

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД НА УСТОЙЧИВОСТЬ ОПОЛЗНЕВОГО СКЛОНА

Сиренко А.П.

Национальный технический университет Украины "КПИ"
г. Киев, Украина

АННОТАЦИЯ: Зроблено і перевірено методом тестування принципи і засоби створення модифікованої комп'ютерної програми LANDSLIP10. Програму використано для аналізу схилових процесів при підйомі рівня ґрунтових вод при підтопленні.

АННОТАЦИЯ: Разработана математическая модель оползневого процесса, как единая база создания модифицированной компьютерной программы LANDSLIP10. Программа использована для анализа оползневых процессов при подъеме уровня грунтовых вод.

ABSTRACT: For the creation of the new version program code LANDSLIP10, which features a large volume of graphic representations, the object-oriented programming language JAVA was used. Qualitatively and quantitatively on the base of quasistatic approach the process of transition landslide system from a primal steady condition to unstable condition depending on change of a underground water is analyzed.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Оползень, устойчивость, грунтовые воды.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

В Украине «проблема подтопления» (которая непосредственно активизирует литодинамические процессы на склонах) является реальной угрозой стабилизации и развитию народного хозяйства на муниципальном, областном и общегосударственном уровнях. Подтоплено более 500 городов и поселков городского типа (40% от их общего числа), площадь подтопленных территорий составляет приблизительно 200 тыс. гектаров (около 10%). Сейчас 10,2 миллионов людей (19,6% от общего населения государства) живет в условиях подтопления. По оценкам специализированных служб на ликвидацию подтопления необходимо более 20 миллиардов гривен, на первоочередные мероприятия – 0,5 миллиарда гривен. В Украине с 2004 г. введена в действие государственная программа «Подтопление» и на первоочередные мероприятия запланировано 0,5 млн. грн.

Учитывая способность оползневых накоплений резко снижать прочность даже при незначительном дополнительном увлажнении, принципиальное значение приобретает сам факт наличия воды в оползневом теле, а не ее количество.

Изучение закономерностей возникновения и протекания оползней специалистами по инженерной геологии производится уже около двух столетий. Значительный вклад в это изучение внесли российские и украинские ученые Саваренский Ф.П., Бернацкий Л.Н., Пузыревский Н.К., Дранников А.М., Демчишин М.Г. и др. [1]. Позже

эти процессы с целью разработки методов расчётов условий устойчивости откосов и склонов для строителей стали изучать специалисты в области теоретической механики сплошной среды и прикладной геотехники, входящей в цикл строительных наук. Предотвращение оползневых катастроф позволяет избежать жертв и требует меньших затрат, чем ликвидация их последствий. Недостаточная разработанность методов оценки степени оползневой опасности и надёжности расчётов противооползневых сооружений ведёт к тому, что требования строительных норм не всегда выполняются. Поэтому число оползневых аварий и катастроф растёт. Это определяет актуальность работ по усовершенствованию методов расчётов оползневой опасности и нагрузок на противооползневые сооружения, повышения надёжности и эффективности инженерной защиты территорий и сооружений. Наиболее известны работы этого направления Бойко И.П., Герсенванова Н.М., Гольдштейна М.Н., Кильвандера Э.Я., Клованича С.Ф., Маслова Н.Н., Полевецкого В.В., Сильченко К.В., Соколовского В.В., Трофимчука А.Н., Шахунянца Г.М., Черного Г.И. и др. [2].

Цель исследования состоит в математическом моделировании коэффициента устойчивости и оползневого давления оползневого склона при подъеме уровня грунтовых вод.

Широкомасштабное применение расчётных коэффициентов устойчивости и величин оползневого давления, продолжающееся много десятилетий, подтвердило, что они достаточно удовлетворительно описывают реальное состояние оползневых массивов. Отклонения расчётных результатов от того, что имеет место в природе, обусловлены не столько несовершенством методов расчётов, сколько несовершенством определения прочностных показателей грунтовых массивов, используемых в этих расчётах, а также в ряде случаев не совсем верным, соответствующим натурному, пространственным положением принятых поверхностей скольжения, по которым вели расчёты.

Разработанная модификация компьютерной программы LandSlip2d [3] – LANDSLIP10 позволяет автоматизировать процесс расчёта коэффициентов устойчивости оползневых склонов и оползневого давления на основе методов Шахунянца и Маслова-Берера с минимальными затратами времени, учетом подъема уровня грунтовых вод и изменения сейсмичности площадки строительства. Она наиболее полно отвечает требованиям проектировщиков и изыскателей, проста и удобна в пользовании, в частности в объединенных компьютерных сетях больших проектно-изыскательских организаций.

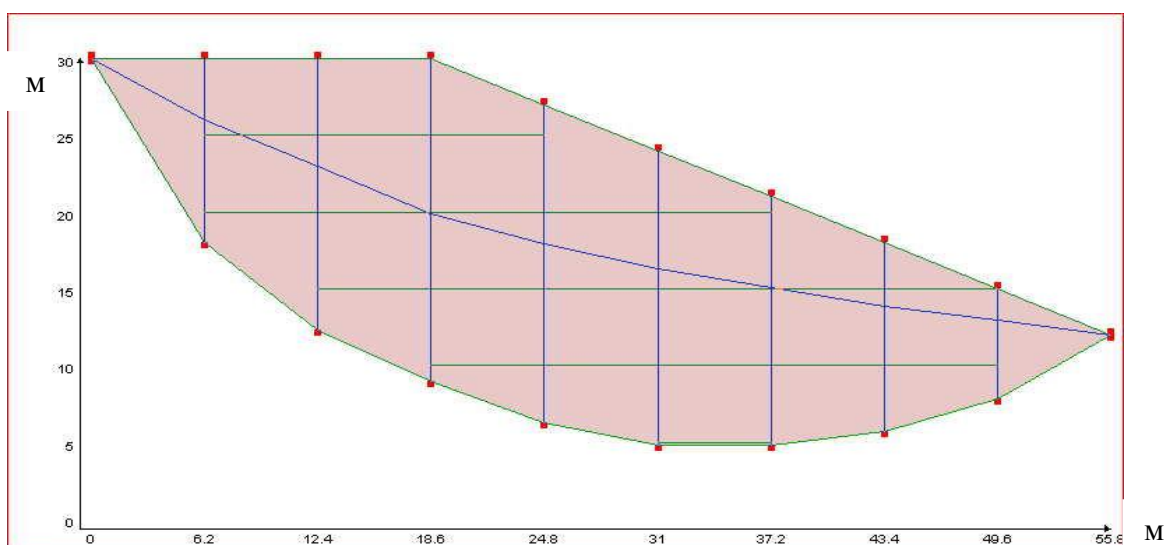


Рис. 1. Вариант № 5, площадь обводнения склона составляет ~66%

Для изучения влияния уровня грунтовых вод были проведены серийные расчеты коэффициента устойчивости и оползневое давление следующих случаев:

1. Вариант № 1, площадь обводнения склона составляет 0%.
2. Вариант № 2, площадь обводнения склона составляет ~15%.
3. Вариант № 3, площадь обводнения склона составляет ~33%.
4. Вариант № 4, площадь обводнения склона составляет ~50%.
5. Вариант № 5 (рис.1), площадь обводнения склона ~66%.

В табл. 1 приведены коэффициенты устойчивости склона, соответствующие каждому из четырех вариантов, рассчитанные с помощью программы LANDSLIP10 методами Маслова-Берера и Шахунянца.

Таблица 1

Коэффициент устойчивости склона K_y

K_y , расчет по методу Шахунянца	K_y , расчет по методу Маслова-Берера	Степень обводнения склона (~ %)
1,16	1,23	0
1,11	1,20	15
0,91	1,10	33
0,87	1,07	50
0,79	0,99	66

На рис. 2 приведена типичная эпюра оползневое давления, полученные при математическом моделировании подъема уровня грунтовых вод с помощью программы LANDSLIP10 по варианту № 4.

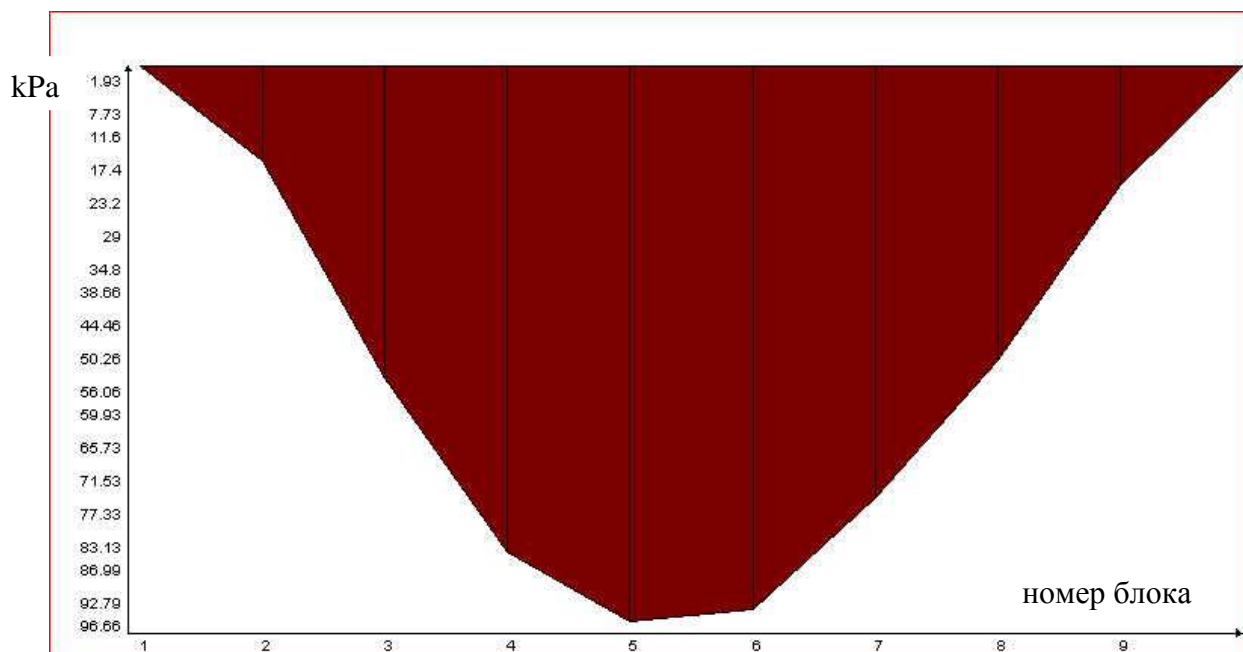


Рис. 2. Эпюра оползневое давления, в вариант № 4. Метод Шахунянца.

В результате анализа многочисленных расчетных данных можно сделать следующие выводы:

1. Незначительное повышение уровня грунтовых вод (обводнение склона от 15 до 33 %) приводит к снижению коэффициента устойчивости в нашем случае до 1 (на основе осредненных данных по двум методам). Склон, первоначально устойчивый ($K_y > 1$) переходит в состояние граничного равновесия ($K_y = 1$). Дальнейшее повышение уровня грунтовых вод (обводнение склона в диапазоне 33 % ~ 66 %) приводит к снижению коэффициента устойчивости на 25 % ~ 30 %. Движение оползня возможно при любых провоцирующих событиях ($K_y < 1$): осадках, строительных работах, движении по склону или вблизи него и т.д.

2. Обводнение площади оползневого склона превышающее 66 - 70 % непосредственно провоцирует оползневые подвижки.

3. По данным многочисленных расчетов, полученных на основе новой версии компьютерной программы LANDSLIP10, можно поэтапно проследить процесс накопления и перераспределения напряжений в оползневом склоне при повышении уровня грунтовых вод, что приводит, в конечном итоге, к движению оползня (разгрузке накопленной напряженности).

ЛИТЕРАТУРА

1. Демчишин М.Г. Прогноз и предупреждение оползневых явлений на территории Украины / Демчишин М.Г. – К.: Ин-т геол. наук НАНУ, 1982, Препр. № 82. - 53 с.
2. Чёрный Г.И. О классификации математических моделей для различных задач механики горных пород / Чёрный Г.И. // Труды VIII сессии Совета по народнохозяйственному использованию взрыва. - К.: Наук. думка, 1970. – С. 20 – 26.
3. Калюх Т.Ю. Сучасні інформаційно-аналітичні системи підтримки прийняття рішень із забезпечення стійкого розвитку територій: науково-методичний посібник / Калюх Т.Ю., Дударенко А.І. - К.: Знання, 2000. - 32 с.

REFERENCES

1. Demchishin M.G. Forecast and warning landslides on the territory of Ukraine / Demchishin M.G. - Kyiv: Institute of Geology. Science of NASU, 1982, Preprint. № 82. - 53 p.
2. Chernniy G.I. On the classification of mathematical models for various problems of rock mechanics / Chernniy G.I. / Proceedings of VIII session of the national economic use of explosion. - Kyiv: Naukova Dumka, 1970. - P. 20 - 26.
3. Kaliukh I.U. Modern information and analytical decision support system to ensure the sustainable development of territories: methodological manual / Kaliukh I.U., Dudarenko A.E. Kyiv: Knowledge, 2000. - 32 p.

Статья поступила в редакцию 12.03.2014 г.