

без дополнительных материальных затрат увеличить производительность крана и статическую нагрузку на вагон;

3) раскомлевка бревен в пачке (без изменения существующей технологии погрузочных работ) позволяет увеличить статическую нагрузку на вагон от 2 до 8% в зависимости от длины, сбега и диаметра погружаемых лесоматериалов;

4) штабелевка круглых лесоматериалов с предварительной раскомлевкой позволяет увеличить емкость нижнего склада до 8%;

5) укладка круглых лесоматериалов в накопители вразнокомелицу устраняет при погрузке такую операцию, как разворот пачек, вследствие чего повышается производительность крана и сокращаются простои вагонов под погрузкой;

6) для раскомлевки круглых сортиментов перед укладкой их в карманы-накопители необходимо разработать автоматическое или полуавтоматическое разворотное устройство с установкой его в существующие потоки нижнего склада. Такое устройство сможет заменить разворотные устройства, применяемые на грузоподъемных машинах;

7) сбеги сортиментов оказывает существенное влияние на увеличение статической нагрузки на вагон.

Для практической реализации указанного обстоятельства требуется изменение существующей технологии работ на нижних складах с подсортировкой круглых лесоматериалов не только по длинам и сортиментам, но и по сбежистости (что соответствует требованиям деревообрабатывающих предприятий о подсортировке пиловочника по поставкам и длинам).

Вопрос подсортировки круглых лесоматериалов по сбегу требует специального изучения и разработки на его основе принципиально новых устройств по автоматическому определению сбега бревен и их сортировке.

В.А. Добровольский, Н.Ф. Ковалев

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ ФУНДАМЕНТОВ РАСКРЯЖЕВОЧНЫХ СТАНКОВ АЦ-ЗС

Растущее число выпускаемых раскряжевочных агрегатов АЦ-ЗС в линии ПЛХ-ЗАС и большое число аварийных ситуаций, связанных с нарушением устойчивости и повреждением оснований фундаментов, вызывают необходимость исследования фундаментов с целью выбора оптимальных их размеров и формы.

Методика Савинова О.А. [1], принятая за основу при расчете фундаментов на колебания [2], не рассматривает явления эксцентричного расположения центра тяжести фундамента и машины по отношению к площади подошвы его; при сложном виде нагрузки составляющие колебаний различных видов учитываются отдельно (без их взаимовлияний), затем складываются.

Предлагаемая нами методика расчета твердых тел на колебания, наблюдающиеся по шести степеням свободы (из которых три являются поступательными перемещениями центра тяжести вдоль координатных осей и три — углами поворота вокруг них), рассматривает общий случай исследования колебаний, применяемый для расчета массивных фундаментов под любые другие виды оборудования.

Перед нами стояла задача исследовать колебания фундамента с эксцентрично (по отношению к центру тяжести площади подошвы) установленным на нем оборудованием, т.е. когда центр тяжести фундамента и машины не совпадает с центром тяжести площади подошвы фундамента.

При исследовании приняты допущения: грунт основания представляет собой упругое полупространство, не обладающее инерцией (лишен массы); фундамент — абсолютно твердое тело; осадка фундамента находится в линейной зависимости от реакции грунта.

Для составления дифференциальных уравнений, определяющих колебания системы, использованы уравнения Лагранжа II рода, которые с учетом диссипации энергии в системе имеют вид [3]

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} + \frac{\partial U}{\partial q_i} + \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_i} = Q_i,$$

где T — кинетическая энергия; U — потенциальная энергия; Φ — диссипативная энергия (потери); q_i — обобщенная координата; Q_i — внешняя обобщенная сила.¹

В общем случае, когда тело совершает одновременно поступательные и вращательные движения, кинетическая энергия от обоих видов движения равна $T = T_1 + T_2$, а кинетическая энергия от поступательного движения центра тяжести — $T_1 = \frac{m}{2} (\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2)$, где m — масса системы; $\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}$ — скорости перемещения центра тяжести (фундамент + машина) вдоль соответствующих осей; в свою очередь x, y, z — амплитуды перемещения.

На кинетическую энергию от вращательного движения влияют моменты инерции всех элементов системы, угловые скорости, а также центробежные моменты инерции, имеющие место при динамической неуравновешенности масс, обусловленные характером распределения последних (при симметричном распределении они отсутствуют)

$$T_2 = \frac{1}{2} (\theta_x \dot{\varphi}_x^2 + \theta_y \dot{\varphi}_y^2 + \theta_z \dot{\varphi}_z^2 - 2\theta_{xz} \dot{\varphi}_x \dot{\varphi}_z - 2\theta_{yz} \dot{\varphi}_y \dot{\varphi}_z - 2\theta_{xy} \dot{\varphi}_x \dot{\varphi}_y),$$

где $\theta_x, \theta_y, \theta_z$ — моменты инерции системы вокруг соответствующих координатных осей; $\dot{\varphi}_x, \dot{\varphi}_y, \dot{\varphi}_z$ — скорости поворота вокруг координатных осей, в то время как $\varphi_x, \varphi_y, \varphi_z$ — абсолютные углы поворота; $\theta_{xz}, \theta_{yz}, \theta_{xy}$ — центробежные моменты инерции.

При несимметричной форме тел (например, установка АЦ-ЗС по раскряжке леса) возникают центробежные моменты инерции вокруг всех трех координатных осей.

Потенциальная энергия, вызванная смещением центра тяжести тела относительно точки покоя, равна

$$U = -Gh \left(\frac{\varphi_x^2}{2} + \frac{\varphi_y^2}{2} + \frac{\varphi_z^2}{2} \right),$$

где G — вес тела фундамента с установленным на нем оборудованием; h — расстояние от центра тяжести тела до подошвы фундамента.

Потенциальная энергия, возникающая за счет упругой деформации основания, равна

$$U'' = U_{\text{упр}}^{\text{пост}} + U_{\text{упр}}^{\text{вр}} = \frac{1}{2} (C_x F_x^2 \varphi_x^2 + C_y F_y^2 \varphi_y^2 + C_z F_z^2 \varphi_z^2) + \frac{1}{2} (C_{\varphi_x} I_{ox} \varphi_x^2 + C_{\varphi_y} I_{oy} \varphi_y^2 + C_{\varphi_z} I_{oz} \varphi_z^2),$$

где C_x, C_y — коэффициенты упругости основания от равномерного и C_{φ_x} — неравномерного сдвига; C_z — коэффициент упругости основания от равномерного и $C_{\varphi_y}, C_{\varphi_z}$ —

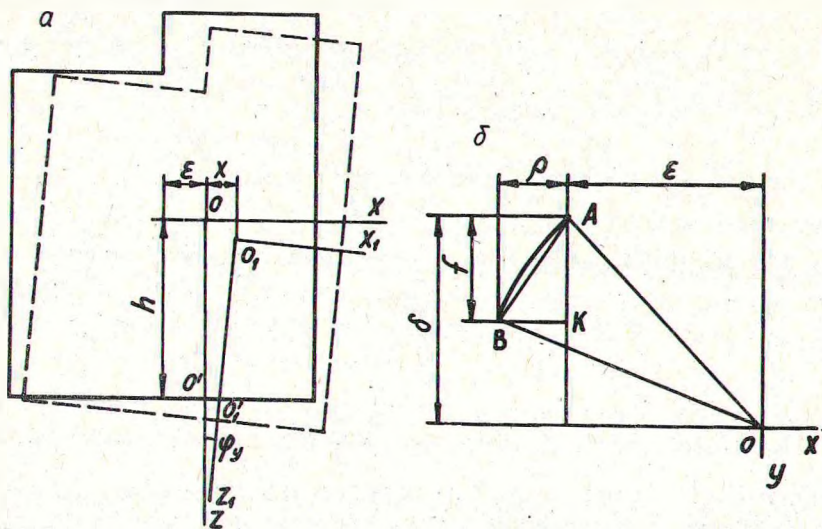


Рис. 1. Горизонтальные в плоскости XOY (а) и вращательные вокруг оси О (б) колебания фундамента.

неравномерного сжатия; I_{OX}, I_{OY} — осевые и I_{OZ} — полярный моменты инерции площади подошвы фундамента вокруг соответствующих осей; x_0, y_0, z_0 — перемещения центра тяжести площади подошвы. Их зависимость от перемещений центра тяжести тела и углов поворота вокруг координатных осей возможно установить путем решения геометрических фигур. Для примера покажем ход решения для определения x_0 (рис. 1).

От сдвига по оси OX и поворота вокруг оси OY центр тяжести подошвы фундамента O^1 займет положение, показанное на рис. 1, а

$$x_0^1 = x - h \sin \varphi_y \approx x - h \varphi_y,$$

так как при малых углах $\sin \varphi_y \approx \varphi_y$.

От поворота вокруг оси OZ величина смещения O^1 убавится на длину ρ , равную $\rho = AB \sin \angle BAK$ (рис. 1, б).

Так как $\triangle AOB$ равнобедренный, $\angle BAK = \angle BAO - \angle KAO =$
 $= \frac{180^\circ - \varphi_z}{2} - \gamma;$

$$\gamma = \arccos \frac{\delta}{r}; \quad AB = 2r \sin \frac{\varphi_z}{2} \approx r \varphi_z;$$

$$\begin{aligned} \rho &= r \varphi_z \sin\left(90^\circ - \frac{\varphi_z}{2} - \arccos \frac{\delta}{r}\right) = r \varphi_z \cos\left(\frac{\varphi_z}{2} + \right. \\ &\quad \left. + \arccos \frac{\delta}{r}\right) = \\ &= r \varphi_z \left(\cos \frac{\varphi_z}{2} \cos \arccos \frac{\delta}{r} - \sin \frac{\varphi_z}{2} \times \right. \\ &\quad \left. \times \sin \arccos \frac{\delta}{r}\right) = r \varphi_z \frac{\delta}{r} \cos \frac{\varphi_z}{2} - r \varphi_z \frac{\varphi_z}{2} \times \\ &\quad \times \sqrt{1 - \frac{\delta^2}{r^2}}. \end{aligned}$$

Учитывая, что $\cos \varphi \approx 1 - \frac{\varphi^2}{2}$ и пренебрегая величинами 11 порядка малости, определяем, что $\rho = \delta \varphi_z$ и окончательно перемещение центра тяжести подошвы будет $x_0 = x - h \varphi_y - \delta \varphi_z$.

Аналогичными рассуждениями получим

$$y_0 = y - h \varphi_x + \varepsilon \varphi_z;$$

$$z_0 = z - \varepsilon \varphi_y - \delta \varphi_x,$$

где δ, ε -- эксцентриситет отклонения центра тяжести тела от центра тяжести основания соответственно вдоль осей y, x .

Общее уравнение потенциальной энергии выглядит

$$\begin{aligned} U &= \frac{C_x F}{2} (x - h \varphi_y - \delta \varphi_z)^2 + \frac{C_y F}{2} (y - h \varphi_x + \varepsilon \varphi_z)^2 + \\ &+ \frac{C_z F}{2} (z - \varepsilon \varphi_y - \delta \varphi_x)^2 - \frac{Gh}{2} (\varphi_x^2 + \varphi_y^2 + \varphi_z^2) + \\ &+ \frac{1}{2} (C_{\varphi_x} I_{ox} \varphi_x^2 + C_{\varphi_y} I_{oy} \varphi_y^2 + C_{\varphi_z} I_{oz} \varphi_z^2). \end{aligned}$$

Функция рассеяния для сил сопротивления, зависящих от первой степени скорости движения, по Рэлею имеет вид $\Phi =$

$$= \sum_{i=1}^n \frac{\gamma_i}{2} \dot{q}_i^2,$$

где γ_i -- коэффициент пропорциональности.

Для исследуемой системы

$$\Phi = \frac{1}{2} (\beta_x \dot{x}^2 + \beta_y \dot{y}^2 + \beta_z \dot{z}^2 + \mu_x \dot{\varphi}_x^2 + \mu_y \dot{\varphi}_y^2 + \mu_z \dot{\varphi}_z^2),$$

где $\beta_x, \beta_y, \beta_z, \mu_x, \mu_y, \mu_z$ — коэффициенты пропорциональности соответственно при поступательных перемещениях и поворотах тела. Они положительны, если система теряет энергию, и отрицательны, если поглощает извне. В рассматриваемом случае они положительны.

Диссипативные (невосстанавливаемые) силы, или силы сопротивления равны $Q_j = \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_j}$.

Дифференцированием всех видов энергии по обобщенной координате или ее скорости, согласно уравнению Лагранжа, можно получить дифференциальные уравнения колебаний системы

$$T_{\dot{x}} = \frac{m}{2} \dot{x}^2; \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{x}} = m \dot{x}; \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}} \right) = m \ddot{x};$$

$$U_x = \frac{C_x F}{2} (x^2 - 2x \delta \varphi_z - 2xh \varphi_y); \quad \frac{\partial U}{\partial x} = C_x F (x - \delta \varphi_z - h \varphi_y).$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial \dot{x}} = \beta_x \dot{x}.$$

Дифференциальное уравнение, описывающее поступательные перемещения фундамента вдоль оси X, выглядит так:

$$m \ddot{x} + C_x F x - C_x F \delta \varphi_z - C_x F h \varphi_y + \beta_x \dot{x} = \rho_x(t).$$

Подобным образом определяются и все остальные дифференциальные уравнения.

Правая часть уравнений выражает величину возмущающих сил, действующих по направлению или вокруг соответствующих координатных осей и передающихся на фундамент, вызывая его колебания. Величина, направление и точка приложения или даже несколько таких точек для каждого механизма различны,

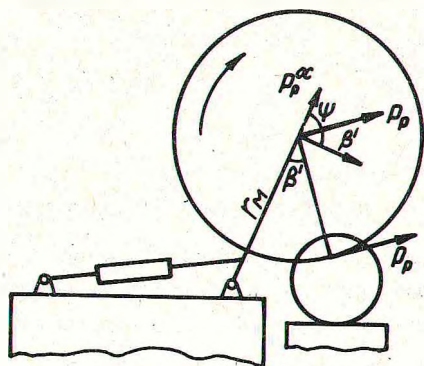


Рис. 2. Схема для определения усилий резания, передающихся на фундамент.

однако метод их определения может быть общим и проводится в следующей последовательности: составляется расчетная схема с обозначением основных геометрических размеров и действующих сил; подвергаются анализу все внешние силы и для последующего расчета исключаются те, отсутствие которых незначительно отразится на точности результата, зато упростит расчет; определяются абсолютные величины внешних сил, которые затем разделяются на составляющие вдоль координатных осей; приложенные к фундаменту эксцентрично эти составляющие сил заменяются на действующие центрально и их моменты посредством добавления и отнятия к общему центру тяжести фундамента и оборудования таких же по величине сил.

По изложенной методике определяются возмущающие силы, возникающие при работе раскрывежного станка АЦ-ЗС и передающиеся на фундамент.

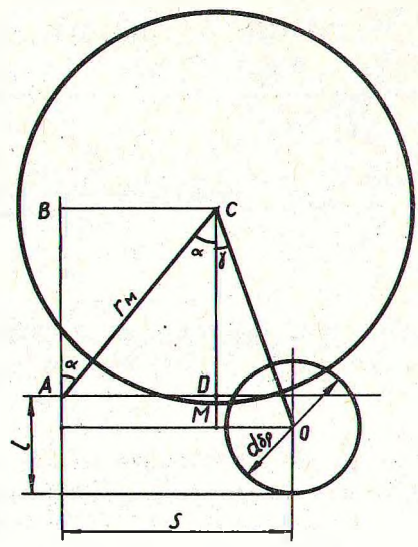
Схема установки представлена на рис. 2. Из сил, влияющих на колебания фундамента, наибольшее значение имеют силы сопротивления резанию, надвиганию, инерционные силы от вращения маятника. Аэродинамическими сопротивлениями при вращении пильного диска можно пренебречь.

Силы натяжения ремней ввиду того, что электродвигатель и шкив пильного диска находится на одном и том же фундаменте и постоянны, в отношении фундамента являются внутренними и, следовательно, не оказывают влияния на возмущение его колебаний.

Собственный вес качающегося пильного узла независимо от угла поворота маятника передается на фундамент только в вертикальной плоскости, он постоянно одинаков и для расчетов должен быть принят как статическая нагрузка.

498496

Рис. 3. Зависимость угла γ от геометрических и кинематических параметров раскрывочного узла.



Неуравновешенность ротора электродвигателя незначительна, и вызываемые ею возмущения не учитываются.

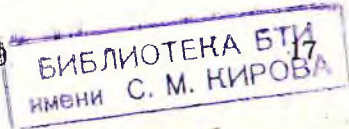
Сила резания определяется формулой Денфера $P_p = \frac{k b N U}{v_p}$,
 где k — удельная работа резания, кГм/см^3 ; b — ширина пропила, мм; N — высота пропила, мм; U — скорость надвигания, м/с; v_p — скорость резания, м/с.

Сила резания направлена перпендикулярно силе отжима, которая действует вдоль линии, соединяющей центры дуги реза бревна и пильного диска, и образует с осью маятника угол, величина которого зависит от конструктивных размеров узлов пильного станка, их взаимного расположения, диаметра бревна, угла наклона маятника.

Используя свойство перпендикуляра, опущенного от середины хорд пересекающихся окружностей, проходящий по линии соединения центров, можно определить угол, образованный линией действия сопротивления отжиму и осью маятника (рис. 3).

Искомый угол $\beta' = \alpha + \gamma$; $\gamma = \text{arc tg} \frac{OM}{CM}$;

$OM = ON - MN = S - AC \sin \alpha = S - r_M \sin \alpha$;



$$CM = CD + DM = AC \cos \alpha + l - \frac{d_{\text{бр}}}{2} = r_M \cos \alpha + l - \frac{d_{\text{бр}}}{2};$$

$$\gamma = \arctg \frac{S - r_M \sin \alpha}{r_M \cos \alpha + l - \frac{d_{\text{бр}}}{2}} ;$$

$$\beta' = \arctg \frac{S - r_M \sin \alpha}{r_M \cos \alpha + l - \frac{d_{\text{бр}}}{2}} + \alpha ,$$

где S -- расстояние между вертикалями от середины подающего транспортера до оси качения маятника; l -- расстояние между горизонталями от поверхности подающего транспортера до оси качения маятника; r_M -- длина маятника; $d_{\text{бр}}$ -- диаметр раскряжевываемого бревна; α -- угол поворота маятника от вертикальной оси.

В процессе пиления вдоль оси маятника действует сила P_p^{OC}
 $= P_p \cos \psi$;

$$\psi = 90^\circ - \beta' = 90^\circ - \left(\arctg \frac{s - r_M \sin \alpha}{r_M \cos \alpha + l - \frac{d_{\text{бр}}}{2}} + \alpha \right);$$

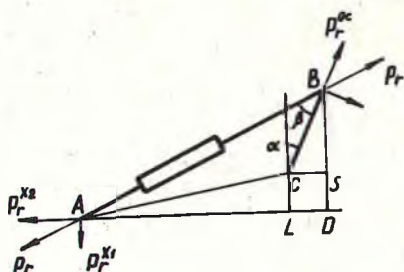
$$P_p^{\text{OC}} = P_p \cos \left[90^\circ - \left(\arctg \frac{s - r_M \sin \alpha}{r_M \cos \alpha + l - \frac{d_{\text{бр}}}{2}} + \alpha \right) \right] =$$

$$= P_p \sin \left(\arctg \frac{s - r_M \sin \alpha}{r_M \cos \alpha + l - \frac{d_{\text{бр}}}{2}} + \alpha \right).$$

Независимо от угла β' при принятом направлении вращения пильного диска происходит растяжение тела маятника.

При $\beta' = 90^\circ$, т.е. когда сила сопротивления отжиму перпендикулярна оси маятника, сила резания, действующая по оси, достигает максимального значения.

Рис. 4. Схема действия сил, передающихся на фундамент от гидроцилиндра надвигания.



Возмущающие силы, передающиеся на фундамент от силы резания, будут определены путем разложения P_p^{oc} на составляющие по осям x и z

$$P_p^x = P_p^{oc} \sin \alpha = P_p \sin \left(\arctg \frac{s - r_M \sin \alpha}{r_M \cos \alpha + 1 - \frac{d_{6p}}{2}} + \alpha \right) \sin \alpha;$$

$$P_p^z = -P_p^{oc} \cos \alpha = -P_p \sin \left(\arctg \frac{s - r_M \sin \alpha}{r_M \cos \alpha + 1 - \frac{d_{6p}}{2}} + \alpha \right) \cos \alpha.$$

Усилия, развиваемые гидроцилиндром надвигания (для преодоления сил сопротивления внедрению пильного диска в бревно), передаются на фундамент через две точки: точку крепления гидроцилиндра к раме станка и ось качения маятника через тело последнего (рис. 4).

Создаваемое гидроцилиндром надвигания усилие равно $P_r = P \Omega$, где P — давление рабочей жидкости при надвигании пильного диска; Ω — площадь поршня.

Усилие на ось качения маятника (и действующее вдоль него) передается величиной $P_r^{oc} = P_r \cos \beta$;

$$\beta = \angle ABC = \angle ABD - \angle CBD = \arctg \frac{AD}{BD} - \alpha =$$

$$= \arctg \frac{AL + CB \sin \alpha}{DS + CB \cos \alpha} - \alpha.$$

Тогда

$$P_r^{oc} = P_r \cos \left(\arctg \frac{AL + CB \sin \alpha}{DS + CB \cos \alpha} - \alpha \right).$$

Разложим их на составляющие по координатным осям, действующие в месте качения маятника, предварительно обозначив

$$s' = \frac{DS}{CB}; \quad k' = \frac{AL}{CB};$$

где AL — расстояние между осями крепления гидроцилиндра и маятника к раме станка по горизонтали; DS — то же по вертикали; CB — плечо приложения усилия надвигания.

$$P_r^{x1} = P_r^{oc} \sin \alpha = P_r \cos \left(\arctg \frac{k' + \sin \alpha}{s' + \cos \alpha} - \alpha \right) \times \sin \alpha;$$

$$P_r^{z1} = -P_r^{oc} \cos \alpha = -P_r \cos \left(\arctg \frac{k' + \sin \alpha}{s' + \cos \alpha} - \alpha \right) \cos \alpha.$$

Составляющие по координатным осям от силы отжима в точке крепления гидроцилиндра к раме станка будут

$$P_r^{x2} = -P_r \cos \angle BAD = -P_r \sin \arctg \frac{k' + \sin \alpha}{s' + \cos \alpha};$$

$$P_r^{z2} = P_r \cos \arctg \frac{k' + \sin \alpha}{s' + \cos \alpha}.$$

Инерционные силы от вращения маятника равны

$$P_{ин} = m_o r \omega^2,$$

где m_o — масса качающегося пильного механизма; ω — угловая скорость вращения маятника, $\omega = \frac{v}{r}$; v — линейная скорость перемещения центра диска, м/с.

$P_{ин}$ действуют вдоль маятника, и их составляющие на координатные оси равны

$$P_{ин}^x = m_o r_M \omega^2 \sin \Delta ;$$

$$P_{ин}^z = - m_o r_M \omega^2 \cos \Delta .$$

Заменив в полученных выражениях эксцентрично действующие возмущающие силы на действующие центрально и их моменты с плечами l_x', l_x'' — расстояния от центра тяжести системы соответственно до точек крепления маятника и гидрорцилиндра к раме по направлению оси X, l_y — аналогично вдоль оси Y, l_z', l_z'' — то же, вдоль оси Z , а также, введя обозначения $C_x F = K_x, C_y F = K_y, C_z F = K_z$, получим дифференциальные уравнения в виде

$$1) m\ddot{x} + K_x x - K_x \delta \varphi_z - K_x h \varphi_y + \beta_x \dot{x} = \left[\frac{K_b H U_H}{v_p} \sin x \right.$$

$$\times \left(\arctg \frac{s - r_M \sin \Delta}{r_M \cos \Delta + 1 - \frac{d \delta p}{2}} + \Delta \right) + P \Omega \cos \left(\arctg \frac{k' + \sin \Delta}{s' + \cos \Delta} \right.$$

$$\left. - \Delta \right) + m_o r_M \omega^2 \left. \right] \sin \Delta - P \Omega \sin \arctg \frac{k' + \sin \Delta}{s' + \cos \Delta} ;$$

$$2) m\ddot{y} + K_y y - K_y h \varphi_x + K_y \varepsilon \varphi_z + \beta_y \dot{y} = 0 ;$$

$$3) m\ddot{z} + K_z z - K_z \varepsilon \varphi_y - K_z \delta \varphi_x + \beta_z \dot{z} =$$

$$= \left[- \frac{K_b H U_H}{v_p} \sin \left(\arctg \frac{s - r_M \sin \Delta}{r_M \cos \Delta + 1 - \frac{d \delta p}{2}} + \Delta \right) - \right.$$

$$\left. - P \Omega \cos \left(\arctg \frac{k' + \sin \Delta}{s' + \cos \Delta} - \Delta \right) - m_o r_M \omega^2 \right] \cos \Delta +$$

$$+P\Omega \cos \arctg \frac{k' + \sin \alpha}{s' + \cos \alpha} ;$$

$$4) \theta_x \ddot{\varphi}_x - \theta_{xz} \ddot{\varphi}_z - \theta_{xy} \ddot{\varphi}_y + K_y h^2 \varphi_x + K_z \delta^2 \varphi_x - \\ - Gh \varphi_x + C_{\varphi_x} I_{ox} \varphi_x - K_y h \varepsilon - K_y h \varepsilon \varphi_z - K_z z \delta +$$

$$+ K_z \varepsilon \delta \varphi_y + \mu_x \dot{\varphi}_x = \left\{ - \left[\frac{KbHU_H}{v_p} \sin \left(\arctg \frac{s-r_M \sin \alpha}{r_M \cos \alpha + 1 - \frac{d}{2} \frac{\delta p}{\sigma}} + \right. \right. \right.$$

$$\left. \left. + \alpha \right) + P\Omega \cos \left(\arctg \frac{k' + \sin \alpha}{s' + \cos \alpha} - \alpha \right) + m_{OM} r \omega^2 \right] \cos \alpha +$$

$$+ P\Omega \cos \arctg \frac{k' + \sin \alpha}{s' + \cos \alpha} \left. \right\} I_y ;$$

$$5) \theta_y \ddot{\varphi}_y - \theta_{yx} \ddot{\varphi}_x - \theta_{yz} \ddot{\varphi}_z + K_x h^2 \varphi_y + K_z \varepsilon^2 \varphi_y - Gh \varphi_y +$$

$$+ C_{\varphi_y} I_{oy} \varphi_y - K_x x h + K_x h \delta \varphi_z - K_z z \varepsilon + K_z \varepsilon \delta \varphi_x +$$

$$+ \mu_y \dot{\varphi}_y = \frac{KbHU_H}{v_p} \sin \left(\arctg \frac{s-r_M \sin \alpha}{r_M \cos \alpha + 1 - \frac{d}{2} \frac{\delta p}{\sigma}} + \alpha \right)$$

$$\left(I_x' \cos \alpha - I_z' \sin \alpha \right) + P\Omega \cos \left(\arctg \frac{k' + \sin \alpha}{s' + \cos \alpha} - \alpha \right)$$

$$\left(I_x' \cos \alpha - I_z' \sin \alpha \right) + P\Omega \cos \arctg \frac{k' + \sin \alpha}{s' + \cos \alpha}$$

$$\left(I_x'' + I_z'' \right) + m_{OM} r \omega^2 \left(I_x' \cos \alpha - I_z' \sin \alpha \right) ;$$

$$6) \theta_z \ddot{\varphi}_z - \theta_{yz} \ddot{\varphi}_y - \theta_{xz} \ddot{\varphi}_x + K_z \delta^2 \varphi_z - K_y \varepsilon^2 \varphi_z -$$

$$- Gh \varphi_z + C_{\varphi_z} I_{oz} \varphi_z - K_x x \delta + K_x h \delta \varphi_y + K_y y \varepsilon -$$

$$- K_y h \varepsilon \varphi_x + \mu_z \dot{z} = \left\{ - \left[\frac{KbHU_H}{v_p} \sin \alpha \right. \right.$$

$$x(\arctg \frac{s - r_M \sin \alpha}{r_M \cos \alpha + 1 - \frac{d \alpha^2}{2}} + \alpha) + P \Omega \cos(\arctg \frac{k + \sin \alpha}{s' + \cos \alpha} - \alpha) + m_O r_M \omega^2 \sin \alpha + P \Omega \sin \arctg \frac{k + \sin \alpha}{s' + \cos \alpha} \Big] i y''$$

Решить полученные уравнения можно на ЭВМ, подвергнув анализу влияние различных факторов, входящих в уравнения, на амплитуды колебаний фундамента, чтобы учесть их при проектировании как фундамента, так и станков.

Л и т е р а т у р а

1. Савинов О.А. Современные конструкции фундаментов под машины и их расчет. М., 1964. 2. Справочник проектировщика. Сложные основания и фундаменты. Под ред. Ю.Г. Трофименкова. М., 1969. 3. Воронков И.М. Курс теоретической механики. М., 1966.

Э.И. Махлин

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ВИБРОКОРЧЕВКИ ДРЕВЕСНЫХ ПНЕЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ТРАСС ГИДРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И ЛЕСНЫХ ДОРОГ

В настоящее время остро ощущается необходимость в определении сопротивления корчевки древесных корневых систем вибрирующим рабочим органом, так как трудно рассчитывать на снижение энергоемкости при дальнейшем улучшении формы и отдельных элементов конструкции рабочих органов пассивного типа.

Как известно, вибрационные рабочие органы, воздействуя на обрабатываемую среду, изменяют ее свойства, уменьшая сопротивление их проникновению.

Нами была сделана попытка изучить возможность снижения посредством виброметода энергоемкости процесса корчевки древесных пней, одного из видов подготовительных работ при строительстве трасс гидролесомелиоративных систем и лесных дорог. Для этих целей была изготовлена экспериментальная