Бұл өрнек агрегаттың кедергісінің мәнінің иненің топырақтағы ізінің ұзындығына сәйкес екендігін дәлелдейді.

Келешектегі мақсат осы жұмыс органының бір данасын металдан дайындап, жұмыс істей алу мүмкіндігін және технологиялық пайдалану көрсеткіштерін сынақ жүзінде дәлелдеу.

* * *

При возделывании зерновых яровых культур в зоне Северного Казахстана выполняется операция ранне-весеннего боронования, и для ее осуществления широко распространены боронымотыги с игольчатыми дисковыми рабочими органами. В статье предлагаются конструктивные усовершенствования для улучшения технико-экономических, эксплуатационных и качественных показателей работы орудия.

Under cultivation of the corn spring cultures in zone of the North Kazakhstan early-spring harrowing operation is executed, and for its realization harrows-hoes with needle disc worker parts broadly wide-spread. Constructive improvements are offered in article for improvement technical-economic, working and qualitative factors of the functioning of the instrument.

УДК 622.833.5:625

КОНЦЕНТРАЦИЯ НАПРЯЖЕНИЙ ВБЛИЗИ УСТУПОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В СКЛОНЕ ГОР

STRESS CONCENTRATION NEAR RELENTED LOCATED IN MOUNTAIN SLOPE

¹Жумабаев. Б.Ж., ²Баялиева Ж.А. ¹Zhumabayev B.Zh., ²Bayaliev Zh.A.

¹Кыргызско-Российский Славянский университет, ²Кыргызский национальный аграрный университет

¹Kyrgyz-Russian Slavic University, ²Kyrgyz National Agrarian University

Методика и аналитическое описание напряженно-деформированного состояния горного склона со многими уступами дано в работах [1,2]. В этой работе исследованно распределение напряжений вблизи двух уступов, расположенных на различной высоте склона горы. Обнаружены зоны концентрации напряжений, где горизонтальный участок уступа сопрягается с осклоном горы.

Для моделирования использованная в работах [1,2] отображающая функция типа

 $Z = \omega(\zeta) = \alpha \zeta + \omega_0(\zeta)$ конкретизировано в виде:

$$\omega(\zeta) = \frac{\alpha_1}{\zeta - i} + \frac{b_1}{\zeta + b_0 - i} + \frac{d_1}{\zeta + d_0 - i}$$
(1)

Параметры, постоянные приняты: $\alpha = 0,2; a_1 = 0,3 + 0,1i; d_1 = 1,2; b_0 = -2,2;$

 $d_0 = -4,4; Z = x + iy, \zeta = \xi + i\eta$. Прямоугольные сетки линий нижней полуплоскости $\eta \angle 0$, когда переменная ζ изменяется от -4 до 8 и разбивается на равные 85 частей, а переменная η изменяется от 0 до -4 и разбивается на 18 частей, с помощью функции $\omega(\zeta)$ переводится на плоскость ХОУ ортогональную криволинейную сетку. На рис.1а. изображен пример такой такого перевода, который называется конформным преобразованием. На этом же рисунке 16. указаны зоны уступов. Переменная ζ изменяется от -4 до 4, а переменная η изменяется от 0 до -2. результаты отображения представлено функцией F трехмерного графика Create Mesh, когда в качестве первых двух аргументов F являются координаты точек (x, y) x(ξ , η) и y(ξ , η) и последний третий аргумент $Z(\xi,\eta)$ принят постоянным равным 0,2. Остальные параметры F приведены на рис. 1а и 16.

Поле напряжений $\sigma_{x}^{0}, \sigma_{y}^{0}, \tau_{y}^{0}$ склона горы со уступами возникают от действия собственного веса горных пород (γ), сейсмической инерционной силы $\gamma^{c} = K_{c}\gamma$ и его направления δ дейстивия, а также от свойств пород бокового распора λ . Расчет полей напряжений выполнены в трех вариантах

действия сил : a) $\lambda = 0,5$ $\gamma = 2,5m/m^3, K_c = 0;$ б) $\lambda = 1; K_c = 0$ в) $\lambda = 0,5; K_c = 0,2; \delta = \frac{\pi}{2};$ согласно принятому в [2] поле напряжений $\sigma_x^0, \sigma_y^0, \tau_y^0$ состоят из суммы полей: $\sigma_x^0 = A_2 \gamma + \delta_x, \quad \sigma_y^0 = A_1 + \delta_y, \quad \tau_y^0 = A_3 \gamma + \tau_y$ (2)

$$A_{3} = \gamma(1 - k_{c}\cos\delta), \quad A_{2} = \lambda\gamma(1 - k_{c}\cos\delta), \quad A_{3} = k_{c}\gamma\cos\delta$$
 компоненты

 $\sigma_x, \sigma_y, \tau_x$ определены так, чтобы горизонтальные (X_n^0);



Рис. 1. Форма склона уступов и зоны уступов аргументами F являются x=Re $\omega(\zeta)$,

$$y = I_m \omega(\zeta)$$

вертикальные Y_n^0 компоненты внешних сил были равны нулю на поверхности склона горы. Они характеризуются найденными в [2] функциями:

$$\Phi(\zeta,\eta) = \left[B^{0}(\zeta,\eta) - G(\zeta,\eta) \right] / \omega'(\zeta)$$
$$\Psi(\zeta,\eta) = \left[A(\zeta,\eta) - \alpha \Phi(\zeta) - \breve{\alpha} \Phi'(\zeta) - \overline{\sigma}_{0}(\zeta) \Phi(\zeta) - \overline{\sigma}_{0}(\zeta) \Phi'(\zeta) - \overline{G}(\zeta) \right] / \omega'(\zeta) \quad (3)$$

В (3) приняты обозначения

где, A₁A₂

$$G(\zeta) = -\frac{\overline{K}_1}{(\zeta - i)^2} - \frac{\overline{K}_2}{(\zeta + b_0 - i)^2} - \frac{\overline{K}_3}{(\zeta + d_0 - i)^2}, \quad \overline{G}(\zeta) = -\frac{K_1}{(\zeta + i)^2} - \frac{K_2}{(\zeta + b_0 + i)^2} - \frac{K_3}{(\zeta + d_0 + i)^2},$$

$$A(\zeta) = \omega_0(\zeta) T_5 + T_6 \omega_0'(\zeta) + T_3 G(\zeta) - T_6 S(\zeta) \qquad B(\zeta) = T_3 \omega_0(\zeta) \omega_0'(\zeta) + T_2 \omega_0(\zeta) + T_4 G(\zeta) - T_3 S(\zeta)$$
(4)

$$C(\zeta) = \frac{C_1}{\zeta - i} - \frac{C_2}{\zeta + b_0 - i} + \frac{C_3}{\zeta + d_0 - i},$$

$$S(\zeta) = \frac{S_1}{\zeta - i} + \frac{S_2}{(\zeta - i)^2} + \frac{S_3}{\zeta + b_0 - i} + \frac{S_4}{(\zeta + b_0 - i)^2} + \frac{S_5}{(\zeta + d_0 - i)} + \frac{S_6}{(\zeta + d_0 - i)^2};$$

Величины постоянных C_k и S_k равны :

$$\begin{split} C_{1} &= a_{1}\overline{\omega_{0}^{\prime}(-i)} \quad C_{2} = b_{1}\overline{\omega_{0}^{\prime}(-b_{0}-i)} \quad C_{3} = d_{1}\overline{\omega_{0}^{\prime}(-d_{0}-i)} \\ S_{1} &= -a\overline{\omega_{0}^{\prime}(-i)} \quad S_{2} = -a_{1}\overline{\omega_{0}^{\prime}(-i)} \quad S_{3} = -b_{1}\overline{\omega_{0}^{\prime}(-b-i)} \quad S_{4} = -b_{1}\overline{\omega_{0}(-b_{0}-i)}, \\ S_{5} &= -d_{1}\overline{\omega_{0}^{\prime}(-d_{0}-i)} \quad S_{6} = -d_{1}\omega_{0}(-d_{0}-i) \\ T_{2} &= \frac{\alpha(A_{3} + iA_{2})}{2}, \quad T_{3} = \frac{i(A_{1} + A_{2})}{4}, \quad T_{4} = \frac{-i(A_{1} - A_{2} + 2iA_{3})}{4}, \quad T_{5} = \frac{\alpha(-A_{3} + iA_{2})}{2}, \\ T_{6} &= \frac{-i(A_{1} - A_{2} - 2iA_{3})}{A}. \end{split}$$

Постоянные K_1, K_2, K_3 выражаются:

$$K_1 = \overline{a_1} \Phi(-i) \quad K_2 = \overline{b_1} \Phi(-b_0 - i) \quad K_3 = \overline{d_1} \Phi(-d_0 - i) \quad .$$

Следует отметить, что значения $\Phi(-i) \Phi(-b_0 - i) \Phi(-d_0 - i)$ вообще зависят от схемы нагружения и определяются из решения системы алгебраических уравнений, которые вытекают из

первого уравнения в (3) полагая последовательно $\zeta = -i, \zeta = -b_0 - i, \zeta = -d_0 - i$. Значения этих постоянных, полученных для трех отмеченных выше вариантов нагружения приведены в таблице 1. Таблица 1

Схема нагружения	$\Phi(-i)$	$\Phi(-b_0-i)$	$\Phi(-d_0-i)$
	-0,73-0,48i	-0,965-0,352i	-1,087-0,072i
$\gamma = 2.5 m / m^3,$			
$\lambda = 0.5, K_c = 0$			
	-0,759-0,604i	-1,105-0,433i	-1.277-3,736i
$\gamma = 2.5 m / m^3,$			
$\lambda = 1, K_c = 0$			
	-0,877-0,176i	-1.039+0,017i	-1,084+0,321i *10 ³
$\gamma = 2.5 m / m^3,$			
$\lambda = 0.5, K_c = 0, 2, \delta = \Pi / 2$			

Компоненты напряжений $\sigma_x, \sigma_y, \tau_y$ в среде MATCAD вычисляются как обычные функции, например как sin(x), от двух переменных ξ, η с помощью соотношений [3]:

$$\sigma_{x} + \sigma_{y} = 4 \operatorname{Re}[\Phi(\zeta)] \sigma_{y} - \sigma_{x} + 2i\tau_{xy} = 2 \overline{\omega(\zeta)} \Phi'(\zeta) + \Psi'(\zeta) \psi'(\zeta)$$
(5)

Результаты расчета поле напряжений $\sigma_{x}^{0}, \sigma_{y}^{0}, \tau_{x}^{0}$ по формуле (2) представлены на рис. 2



Рис.2. Поле распределения напряжений от действия силы гравитации при $\lambda = 0.5$

Главные нормальные σ_1, σ_2 и максимальная касательная τ_{max} вычисленные по известным формулам теории упругости [3] представлены на рис.3. На этих рисунках приведены результаты для первого варианта нагружения, т.е. при действии только силы гравитации при боковом распоре

 $\lambda = 0,5$. Для зоны уступов (см.рис.1.б) результаты расчетов для σ_1, σ_2, τ max приведены на рис. 4-6.

Анализ распределения напряжений из рис.2-3 показывают, что:

• компонента σ_x^0 всюду сжимающие; наименьшее значение имеют в зоне вершины горы; в изгибах склона, где горизонтальный участок уступа сопряжена с наклонной частью склона и имеют зоны концентрации напряжений, в частности в перегибе верхнего уступа -1,8 у нижнего уступа -2,5 в зоне основания в левой части равен -3 в правой части -1,8.

• компонента σ_y^0 всюду сжимающие имеют наименьшее значение в горизонтальных участках уступов в зоне вершины горы; максимальное значение наблюдается с ростом глубины и в зоне склона с крутым подъемом.

• касательная компонента τ_y^0 имеют зоны концентрации напряжений в зонах сильного перегиба склонов и в сопряжениях горизонтальных участков уступов с примыкающими частями склонов;

• компонент σ_1^0 в целом растет по глубине массива и равны нулю контурной части склона;

• компонента σ_2^0 имеют идентичный с σ_y закономерности распределения; в зонах перегиба склона имеют наибольшие значения; в зоне основании склонов горы равен -4 и -7 в левом и в правом перегибе склона, а в перегибе верхнего уступа -1,8 и в перегибе нижнего уступа -3,3;

наибольшее значения *τ* max также локализованы в перечисленных 4 зонах перегиба склона;
 в левом основании склона ≅ 1.0 в правом 1,7.



Рис.3. распределение главных нормальных и касательных напряжений при действии силы

гравитации ($\lambda = 0,5$)

На рисунках 4-6 перечисленные закономерности распределения σ_1, σ_2, τ max отражены более детально.



Рис. 4. Распределение напряжений σ_1, σ_2, τ max в зоне уступов при ($\lambda = 0, 5$)



Рис.5. Распределение напряжений σ_1, σ_2, τ max в зоне уступов при ($\lambda = 1.0$)



Рис.6. Распределение напряжений σ_1, σ_2, τ max в зоне уступов при ($\lambda = 1.0$), $K_c = 0.2$

На рис.7. приведены зоны распределения *т* max для перечисленных трех вариантов нагружения горного склона с уступами.





CreateMesh(Fumax,-4,4,0,-2,56,36)

Рис. 7. Распределение максимальных касательных напряжений $K_c = 0.2$

Как видно из количественных показателей наибольшее значение τ max в зоне примыкания уступов со склонами наиболее вероятно возникновения сдвиговых деформаций склонов горы, если боковой распор λ наименьшее $\lambda = 0.5$ или действует горизонтальная сейсмическая инерционная нагрузка. Концентрация τ max наименьшее при $\lambda = 1.0$. В трех зонах перегиба склона горы при $\lambda = 1.0$. Соответственно равны 0,484; 0,601; 1,068; при $\lambda = 1.0$. Сверху вниз равно 0,614; 0,763; 1,211; а при $K_c = 0.2$ в этих зонах τ max равны 0,796; 1,026; 1,947.

3. Мусхелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. –М.: Наука, 1966.-707с.

4. Кирьянов Д.В. МАТСАD 14.Спб.: БХВ – Петербург, 2007. -704с.

* * *

В статье приведены зоны распределения для перечисленных трех вариантов нагружения горного склона с уступами исследованого распределение напряжений вблизи двух уступов, расположенных на различной высоте склона горы, зоны концентрации напряжений, где горизонтальный участок уступа сопрягается с осклоном горы.

The article presents the area of distribution for these three options of loading the mountain slope with ledges study the stress distribution near two benches located at various altitudes mountain slope, the stress concentration zone, where the horizontal part of the ledge is mated with osklonom mountains.

^{1.} Жумабаев Б., Баялиева Ж.А. Методика расчета напряженно-деформированного состояния массивов у основания дорог, расположенных в горном склоне. – Бишкек.: Известие КГТУ, № 14 2008. – 206с.

^{2.} Жумабаев Б., Баялиева Ж.А. Начальное напряженное состояние массивов пород у основании дорог, расположенных в склоне гор. - Бишкек.: Вестник КАУ, №3(11) 2008. -357с.