

Институт проблем машиноведения РАН, Санкт-Петербург, Россия

Исследование и разработка теории эффектов при
вибрационных и импульсных воздействиях на
природные и техногенные материалы с целью
создания энергосберегающих технологий их
переработки

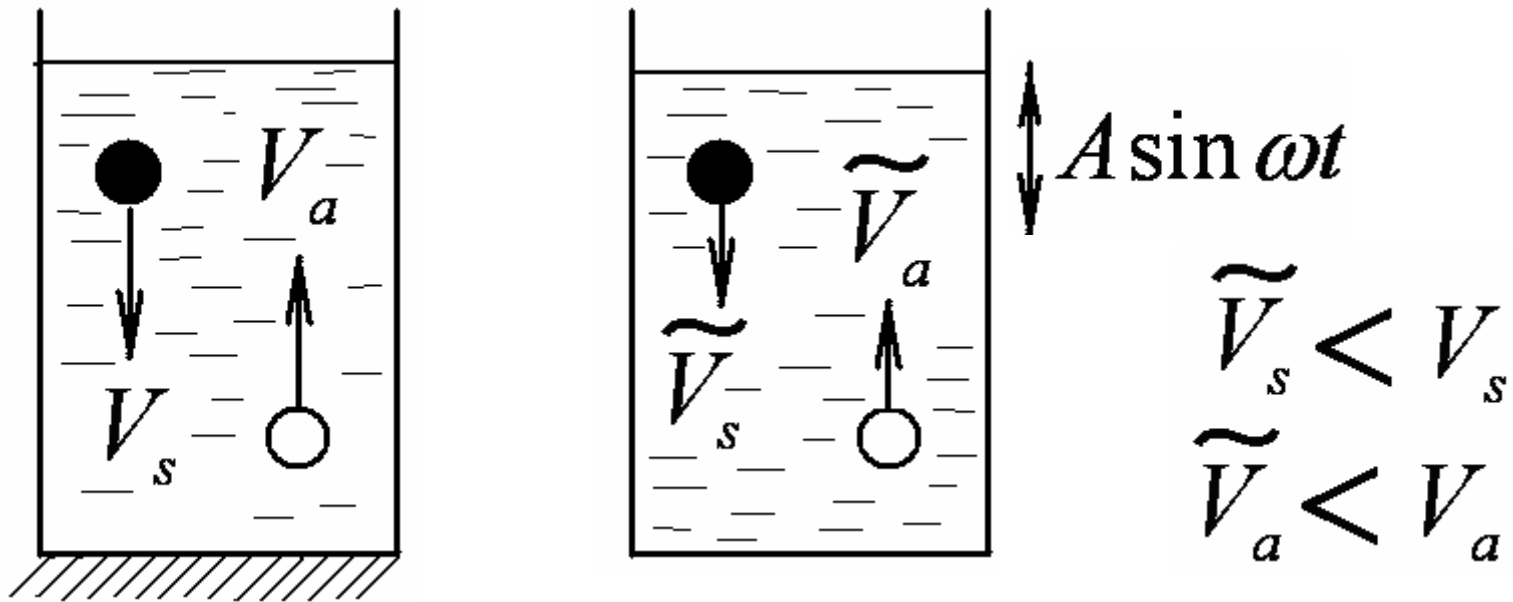
Проект №02.515.11.5092

*Эффекты при действии вибрации на газожидкостные и
сыпучие среды: методы их теоретического и
экспериментального исследования*

Блехман И.И., Васильков В.Б., Якимова К.С., Блехман Л.И.

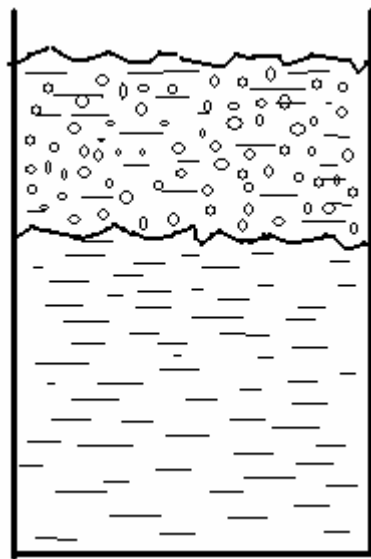
I. Вибрационные эффекты

- 1. Замедление падения частиц, более плотных, чем жидкость и всплывания менее плотных, чем жидкость (пузырьков газа)



Возможные приложения - флотация,
химические технологии

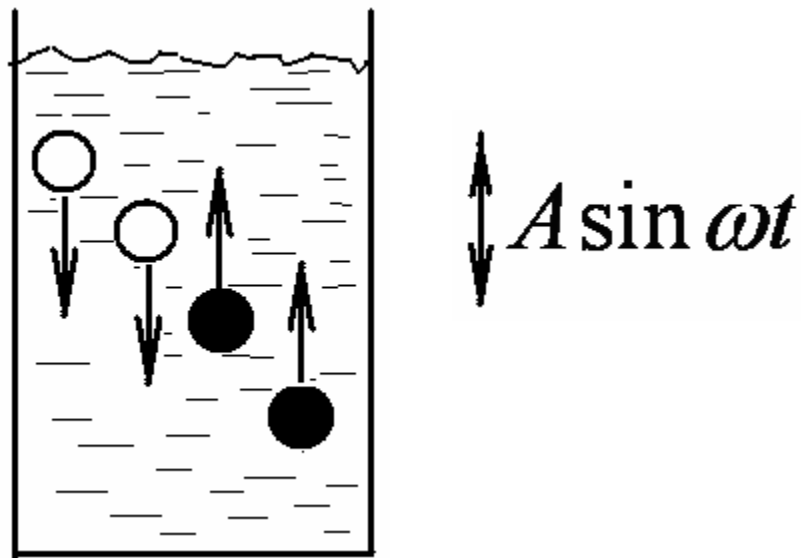
2. Турбулизация верхнего слоя у свободной поверхности жидкости в вибрирующем сосуде, сопровождающаяся образованием пузырьков газа



$$w_1 < \frac{A\omega^2}{g} < w_2$$

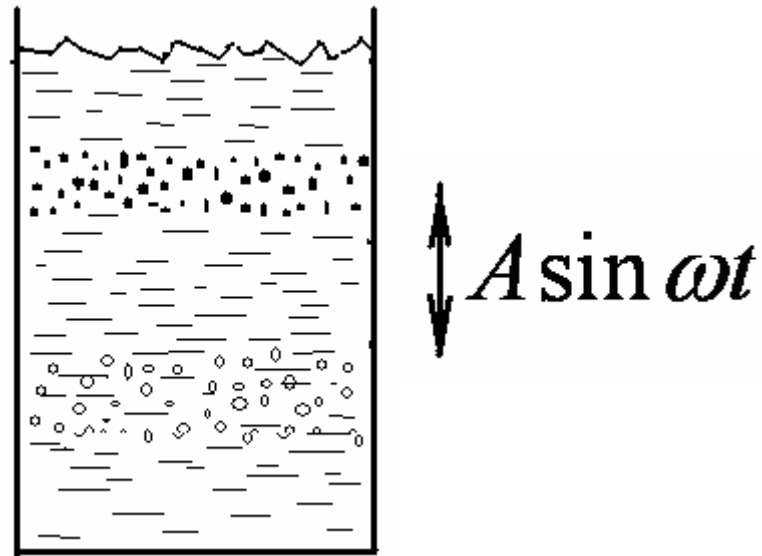
- Возможные приложения-химическая технология

3. Погружение пузырьков газа вглубь объема жидкости и, наоборот, всплывание твердых частиц, более плотных, чем жидкость



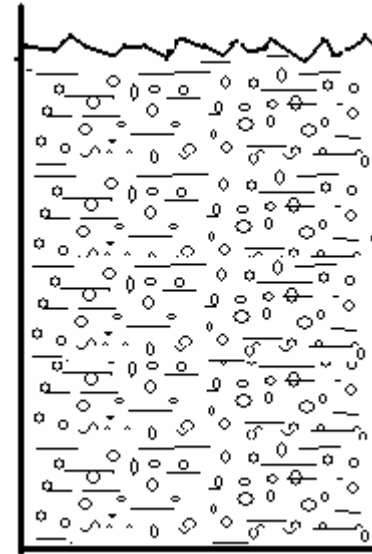
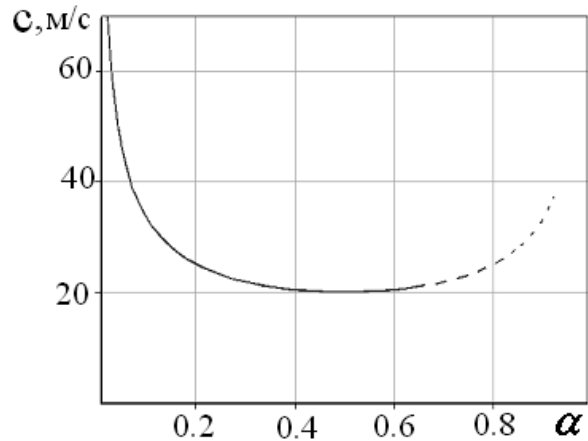
- Возможные приложения-флотация, химические технологии

4. Концентрация пузырьков и твердых частиц в зависимости от их свойств в определенных областях столба жидкости



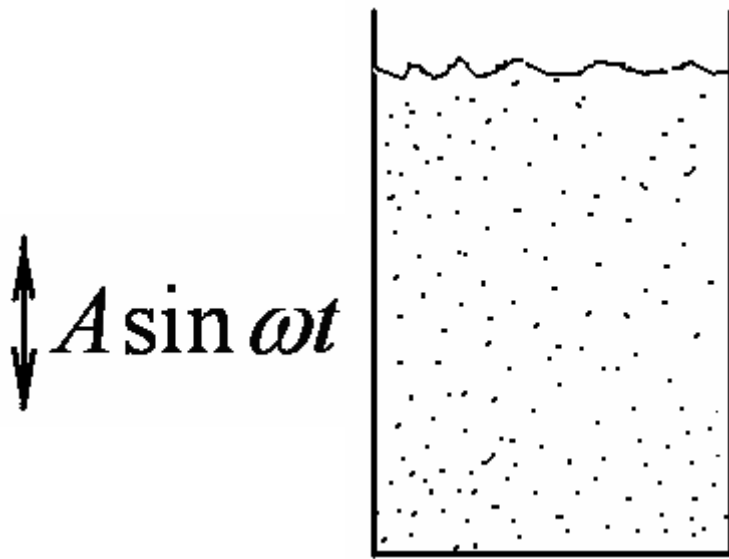
- Возможные приложения – обогащение полезных ископаемых, химическая технология

5. Резкое снижение (до 20 м/с) скорости распространения звука в газожидкостной смеси в широком диапазоне изменения концентрации газовой фазы



$$c_a = 330 \text{ м/с}; \quad \tilde{n}_w = 1500 \text{ м/с}; \quad \tilde{n}_{aw} \Big|_{\alpha=0,2 \div 0,8} \approx 20 \text{ м/с}$$

6. Образование псевдосверхкритического флюида



$$w_1 < \frac{A\omega^2}{g} < w_2$$

$$\omega_1 < \omega < \omega_2$$

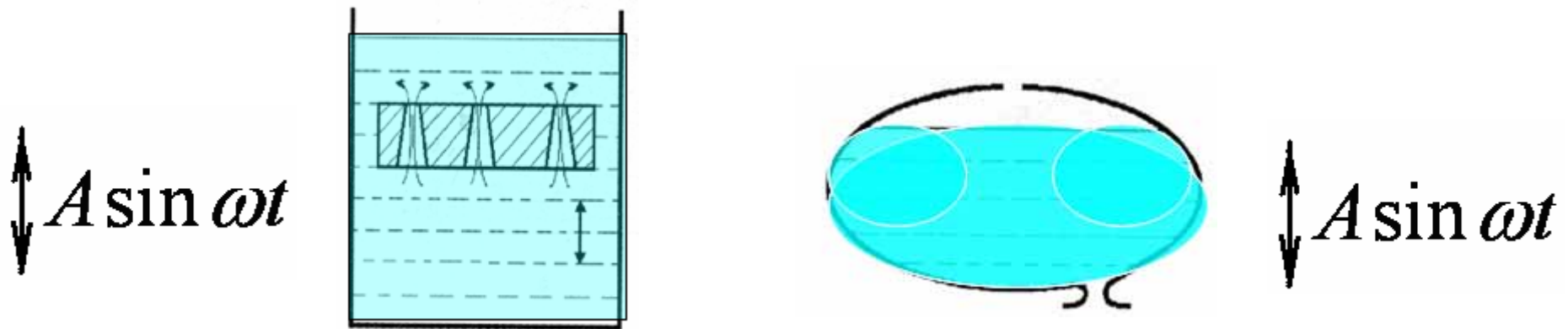
- Возможные приложения – химическая технология (ускорение химических реакций)

7. Интенсивное перемешивание компонент сред



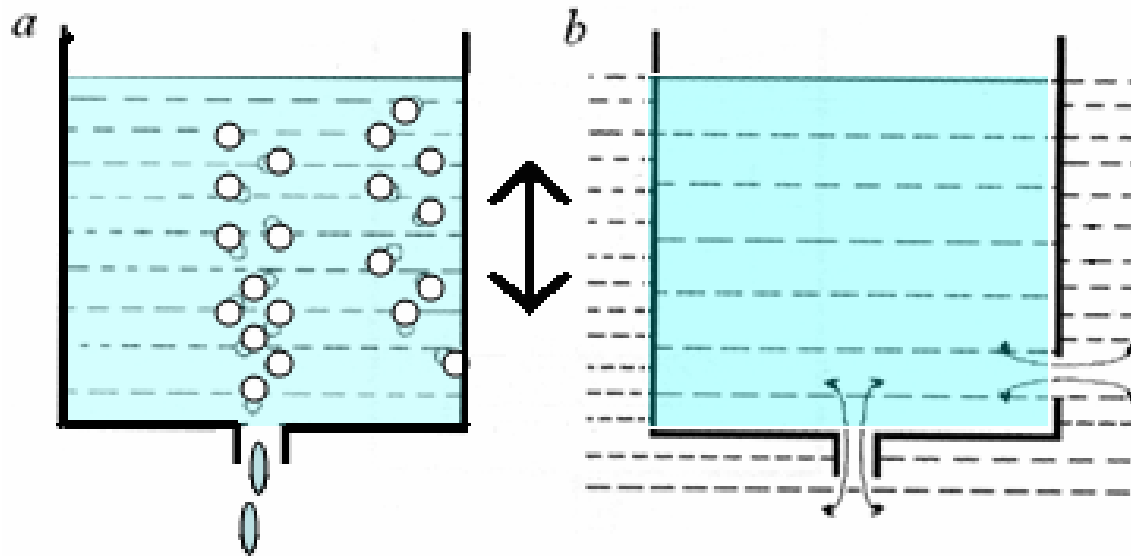
- Возможные приложения: производство строительных материалов, пищевые и химические технологии

8. Виброструйный эффект и вибрационное запирание отверстий в баках с жидкостью



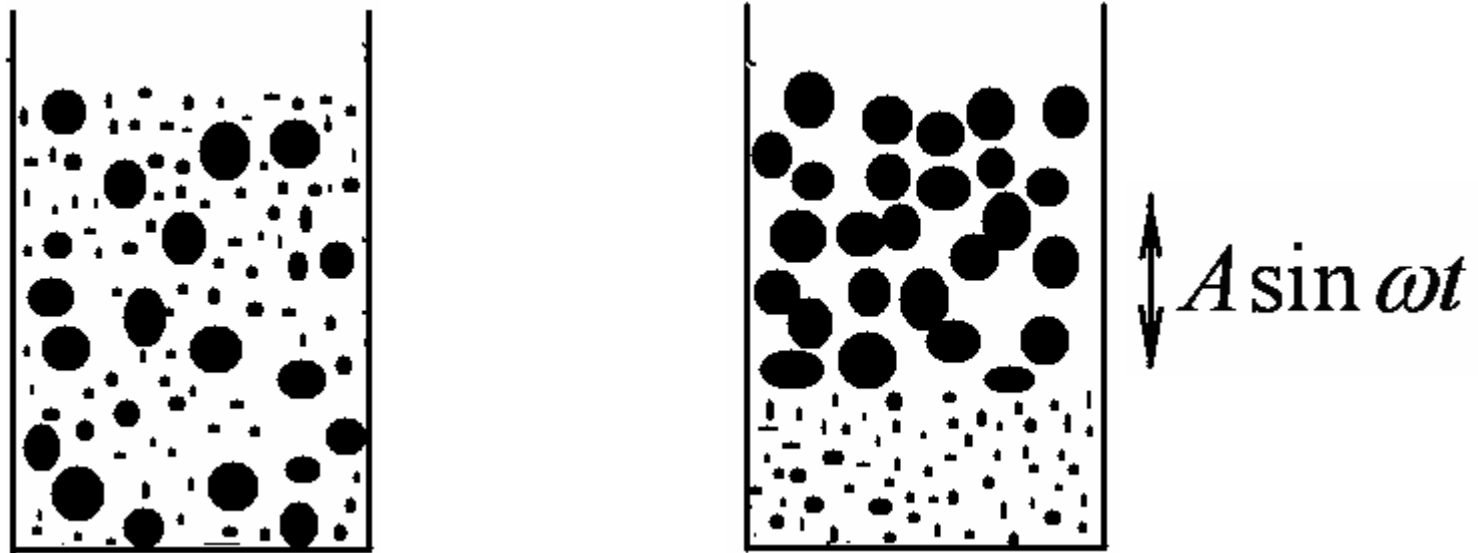
- Приложения – «мокрое» грохочение (очистка сит); предотвращение авиакатастроф

9. Явление вибрационной инжекции газа в жидкость – интенсивное проникновение газа в вибрирующий сосуд с жидкостью через отверстие в его нижней части



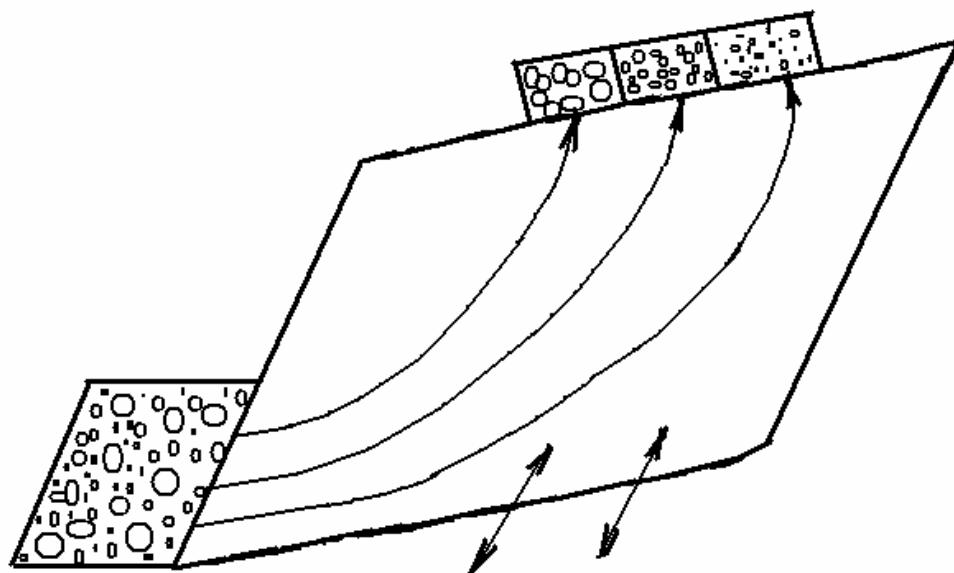
- Возможные приложения – флотация, химические технологии

10. Явление сегрегации – расслоение частиц сыпучей среды по удельному весу и крупности



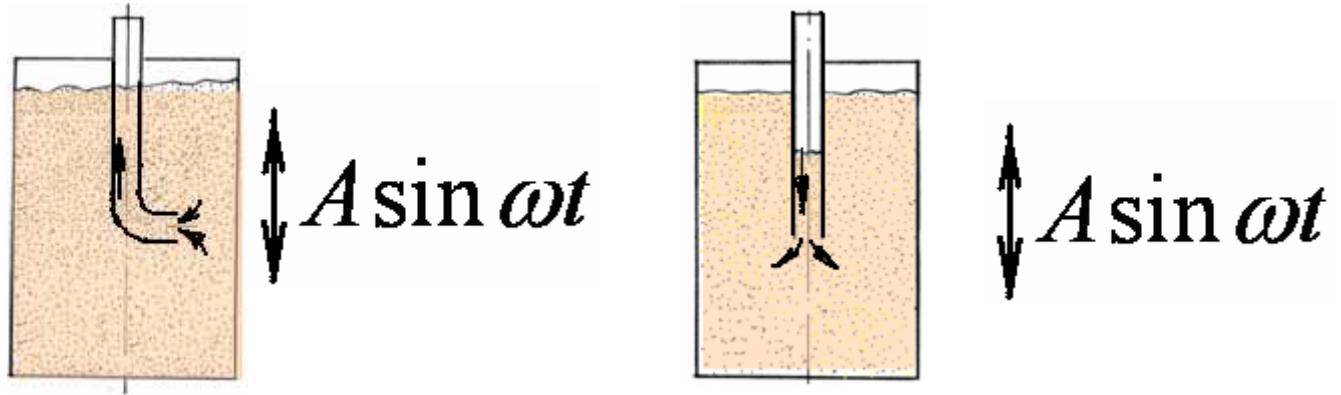
- Приложения – вибрационное грохочение, обогащение полезных ископаемых (отсадка, концентрация на столах)

11. Разделение частиц по свойствам и размерам на вибрирующих поверхностях



- Приложение – переработка минерального и техногенного сырья, машиностроение, производство строительных материалов, пищевые технологии

12. Аномальное поведение сыпучей среды в сообщающихся вибрирующих сосудах: в одних условиях сыпучая среда ведет себя как жидкость, а при других – совершенно иным образом



- Приложение-химические технологии, дозированная подача сыпучего материала

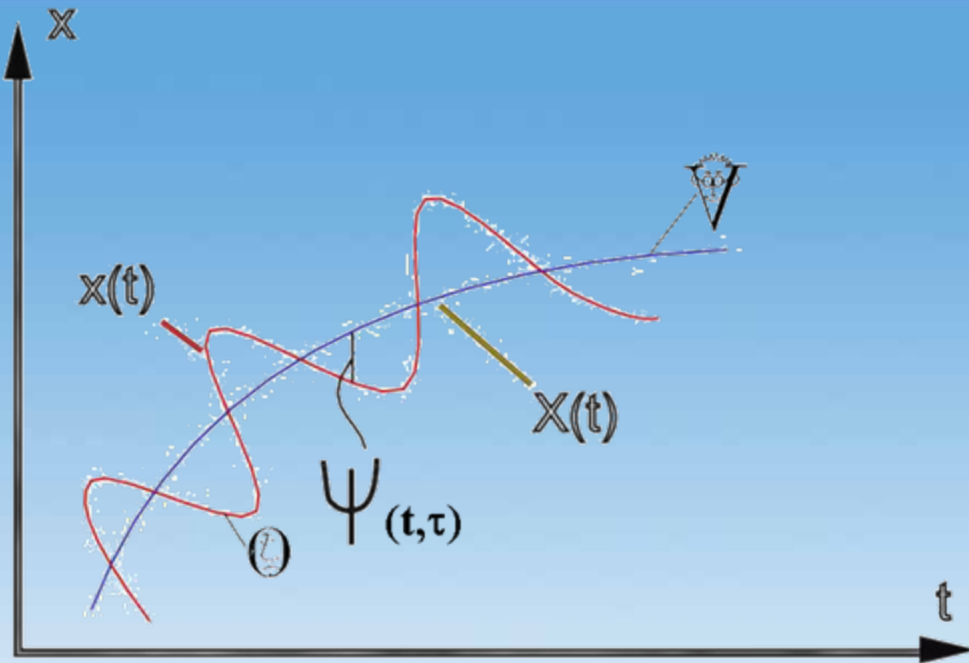
II. Задача проекта

Создать теоретический задел для разработки новых энерго-и ресурсосберегающих машин и технологий

III. Средства решения задач

- 1. Разработка инженерных версий эффективного механико-математического метода исследования и расчета вибрационных эффектов - вибрационной механики и вибрационной реологии.
- 2. Использование этого метода для создания моделей перечисленных эффектов.
- 3. Создание специального лабораторного вибрационного стенда для экспериментального изучения этих и других эффектов, связанных с действием вибрации на различные среды.

О вибрационной механике и вибрационной реологии



$$x = X(t) + \psi(t, \tau), \quad \tau = \Omega t \quad (1)$$

X - медленное движение

ψ - быстрое движение

t - “обычное”,

медленное время

$\tau = \Omega t$ - “быстрое” время

Законы механики действуют для координаты \mathcal{X}



$$m \ddot{x} = F(x, \dot{x}, t, \Omega t) + \Phi(x, \dot{x}, t, \Omega t) \quad (2)$$

медленная сила

быстрая сила

Вопросы

1. Нельзя ли получить уравнение только для основной, медленной компоненты X ?
2. Как будут выглядеть законы механики для этой компоненты?

Ответы

1. Да, как правило, можно
2. Ко всем “обычным” силам следует добавить некоторые дополнительные силы, называемые вибрационными силами

Кинематическая схема вибрационного стенда

