

**ЗОЦЕНКО МИКОЛА ЛЕОНІДОВИЧ**

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри видобування нафти і газу та геотехніки Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка академік Академії будівництва України

Основні напрямки наукової діяльності – вдосконалення технології, розрахунків і конструювання фундаментів, які споруджують без виймання ґрунту; будівництво в складних інженерно-геологічних умовах.

Автор понад 300 опублікованих робіт

E-mail: zotcenco@mail.ru

**ВЕЛИКОДНИЙ ЮРІЙ ЙОСИПОВИЧ**

Кандидат технічних наук, професор кафедри видобування нафти і газу та геотехніки Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка член-корреспондент Академії будівництва України

Основні напрямки наукової діяльності – проектування будівель і споруд за зсувонебезпечних територіях; визначення характеристик міцності ґрунтів.

Автор понад 100 опублікованих робіт

E-mail: velikodniy.iu@yandex.ua

**БІДА СЕРГІЙ ВАСИЛЬОВИЧ**

Кандидат технічних наук, доцент кафедри видобування нафти і газу та геотехніки Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка член-корреспондент Академії будівництва України

Основні напрямки наукової діяльності – інженерні вишукування; проектування будівель і споруд на зсувонебезпечних територіях; числові методи розрахунку фундаментів ущільнення..

Автор понад 100 опублікованих робіт

E-mail: svbeda@rambler.ru

УДК 624.131.23; 624.131.537

ОСОБЛИВОСТІ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ ВИШУКУВАНЬ НА ЗСУВНИХ ТА ЗСУВОНЕБЕЗПЕЧНИХ ДІЛЯНКАХ

Ключові слова: лесові ґрунти, зсув, улоговина, характеристики міцності.

Однією із причин розвитку зсувних процесів на схилах річкових долин є наявність улоговин – заглиблень у покрівлі водотривкого шару ґрунту. В роботі проведений аналіз виникнення улоговин та розроблена їх класифікація залежно від походження, сучасного стану та інших факторів.

Одной из причин развития оползневых процессов на склонах речных долин является наличие ложбин – углублений в кровле водоупорного слоя ґрунта. В работе приведен анализ возникновения ложбин и разработана их классификация в зависимости от происхождения, современного состояния и других факторов.

One of the causes of landslides on the river valleys slopes is the existence of cavities – hollows in the waterproof layer of soil. The cavities formation analysis, their classification according to the origin, current state and other factors were developed in this work.

Полтавщина займає четверте місце після Криму, Карпат та Дніпропетровщини, за кількістю зсувних та зсувонебезпечних територій. Пов'язано це з особливостями рельєфу, літолого-генетичним складом порід, а також режимом ґрунтових і підземних вод, які у переважній більшості розвантажуються на схилах річкових долин.

Для території Полтавщини і, зокрема, Полтави характерна наявність високих та крутих схилів річок Ворскла, Псел, Сула та інших, і значним розвитком яружно-балочної системи. Схили балок і річкових долин, які мають крутизну 5° і більше, відносяться до зсувонебезпечних, і в разі несприятливих умов на них можуть розвиватися зсуви [1, 2].

Зсувні та зсувонебезпечні схили сформовані в межах відносно піднятих у сучасному рельєфі Полтавської рівнини структурно-тектонічних блоків з позначкою лесового плато 140 – 160 м. Формування зсувів на правих схилах річок та

численних балок пов'язано з літолого-генетичним складом порід та їх нашаруванням. Загалом з поверхні інженерно-геологічні умови представлені такими ґрунтами:

- леси та лесові суглинки з прошарками похованих ґрунтів. При взаємодії з поверхневими водами вони легко розмиваються, а також набувають властивостей пливунів і стають суфозійно нестійкими. Потужність цих утворень сягає 20 м. В нижній частині товщі лесових відкладів залягає горизонт ґрунтових вод, потужність якого в природних умовах становить 3 – 5 м, але у містах і селищах вона різко зростає і ґрунтові води піднімаються до позначок, що лише на 1,5 – 2,0 м нижче поверхні землі [3]. Активізація сучасних зсувів на схилах у таких випадках відбувається у місцях виходу ґрунтових вод на поверхню схилу [4];

- червоно-бурі глини напівтвердої та тугопластичної консистенції потужністю до 25 м. Вони виконують роль водотриву для ґрунтових вод. При зволоженні їм присутня властивість набухання;
- строкаті неогенові глини синьо-чорні, інколи з зеленуватим відтінком, напівтвердої та тугопластичної консистенції. Потужність глин – 12 – 15 м, вони теж набухають.

При вивченні територій, де активізувалися зсувні явища, можна прийти до висновку, що зсуви, як правило, виникають у гирлах балок, з яких витікають струмки, або на схилах у районі виходу ґрунтових вод на поверхню у вигляді джерел, мочажин, заболочень тощо. Пояснити вихід ґрунтових вод можна тим, що ґрунтові води на плато рухаються потоками і розвантажуються на схилах. Утворення потоків ґрунтових вод відбувається за рахунок понижень у покрівлі водотривкого шару, які утворились внаслідок дії тих чи інших факторів [5]:

- у період формування, коли водотривкий шар ще не був перекритий четвертинними ґрунтами, поверхневими водами у покрівлі водотривкого ґрунту були утворені пониження, які надалі будемо називати "улоговини". Із часом ці улоговини на плато були перекриті четвертинними, а на схилах делювіальними та антропогенними ґрунтами, але продовжували виконувати роль природних дренажів ґрунтових вод плато;
- активна ерозійна діяльність поверхневих вод у сучасний період призвела до утворення системи ярів і балок у яких базис ерозії часто знаходиться не лише в межах водотривів, а часто значно нижче. Такі процеси призводять до утворення сучасних улоговин у товщі водотривких порід;
- значний вплив на формування улоговин створює сучасна діяльність людини. Це не лише сьогоденний вплив, що пов'язаний, наприклад, з прокладанням мереж та комунікацій на значній глибині і руйнуванням поверхні водотривів. У давні часи майже кожне місто України було фортецею, що мало систему підземних ходів, сховищ тощо. Зазвичай ці виробки влаштовувались якраз над водотривким шаром у товщі лесових чи лесоподібних ґрунтів, легких для розробки. Подальше підвищення рівня ґрунтових вод внаслідок природних та антропогенних причин призвело до появи потоків підземних вод, пов'язаних з системою таких виробок.

Для підтвердження таких пояснень проаналізовані інженерно-геологічні умови територій – балок, плато біля гирла балок, зсувних схилів. Аналіз інженерно-геологічних вишукувань, виконаних різними вишукувальними організаціями за останні десять років, дав можливість побудувати карту поверхні водотривкого шару центральної частини м.

Полтави, на якій чітко простежуються місця розташування улоговин. Створена карта має загальний характер і підлягає уточненню та деталізації в кожному окремому випадку виникнення зсувних явищ.

У якості прикладу можна привести улоговину в с. Вороніно на схилі правого берега р. Ворскли. На схилі були відведені земельні ділянки для ведення садового господарства і будівництва дачних будинків. Освоєння території проведено без належного інженерно-геологічного обґрунтування. Через п'ять років після початку освоєння території почалися зсувні процеси у нижній частині схилу, які поступово розповсюджувалися вгору. За чотири роки схил разом із будівлями, садочками та спорудами був повністю зруйнований. Для визначення причин розвитку зсувних процесів проведені відповідні вишукування. Побудована карта улоговини у водотривкому шарі (рис. 1) дозволяє оцінити можливі масштаби розвитку зсуву в плані, що підтверджується поперечним інженерно-геологічним розрізом. Розміри у плані зсуву сягали 100 м при товщині делювію до 5,5 м інженерно-геологічні умови можна характеризувати як "улоговина на схилі". Для стабілізації території рекомендовано частково розвантажити схил шляхом вивезення делювіальних ґрунтів, влаштування підпірної стінки разом із поглинаючими дренажними свердловинами.

Аналіз карти покрівлі водотривкого шару дає можливість виділити улоговини за місцем їх розташування:

- 1) у балках;
- 2) на схилах;
- 3) на схилах, які продовжуються на плато;
- 4) на плато.

Проаналізувавши карту водотриву, можна виділити різновиди улоговин Полтавського лесового плато [6]. В основу їх виокремлення покладено:

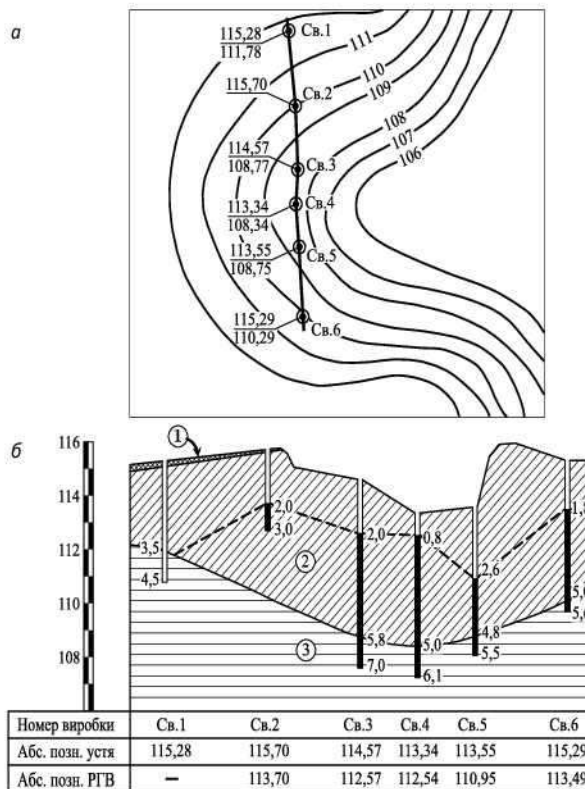


Рис. 1. Інженерно-геологічні умови зсувної ділянки в с. Вороніно: а – фрагмент карти поверхні водотривкого шару; б – інженерно-геологічний розріз; 1 – ґрунтово-рослинний шар; 2 – суглинок; 3 – червоно-бурі глини

Таблиця 1. Різновиди улоговинних зсувів

№ з/п	Різнovid	Основні фактори порушення стійкості	Схема улоговини
1	Улоговина співпадає з тальвегом балки у плані	Підвищення рівня ґрунтових вод унаслідок "баражного" ефекту від впливу фундаментів, знищення рослинності та зміна напрямків потоків поверхневих вод.	
2	Улоговина, яка починається у тальвегу балки і продовжується під корінними породами на плато	Зміна характеру навантаження, загальне та місцеве підтоплення території плато, підрізання схилу, руйнування дренажних та каналізаційних систем, інші техногенні фактори.	
3	Улоговина, сформована на схилі внаслідок інженерної діяльності людини, перекрита техногенними породами	Перевантаження та підрізання схилу, знищення дерев та чагарників, зміна режиму ґрунтових вод, відсутність централізованих каналізаційних мереж, відсутність заходів по агролісомеліорації схилу.	
4	Улоговина, сформована на плато, перекрита корінними ґрунтами	Неврахування при будівництві наявності улоговин та чинників загального підтоплення території, динамічне навантаження, землетруси.	

Примітка. На схемах улоговин показані горизонталі:

- поверхні водотривкого шару;
- - - - - денної поверхні землі

- місця залягання улоговин;
- характер покривних утворень;
- фактори утворення.

Таким чином можна виділити найбільш характерні улоговини для м. Полтави. Наприклад, улоговина по вул. Леніна належить до першого типу – улоговини в балці. Це помітно з рельєфу місцевості, де поверхня землі повторює її контури. Улоговини, досліджені від вул. Жовтневої (поблизу ПД "Листопад"), на схилі Інститутського прорізу, у с. Червоний Шлях та інші відносяться до іншого типу, для якого характерно продовження улоговини в гирлі балки та на плато, де вона перекрита не делювіальними, а четвертинними лесовими і лесоподібними суглинками. Третій тип – це улоговини, утворені внаслідок техногенної діяльності. До них можна віднести район Білої альтанки. Там унаслідок діяльності людини у напрямку вул. Картиної було вибрано ґрунт, а місце із часом перекрилося насипними ґрунтами. У результаті в цьому місці при піднятті рівня ґрунтових вод відбувся зсув, що пошкодив кілька будівель і частину дороги. До четвертого типу належить улоговина, розташована від вул. Сінної по вул. Карла Лібкнехта. Поверхня землі

не відображає балку у водотривкому шарі, а геологічні умови характеризуються збільшеною потужністю лесових суглинків. При цьому характеристики міцності ґрунтів зменшені за рахунок більш інтенсивного руху ґрунтових вод. Отримані дані зведені в таблиці 1. Таким чином, різновиди улоговин можуть призводити як до появи різних зсувних процесів, так і до збільшення деформацій осідання ґрунту внаслідок значного зменшення механічних властивостей ґрунтів в улоговинах. Хоч карта має глобальний характер і не враховує невеликих улоговин, її використання дає змогу прогнозувати можливі негативні геологічні явища. Окрім того, класифікація дозволить розробити ефективний комплекс заходів з ліквідації або попередження негативних наслідків.

ВИСНОВКИ:

Аналіз даних підтвердив, що розвантаження ґрунтових вод інтенсивно відбувається по улоговинах, утворених у водотривах, де виникає збільшений гідравлічний градієнт, який перевищує допустимий, що сприяє виникненню явища суфозії. Потік води вимиває частинки ґрунту, призводячи до утворення порід,

що послаблюють схил і викликають обвал блоків порід. Інтенсивність суфозійного процесу залежить від ступеня неоднорідності зернового складу ґрунтів. Чим вищий ступінь неоднорідності, тим при менших гідравлічних градієнтах виникає суфозія. Суфозійні явища знижують характеристики міцності ґрунту, що зумовлює прояви зсувів.

Порушення існуючої рівноваги ґрунтового масиву супроводжується зміщенням ґрунтів по схилах, Тому при розв'язанні практичних задач дуже важливо правильно визначати механічні властивості ґрунтів і максимально можливе навантаження на масив ґрунту, при якому ще зберігається його рівновага та не втрачається стійкість. Вивчати механічні властивості ґрунтів необхідно за умови моделювання їх роботи в умовах, найбільш наближених до природних. Вертикальний тиск при одноплощинному зрушенні не повинен перевищувати природний, характеристики міцності (питоме структурне зчеплення та кут внутрішнього тертя) повинні відповідати довготривалій міцності. Досягти це можна проведенням дренажного неконсолідованого зрізу с подальшою обробкою результатів у логарифмічних координатах [7].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Особливості оцінювання стійкості схилів Полтавського лесового плато / М.Л. Зоценко, Ю.Й. Великодний, О.В. Борт, С.В. Біда // Будівельні конструкції: міжвід. наук.-техн. зб. – К.: НДІБК, 2008. – Вип. 71. Кн. 2. – С. 178 – 189.
2. М.Л.Зоценко, Ю.Й.Великодний, С.В.Біда. Зсувонебезпечні території м. Полтави. // Бетон і залізобетон в Україні. - № 1. 2001. – С.14-18.
3. Підтоплення Полтави та його вплив на розвиток зсувних процесів / С.В. Біда, Ю.Й. Великодний. // Будівельні конструкції: між від. наук.-техн. зб. – Вип. 61. – К.: НДІБК, 2004. – Т. 2. – С. 275 – 278.
4. Беда С.В. Особенности оценки устойчивости склонов, сложенных лессовыми породами / С.В. Беда // Геотехнические проблемы мегаполисов (труды международной конференции по геотехнике). Москва, 2010. т.5. – С. 1861-1866.
5. Особливості розвантаження ґрунтових вод Полтавського плато / Великодний Ю.Й., Біда С.В., Ягольник А.М., Петер Б.М., Кашликов М.П. // Нагальні питання вирішення проблеми підтоплення ґрунтовими водами територій міст та селищ міського типу // Матер. 2-ї міжнар. наук.-практ. конф. – К.: Знання, 2003. – С.53 – 56.
6. Великодний Ю.Й., Беда С.В., Ягольник А.Н. Ложбины оползневых склонов Полтавского плато и их разновидностей //Строительство, материаловедение, машиностроение // Сб. науч. трудов. Вып. 50. – Днепропетровск, ПГАСА, 2009. – С. 86-89.
7. Великодний Ю.Й., Біда С.В., Ягольник А.М., Завалий Б.І. Визначення структурного зчеплення та тривалої міцності зв'язного ґрунту// Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2007. – Вип. 19.– С. 15 – 20.