

Баялиева Ж.А.

ВЛИЯНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ СИЛЫ СЖАТИЯ (РАСТЯЖЕНИЯ) НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ЗОНЕ СОПРЯЖЕНИЯ УСТУПА И СКЛОНА

Zh.A. Baiyalieva

THE INFLUENCE OF HORIZONTAL COMPRESSIVE (TENSILE) TECTONIC FORCE ON STRESS DISTRIBUTION IN THE ZONE OF LEDGE AND SLOPE TRIMMING

УДК: 622. 833.5: 625

В статье рассмотрена задача с учетом распределения тектонических по глубине массива. Склон горы с уступом моделирована с помощью отображающей функции.

The problem is considered in the article taking into account tectonic forces massif depth distribution. A mountain slope with a ledge is simulated by means of mapping function.

В работах [1-2] разработанная методика и аналитическое описание напряженного состояния горных склонов в рамках программного комплекса МАТСАД [3] использовано для исследования закономерностей распределения напряжений вблизи сопряжения уступа со склоном горы.

В двумерной постановке в рамках метода Мухелишвили [4] склон горы с уступом моделирован с помощью отображающей функции

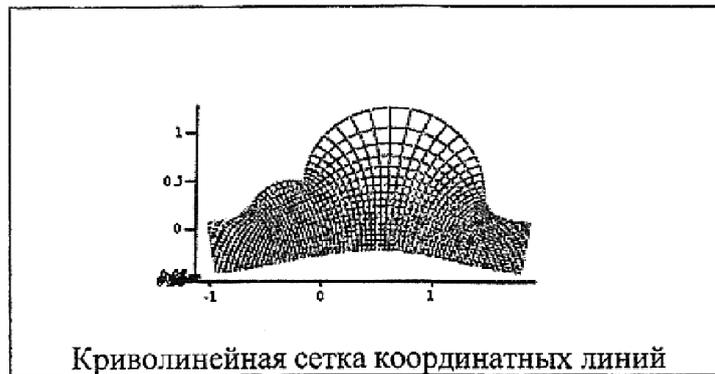
$$\omega(\xi, \eta) := \alpha \cdot \zeta(\xi, \eta) + \omega_0(\xi, \eta) \tag{1}$$

Здесь $\zeta(\xi, \eta) := \xi + i \cdot \eta$ - координаты точки нижней полуплоскости вспомогательного переменного. Оператор

$$\omega_0(\xi, \eta) := \frac{a1}{\zeta(\xi, \eta) - i} + \frac{b1}{\zeta(\xi, \eta) + i0 - i} \tag{2}$$

содержит некоторых действительных и комплексных постоянных, например: $\alpha := 0.2$, $i := \sqrt{-1}$, $a1 := 0.3$, $b1 := 1.2$, $t0 := -2.6$. Тектоническая сила для удобства анализа распределения напряжений принята $T_x = -10$.

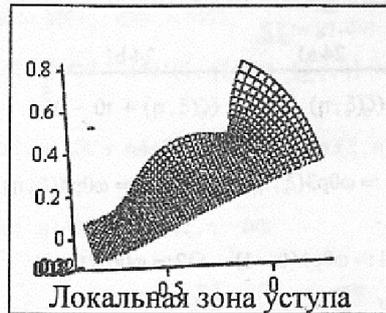
При конформном отображении (1) нижняя полуплоскость вспомогательного переменного $\zeta(\xi, \eta) := \xi + i \cdot \eta$ переходит в плоскость ХОУ в полубесконечную область следующего типа:



(CreateMesh (F, -4, 8, 0, -3, 85, 18))

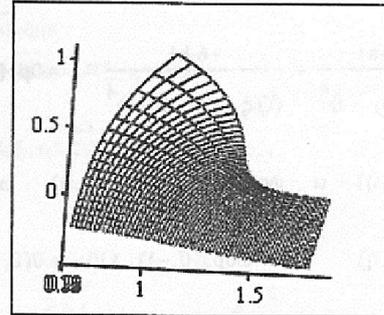
Рис.1. Разрез сечения горы с уступами (правый и левый уступы)

Для наглядности зоны сопряжения уступов, правый и левый уступы на рис.2-3 представлены каждые в отдельности.



CreateMesh (F, -3, 1.8, 0, -1.2, 65, 18)

Рис.3. Левая зона сопряжения



CreateMesh (F, 3, 8, 0, -3, 65, 18)

Рис.4. Правая зона сопряжения

На рисунках 1-3 трехмерная графическая функции содержит следующие аргументы: первое название поверхности F, состоящий из трёх компонент вектора типа

$$\vec{F}(\xi, \eta) := \begin{pmatrix} X(\xi, \eta) \\ Y(\xi, \eta) \\ xy(\xi, \eta) \end{pmatrix},$$

где $X(\xi, \eta) := \text{Re}(\omega(\xi, \eta))$, $Y(\xi, \eta) := \text{Im}(\omega(\xi, \eta))$, $xy(\xi, \eta) := 0.2$.

Второй и третий аргументы: начало и конец интервала изменения первого вспомогательного переменного; четвёртый и пятый аргументы для второго вспомогательного аргумента; шестой аргумент, например, число 65 указывает количество делений отрезка изменения первого аргумента, а последний аргумент, число 18 количество делений для второго отрезка.

Тектоническая сила T_x равномерно распределена по глубине массива полуплоскости. Однако, из-за наличия склона с уступом, т.е. выступа, происходит трансформация полей напряжений. Поэтому распределение напряжений будем определяем в виде:

$$\begin{aligned} \sigma_x(\xi, \eta) &:= \frac{(SX(\xi, \eta) - \text{Re}(SXI(\xi, \eta)))}{2} + T_x \\ \sigma_y(\xi, \eta) &:= \frac{SX(\xi, \eta) + \text{Re}(SXI(\xi, \eta))}{2} \\ \tau_{xy}(\xi, \eta) &:= \frac{\text{Im}(SXI(\xi, \eta))}{2} \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь принято обозначения:

$$SX(\xi, \eta) := 4 \cdot \text{Re}(\Phi(\xi, \eta)) \quad SXI(\xi, \eta) := 2 \cdot \left(\overline{\omega(\xi, \eta)} \cdot \frac{\Phi p1(\xi, \eta)}{\omega p1(\xi, \eta)} + \Psi(\xi, \eta) \right)$$

$$\Phi(\xi, \eta) := \frac{(B(\xi, \eta) - G(\xi, \eta))}{\omega p1(\xi, \eta)} \quad \Psi(\xi, \eta) := \frac{D3(\xi, \eta) + D\Psi3(\xi, \eta)}{\omega p1(\xi, \eta)} \quad (4)$$

Соотношения (4) определены ранее в наших работах [1-2], которые согласно принятых в нотаций [3] имеют вид:

$$\omega p1(\xi, \eta) := -\frac{a1}{(\zeta(\xi, \eta) - i)^2} - \frac{b1}{(\zeta(\xi, \eta) + t0 - i)^2} \quad \omega p2(\xi, \eta) := \frac{2 \cdot a1}{(\zeta(\xi, \eta) - i)^3} + \frac{2 \cdot b1}{(\zeta(\xi, \eta) + t0 - i)^3}$$

$$\omega_{p3}(\xi, \eta) := \frac{-6 \cdot a1}{(\zeta(\xi, \eta) - i)^4} + \frac{-6 \cdot b1}{(\zeta(\xi, \eta) + t0 - i)^4} \quad \omega_{p4}(\xi, \eta) := \frac{24 \cdot a1}{(\zeta(\xi, \eta) - i)^5} + \frac{24 \cdot b1}{(\zeta(\xi, \eta) + t0 - i)^5}$$

$$\omega_{p1}(\xi, \eta) := \omega_{0p1}(\xi, \eta) + \alpha \quad \omega_{p2}(\xi, \eta) := \omega_{0p2}(\xi, \eta) \quad \omega_{p3}(\xi, \eta) := \omega_{0p3}(\xi, \eta) \quad \omega_{p4}(\xi, \eta) := \omega_{0p4}(\xi, \eta)$$

$$\omega_{p5}(\xi, \eta) := \omega_{0p5}(\xi, \eta) \quad \Omega_3 := \omega_{0p3}(0, -1) \quad \Omega_0 := \omega_0(0, -1) \quad \Omega_1 := \omega_{0p1}(0, -1) \quad \Omega_2 := \omega_{0p2}(0, -1)$$

$$\Omega_{pt} := \omega_{0p1}(-t0, -1) \quad \Omega_t := \omega_0(-t0, -1) \quad T1 := \frac{Tx}{2}$$

$$A(\xi, \eta) := T1 \cdot \omega_{0p1}(\xi, \eta) \quad B(\xi, \eta) := -T1 \cdot \omega_{0p1}(\xi, \eta) \quad B_{p1}(\xi, \eta) := -T1 \cdot \omega_{0p2}(\xi, \eta)$$

$$B_{p2}(\xi, \eta) := -T1 \cdot \omega_{0p3}(\xi, \eta) \quad B_{p3}(\xi, \eta) := -T1 \cdot \omega_{0p4}(\xi, \eta)$$

$$M_{0,0} := B(0, -1) \quad M_{0,1} := B(-t0, -1) \quad M_{0,2} := \overline{B(0, -1)} \quad M_{0,3} := \overline{B(-t0, -1)}$$

$$n1(\xi, \eta) := \frac{-a1}{(\zeta(\xi, \eta) - i)^2} \quad n1p1(\xi, \eta) := \frac{2 \cdot a1}{(\zeta(\xi, \eta) - i)^3} \quad n1p2(\xi, \eta) := \frac{-6 \cdot a1}{(\zeta(\xi, \eta) - i)^4}$$

$$n1p3(\xi, \eta) := \frac{24 \cdot a1}{(\zeta(\xi, \eta) - i)^5} \quad n1p4(\xi, \eta) := \frac{-120 \cdot a1}{(\zeta(\xi, \eta) - i)^6} \quad n4(\xi, \eta) := \frac{-b1}{(\zeta(\xi, \eta) + t0 - i)^2}$$

$$n4p1(\xi, \eta) := \frac{2 \cdot b1}{(\zeta(\xi, \eta) + t0 - i)^3} \quad n4p2(\xi, \eta) := \frac{-6 \cdot b1}{(\zeta(\xi, \eta) + t0 - i)^4} \quad n4p3(\xi, \eta) := \frac{24 \cdot b1}{(\zeta(\xi, \eta) + t0 - i)^5}$$

$$n4p4(\xi, \eta) := \frac{-120 \cdot b1}{(\zeta(\xi, \eta) + t0 - i)^6} \quad M_{0,3} := n4(0, -1) \quad M_{1,0} := 0 \quad M_{0,0} := \omega_{p1}(0, -1) \quad M_{0,1} := 0$$

$$M_{0,2} := n1(0, -1) \quad M_{1,3} := n4(-t0, -1) \quad M_{1,1} := \omega_{p1}(-t0, -1) \quad M_{1,2} := n1(-t0, -1) \quad M_{2,0} := \overline{M_{0,2}}$$

$$M_{2,1} := \overline{M_{0,3}} \quad M_{2,2} := \overline{M_{0,0}} \quad M_{2,3} := 0 \quad M_{3,2} := 0 \quad M_{3,3} := \overline{M_{1,1}} \quad M_{3,1} := \overline{M_{1,3}} \quad M_{3,0} := \overline{M_{1,2}}$$

$$M01 := M^{-1} \cdot M0$$

$$M01 = \begin{pmatrix} 1.366 + 1.133i \\ 1.907 - 0.283i \\ 1.366 - 1.133i \\ 1.907 + 0.283i \end{pmatrix}$$

$$\begin{aligned} \Phi_0 &:= M01_0 \quad \Phi_{0c} := M01_2 \quad \Phi_{0t} := M01_1 \quad \overline{K1} := \overline{a1} \cdot \overline{\Phi_0} \quad K2 := \overline{b1} \cdot \overline{\Phi_{0t}} \\ Gp1(\xi, \eta) &:= n1p1(\xi, \eta) \cdot \overline{\Phi_0} + n4p1(\xi, \eta) \cdot \overline{\Phi_{0t}} \quad G\xi(\xi, \eta) := n1(\xi, \eta) \cdot \overline{\Phi_0} + n4(\xi, \eta) \cdot \overline{\Phi_{0t}} \\ Gp2(\xi, \eta) &:= n1p2(\xi, \eta) \cdot \overline{\Phi_0} + n4p2(\xi, \eta) \cdot \overline{\Phi_{0t}} \quad Gp3(\xi, \eta) := n1p3(\xi, \eta) \cdot \overline{\Phi_0} + n4p3(\xi, \eta) \cdot \overline{\Phi_{0t}} \\ Gp4(\xi, \eta) &:= n1p4(\xi, \eta) \cdot \overline{\Phi_0} + n4p4(\xi, \eta) \cdot \overline{\Phi_{0t}} \\ GI(\xi, \eta) &:= \frac{-\overline{K1}}{(\zeta(\xi, \eta) - i)^2} + \frac{-\overline{K2}}{(\zeta(\xi, \eta) + t0 - i)^2} \quad G1p1(\xi, \eta) := \frac{2 \cdot \overline{K1}}{(\zeta(\xi, \eta) - i)^3} + \frac{2 \cdot \overline{K2}}{(\zeta(\xi, \eta) + t0 - i)^3} \\ G1p2(\xi, \eta) &:= \frac{-6 \cdot \overline{K1}}{(\zeta(\xi, \eta) - i)^4} + \frac{-6 \cdot \overline{K2}}{(\zeta(\xi, \eta) + t0 - i)^4} \quad G1p3(\xi, \eta) := \frac{24 \cdot \overline{K1}}{(\zeta(\xi, \eta) - i)^5} + \frac{24 \cdot \overline{K2}}{(\zeta(\xi, \eta) + t0 - i)^5} \\ \Phi p1(\xi, \eta) &:= \frac{Bp1(\xi, \eta) - Gp1(\xi, \eta) - \Phi(\xi, \eta) \cdot \omega_{0p2}(\xi, \eta)}{\omega_{p1}(\xi, \eta)} \\ \Phi p2(\xi, \eta) &:= \frac{Bp2(\xi, \eta) - Gp2(\xi, \eta) - \Phi(\xi, \eta) \cdot \omega_{0p3}(\xi, \eta) - 2 \cdot \Phi p1(\xi, \eta) \cdot \omega_{0p2}(\xi, \eta)}{\omega_{p1}(\xi, \eta)} \\ D1(\xi, \eta) &:= Bp3(\xi, \eta) - Gp3(\xi, \eta) - 3 \cdot \Phi p2(\xi, \eta) \cdot \omega_{0p2}(\xi, \eta) \\ D2(\xi, \eta) &:= D1(\xi, \eta) - 3 \cdot \Phi p1(\xi, \eta) \cdot \omega_{0p3}(\xi, \eta) - \Phi(\xi, \eta) \cdot \omega_{0p4}(\xi, \eta) \\ \Phi p3(\xi, \eta) &:= \frac{D2(\xi, \eta)}{\omega_{p1}(\xi, \eta)} \\ \omega_{0cp1}(\xi, \eta) &:= \frac{-\overline{a1}}{(\zeta(\xi, \eta) + i)^2} + \frac{-\overline{b1}}{(\zeta(\xi, \eta) + t0 + i)^2} \quad \omega_{0c}(\xi, \eta) := \frac{\overline{a1}}{\zeta(\xi, \eta) + i} + \frac{\overline{b1}}{\zeta(\xi, \eta) + t0 + i} \\ \omega_{02c}(\xi, \eta) &:= \frac{\overline{a1}}{\zeta(\xi, \eta) + i} \quad \omega_{02cp1}(\xi, \eta) := \frac{-\overline{a1}}{(\zeta(\xi, \eta) + i)^2} \quad \omega_{01c}(\xi, \eta) := \frac{\overline{b1}}{\zeta(\xi, \eta) + t0 + i} \\ \omega_{01cp1}(\xi, \eta) &:= \frac{-\overline{b1}}{[(\zeta(\xi, \eta) + t0) + i]^2} \quad G\alpha(\xi, \eta) := \frac{-K1}{(\zeta(\xi, \eta) + i)^2} + \frac{-K2}{(\zeta(\xi, \eta) + t0 + i)^2} \\ coef2 &:= \frac{\overline{a1} \cdot \Phi p3(0, -1)}{3} \\ coef1 &:= \frac{\overline{a1} \cdot \Phi p2(0, -1)}{2} \quad Gc1(\xi, \eta) := \frac{-K2}{(\zeta(\xi, \eta) + t0 + i)^2} - coef1 - coef2 \cdot (\zeta(\xi, \eta) + i) \end{aligned}$$

$$Gc2(\xi, \eta) := \left[\begin{array}{l} \frac{-K1}{(\zeta(\xi, \eta) + i)^2} - \frac{\overline{b1} \cdot \Phi p2(-t0, -1)}{2} \dots \\ + \frac{\overline{b1} \cdot \Phi p3(-t0, -1)}{3} \cdot (\zeta(\xi, \eta) + t0 + i) \end{array} \right]$$

$$D3(\xi, \eta) := A(\xi, \eta) - \alpha \cdot \Phi(\xi, \eta) - \alpha \cdot \zeta(\xi, \eta) \cdot \Phi p1(\xi, \eta)$$

$$D3c1(\xi, \eta) := -\omega 01cp1(\xi, \eta) \cdot \Phi(\xi, \eta) - \omega 01c(\xi, \eta) \cdot \Phi p1(\xi, \eta) + Gc1(\xi, \eta)$$

$$D3c2(\xi, \eta) := -\omega 02cp1(\xi, \eta) \cdot \Phi(\xi, \eta) - \omega 02c(\xi, \eta) \cdot \Phi p1(\xi, \eta) + Gc2(\xi, \eta)$$

$$D3c3(\xi, \eta) := -\omega 0cp1(\xi, \eta) \cdot \Phi(\xi, \eta) - \omega 0c(\xi, \eta) \cdot \Phi p1(\xi, \eta) + Gc(\xi, \eta)$$

$$D\Psi3(\xi, \eta) := \begin{cases} D\Psi3 \leftarrow D3c1(\xi, \eta) & \text{if } |\zeta(\xi, \eta) + i| \leq 0.3 \\ D\Psi3 \leftarrow D3c2(\xi, \eta) & \text{if } |\zeta(\xi, \eta) + t0 + i| \leq 0.3 \\ D\Psi3 \leftarrow D3c3(\xi, \eta) & \text{if } (|\zeta(\xi, \eta) + i| > 0.3 \wedge |\zeta(\xi, \eta) + t0 + i| > 0.3) \\ D\Psi3 & \end{cases}$$

$$\sigma 1(\xi, \eta) := \frac{\sigma x(\xi, \eta) + \sigma y(\xi, \eta)}{2} + \frac{\sqrt{(\sigma y(\xi, \eta) - \sigma x(\xi, \eta))^2 + 4 \cdot \tau xy(\xi, \eta)^2}}{2}$$

$$\sigma 2(\xi, \eta) := \frac{\sigma x(\xi, \eta) + \sigma y(\xi, \eta)}{2} - \frac{\sqrt{(\sigma y(\xi, \eta) - \sigma x(\xi, \eta))^2 + 4 \cdot \tau xy(\xi, \eta)^2}}{2}$$

$$\tau \max(\xi, \eta) := \frac{\sqrt{(\sigma y(\xi, \eta) - \sigma x(\xi, \eta))^2 + 4 \cdot \tau xy(\xi, \eta)^2}}{2}$$

$$\sigma \eta(\xi, \eta) := \frac{\sigma x(\xi, \eta) + \sigma y(\xi, \eta)}{2} - \frac{\sigma x(\xi, \eta) - \sigma y(\xi, \eta)}{2} \cdot \operatorname{Re} \left(\frac{\omega p1(\xi, \eta)}{\omega p1(\xi, \eta)} \right) - \tau xy(\xi, \eta) \cdot \operatorname{Im} \left(\frac{\omega p1(\xi, \eta)}{\omega p1(\xi, \eta)} \right)$$

$$\tau \xi \eta(\xi, \eta) := -\frac{\sigma x(\xi, \eta) - \sigma y(\xi, \eta)}{2} \cdot \operatorname{Im} \left(\frac{\omega p1(\xi, \eta)}{\omega p1(\xi, \eta)} \right) + \tau xy(\xi, \eta) \cdot \operatorname{Re} \left(\frac{\omega p1(\xi, \eta)}{\omega p1(\xi, \eta)} \right)$$

$$\eta := 0 \quad k := 1..25 \quad \operatorname{Cont}_{k,4} := \sigma 2(k - 6, 0) \quad \operatorname{Cont}_{k,3} := \sigma 1(k - 6, 0) \quad \operatorname{Cont}_{k,1} := X(k - 6, 0)$$

$$\operatorname{Cont}_{k,7} := \tau \max(k - 6, 0) \quad \operatorname{Cont}_{k,5} := \sigma \eta(k - 6, 0) \quad \operatorname{Cont}_{k,6} := \tau \xi \eta(k - 6, 0) \quad \operatorname{Cntr}_{k,1} := X(k - 6, 0)$$

$$\operatorname{Cont}_{k,2} := Y(k - 6, 0) \quad \operatorname{Cont}_{k,0} := k - 6$$

Таблица напряжений в контурных точках расчетной области. Первый столбец – порядковый номер точек; второй столбец – абсцисса контурных точек; третий ордината контурных точек; четвертый столбец – сигма 1; пятый – сигма 2; шестой столбец – нормальная к контуру напряжения; седьмой – касательная компонента напряжений; восьмой столбец – максимальная касательная напряжения.

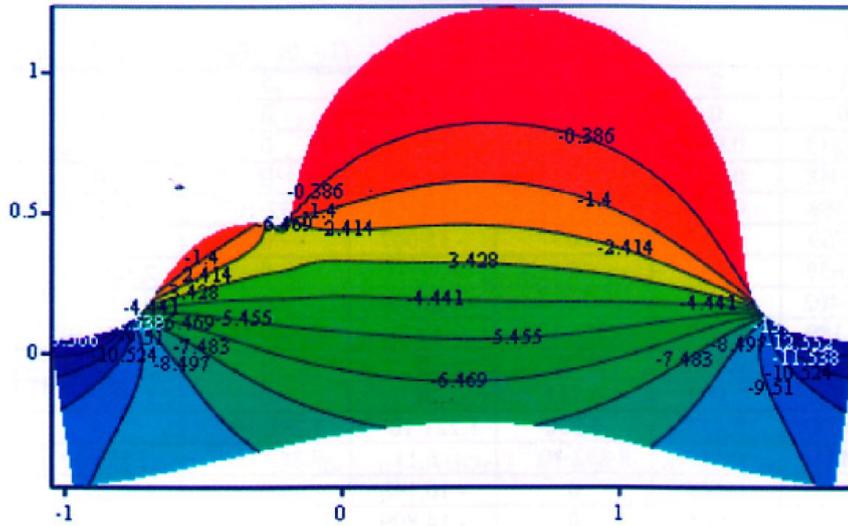
		0	1	2	3	4	5	6	7
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	-5	-1.213	0.032	0	-12.392	0	0	6.196
	2	-4	-1.048	0.045	0	-13.46	0	0	6.73
	3	-3	-0.898	0.067	-1.776·10 ⁻¹⁵	-12.202	-1.332·10 ⁻¹⁵	1.332·10 ⁻¹⁵	7.601
	4	-2	-0.769	0.114	0	-15.007	0	0	7.503
	5	-1	-0.659	0.236	0	-3.453	0	2.109·10 ⁻¹⁵	1.726
	6	0	-0.402	0.455	0	-0.793	0	-1.055·10 ⁻¹⁵	0.397
	7	1	-0.189	0.487	-2.776·10 ⁻¹⁵	-1.451	-2.609·10 ⁻¹⁵	-1.776·10 ⁻¹⁵	0.726
	8	2	412·10 ⁻³	0.942	0.783	0	0	0	0.392
	9	3	1.104	1.064	0.731	0	0	1.041·10 ⁻¹⁵	0.366
	10	4	1.438	0.423	1.236	1.221·10 ⁻¹⁵	1.298·10 ⁻¹⁵	0	0.618
	11	5	1.484	0.189	8.882·10 ⁻¹⁵	-6.11	8.882·10 ⁻¹⁵	-3.553·10 ⁻¹⁵	3.055
	12	6	1.573	0.104	0	-16.143	0	4.885·10 ⁻¹⁵	8.072
	13	7	1.701	0.065	0	-14.809	0	0	7.405
	14	8	1.852	0.044	0	-13.246	0	0	6.623
	15	9	2.016	0.032	0	-12.293	0	0	0.146
	16	10	2.189	0.024	0	-11.701	0	0	5.851
	17	11	2.368	0.019	0	-11.313	1.358·10 ⁻¹⁵	0	5.656
	18	12	2.551	0.015	0	-11.045	0	0	5.522
	19	13	2.737	0.013	0	-10.852	0	0	5.426
	20	14	2.926	0.011	0	-10.708	1.483·10 ⁻¹⁵	0	5.354
	21	15	3.116	0.81·10 ⁻³	0	-10.598	0	0	5.299
	22	16	3.308	813·10 ⁻³	0	-10.512	0	0	5.256
	23	17	3.501	794·10 ⁻³	0	-10.444	0	0	5.222
	24	18	3.694	962·10 ⁻³	0	-10.388	0	0	5.194
	25	19	3.889	274·10 ⁻³	0	-10.343	0	0	5.171

Из таблицы видно, что в контурных точках нормальные и касательные к контуру напряжения равны нулю (столбцы с номерами 5 и 6). Другими словами контур свободен от внешних нагрузок. Зоны концентрации напряжений наблюдаются в зонах сопряжения уступов и склонами гор. Величина концентрации 1,6 раза больше, чем от заданного значения тектонического сжатия. Концентрация растягивающих напряжений не более 8% возникает в зоне вершины склона горы.

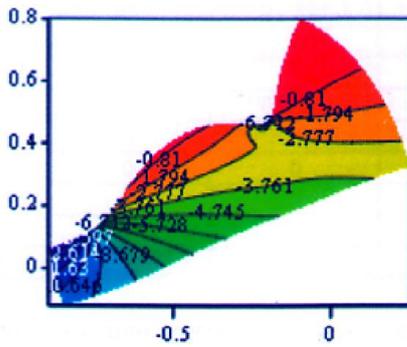
Более детально закономерности распределения напряжений представлены ниже на рисунках для изолиний компонентов напряжений. Для описанного выше графической функции построения трехмерных поверхностей образуем вектор функций F для каждого компонента напряжений, где индексы этих функций указывают соответствующие компоненты напряжения.

$$\begin{aligned}
 F_x(\xi, \eta) &:= \begin{pmatrix} X(\xi, \eta) \\ Y(\xi, \eta) \\ \sigma_x(\xi, \eta) \end{pmatrix} &
 F_y(\xi, \eta) &:= \begin{pmatrix} X(\xi, \eta) \\ Y(\xi, \eta) \\ \sigma_y(\xi, \eta) \end{pmatrix} &
 F_{\tau_{xy}}(\xi, \eta) &:= \begin{pmatrix} X(\xi, \eta) \\ Y(\xi, \eta) \\ \tau_{xy}(\xi, \eta) \end{pmatrix} &
 F_2(\xi, \eta) &:= \begin{pmatrix} X(\xi, \eta) \\ Y(\xi, \eta) \\ \sigma_2(\xi, \eta) \end{pmatrix} \\
 F_{\tau_{\max}}(\xi, \eta) &:= \begin{pmatrix} X(\xi, \eta) \\ Y(\xi, \eta) \\ \tau_{\max}(\xi, \eta) \end{pmatrix} &
 F_1(\xi, \eta) &:= \begin{pmatrix} X(\xi, \eta) \\ Y(\xi, \eta) \\ \sigma_1(\xi, \eta) \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

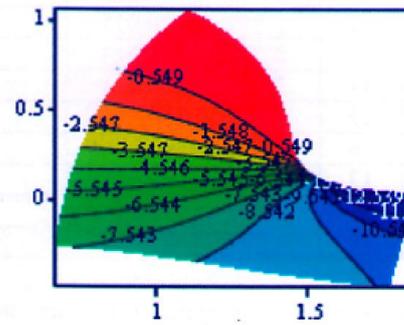
- вектор функции для построения поверхностей типа изолиний для компонентов напряжений.



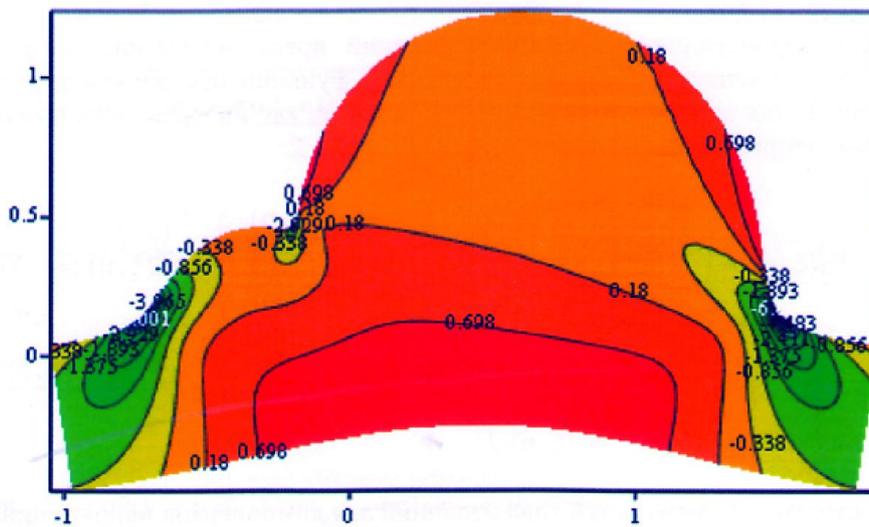
CreateMesh (Fx, -4, 8, 0, -3, 85, 36)



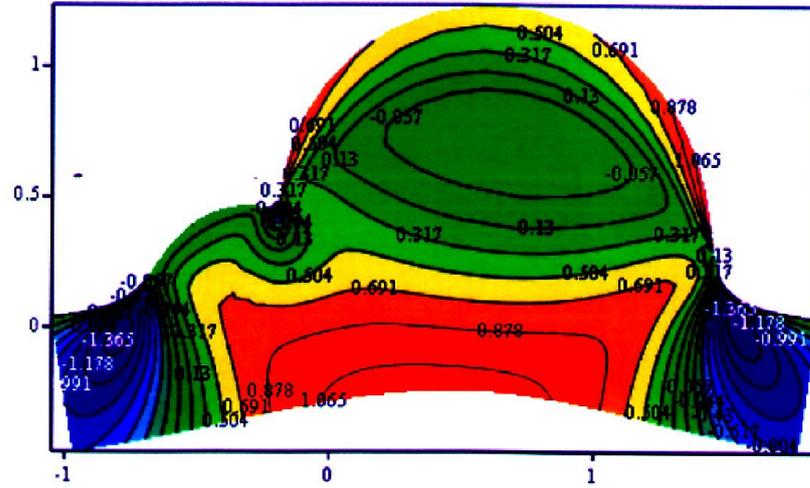
CreateMesh (Fx, -3, 1.8, 0, -1.2, 65, 36)



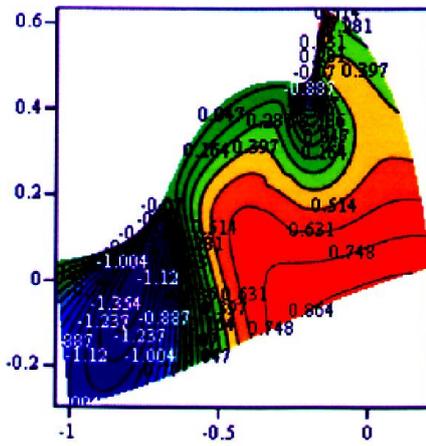
CreateMesh (Fx, 3, 8, 0, -3, 65, 36)



CreateMesh (Fy, -4, 8, 0, -3, 85, 36)

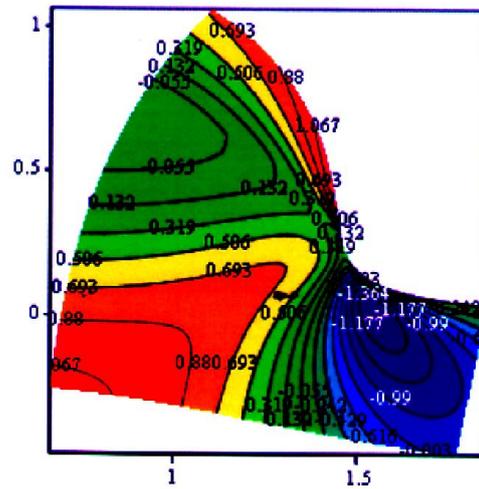


CreateMesh (F1, -4, 8, 0, -3, 85, 36)

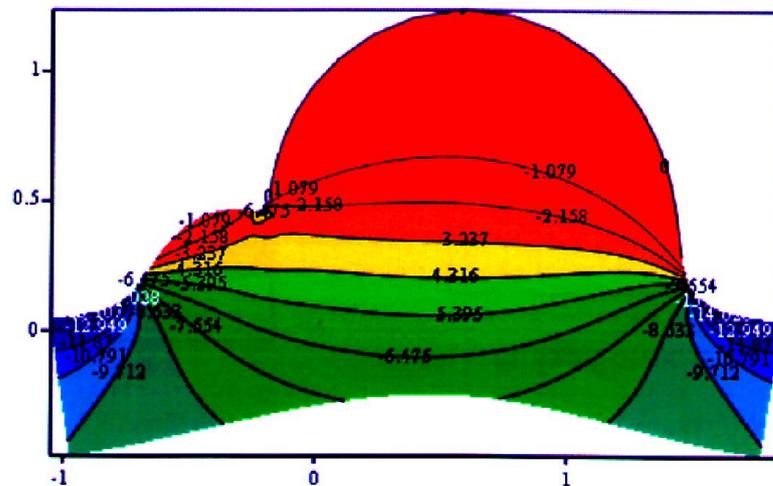


Сигма I в зоне уступа

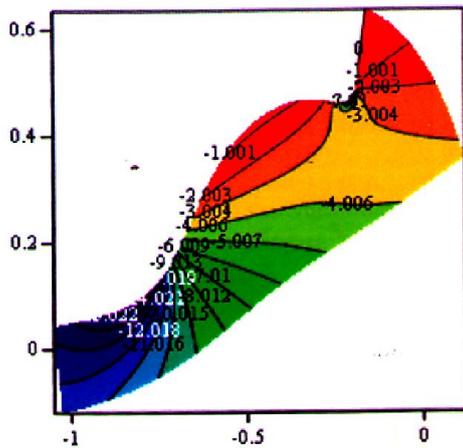
CreateMesh (F1, -4, 1.5, 0, -2, 56, 36)



CreateMesh (F1, 3, 8, 0, -3, 65, 36)

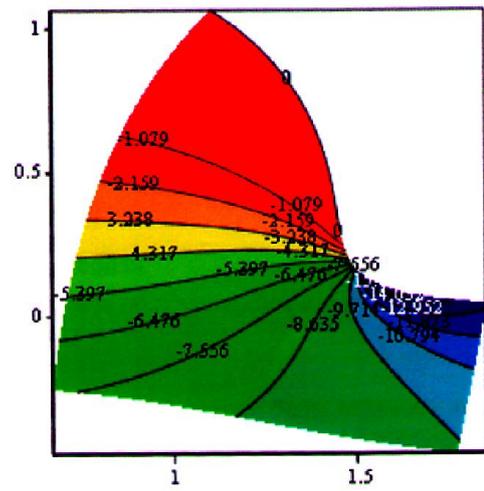


CreateMesh (F2, -4, 8, 0, -3, 85, 36)

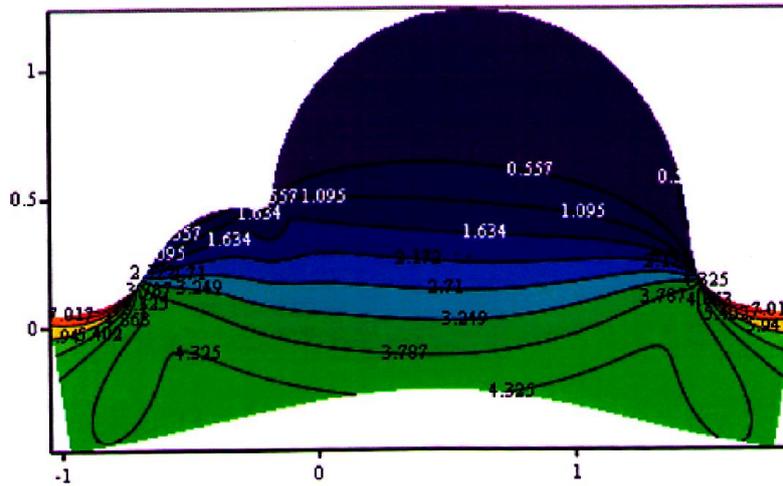


Сигма 2 в зоне уступа

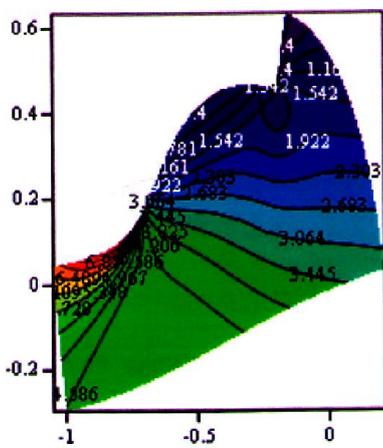
CreateMesh (F2, -4, 1.5, 0, -1, 56, 36)



CreateMesh (F2, 3, 8, 0, -3, 65, 36)

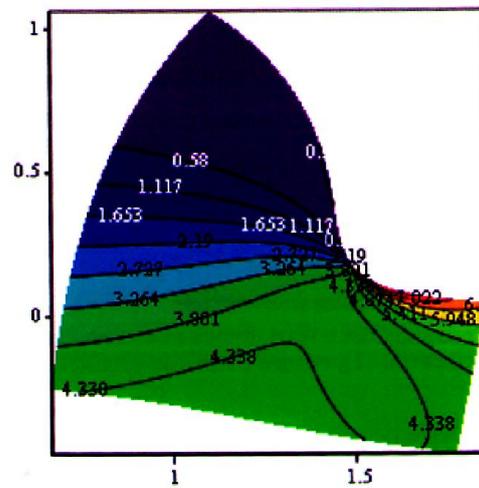


CreateMesh (Fтmax, -4, 8, 0, -3, 85, 36)



Tau максимум

(CreateMesh (Fтmax, -4, 1.5, 0, -2, 56, 36))



CreateMesh (Fтmax, 3, 8, 0, -3, 65, 36)

Литература:

1. Жумабаев Б., Баялиева Ж.А. Методика расчета напряженно-деформированного состояния дорог, расположенных в горном склоне. Известия КГТУ им. Раззакова, № 14/2008. с. 206-210.
2. Жумабаев Б., Баялиева Ж. А. Начальное напряженное состояние массивов пород у оснований дорог, расположенных в склоне гор. Вестник КАУ, 2008, №3(11), с.357-36
3. Кирьянов Д. В. Матсад 14. -СПб.: БХВ-Петербург. -704 с
4. Мусхелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. - М.: Наука, 1966. - 707 с.

Рецензент: к.т.н., доцент Бекбоева Р.С.
