

УДК 622.271+624.

Салямова К.Д., д.т.н., проф. , Руми Д.Ф., к.т.н., ст.н.с.,

Абдураимов У.К., докторант

Институт сейсмостойкости сооружений АН РУз, г.Ташкент, Узбекистан

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ ГРУНТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Проектирование, строительство и эксплуатация грунтовых сооружений (карьеры, плотины, железнодорожные насыпи, отвалы и т.п.), в сейсмоактивных регионах Республики, требует постоянного усовершенствования их расчетных методов расчета на статические и динамические нагрузки. Применяемые в настоящее время нормативные методы по расчету грунтовых гидротехнических сооружений на сейсмические воздействия [1] не учитывают геометрию и реальные физико-механические характеристики грунтов сооружения. В работе решена статическая задача по исследованию напряженно-деформированного состояния грунтового сооружения с учетом реальной геометрии, упругих кусочно-неоднородных физико-механических характеристик, как самого сооружения так и его грунтового основания.

Математическая постановка задачи об исследовании напряженно-деформированного состояния плоской системы «сооружение-основание» при статических нагрузках (силы гравитации) основана на вариационном принципе Лангранжа [2], согласно которому работа внешних и внутренних сил на возможном перемещении равна нулю.

Расчеты производились численно методом конечных элементов, исходным являлось вариационное уравнение [2]

$$\delta A = \delta A_{\sigma} + \delta A_p = - \int_V \sigma_{ij} \delta \varepsilon_{ij} dV + \int_V \rho g \delta v dV = 0 \quad (1)$$

с интегралами, представляющими работу сил упругости и массовых сил. На границах области приняты условия жесткого закрепления нижней грани и наличие подвижных шарниров, не допускающих горизонтальных перемещений боковых граней.

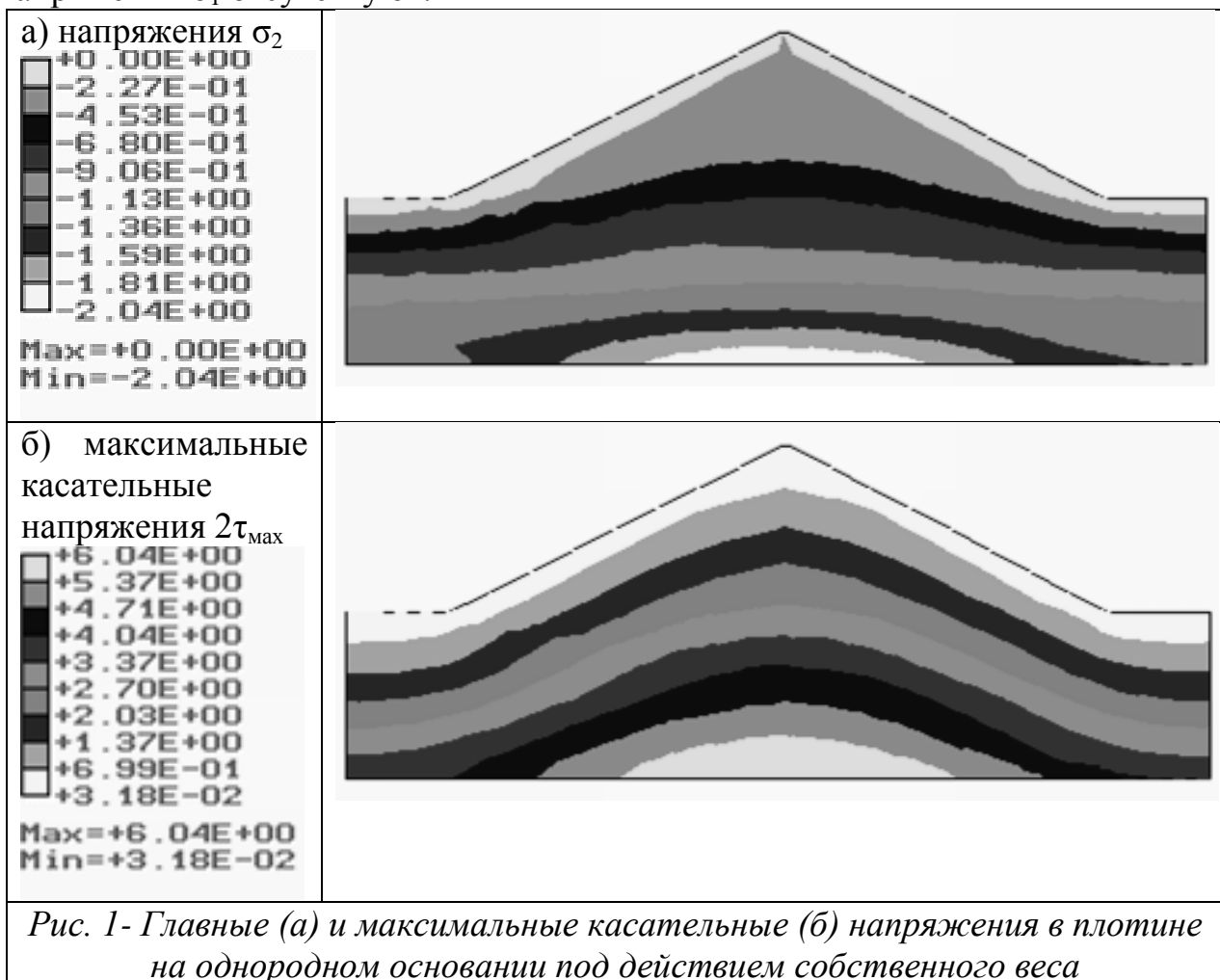
На основе разработанной методики и комплекса прикладных программ задача сводится к решению системы алгебраических уравнений относительно перемещений. Для исследования вопроса о прочности в каждой точке рассмотренного объекта был использован местный коэффициент запаса прочности K для неоднородного основания по формуле [3]:

$$K = \frac{(\sigma_1 + \sigma_2 - 2\tau_{\max} \sin \varphi) \operatorname{tg} \varphi + 2C}{2\tau_{\max} \cos \varphi}$$

Здесь: σ_1 , σ_2 – главные напряжения; τ_{\max} – максимальные касательные напряжения; $\varphi=22^\circ$ – угол внутреннего трения ; C – коэффициент сцепления $C=0$ (по данным Гидропроекта).

Для определения K были получено распределение главных и максимальных касательных напряжений в теле плотины под действием собственного веса в двух вариантах: 1 – плотина находится на однородном и 2 – под собственным весом и гидростатическим давлением на верхний бьеф.

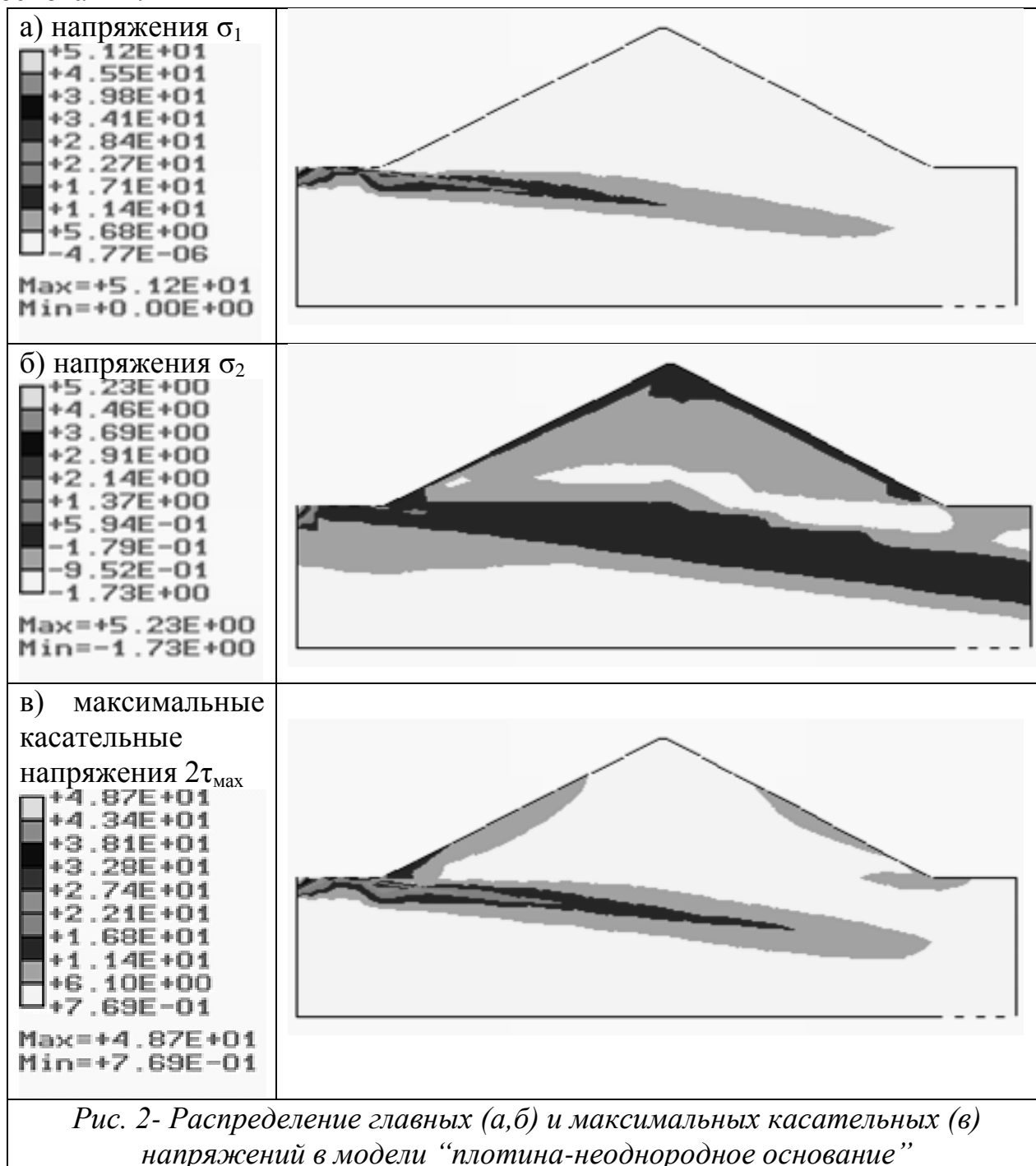
Результаты для плотины на однородном основании (без ослабленной зоны) представлены на рис.1. Следует отметить, что при учете только собственного веса плотина не испытывает растяжения, поэтому главные напряжения σ_1 отсутствуют.



По полученным напряжениям в ($\sigma_1=0$ МПа, $\sigma_2=-0,23$ МПа $2\tau_{\max}=0,03$ МПа) и значениям тригонометрических функций для $\varphi=22^\circ$: $\cos\varphi=0,9$; $\sin\varphi=0,4$ и $\operatorname{tg}\varphi=0,4$ для основания , получим, что коэффициент K вдоль всей поверхности плотины $K=3,6$, т.е. $K>1$. Это означает, что вдоль всей поверхности сооружения грунт обладает запасом прочности.

На рис.2 приведено распределение главных напряжений для плотины, находящейся на неоднородном основании (с ослабленной зоной). Наибольшие

напряжения возникают в области основания, поэтому относительно меньшие напряжения показаны отдельно на рис.2, где изображено распределение исследуемых напряжений в самой плотине, находящейся на неоднородном основании.



Определяя по представленным напряжениям коэффициент прочности K , получим, что в зоне основания, находящейся близко к поверхности у подножия верхового откоса и на границе с ослабленной зоной, значения главных напряжений $\sigma_1=22\text{МПа}$, $\sigma_2=-1\text{МПа}$, $2\tau_{\max}=30\text{МПа}$, коэффициент $K=0,15<1$. Т.е.

в основании у подножия верхового откоса и в области над ослабленной зоной прочность грунта не обеспечена..

Для грунтовой плотины сравнивая напряжения на рис.1 и рис.2, можно отметить, что во втором случае, т.е. в теле самой плотины напряжения значительно уступают напряжениям в основании. Коэффициент прочности внизу верхового откоса составляет $K=0,14$, во всех остальных точках поверхности сооружения коэффициент несколько выше - $K=0,17$, но тоже меньше 1.

Таким образом, под воздействием собственного веса по всей поверхности плотины, находящейся на неоднородном основании, а также в основании у подножия верхового откоса прочность грунта не обеспечена. В отличии от плотины, находящейся на однородном основании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зенкевич О.К. Метод конечных элементов в технике. М.:Мир, 1975. 542с.
2. ШНК 2.06.11-04. Строительство в сейсмических районах. Гидротехнические сооружения. Госсархитекстрой. Ташкент.2004 46с.
3. Мирсаидов М.М.Теория и методы расчета грунтовых сооружений на прочность и сейсмостойкость.Ташкент:Фан.2010.312с.