

ВЛИЯНИЕ ВОДОХРАНИЛИЩА НА ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В ТЕЛЕ ПЛОТИНЫ

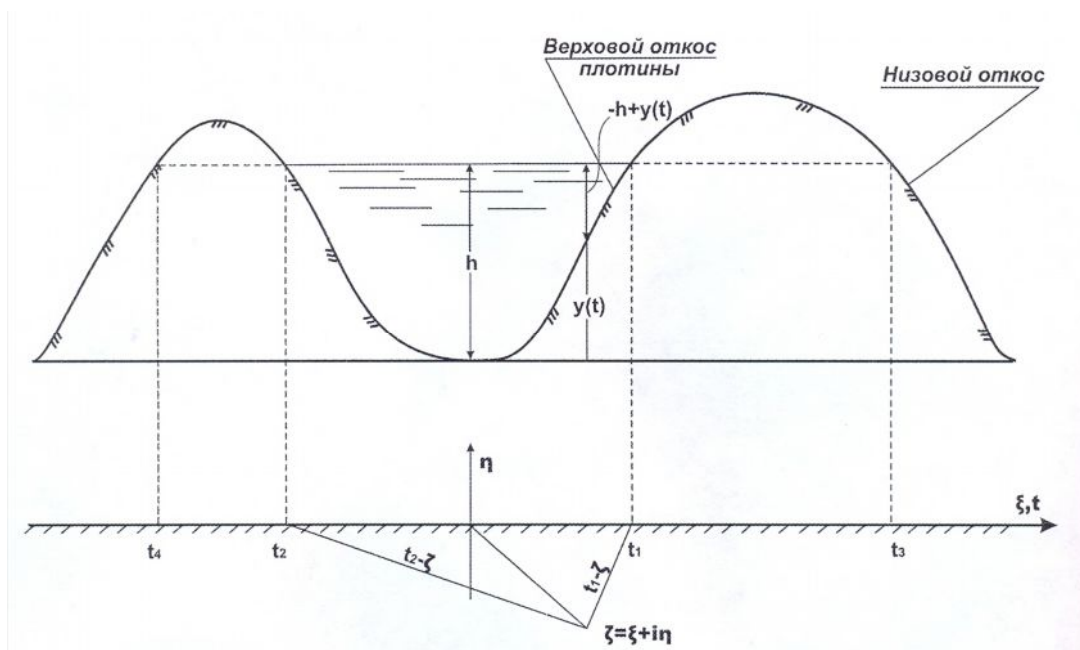
ИСМАИЛОВА К.Д., ЖУМАБАЕВ Б., ТУРДАЛИЕВ Ш.Э
izvestiya@ktu.aknet.kg

Изменение напряженно-деформированного состояния тела плотины, которое возникает от заполненного водохранилища, описано аналитически, а результаты расчетов о закономерностях распределения напряжений – в виде изолиний полей компонентов напряжений.

Change tense-deformed conditions of the body of the dam, which appears from filled reservoir, is described analytically, but results calculation about regularity of the sharing the voltages - in the manner of flap component voltages.

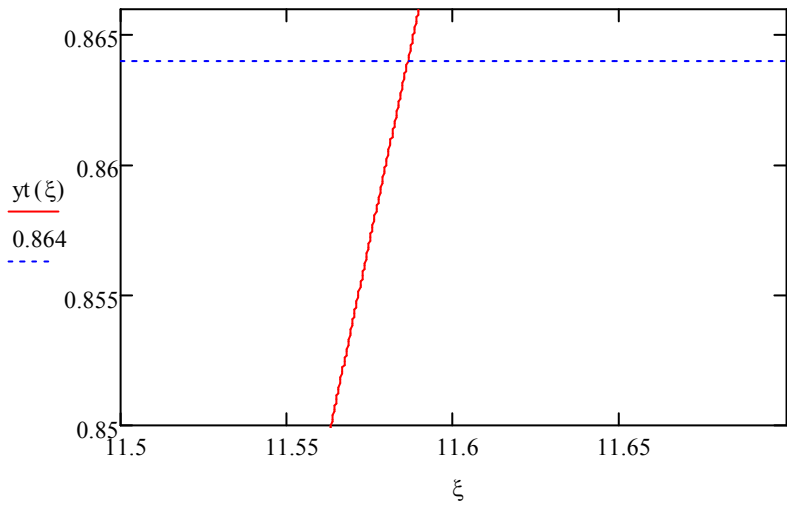
Аналитическое описание влияния водохранилища описано в работе [1,2], где это влияние характеризуется компонентами напряжений $\sigma_x^e, \sigma_y^e, \tau_{xy}^e$. Когда действует давление воды заполненного водохранилища (см.рис.1), на контуре плотины будут действовать внешние нагрузки, согласно закону Паскаля

$$\begin{aligned} N(t) &= \gamma_b[y(t) - h]; & \text{при } t_2 \leq t \leq t_1 \\ N(t) &= 0; & \text{при } -\infty < t < t_2 \text{ и } t_1 < t \leq \infty \end{aligned} \quad (1)$$



Промежуток границ t_1 и t_2 загруженного участка является корнем уравнения:

$$\frac{f_2(t)}{(t^2 + 1)^3} + \frac{b_1}{(t + t_0)^2 + 1} - h = 0. \quad (2)$$



Графический способ определения корней уравнения (2).
Компоненты напряжений $\sigma_x^e, \sigma_y^e, \tau_{xy}^e$ характеризуются функциями [1].

$$\overline{\omega}'(\zeta)\Phi(\zeta) + \overline{\omega}(\zeta)\Phi'(\zeta) + \kappa_1/(\zeta+i)^2 + 2\kappa_2/(\zeta+i)^3 + 3\kappa_3/(\zeta+i)^4 + \kappa_4/(\zeta+t_0+i)^2 + \overline{\omega}'(\zeta)\Psi(\zeta) = A(\zeta);$$

(3)

$$\overline{\omega}'(\zeta)\Phi(\zeta) - \overline{\kappa}_1/(\zeta-i)^2 - 2\overline{\kappa}_2/(\zeta-i)^3 - 3\overline{\kappa}_3/(\zeta-i)^4 - \overline{\kappa}_4/(\zeta+t_0-i)^2 = B(\zeta).$$

Здесь $A(\zeta)$ и $B(\zeta)$ зависят только от внешних нагрузок N и T и вычисляются:

$$B(\zeta) = [R_0 + \sum_{k=1}^7 \frac{R_{1k}}{(\zeta-i)^k} + \sum_{k=1}^3 \frac{R_{2k}}{(\zeta+i)^k} + \sum_{k=1}^3 \frac{R_{3k}}{(\zeta+t_0-i)^k} + \frac{R_{41}}{\zeta+t_0+i}]$$

$$\frac{t_1-\zeta}{t_2-\zeta} + \sum_{k=1}^7 \frac{S_{1k}}{(\zeta-i)^k} + \sum_{k=1}^3 \frac{S_{2k}}{(\zeta+i)^k} + \sum_{k=1}^3 \frac{S_{3k}}{(\zeta+t_0-i)^k} + \frac{S_{41}}{\zeta+t_0+i} \quad (4)$$

$$A(\zeta) = [r_0 + \sum_{k=1}^7 \frac{r_{1k}}{(\zeta+i)^k} + \sum_{k=1}^3 \frac{r_{2k}}{(\zeta-i)^k} + \sum_{k=1}^3 \frac{r_{3k}}{(\zeta+t_0-i)^k} - \frac{r_{41}}{(\zeta+t_0+i)}] \frac{t_1-\zeta}{t_2-\zeta} + \sum_{k=1}^7 \frac{c_{1k}}{(\zeta+i)^k} + \sum_{k=1}^3 \frac{c_{2k}}{(\zeta-i)^k} + \sum_{k=1}^3 \frac{c_{3k}}{(\zeta+t_0-i)^k} - \frac{c_{41}}{(\zeta+t_0+i)}.$$

Постоянные $\Phi(-i), \Phi'(-i), \Phi''(-i), \Phi(-t_0-i)$ и им сопряженные виды определяются из второго уравнения (4) и равны:

$$\Phi(-i) = 0.069 + 0.182i, \quad \Phi'(-i) = 0.041 + 0.037i,$$

$$\Phi''(-i) = 0.042 + 0.013i, \quad \Phi(-t_0-i) = 0.054 + 0.179i.$$

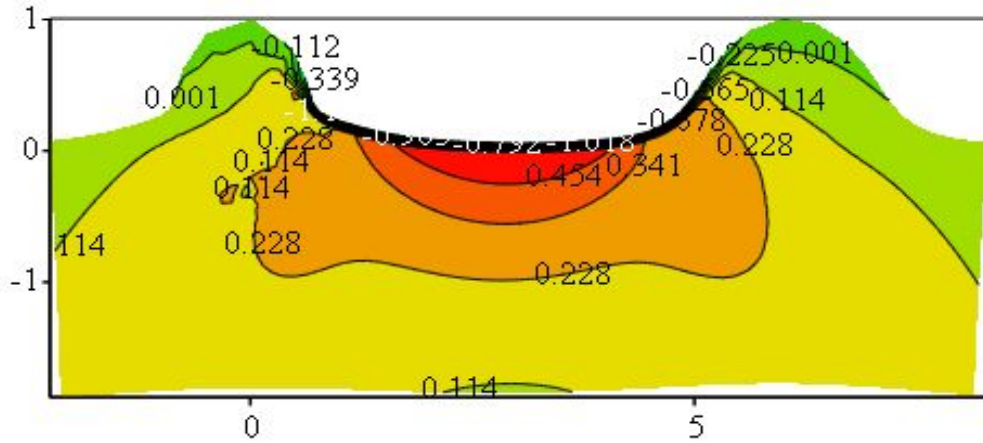
Компоненты напряжений $\sigma_x^e, \sigma_y^e, \tau_{xy}^e$ и комплексные потенциалы $\Phi(\zeta)$ и $\Psi(\zeta)$ связаны известными в [3] соотношениями:

$$\sigma_x^e + \sigma_y^e = 4 \operatorname{Re} \Phi(\zeta), \quad \sigma_y^e - \sigma_x^e + 2i\tau_{xy}^e = 2[\overline{\omega(\zeta)}\Phi'(\zeta) / \omega'(\zeta) + \Psi(\zeta)] \quad (5)$$

где:
$$z = \omega(\zeta) = \alpha\zeta + \sum_{k=0}^3 a_k / (\zeta-i)^k + b_1 / (\zeta+t_0-i) \quad (6)$$

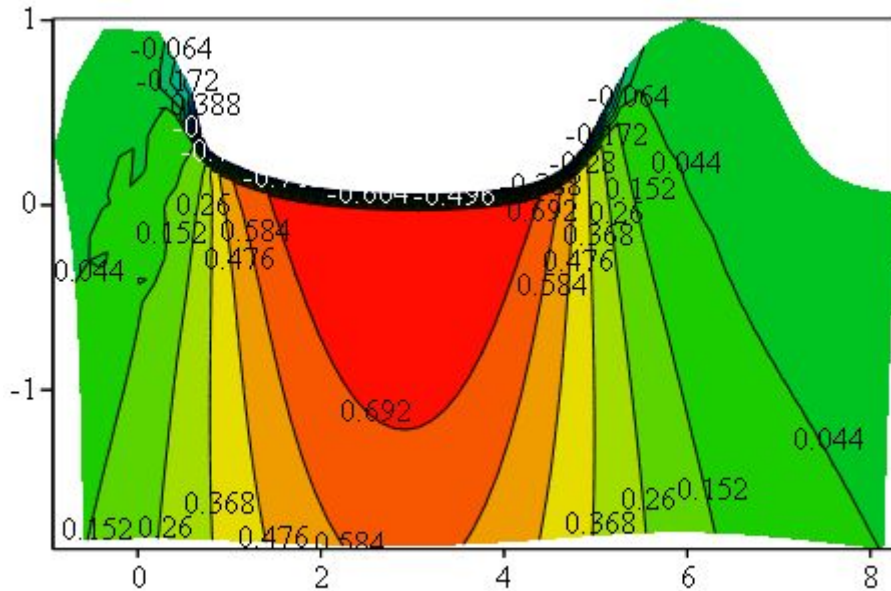
Значения параметров в (6) равно: $\alpha = 0.5, \quad a1 = 0.9, \quad a2 = 0.5i, \quad a3 = -0.6,$
 $b1 = 1, \quad t0 = -12, \quad t1 = 11.586, \quad t2 = 0.233, \quad h = 0.8.$

Все соотношения, необходимые для вычисления компонентов напряжений в рамках среды MATCAD [4], алгоритмизированы и выполнены расчеты. Результаты расчета приведены на рисунках 3-8.



Горизонтальная компонента сигма x

(CreateMesh (Fx , -4 , 16 , 0 , -4 , 80 , 25))



Изолинии вертикальных нормальных напряжений

(CreateMesh(Fy , -1 , 16 , 0 , -4 , 60 , 20))

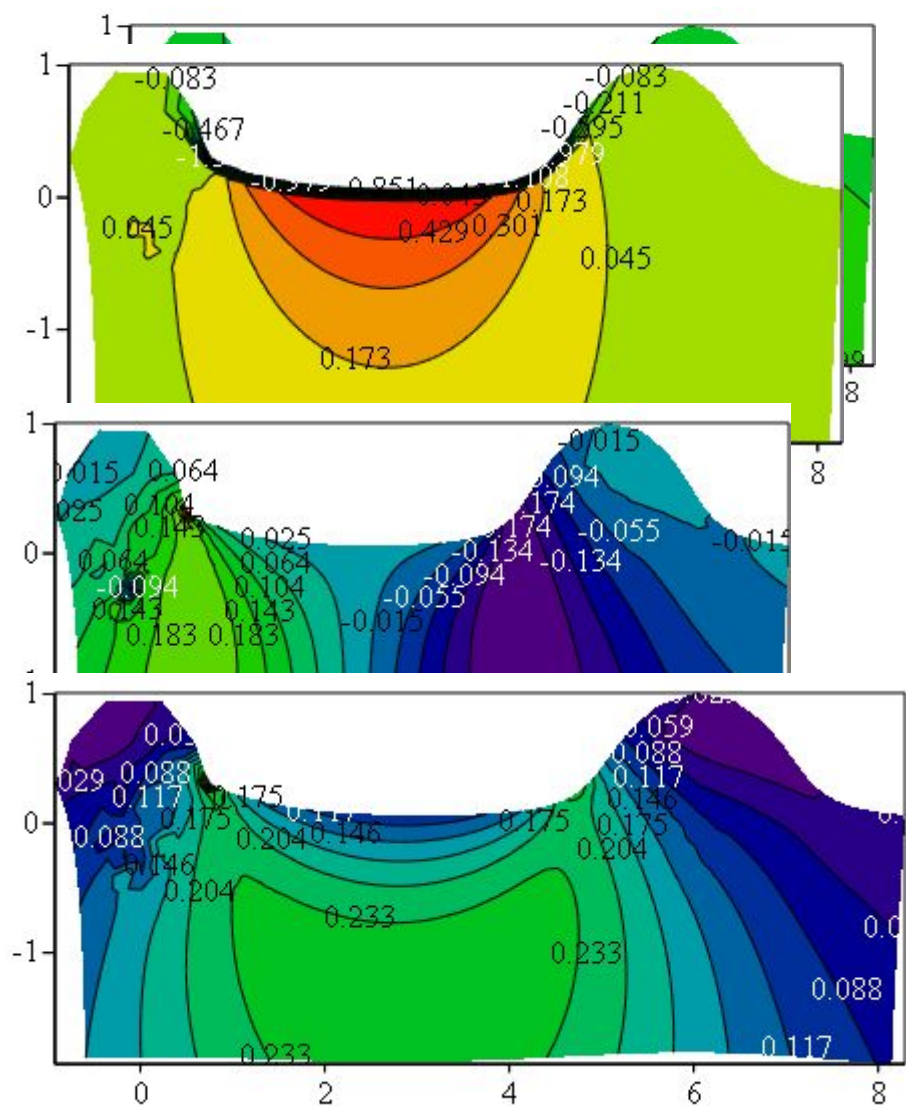
Главные нормальные σ_1, σ_2 и максимальные касательные напряжения τ_{max} вычисляются соотношениями:

$$\sigma_{1,2}(\xi, \eta) = \frac{\sigma_x(\xi, \eta) + \sigma_y(\xi, \eta)}{2} \pm \frac{\sqrt{(\sigma_y(\xi, \eta) - \sigma_x(\xi, \eta))^2 + 4\tau_{xy}(\xi, \eta)^2}}{2},$$



$$\sigma_2(\xi, \eta) = \frac{\sigma_x(\xi, \eta) + \sigma_y(\xi, \eta) - \sqrt{(\sigma_y(\xi, \eta) - \sigma_x(\xi, \eta))^2 + 4\tau_{xy}(\xi, \eta)^2}}{2}$$

$$\tau_{\max}(\xi, \eta) = \frac{\sqrt{(\sigma_y(\xi, \eta) - \sigma_x(\xi, \eta))^2 + 4\tau_{xy}(\xi, \eta)^2}}{2}$$



Максимальная касательная тау max

(CreateMesh(F_τ , -1 , 16 , 0 , -4 , 60 , 20))



Литература

1. Жумабаев Б., Исмаилова К.Д. Влияние водохранилища на напряженно-деформированное состояние плотины. Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, 2005, №4,26-33с.
2. Исмаилова К.Д. Применение метода Колосова-Мухелишвили для моделирования напряженного состояния плотин. Известия КТУ им. И Раззакова, Бишкек, 2007, №11,95-99с.
3. Мухелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. - М.:Наука, 1966 – 707с.
4. Кирьянов В.В. МАТСАД 14.-Спб.:БВХ-Петербург, 2007г.