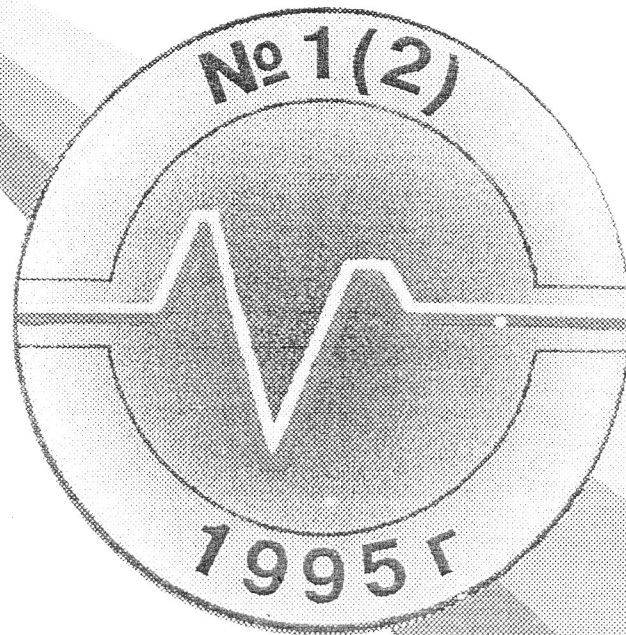


**Всеукраїнський
науково — технічний
журнал**



**Вибрації
в техніке
и технологиях**

Содержание

1. <i>Денисов П.Д.</i> Анализ конструкции вибрационных машин непрерывного действия.....	3
2. <i>Бабичев А.П., Рысева Т.Н., Давыдова Т.В., Саед Бакир Аля.</i> Совершенствование конструкции рабочих камер вибрационных станков	8
3. <i>Берник П.С., Пашистый В.А.</i> Применение инфра- и ультразвука в технологиях	12
4. <i>Берник П.С., Серeda Л.П., Паламарчук И.П.</i> Выбор рациональной схемы механического вибровозбудителя для конвейерной вибрационной машины с эластичной направляющей	15
5. <i>Костогряз С.Г.</i> Математическая модель вибрационного трения в номинально неподвижном фрикционном контакте в пределах предварительного смещения	21
6. <i>Афтаназив И.С.</i> Использование вибраций для упрочнения деталей.....	27
7. <i>Повидайло В.А., Афтаназив И.С., Семкив Ю.М.</i> К определению эффективности параметров процесса вибрационно-центробежной упрочняющей обработки зубчатых колес	35
8. <i>Андреев А.А.</i> Вибрации в технологии и машинах для обработки почвы и уборки корнеплодов и картофеля	39
9. <i>Вирный Н.Н., Искович-Лотоцкий Р.Д., Булыга Ю.В.</i> Математическое моделирование динамики рабочего процесса гидравлического вибровозбудителя	42
10. <i>Берник П.С., Ярошенко Л.В.</i> Состояние и перспективы развития виброобработки легкоповреждаемых деталей	44
11. <i>Повидайло В.А., Шоловий Ю.П. (Учебно—методическая разработка)</i> Исследование влияния параметров колебаний на эффективность процесса вибрационного транспортирования штучных изделий	52
12. <i>Романов А.М., Зозуляк И.А.</i> К вопросу о сепарации примесей на фрикционных сепараторах	57
13. <i>Повидайло В.А.</i> Вибрационные доводочно-шлифовальные станки.....	59
14. <i>Бабичев А.П.</i> К итогам 2-й международной научно-технической конференции «Применение колебаний в технологиях»	59
<i>Наши поздравления. К 60-летию П.Д. Денисова</i>	60
<i>Структура научно-технического журнала «Вибрации в технике и технологиях»</i>	60

К вопросу о сепарации примесей на фрикционных сепараторах.

Романов А.М., Зозуляк И.А.
(Винницкий государственный
сельскохозяйственный институт).

Среди большого количества машин для разделения смесей (сепараторов) в последнее время, с нашей точки зрения, незаслуженно мало внимания уделяется фрикционным сепараторам. Эти сепараторы работают за счет использования различия в величине сил трения скольжения отдельных компонентов смеси или различия величины сил трения скольжения одних и трения качения других элементов.

Непременная часть всякого фрикционного сепаратора - наклонная поверхность, которая может быть выполнена в виде простой наклонной плоскости или, чаще, в виде винтовой поверхности, которую можно рассматривать как непрерывную наклонную поверхность.

Как известно, на тело, находящееся на наклонной поверхности, действуют силы тяжести G , опорной реакции N и силы трения $F_{тр}$ (рис. 1).

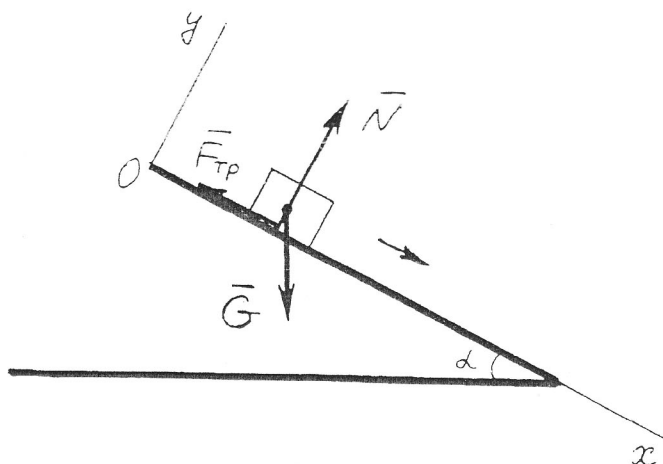


Рис. 1. Расчетная схема для определения уравнения движения тела по наклонной поверхности.

В выбранной системе координат xOy уравнения движения в дифференциальной форме имеют вид:

$$\begin{cases} m\ddot{x} = G\sin\alpha - F_{тр} & (1) \\ m\ddot{y} = -G\cos\alpha + N & (2) \end{cases}$$

Учитывая, что $G = mg$, $F_{тр} = fN$, где m - масса тела, f - коэффициент трения скольжения тела по поверхности.

После очевидных преобразований получим уравнение движения в виде:

$$\ddot{x} = g(\sin\alpha - f\cos\alpha) \quad (3)$$

Скорость движения тела по поверхности

$$\dot{x} = gt(\sin\alpha - f\cos\alpha) + G, \quad (4)$$

где $G = x_0$ - начальная скорость движения тела по поверхности.

Следовательно,

$$\dot{x} = gt(\sin\alpha - f\cos\alpha) + x_0, \quad (4^*)$$

Как видим, скорость движения тела по наклонной поверхности зависит от:

- начальной скорости движения;
- времени нахождения тела на наклонной плоскости;
- коэффициента трения тела по поверхности.

Если поместить на поверхность два тела с различными коэффициентами трения f_1 и f_2 , то скорости x_1 и x_2 , достигаемые телами при прохождении одинакового пути S (длины поверхности), оказываются различными:

$$x_1 = \sqrt{2Sg(\sin\alpha - f_1\cos\alpha)}, \quad (5)$$

$$x_2 = \sqrt{2Sg(\sin\alpha - f_2\cos\alpha)} \quad (6)$$

Следовательно, тело, обладающее меньшим коэффициентом трения, приобретает на наклонной поверхности большую скорость, а следовательно, и большую кинетическую энергию и это можно использовать для разделения смесей, как это показано на рис. 2 (здесь не учитываем сопротивление воздуха).

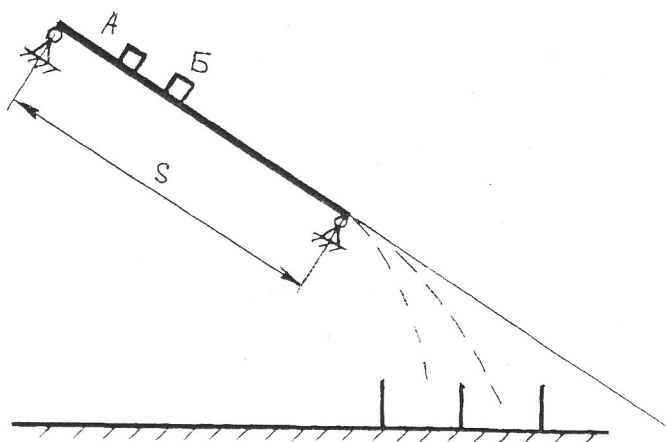


Рис. 2. Принципиальная схема простейшего фрикционного сепаратора.

Все существующие сепараторы можно разбить на три группы:

- сепараторы с неподвижной наклонной плоскостью;
- сепараторы с подвижной наклонной плоскостью (барабанный сепаратор, дисковый сепаратор А.А. Лотоцкого, ленточный сепаратор А. Скачко, сепаратор Эйерса (Ayers));
- спиральные сепараторы (сепараторы Парди (Pardee)).

Иногда используются сепараторы, являющиеся комбинацией сепаратора с неподвижной наклонной плоскостью и барабанного сепаратора, т.н. американские наклонные столы (Emery Picker).

Обязательными требованиями для обеспечения эффективной работы фрикционных сепараторов яв-

ляются:

- равномерное питание сепаратора тонким слоем смеси, чтобы каждая частица смеси могла двигаться по поверхностям сепаратора свободно и самостоятельно;
- постоянство величины коэффициента трения компонентов смеси по поверхности сепаратора;
- влажность компонентов смеси не должна превышать 6-10%;
- количество пылевидных частиц не должно превышать 10-15%.

Невыполнение любого из перечисленных требований приводит к нарушению режима и ухудшению качества сепарации.

Очевидно, что на практике выполнить все перечисленные требования непросто, и это является одной из причин, приводящих к сокращению области применения фрикционных сепараторов. Особенно это относится к требованиям постоянства величины коэффициента трения, величины влажности компонентов и наличия пылевидных частиц.

В настоящее время удаление пылевидных частиц и поддержание заданной влажности компонентов смеси не представляет технической проблемы. Поэтому основной причиной недостаточно широкого использования фрикционных сепараторов является острая зависимость качества сепарации от величины коэффициентов трения компонентов смеси по поверхности сепаратора.

Рассмотрим влияние вибрационного поля, наложенного на наклонную плоскость, на характер движения тела.

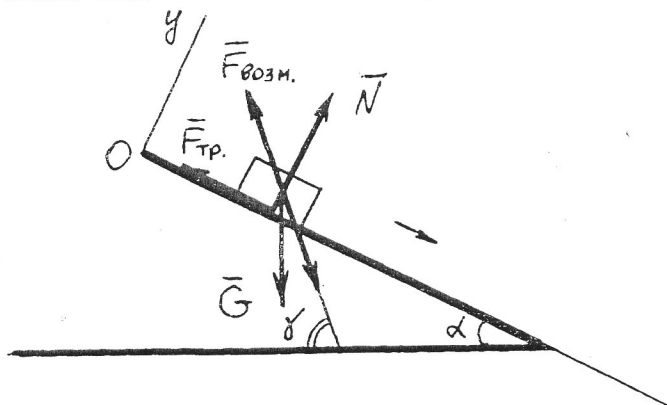


Рис. 3. Расчётная схема для определения уравнения движения тела по наклонной поверхности под воздействием вибрационного поля.

Как видим (рис. 3), тело находится под воздействием силы тяжести G , опорной реакции N , силы

трения $F_{тр}$ и возмущающей вибрационной силы $F_{возм}$. Уравнения движения в дифференциальной форме имеют вид:

$$\begin{cases} mx = G \sin \alpha - F_{тр} \pm F_{возм} \cos(\gamma - \alpha) \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{cases} my = -G \cos \alpha + N \pm F_{возм} \sin(\gamma - \alpha) \end{cases} \quad (8)$$

или

$$\begin{cases} mx = mg \sin \alpha - fN \pm F_{возм} \cos(\gamma - \alpha) \end{cases}$$

$$\begin{cases} my = -mg \cos \alpha + N \pm F_{возм} \sin(\gamma - \alpha) \end{cases}$$

Окончательно получим:

$$\begin{cases} x = g \sin \alpha - fN/m \pm F_{возм} \cos(\gamma - \alpha)/m \end{cases} \quad (9)$$

$$\begin{cases} y = -g \cos \alpha + N/m \pm F_{возм} \sin(\gamma - \alpha)/m \end{cases} \quad (10)$$

Для удобства рассмотрим вариант безотрывного движения тела по поверхности. В этом случае $y = 0$ и из (10) получим:

$$N/m = g \cos \alpha \pm F_{возм} \sin(\gamma - \alpha)/m \quad (11)$$

Подставим выражение для N/m в (9):

$$x = g \sin \alpha - f[g \cos \alpha \pm F_{возм} \sin(\gamma - \alpha)/m] \pm F_{возм} \cos(\gamma - \alpha)/m \quad (12)$$

или, после преобразования:

$$x = g(\sin \alpha - f \cos \alpha) \pm F_{возм} [\cos(\gamma - \alpha) - f \sin(\gamma - \alpha)]/m \quad (13)$$

Из (13) следует, что в зависимости от значений входящих в уравнение параметров возможны три варианта поведения тела на наклонной плоскости под воздействием вибрационного поля:

1. Тело по поверхности не смещается или движется с постоянной скоростью, т.е. $x = 0$. Это возможно при величине

$$F_{возм} = [mg(\sin \alpha - f \cos \alpha)] / [\cos(\gamma - \alpha) - f \sin(\gamma - \alpha)] \quad (14)$$

2. Тело по поверхности движется с ускорением, вектор которого направлен вниз, т.е. $x > 0$. Такой характер движения достигается при

$$F_{возм} < [mg(\sin \alpha - f \cos \alpha)] / [\cos(\gamma - \alpha) - f \sin(\gamma - \alpha)] \quad (15)$$

3. Тело по поверхности движется с ускорением, вектор которого направлен вверх, т.е. $x < 0$. В этом случае должно выполняться условие

$$F_{возм} > [mg(\sin \alpha - f \cos \alpha)] / [\cos(\gamma - \alpha) - f \sin(\gamma - \alpha)] \quad (16)$$

Из уравнений (14) - (16) следует, что поведение различных компонентов смесей на наклонной плоскости, находящейся под воздействием вибрационного поля, будет различным. Это позволяет путем изменения величины и направления действия возмущающей силы $F_{возм}$ на одной и той же поверхности осуществлять сепарацию смесей с различными физико-механическими свойствами, в т.ч. и смесей, значения коэффициентов трения компонентов которых для различных партий могут меняться.