

## ДЕФОРМИРОВАНИЕ ПОЧВ ПРИ ПОВТОРНЫХ НАГРУЖЕНИЯХ С УЧЕТОМ САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ ЕЕ СВОЙСТВ

Кецко В.Н., УО БГАТУ, г. Минск

Глубина следа с учетом самовосстановления почвы во времени ( $h_t$ ):

$$h_t = h_n e^{-\frac{t}{\tau}}, \quad (1)$$

где  $h_n$  – осадка почвы после прохода колеса, м;

$\alpha$  – опытный коэффициент;

$\tau$  – время запаздывания деформации, с;

$t$  – период самовосстановления почвы, дн.

Зависимость между напряжениями и повторными осадками:

$$\sigma_t = P_0 t h \left( \frac{k}{P_0} h_n e^{-\frac{t}{\tau}} \right), \quad (2)$$

где  $P_0$  – предел несущей способности почвы, кПа,

$k$  – коэффициент объёмного сжатия, кН/м<sup>3</sup>.

Рассмотрим, как влияют на уплотняющее воздействие повторные нагрузки. При проходе по следу колес с одинаковым давлением изменение плотности верхнего слоя почвы можно найти по формуле:

$$\left( \frac{\rho}{\rho_n} \right) = 1 + \frac{\beta}{\kappa} p_0 t h \left( \frac{\text{Arch} \frac{b \frac{\kappa}{P_0}}{\sqrt{1 - \frac{\sigma^2}{P_0^2}}}}{\sqrt{1 - \frac{\sigma^2}{P_0^2}}} \right), \quad (3)$$

где  $p$  – кратность уплотняющего воздействия;

$P_0$  – предел несущей способности почвы;

Приращения плотности почвы при дополнительном нагружении возрастающей нагрузкой определим:

$$\Delta \rho = \frac{\beta}{\kappa} p_0 \left\{ \left[ \left( \text{Arch} \frac{b \frac{\kappa}{P_0}}{\sqrt{1 - \frac{\sigma_{i-1}^2}{P_0^2}}} \right) - \left( \text{Arch} \frac{(i-1) \frac{\kappa}{P_0}}{\sqrt{1 - \frac{\sigma_{i-1}^2}{P_0^2}}} \right) \right] + (\sigma_i - \sigma_{i-1}) \right\}, \quad (5)$$

где  $i$  – кратность уплотняющего состояния.

При убывании нагрузки при последующих проходах уплотнение почвы описывается уравнением:

$$\left( \frac{\rho_0}{\rho_n} \right) = 1 + \frac{\beta}{\kappa} \left( \sigma_1 + \sum_{i=2}^n \sigma_i \lg \frac{i}{i-1} \right), \quad (6)$$

На основании зависимости (6) найдем приращение плотности от последующего нагружения при уменьшении нагрузки

$$\Delta \rho = \frac{\beta}{\kappa} p_0 \sigma_i \lg \frac{i}{i-1}, \quad (7)$$

Для описания процесса взаимодействия с почвой ходовых систем кормоуборочных агрегатов хорошо подходит зависимость гиперболического тангенса. В.В.Кацыгин и А.Н. Орда предложили следующую зависимость накопления повторных осадок

$$h_n = \frac{P_0}{\kappa} \text{Arch} \frac{n \frac{\kappa}{P_0}}{\sqrt{1 - \frac{\sigma^2}{P_0^2}}}, \quad (8)$$

где  $b$  – опытный коэффициент;

$\sigma$  – напряжение сжатия в контакте колеса с почвой, Па.

Глубина следа после  $n$  проходов колес в случае возрастания давлений при каждом последующем проходе равна:

$$h_n = \frac{P_0}{\kappa} \left[ \operatorname{Arch} \frac{2^{\frac{1+\kappa}{n^2}}}{\sqrt{1 - \frac{q_1}{P_0}}} + \sum_{i=3}^n \left( \operatorname{Arch} \frac{(i-1)^{\frac{1+\kappa}{n^2}}}{\sqrt{1 - \frac{\sigma_{i-1}^2}{P_0}}} \right) + \sum_{i=2}^n \left( \operatorname{Arth} \frac{\sigma_i}{P_0} - \operatorname{Arth} \frac{\sigma_{i-1}}{P_0} \right) \right] \quad (9)$$

Глубина следа после  $n$  проходов колес в случае убывания давлений при каждом последующем проходе равна:

$$h_n = \frac{P_0}{\kappa} \left[ \operatorname{Arth} \left( \frac{\sigma_1}{P_0} \right) + \kappa \sum_{i=2}^n \lg \left( \frac{i}{i-1} \right) \operatorname{Arth} \left( \frac{\sigma_i}{P_0} \right) \right] \quad (10)$$

Используя приведенные зависимости возможно определение приращения плотности почвы и глубины следа при многократных нагружениях с учетом самовосстановления почвы во времени.

УДК 631

### НЕДОБОР УРОЖАЯ ПРИ РАБОТЕ ТРАКТОРОВ С ДАВЛЕНИЕМ, ПРЕВЫШАЮЩИМ ДОПУСТИМОЕ

Баранец Л.Ф., Корнев Н.В.,  
УО «БГАТУ», г. Минск

Максимальное давление колесных движителей на почву определяется по ГОСТ 26953-86.

Площадь контакта шины колеса с почвой,  $m^2$ :

$$F_{\kappa} = F_{\kappa} \cdot K_1,$$

где  $F_{\kappa}$  — контурная площадь контакта протектора шины на жестком основании по ГОСТ 7057-81,  $m^2$ ;

$K_1$  — коэффициент, зависящий от наружного диаметра шины колеса. Для шин диаметром 1200...1500 мм  $K_1 = 1,15$ .

Среднее давление колесного движителя на почву, кПа:

$$q_{\kappa} = m_{\kappa} \cdot g / 10^3 \cdot F_{\kappa n},$$

где  $m_{\kappa}$  — масса, создающая статическую нагрузку на почву единичным колесным движителем, кг;  
 $g$  — ускорение свободного падения,  $m/c^2$ .

Максимальное давление колесного движителя на почву, кПа:

$$q_{\kappa} = q_{\kappa} \cdot K_2,$$

где  $K_2 = 1,5$  — коэффициент продольной неравномерности распределения давления по площади контакта шины.

В книге В.А. Русанова «Проблемы переуплотнения почв движителями и эффективные пути их решения» - М., 1998 приведено уравнение, связывающее изменение урожая и давления на почву трактора с учетом соотношения ширины следов и ширины захвата агрегата:

$$Y = Y_{\max} [\Sigma Bci / B_3 - B_n] [(q_{\phi} - q_{\theta}) K]^n,$$

где  $Y_{\max}$  — урожайность ( $Y_{\max} = 4,5$  т/га);

$Bci$  — ширина следов трактора и с/х машины, м;

$B_3$  — ширина захвата агрегата, м;

$B_n$  — ширина зоны перекрытия при проходах агрегата, м;