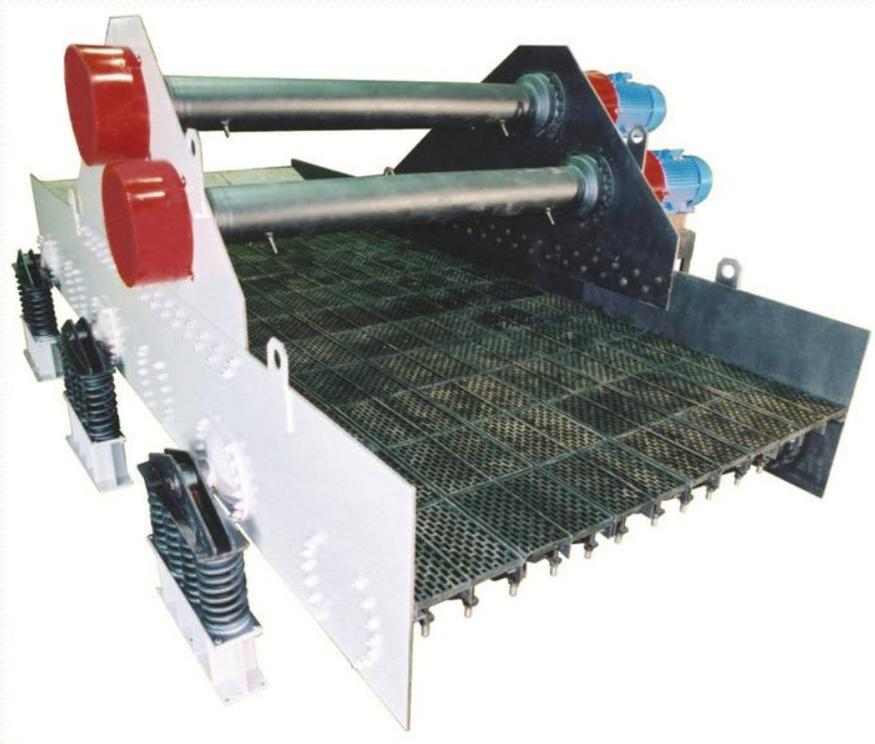


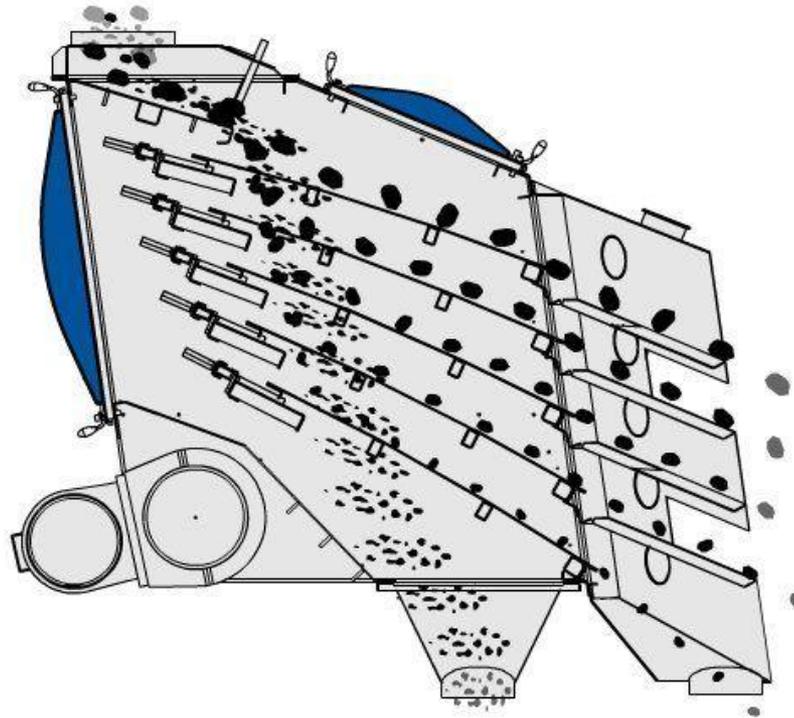
# Моделирование движения частиц по вибрирующей поверхности

*Д.С. Сидоров, студент;  
рук. В. А. Огурцов, д.т.н., проф.*

# Примеры установок грохочения



# Схема работы грохота



- Куски твёрдого сырья, проходя через ряд вибрирующих сит с уменьшающимися отверстиями разделяются по крупности.

# Анализ исследований

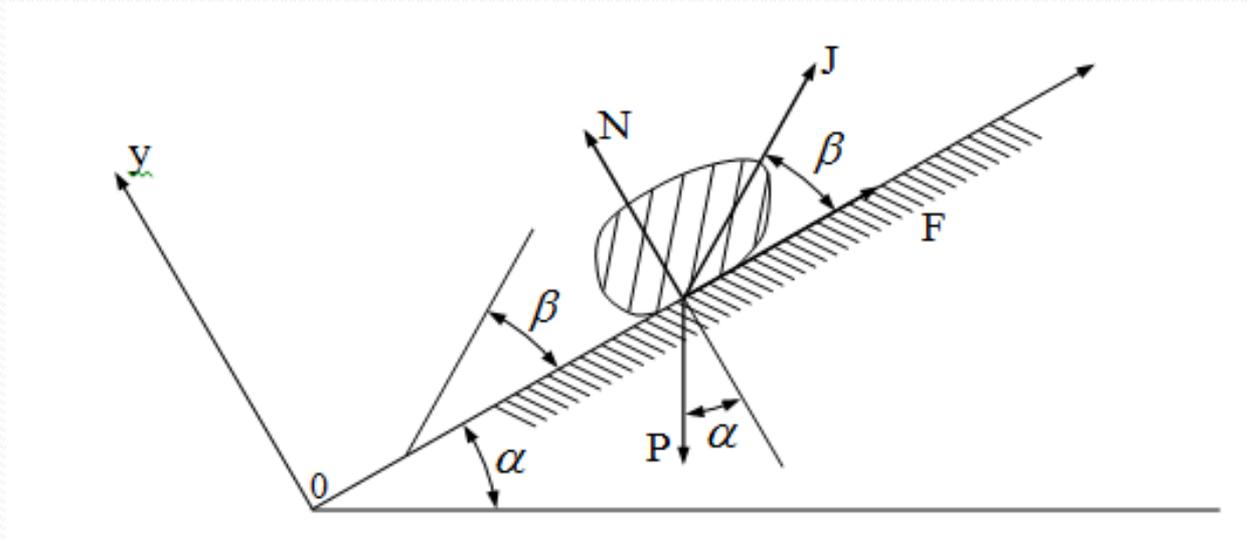
## транспортирования сыпучего материала по просеивающей поверхности виброгрохота

$$g \leq a_{\max} \leq 10g, \quad 200 \text{ кол / мин} \leq n = \frac{30\omega}{\pi} \leq 3000 \text{ кол / мин},$$

- где  $a_{\max}$  – наибольшее ускорение колебаний рабочего органа. Погрешность между теоретическими и экспериментальными результатами не превышает 20 – 30 %
- Время одного цикла  $T_n$  равно или в  $p$  раз превышает период колебаний поверхности

$$T = 2\pi / \omega \quad (p - \text{целое число, } \omega - \text{частота колебаний плоскости}).$$

# Расчетная схема движения материальной частицы на плоской поверхности, совершающей прямолинейные колебания параллельно плоскости наибольшего ската



- На частицу действуют сила тяжести  $P$ , сила сухого Кулонова трения  $F$ , нормальная реакция  $N$ , переносная сила инерции  $J$ .

- Дифференциальные уравнения относительного движения точки в системе координат  $x, y$  жестко связанных с колеблющейся плоскостью имеют вид:

$$\begin{cases} m\ddot{x} = mA\omega^2 \cos \beta \sin \omega t - mg \sin \alpha + F \\ m\ddot{y} = mA\omega^2 \sin \beta \sin \omega t - mg \cos \alpha + N \end{cases}$$

где  $F = \frac{\nu}{|\nu|} fN$  - сила сухого трения ( $f$  - коэффициент трения скольжения), где

нормальная реакция  $N = mg \cos \alpha - mA\omega^2 \sin \beta \sin \omega t$

- Вводится коэффициент восстановления  $R$ :

$$0 \leq R = -\frac{\dot{y}_n}{\dot{y}_0} \leq 1,$$

где  $\dot{y}_0$  и  $\dot{y}_n$  - проекции скорости частицы на ось  $y$  до и после удара.

- Зависимость продольной составляющей скорости до и после удара:

$$\dot{x}_n = (1 - \lambda)\dot{x}_0 \quad \text{при} \quad |\dot{x}_0| < \left| \frac{f(\dot{y}_n - \dot{y}_0)}{\lambda} \right|$$

где  $0 \leq \lambda \leq 1$  – коэффициент мгновенного трения, иногда принимаемый равным коэффициенту трения скольжения;

$$\dot{x}_n = \dot{x}_0 - f'(\dot{y}_n - \dot{y}_0) \operatorname{sgn} \dot{x}_0 \quad \text{при} \quad |\dot{x}_0| > \left| \frac{f(\dot{y}_n - \dot{y}_0)}{\lambda} \right|$$

где  $f'$  – коэффициент ударного трения, также часто принимаемый равным  $f$ .

- Полная схема система уравнений, описывающих движение частицы по вибрирующей плоскости, имеет вид:

при  $y \equiv 0, \dot{x} = 0$  (относительный покой)

$$-f_1 N(t) < F^{(0)}(t) < f_1 N(t),$$

где  $F^{(0)}(t) = mg \sin \alpha - mA\omega^2 \cos \beta \sin \omega t$  – сила трения, не превосходящая по абсолютной величине предельную силу статического трения  $F_{max} = f_1 N$  ( $f_1$  – коэффициент трения покоя);

при  $y \equiv 0, \dot{x} \neq 0$  (скольжение по плоскости)

$$\ddot{x} = -g \frac{\sin(\alpha \pm \rho)}{\cos \rho} + A\omega^2 \frac{\cos(\beta \mp \rho)}{\cos \rho} \sin \omega t,$$

где  $\rho = \arctg f$  – угол трения скольжения,

при  $y > 0$  (полет)

$$\begin{cases} \ddot{x} = A\omega^2 \cos \beta \sin \omega t - g \sin \alpha \\ \ddot{y} = A\omega^2 \sin \beta \sin \omega t - g \cos \alpha \end{cases}$$

- Средняя скорость движения определяется:

$$V = S / T_n.$$