

## **ГІДРОЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ БУДІВНИЦТВА БАСЕЙНУ СТІЧНИХ ВОД У ПРИРОДНИХ УМОВАХ СХІДНОГО ПОЛІССЯ**

*С.В. Телима, канд.техн.наук;*

*Н.Ю. Ревякіна*

*( Інститут гідромеханіки НАН України)*

*Наведено результати досліджень з гідроекологічного обґрунтування будівництва інфільтраційного басейну стічних вод у зв'язку з водовідведенням забруднених вод з території логістичного центру, розташованого у Броварському районі Київської області. Показано, що при заданих параметрах басейну буде забезпечений задовільний режим водообміну між доочищеними стічними водами та водоносним горизонтом ґрунтових вод і при цьому не відбуватиметься підтоплення прилеглих територій.*

*Приведены результаты исследований по гидроэкологическому обоснованию строительства инфильтрационного бассейна сточных вод в связи с водоотведением загрязненных вод с территории логистического центра, расположенного в Броварском районе Киевской области. Показано, что при заданных параметрах бассейна будет обеспечен удовлетворительный режим водообмена между доочищенными сточными водами и водоносным горизонтом грунтовых вод и при этом не произойдет подтопления прилегающих территорий.*

*The results of the investigations of the hydroecological validation of the infiltration basin of the effluents building concerned with water removal of the polluted waters from the Logistic centre in Brovary district of the Kiev region are presented. It is demonstrated that at the given parameters of the basin will be satisfied water interchange between the tertiary treatment effluents and the ground water horizon and the submergence of the adjacent territories will not take a place at that.*

Територія розташування ділянки перспективного будівництва в адміністративному плані належить до Броварського району Київської області і знаходиться на автомобільній трасі в бік м.Прилук приблизно в 30 км від Броварів, а будівництво нового інфільтраційного басейну стічних вод передбачається на північній околиці села Красилівки [6,7].

З точки зору геоморфології, ділянка знаходиться на межі Східного Полісся та Лісостепу на Придніпровській низовині [2]. Клімат помірно–континентальний з

теплим вологим літом і м'якою хмарною зимою. Середньорічна температура становить 5 – 7°C, а середня температура найбільш холодного місяця (січня) коливається від -4,5°C до -8°C, найбільш теплого (липня) - від +17 до +19°C. Середньорічна температура повітря + 7.2 С. В середньому за рік випадає 620 мм опадів. У багатоговодні роки їх сумарна кількість інколи збільшується до 1000 мм, а в засушливі - зменшується до 300 мм. Більша їх частина випадає в теплий період року. В цілому, погодні умови літнього сезону відрізняються значним підвищенням температури за рахунок прогріву земної поверхні, більшої кількості ясних днів, рідких туманів і збільшення кількості опадів. Середня глибина сезонного промерзання ґрунтів - 0.9м.

Важливим фактором для оцінки водного балансу на ділянці є величина випаровування з поверхні землі. Зимом сумарне випаровування складає 7 – 30 мм. У весняний період воно різко зростає внаслідок збільшення радіаційного балансу і значних вологозапасів ґрунту.

Літо характеризується максимальними величинами сумарного випаровування, що пов'язано із значним зволоженням підстилаючої поверхні і складає 100 – 106 мм/міс. Перехід від літа до осені супроводжується зменшенням випаровування до 57 – 88 мм/сезон. Середньорічна величина випаровування становить 550 мм/рік [1, 2].

Ділянка досліджень розташована в межах третьої надзапальної тераси р.Дніпра. Абсолютні позначки сучасної поверхні змінюються в межах 117.3 – 121.3.

У геологічній будові району беруть участь породи архейської і протерозойської групи, палеозойської, мезозойської і кайнозойської груп.

Враховуючи ті обставини, що для даних досліджень доцільним є опис лише порід верхньої частини розрізу, які відносяться до четвертинної системи, опис нижчезалягаючих порід опускається.

Четвертинні відклади району представлені льодовиковими, флювіогляціальними, еоловими, алювіальними, алювіально-озерними і делювіальними відкладами порід. Загальна потужність четвертинних відкладів становить 40-50м.

Для даного району характерна значна водопровідність четвертинних відкладів, що сприяє активній інфільтрації атмосферних опадів у ґрунт, а при наявності окремих водотривких глинистих та мулових прошарків сприяє формуванню верховодки.

У межах даної території розповсюджена потужна система водоносних горизонтів і комплексів, що містить прісні води, які інтенсивно використовуються для водозабезпечення [1,2,5].

Розглянемо водоносний комплекс четвертинних відкладів, який представляє інтерес з точки зору будівництва інфільтраційного басейну. Усі нижчезалягаючі комплекси не будуть розглядатися, оскільки перспективне будівництво даного басейну не впливатиме на режим цих комплексів внаслідок їх регіональної поширеності та значних водних ресурсів.

Четвертинні відклади розповсюджені по всій території і представлені різними

літологічними типами порід. Цим обумовлено виділення системи водоносних горизонтів у них, які гідравлічно пов'язані між собою в єдиний водоносний комплекс.

Водовміщуючими породами комплексу є піски різного гранулометричного складу та генезису з прошарками супісів, суглинків та озерно-болотних глин [1,2,7]. Глибина залягання вод комплексу на ділянці не перевищує 5.3 м, що відповідає позначкам 114.3-116.5м. За даними випусків при пониженні 0,5 м дебіт свердловини становив 233 м<sup>3</sup>/добу, а за даними обробки матеріалів випусків з опорної свердловини № 41, розташованої неподалік від ділянки забудови, водопровідність горизонту становить у середньому 150 кв.м на добу. Водоносний комплекс четвертинних відкладів має високу водоемність і широко використовується для цілей водозабезпечення, що обумовлено високими коефіцієнтами фільтрації розташованих у нижній частині розрізу різнозернистих і крупнозернистих пісків.

Аналіз наведених вище факторів свідчить про те, що на ділянці мають місце сприятливі умови для інфільтрації атмосферних опадів та доочищених стічних вод у піщану товщу четвертинних відкладів і тому будівництво інфільтраційного басейну можна вважати цілком обґрунтованим, оскільки об'єм інфільтраційних вод буде досить незначним у порівнянні з водомісткістю горизонту, а розповсюдження впливу по площі матиме незначні розміри.

У гідравлічному відношенні четвертинний водоносний комплекс та нижчезалягаючий комплекс пліоценолігоценних відкладень становлять єдину систему, літологічна водовміщуюча товща яких представлена тонко- і дрібнозернистими та різнозернистими пісками з прошарками глин. Підшвою цих відкладів є глинисто-мергельні породи роздільного шару київської свити, які приймаються за регіональний водотривкий шар.

Враховуючи регіональний характер розповсюдження водоносного комплексу у верхній частині осадової товщі, можна припустити, що будівництво та експлуатація інфільтраційного басейну для логістичного центру суттєво не вплине на режим та динаміку ґрунтових вод на даній ділянці, що буде показано нижче. Експлуатація інфільтраційного басейну в початковий період приведе до неусталеного режиму фільтрації ґрунтових вод за рахунок впливу фільтрації стічних вод з басейну в ґрунт, який з часом стане усталеним.

Схематизуючи гідрогеологічні умови ділянки забудови, доцільно вибрати схему одношарового пласта у розрізі, необмеженого в плані. Нижньою межею області фільтрації можна вважати покрівлю слабопроникного шару київських мергелів.

На вільній поверхні ґрунтових вод задаємо граничні умови другого роду у вигляді інфільтраційного живлення ґрунтового потоку (інфільтрація атмосферних опадів плюс об'єм стічних вод мінус випаровування). За даними багаторічних режимних спостережень, величина додаткового живлення ґрунтових вод без поверхневого стоку з ділянки забудови складає в середньому 70 мм/рік (620 –

550). Перспективний інфільтраційний басейн можна розглядати в даній схемі як внутрішню граничну умову третього роду, яка відображає його взаємозв'язок з ґрунтовим потоком.

На основі аналізу висхідних даних для геофільтраційних розрахунків були вибрані такі значення геофільтраційних параметрів : потужність 45 м, коефіцієнт водовіддачі 0,35, коефіцієнт водопровідності 150 м<sup>2</sup>/добу, коефіцієнт фільтрації 3.3 м/добу, коефіцієнт рівнепровідності  $a = 428$  м<sup>2</sup>/добу, величина інфільтраційного живлення 70 мм/рік або  $1,9 \cdot 10^{-4}$  м/добу, величина додаткового живлення за рахунок поверхневого стоку мінус випаровування із врахуванням площі забудови 2.3 га та площі басейну 900 кв.м – 1.66 м / добу, об'єм стічних вод 2000 куб.м/добу.

У процесі заповнення басейну будуть мати місце дві стадії формування режиму фільтрації : початкова – змочування і кінцева – підпертого режиму.

Стадія змочування почнеться зразу ж після заповнення басейну і буде проявлятися в насиченні порід зони аерації. За відсутності протифільтраційного екрану по дну басейну цей процес пройде досить швидко.

Змочування відбувається під впливом гравітаційних та капілярних сил. Капілярні сили визначаються наведеною висотою капілярного підняття,  $H_k$ , яка діє на фронті змочування. У Таблиці 1 наведені дані стосовно тривалості цього процесу в різних умовах [4].

Таблиця 1

	$\mu$	$K_p$	$\frac{H_k}{H_0}$	Значення $t$ при		
				$\frac{m}{H^0} = 1$	$\frac{m}{H^0} = 3$	$\frac{m}{H^0} = 10$
1. Суглинки	0,05	0,05	0,5	0,7	4,1	20,08
2. Супісі	0,1	0,5	0,3	0,15	0,87	4,3
3.Мілкозер- нистий пісок	0,2	5,0	0,2	0,03	0,18	0,87
4.Крупнозер- нистий пісок	0,35	2,5	0,1	0,01	0,06	0,31

Тут  $H^0$  — висота шару води в басейні;  $K_p$  — коефіцієнт фільтрації насиченої товщі,  $m$  – потужність зони аерації,  $\mu$  - коефіцієнт водовіддачі ґрунтів у межах коливань капілярного підняття і рівня ґрунтових вод.

Як видно з таблиці, процес змочування протікає досить швидко, і якщо зона аерації представлена пісками і супісями, стадія змочування буде відбуватися при найгірших співвідношеннях основних параметрів протягом 1 – 4 діб. За наявності слабопроникного екрану по дну басейну фільтрація буде постійною і втрати з басейну теж будуть постійними. Під екраном, враховуючи його меншу проникність, фільтрація буде відбуватися при неповному насиченні.

За наявності екрану підпор може відбуватися у вільному режимі досить довго, під басейном сформується купол, ріст якого буде сповільнюватися з часом

внаслідок розтікання води вбік.

Згідно з прийнятим проектом під басейн відводиться площа 900 кв.м. Виходячи з рекомендацій щодо спорудження таких басейнів, співвідношення довжини і ширини басейну повинно бути близько 4:1 [4]. Як один із варіантів пропонується довжина басейну 60 м, ширина 15 м і глибина 5 м при проектному заповненні водою на 3м від дна басейну. Потужність слабопроникного екрану і відкосів приймається 0.5м.

При заданих параметрах басейну одинична швидкість фільтрації становитиме близько 2.2м/добу, що менше за коефіцієнт фільтрації поглинаючої товщі, який для даної ділянки становить 3.3м/добу.

Таким чином, враховуючи ті обставини, що стічні води можуть мати в незначній мірі підвищену концентрацію забруднюючих речовин, рекомендується будівництво басейну з екранованим ложем та відкосами, складеними зі слабопроникних порід з коефіцієнтами фільтрації близько 0,32 м/добу. Значення коефіцієнта фільтрації екрану визначається з умови, що об'єм стічних вод повністю фільтрується через всю площу басейну в 900кв.м у припущенні, що одинична швидкість фільтрації в ґрунт буде 2.2м/добу. Звідси, для того щоб відбувалась повна фільтрація в ґрунт для умов заповнення басейну на висоту 3.0м, коефіцієнт фільтрації екрану повинен становити не менше ніж 0.32м/добу.

У даному районі режим ґрунтових вод близький до усталеного. Оскільки технологічні умови живлення і розвантаження водоносного горизонту ґрунтових вод будуть інші у порівнянні з природним режимом, глибину залягання ґрунтових вод задаємо 5,0 м від поверхні землі, що в деякій мірі співпадає з даними по режиму ґрунтових вод, наведеними в роботах [1,2,7].

Виходячи з запропонованого варіанту проекту басейну, максимальний об'єм стічних вод при повному його заповненні складе 4500 м<sup>3</sup>. Для умов повної ізоляції води в басейні від ґрунтового потоку і без врахування інфільтраційного живлення, яке для даної ділянки вибрано 70 мм/рік або 0,00019 м/добу, час заповнення басейну до проектних відміток складе декілька діб. Слабопроникний екран дозволить сформувати постійне перетікання в ґрунтовий потік і на даній ділянці буде усталений режим фільтрації.

При заповненні басейну почнеться випаровування з поверхні дзеркала води із швидкістю 550 мм/рік або 0,0015 м/добу, що для заданої його площі складе 1.35 м<sup>3</sup>/добу, тобто у порівнянні з фільтрацією у ґрунт складова цих витрат незначна.

В цілому, витратні статті водного балансу в системі басейн–ґрунт будуть знаходитись на даній ділянці в майбутньому у відносній рівновазі. Тому повне заповнення басейну не передбачається, якщо дотримуватися технологічних умов його експлуатації.

Розрахунок надходжень та витрат водного балансу показує, що для прогнозування усталеного режиму фільтрації на ділянці при заданому надходженні стічних вод необхідно частково змінити фільтраційні властивості екрану дна басейну шляхом збільшення його коефіцієнта фільтрації до  $K_p \approx 0,35$  м/добу. Тоді

швидкість фільтрації буде близько 2.45м/добу, а загальний об'єм перетоку у ґрунтовий горизонт складе наближено 2200 куб.м/добу.

Якщо взяти до уваги процеси кольтатації відкосів і дна басейну під час його експлуатації, що приведе до незначного зниження темпів перетоку стічних вод у ґрунтовий потік в основному за рахунок зниження фільтрації у відкоси, то витратна частина відтоку з басейну складе майже 100% від об'єму стічних вод, що надходять, тобто повного заповнення басейну не відбудеться.

Прогноз впливу на навколишнє середовище показує, що через 5 років вплив роботи інфільтраційного басейну розповсюдиться по площі на відстань наближено 1768м, а через 25 років – на 4137м. При цьому рівні ґрунтових вод у межах даних відстаней від басейну будуть менші за рівень води у ньому. Таким чином, розрахунки показують, що підтоплення прилеглих територій за рахунок експлуатації басейну стічних вод логістичного центру не відбудеться.

У результаті проведених робіт з обґрунтування можливості будівництва басейну стічних вод можна зробити наступні висновки та рекомендації:

1. На основі геолого–гідрогеологічних даних по району вишукувань визначено основні параметри проектного інфільтраційного басейну.

2. Виконано розрахунки надходжень та витрат водного балансу на ділянці будівництва із врахуванням необхідності створення усталеного режиму фільтрації в зоні впливу басейну на ґрунтовий потік.

3. Враховуючи високу водоємність горизонту ґрунтових вод у межах ділянки, а також незначний об'єм стічних вод у горизонт, забруднення водного середовища на ній не відбудеться за умови виконання запроектованих заходів з очистки і доочистки стічних вод, що будуть надходити з центру в басейн.

4. Для спостереження за режимом ґрунтових вод рекомендується створити спостережну режимну мережу з не менш як трьох свердловин у напрямку руху регіонального потоку ґрунтових вод (на південний захід у бік р. Дніпра), що дозволить контролювати темпи і зміни рівнів ґрунтових вод, а також контролювати їх якість в зоні впливу фільтрації стічних вод з басейну.

5. За умови дотримання проектних рішень на даній ділянці підтоплення прилеглих територій не відбудеться.

\* \* \*

1. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. Водообмен в нарушенных условиях. К., Наукова думка, 1991. –528 с.

2. Запольский В.А. Влияние мелиорации на водный баланс Украинского Полесья / В.А. Запольский / - К.: Наукова думка, 1991. –168 с.

3. Інженерний захист та освоєння територій. К.: Основа, 2000. –344 с.

4. Кац Д.М. Мелиоративная гидрогеология / Д.М. Кац, И.С. Пашковский / - М.: ВО «Агропромиздат». –256 с.

5. Олейник А.Я., Телыма С.В. Оценка условий взаимосвязи поверхностных и подземных вод Восточного Полесья методом математического моделирования/

**Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності**

А.Я. Олейник, С.В. Телыма / Труды V Всесоюзного гидрологического съезда. Л.: 1989. – С. 328 – 336.

6. Топографическая карта «Киевская область», масштаб 1:200000. К., Киевская военно-картографическая фабрика, 2000. – 47с.

7. Висновок про інженерно-геологічні умови ділянки перспективної забудови логістичного центру ТОВ «В-ЛОГ» в с. Красилівка Броварського району Київської області. К., «Північгеологія», 2007. – 17с.

**Отримано: 18.12.2011 р.**