

НЕЛІНІЙНИЙ РОЗРАХУНОК ЗСУВНОГО СХИЛУ ВІД ДІЇ СТАТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Жлалі А., гр. ПЦБ-614М

*Науковий керівник – Гришин А.В., д.т.н., професор
(кафедра Основ і фундаментів, ОДАБА)*

Анотація. У статті розглянута нелінійна методика розрахунку зсувного схилу з урахуванням пружно-пластичних властивостей ґрунтів, яка дозволяє з єдиних позицій реалізувати запропонований в нормативних документах підхід до проектування по двох граничних станах: по міцності і деформаціям. Враховуються реальні умови експлуатації в складному напружено-деформованому стані.

Актуальність. В даний час йде інтенсивне освоєння плато, що примикають до схилів, шляхом їх забудови, як житловими, так і громадськими спорудами. Тільки правильно виконаний розрахунок може гарантувати безпеку і надійність споруд на протязі запланованого терміну часу. Помилковий прогноз стану схилів і їх перевантаження зазвичай можуть привести в кращому випадку до повзучості ґрунтів схилів, що порушує нормальну експлуатацію зведених будівель або в гіршому випадку до руйнуючих зсувних процесів. Тому використання сучасних методів розрахунку схилів при проектуванні споруд з врахуванням реальних властивостей ґрунтів є дуже актуальною задачею.

Основний текст. Опис схилів, причини утворення на них зсувів і їх нові пружнов'язкопластичні моделі наведені в роботах [1, 2, 3, 4]. В [4] викладені теоретичні питання виведення основних рівнянь нових нелінійних моделей ґрунтів, які утворюють схили, і методи їх вирішення. Тут же розглядаються тільки результати розрахунку схилу від дії його власної ваги і статичного навантаження, що базуються на цих дослідженнях.

Опубліковані в різних роботах, наприклад [2, 5, 6], дані про фізико-механічні властивості ґрунтів Одеських схилів дуже сильно відрізняються один від одного, тому далі в розрахунках будуть використовуватися усереднені їх значення. Там також зазначається, що міцність та їх властивості в областях можливого ковзання при втраті стійкості знижуються, особливо при зволоженні ґрунту, що підтверджується численними експериментами.

Розглянемо один з існуючих неуположених Одеських схилів, розрахункова схема якого показана на рис. 1.

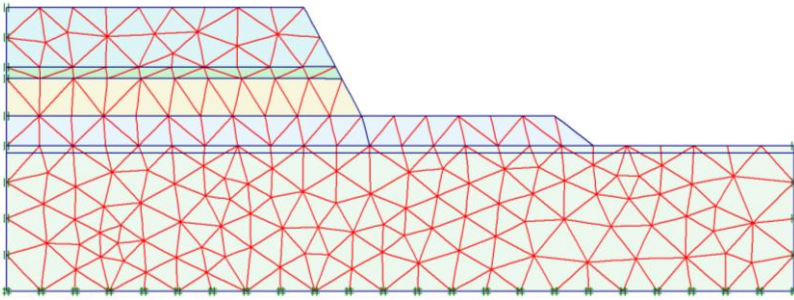


Рис. 1. Розрахункова схема схилу

Грунтові води першого і другого горизонтів відведені в галереї і штольні. Основні властивості його ґрунтів: зчеплення c (в кН/м^2), кут внутрішнього тертя φ (в градусах), модуль деформації E (в кН/м^2) рівні. Лес – $c = 100$, $\varphi = 20$, $E = 8600$; червоно-бурі глини – $c = 120$, $\varphi = 20$, $E = 10400$; вапняк – $c = 100$, $\varphi = 20$, $E = 9000$; меотична глина верхній шар – $c = 90$, $\varphi = 19$, $E = 16000$; меотична глина, її нижній шар знаходиться в зволоженому стані – $c = 80$, $\varphi = 17$, $E = 14000$. У розрахунку прийнято: кількість трикутних скінченних елементів – 340, а їх вузлів – 2845.

Розрахунок схилу виконувався за трьома етапами. На першому і другому етапах визначався його напружено-деформований стан від дії власної ваги ґрунту і води в меотичних глинах. Потім знімався ґрунт тераси перед схилом, і на останньому етапі досліджувалася стійкість зміненого схилу. На рис. 2 показані ізополя його повних переміщень, вони отримані після другого етапу розрахунку. Найбільші переміщення в схилі складають 1,46 м. Схема переміщень (показаних стрілками) по перетину уздовж його основи приведена на рис. 3.

Визначений коефіцієнт стійкості схилу дорівнює $K = 1,029$, таким чином схил навіть при збереженій терасі знаходиться в стадії близької до втрати стійкості. Ізополя дотичних напружень τ_{12} приведені на рис. 4. Найбільші дотичні напруження дорівнюють $121,17 \text{ кН/м}^2$.

Після зняття тераси перед схилом, яка грала роль привантаження, він втрачає стійкість. Ізополя повних переміщень показані на рис. 5. Стався глибокий зсув першого типу за класифікацією А.М. Драннікова із захопленням меотичних глин.

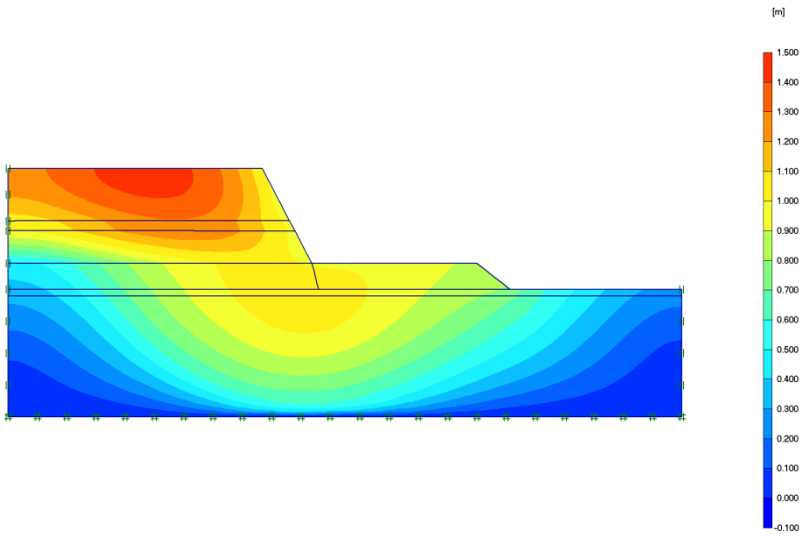


Рис. 2. Ізополя повних переміщень схилу після другого етапу розрахунку

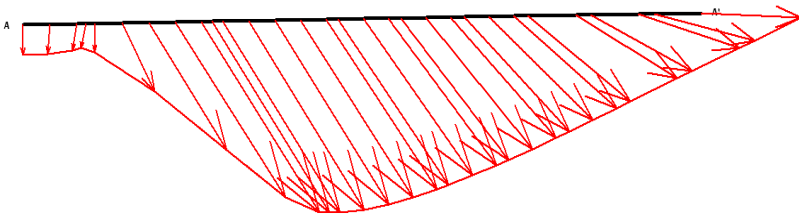


Рис. 3. Схема переміщень схилу по перетину на рівні його підшови

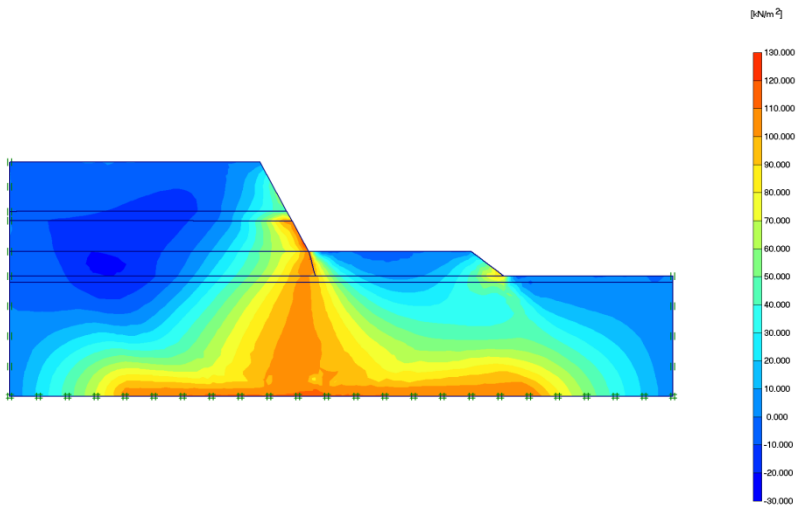


Рис. 4. Ізополя дотичних напружень τ_{12}

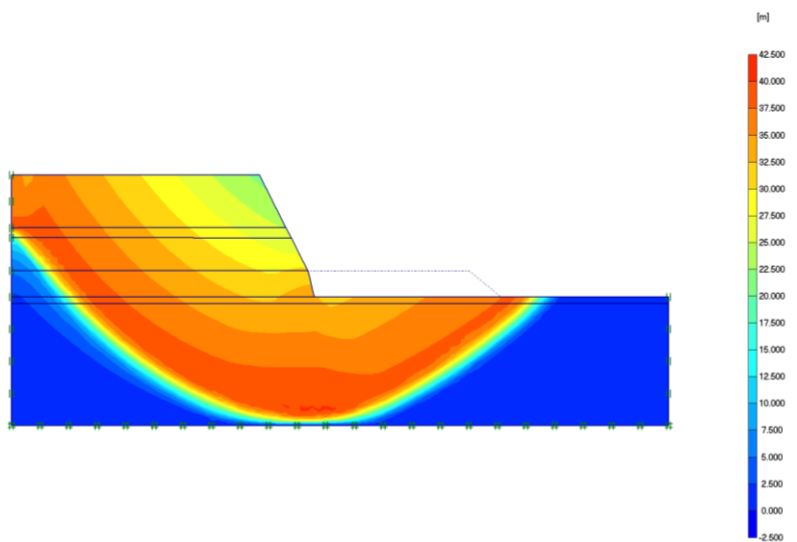


Рис. 5. Ізополя повних переміщень схилу після третього етапу розрахунку

Всі попередні розрахунки проводилися в пружнопластичній, але геометрично лінійній постановці. Було також виконано рішення наведеного вище прикладу з урахуванням геометричної нелінійності. Розрахунки показали, що після третього етапу коефіцієнт стійкості схилу дорівнює $K = 1,0$, тобто формально він стійкий, але незначні впливи, які погіршують його стан, можуть привести до утворення зсувів. Врахування в розрахунках геометричної нелінійності як би збільшує жорсткість системи, і сповільняє наступ втрати стійкості схилу. Ізополя повних переміщень схилу в цьому випадку показані на рис. 6.

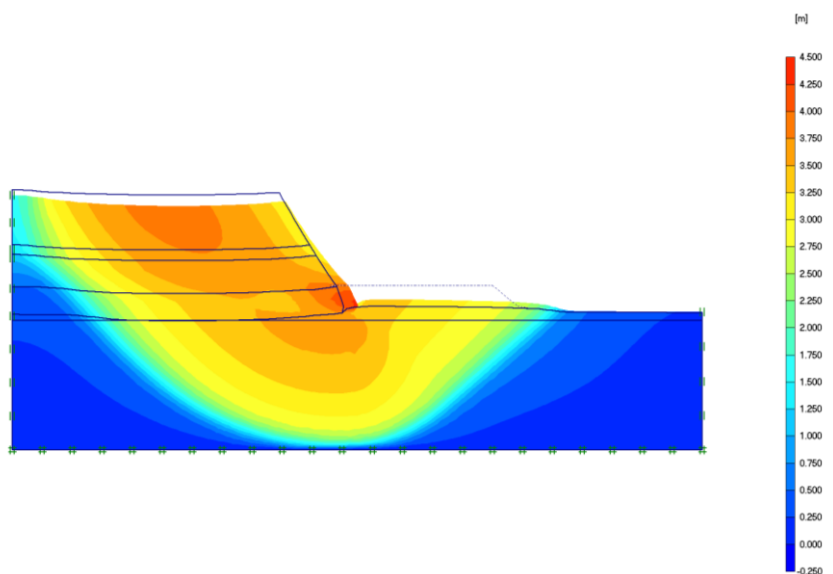


Рис. 6. Ізополя повних переміщень схилу при урахуванні в розрахунках геометричної нелінійності

Висновки та результати:

1. Схили в реальних умовах експлуатації працюють в складному напружено-деформованому стані. Розроблена методика їх розрахунку з урахуванням властивостей пружно-пластичності ґрунтів дозволяє з єдиних позицій реалізувати запропонований в нормативних

документах підхід до проектування по двох граничних станах: по міцності і деформаціям.

2. Використовуваний програмний комплекс за допомогою сучасних потужних ЕОМ дозволяє без яких-небудь спрощень в методиці виконувати розрахунки усіх основних типів схилів з використанням сучасних моделей ґрунтів.

3. На підставі отриманих розрахункових значень коефіцієнта стійкості даного схилу з інженерної точки зору, можна рекомендувати такі заходи для зміцнення схилу як: відведення поверхневих і ґрунтових вод штольнями, лотками, колодязями; зміцнення схилів набризгом бетону, буронабивними палями; будівництво підпірних стін; терасування, уположення, висадка дерев, чагарників і засівання травами. Вибір конкретного методу для протизсувних міроприємств повинен здійснюватися на підставі техніко-економічного обґрунтування.

Література:

1. Гришин В.А., Гришин А.В. Одесские склоны и оползни. Вісник ОНМУ. 2007. Вип. 22. С. 3-19.
2. Гришин В.А., Гришин А.В. Склоны Одесского побережья. Вісник ОНМУ. 2007. Вип. 24. С. 3-16.
3. Гришин В.А., Гришин А.В. Анализ оползней на склонах Одесского побережья. Вісник ОНМУ. 2007. Вип. 24. С. 17-32.
4. Гришин В.А., Дорофеев В.С. Некоторые нелинейные модели ґрунтовой среды. Одесса: Внешрекламсервис, 2007. 309 с.
5. Оползни Черноморского побережья Украины. М.: Недра, 1977. 103 с.
6. Гольдштейн М.Н., Туровская А.Я., Тимофеева Т.А. и др. Исследование глубоких оползней Одессы. Вопросы геотехники, №12. Киев: Будівельник. 1968. С. 7-36.