

НЕЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ СКЛОНОВ

Дойчев А.Н. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

У статті наведені дослідження утворення зсувів на підставі їх нової пружно-пластичної моделі.

Р. Шустер в монографії [1] отмечает, что разрушение отдельных склонов представляет собой события, обычно менее разрушительные и разорительные, чем некоторые другие катастрофы, например землетрясения, наводнения и ураганы, но они более распространены, и суммарный ущерб от разрушения склонов, несомненно, значительно превышает убытков от одиночных губительных природных процессов. Для примера на рисунке 1 приведено разрушение путепровода автострады, вызванное оползнем.



Рис. 1. Повреждение путепровода, вызванное оползнем

На Украине оползни распространены по правобережью Днепра в районе города Киева. Крупным оползневым районом является территория города Одессы и его пригородов, Крымское побережье Черного моря, северное побережье Азовского моря и горные области Карпат.

В настоящее время при расчете склонов грунт рассматривают как сплошную несжимаемую среду, прочность которой подчиняют известному закону Кулона и может нарушаться одновременно во всех точках поверхности сдвига. Применительно к такой постановке вопроса были предложены две теории, в соответствии с которыми разработаны два метода расчета устойчивости склонов: 1) метод, базирующийся на теории предельно напряженного состояния грунта, 2) метод, основанный на использовании модели отвердевшего отсека обрушения грунта. Оба эти метода не отвечают действительно наблюдаемым картинам разрушения склонов. Их критика и недостатки приведены в работе [2]. Поэтому используемая здесь расчетная модель склона базируется на более совершенной теории грунтовых сред, предложенной в [3].

В настоящее время идут застройки склонов. На рисунке 2 приведена расчетная схема уположенного склона, которому необходимо произвести подрезку для строительства сооружения, нагрузка от которого показана также на этом рисунке.

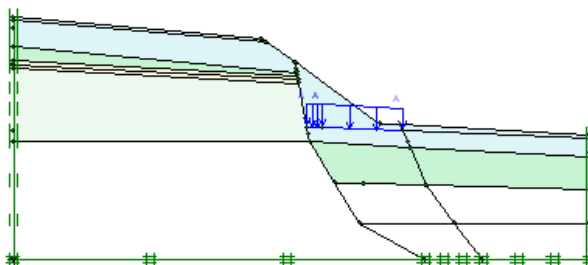


Рис. 2. Расчетная схема склона

Расчет склона предполагается выполнить по следующим этапам, которые соответствовали производству работ:

- производится расчет от собственного веса грунта склона, после которого деформации обнуляются, что соответствует действительным условиям его естественного состояния, но напряжения сохраняются и учитываются на последующих этапах расчета;
- выполняется срезка склона и определяется его напряженно-деформированное состояние с учетом напряжений, полученных на первом этапе расчета;

- определяется напряженно-деформированное состояние склона от действия нагрузки от сооружения с учетом ранее выполненных работ.

Приведем результаты, полученные по второму этапу расчета. Он был прерван, склон потерял устойчивость, что привело к возникновению оползня. Схема деформации конечных элементов при начале оползня показана на рисунке 3.

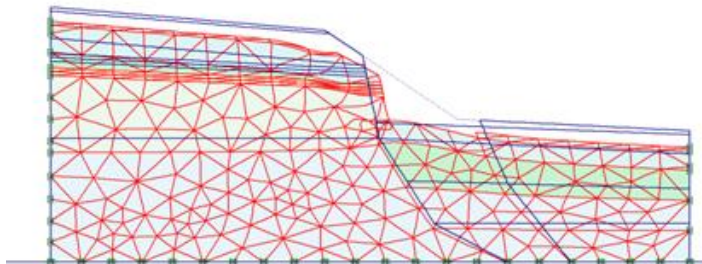


Рис. 3. Схема начала возникновения оползня

На рисунке 4 показано образование пластических зон в склоне, где отчетливо видна наклонная поверхность, по которой произойдет сдвиг грунта.

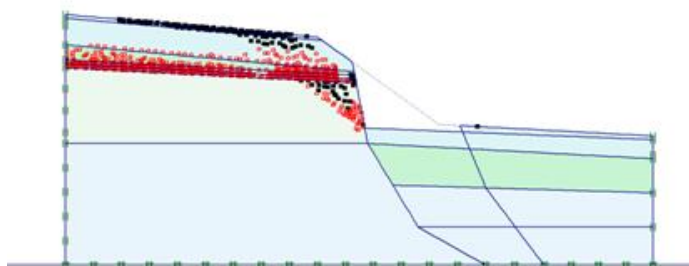


Рис. 4. Образование пластических зон в террасе склона

Был рассмотрен второй вариант срезки склона. После выемки грунта поверхность откоса остается параллельной существующему откосу до срезки, но смещается влево, как показано на рисунке 5. Расчет по второму варианту выполнялся также как и в первом случае по трем аналогичным этапам.

После срезки грунта склон продолжал находиться в устойчивом состоянии. Приведем окончательные результаты, полученные после срезки грунта склона и загрузки его нагрузкой от сооружения.

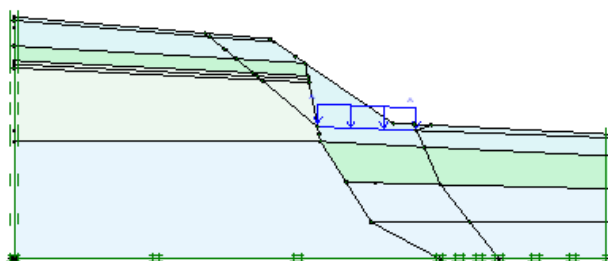


Рис. 5. Расчетная схема выемки грунта в террасе откоса по второму варианту

На рисунке 6 показана эпюра полных перемещений. Наибольшие перемещения расположены под нагрузкой и равны 8,78 см. Дополнительное максимальное перемещение только от действия нагрузки от сооружения составило 0,54 см.

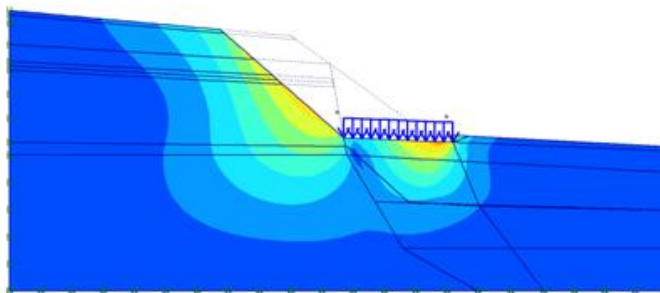


Рис. 6. Эпюра полных перемещений

На рисунке 7 приведена схема образования пластических зон в террасе склона. Они в основном расположены под нагрузкой.

На рисунках 8 и 9 показаны эпюры полных и касательных напряжений в склоне. Наибольшие полные напряжения, равные $172,7 \text{ кН/м}^2$, наблюдаются в области, примыкающей к нижней части левой грани склона. Наибольшие касательные напряжения равны $53,8 \text{ кН/м}^2$ и расположены под откосом склона.

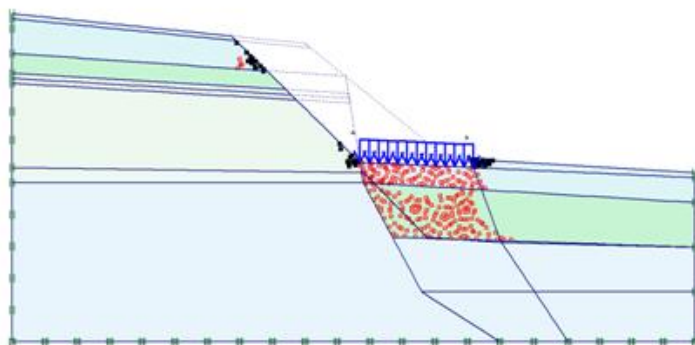


Рис. 7. Схема образования пластических зон

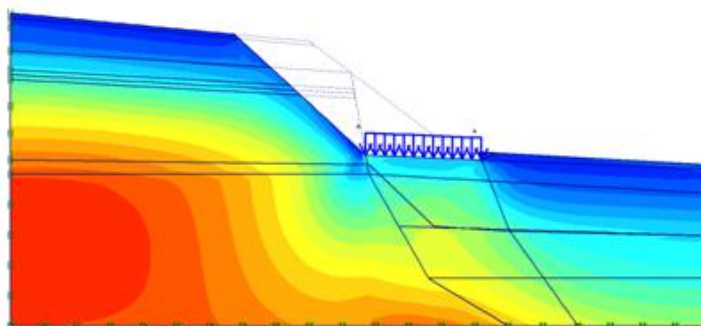


Рис. 8. Эпюра полных напряжений

Заключение

Выполнение работ по второму варианту не приведет к потере устойчивости склона при выемке грунта и строительстве сооружения.

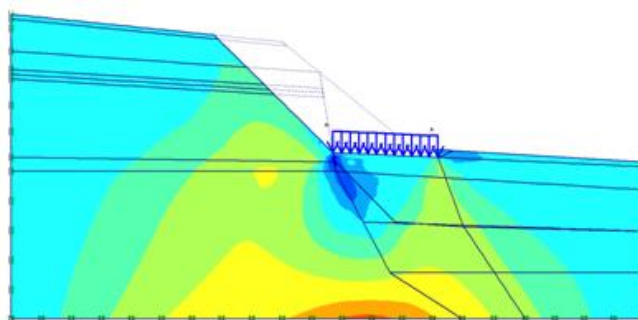


Рис. 9. Эпюра касательных напряжений

Литература

1. Шустер Р., Кризек Р. Оползни. Исследование и укрепление. – М.: Мир, 1981. – 368 с.
2. Маслов Н. Н. Механика грунтов в практике строительства. – М.: Стройиздат, 1977. – 320 с.
3. Гришин В. А., Дорофеев В.С. Некоторые нелинейные модели грунтовой среды. – Одесса: Внешрекламсервис, 2007. – 309 с.