Россия

Предварительными исследованиями установлено, что зерно выгружается пружинным рабочим органом из того участка бункера, который наиболее удален от выгрузного окна. Причину этого явления следует объяснить тем, что перемещается материал винтовой поверхностью пружины более активно, чем материал, находящийся над данным слоем, не имея при этом свободного пространства для истечения.

Постановка задачи. Рассмотрим схему движения зерна за счет транспортирующих органов в донной части бункера длиной L, в котором находится слой зерна высотой H. Ось x направлена вдоль движения зерна, а ось z перпендикулярно оси x. Для нахождения распределения скоростей вдоль оси x примем, что при $z = 0$ скорость сыпучего материала за счет транспортирующих органов $x_x = 0$ а при $z = h$, где h - высота движущегося слоя зерна определяется размером щели.

Исходя из сложной внутренней сущности насыпного материала, отдельные частицы которого являются телами, а вся масса имеет стремление к течению (и при определенных условиях течет, давая «расход» сыпучего материала), для описания поведения «текущего» сыпучего материала можно представить его некоторой вязкой жидкости со средней объемной плотностью *с* и коэффициентом вязкости (внутреннего трения) *з*. На основании принятой гидромеханической модели динамику сыпучего тела можно описать уравнениями, аналогичными уравнениям Навье-Стокса для вязкой жидкости. Так как «течение» сыпучего продукта начинается лишь при наличии движения его относительно рабочего органа, т.е. при наличии относительной скорости, то удобно записать уравнение движения относительно подвижных осей координат, связанных с рабочим органом, причем силы инерции переносного движения в этом случае учитывались как массовые, аналогично силам тяжести. Тогда уравнения движения сыпучего тела, отнесенные к подвижной системе отсчета, представляется следующим образом:

$$\begin{cases} \dfrac{d\upsilon_x}{dt} = g_x - \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial P}{\partial x} + \nu \cdot \Delta\upsilon_x - a_x \\ \dfrac{d\upsilon_y}{dt} = g_y - \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial P}{\partial y} + \nu \cdot \Delta\upsilon_y - a_y \\ \dfrac{d\upsilon_z}{dt} = g_z - \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial P}{\partial z} + \nu \cdot \Delta\upsilon_z - a_z \end{cases}, \qquad (1)$$

где υ_x, υ_y, υ_z - проекции произвольной точки сыпучей среды на соответствующие оси координат; *X*, *Y*, *Z* - проекция массовых сил; *P* - среднее нормальное напряжение (давление) в точке, непосредственно не зависящее от скоростей деформаций; *н* = *з* / *с* - кинематический коэффициент вязкости; Д - дифференциальный оператор Лапласа: *g* - ускорение силы тяжести; *a* - ускорение переносного движения. . Из выражений (1) получаем дифференциальные уравнения относительного движения сыпучего продукта вдоль оси *x*, при этом некоторыми величинами, например g_x и g_y ввиду их малости пренебрегаем.

Для наших режимов эти уравнения выражаются следующим образом:

$$\begin{cases} \dfrac{d\upsilon_x}{dt} = \nu \dfrac{d^2\upsilon_x}{dz^2} \\ \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial P}{\partial z} = g \end{cases} \qquad (2)$$

Идеализируя рассматриваемый процесс, выделим его особенности:

а) относительное смешение слоев сыпучего продукта в процессе движения в результате наличия сил внутреннего трения (вязкости);

б) относительное движение зернового материала, зависящее от параметров переносного движения винтовой линии пружины.

Первая особенность математически опишется первым уравнением системы (2), если в нем пренебречь силами инерции переносного движения:

$$\frac{d\upsilon_x}{dt} = \nu \frac{d^2\upsilon_x}{dz^2} \qquad (3)$$

Влияние переносного движения (учет второй особенности) можно осуществить заданием такого граничного условия на транспортере, которое бы учитывало факторы переносного движения.

Поэтому в качестве первого граничного условия примем: при $z = 0$; $x_x = x_0$, где x_0 - величина, связанная с кинематическими параметрами рабочего органа, в общем, является известной. В качестве второго граничного условия примем: при $z = h$; $x_x = 0$. В качестве начального условия примем: при $t = 0$; $x_x = 0$ ($0 < z < h$)

Таким образом, уравнение (3) вместе с граничным и начальным условием представляет собой математическую модель рассматриваемого процесса. Необходимо заметить, что процесс является неустановившимся:

Тогда решение уравнения (3) запишется:

$$\upsilon_x(z,t) = \upsilon_0 \left(1 - \frac{z}{h} - \frac{2}{\pi}\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} \cdot e^{-\frac{\nu k^2 \pi^2}{h^2} t} \sin\frac{k\pi}{h} z \right)$$

Ограничиваясь двумя членами этого ряда, получим:

$$\upsilon_x(z,t)=\upsilon_0\left[1-\frac{z}{h}-\frac{2}{\pi}\sin\frac{\pi}{h}z\cdot e^{-\frac{\nu\pi^2}{h^2}t}\left(1+e^{-\frac{3\nu\pi^2}{h^2}t}\cdot\cos\frac{\pi}{h}z\right)\right]$$

Допускается, что при больших значениях t в пределах до 5 секунд, режим перемещения сыпучего материала становится установившимся, и скорость вдоль оси будет иметь вид:

$$\upsilon_x(z,t)=\upsilon_0\left(1-\frac{z}{h}\right) \qquad (4)$$

Данное решение позволяет объяснить опытный факт, что из щелевого бункера вначале выгружается насыпной материал, расположенный в задней части бункера, а материал, расположенный в передней части, захватывается в последнюю очередь.

РАСЧЕТ ПЛОЩАДИ ПЯТНА КОНТАКТА ИНСТРУМЕНТА ПО ВНЕШНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ДЕТАЛИ

Исаев Ю.М., Гришин О.П., Настин А.А.
Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия
Ульяновск, Россия

В общем случае пятно контакта недеформируемого инструмента с пластичной поверхностью представляют собой пространственную фигуру, образованную на инструменте (торе, цилиндре, шаре) пересечением пластичной поверхности детали - чаще всего цилиндра. Поэтому для нахождения площади пятна контакта необходимо решать задачу о пересечении двух пространственных фигур. При электромеханической обработке наиболее часто применяется инструмент, рабочая поверхность которого представляет собой поверхность тора. При обработке деталей типа втулок обрабатываемая поверхность представляет собой цилиндр.

Рассмотрим поверхность контакта торсионного вала и ролика в виде тора по внешней поверхности цилиндра.

Уравнение поверхности тора, внедряемой в торсионный вал, в декартовой системе координат запишется:

$$z=\sqrt{r^2-\left(\sqrt{x^2+y^2}-R\right)^2}$$

Переходя к цилиндрической системе координат, найдем частные производные:

$$\frac{\partial z}{\partial x}=\frac{(R-\rho)\cos\varphi}{\sqrt{r^2-(\rho-R)^2}}, \qquad \frac{\partial z}{\partial y}=\frac{(R-\rho)\sin\varphi}{\sqrt{r^2-(\rho-R)^2}}.$$

Далее находим элемент площади

$$dS=\sqrt{1+\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2}\,dxdy=\frac{r}{\sqrt{r^2-(\rho-R)^2}}\rho d\rho d\varphi.$$

Вычисляем площадь поверхности в цилиндрической системе координат по формуле:

$$S=\iint_D\frac{r}{\sqrt{r^2-(\rho-R)^2}}\rho d\rho d\varphi.$$

Область интегрирования D ограничена с одной стороны уравнением окружности сечения цилиндра, а с другой стороны уравнением внешней окружности тора $\rho=R$, тогда в полярной системе координат площадь поверхности пятна вычисляется по формуле:

$$S=4\int_0^{\alpha}d\varphi\int_{\rho=a\cos\varphi-\sqrt{a^2\left(\cos^2\varphi-1\right)+b^2}}^{\rho=R+r}\frac{r}{\sqrt{r^2-(\rho-R)^2}}\rho d\rho.$$

Для нахождения предельного угла интегрирования α найдем координаты точек пересечения окружности цилиндра и окружности тора.