

16. World Energy Trilemma Index – 2016 [Electronic resource] // World Energy Council. – Available at: [https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2016/10/Full-report\\_Energy-Trilemma-Index-2016.pdf](https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2016/10/Full-report_Energy-Trilemma-Index-2016.pdf)

17. World Energy Trilemma Index – 2017 [Electronic resource] // World Energy Council. – Available at: <https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2017/11/Energy-Trilemma-Index-2017-Report.pdf>

УДК 69.05:658.562:728.1

## НЕЛИНЕЙНЫЙ РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНА

*Мороз В.В., гр. ЗПГС-606М*

*Научный руководитель – д.т.н., проф. Гришин А.В.*

Проведены исследования образования оползней на склонах при использовании в расчетах новой упругопластической модели.

Шустер Р. в монографии [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 рис. 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 рис. 2 приведена расчетная схема уложенного склона, которому необходимо произвести подрезку для строительства сооружения, нагрузка от которого показана также на этом рисунке.

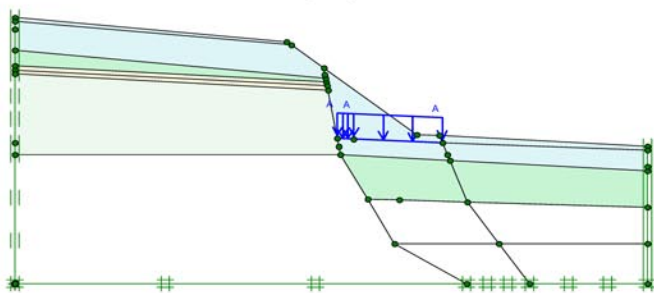


Рис. 2. Расчетная схема склона

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 рис. 3.

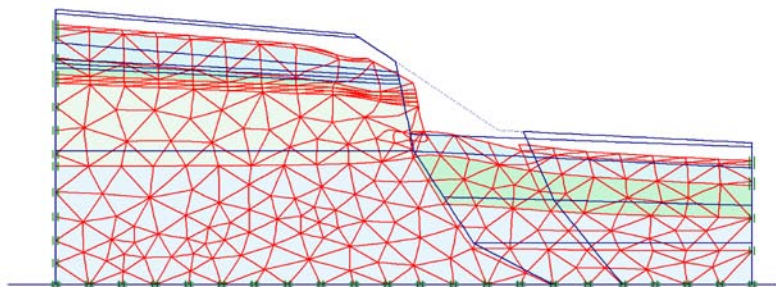


Рис. 3. Схема начала возникновения оползня

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

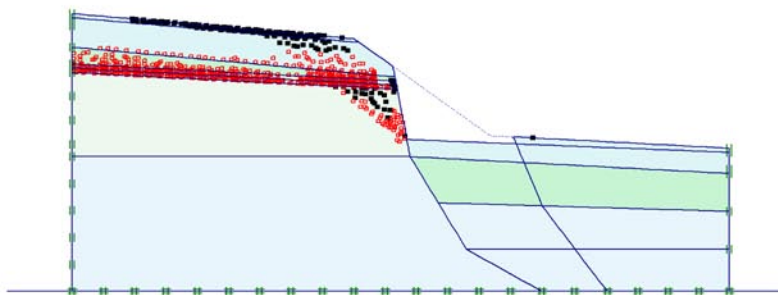


Рис. 4. Образование пластических зон в террасе склона

Был рассмотрен второй вариант срезки склона. После выемки грунта поверхность откоса остается параллельной существующему

откосу до срезки, но смещается влево, как показано на рис. 5. Расчет по второму варианту выполнялся также как и в первом случае по трем аналогичным этапам.

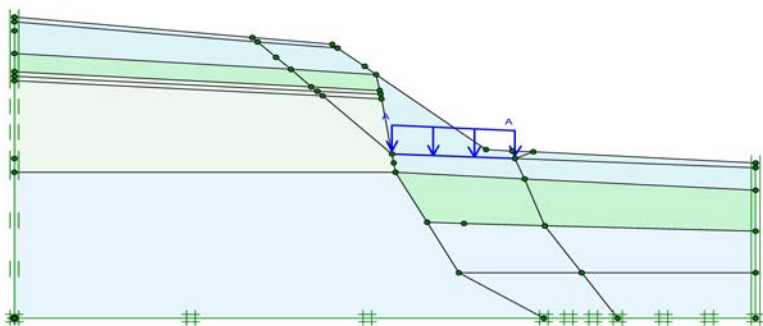


Рис. 5. Расчетная схема выемки грунта в террасе откоса по второму варианту

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

На рис. 6 показана изополю 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.

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

На рис. 8 и 9 показаны изополю полных и касательных напряжений в склона. 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.

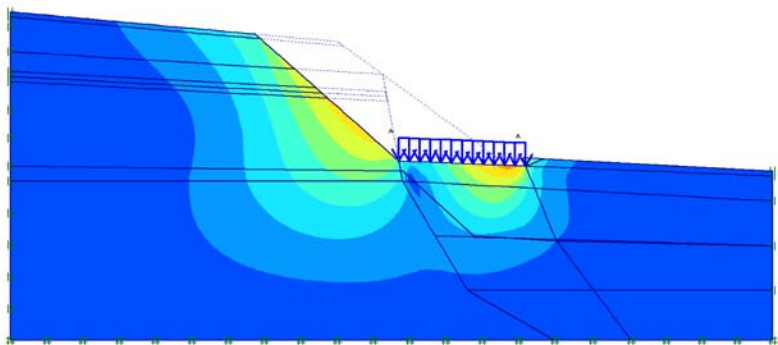


Рис. 6. Изополя полных перемещений

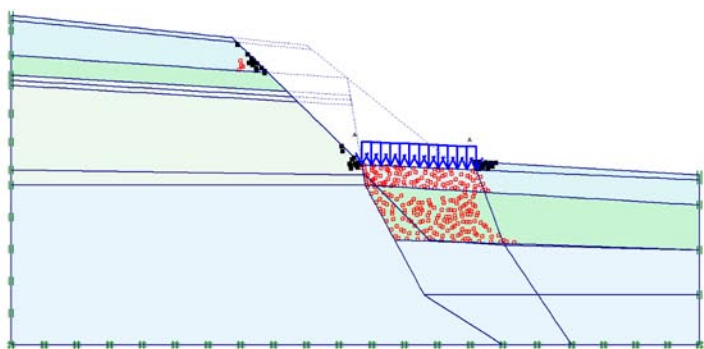


Рис. 7. Схема образования пластических зон

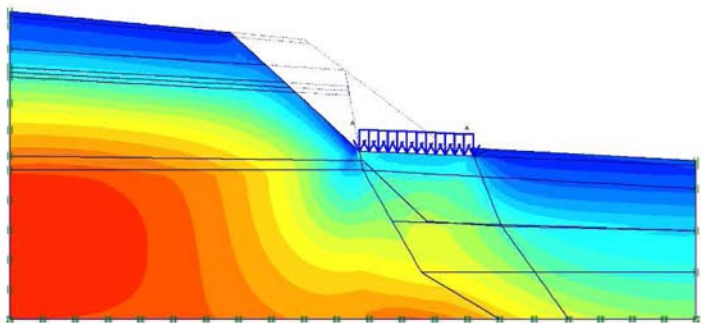


Рис. 8. Изополя полных напряжений

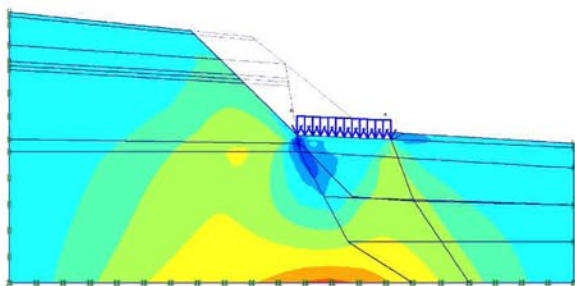


Рис. 9. Изополя касательных напряжений

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

### 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.

УДК 628.16

## МЕТОДЫ УДАЛЕНИЯ НИТРАТОВ ПРИ ПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

*Нагорнюк Ю.И. гр. ВВ-507 м(н).*

*Научный руководитель – к.т.н., доцент Карнов И.П*

**В статье проводится анализ методов денитрификации воды из подземных источников при подготовке воды питьевого качества.**

Подземные воды представляют особую ценность как источник питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также водоснабжения некоторых промышленных производств, для технологического процесса которых требуется вода питьевого качества.

Подземные воды распространены на значительных площадях и поэтому в большинстве случаев добываются непосредственно на