Митрофанов А. П., Буров Е. А.
ХАРАКТЕРИСТИКА ВИБРАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВУ
Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2008/12/32.html
Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по данному вопросу.

Источник
Альманах современной науки и образования
Тамбов: Грамота, 2008. № 12 (19). С. 101-103. ISSN 1993-5552.
Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html
Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2008/12/

© Издательство "Грамота"
Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net
Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

ХАРАКТЕРИСТИКА ВИБРАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВУ

Митрофанов А. П., Буров Е. А.
Курганский государственный колледж

Одно из направлений по уменьшению энергозатрат, на обработку почвы, применение вынужденных колебаний. Данной проблемой занимались О. В. Верняев, А. А. Дубровский и др. Было получено снижение тягового сопротивления за счет перераспределения диссипативных сил. Однако проблема до конца не изучена, в особенности к применению стерневых сеялок.

К рабочему органу стерневой сеялки приложена вынуждающая сила от вибратора, изменяющаяся по закону:

$$Q = H\cos\omega t\,, \tag{1}$$

где ***H*** - амплитуда вынуждающей силы; ***ω*** - частота вынужденной силы.

Дифференциальное уравнение движения рабочего органа:

$$x'' + 2nx' + k^2 x = \frac{1}{m} H\cos\omega\,, \tag{2}$$

где $n = \varepsilon/2m$; $k^2 = \sqrt{c/m}$;

m - масса рабочего органа; ***ε*** - коэффициент сопротивления почвы; ***c*** - коэффициент демпфирующего элемента; ***x*** - координата носка рабочего отсчитываемая от положения равновесия.

Величины: ***m*** и ***c*** = const. Уравнение (2) описывает вынужденные колебания при динамическом возбуждении. Тогда его интеграл, для начальных условий: $x = x_0; x' = x_0'; t_0 = 0$; при $n \prec k$.

$$\begin{aligned} x = {} & e^{-nt}\left(x_0\cos\omega_1 t + \frac{x_0 n + x_0'}{\omega_1}\sin\omega_1 t\right) - \frac{H}{m\left[(k^2-\omega^2)+4n^2\omega^2\right]}\times \\ & \times e^{-nt}\left[(k^2-\omega^2)\cos\omega_1 t + \frac{n}{\omega_1}(k^2+\omega^2)\sin\omega_1 t\right] + x_\alpha\cos(\omega t - \phi), \end{aligned} \tag{3}$$

Где $\omega_1 = \sqrt{(k^2 - n^2)}$; (4)

$$x_\alpha = \frac{H}{m\sqrt{(k^2-\omega^2)+4n^2\omega^2}}; \tag{5}$$

$$\phi = arctg\frac{2n\omega}{k^2-\omega^2}\,. \tag{6}$$

Первое слагаемое правой части выражения (3) представляет собой собственные колебания, определяемые начальными условиями и не зависящие от вынуждающей силы. Второе слагаемое - возбужденные колебания, определяемые вынуждающей силой и не зависящие от начальных условий. Третье слагаемое - вынужденные колебания.

Собственные колебания со временем затухают, о чем свидетельствует сомножитель e^{-nt}, остаются только вынужденные:

$$x = \frac{H}{m\sqrt{(k^2-\omega^2)+4n^2\omega^2}}\cos(\omega t - arctg\frac{2n\omega}{k^2-\omega^2})\,. \tag{7}$$

При исследовании технологического процесса обработки почвы важно знать поведение среды, подтвержденной внешним периодическим воздействием, для этого используется теория прочности.

При решении данной задачи необходимо знать для любого сложного напряженного состояния величины предельных напряжений, которые приводят или к пластической деформации или к появлению трещин. Вынужденные колебания, сообщаемые рабочему органу, вносят изменения в естественный релаксационный автоколебательный процесс разрушения почвы. Параметры колебаний зависят от внешних факторов: величины внешнего импульса и его частоты. Которые способствуют или препятствуют разрушению, т.е. увеличению или уменьшению тягового сопротивления по сравнению с тяговым без вибрации.

Это происходит за счет изменения величин: нормальных (σ) и касательных (τ) напряжений, на площадке контакта; скорости частиц (V) этого объема относительно системы координат, связанной с сеялкой; $F(t)$ усилия резания почвы, а также волновые процессы, возникающие при этом в почве.

В данном случае обрабатываемая среда является универсально упругой, т. е:

$$kE\varepsilon' + E_0\varepsilon = \sigma + k\sigma'\,, \tag{8}$$

где $\boldsymbol{k}$ - время релаксации; $\boldsymbol{E}$ - мгновенный модуль упругости; ε' - скорость относительного удлинения; $\boldsymbol{E_0}$ - длительный модуль упругости; σ' - напряжения.

При воздействии сошника, совершающего вынужденные колебания, состояние почвы можно записать, согласно теории упругости:

$$\rho \frac{\partial^2 \vec{u}}{\partial t^2} = (\lambda_0 + \mu_0)\partial\Delta + \mu_0 \nabla^2 \vec{u} \ , \tag{9}$$

где ρ - плотность почвы; $\vec{u}$ - величина перемещения; λ_0, μ_0 - постоянные Ляме.

$$\lambda_0 = \frac{EV}{(1+V)(1-2V)}, \ \mu_0 = \frac{E}{2(1+V)} \ . \tag{10}$$

$$\Delta = \frac{\partial u_x}{\partial x} + \frac{\partial u_y}{\partial y} + \frac{\partial u_z}{\partial z} \text{ - объемное расширение;} \tag{11}$$

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \text{ - оператор Лапласа.} \tag{12}$$

Уравнение (9) указывает о наличии двух типов волн: волны, разрушающие почвенную среду и поверхностные упругие, волны Релея. Процесс разрушения в разных условиях не одинаков.

Используем напряжения, возникающие при обработке почвы по следующему закону:

$$\varepsilon' + \frac{E_0 \varepsilon}{kE} = \frac{\sigma_0}{kE} \sin\omega_0 t + \frac{\omega_0 \sigma_0}{E} \cos\omega_0 t \ . \tag{13}$$

Интеграл уравнения (13):

$$\varepsilon = \left[\varepsilon_0 - \frac{\omega_0 \sigma_0 (E_0 - E)^k}{E_0^2 + \omega_0^2 E^2} \right] e^{-\frac{E_0}{kE} t} + \left(\frac{E_0 \sigma_0 + k_2 \omega_0^2 \sigma_0 E}{E_0^2 + \omega_0^2 E}\right) \sin\omega_0 t + \\ + \left(\frac{k \omega_0 \sigma_0 (E_0 - E)}{E_0^2 + \omega_0^2 E^2}\right) \cos\omega_0 t. \tag{14}$$

Полученная зависимость показывает, что с течением времени среда начинает деформироваться, т.е. вибрировать.

При вибрационном воздействии на почву участвуют четыре элемента процесса:

• движущая сила при вибрации $\boldsymbol{F}_д$;

• вибратор - круговая частота ω_0, масса вибратора $\boldsymbol{m}_1$, плечо вибратора $\boldsymbol{r}$;

• рабочий орган -длина $\boldsymbol{l}$, масса $\boldsymbol{m}$, поступательная скорость $\boldsymbol{V_o}$, средняя амплитуда $\boldsymbol{A}$;

• среда - удельное сопротивление σ **;** коэффициент трения $\boldsymbol{f}$, плотность ρ , коэффициент вязкости η , коэффициент упругости ξ .

Изменение энергетического показателя при установившемся вибрационном перемещении рабочего органа является результатом двух последовательных процессов.

Первый вызывает вынужденные колебания рабочего органа, находящегося в почве.

Второй обуславливается первым и состоит в перегруппировке сил взаимодействия рабочего органа и почвы, изменяющих энергетический показатель.

Характеристикой первого процесса является средняя амплитуда $\boldsymbol{A}$.

Характеристикой второго процесса является безразмерная характеристика представляющая относительное изменение энергетического показателя, $\Delta F / Fc$.

$$\Delta F = Fc - F\partial. \tag{15}$$

$$\frac{\Delta F}{Fc} = K\left(\frac{A\omega}{Vo}; \frac{A}{l}; \frac{\sigma l^2}{Fc}; f; \frac{mV^2 o}{lFc}; \frac{\rho l^3}{m}\right), \tag{16}$$

Изменение энергетического показателя зависит от отношения вибрационной и поступательной скорости, от величины средней амплитуды и четырех безразмерных коэффициентов, характеризующих среду.

Для расчета изменения сопротивления почвы можно воспользоваться уравнением притока и расхода энергии без вибрации и с вибрацией.

$$FcVo = \mu_0 V_0^2 + Nc; \\ F\partial V_0 + \frac{4}{\pi^2} \mu A^2 \omega^2 = \mu_1 V_o^2 + \mu_2 \frac{4}{\pi^2} A^2 \omega^2 + N\partial, \tag{17}$$

где $FcVo$ - приток энергии, которая идет на смятие в течение одной секунды материала $\boldsymbol{\mu_0}$ и на преодоление сил трения;

$\frac{4}{\pi^2}\mu A^2\omega^2$ - расход энергии в единицу времени на вынужденные колебания рабочего органа;

$\mu_1 V_0^2 + \mu_2 \frac{4}{\pi^2} A^2\omega^2$ - диссипация энергии в течение одной секунды при сложном движении;

Nд - мощность, необходимая для преодоления сил трения при вибрациях.

Тогда ΔF можно будет определить по зависимости:

$$\Delta F = \frac{4}{\pi^2}(\mu - \mu_2)\left[\frac{A^2\omega^2}{V_0^2} - \frac{\pi^2}{4}\left(\frac{\mu_1 - \mu_0}{\mu - \mu_2}\right)\right]V_0 + Fc\left(\frac{1-\sin\Theta}{\Theta}\right). \quad (18)$$

Величина $\Delta F \le Fc$, так как вибрирующее тело не способно само перемещаться без дополнительных затрат энергии.

Для дальнейших расчетов принимаем:

1. $\mu \ge \mu_2$ иначе приток энергии будет меньше, чем расход;

2. $\mu_1 \ge \mu_0$ так как часть энергии вибратора затрачивается на увеличение поля действия рабочего органа.

Основным параметром, от которого зависит ΔF есть:

$$\frac{A\omega}{V_0} = tg\Theta. \quad (19)$$

Тогда ΔF определим по зависимости:

$$\Delta F = \frac{4}{\pi^2}(\mu - \mu_2)\left[\frac{A^2\omega^2}{V_0^2} - \frac{\pi^2}{4}\left(\frac{\mu_1 - \mu_0}{\mu - \mu_2}\right)\right]V_0 + Fc\left[\frac{1-\sin(arktg\frac{A\omega}{V_0})}{arktg\frac{A\omega}{V_0}}\right], \quad (20)$$

где $A = \frac{H}{m\sqrt{(k^2-\omega^2)^2 4n^2\omega^2}}\cos(\omega t - \arg tg\frac{2n\omega}{k^2-\omega^2})$; (21)

$$n = \frac{\left[\varepsilon_0 - \frac{\omega_0\sigma_0(E_0-E)^k}{E_0^2+\omega^2E^2}\right]e^{-\frac{E_0 t}{kE}} + \left(\frac{E_0\sigma_0 + k^2\omega_0^2\sigma_0 E}{E_0^2+\omega_0^2 E}\right)\sin\omega_0 t + \left(\frac{k_0\omega_0\sigma_0(E_0-E)}{E_0^2+\omega_0^2E^2}\right)\cos\omega_0 t}{2m}. \quad (22)$$

Полученная зависимость позволяет определить разность энергий, затраченных на статическую и динамическую загрузку орудия, и может быть отправной в подсчетах энергосбережения. Она зависит от отношения вибрационной и поступательной скорости, от величины средней амплитуды и коэффициентов, характеризующих среду.

Список использованной литературы

1. Дубровский А. А. Перспективы создания вибрационных почвообрабатывающих орудий. - М., 1959.

2. Зеленин А. А. Лабораторный практикум по резанию грунтов. - М., 1969.

3. Панов И. М. Теоретические и экспериментальные основы косвенного метода определения удельного сопротивления почв при вспашке. - М., 1994.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ИСТОЧНИКА ФИНАНСИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА

Мицель А. А., Шелковников К. А.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

В настоящее время важнейшей проблемой структурной перестройки российской промышленности является формирование инвестиционного потенциала для расширения и модернизации производственных мощностей предприятий.

Как показывают статистические данные, обновление производственных мощностей во многих отраслях промышленности России жизненно необходимо. Так, в среднем, в машиностроении износ оборудования в настоящее время составляет примерно 40%, в газовой промышленности - около 30%, а в нефтеперерабатывающей - более 60%. Во многом по этой причине продукция, выпускаемая российскими предприятиями, не может успешно конкурировать с иностранными аналогами, значительно повышаются издержки производства, снижается производительность труда. Старение и падение эффективности производства уже сами по себе становятся факторами промышленного спада и сокращения прибыли предприятий [1].