

Динамика миграции частиц в виброожиженном слое при перемешивании

Выполнил: студент группы 5–33

Навдаев А.А.

Руководитель: д.т.н., профессор

Огурцов В.А.

Цели и задачи:

Цель: повышение эффективности процессов перемешивания сыпучих материалов на основе расчетно – экспериментальных законов движения частиц в виброожиженном слое

Задача:

- выполнить экспериментальные исследования процесса смешивания
- Описать вероятностный процесс движения частиц с помощью теории цепей Маркова

Расчетная схема процесса периодического перемешивания и его стохастическая модель

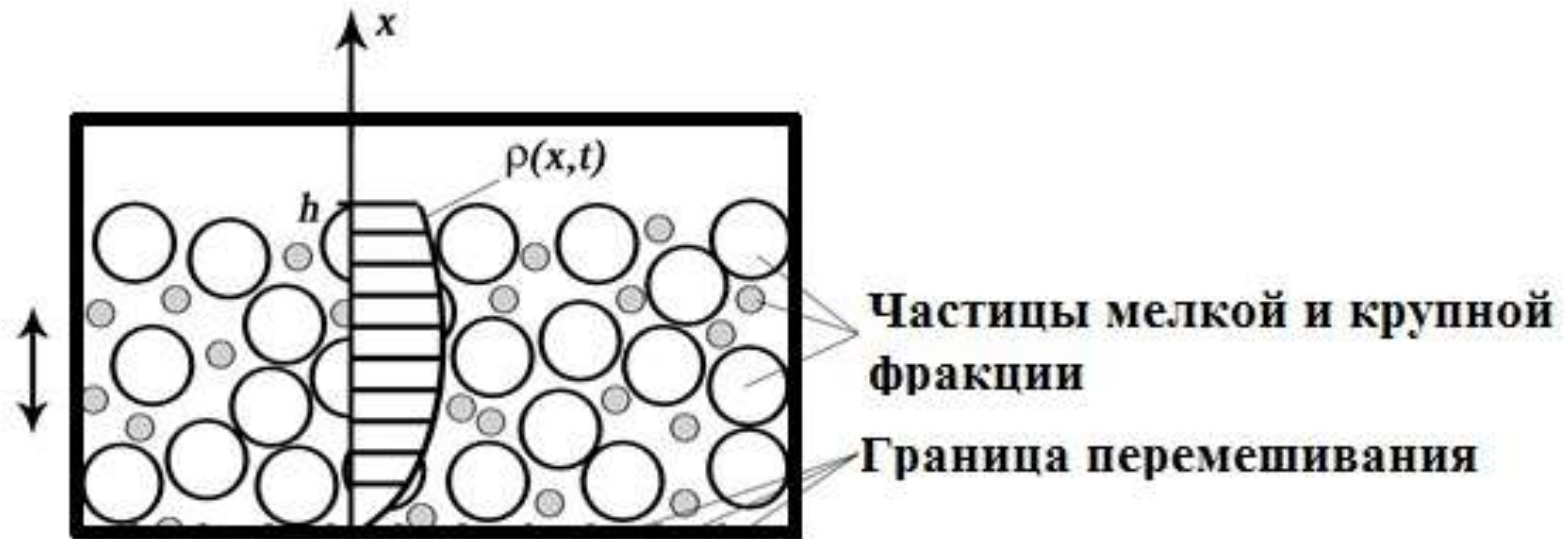
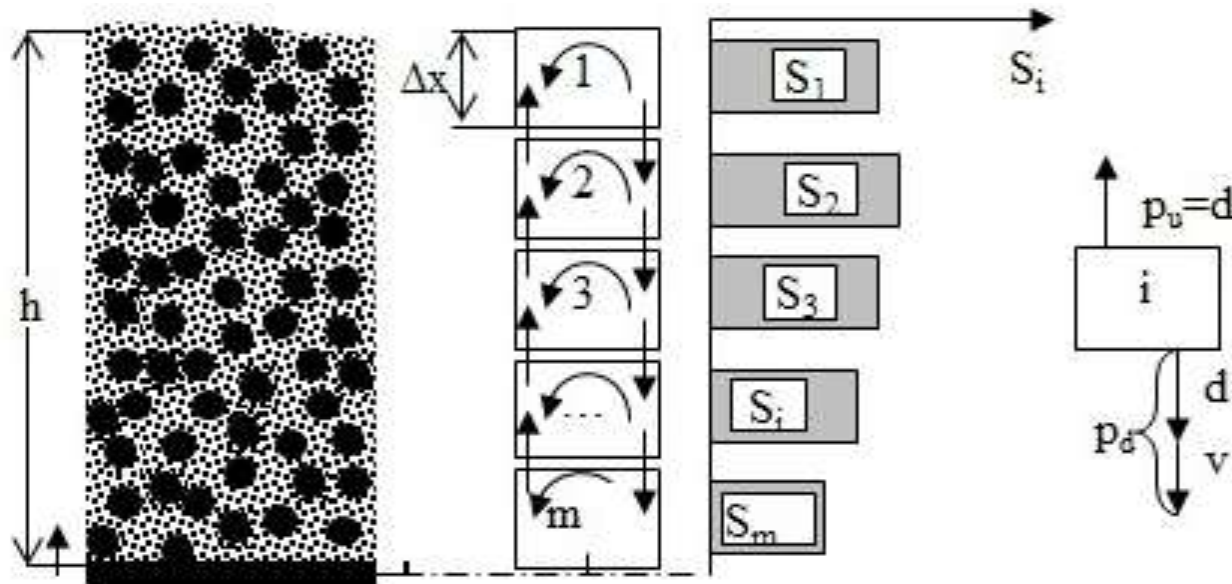


Рис. 1. Расчетная схема процесса перемешивания

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = D \frac{\partial^2 \rho}{\partial x^2} - V \frac{\partial \rho}{\partial x} \quad (1)$$

Одномерная ячеечная модель процесса периодического перемешивания



$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_m \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\mathbf{S}^{k+1} = \mathbf{P}\mathbf{S}^k \quad (3)$$

$$v_i = V_i \Delta t / \Delta x \quad (4)$$

$$d_i = D_i \Delta t / \Delta x^2 \quad (5)$$

Рис. 2. Расчетная схема процесса и
его ячеечное представление

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} p_{s1} & d & 0 & 0 & 0 \\ v+d & p_{s2} & d & 0 & 0 \\ 0 & v+d & p_{s3} & d & 0 \\ 0 & 0 & v+d & p_{s4} & d \\ 0 & 0 & 0 & v+d & p_{s5} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Численное экспериментальное исследование распределения частиц мелкой фракции по высоте виброоживленного слоя с помощью программного комплекса MATLAB

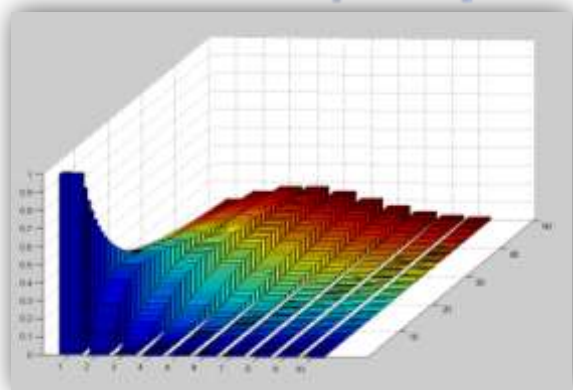


Рис.3. $d=0,05$ $v=0,05$ $k=50$ $m=10$

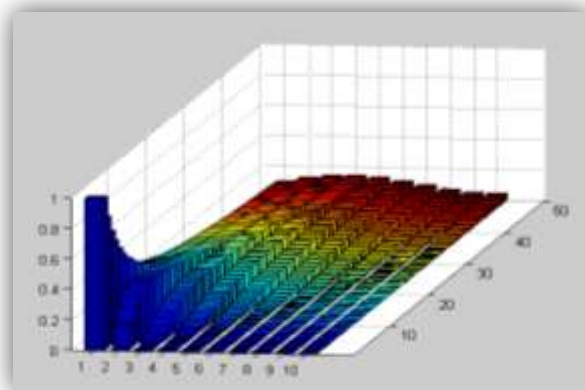


Рис.4. $d=0,1$ $v=0,05$ $k=50$ $m=10$

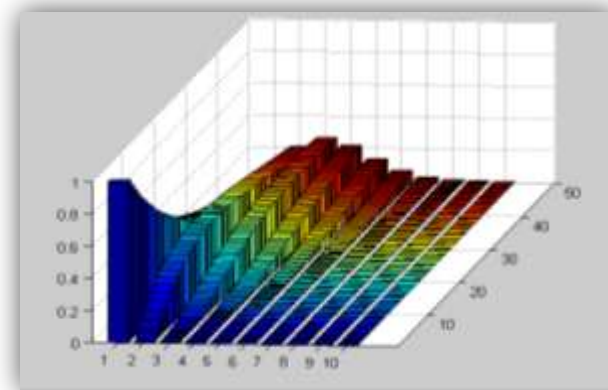


Рис.5. $d=0,001$ $v=0,05$ $k=50$ $m=10$

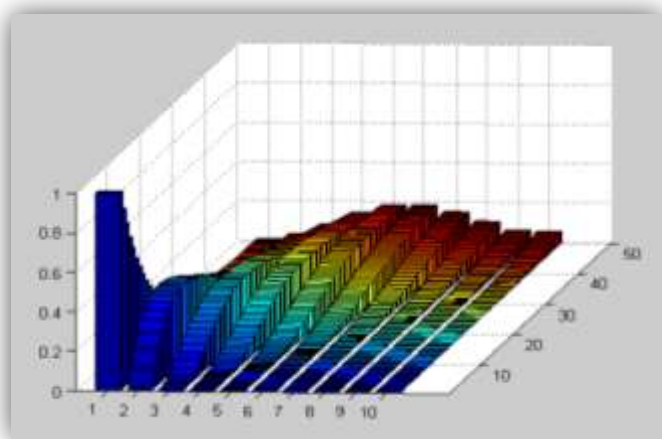


Рис.6. $d=0,001$ $v=0,1$ $k=50$ $m=10$

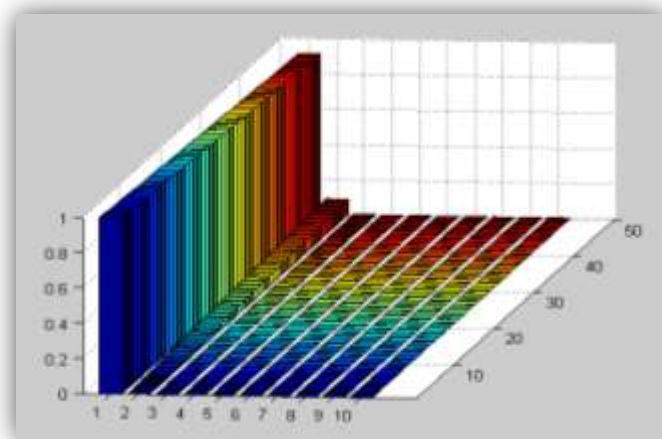


Рис.7. $d=0,001$ $v=0,001$ $k=50$ $m=10$

Создание экспериментальной установки

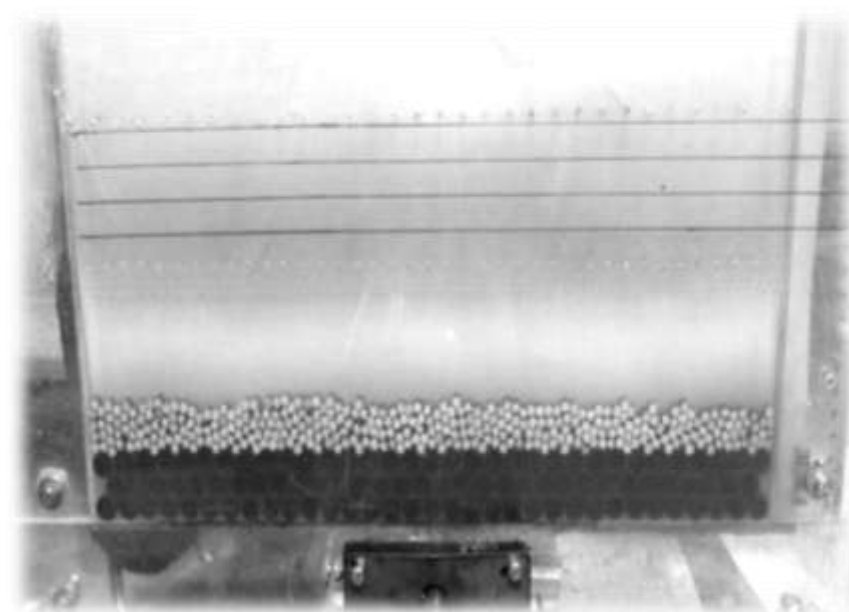
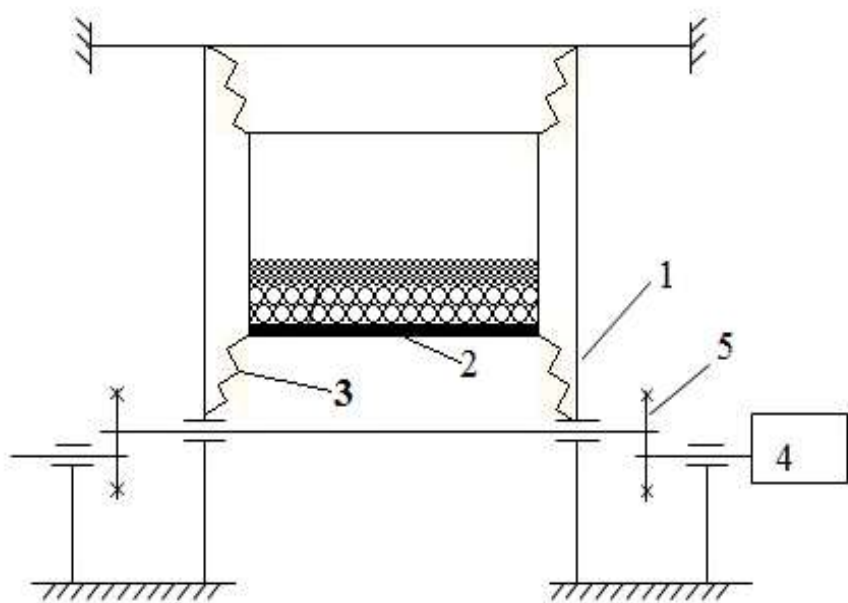


Рис. 9. Исходный вид экспериментальной установки

Рис. 8. Кинематическая схема лабораторной установки

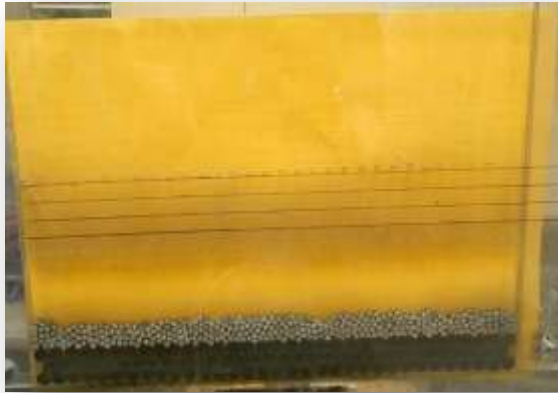
- 1 – рама; 2 – экран установки;
- 3 – пружины; 4 – электродвигатель;
- 5 – составной эксцентриковый вал.

Описание экспериментальной установки, средств ее контроля и измерения

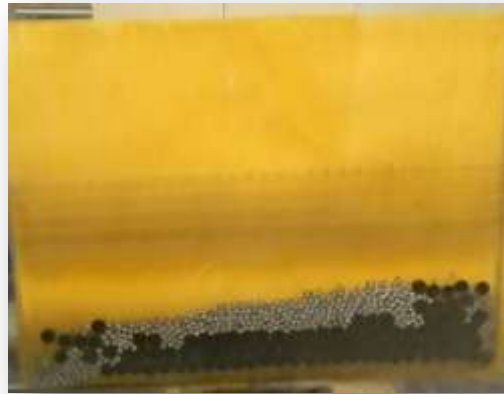


Рис. 10. Прибор для измерения вибрации, частоты и амплитуды
«Вибротест МГ-4»

Опыты проводимые в плоской модели процесса перемешивания



$t = 0\text{c}$



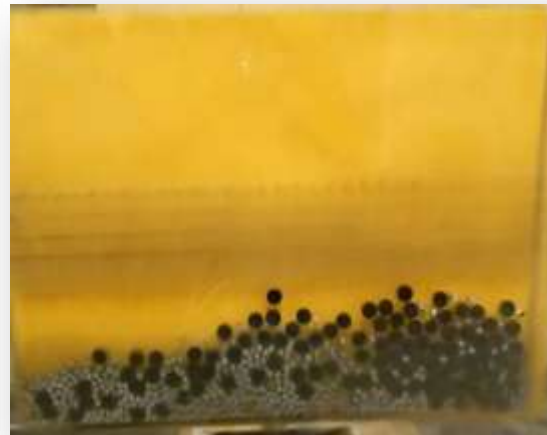
$t = 5\text{c}$



$t = 10\text{c}$



$t = 15\text{c}$



$t = 20\text{c}$



$t = 25\text{c}$

Рис. 11. Движение компонентов смеси внутри модели через разные промежутки времени

Результаты исследования

	Время										
	0	2	5	6	8	10	12	15	16	18	20
1 слой	332	33	30	52	43	8	26	10	7	6	14
2 слой	0	211	165	188	177	93	137	93	30	69	73
3 слой	0	66	97	59	79	139	92	154	121	135	119
4 слой	0	8	33	32	31	43	45	90	148	87	87

Рис.12. Таблица зависимости количества частиц в слое от времени

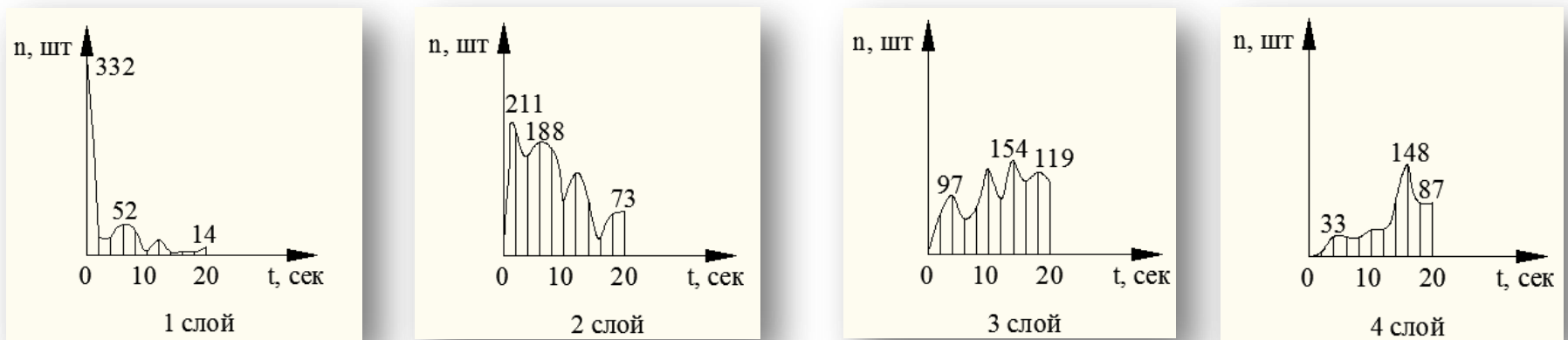


Рис.13. Графики динамики изменения количества частиц в каждом слое от времени

Экспериментальное исследование распределения частиц мелкой фракции по высоте виброожиженного слоя с помощью программного комплекса MATLAB

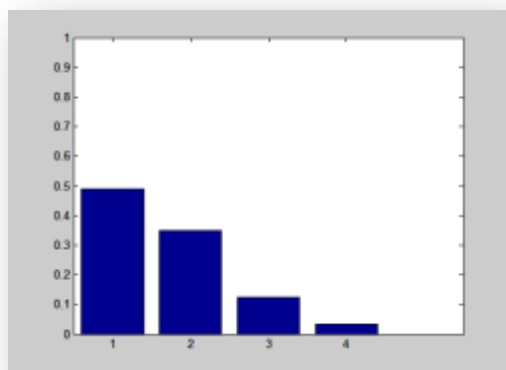


Рис.14. $k=25(t = 5с)$

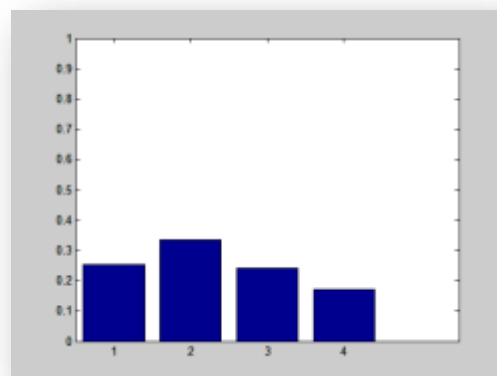


Рис.15. $k=50(t = 10с)$

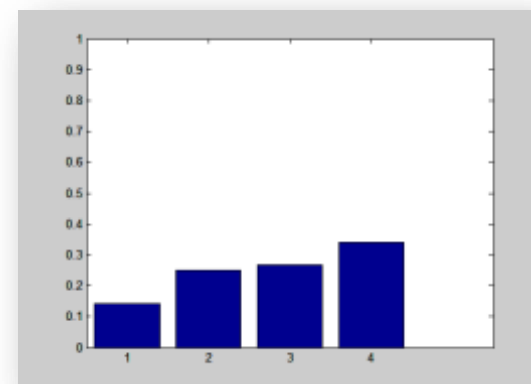


Рис.16. $k=75(t = 15с)$

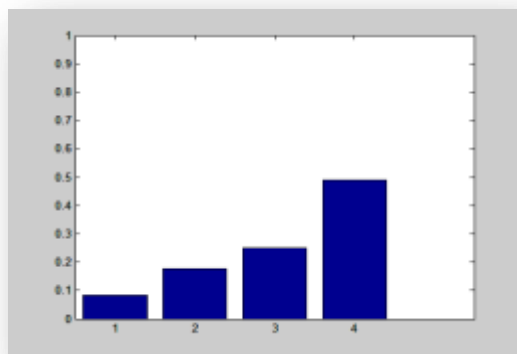


Рис.17. $k=100(t = 20с)$

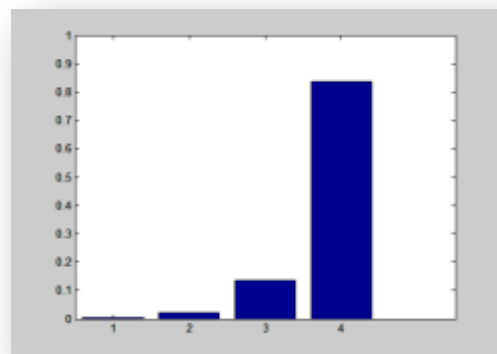


Рис.18. $k=500(t = 100с)$

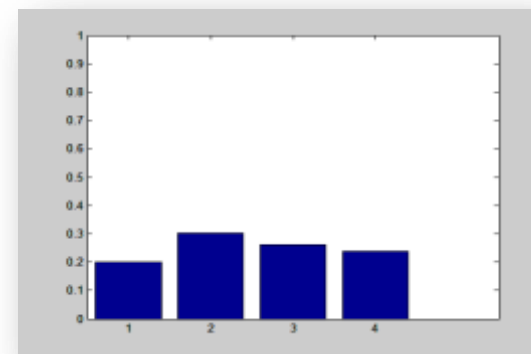


Рис.19. $k=60(t = 12с)$