

ОЦІНКА БАРАЖНОГО ЕФЕКТУ ПРОТИЗСУВНИХ ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД, ЯКІ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ ЗСУВОНЕБЕЗПЕЧНИХ ДІЛЯНОК

М. О. Бондар

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2, Київ, 03035. E-mail: dei2005@ukr.net

М. М. Кризський

Київський національний університет будівництва і архітектури
пр.Повітрофлотський, 31, Київ, 03680. E-mail: knuba@knuba.edu.ua

О. Є. Кошляков

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
вул. Володимирська, 64/13, Київ, 01601. E-mail: office.chief@univ.net.ua

М. С. Мальований

Національний університет Львівська політехніка
пл. Св. Юра ¾, Львів, 79013, Україна. E-mail: mmal@polynet.lviv.ua.

Дослідження присвячені аналізу особливостей практичного застосування загальної геофільтраційної моделі для прогнозу зміни гідрогеологічних умов досліджуваної ділянки у зв'язку із реалізацією протизсувних заходів (розташуванням сітки палей глибокого занурення). Запропоновано стратегію двохетапного моделювання гідрогеологічних умов досліджуваної території. На першому етапі створюється модель території, обмеженої природними межами, які забезпечують рівність прибуткових та витратних елементів балансу підземних вод. На другому етапі на основі побудованої загальної моделі створюється більш крупномасштабна модель саме дослідної ділянки. На цій ділянці і проводилося прогнозне моделювання можливого впливу гідрогеологічних умов на інженерні споруди. Досліджується також вплив різних конструктивних варіантів інженерних споруд на гідрогеологічну обстановку.

Ключові слова: геофільтраційна модель, моделювання, протизсувні заходи, інженерні споруди.

ОЦЕНКА БАРАЖНОГО ЭФФЕКТА ПРОТИВООПОЛЗНЕВЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ОПОЛЗНЕВООПАСНЫХ УЧАСТКОВ

М. А. Бондар

Государственная экологическая академия последипломного образования и управления
ул. Митрополита Василия Липкивского, 35, корп. 2, Киев, 03035. E-mail: dei2005@ukr.net

Н. М. Кризский

Киевский национальный университет строительства и архитектуры
пр.Повітрофлотський, 31, Киев, 03680, E-mail: knuba@knuba.edu.ua.

А. Е. Кошляков

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченка
ул.Владимирская, 64/13, Київ, 01601. E-mail: office.chief@univ.net.ua.

М. С. Мальований

Национальный университет «Львовская политехника»
пл. Св. Юра ¾, учеб. корпус №8, Львов, 79013 Украина. E-mail: mmal@ polynet.lviv.ua.

Исследования посвящены анализу особенностей практического применения общей геофильтрационной модели для прогноза изменения гидрогеологических условий исследуемого участка в связи с реализацией противооползневых мероприятий (размещение сети свай глубокого погружения). Предложено стратегию двухэтапного моделирования гидрогеологических условий исследуемой территории. На первом этапе создается модель территории, ограниченной природными границами, которые обеспечивают равенство отступающих и выходящих элементов баланса подземных вод. На втором этапе на основе построенной общей модели создается более крупномасштабная модель собственно опытного участка. На этом участке и проводится прогнозное моделирование возможного влияния гидрогеологических условий на инженерные сооружения. Исследуется также влияние различных конструктивных вариантов инженерных сооружений на гидрогеологическую обстановку.

Ключевые слова: геофильтрационная модель, моделирование, противооползневые мероприятия, инженерные сооружения.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Зсуви відносяться до найбільш небезпечних екзогенних геологічних процесів, що широко розвинуті практично всюди на планеті. Вивчення, прогнозування та розрахунок

ризиків прояву зсувного процесу є важливою інженерно-геологічною та народногосподарською проблемою. Основною ціллю вивчення закономірностей розвитку та прогнозування зсувних процесів є

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

обґрунтування заходів щодо освоєння зсувонебезпечних ділянок та забезпечення безперервного функціонування природно-техногенного комплексу з точки зору екологічної безпеки території. Через недостатнє вивчення інженерно-геологічних умов геологічного середовища виконання захисних заходів часто є малоефективним, що в умовах прикладання надмірного техногенного навантаження (забудова схилів, зростання втрат із водонесучих комунікацій, тощо) зумовлює неконтрольовані зсуви породних масивів, підвищує ступінь екологічного ризику освоєння таких ділянок. Використання цих ділянок неможливе без знання закономірностей та специфічних особливостей формування інженерно-геологічних умов та прогнозу геологічних процесів в часі із урахуванням техногенних впливів на геологічне середовище.

Антропогенна еволюція природного рельєфу, в результаті якої появляються зсувонебезпечні ділянки, зводиться до трьох моментів: його нівелювання, зменшення різниці висот; поступового стирання геоморфологічних границь елементів поверхні і зникнення природного мікрорельєфу; появи форм, обумовлених техногенезом. Загальноприйнятим є підхід, який ґрунтується на закріпленні зсувонебезпечних ділянок локальними дренажами, підпірними стінками і т.п. Теоретичну основу щодо формування підходу до проведення режиму протизсувних заходів і дотримання спеціального режиму в зсувній зоні заклали узагальнюючі праці [1 - 6]. Для розрахунку стійкості схилів найбільш доцільним методом є метод горизонтальних сил Маслово-Берера, який вирізняється від інших своєю простотою та широкою практикою застосування [7, 8] і дозволяє врахувати основні особливості будови зсувного масиву та механізм зсувного процесу, а також виконувати масові розрахунки із урахуванням природного стану схилів на теперішній час та його зміною в майбутньому.

Враховуючи вкрай значне поширення зсувів у межах як України, так і її регіону актуальною є проблема інженерного захисту зсувонебезпечних територій. Стратегія народногосподарського освоєння зсувонебезпечних територій полягає у виборі таких підходів щодо взаємодії інженерної споруди із схилом, щоб запобігти виникненню техногенно - обумовлених зсувів. На ділянках, де такі зсуви можуть впливати на техногенний об'єкт, необхідно передбачити раціональний комплекс захисних заходів. Основні моделі захисних заходів можуть бути зведені до таких:

Превентивні заходи. Як альтернативне може бути прийнято рішення про зміну місця будівництва житлових та лінійних інженерних споруд. У випадках, коли перенесення наміченого або побудованого в зсувонебезпечному районі об'єкту є неможливим, розглядається варіант видалення нестійких мас ґрунту. Цей варіант вважається економічно вигідним у випадку видалення невеликих об'ємів слабких ґрунтів, що залягають на незначній глибині.

Зменшення зсувних сил. Оскільки стійкість відкосів у ґрунтах залежить від умов рівноваги зсувних та утримуючих сил, проектування навантаження на схил слід вести в напрямку забезпечення належного запасу стійкості проти сил, що викликають зміщення ґрунту. Зсувні зусилля мають переважно гравітаційний характер і залежать від маси ґрунту та його вологовмісту. З усіх можливих заходів щодо укріплення схилів із існуючими та можливими зсувами найбільш важливим є дренаж, який сприяє зменшенню ваги нестійких мас і зміцненню ґрунтів, що складають відкоси. Іншим способом зменшення зсувних сил є часткове розвантаження тіла зсуву шляхом видалення із його верхньої частини достатньої кількості ґрунтових мас (зменшення маси) і тим самим підвищення стійкості зсуву.

Збільшення утримуючих сил є третім основним напрямом стабілізації відкосів у ґрунтах. Існують два підходи до розв'язання цієї задачі:

а) балансування зсувних напруг за допомогою сил, прикладених із-зовні або протидія ним (контрфорси або утримуючі призми, палеві та анкерні пристрої);

б) зміцнення ґрунтів (підземний дренаж, хімічна обробка, електроосмос, термічна обробка тощо).

Проектуючи контрфорси або утримуючі призми для забезпечення стійкості відкосу, як правило передбачають нагромадження достатнього об'єму насипних мас у підшві нестійкого масиву ґрунту, який може запобігти його подальшому переміщенню. Контрфорс проектується таким чином, щоб збільшити утримуючі сили поблизу підшви відкосу до розмірів, що забезпечують відповідний коефіцієнт запасу стійкості.

Метод хімічної обробки ґрунту полягає в обробці глинистих мінералів у зоні можливих зсувів концентрованими хімічними розчинами. Склад розчинів залежить від мінералогічних особливостей глинистих частинок у ґрунті та гідрогеологічних умов зсувного масиву. В результаті застосування такого методу міцність ґрунту на зсув може збільшитися на 200-300%. Електроосмос є одним із способів, за допомогою якого вдається ефективно збільшити міцність ґрунту на зсув в натурних умовах. Цим способом викликається міграція порової води в ґрунті між встановленими в ньому електродами. Втрата порової води приводить до консолідації ґрунту, і як наслідок, до збільшення фільтраційних параметрів ґрунтів. Головна мета, яка досягається термічною обробкою ґрунту – під дією високих температур – ґрунт у відкосах підтримується постійно сухим.

На практиці в багатьох випадках одночасно застосовують декілька з вищеперерахованих заходів щодо укріплення схилів та відкосів.

Реалізація на практиці стабілізації відкосів у ґрунтах методом балансування зсувних напруг за допомогою сил, прикладених іззовні (із допомогою створення інженерних споруд), приводить до зміни гідрогеологічних умов. Тому необхідним є оцінка гідрогеологічних умов досліджуваної ділянки та вивчення загальних закономірностей формування,

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

розподілу та руху ґрунтових вод, а також виконання прогнозу їх зміни в межах досліджуваної ділянки та прилеглої до неї території.

Вибір методу прогнозування гідрогеологічних умов залежить від складності геолого-гідрогеологічної будови території, ступеня вивченості, цільового призначення розрахунків. Перевага надається детермінованому гідрогеодинамічному підходу, який базується на розв'язанні диференційних рівнянь фільтрації підземних вод. Тому він має найбільшу прогностичну здатність та достовірність. Стосовно простих гідрогеологічних умов цей підхід реалізується шляхом аналітичних розрахунків, у складних умовах (які зустрічаються найчастіше) використовують метод математичного моделювання [9-12]. Застосування методу математичного моделювання дозволяє уникнути зайвої грубої схематизації природних гідрогеологічних умов, врахувати складність та розмаїтість граничних умов ґрунтового потоку і тим самим дати більш реальну оцінку впливу інженерних споруд на гідрогеологічні умови території. Детерміновані гідрогеодинамічні моделі будуються на розв'язанні крайових задачах геофільтрації. Крайова задача - диференціальне рівняння геофільтрації (рівняння математичної фізики другого порядку, еліптичного або параболічного типів) та крайові умови до нього (граничні та початкові умови). У такому розумінні моделювання - це розв'язання крайової задачі геофільтрації в стаціонарній або нестаціонарній постановках [9].

Метою досліджень є оцінка гідрогеологічних умов досліджуваної ділянки та вивчення загальних закономірностей формування, розподілу та руху ґрунтових вод, а також виконання прогнозу їх зміни в межах досліджуваної ділянки та прилеглої до неї території після реалізації протизсувних заходів

МАТЕРІАЛИ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Нами проводилась оцінка гідрогеологічних умов та закономірностей формування, розподілу та руху ґрунтових вод, а також виконання прогнозу їх зміни після реалізації протизсувних заходів для ділянки, розташованої в північно-західній частині м. Києва, в Подільському районі, на розі вулиць Вишгородської, Западинської та Осиповського (рис.1).

Ділянка відноситься до зсувонебезпечних, тому для забезпечення будівництва необхідна реалізація інженерних протизсувних заходів, які забезпечували б стійкість та надійність зведених конструкцій. Розглядалось інженерне рішення, яке полягало у створенні сітки паль глибокого занурення. Для прогнозування надійності пропонуваного інженерного протизсувного заходу необхідний прогноз зміни гідрогеологічних умов та оцінка можливого баражного ефекту (підйому рівня ґрунтових вод) після реалізації протизсувних заходів.



Рисунок 1 – Схема розташування досліджуваної ділянки (оконтурена червоною лінією)

Моделювання гідрогеологічних умов досліджуваної території проводилося у два етапи. На першому створювалася модель території, обмеженої природними межами, які забезпечують рівність прибуткових та витратних елементів балансу підземних вод. Тобто модель охоплювала площу (значно більшу за досліджуваний майданчик), на якій весь потік підземних вод, що сформувався за рахунок інфільтраційного живлення, розвантажувалася на її межах. На другому етапі, на основі побудованої загальної моделі, створюється більш крупномасштабна модель саме дослідної ділянки, на якій і проводилось прогностичне моделювання можливого впливу гідрогеологічних умов на інженерні споруди.

Гідрогеологічне моделювання проводили із використанням програмного комплексу PMWIN-5.1 Processing «MODFLOW-2000» for Windows, який дозволяє створити багатошарову модель геофільтрації типу IBM PC [9]. Математична геофільтраційна модель, що відповідає прийнятним умовам, будувалась із використанням рівняння [9 - 12]:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(kh \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(kh \frac{\partial H}{\partial y} \right) + W = 0 \quad (1),$$

де k коефіцієнт фільтрації ґрунтової товщі, м/доб; h - потужність потоку підземних вод, м; W - інтенсивність інфільтраційного живлення потоку підземних вод, м/доб; H - гідродинамічний напір (абсолютна відмітка рівня підземних вод), м.

Загальна модель охоплює площу, на якій весь потік підземних вод, що сформувався за рахунок інфільтраційного живлення на її межах, розвантажувється. Тобто, в даному випадку, площа області фільтрації, приймається від гідрогеологічного вододілу на заході до струмків та озерець у найнижчій частині рельєфу на сході. Вихідна розрахункова математична геофільтраційна модель приймалась як одношаровою. Потік підземних вод вважався безнапірним, обмеженим, стаціонарним.

На верхній межі області фільтрації приймалась гранична умова II-го роду ($q = \text{const}$), яка відпові-

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

дала інфільтраційному живленню підземних вод природного та техногенного походження. Нижньою межею був водотрив складної конфігурації - гранична умова II-го роду ($q = \text{const} = 0$). На заході та сході задані граничні умови I-го роду ($H = \text{const}$) відповідно до абсолютних відміток рівня підземних вод на цих межах. На півночі та на півдні межі проведені за лініями току, використовувались граничні умови II-го роду ($q = \text{const} = 0$).

Для розв'язання рівняння (1) застосовувався метод кінцевих різниць, тому область геофільтрації розділялась на розрахункові блоки. У зв'язку із досить великою площею ділянки, що моделювалась (майже 5 га - 5115 м), для відображення гідрогеологічних умов із найменшим ступенем схематизації розміри блоків приймалися 10x10 м. Розмір розрахункових блоків дозволяв детально відобразити конструкції інженерних споруд, що проектується. Кількість розрахункових блоків дорівнювала 5115 (930x550). схема області фільтрації в плані наведена на рис.2.

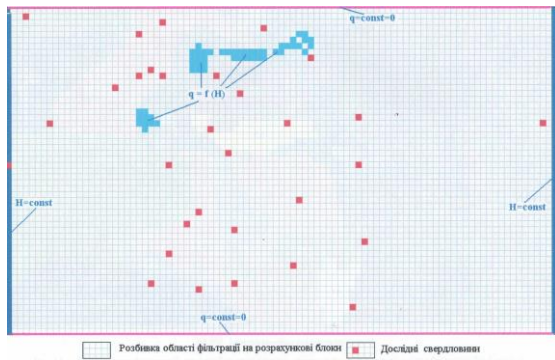


Рисунок 2 – Розрахункова схема області фільтрації в плані

Для отримання достовірних прогнозів необхідно обґрунтувати вихідну гідродинамічну схему та роль головних гідродинамічних факторів формування підземних вод. Таке обґрунтування отримують шляхом відтворення на моделі вихідної гідродинамічної обстановки та порівнянням її із реально існуючою, тобто відомою. Відтворення вихідної гідродинамічної обстановки на моделі має назву епігнозного моделювання.

Значення геофільтраційних параметрів водоносного горизонту первісно були прийняті відповідно до результатів інженерно-геологічних досліджень і на моделі задавалися у вигляді кусково-неоднорідного середовища. Уточнення необхідних параметрів відбувалося в умовах усталеного потоку методом багатоваріантного підбору: 1) значень інфільтраційного живлення підземних вод; 2) значень геофільтраційних параметрів водоносного горизонту (виходячи із можливих орієнтовних значень).

Схема інфільтраційного живлення ґрунтових вод наведена на рис.3.

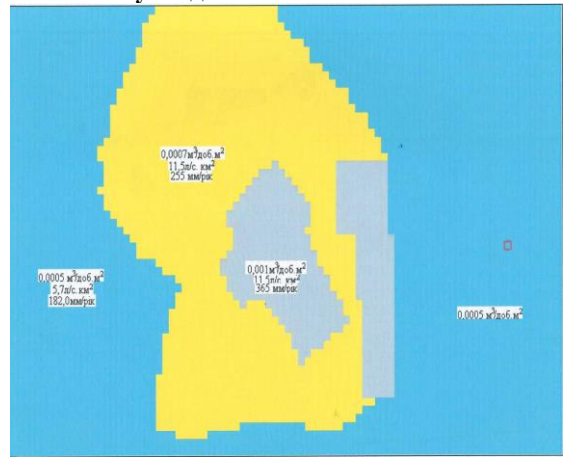


Рисунок 3 – Схема інфільтраційного живлення ґрунтових вод

Як видно із рис.3, в місцях, де відсутня інтенсивна забудова, живлення підземних вод забезпечується переважно за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, величина живлення дорівнює 0,0005...0,0005 м³/доб. У центральній частині території, де розташоване парникове господарство, сумарне надходження природних (атмосферних) та техногенних вод на рівень ґрунтових вод досягає 0,001 м³/доб.

Природна гідрогеологічна модель будувалася на основі даних інженерно-геологічних досліджень [13, 14], попередніх наукових досліджень та гідрогеологічної інформації щодо рівнів ґрунтових вод, яка міститься в базі даних гідрогеолого-геофізичної інформації м. Києва. Збіжність поверхні гідродинамічних напорів (карти гідроізогіпс), яка отримана за допомогою розрахункової геофільтраційної моделі, з існуючою природною (еталонною) наведена в табл. 1.

Як видно із табл.1, збіжність наведених даних вказує на обґрунтованість запропонованої розрахункової математичної геофільтраційної моделі (різниця рівнів дослідних та моделювання менше можливих сезонних коливань, які можуть становити ± 1,2 м). Можна вважати, що побудована геофільтраційна модель відповідає існуючим умовам формування підземних вод (природним та техногенним) на досліджуваній території (у допустимих межах) і може бути використана для подальших прогнозних розрахунків.

На досліджуваній ділянці планується будівництво багатоповерхових будівель, які встановлюються на ростверках, що опираються на палі. Діаметр паль 0,6 м. Найменша відстань між палями 1,0 м (1,6 м - між осями паль). Ростверки запроєктовані таким чином, що низ їх знаходиться вище рівня підземних вод. Таким чином їх вплив на режим підземних вод виключається. Палі, на які спираються ростверки та колони будівель занурюються в шар пісків, який залягає під водотривким шаром мергелів, глин та суглинків. Глибина занурення паль ~ 30.. 40 м. Таким чином саме поле паль перетинає потік підземних вод, і вплив їх визначається

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

розмірами самих паль (діаметр), та густиною розташування.

Таблиця 1 – Рівні підземних вод в свердловинах за дослідними даними та за даними моделювання

№ свердл.	Абс. позначка рівня підземних вод, м		
	За дослідними даними	За даними моделювання	Різниця
1-Б	131,7	131,8	+0,1
2-Б	134,1	134,1	+0
3-Б	132,1	132,2	+0,1
5-Б	124,7	124,9	+0,2
6-Б	126,6	126,2	-0,4
7-Б	123,9	124,0	+0,1
8-Б	123,5	123,7	+0,2
9-Б	121,6	121,8	+0,2
10-Б	115,2	115,0	-0,2
11-Б	122,1	122,5	+0,4
12-Б	125,3	125,6	+0,3
13-Б	93,5	93,4	-0,1
1	101,7	101,6	-0,1
2	100,9	100,7	-0,2
3	109,3	109,5	+0,2
4	125,5	125,7	+0,2
5	118,4	119,2	+0,8
6	109,0	106,5	+0,5
7	101,0	100,6	-0,4
8	101,7	101,4	-0,3
9	109,2	109,6	+0,4
10	114,0	114,4	+0,4
11	123,9	124,2	+0,3
13	111,9	112,3	+0,3
15	112,0	112,0	0
17	119,2	119,7	+0,5
20	126,8	127,1	+0,3

Загальна модель області фільтрації, у зв'язку із тим, що вона охоплює досить велику площу, має грубу розбивку на розрахункові блоки (10x10м). На такій моделі можливо відобразити лише загальні контури будівель, що проєктуються. Прогнозне моделювання проводилося для оцінки впливу поля паль діаметром 0,6 м по сітці 1,6x1,6м (між осями паль). Оскільки розбивка області фільтрації на блоки (10x10 м) не дозволяє безпосередньо на моделі (в масштабі моделі) відобразити розміри паль та відстань між ними, в масиві «коефіцієнтів фільтрації» в межах будівель були зменшені величини коефіцієнтів фільтрації водоносного горизонту до величини, яка б (умовно) відповідала водопроникності товщі із палями, розташованими на вказаній схемі. В останньому випадку визначався так званий

«приведений коефіцієнт» фільтрації під фундаментами будівель. Тобто дія ділянок із «приведеними» значеннями коефіцієнта фільтрації була аналогічною дії системи реальних паль. Результати моделювання впливу на потік підземних вод полів паль сіткою 1,6 x1,6 під будівлями наведені на рис.4.

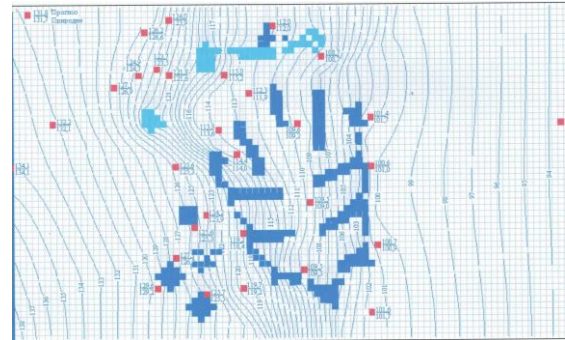


Рисунок 4 – Рівнева поверхня підземних вод внаслідок дії фундаменту на палях

Із рис.4 видно, що після встановлення полів паль за вказаною схемою під будівлями відбувається також зміна гідрогеологічної обстановки навкруги будівель. З південного заходу, звідки надходить потік підземних вод, спостерігається підйом рівня ґрунтових вод, а з протилежної сторони - зниження його. Максимальний підйом рівнів становить лише 0,8 м, а максимальне зниження - 0,4 м. Площа розповсюдження цих змін є незначною. На відстані 100 м від будівель їх вплив практично відсутній.

З метою більш детального вивчення впливу інженерних споруд на гідрогеологічну обстановку, а також прогнозу впливу гідрогеологічних умов на будівництво та експлуатацію інженерних споруд, була створена більш крупномасштабна геофільтраційна «модель-врізка» саме ділянки будівництва на основі загальної моделі, відтвореної на попередньому етапі досліджень. З цією метою на загальній моделі була виділена ділянка, що охоплює досліджуваний майданчик і межі якої не впливають на гідрогеологічну обстановку, що формується під впливом інженерних споруд. Визначення меж «модель-врізки» на загальній моделі було проведено на основі попереднього прогнозу змін гідрогеологічної обстановки в результаті встановлення суцільного поля паль (діаметр паль 0,6 м, відстань між осями паль 1,6м). Основуючись на отриманих результатах, було обґрунтовано положення меж моделі-врізки - на відстані біля 100 м від запроектованих будівель.

На межах області фільтрації, що відповідають моделі-врізці, встановлювались граничні умови I роду ($H = const$) відповідно до рівнів підземних вод, визначених на загальній моделі для природних умов. Умови живлення підземних вод також відповідали умовам загальної моделі на цій ділянці.

В межах моделі-врізки область фільтрації була розбита на більш дрібні розрахункові блоки, що дало змогу відобразити на моделі палі фундаментів максимально близько до їх розташування за планом

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

пального поля. Мінімальний розмір блоків у межах будівельної ділянки - 1x1м, кількість їх по горизонталі - 448, по вертикалі - 500, всього в межах моделі - 224000 блоки (рис .5).

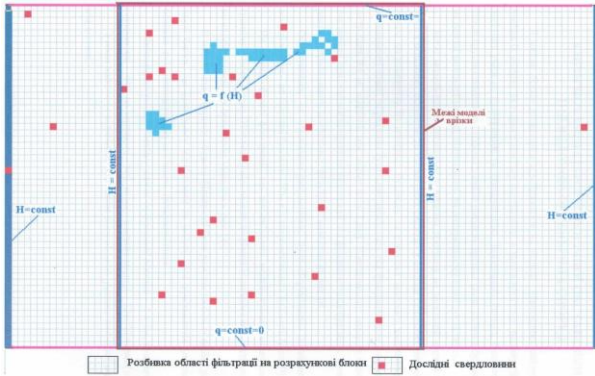


Рисунок 5 – Схема області фільтрації області фільтрації в межах моделі – врізки

Для «моделі-врізки» була створена прогнозна гідродинамічна схема, яка визначається гідродинамічними умовами об'єкту, а також розташуванням, типом та режимом роботи штучних споруд, що проектується. Для побудови прогнозуваної схеми перш за все враховувався загальний характер розвитку процесу геофільтрації, що прогнозується, з врахуванням дії штучних споруд; виявлялися особливості процесу, що прогнозується, у порівнянні з існуючим, який вивчений на стадії епігнозного моделювання. Створена «модель-врізка» спроможна врахувати різні варіанти конструкції штучних

споруд, їх розташування та граничні умови на внутрішніх межах моделі. Вона також спроможна врахувати суттєве переформування існуючого природного потоку ґрунтових вод.

В процесі прогнозного моделювання за допомогою «моделі-врізки» була розв'язана пряма задача для отримання кількісних показників, що характеризують геофільтраційний потік за безпосереднього відображення на моделі полів палів під фундаментами будівель. Оскільки крок розбивки області геофільтрації становив 1 м (розміри розрахункових блоків - 1 x 1 м), в межах контурів всіх проектних будівель задавалась сітка палів діаметром 1,0 м через 1 м (1,5 м по осях). Проектна розбивка палів (діаметр 0,6 м) більш рідка - в межах висотних будівель найчастіше вона складає 1 м, а в інших будівлях - 2,0...3,0 м і більше. Тому можна вважати, що така постановка задачі дає запас гарантованості прогнозних результатів.

Результати моделювання показали, що після спорудження суцільних полів палів під фундаментами будівель, відбувається зміна гідрогеологічної обстановки навкруги будівель. З південного заходу, звідки надходить потік підземних вод, спостерігається підйом рівня ґрунтових вод, а з протилежної сторони - зниження його. Максимальний підйом рівнів становить +2,5 м, а максимальне зниження - 0,6 м. Ці максимальні значення фіксуються безпосередньо біля будинків. Проте площа розповсюдження цих змін є незначною. Приклад розташування палів за схемою: d=1.0 м через 1,5 м (між осями) представлений на рис.6.

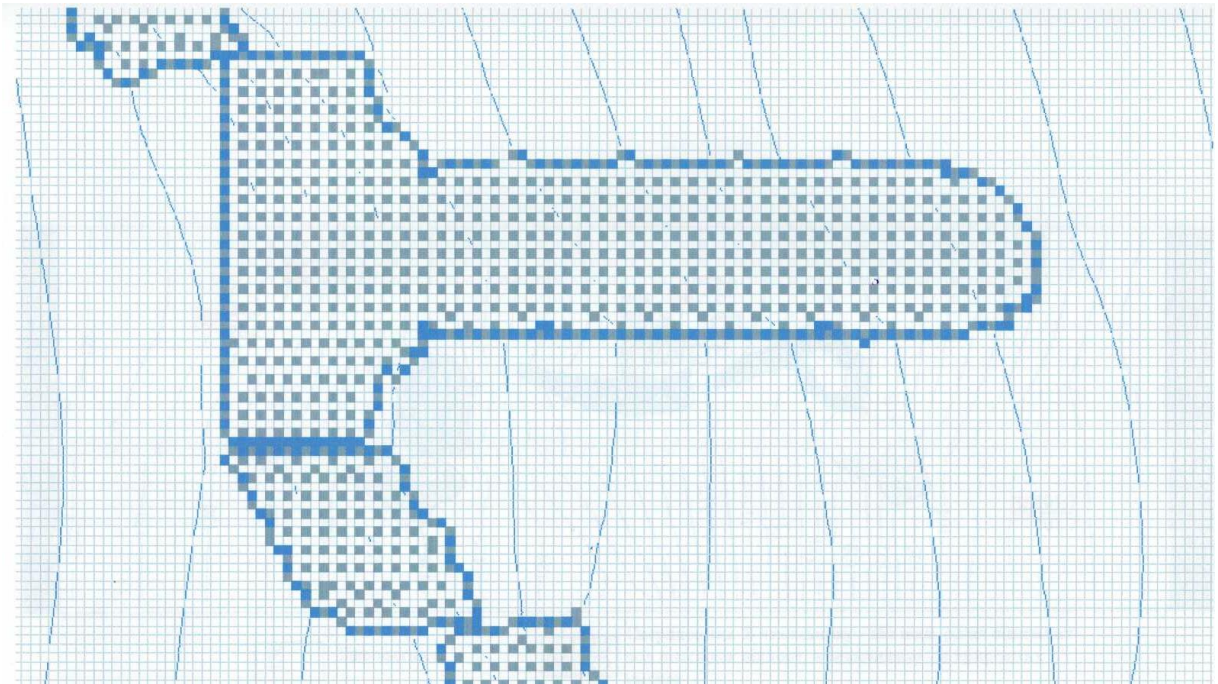


Рисунок 6 – Приклад розташування палів за схемою: d=1.0 м через 1,5 м (між осями)

ВИСНОВКИ. На загальній геофільтраційній моделі був проведений прогноз змін гідрогеологічної обстановки. З метою більш детального відображення на моделі інженерних споруд і вивчення їх впливу на гідрогеологічну обстановку, а також

прогнозу впливу гідрогеологічних умов на будівництво та експлуатацію інженерних споруд, була створена більш крупномасштабна геофільтраційна «модель-врізка» саме ділянки будівництва, на основі загальної моделі, відтвореної на попередньому

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

етапі досліджень. За допомогою геофільтраційної «моделі-врізки» визначені зміни рівнів ґрунтових вод, що можуть виникнути внаслідок спорудження суцільних полів палів під фундаментами будівель. В межах контурів всіх проектних будівель задавалась сітка палів діаметром 1,0 м через 1 м (1,5 м по осях). Проектна розбивка палів більш рідка. Тому можна вважати, що постановка задачі дає запас гарантованості прогнозних результатів.

Визначено, що після спорудження суцільних полів палів під фундаментами будівель відбувається зміна гідрогеологічної обстановки навкруги будівель. З південного заходу, звідки надходить потік підземних вод, спостерігається підйом рівня ґрунтових вод, а з протилежної сторони - зниження його. Максимальний підйом рівнів при цьому становить +2,5 м, а максимальне зниження - 0,6 м. Ці максимальні значення фіксуються безпосередньо біля будинків. Проте площа розповсюдження цих змін є незначною.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дранников А.М. Оползни, типы, причина, меры борьбы. – Киев. 1956. – 95 с.
2. Каманин Л.Г. К геоморфологии оползневого побережья Днепра в Киеве // Изв. Геогр. об-ва. – 1936. – Т.И, вып.4. – С.423-440.
3. Оппоков Е.В. Київські берегові зсуви та боротьба з ними // Геол. журн. – 1934. – Т. I, вип. 1. – С.34-35.
4. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология: Инженерная геодинамика. – Л. Наука, 1977. – 479 с.
5. Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневых процессов. – М.: Недра, 1972. – 308 с.
6. Рудько Г.И., Осюк В.А. (ред.) Инженерная геодинамика Украины и Молдовы. Изд. ГКЗ Украины. Киев – Черновцы. 2012, 591 с.

7. Маслов, Н.Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов / П. П. Маслов. М.: Высш. шк., 1982.

8. Маслов, Н. Н. Условия устойчивости откосов и склонов в гидротехническом строительстве / Н. Н. Маслов. М.: Госэнергоиздат, 1955.

9. Жернов И.Е. Динамика подземных вод: учебное пособие/И.Е.Жернов – К.: Вища школа, 1982. – 324 с.

10. Гавич И.К. Теория и практика применения моделирования в гидрогеологии/ И.К.Гавич. – М.: Недра, 1980. – 358 с.

11. Коносавский П.К. Математическое моделирование геофильтрационных процессов: Учебное пособие/ П.К.Коносавский, К.А.Соловейчик. – СПб.: Изд-во СПб ГТУ, 2001. – 96с.

12. Кошляков О.Є. Гідрогеологічне моделювання: Підручник/ О.Є.Кошляков. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2003. – 79с.

13. Звіт про інженерно-геологічні вишукування на майданчику будівництва житлового комплексу з об'єктами соціально-громадського призначення, паркінгами по вул.Вишгородській 45 у Подільському районі м.Києва (Розрахунок стійкості схилу). 9671-П.РД. – Київ, ЗАТ «ГІПРОЦИВІЛЬПРОМБУД», 2007 – 87с.

14. Звіт про інженерно-геологічні вишукування на майданчику будівництва житлового комплексу з об'єктами соціально-громадського призначення, паркінгами по вул.Вишгородській 45 у Подільському районі м.Києва (Підпірні стінки). 9671-П.РД. – Київ, ЗАТ «ГІПРОЦИВІЛЬПРОМБУД», 2007 – 94

ASSESSMENT OF DAMMING EFFECT OF ANTI-DISPLACEMENT ENGINEERED BUILDINGS THAT ENSURE ENVIRONMENTAL SAFETY IN LANDSLIDE AREAS

M. Bondar

State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management
vul. Vasylia Lypkivskoho, 35, building 2, Kyiv, 03035, E-mail: dei2005@ukr.net

M. Kryzskyy

Kyiv National University of Construction and Architecture
prosp. Povitroflotsky, 31, Kiev, 03680. E-mail: knuba@knuba.edu.ua

O. Koshljakov

Taras Shevchenko National University of Kyiv
Volodymyrska, 64/13, Kiev, 01601. E-mail: office.chief@univ.net.ua

M. Malovanyy

National University "Lviv Polytechnic"
sq. st. George ¾, Lviv, 79013, Ukraine. E-mail: mmal@ polynet.lviv.ua

Purpose. Analysis of peculiarities of practical implementation of general geofiltrational model for forecasting of changes of hydrogeological conditions of a studied area in connection with implementation of anti-displacement measures (location of deep sinking net pile). **Methodology.** It was suggested a two-stage modeling strategy of hydrogeological conditions of the studied area. At first stage goes creation of the territory's model which is restricted by natural borders that supply with equality of profitable and expendable elements of underground waters` balance. At second stage on the basis of the constructed general model goes creation of more macroscale model specifically of the studied area. **Results.** In studied territory a forecasted modeling of possible influence of hydrogeological conditions on engineered buildings was conducted. Convergence of the modeling`s results with the monitoring`s data confirmed adequacy of the constructed model. It was defined modifications of soil waters, that might occur as a result of construction of

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

solid pile fields under basements of buildings. Ultimate index of level of soil waters is fixed directly near buildings and extension area of these modifications is not significant. **Originality.** For the first time it was suggested a two-stage modeling's strategy of hydrogeological conditions of the studied area for the increase of accuracy (macroscale and cutting models). **Practical value.** The application of results of modeling enables to assess value of damming effect and to construct reliable forecast of influence of hydrogeological conditions on engineered buildings. *References 14, tables 1, figures 6.*

Key words: geofiltrational model, modeling, anti-displacement measures, engineered buildings.

REFERENCES

1. Drannikov A.M. Opolzni, tipy, prichina, mery bor'by. – Kiev. 1956. – 95 p.
2. Kamanin L.G. К геоморфологии оползневого побережья Днепра в Кіеве // Izv. Geogr. ob-va. – 1936. – Т. I, вып. 4. – P. 423-440.
3. Oppokov E.V. Kyiv'ski berehovi zsuvy ta borot'ba z nymy // Heol. zhurn. – 1934. – Т. I, вып. 1. – P. 34-35.
4. Lomtadze V.D. Y'nzhenernaya geologya: Y'nzhe-nernaya geody`namy`ka. – L. Nauka, 1977. – 479 p.
5. Emel`yanova E.P. Osnovnye zakonomernosti` opolznevyykh processov. – M.: Nedra, 1972. – 308 p.
6. Rud`ko G.Y., Osy`yuk V.A. (red.) Y'nzhenernaya geody`namy`ka Ukray`ny y` Moldovy. Y`zd. GKZ Ukra-y`ny. Ky`ev – Chernovtsy. 2012, 591 p.
7. Maslov, N.N. Osnovy y'nzhenernoy geology`y` y` mexany`ky` gruntov / P. II. Maslov. M.: Vyssh. shk., 1982.
8. Maslov, N. N. Uslovy`ya ustojchy`vosty` otkosov y` sklonov v gy`drotexny`cheskom stroy`tel'stve / N. N. Maslov. M.: Gosenergoy`zdat, 1955.
9. Zhernov Y`.E. Dy`namy`ka podzemnykh vod: uchebnoe posoby`e/Y`.E.Zhernov – K.: Vy`shha shkola, 1982. – 324 p.
10. Gavy`ch Y`.K. Teory`ya y` prakty`ka pry`meneny`ya modely`rovany`ya v gy`drogeology`y`/ Y`.K.Gavy`ch. – M.: Nedra, 1980. – 358 p.
11. Konosavsky`j P.K. Matematy`cheskoe modely`rovany`e geofy`l'tracy`onnykh processov: Uchebnoe posoby`e/ P.K.Konosavsky`j, K.A.Solovejchy`k. – SPb.: Y`zd-vo SPb GTU, 2001. – 96 p.
12. Koshlyakov O.Ye. Hidroheolohichne modelyuvannya: Pidruchnyk/ O.Ye.Koshlyakov. – K.: Vydavnycho-polihrafichnyy tsentr «Kyiv's'kyi universytet», 2003. – 79 p.
13. Zvit pro inzhenerno-heolohichni vyshukuvannya na maydanchyku budivnytstva zhytlovoho kompleksu z ob'yektamy sotsial'no-hromads'koho pryznachennya, parkinhamy po vul.Vyshhorods'kiy 45 u Podil's'komu rayoni m.Kyyeva (Rozrakhunok stykosti skhyly). 9671-P.RD. – Kyiv, ZAT «HIPROT'sYVIL'PROMBUD», 2007 – 87 p.
14. Zvit pro inzhenerno-heolohichni vyshukuvannya na maydanchyku budivnytstva zhytlovoho kompleksu z ob'yektamy sotsial'no-hromads'koho pryznachennya, parkinhamy po vul.Vyshhorods'kiy 45 u Podil's'komu rayoni m.Kyyeva (Pidpirni stinky). 9671-P.RD. – Kyiv, ZAT «HIPROT'sYVIL'PROMBUD», 2007 – 94p.