

Є.Г. Бортников

ХАРАКТЕРИСТИКА І ОСОБЛИВОСТІ ПРОТІКАННЯ

ГРАВІТАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У БЕРЕГОВІЙ СМУЗІ ДНІПРОВСЬКИХ ВОДОСХОВИЩ (ОБВАЛИ, ЗСУВИ, ОПОВЗНІ)

Дніпро - найбільша ріка на території України і тому на ній, у зв'язку з енергетичними програмами, протягом 40 років було створено шість великих водосховищ. Ці штучні об'єкти різко змінили прилеглі території й до цього часу продовжують активно впливати на навколишнє середовище. Виникла значна кількість негативних геолого-геоморфологічних та географічних процесів: затоплення великих територій; підйом рівня води; підйом рівня ґрунтових вод; вітрове хвилювання; замулення гирлових ділянок річок та самих водосховищ; переробка берегів водосховищ з виникненням гравітаційних берегових процесів. Для водосховищ Дніпровського каскаду переробка берегів і пов'язані з нею процеси обвалів, обрушень, активізації зсувної діяльності складають одну з основних геологічних проблем. При всій розмаїтості геологічної й геоморфологічної будови, кліматичних умов на всіх водосховищах у межах напорного горизонту води поширені пухкі гідрофільні породи, що легко розмиваються і змінюють значним чином свої фізико-механічні властивості, що є основною причиною порушення стабільності територій та проявів різноманітних деформацій [5].

Разом із заповненням водосховища, підйомом і переміщенням лінії урізу води створилися умови для вітрового хвилювання (збільшення довжини розгону хвилі) й почала активно відбуватися перебудова берегових схилів і схилів терас, умов їх морфогенезу і найчастіше вона представлена повним циклом. Частина пологістих надводних схилів, складених піщано-глинистими породами, занурючись під рівень води, відразу починають далі виположуватися з переміщенням матеріалу на глибини. При впливові хвиль утворюються кліфи, залежно від висоти яких у розвиток включаються обвали, оповзні чи опливини. Експлуатація водосховищ пов'язана з періодичними змінами рівнів води, і швидкі зниження рівня також призводять до виникнення несприятливих схилових гравітаційних процесів.

За генезисом береги водосховищ можна поділяти на абразійні, акумулятивні, абразійно-акумулятивні й обвальні-оповзневі, а також комплекс різноманітних перехідних типів берегів: абразійно-зсувні, абразійно-осипні, абразійно-ерозійні. Часто спостерігаються зміни й чергування різноманітних типів берегів за протяжністю та перетворенням, а також перехід одного типу в інший у ході розвитку процесів переробки. [3].

Береги водосховищ на техногенно незахищених ділянках проходять дві стадії у своєму розвитку - несталого і сталого, тобто формують обмілини з двома рівнями швидкості. Перша стадія розвитку обмілин характерна для водосховищ, які тільки сформовані. На цій стадії розмір переробки берега значно змінюється і залежить від багатьох чинників, не спостерігається його чіткого зниження з часом, але поступово збільшуються розміри обмілини і знижується швидкість абразії. Закінчення першої стадії розвитку берега визначається шириною сформованої обмілини, яка повинна поглинати близько 80-90% енергії хвиль, що рухаються у напрямку до берега. Друга стадія характеризується уповільненим розвитком відмілин і плавним формуванням кліфу. Техногенно незахищені береги Дніпровських водосховищ

залежно від їх геолого-геоморфологічної будови, кліматичних особливостей і часу заповнення знаходяться в різноманітних стадіях розвитку і виробки берегових відмілин.

На Київському водосховищі в стадії несталої переробки ще знаходяться окремі ділянки західного узбережжя по лівому берегу Тетерівської затоки. На цій ділянці виділяються абразійно-зсувні, абразійно-обвальні й абразійно-осипні береги. Оповзні розвиваються на схилах, висота яких над напорним горизонтом сягає 60-65 м. Основою берегового схилу на ділянці Вишгород-Лютеж є глинисті мергелі київської світи еоцену (P_2^{kv}). Їхня покрівля (контакт із безкарбонатними алевритами, "наглинками") зараз знаходиться приблизно на рівні напорного горизонту (+102 м) [4].

У долинах ярів і балок, що розчленовують Вишгородську височину, відклади неогену і палеогену розмиті, заміщені алювієм і делювієм; така будова території розвивається й на північ. Цілий ряд ярів північніше Вишгорода відкриваються в бік водосховища, на їх схилах розвинуті опливини й оповзні, що рухаються чи зупинилися. Слід зазначити, що на Вишгородському плато, у зв'язку з побудовою водойм ГЕС, здійснювалися комплексні схилі укріпні роботи: планування території, дренаж прилеглої місцевості й побудова поверхневого водовідводу.

Гравітаційні процеси, що відбуваються у смузі узбережжя від Лютежа до Вишгорода, і характер берега добре просліджуються з берегової обмілини при зниженні рівня моря на 1,5-2,0 нижче напорного горизонту. На території Лютежа, в заплавній частині струмка, берег пологіший, пляж широкий, піщаний, далі в напрямку Вишгорода починає формуватися кліф, і його висота сягає вже 5-7м. Дуже цікавим є факт, що активна переробка берега відбувається і в даний час, хоча з моменту заповнення водосховища (1964р.) за станом на 1964 рік кліф уже перемістився на 60-70м. На південь висота кліфу зростає й уздовж нього спостерігаються характерні зниження в місцях впадіння ярів через 500-1000 м. Береговий схил задернований, його висота сягає 23-24 м, досить часто спостерігаються свіжі опливини. Рівень розчленованості берега і берегового схилу стає активнішим із зростанням висоти. З основи уступу по пляжу, який при напорному горизонті води занурюється під воду, витікають струмки й формують на пляжі суфозійні конуси виносу з наглинків і харківських пісків. Ближче до Вишгорода висота схилу зростає до 45-60 м [4]. На верхніх ділянках схилу часто спостерігається сповзання делювіальних мас у зв'язку з тим, що у нижній частині схилу активно розвивається абразія й відбувається підрізка верхньої частини схилу. У фундаменті схилу досить часто чітко просліджуються виходи глинистих мергелів київської світи, контактні шари мергелів із наглинками, розвиток суфозії на контактах, суфозійний винос, обвали ніш суфозійного виносу, а вище спостерігаються опливини по глинистих мергелях. На схилах, що укріплені тільки в зоні фундаменту, спостерігаються оповзні в червоно-бурих суглинках.

Гравітаційні схилі процеси активно формуються на правому березі Канівського водосховища, що піднімається над напорним горизонтом до 100-120м. Вони відрізняються значною розмаїтістю і складністю. Ця територія характеризується помітною розчленованістю і досить повно вивчена, тому що

нижче від Ходорова на правому березі розташовується район Канівських дислокацій, що є предметом пильної уваги не одного покоління геологів.

Хвостова частина Канівського водосховища заходить у межі м. Києва. За характером будови схилів і особливостями їх захисту і прояву оповзнів на правому березі в межах Києва виділяється декілька ділянок. Правобережні Дніпровські схили у своєму розвитку протягом сторіч значно ускладнювали використання території, часто через зсувні явища. Створення греблі у Вишгороді й Каневі істотно змінило режим Дніпра в межах Києва. У результаті зарегулювання стоку Київським водосховищем виключаються весняні підйоми рівня води, що сягали 7 метрів (повінь 1931 року). Значно знизилася також швидкість течії. Проте в цілому це помітно не вплинуло на режим процесів Дніпровських схилів у межах Києва, оскільки до моменту створення Канівського водосховища вже були здійснені основні заходи, що дозволило усунути прояв оповзнів, опливин, ерозій [4].

Розвиток схилів Дніпра в межах Києва в багатьох рисах є типовим для середнього Придніпров'я. Схилкові процеси тривалий час вивчалися стаціонарно, а ряд оповзнів досліджувалися у всіх стадіях розвитку; накопичений значний досвід зміцнення схилів.

Спрямованість тектонічних рухів окремих блоків кристалічного фундаменту впливала на характер і масштабність прояву оповзнів і змінювалася в різні геологічні епохи в міру розробки долини Дніпра і його приток. Одночасно з загальною тенденцією до посилення денудаційної спроможності ріки, із збільшенням глибини її ерозійного врізу на окремих етапах відбувалося підняття базису ерозії, унаслідок чого річища річкових долин виконувалися алювіальними відкладами. Це відбувалося, наприклад, у період Дніпровського зледеніння (Міндель-Рисс).

Сучасний етап розвитку являє собою період подальшого підйому основного базису ерозії - рівня Чорного моря -, що є результатом загальної трансгресії Азово-Чорноморського басейну. Підвищення рівня Чорного моря лише за останні 2 тис. років сягнуло 5-6 м. Підняття базису ерозії, загального і проміжного, яким для середнього Дніпра є місце прориву ріки через Український щит у районі Запорізьких порогів, сприяло зниженню інтенсивності протікання денудаційних процесів, їхньому частковому згасанню.

Особливістю розвитку території Правобережжя Дніпра в голоцені є скорочення денудаційної й рельєфотвірної ролі правих приток. Так, у районі Києва Дніпро увесь час наближався до паралельної йому долини Либеді, перехоплюючи її басейн, унаслідок чого Либідь зменшувалася, ставала менш повноводною. Особливості геоморфології Дніпровського схилу на різноманітних ділянках теж пояснюються діяльністю дрібних водотоків, що його розчленовують, а також ярів і балок.

Природні умови Придніпров'я зазнали значних змін у зв'язку з діяльністю людини. Це особливо інтенсивно позначилося в останні два сторіччя й помітно вплинуло на протікання схилових процесів, розвиток яружної мережі.

Основні порушення природних умов, що спричинили погіршення геологічного середовища в XIX - поч. XX ст., зводяться до такого:

- знищення рослинного покриву (вирубубання лісу);
- штучна перебудова гідрографічної мережі без урахування її дренажних функцій;
- зміна гідрологічного режиму Дніпра (перекриття окремих його рукавів, наприклад Чорторию в Києві);
- кар'єрні розробки на схилах (видобуток глинистих мергелів).

Цього виявилось досить, щоб серйозно погіршити умови стійкості схилів і викликати техногенні оповзні.

Стабілізація схилів Дніпра і схилів його приток була досягнута в результаті значних зусиль. Спочатку укріпні роботи проводилися без належного наукового обґрунтування. Найчастіше вони зводилися до глибокого дренажу водонесних горизонтів. Тільки в 1960-1980 р. почалося планове зміцнення схилів за науково обґрунтованими проектами. Загалом стабілізація схилів досягалася в два етапи: спочатку системою гідротехнічних споруд, що регулюють поверхневий і підземний стік, були припинені процеси руйнації, потім вирішальну роль відіграло відновлення деревинно-чагарникової рослинності.

До проведення укріпних заходів при відсутності налагодженого водовідводу, дренажу, рослинного покриву прояв зсувів відбувався за такою схемою: у верхній частині руйнувався лесовий уступ, матеріал руйнації зносився на схил, концентрувався в ярах, повільно переміщуючись до основи схилів, і відкладався там у вигляді конусів виносу. Зсуви час від часу могли активізуватися в зв'язку з аномальним ходом гідрометеорологічних процесів - підвищеною кількістю опадів, особливими умовами при формуванні і таненні снігового покриву тощо.

Аналізуючи розвиток узбережжя Дніпра в його середній течії, можна зробити висновки, що тут не спостерігається утворення зсувних циркоподібних басейнів поза зв'язком із ярами і певної супідрядності їм як первинній ерозійній формі, що передуює виникненню оповзня. Оповзень починається тільки тоді, коли яр, досягнувши тераси, урізується в товщу червоноколірних і бурих глин, а в товщі останніх утворюється річище, яке підводить воду з площадки басейну, що тяжіє до яру, загалом, коли утворюється канал стоку, яким можуть сповзати насичені водою зсувні маси [7].

Співпідпорядкованість розвитку оповзнів і ерозії в даний час добре просліджується на берегових схилах Дніпра в районі Вітачева й по Каховському водосховищу. У рельєфі схилів (10-20 м) тут чітко виділяються елементи активного зсувного розвитку: червоноколірні глини відслонюються в бортах коротких ярів, часто оповзні урізуються в лесове плато невеликими ярами. До проведення захисних заходів у цих регіонах базисом зсуву матеріалу був рівень ріки чи водосховища, і всі зміни на цьому рівні, природно, позначалися на стані схилових відкладів і зсувних накопичень. Підйом рівня ріки при паводках, коливання рівня водосховищ призводять до повторних рухів і активізації оповзнів.

Усі літологічні відмінності порід, що складають Дніпровський схил і схили його приток, беруть участь у оповзневих зсувах, будучи попередньо підготовленими до цього процесами вивітрювання, ерозії, делювіального

знос, техногенними впливами. Найбільше число оповзів припадає на лесові утворення і глинисті породи (моренні й нижньочетвертинні суглинки і глини, а також неогенові і палеогенові глини) - відповідно 37 і 49%. Висока схильність до сповзання лесових порід викликана здатністю легкої руйнації їхньої структури при взаємодії з водою і високим ступенем розмиву поверхневими водами. Це призводить до накопичення пухкого матеріалу і, при його зволоженні поверхневими і підземними водами, створює умови для розвитку опливин, сплавів і оповзнів-потоків.

Бурі нижньочетвертинні суглинки, червоноколірні неогенові високодисперсні глини і наглинок київської світи часто мають у природних умовах м'якопластичну і тягучопластичну консистенцію, що створює умови для формування блокових оповзнів. Гранулометричний склад пісків полтавської і харківської світ характеризується значною неоднорідністю, схильністю до прояву суфозії, що також сприяє розвитку гравітаційних явищ, пов'язаних з обвалами суфозійних ніш.

Розглядаючи окремі ділянки схилу Дніпра з горизонтальним заляганням порід, слід вказати на деяке розходження в заляганні порід, що виразилося в підйомі покрівлі глинистих мергелів у напрямку на південь, появу прошарків піщанику у відкладах полтавської світи. Одночасно слід відзначити ділянки схилів із розвинутими надзаплавними терасами, а також ділянки кар'єрного видобутку мергельних глин, де штучно змінена крутість корінного схилу й у його основі створені штучні тераси з відвального ґрунту [1].

При впливі абразії на основи схилів їхній розвиток відбувається по-різному на безлісних і залісених ділянках. Прикладом можуть служити безлісі ділянки поблизу м.Дніпрорудне, де розвинуті оповзні, що охоплюють весь схил, а також сусідня з ним, розташована далі на схід ділянка залісеного схилу (Лиса гора), на якій руйнації локалізуються тільки в нижній частині.

Позитивний ефект стабілізації схилів і зміцнення ярів досягнутий у результаті терасування схилів і посадки дерев на схилах Ржищевської гідролісомеліоративній станції та Дніпрорудненської ділянки.

Надзвичайно складним щодо геологічної будови і перебігу схилових процесів є ділянка берега від Ходорова до Канева. Місцями тут абразуються дислоковані породи юрського і крейдового віку і зміщені стародавні блокові оповзні.

Активні оповзні в зв'язку з абразією і підвищенням базису ерозії спостерігаються на схилах у районі колишніх сіл Трактемирів, Монастирьок. Нижче проявився великий Селищанський оповз, який відбувся на стику середньоантропогенової дислокованої тераси і ділянки дислокованої горбкуватої рівнини. Протяжність оповзня - понад 400 м. Висота стінки зриву - близько 20 м. Поверхня зміщених порід горбиста, поросла лісом. У стінці зриву оповзня відслонюються лесовидні суглинки. На всьому протязі нижче оповзня відбувається активна переробка берега аж до тераси біля правого прилягання Канівської греблі.

Зсувна діяльність на правому березі Кременчуцького водосховища мало виражена. Оповзні проявилися в хвостовій частині водосховища на схилах дислокованого плато і не мають зв'язку з переробкою берега.

Переробка берега з проявом обвалів і оповзнів лесового плато спостерігається на ділянці між гирлами Тясьмина і Цибульника, де висота берега сягає 20-25 м. У берегових обривах тут відслонюються суглинки і супіски.

Переробка берегів Дніпродзержинського водосховища проходить переважно в прогнозованих межах. Незначні ускладнення з проявом оповзнів у лесах відзначені тільки на схилах плато в районі Мишуріного Рогу.

У районі Запорізького водосховища в даний час небагато умов для виникнення оповзнів. Як в абсолютному, так і у відносному значеннях найбільшу протяжність перероблюваних берегів має Каховське водосховище. Переробка активно протікає як на лівому, так і на правому його берегах, до 10% берегової лінії водосховища, сформованої в лесах, уражено оповзнями дуже специфічного характеру з накладенням явищ просідання.

Як показали дослідження [1], основну роль у розвитку деформацій берегових схилів відіграє зміна консистенції лесовидних суглинків і супісків, що перекривають корінні схили, складені сарматськими (N_1S) вапняками і глинами, при намоканні, а також абразія. Прояв оповзнів і просадочних явищ відзначено безпосередньо після заповнення водосховища (1955 р.). Характерними для процесів руйнації берега є поява значних тріщин усихання на деякій відстані від кліфу і просідання великого блоку протяжністю до сотень метрів. Тріщини збирають атмосферні води і сприяють процесам руйнації. Процес спочатку не прогнозувався, а тому руйнації зазнали площі під будівлями і споруди. Природа цих явищ була розкрита при спеціальних дослідженнях із режимними спостереженнями. Проте зараз, через більш ніж 45 років після заповнення водосховища, процеси продовжуються і потребують стабілізації схилів, прийняття комплексних інженерно-геологічних та геоecологічних заходів. У цілому ж будь-які роботи, що починаються на схилах і в зонах їхнього впливу, потребують ретельного аналізу їх стану й урахування умов розвитку [6]. Для прогнозу і попередження зсувних явищ у межах середнього й нижнього Дніпра необхідно провести оцінку стану берегових схилів, як тих, що безпосередньо зазнають впливу водосховищ, так і тих, що потрапляють у зони їхнього впливу у зв'язку з можливою зміною поверхневого і підземного потоків. Повинні розглядатися схили й уступи терас крутизною більше 10° і висотою понад 5 м незалежно від наявності або відсутності виражених форм протікання схилових процесів.

Підйом рівня води у водосховищах з уповільненням течії призвів до змін поверхневого й підземного потоків на значній частині території. Підпор підземних і поверхневих вод проявився у вигляді заболочування заплавних та надзаплавних терас приток Дніпра, що зумовило зміни фізико-механічних властивостей порід та ґрунтів і призвело до активних деформацій просідання та зниження несучої здатності фундаментів будівель. Такі процеси проходять не тільки поблизу водосховищ, а й на віддалених від них ділянках. Зміни рівнів підземних вод, умов їх фільтраційного режиму призводять до зміни хімізму води, а це, в свою чергу, спричиняється до зниження опірності ґрунтів до стиснення, зсування, величини набухання, коефіцієнтів фільтрації тощо.

Дані про зміни параметрів схилів, кліфів, що підмиваються, та

швидкості їх деформації необхідно корегувати з ходом гідрометеорологічних процесів - змінами вітрових режимів і хвилювання, кількістю осадків, температурним режимом.

Треба зазначити, що водосховища Дніпровського каскаду цілком змінили гідрологічний режим ріки, їхнє створення різко змінило також характер протікання екзогенних геологічних процесів, насамперед схилових гравітаційних - оповзнів, обвалів, опливин. Процеси переробки берегів водосховищ і виробітку берегових обмілин ще не закінчилися, а на Каховському водосховищі перебувають в інтенсивній стадії розвитку.

Інтенсифікація господарської діяльності в басейні Дніпра, зростання техногенних навантажень на природне середовище потребують комплексного урахування всіх змін, що викликаються цією діяльністю. Серед них основна увага повинна приділятися зменшенню рослинного покриву на схилах, перебудові шляхів поверхневого і підземного стоків у зв'язку з будівництвом різноманітних об'єктів, а також змінам рельєфу схилів у зв'язку з плануванням поверхні [8]. Техногенні впливи можуть викликати також необоротні зміни властивостей ґрунтів, що складають береги і схили, зумовлювати активізацію переробки берегів і схилових гравітаційних процесів.

Для удосконалення системи контролю екзогенних геологічних процесів необхідне впровадження спостережень за деформацією поверхні і споруд, розташованих у зонах впливу переробки, контролю за поверхневим і підземним стоком, гідрометеорологічним режимом на зазначених ділянках, мінливістю фізико-механічних властивостей ґрунтів, що беруть участь у процесах.

Дані спостережень за різноманітними параметрами, що визначають розвиток схилових процесів, необхідно синтезувати, а також знаходити їхні зв'язки з різноманітними зовнішніми впливами, насамперед із кліматичними факторами та техногенними навантаженнями. Назріла необхідність більш чіткої та всебічної координації досліджень, їх об'єднання з урахуванням роботи не на окремих територіях, а на всьому каскаді Дніпровських водосховищ.

Тільки при такому підході можливе своєчасне виявлення тенденцій несприятливого розвитку екзогенних геологічних процесів, попередження їх можливих шкідливих, руйнівних і катастрофічних проявів, раціональне використання та охорона водних і земельних територіальних ресурсів.

1. Арістовський В.В., Слободян Р.Г. Стійкість берегів Каховського водосховища, що пізнають зсувних та просадочних деформацій. - Київ: Вид-во АН УРСР, 1962.- С.114;
2. Воскобойников В.М. Геологические закономерности длительного развития берегов удлинённых водоемов: Автореф. канд. дис.- Одесса, 1995.-28 с.;
3. Грубрин Ю.Л., Палиенко З.Г. Повременные геоморфологические процессы на территории Среднего Приднепровья. - Киев: Наук. думка, 1976.- 116 с.;
4. Демчишин М.Г. Инженерно-геологические проблемы Киевского водохранилища.- Киев, 1993.- 67 с. (Препринт АН Украины, Ин-т геологических наук);
5. Демчишин М.Г., Еськов Б.Г., Саенко Т.С. Инженерно-геологические проблемы водохранилищ.- Киев, 1985.- 52 с. (Препринт АН Украины, Ин-т геологических наук);
6. Еськов Б.Г. Инженерно-геологические свойства аллювия Среднего Днепра. - Киев: Наук. думка, 1977.-196 с.;
7. Каманин. Л.Г. К геоморфологии оползневого побережья Днепра в Киеве.-Изв. геогр. об-ва.- Киев, 1936, т.18, вып. 4.- С. 423-448;
8. Максимчук В.Л. Рациональное использование и охрана берегов водохранилищ.- Киев: Будівельник, 1997.- 110 с.