

УДК 624.13

Савостьянова И.А., студентка гр. 192м-16-1 ФБ

Научный руководитель: Солодянкин А.В., д.т.н., профессор кафедры СГГМ
(Государственный ВУЗ "Национальный горный университет", г. Днепр, Украина)

К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ОПОЛЗНЕОПАСНЫХ СКЛОНОВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

На значительной территории Украины (около 60 % площади) в наиболее густонаселенных областях имеется опасность образования различных по масштабам оползней.

Огромной проблемой оползни являются и для Днепра. Рельеф возвышенного правого берега р. Днепр на территории города характеризуется развитием густой овражно-балочной сети, которая имеет общую протяженность более 120 км. На них имеется более 140 участков, где существует угроза оползней и подтоплений.

Большинство оползней в Днепре были спровоцированы деятельностью человека. В настоящее время разрабатывается новая программа противооползневых мероприятий, для реализации которой необходимо 300 млн. грн. [1]. Тем не менее, дальнейшее развитие города требует застройки новых свободных участков, в т.ч. и на склонах балок.

Для оползнеопасного склона, степень опасности возникновения катастрофического явления характеризуется потерей его устойчивости. Это происходит при нарушении баланса между силами, сдвигающими оползневое тело (T_{cd}) и удерживающими его (T_{yd}). Следовательно, оползневое тело находится в предельном равновесии, когда коэффициент его устойчивости больше или равен единице: $T_{cd} \leq T_{yd}$. Если это равновесие нарушается, происходит обрушение и тело оползня смещается по линии, называемой плоскостью скольжения.

Обрушение массива, связано с преодолением действующих на некоторых площадках касательными сдвигающими напряжениями, сил сопротивления грунта сдвигу. Касательные напряжения в толще откоса возникают под воздействием собственного веса грунтовой толщи, а так же дополнительного давления толщи воды [2].

Рассмотрим возможность укрепления оползнеопасного участка склона для его безопасного использования в комплексе городских объектов. Для решения рассматриваемой задачи был выбран оползневой склон в г. Днепр.

Исследуемая территория расположена в южной части юго-восточного склона балки Встречной, по которой осуществляется поверхностный сток при выпадении атмосферных осадков. Отметки поверхности склона 4,3÷29,1 м, глубина залегания кровли прочных пород – от 3÷5 м до 18 м. Форма оползневого склона приведена на рис. 1.

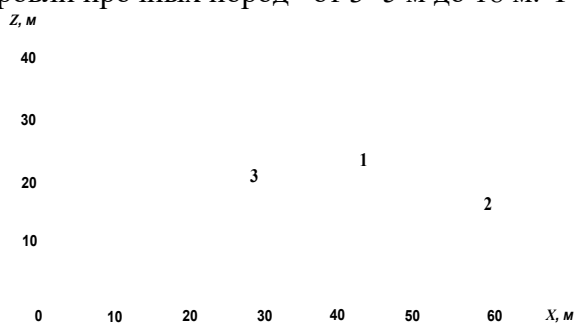


Рисунок 1 – Оползневой склон: 1 – линия существующего рельефа; б – тело оползня; в – предполагаемая поверхность смещения

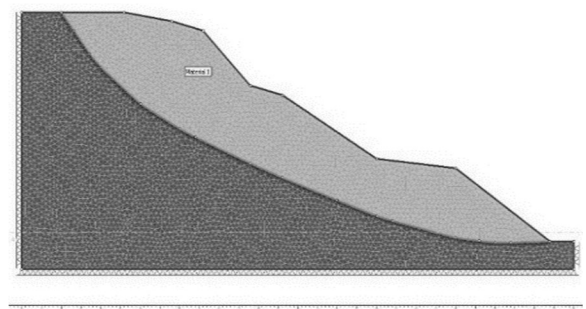


Рисунок 2 – Численная модель оползневого склона

Изучение геомеханических процессов в оползнеопасном склоне выполнено с использованием лицензионной программы «Phase 2» канадской компании Rocscience.

Модель характеризуется следующими параметрами: грунт однородный, движение происходит в изотропной среде. Граничные контуры – связи по всем направлениям (рис. 2).

Так как оползневой массив моделируется в естественном состоянии, то единственным нагружением для него будет собственный вес.

Поверхность рельефа по форме близка к циклоиде. Разрушение и растяжение элементов приурочено к поверхности естественного рельефа. Сдвиговые деформации распространены по всему оползневому массиву, что свидетельствует о вовлечении нестабильных масс грунта в движение.

Анализ распределения касательных напряжений τ_{xz} непосредственно в зоне скольжения (рис. 3, а) свидетельствует о том, что, как и предполагалось, сдвижение оползневой массы происходит именно по поверхности смещения, используемой для моделирования оползневой процесса. При смещении грунтового массива на контакте с не смещаемыми породами касательные напряжения τ_{xz} развиваются от контактной зоны к оползающему массиву формируя зону скольжения. Так же в зоне скольжения исследуемые касательные напряжения τ_{xz} чередуются с напряжениями растяжения и сжатия.

Касательные напряжения τ_{xz} увеличиваются от головной к центральной части оползня, затем затухая к базису разгрузки.

Непосредственно в самом оползневом теле касательные напряжения сжатия в зоне сдвига на участке от 25 м до 48 м распространяются, подчиняясь линейной зависимости, а их величины практически не изменяются. Это свидетельствует о наличии буферной зоны и обозначают наиболее эффективную область для укрепления грунта.

Состояние массива может быть оценено также показателем S_ϕ (strength-фактор), определяемого в «Phase 2» как величина, эквивалентная коэффициенту устойчивости k_y .

Анализ картины распределения коэффициента устойчивости массива k_y (S_ϕ) (рис. 3, б), показывает, что его опасная величина ($k_y < 1$) располагается от средней части оползневой тела и выше. В верхней части склона значение k_y имеет минимальное значение. Полученные результаты подтверждают образование трещин, ориентированных вдоль склонов в реальных условиях, которые предшествуют оползням.

Противооползневые сооружения и мероприятия должны обеспечивать восприятие оползневой нагрузки при нормативном коэффициенте запаса устойчивости склона. Наибольшее распространение для этих целей получили свайные и анкерные конструкции. Кроме того, используются физико-химические способы закрепления грунтов. Часто, для повышения эффективности мероприятий и снижения затрат используют их комбинацию.

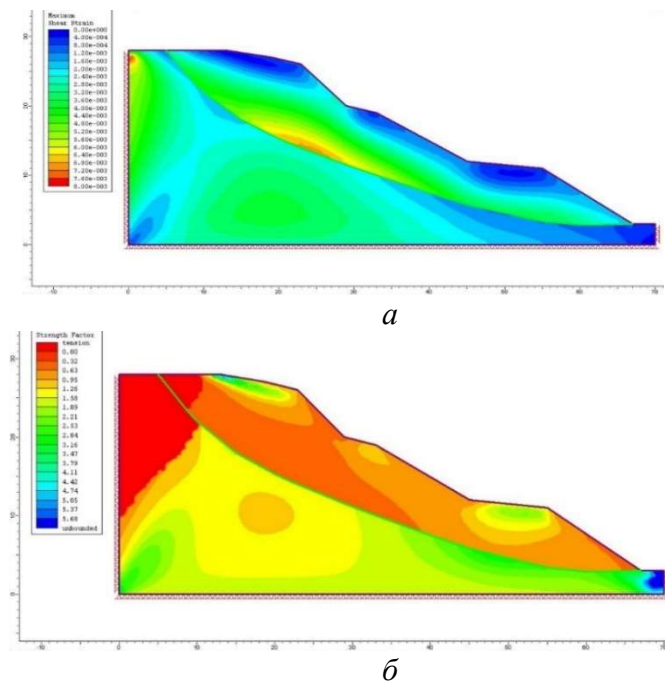


Рисунок 3 – Расчет оползневой массы: а – распределение касательных напряжений τ_{xz} ; б – распределение коэффициента устойчивости k_y

Перечень ссылок

1. В Днепропетровске 25 млн гривен «закопают» в балке // Комментарии UA. Днепр. Режим доступа: <https://dneprr.comments.ua/news/2013/06/26/150002.html>.
2. Solodiankin O.V., Kovrov O.S., Ruban N.M. Investigation of physical and mechanical properties of subsiding soils at the Yevpatoriyskaya ravine located in the city of Dnepropetrovsk // Науковий вісник Національного гірничого університету – Д: НГУ. – 2015. – № 1. – С. 15-20.