

3. Тищенко Л. Н. Виброрешетная сепарация зерновых смесей: / Л. Н. Тищенко, В. П. Ольшанский, С. В. Ольшанский. - Х.: Міськдрук, 2011. - 280 с.
4. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа / Л.Г. Лойцянский – М.: Наука, 1973. – 847 с.

**Abstract**

*The article has been conducted simulation of dynamics of the pseudo fluidized grain mixture on a sloping skate plane with reefs-scales in the pneumatic separation devices of grain separators*

УДК 631.326:53

**РЕЗУЛЬТАТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ПСЕВДООЖИЖЕННОЙ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ НА ПЛОСКОМ СТРУКТУРНОМ ВИБРОРЕШЕТЕ**

**С.А. Харченко, к.т.н., доцент**

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, г. Харьков, Украина*

*В статье приведены поля скоростей псевдоожигженной зерновой смеси с учетом конструктивно-кинематических параметров виброрешет и физико-механических свойств смеси.*

**Введение**

Моделирование процессов динамики зерновой смеси (ЗС) по виброрешету, путем применения аналогии между движением вязкой несжимаемой жидкости и ЗС, показали свою эффективность [1]. Разработанные подходы к постановке и решению такой задачи позволили по-новому подойти к вопросу адекватного математического моделирования процессов сепарации ЗС на виброрешетах. Численный анализ результатов математического моделирования позволит оценить и уточнить предложенный подход к решению подобных задач.

**Цель работы:** провести анализ результатов математического моделирования динамики псевдоожигженной ЗС на структурных виброрешетах.

**Основная часть**

Применением методов механики сплошных сред проведено уточненное моделирование динамики ЗС на виброрешетах [2, 3]. Виброрешета рас-

смотрены как периодическая структура с периодом, определяемым расположением отверстий.

Для моделирования динамики ЗС принята схема (рис.1) [2]. Слой ЗС толщиной  $h$  движется по плоскому структурному решетку. Введена декартовая система координат  $x_1, x_2, x_3$  таким образом, чтобы поверхность решетки совпадала с плоскостью  $x_1, x_3$ . Структурное решетку наклонено к горизонту под углом  $\theta$  и совершает вдоль оси  $x_1$  гармонические колебания с амплитудой  $A$  и круговой частотой  $\omega$ . Под воздействием этих колебаний ЗС находится в псевдооживленном состоянии.

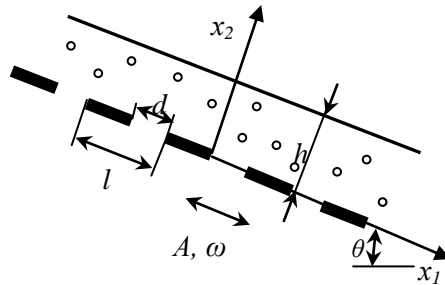


Рисунок 1. Схема движения зерновой смеси по виброрешетку

Заданы краевые условия [2, 3]: нормальные компоненты скорости на поверхности расположения отверстий, а касательные - на поверхности их поперечных перемычек, на поверхности решетки при  $x_2=0$  поле скорости обращается в нуль, на свободной поверхности зернового слоя избыточное давление  $P_2=0$  и др.

Решение нелинейных уравнений Навье – Стокса, удовлетворяющее указанным выше краевым условиям, построены методом последовательных приближений.

Поле скорости слоя псевдооживленной ЗС первого приближения получено в виде [4]:

$$U_{11} = A\omega \sqrt{\frac{\cos^2(\lambda(h-x_2)) + sh^2(\lambda(h-x_2))}{\cos^2(\lambda h) + sh^2(\lambda h)}} \sin(\omega t + \Phi - \psi) - \quad (1)$$

$$-2V_0 \sum_{n=1}^{\infty} (P_{n-1}(U) - P_n(U)) e^{-\frac{2\pi n}{l} h} sh\left(\frac{2\pi n}{l}(h-x_2)\right) \sin\left(\frac{2\pi n}{l} x_1\right),$$

$$U_{12} = 2V_0 \sum_{n=1}^{\infty} (P_{n-1}(U) - P_n(U)) e^{-\frac{2\pi n}{l} h} ch\left(\frac{2\pi n}{l}(h-x_2)\right) \cos\left(\frac{2\pi n}{l} x_1\right). \quad (2)$$

Здесь:  $\Phi = \arctg (tg (\lambda (h - x_2))th (\lambda (h - x_2)))$ ,

$$\psi = \arctg (tg (\lambda h)th (\lambda h)), \quad \lambda = \sqrt{\frac{\omega}{2\nu}}, \quad U = \cos \frac{\pi d}{l},$$

$\nu = \mu/\rho$  - кинематический коэффициент вязкости псевдожидкости,  $\mu$  - динамический коэффициент вязкости псевдожидкости,  $\rho$  - усредненное значения плотности псевдооживленного зернового слоя;  $V_0$  - средняя скорость прохождения зерна через отверстия решета;  $l$  - период повторения отверстий решета (рис.1);  $d$  - средний диаметр отверстий решета,  $U_1$  и  $U_2$  - соответственно, компоненты поля скорости вдоль оси  $x_1$  и оси  $x_2$ .

Выражение для компонент скорости стационарного потока второе приближение в псевдожидкости, моделирующей зерновой слой получено в виде [4]:

$$U_{21} = -\frac{Bl^2 e^{-\frac{4\pi x_2}{l}}}{64\pi^2 \nu} \left[ 1 - \frac{8\pi h}{l} + \frac{\left(\frac{4\pi h}{l} + 0,5\right)^2 + 0,25}{\frac{4\pi h}{l} - 1} + \frac{4\pi x_2}{l} \left( 1 + \frac{8\pi h}{l} - \frac{\left(\frac{4\pi h}{l} + 0,5\right)^2 + 0,25}{\frac{4\pi h}{l} - 1} \right) - \frac{16\pi^2}{l^2} x_2^2 \right] \times \sin \left( \frac{4\pi}{l} x_1 \right), \quad (3)$$

$$U_{22} = \frac{Blx_2 e^{-\frac{4\pi x_2}{l}}}{16\pi \nu} \left( \frac{4\pi x_2}{l} + 1 - \frac{8\pi h}{l} + \frac{\left(\frac{4\pi h}{l} + 0,5\right)^2 + 0,25}{\frac{4\pi h}{l} - 1} \right) \cos \left( \frac{4\pi}{l} x_1 \right), \quad (4)$$

где величина  $B$  определяется по формуле:  $B = \pi V_0^2 \left( 1 - \cos \frac{\pi d}{l} \right)^2 / l$ .

Для математического моделирования динамики псевдооживленной ЗС по структурному виброрешету приняты следующие исходные данные (табл.1).

Решением уравнения (1), (2) получены зависимости составляющих скорости движения псевдооживленной ЗС вдоль направления ее движения (нормальная) и по высоте слоя (поперечная) от периода отверстий виброрешета (рис.2).

Таблица 1 - Исходные данные

Параметры	Значения
Амплитуда колебаний решета $A$ , м	0,0075
Плотность зернового слоя $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	750
Толщина зернового слоя $h$ , м	0,008
Угол наклона решета к горизонту $\theta$ , град	8
Средняя скорость зерна через отверстия $V_0$ , м/сек	0,1
частота колебаний решета $\omega$ , с <sup>-1</sup>	41,86
коэффициент динамической вязкости $\mu$ , Па с	0,052
период повторения отверстий решета $l$ , м	0,021
площадь отверстия $S$ , мм <sup>2</sup> (ширина x длина)	1,7x16

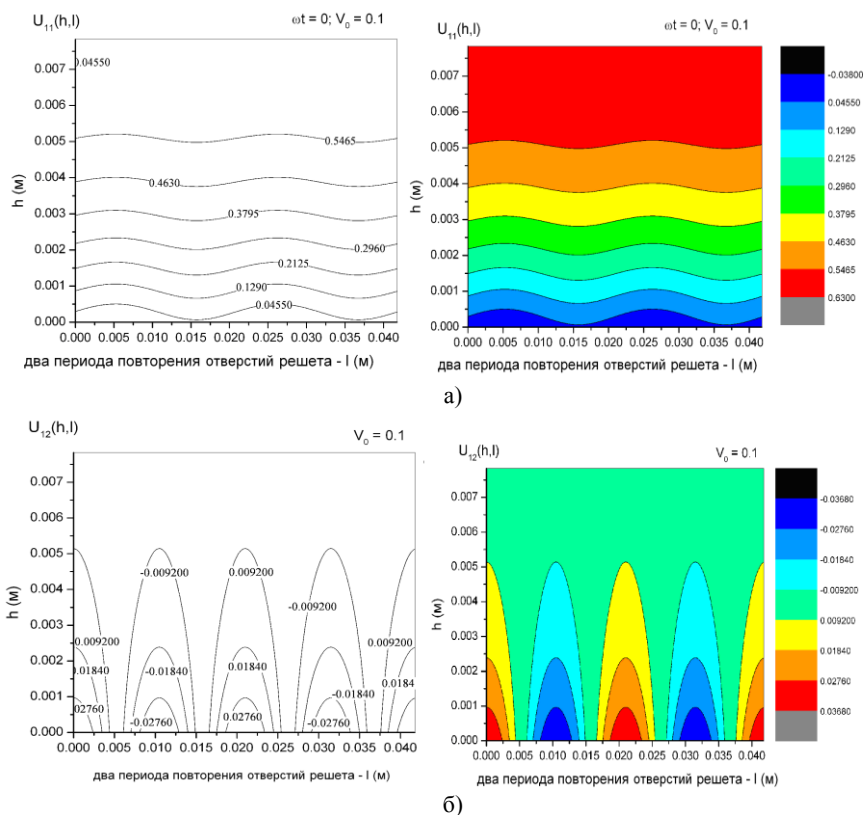


Рисунок 2 - Закономерности изменения нормальной составляющей (а) и поперечной составляющей (б) скорости движения слоя псевдосжиженной зерновой смеси от периода отверстий решета

Решением уравнений (3), (4) получены поле скорости движения псевдосжиженной ЗС вдоль направления ее движения и по высоте слоя от периода отверстий виброрешета (рис.3).

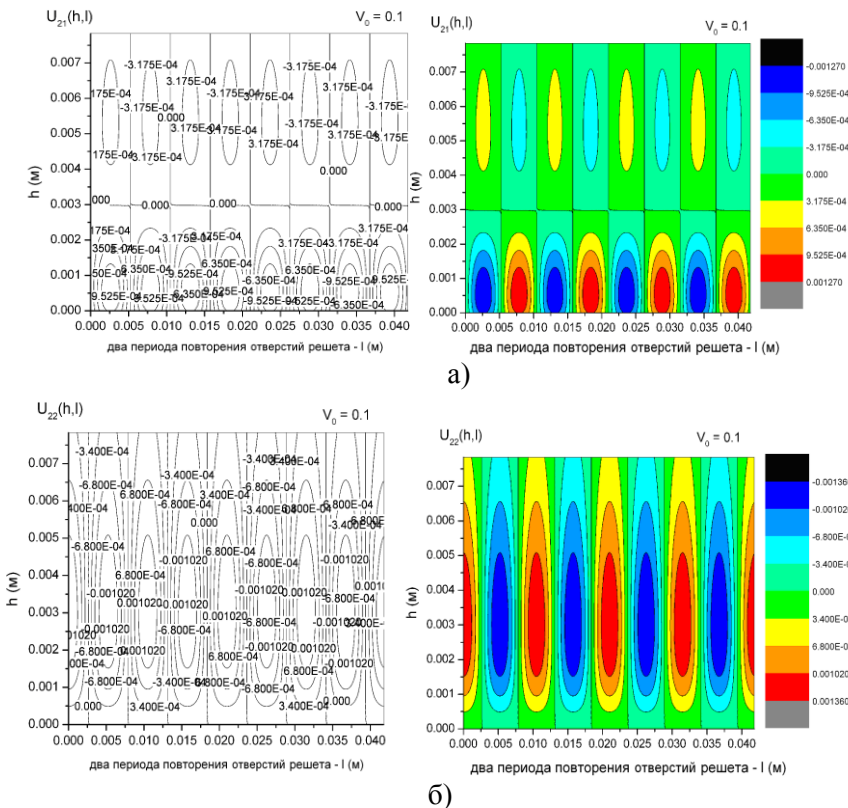


Рисунок 3 - Закономерности изменения нормальной составляющей (а) и поперечной составляющей (б) скорости движения слоя псевдосжиженной зерновой смеси от периода отверстий решета

### Заключение

Применение гидродинамической аналогии при моделировании динамики процесса сепарации зерновых смесей показывают хороший результат. Учет решета как периодической структурной поверхности с дифференциацией динамического коэффициента вязкости смеси над отверстиями позволяет получить сложную динамическую модель движения зерновой смеси.

### Литература

1. Тищенко Л.Н. Виброрешетчатая сепарация зерновых смесей / Л.Н. Тищенко, В.П. Ольшанский, С.В. Ольшанский. - Харьков: "Міськдрук", 2011. - 280 с.
2. Тищенко Л.Н. К применению методов механики сплошных сред для описания движения зерновых смесей на виброрешетках / Л.Н.Тищенко, С.А.Харченко // MOTROL «Motorization and power industry in agriculture». – Poland: Lublin, 2013. – Vol. 15 D. – №7. – P. 94-99.
3. Харченко С.А. Построение решений уравнений динамики зерновых смесей на плоских виброрешетках / Харченко С.А. // Конструювання, виробництво та експлуатація с.г. машин, вип.43, ч.ІІ.- Кіровоград: КНТУ, 2013. - С.287-292.
4. Харченко С.А. К построению уравнений динамики стационарных потоков в псевдооживленном зерновом слое на структурных виброрешетках / Харченко С.А. // Вісник ХНТУСГ: Механізація сільськогосподарського виробництва. – Харків:ХНТУСГ, 2014. – С.181-186.

### **Abstract**

*In the article the fields of speeds of corn mixture are resulted taking into account the structural-kinematics parameters of oscillation sieves and physical mechanical properties of mixture.*

**УДК: 629.353**

## **ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СДВОЕННЫХ КОЛЕС В АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКЕ**

**А.И. Бобровник<sup>1</sup>**, д.т.н., ст.н.с., **Т.А. Варфоломеева<sup>2</sup>**, ст. преподаватель  
<sup>1</sup> УО «Белорусский национальный технический университет», <sup>2</sup> УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

*Проанализированы позитивные и негативные аспекты применения шин для сдвоенных колес автотракторной техники. Приведены технические решения, позволяющие улучшить агроэкологические показатели, снизить нагруженность трансмиссии, повысить транспортные скорости, уменьшить расход топлива, увеличить ходимость шин, уменьшить сдвиг и смятие почвы.*

### **Введение**

Технико-экономические показатели эксплуатации шин играют решающую роль в общей экономике автотранспорта, а режимы их эксплуатации –