

УДК 631.363

ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯВИЩА РЕЗОНАНСУ ДЕБАЛАНСНОГО ВІБРАЦІЙНОГО ДОЗАТОРА СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

Богданов Є.В., к.т.н.

Луганський національний аграрний університет

Кюрчев С.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-13-54

Анотація - в статті наведено структуру теорії вібраційного транспортування та дозування сипких матеріалів. Розроблено диференціальне рівняння руху робочого органу дебалансного вібраційного дозатора. Виконано аналіз формул для визначення амплітуди коливань робочого органу дебалансного вібраційного дозатора.

Ключові слова – вібротранспортування, реологія, дебалансний збуджувач коливань, резонанс.

Аналіз стану та постановка проблеми. Питання теорії вібротранспортування, а також вібродозування сипких матеріалів мають відношення до двох самостійних, але тісно пов'язаних галузей (рис 1). До першої відносять питання поведінки матеріалів під час дії на них вібрації (реології), до другої – питання, що пов'язані з закономірностями роботи робочих органів вібротранспортерів або вібродозаторів [1]. В залежності від типу сипкого матеріалу розрізняють макрореологію та мікрореологію. Під макрореологією розуміють область механіки, в якій вивчають деформацію та текучість багатокомпонентних матеріалів. В мікрореології відповідно вивчають властивості однорідних монокомпонентних матеріалів [2].

Тому найбільш важливим для сільського господарства є питання взаємодії матеріалів, що транспортуються або дозуються з робочими органами машин з урахуванням властивостей цих матеріалів, що змінюються під дією вібрації.

Основна частина. Робочі органи більшості вібраційних дозаторів, за виключенням віброударних, виконують гармонічні коливання.

В якості збуджувача коливань в переважній більшості таких машин використовують дебалансні пристрої. З одного боку така система збудження коливань легко досліджується та піддається опису диференційними рівняннями, з іншого – коливальна система легко налагоджується як на дорезонансний так і резонансний режим роботи.

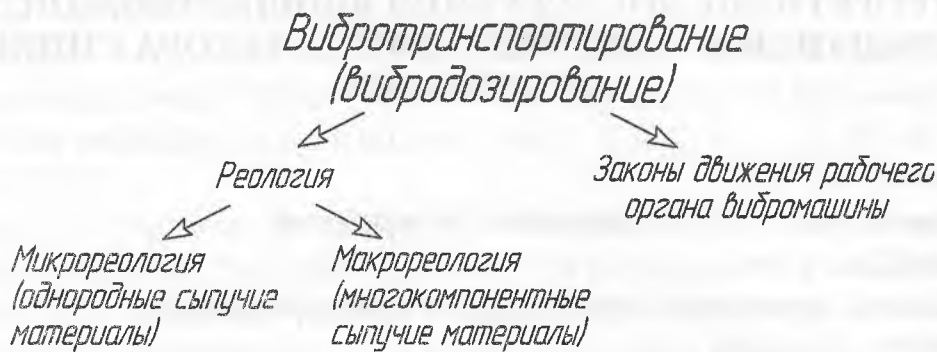


Рис. 1. Структура теорії вібротранспортування сипких матеріалів.

Дебалансний вібраційний дозатор складається з робочого органа (вібростолу), системи пружин, дебалансного збуджувача коливань (рис. 2). Дебалансний збуджувач коливань складається з дебалансного вантажу, який обертається з частотою ω навколо горизонтальної вісі – валу електродвигуна. Таким чином, за рахунок інерції вантажу, що обертається вібростіл отримує коливання в вертикальній площині.

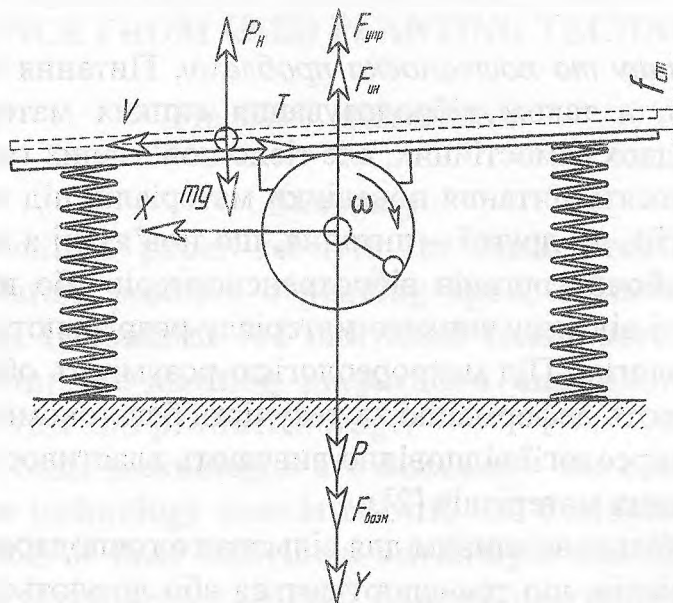


Рис. 2. Схема дебалансного вібраційного дозатора.

Згідно до наведеної схеми, на коливальну систему будуть діяти наступні сили. Сила пружності пружини:

$$F_{\text{упр}} = c \cdot y, \text{ Н,}$$

де c – коефіцієнт жорсткості пружини, Н/м;
 y – переміщення вантажу, м.

Згідно до принципу Даламбера потрібно ввести фіктивну силу інерції:

$$F_{\text{ин}} = m \frac{d^2 y}{dt^2}, \text{ Н,}$$

де m – маса підпружиненої частини коливальної системи.
 Збурююча сила складе:

$$F_{\text{зб}} = H \cdot \sin(pt + \delta), \text{ Н,}$$

де H – амплітуда збурюючої сили, м;
 p – частота зміни циклів за 2π секунд;
 δ – початкова фаза зміни збурюючої сили.

З урахуванням зазначених сил, диференціальне рівняння руху робочого органу запишеться як:

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} + c \cdot y = m \cdot g + H \cdot \sin \omega t$$

Розв'язання цього рівняння дозволить визначити $y(t)$ та побудувати графіки швидкостей та прискорень при різноманітних параметрах коливальної системи.

Для введення робочого процесу вібродозатора в резонансний режим необхідно визначити власну частоту коливань системи. Згідно з відомою формулою [3,4] власна частота коливальної системи визначається як:

$$k = \sqrt{\frac{c}{m}} = \sqrt{\frac{g}{f_{\text{ст}}}},$$

де $f_{\text{ст}}$ – скорочення пружини під час знаходження коливальної системи в спокої, м.

Розглянута формула може бути використана під час теоретичних досліджень дебалансного вібродозатора, оскільки теоретично визначити коефіцієнт жорсткості пружинного підвісу вібростолу досить складно.

Таким чином, амплітуда коливань вібростолу визначається за формулою:

$$A = \frac{h}{k^2 - p^2} = \frac{G_1 \cdot r \cdot \omega^2}{G \cdot (k^2 - \omega^2)}, \text{ м,}$$

де h – коефіцієнт, що вводять ($h = H/m$), м/Н;
 G_1 – маса вантажу дебалансу, Н;
 G – повна маса підпружиненої частини коливальної системи, Н;
 ω – частота обертання дебалансного механізму, с^{-1} .

З аналізу цієї формули видно, що вона не може використовуватись для дослідження резонансних вібраційних дозаторів, оскільки в умовах резонансу (коли $k = \omega$) амплітуда вимушених коливань буде дорівнювати ∞ .

Згідно з іншою формулою [1] амплітуда коливань системи складе:

$$A = \frac{m \cdot r \cdot \omega^2}{m_n \sqrt{(m_0^2 - m^2) + 4 \cdot c^2 \cdot \omega^2}}, \text{ м,}$$

де $m \cdot r$ – момент маси дебалансів відносно до вісі обертання, Н·м;

m_n – маса підресореної частини коливальної системи, Н;

ω – вимушена частота коливань системи, с^{-1} ;

ω_0 – власна частота коливань системи, с^{-1} ;

$c = \frac{\eta}{2m_n}$ – коефіцієнт пропорційності;

η – коефіцієнт опору середовища.

Для авторезонансної коливальної системи цю формулу можна записати в спрощеному варіанті:

$$A = \frac{m \cdot r \cdot \omega}{\eta}, \text{ м.}$$

Таким чином, амплітуда коливань резонансної коливальної системи буде обмежуватись опором середовища, та матиме кінцеве значення.

Висновок. Отримані залежності амплітуди вимушених коливань коливальної системи для дорезонансного та резонансного режиму роботи. В подальшому потрібна експериментальна перевірка відповідності отриманих рівнянь та їх подальше удосконалення.

Література.

1. Дубровский А.М. Вибрационная техника в сельском хозяйстве. / А.М. Дубровський – М.: Машиностроение, 1968. – 204 с.
2. Блехман И.И. Что может вибрация?: О «вибрационной механике» и вибрационной технике. / И.И. Блехман. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. Лит., 1988 – 208 с.
3. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука» / С.М. Тарг, 1970. – 478 с.
4. Никитин Е.М. Краткий курс теоретической механики для ВТУЗОВ / Е.М. Никитин. Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1971. – 400 с.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ РЕЗОНАНСА ДЕБАЛАНСНОГО ВИБРАЦИОННОГО ДОЗАТОРА СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Богданов Е., Кюрчев С.

Аннотация.

В статье приведена структура теории вибрационной транспортировки и дозирования сыпучих материалов. Разработано дифференциальное уравнение движения рабочего органа дебалансного вибрационного дозатора. Выполнен анализ формул для определения амплитуды колебаний рабочего органа дебалансного вибрационного дозатора .

THEORETICAL RESEARCH OF THE PHENOMENON OF RESONANCE OF VIBRATION METERING DEVICE OF FRIABLE MATERIALS

Bogdanov E., Kurchev S.

Summary

The structure of theory of the vibration transporting and dosage of friable materials is resulted in the article. Differential equalization of motion of working organ of vibration metering device is developed. The analysis of formulas is executed for determination of amplitude of vibrations of working organ of vibration metering device.

УДК 631.362

ЕЛЕКТРИЧНИЙ ВИМІРЮВАЧ МАЛИХ ШВИДКОСТЕЙ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКА

Брагінець М.В., д.т.н., Єрмак В.П., к.т.н.

Луганський національний аграрний університет

Кюрчев С.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-13-54