

УДК 624.131.1

В.П. Голуб, асп.

МЕХАНІЗМ ТА ДИНАМІКА ЗСУВНОГО ПРОЦЕСУ В ЦЕНТРАЛЬНІЙ ЧАСТИНІ М. КИЄВА НА ПРАВОБЕРЕЖНОМУ СХИЛІ ДНІПРА

Розглянуто та детально охарактеризовано фактори, що відіграють важливу роль у виникненні та активізації зсувних процесів на правобережному схилі Дніпра в центральній частині м. Києва. Охарактеризовано механізм зсувного процесу, сучасний стан ділянки та активності зсувів на теперішній час.

Factors, which play important role in appearance and activization of landslide processes on the right bank slope of Dnepr in the central part, have been considered. Mechanism of landslide processes has been defined. Characteristic of modern conditions of the area and activity of landslides have been given.

Постановка проблеми. Київ – класична урбанізована природно-техногенна геосистема зі складною взаємодією природних та антропогенних факторів. На території міста слід виділити низку пов'язаних між собою екзогенних процесів, які можуть становити небезпеку життєдіяльності людини. Серед цих процесів найпоширенішими є зсуви. Найбільш зсувонебезпечними є правобережний схил долини р. Дніпро і борти правосторонніх приток, балок і ярів.

Аналіз проблеми. Згадки про зсуви правого схилу долини Дніпра зустрічаються ще в літописних матеріалах. Відомо, що ще в середині XI ст. не раз заваливалися печери Печерського та Нікольського монастирів. Найчастіше згадуються зсуви на ділянках Києво-Печерської Лаври, Андріївської та Михайлівської гір, Аскольдової могили, Видубицького монастиря. І хоча причини зсувів вказувалися не завжди, можна припустити, що в XI–XIX ст. більшість з них була пов'язана з весняним сніготаненням, зливами, дефіцитом або неефективною роботою зливосточних та протизсувних споруд. Масові прояви зсувів відзначалися в 1944 р. Їх причиною названо незадовільну експлуатацію протизсувних споруд та uszkodження схилів під час військових дій. У повоєнні роки зсуви правого схилу Дніпра були відносно стабілізовані. Цьому сприяло будівництво розгалужених дренажів і зливосточних мереж, підпірних стін, благоустроїв схилів. Нині на території м. Києва виникнення і розвиток зсувних процесів пов'язані з геолого-гідрогеологічними умовами та неконтрольованим техногенним втручанням (навантаження схилів спорудами, штучне підрізання схилів, аварійні втрати з водопровідних комунікацій).

Постановка завдання. Метою статті є аналіз раніше проведених досліджень за фондовими матеріалами, характеристика та визначення ролі кожного з факторів, що сприяють розвитку зсувів на досліджуваній ділянці, характеристика зсувного процесу.

Методика та результати досліджень. На території Києва можна виділити дві ключові зони розвитку зсувів: Придніпровська (правий корінний схил долини р. Дніпро і пригирлові ділянки ярів і балок, які прорізають цей схил) та Міська (схили долини р. Либідь та її яружно-балочної мережі).

У Придніпровській зсувній зоні, згідно з матеріалами досліджень регіонального геологічного підприємства "Північгеологія", можна виділити 91 зсув.

Ділянка, що розглядається, міститься на правобережному схилі Дніпра, в центральній частині, та на її території знаходиться 16 зсувів.

Для цієї ділянки характерною рисою є переважний розвиток циркоподібних зсувів з яскраво визначеними морфологічними елементами.

Територія дослідження вміщує масиви ґрунтів з нестійкою структурою геологічного середовища, які є частиною природно-техногенної геосистеми. Слід також зауважити, що специфічність вивчення динаміки зсувних процесів у межах міської агломерації полягає у виявленні техногенного впливу на стійкість схилів.

Виникнення, стабілізація або активізація зсувів на правобережному схилі Дніпра в центральній частині залежить від деяких природних або штучних (техногенних) факторів.

Геологічний фактор – один з основних для виникнення та розвитку зсувів. Утворення пов'язано з наявністю в розрізі перешарування водотривких і водомістких відкладів. Покрівлі глинистих порід міоцен-пліоцену (першого деформуючого горизонту) і мергельно-глинистих порід київської свити (другого деформуючого горизонту) є площинами ковзання для зволжених вищезалеганих товщ.

Гідрогеологічні умови території є іншим важливим фактором, що сприяє розвитку зсувів. Стійкість корінних схилів і деформованість зсувних масивів залежить від міри обводнення порід та режиму суфозійної діяльності підземних вод. Гідрогеологічна сітка та режим водних об'єктів є важливими умовами, які впливають на розвиток зсувів і формування клімату території досліджень. Річкова сітка в межах Київського Придніпров'я розвинута досить широко за рахунок глибокого ерозійного урізу й дренажу території. Створення каскаду дніпровських водосховищ змінило характер взаємодії водних об'єктів з підвищеними частинами території, активувало розвиток зсувоутворення та абразійні процеси на правобережжі р. Дніпро. Для більш кращого відображення ролі гідрогеологічного фактора та в зв'язку з його безпосереднім впливом на механізм зсувного процесу нижче більш детально висвітлено водоносні горизонти, що існують на території, яка розглядається.

Можна виділити такі водоносні горизонти.

Водоносний горизонт у верхньочетвертинних лесовидних суглинках (v-d_{III-IV}) – "верховодка". Живлення та коливання рівнів залежать від кількості атмосферних опадів, інфільтрації талих вод і поповнення за рахунок техногенного фактора (нерегульований скид промислових вод і витoki з водонесучих мереж).

Водоносний горизонт у зсувних накопиченнях. Є локальним та нестійким у часі. Водомісткими породами є зміщені та перемішані глинисті і піщано-глинисті породи. Глибина залягання рівня підземних вод і по-

тужність водоносного горизонту змінюється в широких межах і залежить від інтенсивності його живлення і ступеня дренажності схилів. Глибина залягання рівнів від 2 до 14 м, товщина обводнених порід становить 0,1–5,0 м. Живлення комбіноване, за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і перетоку з вищезалягаючих і суміжних водоносних горизонтів. Умови формування порушені системою дрен.

Перший від поверхні водоносний горизонт у межах плато, куди входять два підгоризонти. Водоносні горизонти відокремлені прошарком бурих глин потужністю до 5,0 м. Оскільки цей прошарок у багатьох містах має ерозійні вікна, тому перший і другий підгоризонти мають гідравлічний зв'язок.

Перший підгоризонт у середньочетвертинних воднольодовикових піщаних відкладах та нижньочетвертинних озерних суглинках. Має локальне поширення та напірно-безнапірні властивості. Рівні встановлюються на глибинах від 4,0 до 22,0 м, на абсолютних відмітках 152–182 м. Потужність горизонту 0,5–4,5 м.

Другий підгоризонт розвинений у суглинках у товщі бурих глин, знаходиться між двома водотривами і місцями має напірний характер (величина напору до 8–10 м). Глибина залягання обводнених порід 7,0–27,0 м, потужність 1,0–5,0 м.

Наявність двох підгоризонтів першого водоносного горизонту є одним з основних факторів розвитку зсувів київського типу на верхніх ярусах (зсуви першого порядку).

Водоносний горизонт у полтавсько-харківських відкладах. Водовмісні породи являють собою перешарування дрібнозернистих пісків, алевритів і глинистих пісків. Потужність водонасиченого шару змінюється від 2–3 м до 14–15 м. Підземні води горизонту в межах схилів безнапірні. Формуються вони на водотривких відкладах київської світи – "наглинку", мергелі. Рівні підземних вод залежно від рельєфу земної поверхні, встановлюються на глибинах від 5–15 м (на схилах) до 20–25 м (на плато). У зсувній зоні м. Києва режим полтавсько-харківського горизонту порушений дренажними системами.

Полтавсько-харківський водоносний горизонт служить основним дестабілізуючим фактором при виникненні і активізації зсувів на нижніх ярусах (зсуви другого порядку), де зміщення проходить по покрівлі глинисто – мергельної товщі київської світи.

Водоносний горизонт у бучакських відкладах. Водовмісні породи представлені дрібнозернистими пісками, потужністю 15–25 м. Глибина залягання покрівлі водоносного горизонту залежить від рельєфу місцевості і становить від 15–20 м до 80–100 м. Живлення здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів за межами території вивчення, а розвантаження – в алювіальні відклади долини р. Дніпро.

Безпосереднього впливу на розвиток зсувних процесів підземні води бучакських відкладів не здійснюють.

Положення і форми сучасного рельєфу є фактором, що впливає на рівновагу схилів. Правобережні схили долини р. Дніпро високі та круті, з кутами нахилу 50–60° і перевищенням над руслом ріки 65–105 м, що сприяє розвитку зсувних процесів.

Клімат безпосередньо впливає на стійкість сучасних схилів, зумовлюючи зміну режиму підземних і поверхневих вод.

Техногенне втручання істотно впливає на виникнення і динаміку екзогенних геологічних процесів. Планування схилів, укріплення їх підпірними стінками та лісонасадженнями, засипання ярів, дренаж ґрунтових

вод, влаштування зливо-водопроводів значно знижує розвиток силових процесів. Підрізання схилів, привантаження їх будівлями та сміттям, підтоплення територій за рахунок втрат з водонесучих мереж, аварійних витоків побутово-господарських стоків, невпорядкованого відводу дощових і талих вод та інші нерегульовані втручання приводять до порушення стійкості схилів.

Важливим фактором, що визначає інтенсивність і масштаби прояву зсувних процесів, є *фізико-механічні властивості ґрунтів* та їх зміна в результаті зволоження порід. На певному етапі зміни природних умов та техногенного впливу людини, що провокує зміну гідрогеологічних умов, відбувається доступ вологи до раніше не зволених ґрунтів, порушується цілісність ґрунтів, раніше напівтверді водотривкі глини порушуються тріщинами, в які потрапляє вода, створюючи зону площин зсуву, в межах яких міцнісні параметри ґрунтів на невеликому проміжку часу суттєво зменшуються.

Так, за результатами досліджень Г.П. Степаненко кут внутрішнього тертя φ та питоме зчеплення відповідно строкатих і бурих глин без попереднього ущільнення і насичення водою досягли 21° та 18° та 0,104 МПа і 0,11 МПа. В умовах попереднього ущільнення під водою і випробування на зріз в умовах повільного консолідованого зрізу кут внутрішнього тертя практично не змінився, відповідно для строкатих і бурих 19° та 18°. Проте зчеплення в згаданих глинах зменшилося майже вдвічі – у бурій глини 0,059 МПа, а в строкатій до 0,066 МПа. Особливо низькі показники опору зсуву бурих і строкатих глин виявляються при випробуваннях з попереднім вільним набуханням зразків під водою. Коefіцієнт внутрішнього тертя для бурій глини становив 14° при зчепленні 0,073 МПа, а для строкатой – 8° при зчепленні 0,031 МПа.

На ділянці, що досліджується, згідно з матеріалами пошукових робіт регіонального геологічного підприємства "Північгеологія" можна виділити близько 16 зсувів. Разом зсуви представляють крупну зсувну депресію, що глибоко врізалась у корінний схил і вершиною досягла лесового уступу плато. Усі їхні морфологічні елементи достатньо чітко відображаються в рельєфі. Характерною ознакою ділянки є те, що всі зсувні форми утворюють спільну стінку зриву, хвилясту в плані. Висота її змінюється від 15–24 м до 5–8 м. Крутість у верхній частині 60–80°.

Підніжжя стінки зриву привантажена делювіально-техногенними утвореннями з крутістю скату 20–30°. Біля підніжжя стінки зриву простежується зсувна тераса шириною 80–140 м. Після проведення багатьох штучних перепланувань поверхня тераси набула горизонтально-слабопохилого положення. Зсувні цирки чітко простежуються нижче спланованої тераси і являють собою овальні депресії з кутами нахилу поверхні від 5–6° до 13–17°. Звужуючись, широкі депресії переходять у логі завдовжки 200–400 м, заповнені потоками раніше зсунутих ґрунтів. Крутість логів 10–40°. Язика зсувів підрізані та переплановані під автомобільну дорогу і трамвайні колії Набережного шосе.

Висновки. Досліджувана ділянка розташована в зоні, яка зазнає тривалого техногенного навантаження (забудови в межах зсувопройвів). Природний режим розвитку геологічного середовища значно змінений за рахунок інженерного втручання.

У межах розвитку зсувів розташовані культурно-історичні і житлово-господарські забудови та транспортні і комунікаційні магістралі, які потенційно попадають під вплив зсувних процесів.

Основним деформуючим горизонтом для зсувів київського типу на верхніх ярусах сповзання (зсуви першого порядку) служить глиниста товща міоцен-пліоцену (товща бурих і строкатих глин), яка також служить водотривом для першого від поверхні водоносного горизонту. У межах присхилових територій по їхній поверхні проходять сковзання перезволожених і техногенно-навантажених четвертинних відкладів. У відслоненнях строкаті та бурі глини піддаються вивітрюванню (розтріскуванню, осипанню), а у зволоженому стані вони опливають, що значно порушує стійкість схилів.

На нижніх ярусах сповзання (зсуви другого порядку) основним деформуючим горизонтом є мергельно-глиниста товща київської світи, яка служить водотривом для водоносного горизонту в полтавсько-харківських відкладах. Покрівля її служить площиною сковзання для масивів перезволожених вищезалегалих порід.

Нині зсуви, на території, що досліджується, перебувають у стані тимчасової стабілізації, окрім зсуву № VII що є частково діючим. Стабілізація досягнута за рахунок проведення протизсувних заходів (вертикальний і горизонтальний дренаж водоносних горизонтів, зливо-

відводні спорудження, захисні підпірні стінки та ін.). Також можна зробити висновок, що роль гідрогеологічного фактора в можливих проявах зсувних процесів зменшилась унаслідок розгалуженої системи дренажу. Застосування комплексу протизсувних заходів привело до стабілізації більшості зсувопроявів. Порушення стійкості київських схилів відбувається, головним чином, за рахунок техногенного втручання.

1.Объяснительная записка к геологической карте Украинской ССР, масштаба 1:50000, Киевский промышленный район. – К., 1982. 2. *Старостенко В.И. Баран П.И.* Киев: геология и геофизика окружающей среды и факторы, неблагоприятно на неё влияющие // Геофиз. журнал – 2001. – № 4. – Т. 23. – С. 3–6. 3. *Дзекцер Е.С.* Мониторинг подземных вод урбанизированных территорий // Водные ресурсы. – 1993. – № 5. – Т. 20. – С. 615–620.

Надійшла до редколегії 21.12.04