

## МЕЛІОРАЦІЯ

УДК 631.6: 556.3: 557.4

### **ЕВОЛЮЦІЯ ГІДРОГЕОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПІД ВПЛИВОМ УРБАНІЗАЦІЇ І МЕЛІОРАЦІЯ ЛАНДШАФТУ НА ТЕРИТОРІЇ МІСТА ХЕРСОНА**

**В.О.УШКАРЕНКО** – д. с.-г. н., професор, академік УААН,  
**В.В.МОРОЗОВ**,  
**В.В.ЖУЖА** – кандидати с.-г. наук, доценти,  
**А.В.ЖУЖА** – магістрант, Херсонський ДАУ

Місто Херсон – один з обласних центрів України, розташований на правому березі ріки Дніпро в її нижній течії.

Херсон складається з трьох адміністративних районів, населення міста складає 349,6 тис. чол., щільність населення на 1км<sup>2</sup> у 1997р. – 1339чол, у 2000р. – 1298 чол. До 60% території міста «приватний сектор» – забудова садибного типу. Ця територія міста на 70% не має централізованої каналізаційної мережі.

Широкий масштаб цивільного і промислового будівництва на території міської забудови неминуче викликає порушення сформованих природних умов.

Погіршення економічного стану в Україні за останні роки призвело до повного припинення робіт з комплексного благоустрою міста Херсона. Дефіцит коштів у міському бюджеті різко скоротив планові ремонти інженерних мереж і споруд, що змушує здійснювати роботи з ліквідації різних аварійних ситуацій.

Усе це призвело до різкого погіршення інженерно-геологічного стану міського ландшафту. Сьогодні до 25% території міста підтоплене, на деяких ділянках підземні води знаходяться на глибині 0,3...0,5 м від поверхні землі. При цьому різко активізуються несприятливі інженерно-геологічні процеси і явища, підвищується аварійність інженерних комунікацій, погіршується санітарно-епідеміологічний стан у місті.

Тому завданнями нашої роботи були:

- вивчення впливу урбанізації на динаміку розвитку гідрогеологічних умов в місті Херсоні;

- аналіз і прогноз їх розвитку;
- розробка науково-обґрунтованих заходів з меліорації ландшафту міста Херсона.

Динаміка історичного розвитку міста проведена на підставі даних обласного краєзнавчого музею, інформації циклу телевізійних програм Херсонської обласної телерадіокомпанії, а також літературних джерел [6;7].

Вихідним матеріалом для вивчення інженерно-геологічного стану в місті були дані вишукувань Херсонської філії інституту "Кримгеологія", а також матеріали власних досліджень, виконаних науковими співробітниками проблемної лабораторії еколого-меліоративного моніторингу ХДАУ.

На території міста Херсона проводилися вишукування методом інженерно-геологічної зйомки окремих ділянок. При цьому вивчалися: деформації будинків та інших інженерних об'єктів, ділянки прояву сучасних інженерно-геологічних процесів і явищ, відзначалися виходи підземних вод і відбиралися проби, аналізувалися види і стан рослинності на підтопленій території міста, було пробурено ряд свердловин, відібрані зразки для вивчення розподілу солей у зоні аерації і проби підґрунтових вод.

У проблемній науково-дослідній лабораторії екомоніторингу вивчався сольовий склад порід зони аерації методом водяної витяжки, а також аналізувався сольовий склад підземних вод. За загальноприйнятими методиками визначалася мінералізація та іонний склад підземних вод.

Дані про мінералізацію і хімічний склад підґрунтових вод на території міста використані у мережі спостережуваних свердловин.

У геоморфологічному відношенні місто Херсон розташовано у межах Причорноморської низовини, в умовах вододільної рівнини, ускладненої терасами і схилами р. Дніпро, заплавами р. Кошова, р.Верьовчина, балками Засипна, Молочна, Каторжна.

Вододільна рівнина займає майже всю територію м. Херсона. Поверхня рівна, слабо похила з півночі на південь та зі сходу на захід.

Абсолютні позначки поверхні коливаються від 53,0 м на південному сході до 15,0 м на заході. Схили річкових долин і балок займають підпорядковане значення, це ділянки з ухилом від 0,001 до 0,1, абсолютними позначками від 40м на південному сході до 8м на заході.

Заплава рік Дніпро і Кошова витягнулася вузькою смугою 100...300м уздовж правого берега. У геологічній будові заплави з поверхні переважають піщані відкладення.

Північна частина території м. Херсона – рівна безстічна рівнина. У центрі її знаходиться “Херсонський под” площею близько 400 га. На території поду вся льосова товща оглеєна.

Для досліджень найбільший інтерес являла будова товщі гірських порід від денної поверхні до регіонального водоупору, що розділяє зони активного й утрудненого водообміну підземних вод.

Регіональний водоупор представлений глинами сарматського ярусу (N<sub>1s</sub>). Потужність водоупору коливається від 10 до 30 м. Позначка покрівлі мінус 115...мінус 200 м, глибина залягання – 140...220 м .

Товща відкладень від денної поверхні до водоупору представлена такими геолого-літологічними комплексами порід (зверху вниз):

- четвертинними нижньо, середньо, верхньоплейстоценовими та голоценовими суглинними відкладеннями потужністю до 20м;
- пліоценовими відкладеннями куяльницького ярусу (N<sub>2к</sub>) потужністю 26-28м.
- міоцен – нижньопліоценовими відкладеннями понт-мэотис-сарматського ярусів (N<sub>2рп</sub>-N<sub>1</sub> S<sub>2-3</sub>) потужністю близько 100м.

Формування сучасного геоморфологічного вигляду району досліджень нерозривно пов'язано з його геологічним розвитком, що було зумовлено новітніми фізико-геологічними умовами та кліматом.

Кінець неогену характеризувався регресією моря і переходом вивченої території в континентальний режим опадонакопичення[3,8].

Породи четвертинного періоду на території м. Херсона представлені класично – трьома фаціями льосу [3].

Відкладення льосовидного суглинку протягом антропогену відбувалося дискретно в періоди зледеніння, в інтергляціали на льосах, відбувалося ґрунтове перетворення відкладеного шару в умовах клімату інтергляціалу[3,4].

Льосові породи характеризуються такою будовою:

- Нижня фація – верхньонеогенові та ранньочетвертинні червоно-бурі суглинки від легко-глинистих до важкосуглинистих за механічним складом. Підшва червоно-бурих суглинків практично рівна, потужність непостійна від 3 до 8м, місцями спостерігаються вікна. Шар червоно-бурих суглинків на території міста місцями прорізаний ерозійною мережею: ріками, а також балками та ярами. В інженерно-геологічному відношенні важкий льосовидний суглинок червоно-бурої фації слабпросідаючий. Коефіцієнт фільтрації 0,005 ... 0,0005м/сут. На території міста

Херсона цей шар є водоупором, на якому формується горизонт підґрунтових вод.

- Середня фація представлена льосом червонясто-палевим, середньосуглинистого механічного складу. В інженерно-геологічному відношенні льос даної фації відноситься до другого типу просадочності.
- Верхня фація представлена льосом палевим, середньосуглинистого механічного складу. Відкладення льосу відбувалося у верхньому плейстоцені та голоцені, клімат інтергляціалів відповідав сучасному. Кора вивітрювання сіалітна лужна.

За просадочністю льос відноситься до другого типу. Коефіцієнт фільтрації у вертикальному напрям 0,5...1 м/сут., у горизонтальному – приблизно в два рази нижче.

Відкладення льосового пилу в періоди гляціалів відбувалося в умовах вкрай сухого холодного клімату. Подібні фактори утворення неминуче визначили специфіку будівлі масивів льосового ґрунту:

- наявність викопних ґрунтів;
- велика кількість тріщин усихання;
- наявність порожнин кріотурбацій.

Викопні ґрунти добре маркують усю льосову товщу, виділяючи зміну теплих ритмів утворення холодними. В інженерно-геологічному відношенні горизонти викопних ґрунтів менш просадочні, мають менший коефіцієнт фільтрації. За наявності інтенсивного інфільтраційного живлення на цих горизонтах може утворюватися верховодка.

Тріщини усихання утворилися в товщі субаеральних відкладень при зміні вологих теплих ритмів сухими холодними. Вони мають у плані тетрагональну форму, чітко виражені вертикальні стінки, порожнини між якими заповнені вищерозташованим матеріалом полегшеного механічного складу, карбонатами кальцію, щітками гіпсу. Густина стояння тріщин на 1метр від одиночних до десяти і більше[8].

Кріотурбації утворилися в умовах холодного сухого клімату, являють собою псевдоморфози зминання з розривами видавлювання. Тріщини кріотурбації мають нерівні стінки, у них відсутня закономірність розкриття тріщин. Орієнтація кріотурбацій переважно перпендикулярна, проти напрямків вітру, який переважав в період відкладення лесового пилу. В епоху гляціалів переважав вітер південно-східного напрямку, тобто для м. Херсона кріотурбації зорієнтовані майже перпендикулярно руслу Дніпра в межах міста. Тріщини усихання і кріотурбації у льосовій товщі виконують роль природних колекторів, підвищуючи дренажність території.

Місто Херсон було засновано в 1778 році згідно Указу імператриці Катерини II. Місто будувалось як фортеця – форпост Російської імперії на південних кордонах. До 1792 року місто в основному сформувалось. Херсон являв собою укріплену фортецю, що розмістилася на площі близько 200 га. Місто – фортеця розташовувалося між двома глибокими ярами, що проходили по нинішнім проспектом Ушакова і територією кондитерської фабрики ім.Войкова. Фортеця була історичним центром міста, основні магістралі проходили уздовж берегової лінії, другорядні – перпендикулярно берегу. На схід фортеці розташовувався Військовий форштадт (Военка) – він витягнувся вузькою смугою уздовж берега, це найперший хаотично забудований район міста. Північніше знаходилися млини провіантські (Млини), на захід був великий сад – нині парк ім. Леніна, за ним Купецький форштадт, магазини і склади – вулиця Суворова.

Херсон другої половини 18 століття був великим торговим центром, що нараховував з гарнізоном до 20 тис. чоловік, забудова переважно одноповерхова, будинки дерев'яні, саманні, зрідка кам'яні. Для водопостачання міста було вирито три колодязі глибиною до 80 м. Подача води здійснювалася паровою машиною, централізованої каналізації не було[6; 7].

Використання для водопостачання міста артезіанських вод і відсутність дрібних колодязів у цей період свідчить про відсутність суцільного дзеркала підґрунтових вод на території міста.

У цілому територію, на якій у даний час розташоване місто Херсон, ми комплексно оцінюємо, як задовільно природно дреновану – з півдня, заходу, півночі ріками: Дніпро, Кошова, Верьовчина, на сході – Арештантська балка, винятком є північно-східна частина – безстічний район “Херсонського поду”.

Після заснування міст Миколаєва (1789р.) і Одеси (1794р.) Херсон втратив значення головного торгового порту і верфі півдня Росії, адміралтейство було переведено в Миколаїв, торгівля в Одесу. Херсон, по суті, спорожнів, у 1799р. чисельність жителів склала всього 1957 чоловік.

Перша третина 19 століття – час інтенсивної забудови міста. Освоюється територія: Забалківського форштадту, Грецький – росте на Північ, у два рази збільшується площа забудови Військового форштадту.

Середина та кінець 19 століття характеризуються розвитком Сухарного передмістя (від ріки Кошової до Забалки), розширенням Військового форштадту на Північ і Захід до фортеці, поява масиву забудови на місці Млинів, ріст на Північ Забалки. Незважаючи на бурхливий розвиток, щільність забудови в межах міста, як і раніше,

залишалася вкрай низькою. За даними звіту у 1872 р., чисельність жителів Херсона складала 45040 чоловік, щільність населення до 250 чол/км<sup>2</sup>.

Перше згадування про розвиток несприятливих інженерно-геологічних процесів в місті Херсоні відноситься до середини 19 століття. Вони пов'язані з підтопленням і заболочуванням окремих ділянок території міста і «прибережних магістралей». Ці процеси ми зв'язуємо з формуванням депресійних форм рельєфу в результаті осідання, а також з утворенням суцільного дзеркала підґрунтових вод на території міста і їхнього розвантаження покрівлею червоно-бурих суглинків, що не дивно у зв'язку з повною відсутністю каналізації у місті.

Нами відзначено цікавий факт – інженерно-геологічні процеси, що відбувалися, протікали на території міста в період його бурхливої забудови і відбиті в назві вулиць:

- Болотна – розташована на позначці покрівлі червоно-бурих суглинків у зоні виходу підземних вод, що викликають її заболочування.
- Засипна – розташована на позначці заплави в зоні підпору підґрунтових вод водами ріки, для усунення заболочування був відсипаний шар ґрунту каторжниками в середині 19 століття;
- Кринична – розташована тальвегом балки в зоні найбільш близького стояння підґрунтових вод.

Херсон початку 20 століття характеризувався бурхливим зростанням промисловості. У ці роки був побудований завод сільсько-господарського машинобудування, суднобудівна верф, електростанція, введений у дію водогін. Площа, займана містом, складала близько 962га (880 десятин).

Прояв негативних інженерно – геологічних процесів наприкінці 19 початку 20 століття пов'язаний із збільшенням інфільтраційного живлення підземних вод та загальним зменшенням природної дренованості, викликані засипкою ярів. Однак, у той час це явище носило, як правило, локальний характер.

У історії Херсон пережив три періоди бурхливого розвитку: 60...70 роки 19 століття, 1900...1914 роки й особливо інтенсивний розвиток приходиться на 60...90 роки 20 століття.

Бурхливий розвиток міста у 60-80 роках 20 століття призвів до появи нових районів: Шуменського, Таврійського, Північного. Значно зросла площа приватної забудови міста. Місто було практично цілком газифіковане. Поряд з цим комунальне господарство міста значно відставало.

Питомі витрати на комунальне господарство міста постійно знижувалися. Райони індивідуальної забудови каналізовані в сере-

дньому на 30%. В умовах газифікації водоспоживання на одну людину складає в середньому 200 л/доб. (а іноді доходить до 500 л/доб.). При відсутності каналізації, велика частина цієї води фільтрується в ґрунт.

Початок 90-х років характеризувався різким економічним спадом, що загальмувало і без того слабкий розвиток комунального господарства. Розмір оборотних коштів по житлово-комунальному господарству міста складав у 1944р. – 24%; у 1963р. – 17%; у 1995 і 2002 році 11 і 7% бюджету відповідно, у той час як для нормального функціонування міського господарства ця доля повинна скласти не менше 40 відсотків. Поряд з цим 1995-1999 роки характеризувались великою кількістю атмосферних опадів до 580-650 мм/рік, що перевищувало норму майже у два рази. Сукупність цих факторів в 90 роках призвела до різкого підйому рівня підґрунтових вод особливо: за депресійними формами рельєфу: Таврійський мікрорайон; у зонах баражного впливу водопору і розвантаження підземних вод: Північний мікрорайон; у місцях зосередженого живлення; Комбайновий завод, залізнична станція, район “Млинів”. Вода в багатьох місцях піднялася до глибини менше 2м від поверхні, а місцями вийшла на поверхню. Різке погіршення гідрогеологічного стану на території міста, викликало, як наслідок, погіршення інженерно-геологічної ситуації. У місті активізувалися просадні, провальні, зсувні явища.

Для розрахунку рівневого режиму підґрунтових вод, розробки заходів щодо їхнього зниження і прогнозу подальшого розвитку інженерно-геологічних процесів на території міста нами був підрахований баланс підґрунтових вод.

Інфільтраційне живлення підґрунтових вод на забудованих територіях розподіляється вкрай нерівномірно площею міста. Воно виникає в основному в місцях акумуляції атмосферних опадів, а також при надмірному поливі декоративних рослин.

Безпосередні виміри витоків води з інженерних комунікацій практично нездійсненні. Тому єдиною можливим методом визначення інфільтрації є гідрогеологічні розрахунки, і зокрема, метод балансу підґрунтових вод, рівняння якого має вигляд (1):

$$W_o + W_n + W_y + Q_n = Q_o + P_n + T + \Delta V, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (1)$$

Де  $W_o$  – інфільтрація атмосферних опадів на водопроникній частині міста;

$W_n$  – інфільтрація води від поливу рослин;

$W_y$  – інфільтрація води від витоків водогінної мережі;

$Q_n$  – бічний приток на розглянуту територію із сусідніх площ;

$Q_o$  – бічний відтік з розглянутих площ на сусідню територію;

$P_n$  – відтік у нижче розташований водоносний горизонт;

T – транспірація ґрунтових вод;

V – приріст (зміна статичних запасів).

Профіцит балансу підґрунтових вод на розглянутій території складає 2,23млн. м<sup>3</sup>/ рік, або 37,1 мм/рік.

Інтенсивність інфільтраційного живлення складає:

$V=0,102 \text{ мм/сут}=0,000102 \text{ м/сут.}$

Перевага прибуткових статей балансу над видатковими неминує викликає приріст рівня підґрунтових вод. Щорічний приріст рівнів підґрунтових вод, викликаний зміною запасів води ( $\Delta V$ ) визначається за формулою 2:

$$\Delta h = \Delta V / 10000\mu \quad (2)$$

де  $\Delta V$  – щорічний приріст рівня волого запасів 2230тис. м<sup>3</sup> чи 371м<sup>3</sup> на га

$\mu$  – коефіцієнт нестачі насичення зони аерації

$$\Delta h = 0,37\text{м.}$$

**Таблиця 1 – Розрахунок водного балансу підґрунтових вод**

Позитивні складові балансу				Негативні складові балансу			
Найменування	млн. м3/рік	мм	%	Найменування	млн. м3/рік	мм	%
1.Інфільтрація атмосферних опадів	1,45	24	10	1. Бічний відтік	0,02	0,3	0,2
2. Бічний приток	0,03	0,5	0,2	2.Транспірація	2,14	35,7	17
3. Інфільтрація поливних вод	0,59	10	4	3. Переток у нижче-розташований горизонт	10,28	171	82,8
4. Витоки з водопроводу	12,6	210	85,8				
$\Sigma$	14,67	244,5	100		12,44	207	100

Хімічний склад підземних вод формується під впливом факторів: засоленість порід зони аерації, мінералізація води, що надходить, характер водного режиму і вихідна мінералізація підґрунтових вод.

Аналіз розподілу легкорозчинних солей у профілі лесового ґрунту був проведений за даними свердловини, пробуреної в районі ХБК. Це практично безстічна територія вододілу р. Дніпро і р. Верьовчина (поблизу від брівки Херсонського поду) вивчалась у 1950 році за даними Чесняка Г.Я. [9] , і ряду розвідницьких свердловин, пробурених нами приблизно на тому ж місці. Було також пробурено ряд свердловин на території незрошеної паркової зони Херсонського державного аграрного університету (ХДАУ) в



2000 році. Розглянута територія в районі ХБК характеризувалася відносно слабкою дренаваністю. У 1950 році підґрунтові води зустрінуті не були, у 1998 році дзеркало підґрунтових вод знаходилося вже на глибині 2.0 м, у 2000 році – 2.7м. За даними мережі спостережливих свердловин глибина рівня підґрунтових вод на території ХДАУ 4,5...8м.

Сольовий профіль лесового ґрунту був типовим для лесових ґрунтів і ґрунтів, що сформувалися в автоморфних умовах при задовільному природному дренажі. Розподіл легкорозчинних солей за профілем ґрунту зумовлювався його генезисом і водним режимом ґрунту. Непротивний водний режим, чергування періодів середньобагаторічного промочування на глибину 60...100см з рідкими періодами промочування на 200...300см призвело до акумуляції солей на різних глибинах залежно від їхньої розчинності. Сучасний процес соленакопичення накладався на реліктові сольові горизонти викопних ґрунтів.

Сольовий профіль льосового ґрунту складався:

- верхнім вилуженим до глибини 2.4 м лесом.
- перший сольовий акумулятивний горизонт спостерігався на глибині 3м (щільний залишок 1.3%, солей 43мг-екв/100г. ґрунту). Далі розташовувався проміжний шар від 4 до 8м із приблизно однаковим сольовим складом (щільний залишок 0,3...0,5%, зміст солей до 7,5 мг-екв/100г
- другий акумулятивний горизонт знаходився на глибині 8...12м (щільний залишок 1,1%, солей 30...35 мг-екв/100г.). Глибше 12м кількість солей знижувалося до 10 мг-екв/100г.

У верхньому горизонті переважали бікарбонати і сульфати кальцію та магнію, в акумулятивних горизонтах – сульфати кальцію і магнію. Міжакумулятивний горизонт відрізнявся підвищеним вмістом сульфату натрію.

Свердловина, пробурена приблизно в на тому ж районі міста Херсона в 2000р., мала значні зміни сольового складу порід зони аерації і показала:

- розмитість першого сольового акумулятивного горизонту;
- підтягування солей переважно хлоридів і сульфатів натрію до поверхні.

Сольовий профіль підтопленого лесового ґрунту сильно відрізняється від сольових профілів зрошуваних ґрунтів, або ґрунтів гідроморфного ряду. Зрошені ґрунти і ґрунти гідроморфного ряду відрізняє вилуженість профілю на відміну від сольової акумуляції підтоплених ґрунтів, на глибинах 60...150см. На наш погляд, подібна відмінність закономірна і пояснюється в першу чергу характером зволоження ґрунту. Ґрунти незабудованих територій зволожу-

ються фронтально, солі переміщуються під дією спадного току ґрунтового розчину. Для підтоплених ґрунтів фронтальне зволоження і спадний тік ґрунтового розчину має місце тільки в період атмосферних опадів, основна ж маса води надходить у ґрунт локально з інженерних мереж і комунікацій (до 86%), розташованих на глибині 1,5...2м, або на дільницях скупчення води і глибокого промочування ґрунту. Подібний режим зволоження практично не позначається на процесах вилуджування профілю ґрунту.

Розкрита глибина свердловин не дозволила нам проаналізувати зміну хімічного складу на глибину більше 3м. Незважаючи на це, отримані дані дозволяють зробити такі висновки:

На підтопленій території розвиваються сольові акумулятивні горизонти. Формування хімічного складу підземних вод здійснюється в основному за рахунок цих солей. Тобто підземні води насичуються переважно сульфатами кальцію, магнію та натрію.

Підтягування до поверхні солей хлоридів і сульфатів натрію пояснюється високою їхньою розчинністю й інтенсивним випаром з поверхні дзеркала підґрунтових вод. Подібне переміщення солей на підтоплених територіях неминуче викликає акумуляцію солей у ґрунті і засолення останніх. Прерогатива натрію приводить до олуджування профілю і може супроводжуватися утворенням соди.

Підтоплення є основною причиною погіршення інженерно-геологічного стану міста. Причини підтоплення міста можна розділити на дві групи: природні та техногенні.

Природні фактори:

- Геологічна будова району. Територія, на якій розташоване, м. Херсон характеризується незначною товщею відносно слабкопрониклих лесових суглинків середньо суглинного механічного складу, потужністю до водоупору близько 20м.. Водоупором є важкі червоно-бурі суглинки.
- Анізотропія фільтраційних властивостей лесової товщі. Коефіцієнт фільтрації лесового ґрунту у вертикальній площині перевищує коефіцієнт фільтрації в горизонтальній – більш ніж у 2рази.
- Кліматичні фактори – аномально велика кількість атмосферних опадів останніх років.
- Рельєф – велика частина території міста має малі ухили, що в умовах забудови робить її практично безстічною.
- Землетрус. Землетруси, як фактор, що впливає на стан гідро-геологічного стану території міста досить спірний. На території міста землетруси фіксуються рідко і порівняно невеликої сили, як «відгомони» землетрусів у Румунії. Відмічено цікавий факт: на території хлібозаводу на Східному селищі відбувся різкий

підйом рівня підґрунтових вод і затоплення підвальних приміщень після землетрусу 1986р.

Вивчена територія знаходиться недалеко від русла Дніпра на схилі балки в зоні природного розвантаження підземних вод. Імовірно, даний масив був добре природно дренаований за рахунок наявності в лесовій товщі тріщин усихання і порожнин кріотурбації. При землетрусі (сила до 4 балів) відбувся струс добре зволоженого лесового ґрунту. Ймовірно, при цьому розвилосся явище тиксотропії (миттєве розрідження ґрунту), що призвело до різкого зменшення пористості ґрунту. Таким чином, на підтопленій території при струсі зволоженого ґрунту виникає явище, аналогічне заходам технічної меліорації просадних ґрунтів (метод Литвинова).

Різде зменшення пористості викликає деформацію рельєфу, інженерних мереж, споруд. Руйнування природних дренавань зменшує дренаваність території і призводить до подальшого підйому рівня підґрунтових вод.

Землетруси, що існували раніше, не мали подібних наслідків через відсутність зволоження лесового ґрунту.

Зміна природної дренаваності масивів лесового ґрунту може спостерігатися на підтопленій території і при дії штучних струсів: ведення робіт із забивання паль, роботи ковальсько-пресового устаткування на промислових підприємствах, рух транспортних засобів та інших.

Техногенні фактори:

- Забудова території, асфальтування вулиць, навіть без водогінних комунікацій, різко збільшує живлення підземних вод і зменшує випаровування з їхньої поверхні.
- Витоки води з водогінних комунікацій. Втрати води з водогінних комунікацій терміном служби більше 20 років становлять до 30%. За нашими розрахунками цей фактор є основною причиною підтоплення міста.
- Газифікація приватного сектора без будівництва каналізаційної мережі.
- Інфільтрація атмосферних опадів. Інфільтрація атмосферних опадів відбувається через недостатньо розвинену мережу зливової каналізації та незадовільного її стану. Цей чинник є однією з основних причин високого рівня підземних вод у районі залізничної станції та комбайнового заводу.

На наш погляд, посилене інфільтраційне живлення в районі залізничної станції відбувається через відсипання під колії дресвяно-щебнистої "подушки" товщею 0,3...0,5м на поверхню льосового суглинку. На площі станції атмосферні опади цілком поглинаються дресвяно-щебнистою відсипкою, з наступною повільною інфільтра-

цією в ґрунт. Саме в цьому районі спостерігається найбільша кореляція між атмосферними опадами і динамікою рівня підземних вод.

- Баражний ефект на ґрунтові води роблять фундаменти будинків, особливо в місцях природного розвантаження потоку. Так при забудові Північного мікрорайону будинки великої довжини розташовувалися перпендикулярно схилу і перетинали рух підземного потоку.

Підтоплення значно погіршує екологічний та санітарно-епідеміологічний стан міста. Це відбувається не тільки за рахунок погіршення середовища – сирі стіни, затоплені підвали, загибель багаторічних насаджень, засолення ґрунтів, але і за рахунок погрози забруднення водоносного горизонту. Сарматський ярус неогенового водоносного горизонту є основним у водопостачанні міста. Приток сильно забруднених підґрунтових вод (через вікна, що існують у водоупорі) у неогеновий горизонт, у сполученні з могутньою депресійною вирвою, що утворилася на території міста Херсон за рахунок підвищеного відбору артезіанських вод, неминуче призведуть до погіршення якості води і забруднення водоносного горизонту. Тому, неприйняття термінових ефективних заходів щодо запобігання підтоплення міста, надалі може порушити питання про його водопостачання.

Різні комбінації як природних, так і штучних факторів підтоплення, різна їх варіабельність і інтенсивність розвитку, зумовили надзвичайну строкатість гідрогеологічного стану на території міста. Разом з тим, на території міста чітко простежується ряд закономірностей підтоплення:

На території міста області живлення підґрунтових вод є областями його поширення. У місцях зосередженого живлення відбувається утворення куполів. Радіальний напрямок потоків води зумовлюється рельєфом поверхні землі і покрівлі червоно-бурих суглинків, а також, розташуванням ерозійних врізань гідрографічної мережі.

Хімічний склад підземних вод на території міста складався в такий спосіб: *хлоридно-натрієвий* тип засолення мають води практично безстічних депресійних форм рельєфу або прибережні, із глибиною підґрунтових вод більш 10м. У центральній, північній, східній частині міста води *гідрокарбонатно-магнієві*.

На території міста Херсона відзначено такий режим підґрунтових вод:

- Період 60-х – 70-х рр. характеризувався стійким підйомом підґрунтових вод по всьому місту. На територіях міста, розташованих поблизу річок Дніпро, Кошова, Верьовчина, зріст рівня підґрунтових вод починає компенсуватися відтоком. Мінералізація підґрунтових вод у цих районах на початку 70-х років становила 10-12 г/л.

- Кінець 90-х років характеризувався подальшим підйомом рівня підґрунтових вод у центральній частині міста і компенсованим відтоком поблизу природних дренажів. Цей період характеризувався повсюдним зниженням мінералізації підґрунтових вод до 2...5 г/л.

На території міста, незважаючи на строкатість живлення, різні умови й інтенсивність дренажування, чітко простежується закономірність у розподілі рівнів, мінералізації і хімічного складу підземних вод.

В еволюції гідрогеологічного стану території міста Херсона, на наш погляд, можна виділити ряд етапів:

- В природних умовах (без антропогенного впливу), вивчаєма територія, як добре природно дренажена, не мала суцільного дзеркала підґрунтових вод, імовірноше всього підґрунтові води знаходилися на окремих масивах у районі “Херсонського поду”. З хімізму підґрунтові води зони Сухого Степу хлоридно-сульфатні, сульфатно-хлоридні або хлоридні з мінералізацією 5...12 г/л [4,12].
- Другий етап в умовах міської забудови, (19 століття, початок 20 століття) призводить до формування суцільного дзеркала підґрунтових вод хлоридно-сульфатного складу з мінералізацією більше 10 г/л.
- Третій етап припадає на другу половину 20 століття. Він характеризується бурхливою забудовою, газифікацією міста, що різко змінює умови живлення водоносного горизонту. Живлення водоносного горизонту здійснюється інфільтрацією від атмосферних опадів (мінералізація 0,1 г/л) та фільтрацією з водогінної мережі (мінералізація 1,5...2,0 г/л), середня мінералізація яких складає в середньому 1,0...1,5 г/л. Такий характер живлення підґрунтових вод разом з анізотропією фільтраційних властивостей льосових порід, призвів до утворення на території міста могутньої лінзи солонуватих вод гідрокарбонатно-магнієвого або гідрокарбонатно-кальцієвого складу на поверхні солоних хлоридно-натрієвих вод і видавлюванню останніх до місць розвантаження.

## **ВИСНОВКИ:**

Для території міста Херсона профіцит балансу підґрунтових вод складає 2,23млн. м<sup>3</sup>/ рік, або 37,1 мм/рік. Інтенсивність інфільтраційного живлення  $W=0,102$  мм/сут= 0,000102м/сут. Основними факторами, що викликають живлення підґрунтових вод є витoki з водогінних комунікацій 85,8% та інфільтрація атмосферних опадів та поливної води – 10%.

Хімічний склад підземних вод на території міста Херсона склався таким чином: *Хлоридно – натрієвий* – тип засолення мають води практично безстічних депресійних форм рельєфу із глибиною підґрунтових вод до 2м, при мінералізації 3...7г/л, або прибережні з глибиною підґрунтових вод більше 10м. У центральній, північній, східній частині міста води *гідрокарбонатно-магнієві*, мінералізація 2...3г/л.

На території міста Херсон розвиваються сольові акумулятивні горизонти лесового ґрунту. Хімічний склад підземних вод формується переважно за рахунок цих солей (сульфатів кальцію, магнію, натрію і, в меншому ступені, хлоридів натрію).

На підтопленій території відмічені процеси соленакопичення при рівнях підґрунтових вод глибше критичних рівнів. Це вказує на недоцільність використання нормативів, прийнятих для підтоплених сільськогосподарських угідь, для оцінки стану населених пунктів та необхідність подальшої доробки нормативів для цих умов.

Основними заходами з меліорації ландшафту м. Херсона і поліпшенню його інженерно-геологічних умов є розробка і впровадження радикальних гідромеліоративних заходів (штучний дренаж, реконструкція та розширення каналізаційної мережі), а також профілактичних заходів (водооблік, раціональне водокористування тощо)

#### **ЛІТЕРАТУРА:**

1. Быкова В.С. Типы лессовых пород юга Украины и их инженерно-геологическая характеристика. // Тр. Лаборатории гидрогеологических проблемм.-М.: АН СССР, 1962 – Т.56. – 116с.
2. Гринь Г.С. Галогенез лессовых почво-грунтов Украины – К., Урожай, 1969 – 218с.
3. Золотун В.П. Вопросы генезиса лессовых осадков на водоразделах южнее 48 параллели. / Генезис и плодородие почв. – Кишинев, 1976. – Т. 174. – С. 10-14.
4. Золотун В.П. Развитие почв юга Украины за последние 50 ... 45 веков. / Автореф. Дисс. На соиск. уч. Степени доктора с. – х. Наук. – К., 1974 – 73с.
5. Рекомендации по проектированию сооружений инженерной защиты от подтопления земель и населенных пунктов на орошаемых землях Украины. ДРЕНАЖ / Укргипроводхоз, Киев, – 1987г.-34с.
6. Материалы для оценки городов Херсонской губернии по указу 8 июня 1893 года. – Херсон 1908. – вып. 2. – с. 9.
7. Херсону 200 лет 1778 – 1978. Сб. документов и материалов. – К., 1978. – С. 25.
8. Эволюция ландшафта северо-востока Украины в позднем Кайнозое. – Харьковский с.- х институт им. Докучаева.- Харьков, 1989. – 89с.
9. Чесняк Г.Я. Изменение водно-солевого режима темно-каштановых почв юга УССР в условиях орошения. УНИИПА, Харьков, 1959г.