

Вывод

Рассмотренная методика определения оптимальных параметров системы подрессоривания гусеничной мелиоративной машины с учетом случайного профиля неровностей поверхности движения и нелинейности свойств позволяет более рационально и точно спроектировать систему и повысить эффективность работы машины.

Список литературы

1. **Дмитриев, А. А.** Теория и расчет нелинейных систем подрессоривания гусеничной машин [Текст] / А. А. Дмитриев, В. А. Чобиток, А. В. Тельминов. — М. : Машиностроения, 1976. — 206 с.
2. **Перов, В. А.** Стохастические задачи оптимизации параметров и оценки надеж-

ности нелинейных упругих систем (узлов) полиграфических машин [Текст] / В. А. Перов. — М. : МГУП, 2000. — 232 с.

3. Динамика системы «дорога — шина — автомобиль — водитель» [Текст] / А. А. Хачатуров [и др.]. — М. : Машиностроение, 1976. — 535 с.

4. **Swanlund, M.** Enhancing pavement smoothness [Text] / M. Swanlund. — USA: Public Roads, 2000. — 67 p.

Материал поступил в редакцию 17.03.08.

Перов Виктор Александрович, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой теоретической механики и теории машин и механизмов
Тел. 8 (495) 976-05-75

Костров Денис Евгеньевич, аспирант, ассистент кафедры теоретической механики и теории машин и механизмов
Тел. 8 (495) 976-05-75

УДК 502/504: 631.31

А. А. МИХАЙЛИН

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новочеркасская государственная мелиоративная академия»

ПОСТАНОВКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УСТОЙЧИВОСТИ ОБРАБОТАННОГО ПЛАСТА ПОЧВЫ НА СКЛОНЕ

При обработке склоновых земель новым способом безотвальной обработки происходит аккумуляция почвенной влаги на склоне. Предлагается способ определения условий равновесия обработанного влагонасыщенного слоя почвы на склоне.

Устойчивость обработанного пласта почвы, условия критического перенасыщения влагой, способ обработки склоновых почв, использование атмосферных осадков, снижение урожайности, коэффициент сцепления грунта.

When cultivating slope lands by a new mold method there takes places an accumulation of the soil moisture on the slope. We propose a determination method, conditions of the balance of the cultivated moisture saturated soil layer on the slope.

Stability of the cultivated soil layer, conditions of the critical oversaturation with moisture, the method of cultivation of slope soils, usage of atmospheric precipitation, decreasing of crop capacity, soil adhesion coefficient.

В условиях Ростовской области значительные площади земель сельскохозяйственного назначения находятся на склонах и испытывают эрозионную нагрузку. Это приводит к непродуктив-

ному использованию атмосферных осадков и, следовательно, снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

Склоновые земли в основном обрабатываются вспашкой с оборотом

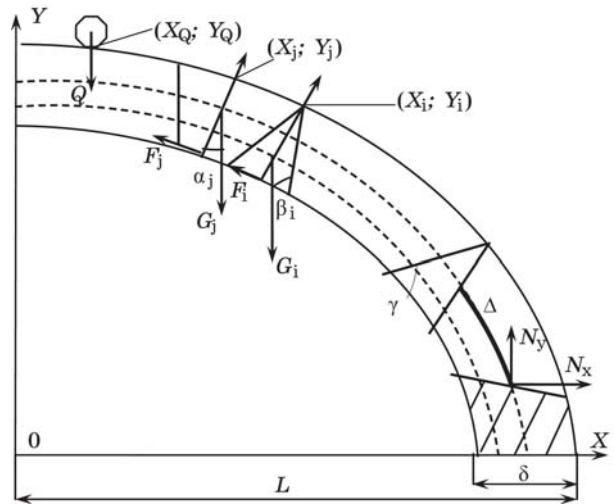
пласта на 20...25 см, в некоторых случаях применяется поверхностная обработка без оборота пласта и щелевание. Однако упомянутые виды обработки в данных почвенно-климатических условиях не помогают при решении задачи. Проведенные автором исследования показали, что такие виды обработки можно заменить одной мелиоративной безотвальной обработкой, осуществляемый с помощью рыхлителя чизельного типа на глубину до 60...70 см (патент на изобретение № 2255450 «Способ обработки склоновых почв», автор — А. А. Михайлин). В процессе обработки склона предусматривается устройство поперечных внутрипочвенных стенок в виде необработанной и переуплотненной почвы (междурядий), чередующихся с широкими разрыхленными полосами земли.

Установлено, что предложенный способ обработки склоновых земель позволяет аккумулировать влагу осадков по всему профилю склона. В случае возрастания собственной массы влагонасыщенного обработанного слоя почвы на склоне в условиях критического перенасыщения влагой ставится задача — исследовать устойчивость обработанного пласта почвы, т. е. проанализировать напряженно-деформированное состояние внутрипочвенных стенок при различных профилях склона. Исходя из условия устойчивости, необходимо определить геометрические характеристики внутрипочвенных стенок из неразуплотненной земли, образующихся при обработке новым способом на различных типах почв.

Предположим, что область разрыхления имеет вид перевернутой трапеции, а форма внутрипочвенной стенки из переуплотненной почвы — треугольник. Расположение их на склоне с приложенными к ним внешними силовыми факторами представлено на рисунке.

При постановке задачи примем следующие допущения:

область разрыхления от стойки глубокорыхлителя чизельного типа представлена в виде перевернутой трапеции, а уп-



Влияние внешних силовых факторов на обработанный склон

лотненная внутрипочвенная стенка — в виде треугольника, следовательно:

Δ (средняя линия трапеции) = const;

δ (толщина обрабатываемого слоя почвы) = const;

в каждом элементе будем пренебрегать кривизной основания и стенок, полагая, что размеры элемента достаточно малы по сравнению со всем склоном;

плотность земляного покрова — в трапеции $g_j = \text{const}$, в треугольнике $g_i = \text{const}$;

обрабатываемый склон считаем параболическим. Поверхность ниже лежащего подпорного слоя земли, по которому возможен сдвиг напряженно-деформированного слоя почвы (влагонасыщенного и обработанного глубокорыхлителем чизельного типа) также допустим параболическим и геометрически гладким; сдвиг слоев почвы происходит по параболической кривой, ее уравнение задается в виде

$$y = f(x) = -\frac{h}{l^2} x^2 + h,$$

где h и l — высота и длина склона соответственно;

разрыхленные и уплотненные участки обработанного слоя почвы будем считать однородными, изотропными и линейными;

поверхность склона геометрически гладкая;

допустим нахождение на слоне энергонагруженной сельскохозяйственной техники, тогда

Q — масса трактора, грузового автомобиля и т. п.,

$X_Q; Y_Q$ — координаты положения транспортного средства.

Будем рассматривать обрабатываемый склон в целом, не выделяя характерных участков. Представив разрыхленные участки на склоне как совокупность материальных тел, допускаем, что на каждый j -й элемент (трапеция) действуют следующие внешние силы:

$G_j = \text{const} = \Delta \delta \gamma_j$ — сила тяжести;

$N_j = G_j \cos \alpha_j$ — сила реакции опоры,

где $\cos \alpha_j = \sqrt{\frac{1}{1 + [f'(x_j)]^2}}$;

$F_j = f_j G_j \cos \alpha_j$ — сила сцепления,

где f_j — коэффициент сцепления грунта (принимается минимальное значение в сухом и в увлажненном состоянии грунта).

На каждый i -й элемент (треугольник) действуют следующие внешние силы:

$G_i = \Delta^2 \gamma_i \text{ctg} \gamma$ — сила тяжести;

$N_i = G_i \cos \alpha_i$ — сила реакции опоры,

где $\cos \alpha_i = \sqrt{\frac{1}{1 + [f'(x_i)]^2}}$;

$F_i = f_i G_i \cos \alpha_i$ — сила сцепления,

где f_i — коэффициент сцепления грунта (принимается минимальное значение в сухом и в увлажненном состоянии грунта).

Составим уравнения равновесия:

$$\sum_k F_{kx} = 0;$$

$$\sum_{j=1}^n G_j (\sin \alpha_j - f_j \cos \alpha_j) \cos \alpha_j + \sum_{j=1}^{n-1} G_i (\sin \alpha_i - f_i \cos \alpha_i) \cos \alpha_i + N_x = 0;$$

$$\sum_k F_{ky} = 0;$$

$$\sum_{j=1}^n G_j (\sin \alpha_j - f_j \cos \alpha_j) \sin \alpha_j + \sum_{j=1}^{n-1} G_i (\sin \alpha_i - f_i \cos \alpha_i) \sin \alpha_i + N_x - Q = 0;$$

$$\sum_k M_0(\vec{F}_k) = 0;$$

$$\sum_{j=1}^n G_j \sin \alpha_j \cos \alpha_j y_j^* + \sum_{j=1}^n G_j f_j \cos^2 \alpha_j y_j^{**} - \sum_{j=1}^n G_j \sin^2 \alpha_j x_j^{**} - \sum_{i=1}^{n-1} G_i \sin \alpha_i \cos \alpha_i y_i^* + \sum_{i=1}^{n-1} G_i f_i \cos^2 \alpha_i y_i^{**} - \sum_{i=1}^n G_i \sin^2 \alpha_i x_i^{**} + \sum_{i=1}^{n+1} G_i f_i \sin \alpha_i \cos \alpha_i x_i^{**} - Q x_Q + N_x y_N - N_x y_N = 0,$$

где $n = \frac{\int_0^l \sqrt{1 + f^{*2}(x)} dx - S_{\text{необр}} + \Delta - \delta \text{ctg} \gamma}{2\Delta - \delta \text{ctg} \gamma}$;

$S_{\text{необр}}$ — протяженность необработанного слоя; $f^*(x)$ — уравнение параболы, проходящей через среднюю линию трапеции; $x_j^* = x_j - h_1 \cos \alpha_j$; $x_j^{**} = x_j - h_2 \cos \alpha_j$; $y_j^* = y_j - h_1 \sin \alpha_j$; $y_j^{**} = y_j - h_2 \sin \alpha_j$; $x_i^{**} = x_i - \delta \cos \alpha_i$; $x_i^{**} = x_i - \delta \cos \alpha_i$; $y_i^{**} = y_i - \delta \sin \alpha_i$; $y_i^{**} = y_i - \delta \sin \alpha_i$; $h_1 = \delta - \frac{1}{2}(b-a)\text{tg} \gamma$; $h_2 = \frac{2}{3}\delta$; γ — угол при основании треугольника.

Если грунт удерживается в состоянии равновесия, то $N_x = N_y = 0$.

Таким образом, получены условия равновесия влагонасыщенного слоя почвы на склоне, обработанного глубоким рыхлением до 0,6 м, с одновременным устройством внутрпочвенных стенок поперек склона, имеющего параболическую поверхность.

Материал поступил в редакцию 21.03.08.

Михайлин Андрей Андреевич, кандидат технических наук, доцент кафедры строительной механики

Тел. 8 (904) 508-87-28, 8 (86352) 2-52-18