

К ВОПРОСУ СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОПОЛЗНЕОПАСНОЙ ТЕРРИТОРИИ

В. Полканов

Технический Университет Молдовы

В. Поповский

“Intexnausa” S.A.

Резюме: На основе полевых и лабораторных исследований, многочисленных расчётов устойчивости предложен комплекс противодеформационных мероприятий для застройки потенциально опасного давнеоползневого склона.

Ключевые слова: оползнеопасный склон, коэффициент устойчивости, противодеформационные мероприятия.

1. Обоснование

Строительство на потенциально оползнеопасной территории не может быть осуществлено без надёжной оценки устойчивости склона и назначения комплекса противодеформационных мероприятий, отвечающих природе возможного развития оползневого процесса. К сожалению, практика показывает, что во многих случаях проектировщики и строители отходят от минимально необходимого уровня требований, действующих нормативных документов [1], игнорируя возможность развития оползневого процесса на склоне.

Ниже рассматривается пример освоения одного из склонов в мун. Кишинэу. На этапе технико-экономического обоснования территория склона рассматривалась как условно-благоприятная, не требующая дополнительных мероприятий по обеспечению устойчивости. Проведённые исследования кардинально изменили ситуацию.

2. Выявление механизма развития деформаций в толще склона

Исследуемый участок территории расположен на склоне переменной крутизны, на правом борте ручья Скиноаса Вале, впадающего в р. Ишновец. Было проведено детальное полевое обследование склона и выполнены специальные лабораторные исследования.

По результатам выполненных инженерно-геологических исследований территории в 80-90гг. (материалы «INGEOCAD»), застраиваемая часть склона была отнесена к оползнеопасной. Опрос жителей деформирующихся домов показал, что явно выраженные деформации (в виде трещин) стали фиксироваться с конца 90-х гг. Деформации имеют место постоянно, периодически меняется только их скорость. Проявляются они, как уже отмечалось, в виде трещин на жестком покрытии вокруг капитальных строений и, в основном, в стенах зданий жилых домов. Несмотря на ежегодный ремонт, заделанные трещины проявляются снова и зачастую становятся шире и появляются новые.

Произведенный анализ имеющихся материалов позволил выявить основные причины, условия и факторы, способствующие возможному нарушению устойчивости склона:

1. Участок расположен в зоне Вадул-луй-Водского разлома, в зоне постоянных тектонических и неотектонических движений, что способствует постоянному изменению и нарушению текстурно-структурных особенностей слагающих склон грунтов.

2. Морфологические и морфоструктурные особенности рельефа благоприятны для развития, прежде всего, локальных оползневых процессов. Блочное строение склона, при средней крутизне в 8° - 9° , приводит к её колебаниям от 3° до 14° .

3. Литологически склон сложен грунтами, неоднородными по составу, степени водонасыщения и физико-механическим свойствам и с наклонным залеганием пластов в сторону падения склона.

4. Наличие в глинах зон и поверхностей ослабления. Одной из главных причин формирования поверхностей ослабления является высокая степень трещиноватости и обводненность склона.

5. Преимущественно сезонное выпадение атмосферных осадков. Следствием является периодическое изменение гидростатического и гидродинамического давления в горизонтах подземных вод.

6. Усиление эрозионных процессов в основании склона. В результате развития этих процессов в значительной степени изменяется соотношение между удерживающими и сдвигающими усилиями, что неизбежно влечет к возрастанию скорости (интенсивности) реологических процессов, связанных с проявлением процесса глубинной ползучести в толще глинистых грунтов.

7. Высокая степень обводненности склона. Наличие в толще грунтов склона высокого уровня подземных вод приводит к снижению прочности глинистых пород, увеличению гидродинамического давления и взвешивающему воздействию. Однако более существенно дополнительное увлажнение сказывается на снижении коэффициента вязкости, что в свою очередь ведет к повышению интенсивности процесса оползания.

8. Антропогенный фактор. Его роль в развитии современных оползней в Молдове становится определяющей. Не является исключением и рассматриваемый склон. Его проявление находит свое выражение в следующем:

- пригрузка верхней части склона в результате строительства жилых домов ведет к увеличению статической нагрузки на склон, изменяет соотношение между нормальными и касательными напряжениями, увеличивает сдвигающие усилия;

- распашка склона. Большая часть склона занята под огороды. Это способствует увеличению инфильтрации атмосферных осадков, снижению эффекта испарения и ухудшению поверхностного стока;

- сброс воды на склон из водонесущих коммуникаций домов, расположенных в верхней части склона способствует дополнительному замачиванию грунтов на склоне, ее проникновению по системе трещин в зону контакта покровной толщи и коренных пород.

9. Проявление деформаций ползучести. Развитие реологических деформаций на склоне приводит к разрушению жестких связей структурного сцепления. Это, в свою очередь, ведет к снижению значений «порога ползучести» и, как следствие, способствует вовлечению в процесс ползучести глинистых пород, находившихся до этого во временно стабилизированном состоянии. Безусловно, что при этом возрастает скорость развития деформаций ползучести, а, следовательно, возрастает вероятность перехода в состояние прогрессирующей ползучести всего склона. Последнее почти во всех случаях приводит к катастрофическому смещению пород.

Проведенные исследования показали, что склон в пределах участка застройки находится в условиях критического предельного равновесия, а именно в условиях весьма медленного смещения в результате проявления деформаций ползучести.

При этом реологические деформации проявляются на склоне неравномерно и не охватывают весь массив по фронту и по глубине. На ряде локальных участков деформации проявляются в виде слабовыраженных прогибов и носят пластический характер.

Механизм развития реологических деформаций сложный; его основой является развитие очень медленных объёмных деформаций по типу перекашивания.

3. Комплексная оценка устойчивости участка склона

Для составления окончательного заключения о реальной устойчивости склона и возможном прогнозом изменении её в будущем был выполнен комплексный анализ результатов инженерно-геологических и топогеодезических изысканий и полевого обследования участка. На его основе по предполагаемым наиболее опасным направлениям развития деформаций было составлено несколько геотехнических профилей.

На предварительной стадии расчёты выполнялись по пяти расчетным схемам; итоговые – по двум наиболее опасным.

Расчеты по определению коэффициента устойчивости склона выполнялись на персональном компьютере методом горизонтальных сил «Маслова-Берера», модифицированным Л. К. Гинзбургом. Особое внимание при проведении расчетов было уделено правильному выбору и назначению характеристик грунтов в предполагаемой зоне смещения и уточнение нижней границы возможных деформаций.

Часть расчетов выполнялась по методу «F_p». Их основной целью являлось уточнение характеристик грунтов, отвечающих длительной прочности. Значение последних оказались, близкими к полученным ранее результатам графической обработки лабораторных данных сдвиговых

испытаний: C_c – от 5 до 7 кПа и $\varphi_{lim} - 5-7^\circ$. Эти характеристики определили базу заложения склона многие сотни лет: в среднем уклон колеблется от 9 до 12°.

В расчётах использовались характеристики грунтов: в естественном состоянии; с подготовленной поверхностью сдвига; с подготовленной смоченной поверхностью сдвига; а также отвечающие установившейся прочности и порогу ползучести.

Расчёты были выполнены с учётом влияния гидродинамического давления и сеймики.

Как указывалось выше, окончательные расчёты выполнялись по двум наиболее опасным геотехническим профилям. Использовалась методика пошагового приближения к окончательному результату. Результаты расчетов показали, что на момент проведения изысканий даже с учетом прогнозных нагрузок склон находится в устойчивом состоянии $K_{уст} = 2,76 \div 6,62$.

Для оценки длительной устойчивости склона и изучения возможности развития деформаций ползучести был применен формульный аппарат физико-технической теории ползучести профессора Н.Н. Маслова [2]. Определялся коэффициент устойчивости, отвечающий, структурному сцеплению (C_c) и связности водно-коллоидного характера (Σ_w).

Результаты лабораторных исследований выявили, что глинистые грунты ненарушенной структуры обладают в естественном состоянии достаточно высокими значениями структурного сцепления. В тоже время обнаружено большое число образцов с наличием сформировавшихся зеркал скольжения и поверхностей ослабления, для которых общее сцепление может снижаться до значений 28,0кПа и ниже, а структурное – до минимальных остаточных значений.

Расчеты с использованием реологических параметров и характеристик длительной прочности грунта, показали, что коэффициент устойчивости склона снижается до 0,87. Полученные значения свидетельствуют о возможности проявления реологических деформаций.

Деформации ползучести могут протекать до полного разрушения необратимого структурного сцепления, после чего может произойти резкий скачок скорости деформации и обрушение склона.

С учётом того, что развитие реологических деформаций склона зафиксировано инструментально и подтверждено расчетами, возникла необходимость провести дополнительный реологический анализ.

Оценка деформаций ползучести осуществлялась с использованием реологической модели Бингама-Шведова [2, 4, 5]. Расчётными характеристиками грунта служили реологические параметры, отвечающие указанной модели – порог ползучести, коэффициент вязкости.

Выполненный реологический анализ, подтвердил выводы, сделанные на основе визуальных и инструментальных наблюдений:

- склон на момент обследования находится в состоянии, близком к предельному равновесию;
- по целому ряду признаков на склоне проявляется развитие медленных деформаций ползучести;
- длительная устойчивость склона не обеспечивается даже при сохранении существующих условий развития естественноисторической обстановки;
- выявлены очаги нарушения местной устойчивости покровных отложений, в первую очередь вдоль правого борта ручья, которые подтверждают активизацию неотектонических движений со скоростью до 4мм/год.

Для оценки возможности строительства на склоне были выполнены дополнительные расчеты с учётом противодеформационных мероприятий.

Анализ предварительных расчетов показал, что даже при устройстве контрбанкета в нижней части склона при планируемой застройке устойчивость склона не обеспечивается. Не обеспечивается она и в случае застройки только одного нижнего ряда домов с устройством осушительных дренажей и контрбанкета. Нижний ряд домов также находится на наклонной плоскости скольжения и это не увеличивает устойчивость, а даже незначительно снижает её. Другими словами длительная устойчивость склона и сооружений, расположенных на нем может быть обеспечена только при устройстве комплекса противодеформационных мероприятий.

Окончательно к разработке принят следующий комплекс:

1. Сооружение системы осушаемых дренажей, расположенных вдоль склона.
2. Сооружение осушаемых вертикальных дренажей.
3. Устройство 2-ух ярусной удерживающей конструкции из буронабивных свай диаметром 0,8м.
4. Сооружение 2-х преграждающих застенных дренажей.
5. Организация поверхностного водоотвода.
6. Укрепление бортов и русла ручья.

Выводы

Проведённые исследования подтвердили неоднократно отмеченные авторами положения о возможном развитии оползневых явлений имеющих реологический характер.

- Подобные оползни, как правило, возникают на потенциально неустойчивых склонах, находящихся в состоянии, близком к предельному равновесию.

- При такой обстановке процесс нарушения устойчивости склонов связывается с их деформацией едва заметной и медленно развивающейся, но, тем не менее приводящей к постепенному нарастанию напряжённого состояния грунтовой толщи.

- Для снижения скорости развития деформаций ползучести и улучшения общей устойчивости склона необходим комплекс противодеформационных мероприятий, который позволит обеспечить длительную устойчивость склона и эксплуатационную пригодность зданий и сооружений, размещённых на нём.

Литература

1. NCM A06.01-2006 „Protecția tehnică a teritoriilor, clădirilor și construcțiilor contra proceselor geologice periculoase. Date generale”.
2. Маслов Н.Н. Физико-техническая теория ползучести глинистых грунтов в практике строительства. - М.: Стройиздат, 1984. – 176с.
3. Маслов Н.Н. Механика грунтов в практике строительства (оползни и борьба с ними) - М.: Стройиздат, 1977. – 320с.
4. Казарновский В. Д. Оценка сдвигоустойчивости связных грунтов в дорожном строительстве. - М.: Транспорт, 1985. – 168с.
5. Добров Э.М. Теоретические основы и практические методы индивидуального проектирования дорожных насыпей: Автореферат диссертации д-ра техн. наук. – М., 1992. – 16с.