

М. Г. Демчишин, О. М. Анацький

УМОВИ РОЗВАНТАЖЕННЯ ВОДОНОСНИХ ГОРИЗОНТІВ НА СХИЛАХ ДОЛИН ДНІПРА ТА ЛИБЕДІ

Рассмотрены условия разгрузки водоносных горизонтов, которые сформировались в четвертичных и палеогеновых отложениях на правом берегу Днепра в г. Киев. Определены границы бассейнов Днепра и Лыбеди по поверхностному стоку и первому водоносному горизонту на правобережной части Киева. Исследования показали, что сложный рельеф территории — это результат деятельности поверхностных вод с выносом материала в долину р. Лыбедь.

The conditions of unload of the aquifer formed in quaternary and paleogene deposits at the right bank of the Dnipro river in Kyiv are regarded. The borders of the surface runoff and upper water-bearing horizon water-collecting areas of the Dnipro and Lybid' rivers at the right-bank part of Kiev were determined. The researchers suggested that the complex terrain of the territory was the result of effect of surface waters with carrying-out of ground materials in to the valley of the Lybid' river.

Постійна зміна природних умов приводить і до змін умов водного режиму товщі порід на присхилових ділянках. Вихід вологи в атмосферу в окремі періоди (весною, восени) суттєво зменшується, відбувається водонасичення порід, перекиваючих водоносні горизонти на схилах, формуються струмки, які, в свою чергу, прорізаючи і розчленовуючи схили, утворюють постійні джерела розвантаження водоносних горизонтів. Другий водоносний горизонт на схилах Дніпра в природному стані дреноується в місцях його глибокого розчленування поперечними ярами, що перерізають водоносні породи і водоупор. Особливо характерним в цьому відношенні є схил Дніпра на Печерській ділянці, де нараховується 39 таких розчленовуючих схил ярів (так звані "зсувні цирки"), що на сьогодні припинили свій ріст. Схема розвитку гідрографічної мережі на правобережній частині Києва показана на рис. 1.

В долині Либеді, на Печерській і частково Старошевченківській ділянках другий водоносний горизонт перекивається алювіальними відкладами р. Либідь, коефіцієнти фільтрації яких вище коефіцієнтів фільтрації водонесучих порід. Схема перекриття водоносного горизонту наведена на рис. 2.

Перекриття водоносного горизонту на схилах більш молодими породами відбувалося в четвертинний період у процесі природного розвитку гідрографічної мережі з участю як поверхневих, так і підземних вод, а також гравітаційного зносу.

Беручи до уваги те, що найбільш активно гравітаційні процеси, як відмічається усіма без винятку авторами, що вивчали проблему зсувів у Києві, відбувалися весною і влітку, цілком виправданим є пояснення цього режимом роботи водоносних горизонтів, що виходять на схили. Особливо виразні ці процеси у другому водоносному горизонті.

Складний рельєф території є результатом ерозійної діяльності поверхневих вод, що актуально і в наш час. Основною артерією, по якій виносився матеріал, була р. Либідь. Геологічні дані свідчать, що глибина врізання Либеді (як і Дніпра) на початку четвертинного періоду була більше, що зумовлено загальним зниженням Чорноморського басейну. При цих умовах руйнування верхніх глинисто-піщаних горизонтів і винос матеріалу були особливо активними. З базису ерозії активність процесів понижлася. В подальшому, в історичний період, без втручання людини на даній території був вироблений стійкий режим стоку, розвиток схилів у басейні Либеді набув форм повільної еволюції [1, 4]. На сьогоднішній день верхів'я її розташоване в межах моренно-зандрової рівнини (її витік знаходиться за 250 м від залізничної станції Борщагівка), середня та нижня течії перетинають розчленовану поверхню лесової рівнини. Верхів'я долини Либеді відрізняється неглибоким (до 25—30 м) ерозійним врізом, проте початок річки — це бетонні і закриті канали, шириною 0,5—0,7 м та глибиною до 1,0 м. Простягаються вони до шляхопроводу Повітроф-

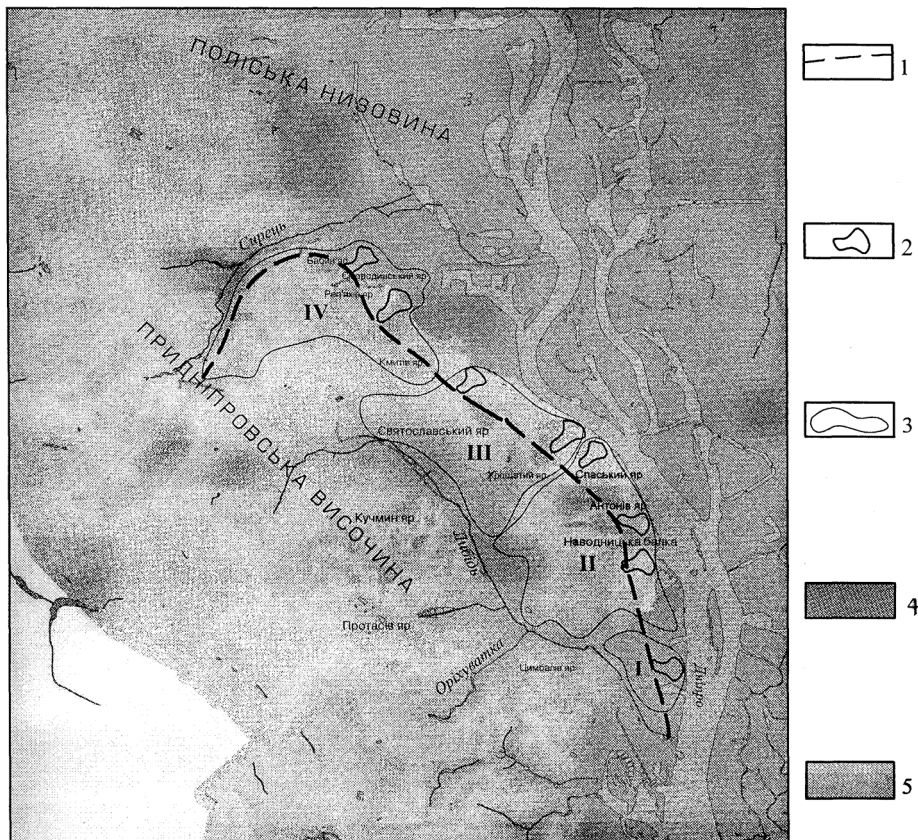


Рис. 1. Схема розвитку гідрографічної мережі на правобережній частині Києва [6]

1 — водорозділ водозборів Либеді та Дніпра за поверхневим стоком; 2 — схили річкових долин, на яких розвиваються ерозійно-гравітаційні процеси; 3 — границі ділянок на межиріччі Дніпра і Либеді, відчленовані їх притоками: I — Видубицька, II — Печерська, III — Старокийівська, IV — Куренівська; 4 — низовинні ділянки; 5 — височинні ділянки

лотського проспекту вздовж насипу залізниці (правий берег) та автомобільних гаражів й автошляхом (лівий берег). У районі Повітрофлотського проспекту Либідь приймає праву притоку і зникає у тунелі. Права притока тут представлена колектором прямокутної форми розміром 2—3 м. І лише на декількох ділянках (від вул. Комінтерну до маргаринового заводу та від Стратегічного шосе до мосту на Столичному шосе) Либідь приймає природне русло. В будові Либеді чітко виражена права асиметрія. В середній та нижній течіях глибина врізу долини досягає 80—90 м. Довжина річки становить 16,05 км, а площа водозбору — 66,2 км². В прирусловій частині ширина її істотно зменшується, збільшується крутість схилів, що пояснюється проривом через локальне підняття. В будові долини

р. Либідь бачимо заплаву і три надзаплавні акумулятивні тераси. Морфологічні елементи долини в умовах міської забудови (урбанізованість території басейну — 80,4% загальної площі) виражені не завжди чітко, уступи терас часто сплановані.

В цілому русло річки спрямлене, закріплене бетоном, тобто каналізоване. Довжина таких ділянок становить 95%. Штучний канал здебільшого має прямокутну форму шириною від 4 до 10 м та висотою 2—3 м, що захищає прилеглі території від ерозії [10].

Характерні процеси наступу Дніпра на правий берег спостерігаються постійно (останнім часом цьому сприяє діяльність людини), що призводило до періодичного порушення водоносних горизонтів. Розкриття делювіальних чохлаів, що перекривали другий водоносний горизонт, обумовило змен-

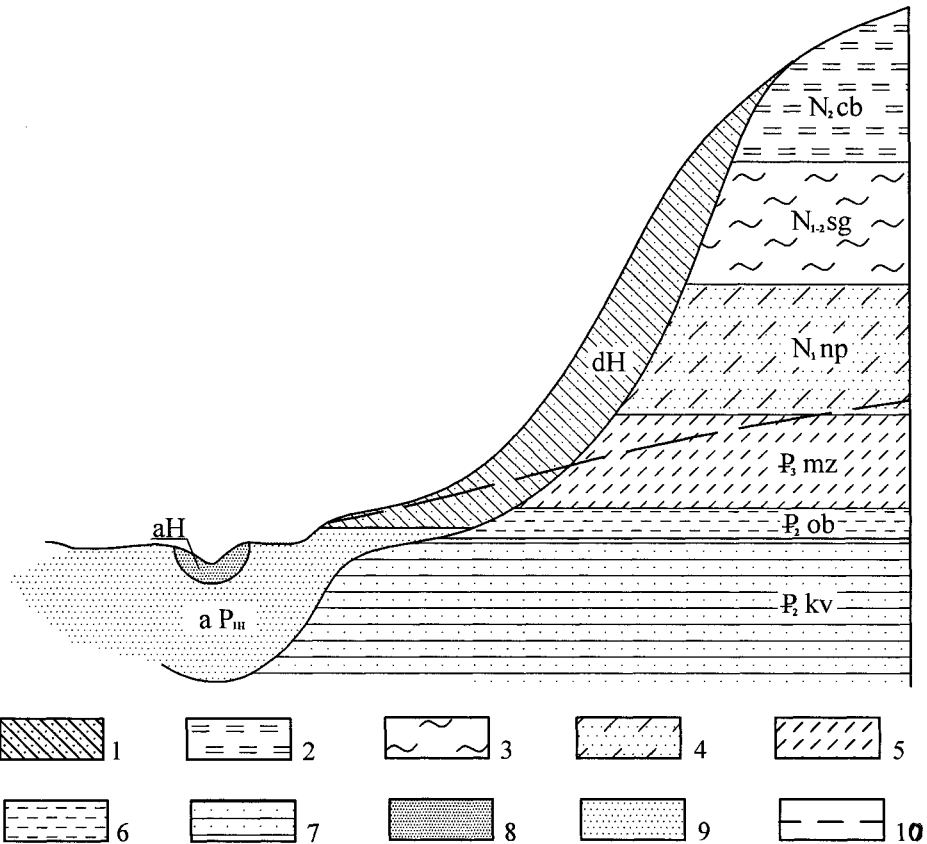


Рис. 2. Схема перекриття водоносного горизонту в долині р. Либідь

1 — схилі відклади; 2 — глини червоно-бурі; 3 — глини строкаті; 4 — піски та пісковики; 5 — піски та алеврити; 6 — алеврити; 7 — глинисті мергелі; 8 — річковий алювій; 9 — алювіальні відклади заплави; 10 — рівень ґрунтових вод

шення площі підземного водозбору Либеді, що спричинило зменшення водності річки. Збільшився ріст ярів на схилах Дніпра. Можливо, що в розвитку ярів головну роль відіграли джерела другого водоносного горизонту. Джерела цього горизонту дають значний суфозійний винос дрібних фракцій ґрунтів, що веде до виникнення суфозійних печер, які ростуть під кутом до схилу, концентруючи в цьому напрямку підземний стік. Просідання та провали на суфозійних печерах призводять до концентрації над ними також поверхневого стоку, що дає початок регресивному росту ярів і з цим пов'язаних зсувів, опливу та обвалів. Із збільшенням кількості ярів роль джерел другого горизонту та їх вплив на зсувні процеси (зсувні цирки) менш суттєва. Часто саме джерело перекривається зсувними масами, утворюється місцевий підпір водоносного горизонту, вода розповсюджується по всьому тілу зсувних ґрунтів, і в умовах нормального ви-

паровування і присутності рослинного шару надмірного їх зволоження не спостерігається. Лише у весняно-осінні періоди зсувні породи насичуються в надлишку підземними та поверхневими водами і дають значні виноси ґрунтів. Зсув порід у яру може спричинити розкриття діючого раніше джерела, що призводить до посилення суфозійної діяльності й активізації активності зсувних мас в усьому зсувному масиві та на його схилах. Проте підземні води другого водоносного горизонту та їх дренажування на схилах не впливає безпосередньо на процеси, що відбуваються у верхній частині схилу над шаром строкатих та бурих глин. Тут у зсувних процесах беруть участь в основному лессові породи та делювіальні відклади, що перекривають вихід першого водоносного горизонту [2, 4].

Роль дренажування на схилах підземних вод другого водоносного горизонту на Видубицькій ділянці та на інших ділянках по бе-

регах Либеді в розвитку зсувів по схилах зовсім незначна. Сьогодні про розміри зсувів, що відбувались раніше, ми маємо відомості лише з описів. Л. С. Лічков у 1905 р. описав зсуви на Панкратівському узвозі, Володимирській горі і в Царському (Миському) саду, звідки вниз сповзло кілька сотень кубічних метрів землі. На Володимирській горі площа зсувів досягла 300 м², причому сила сповзання була така велика, що одне з дерев розірвало наполовину [8]. Такі явища можуть бути викликані поверхневими зсувами ґрунтів на схилах. Таким чином, підземний стік на рівні контакту мергельних глин київської світи і перекриваючих пісків у місцях їх розвантаження на схилах при порушенні сталою режиму в початковий період до вирівнювання напірних градієнтів супроводжується механічною суфозією. Тривала робота джерел у такому режимі призводить до утворення суфозійних виїмок та промивин, а також до формування зон з більш однорідним за зернистістю складом і підвищеним коефіцієнтом фільтрації. Виникнення зон з підвищеним коефіцієнтом фільтрації — явище, характерне для присхилових ділянок плато. Особливо для крутих схилів Дніпра на Старокиївській та Сирецько-Подільській ділянках.

Зростання суфозійних пустот можливе при штучному водозаборі з пісків, що складають товщу над мергельними пісками. При відкачуванні води з другого водоносного горизонту кількість твердого осаду становило близько 1 м³ на 300 м³ води [3].

Історичні дані, описи міста, рисунки, матеріали про забудову та реконструкцію, топографія міста — все це дозволяє відновити приблизне розташування гідрографічної мережі. Існуючі матеріали дали можливість пояснити це зміною режиму підземних вод.

В перший період існування м. Київ з V по XIII ст. забудова проводилась в основному на Старокиївській ділянці. На всіх інших ділянках були лісні масиви. Підземні горизонти зони активного водообміну добре дренивались на схилах. Можна говорити, що рівень води в другому водоносному горизонті був тоді нижче існуючого сьогодні як завдяки природному дренажу, так і наявності лесів. Вода в масиві утримувалась в зоні аерації. Басейн Либеді був більшим, ріка була повноводнішою. Водоносний го-

ризонт прорізався та дренивався такими джерелами: Наводницьким, Кловом, Глибочцею, Киянкою, Юрківським.

В другий період існування Києва, що умовно охоплює п'ять століть — XIII—XVIII ст., суттєвих змін рельєфу та гідрографічної мережі не було. За цей період є дані з топографії у вигляді зарисовок та планів. Цікавим є рисунок загального виду Києва із боку Дніпра 1651 р. голландського художника А. Вестерфельда. На ньому видно, що схили на ділянці Лаври були без рослинності, показано яри, безпосередньо біля схилу була широка заплавна тераса Дніпра. На плані Києва 1695 р., складеним підполковником Ушаковим, майже по брівці обриву на Старокиївській ділянці видно кам'яні кріпосні стіни, що може свідчити про дуже слабке протікання схилових процесів. Ситуаційні плани 1750—1752 рр. Печерська, старого міста та Подолу показують розташування деяких громадських і культових об'єктів безпосередньо в зоні, що відноситься зараз до зсувонебезпечної. Це говорить про те, що питання безпеки зсувів у той час не ставились. На перспективному виді печерської частини Києва 1783 р. показана Печерська фортеця з глибоким рівчаком, заповненим водою, передмістя фортеці з комплексом Микільського монастиря. Гідрографічна мережа в період XIII—XVIII ст. була дещо змінена. Всі згадані природні дрени працювали. На деяких перспективних планах на місці так званих "зсувних цирків" показані яри з джерелами по дну, що дренивали другий водоносний горизонт.

Значні зміни, пов'язані з міським будівництвом, відбулися в третій період існування міста — 1800—1917 рр. У цей період в зв'язку із забудовою усєї згаданої території було вирубано зелені масиви вздовж схилів Либеді, Клова, Глибочиці. Зникають з карти міста як струмок Клов, так і його притоки — Хрещатицький струмок і Козине болото, Глибочиця з Киянкою, Юрківський струмок. Будуються Володимирський (Олександрівський, 1849 р.), Дніпровський (Миколаївський, 1860 р.) узвози. Обидва узвози будувались довго і в складних умовах. В зв'язку з будівництвом Дніпровського узвозу були виконані дренажі, в тому числі і дренажна щілина довжиною близько 650 м, що дренивала другий водоносний горизонт (система № 17).

Більшість ярів та балок на правобережній території Києва, що "відкриваються" у бік Дніпра, Либеді чи інших дрібних річок, по яких протікали колись струмки, були або засипані, або сплановані. Над підземними струмками на окремих ділянках побудовані житлові будинки, розташовані вулиці, паркові зони [5]. Побудований в 1854 р. підвісний міст та набережне шосе, прокладення в основі діючих ярів на шляхах розвантаження яружного виносу, в якійсь мірі привели до зміни режиму поверхневого та підземного стоків. Функціонування шосе періодично весною ускладнювалось яружними виносами, що приводило до повного його перекриття і припинення роботи транспорту. Гостро постало питання ліквідації цих явищ. До розв'язання цих питань були залучені вчені та спеціалісти. Збільшення кількості зсувів на Володимирській та Андріївській горах створило проблему зміцнення схилів.

Природний режим дренажу другого водоносного горизонту був суттєво порушений як на схилах Дніпра, так і на схилах Либеді. В зв'язку з вирубкою лісу на Печерській та Старокиївській ділянках змінилися умови живлення підземних вод. Велика кількість води із зони аерації почала надходити у водоносні горизонти, засипка ярів ускладнила їх природний дренаж, особливо на Печерській ділянці по схилах Либеді. В той же час умови дренажу якоюсь мірою були покращені інтенсивною кар'єрною виробкою мергельних глин київської світи на Видубицькій та Подільській ділянках.

На початку цього періоду підземні (перші) від поверхні водоносні горизонти були основним джерелом питної води для міста. В 1817 р. в місті було 54 колодязя і два кам'яних фонтани. Цікаво відмітити, що обидва ці фонтани — фонтан "Самсон", що на Подолі на початку Фролівської вулиці, і фонтан біля пам'ятника Магдебурзькому праву, живились водою з другого водоносного горизонту, з джерел, що дренажують цей горизонт.

В цей період було поставлено питання про використання (1883 р.) вод другого водоносного горизонту для потреб міста. Однак дослідження джерел, що живили ці фонтани — Бусловський, в долині Либіді та інші, показали, що вони дають недостатньо води.

Спроби влаштувати свердловини для відбору води з другого водоносного горизонту (1895 р.) були невдалими.

В цей період як протизсувні заходи застосовувались поглинаючі колодці з перепуском води з першого водоносного горизонту в другий. Є свідчення про вказівки будівництва таких колодців на Печерській ділянці (район Міського парку) і на Старокиївській (район Володимирської гірки). Наприкінці 1907 р. в Києві на Володимирській гірці за пропозицією С. Г. Коклика почалося будівництво протизсувних штольневих дренажів з дренажуванням підземних вод першого водоносного горизонту на бурих глинах. Як відмічав сам С. Г. Коклик, найбільш раціональним способом врегулювання зсувів та обвалів на Володимирській гірці, де насамперед було вирішено провести укріплювальні роботи, є влаштування галереї для водовідведення або штольні. Була запропонована саме штольня, а не нагорна канава, бо водоносний пласт знаходився на глибині 23,4 м. На той час (з 1885 до 1915 р.) були зафіксовані зсувні явища, що наводяться Л. С. Лічковим за даними міської управи. Згідно з цими даними, зсуви зайняли площі понад 100 десятин (110 га), при цьому зруйновано вісім кам'яних та 24 дерев'яних оселі. Місто та приватні особи зазнали значних збитків. Про ефективність здійснених протизсувних заходів говорить так: "...На Володимирській горі майже всі дренажі, влаштовані до цього часу, були закладені в видах економічних мілкіше, ніж треба було, тому й не задовольняли своєму призначенню. Кореспонденти відзначали безкорисність цих дренажів, побудова яких була непотрібною витратою коштів" [8].

Загалом, розглядаючи впливи водоносних горизонтів, що дренажуються на схилах Дніпра, слід брати до уваги схеми перекриття цих виходів схиловим делювієм, що ускладнюється зсувними відкладами (рис. 3). Розглядаються чотири схеми перекриття, в яких спостерігається вільний вихід джерел на схил (варіант а), а також фільтрація джерел через делювіальну призму (варіант б). У варіанті в відбувається підпір водоносного горизонту делювіальною призмою, а на схемі г показані джерела, що переливаються через делювіальну призму. На схемах коефіцієнт К — це коефіцієнт фільтрації.

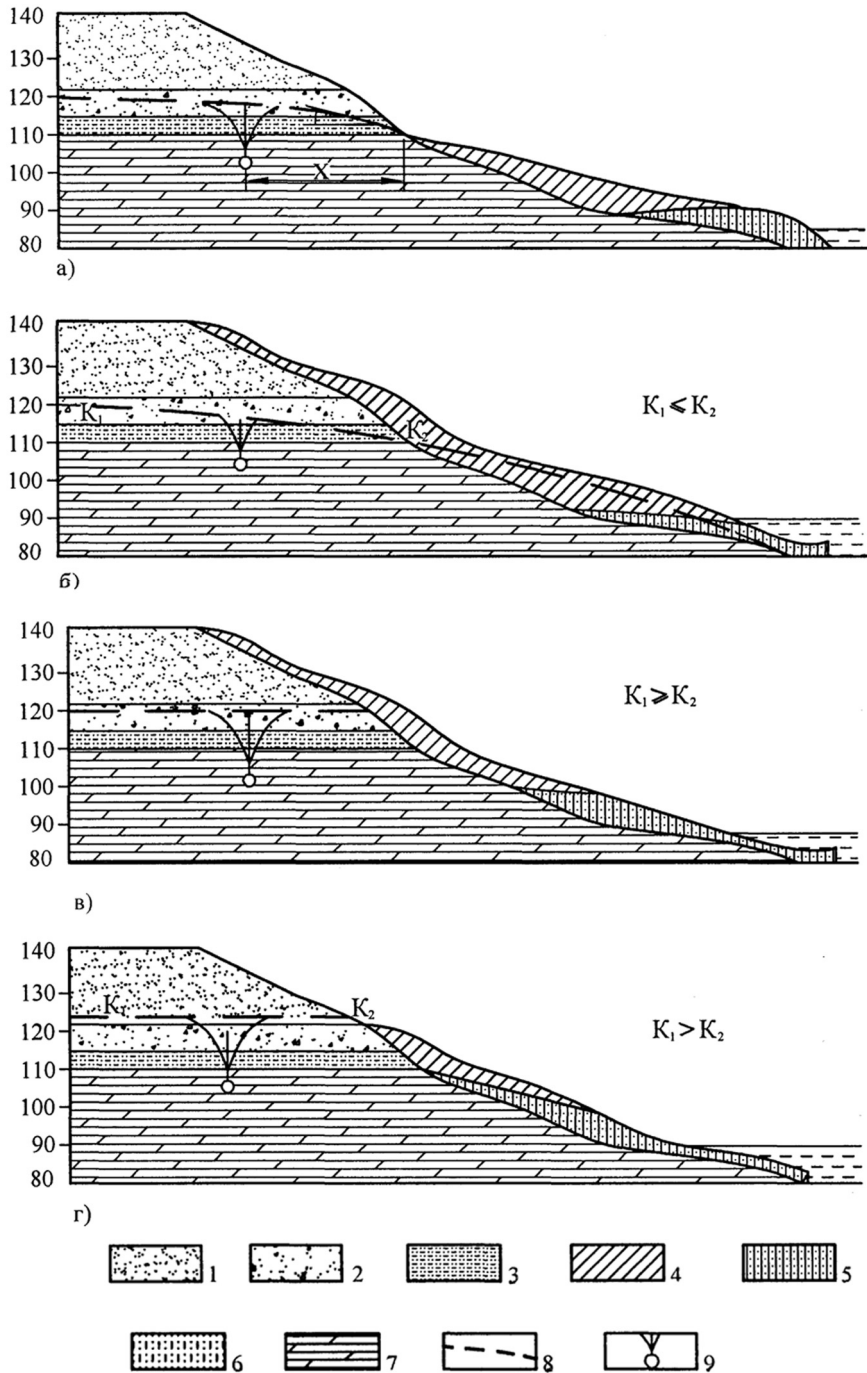


Рис. 3. Схеми перекриття контактів водоносних і водоупорних горизонтів делювіальною призмою на схилах

1 — піски полтавські; 2 — піски харківські; 3 — алеврити; 4 — схиловий делювій; 5 — яружний алювій; 6 — річковий алювій; 7 — глинисті мергелі; 8 — рівень ґрунтових вод; 9 — дренажна штольня

Далеко не повний огляд робіт, виконаних за період 1800—1917 рр. на території Києва, доводить, що багато з них істотно вплинули на режим дренажу водоносних гори-

зонтів, а в окремих випадках стали причиною активізації зсувів. Цікавими є явища масових зміщень породних мас у другій половині XIX — на початку XX ст. на так званій

"центральной зсувній ділянці" — береговий схил Дніпра від Поштової площі до Лаври, де нараховується 28 "зсувних цирків". Професор Б. Л. Лічков пише про це так: "Из больших рукавов (Днепра) здесь особого внимания заслуживают Черторой и продолжение его Русановский залив у Киева. В частности в Черторой, имеющий вместе с Русановским заливом длину 10 с лишним верст (10,66 км), едва не ушло под Киевом главное русло Днепра; чтобы сохранить его вблизи города пришлось предпринять специальные работы по урегулированию течения Днепра, закончившиеся полным уничтожением Чертороя поперек которого была устроена плотина" [9]. Таким чином, ерозійна діяльність Дніпра біля правого берега на центральній ділянці була штучно підсилена. Період з 1917 р. і до сьогоднішніх днів є періодом планомірного проведення заходів з дренавання підземних вод.

1. Барщевский Н. Е., Купраш Р. П., Швыдкий Ю. Н. Геоморфология и рельефообразующие отложения района г. Киева. — Киев: Наук. думка, 1989. — 188 с.
2. Борейко В. Ф. Про геоморфологічну будову Дніпровської долини // Фізична географія та геоморфологія. — К., 1978. — С. 129—137.

3. Грубрин Ю. Л. Балково-яружні форми правобережжя Київського Придніпров'я // Вісн. Київ. ун-ту. — 1960. — № 3, вип. 1. — С. 55—60.
4. Демчишин М. Г. Про роль відкладів київської світи в розвитку берегових схилів Дніпра в межах м. Києва // Доп. АН УССР. Сер. Б. — 1981. — № 8. — С. 20—23.
5. Демчишин М. Г. Геологическая среда Киева // Геол. журн. — 1991. — № 2. — С. 14—24.
6. Екологічний атлас Києва / Керівник проекту Сидоренко О.А. — К.: ТОВ "Агентство Інтермедіа", 2006. — 60 с.
7. Коклик С. Г. Подземные воды г. Киева. — Киев, 1909. — 127 с.
8. Лічков Л. С. До питання про режим зсувних явищ в районі розташування м. Києва та його околиць // Геол. журн. — 1938. — № 3. — С. 3—10.
9. Лічков Б. Л. Очерк Киевской губернии. — Киев, 1922. — С. 62—65.
10. Стецюк В., Романчук С. Київ як екологічна система: природа — людина — виробництво — екологія. — К.: Центр екол. освіти та інформ., 2001. — С. 56—57.

Ін-т геол. наук НАН України,
Київ
E-mail: geoj@bigmir.net

Стаття надійшла
30.04.09