

УДК 628.112

Я.А. ТУГАЙ, Г.В. МАЙСТРЕНКО

ОБҐРУНТУВАННЯ ГЕОФІЛЬТРАЦІЙНИХ СХЕМ І ВИХІДНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИ РОЗРАХУНКАХ ПРОМЕНЕВИХ ВОДОЗАБОРІВ

Анотація. Розглядаються основні геофільтраційні схеми притоку води до променевих водозаборів. Даються їх характеристики, а також необхідні параметри для їх розрахунків. Наводяться основні види живлення підземних вод при влаштуванні променевих водозаборів.

Ключові слова: променевий водозбір, параметри, методи розрахунку, фільтраційні схеми, підземні води, область фільтрації.

При проектуванні і розробці методів розрахунку параметрів променевого водозабору важливим питанням являється обґрунтування розрахункових фільтраційних схем роботи променевих споруд в різних природних умовах. Як відзначається в роботах [1, 2], процеси, що відбуваються в області фільтрації як в природних умовах, так і умовах, які виникають після влаштування променевих підземних споруд, являють собою єдину фізичну область, всередині якої гідродинамічні характеристики (напори, швидкості фільтрації, витрати ґрунтових вод) визначаються початковими і граничними умовами, які приймаються на границях області фільтрації і в її межах.

У випадку усталеної фільтрації ці умови, як правило, повинні бути задані значеннями напорів чи витрат на границях області фільтрації, а також на фільтрах-променях, розташованих всередині області фільтрації. При неусталеній фільтрації, крім зазначених граничних умов, додатково потрібно знати початкові значення напору (рівня) до початку роботи променевих споруд. У будь-якій розрахунковій фільтраційній схемі повинні бути відображені і в необхідній мірі враховані основні особливості потоків підземних (ґрунтових) вод (структура і побудова потоку по глибині, гідравлічний характер водоносних горизонтів, їх зв'язок з атмосферою і умови живлення в межах розповсюдження, фільтраційні властивості ґрунтів, які складають водоносну товщу), геометричне окреслення областей фільтрації і умови їх живлення через бокові границі. Крім того, в схемі з променевим водозбором, як уже зазначалось, для прийнятого варіанта повинно бути задано розміщення фільтрів-променів в плані і по глибині і прийнято їх режим. При побудові розрахункової фільтраційної схеми часто поетапно розглядають дві фільтраційні схеми: попередню – регіональну, а потім основну – локальну, яка, власне, і приймається в якості розрахункової фільтраційної схеми. В регіональній схемі розглядається загальне формування фільтраційної картини підземних (ґрунтових) вод. В локальній фільтраційній схемі, яка являється частиною регіональної схеми, більш детально розглядається область фільтраційного потоку в зоні розташування і впливу променевого водозабору і джерел живлення підземного (ґрунтового) потоку. В цій схемі велика увага приділяється аналізу вертикальної неоднорідності потоку, обґрунтуванню характеристик ґрунтів і водоносних горизонтів, уточненню джерел живлення фільтраційного потоку, вибору типу променевих водозаборів. При цьому, передусім, повинно

бути встановлено геометричне окреслення області фільтрації і з'ясовані умови живлення підземних (грунтових) вод в її межах. Розглянемо основні із них.

1. Область фільтрації має значні розміри в плані, в її межах відсутні різні джерела живлення ґрунтових вод (водойми, річки і т. ін.). В цьому випадку область фільтрації вважається безмежною, в її межах можливе живлення ґрунтових вод за рахунок інфільтрації з поверхні землі і глибинного живлення. Приток ґрунтових вод ззовні незначний, і ним можна знехтувати.

2. Область фільтрації обмежена з одного, двох і навіть більше боків границями у вигляді різних водоймищ і річок, а також непроникними і добре проникними границями, складеними різними породами, через які відбувається надходження ґрунтових вод. В цьому випадку, крім можливих вищезгаданих видів живлення, потрібно врахувати бокові притоки. В цьому випадку найбільш характерними областями фільтрації у випадку влаштування променевого водозабору можуть бути:

а) Півобмежена область фільтрації з однією майже прямолінійною границею живлення, тобто, при влаштуванні променевого водозабору в береговій зоні водойми чи річки.

б) Обмежена з двох боків область фільтрації прямолінійними границями, яка дозволяє, крім зазначеного вище бокового притоку з конкретного водоймища, врахувати приток ґрунтових вод з прилеглої до області фільтрації території.

в) Кругова область фільтрації із замкнутими границями, до якої схематично можуть бути віднесені області фільтрації, які мають складні в плані геометричні окреслення.

г) Підруслова область фільтрації при розташуванні променевого водозабору у водоносній товщі, розташованій під дном різних водоймищ, і в умовах напірного живлення потоку з нижніх водоносних горизонтів.

Важливим питанням при схематизації є встановлення потужності водоносної товщі, її геологічної будови і вивчення фільтраційних властивостей ґрунтів, які складають цю товщу. Під потужністю водоносної товщі слід розуміти глибину активної зони ґрунтового потоку, в межах якої можливий вплив роботи променевого водозабору. Верхньою границею водоносної товщі звичайно буває вільна поверхня ґрунтових вод, а нижньою – водонепроникливий шар чи покрівля потужного напірного горизонту, в якому величина напору в процесі роботи водозабору не буде змінюватись. У реальних умовах за нижню границю розрахункової товщі приймається кривля роздільного шару значної ширини з коефіцієнтом фільтрації значно меншим (у 100 і більше раз), чим у шарі, який залягає над ним. Така границя може бути лінією водонепроникливого шару. Якщо зазначений критерій буде недостатнім, то в якості водонепроникливого шару може бути прийнята кривля такого шару, через який може поступати не більше 5–10% загальної витрати води. У випадку, коли в якості нижньої границі прийнята кривля багатого на воду напірного горизонту, то така границя буде лінією рівного напору.

Після встановлення нижньої границі водоносної товщі визначається її будова по глибині. Водоносна товща за геологічною будовою часто неоднорідна і може бути приведена до шарової структури: однорідна, двошарова, трьохшарова і навіть багатшарова. Найбільш характерними будуть однорідна, двошарова товща, в якій верхній шар слабопроникний (супісок, суглинок), а нижній – добре проникний, який складається із пісчано-гравелистих

грунтів, тріщинуватих та ін., і трьохшарова товща із слабопроникним (глинистим) роздільним шаром невеликої товщини. Шарові водоносні товщі, в яких проникні шари чергуються із слабопроникними, приводяться в геологічній практиці до слідуючих основних систем: Q – одноплатова, умовно однорідна чи двошарова; m_a – двоплатова (трьох- і чотирьохшарова товщі), однорідна і двошарова товщі з напірним живленням (підруслові товщі).

В окремих випадках шарувата будова водопроникної товщі з невеликою різницею в коефіцієнтах фільтрації окремих шарів може бути заміщена однорідною з постійною водопровідністю, яка дорівнює сумарній водопровідності всіх шарів водоносної товщі.

На подальшій стадії схематизації установлюються гідравлічний характер горизонтів водоносної товщі, уточнюються умови і величини живлення водоносних горизонтів. Зазвичай водоносні горизонти діляться на безнапірні ґрунтові води з вільною поверхнею у верхніх шарах, які зв'язані з атмосферою, і напірні води в нижніх шарах.

Далі вивчається режим ґрунтових вод в області фільтрації в природній обстановці і його можливі зміни під час роботи промислових споруд. Основними видами живлення ґрунтових вод можуть бути: зосереджене, інфільтраційне і глибинне. При влаштуванні промислових водозаборів основним видом живлення являється зосереджене, яке формується за рахунок фільтрації із водоймищ, річок і притоку із прилеглих територій, границі яких зазвичай приймаються в якості границь областей фільтрації. Інфільтраційне живлення, яке формується в області фільтрації переважно за рахунок атмосферних опадів і, можливо, за рахунок поливів, як правило, в межах дії промислових водозаборів буде незначним і тому часто не враховується в розрахунках. Глибинне живлення можливе при наявності перетоку із нижчерозташованих горизонтів з напором, який перевищує рівень ґрунтових вод у верхніх шарах, при роботі промислового водозабору. В цьому випадку при незмінному напорі ця фільтраційна схема буде аналогічна підрусловій схемі роботи промислового водозабору. Більш детально питання формування різних джерел живлення ґрунтового потоку в межах областей фільтрації розглянуті в роботах [1–3].

Важливим моментом в побудові фільтраційної схеми являється схематизація (спрощення) підземного (ґрунтового) потоку. При заборі підземної води і дренаванні територій реальний просторовий (трьохмірний) ґрунтовий потік майже завжди можна замінити двомірним (плановим), а в багатьох випадках і одномірним (так званим планово-радіальним). На ділянках на значній відстані від промислових споруд, в тому числі і водозаборів, така заміна допустима в зв'язку з тим, що планові розміри потоку значно перевищують розміри по глибині і рух його фактично відбувається в напрямку споруди. На ділянках, які безпосередньо прилягають до промислового водозабору, за допомогою методу фільтраційних опорів в загальному випадку трьохмірний (просторовий) потік приводиться до двомірного (планового) і двомірний в розрізі вісесиметричний потік з координатами r і z – до одномірного (плоско-радіального) з координатою r . Зазначимо, що метод фільтраційних опорів при розрахунку і проектуванні різних дренажних і водозабірних споруд широко використовується на практиці. Основи і принципи використання методу фільтраційних опорів також широко застосовуються при розробці інженерних методів розрахунку параметрів промислових водозаборів і дренажів.

Як уже зазначалось вище, однією з основних складових розрахункової фільтраційної схеми являється промєневий водозабір чи дренаж. Різні питання, пов'язані безпосередньо з проектуванням промєневих споруд, розглянуті в [1].

Достовірність і надійність одержаних результатів розрахунку параметрів промєневих водозаборів значно залежать від точності вихідних гідрогеологічних параметрів, які входять в реалізовані моделі і запропоновані методи розрахунку. Мається на увазі коефіцієнт фільтрації шарів водоносної товщі k (чи водопровідність T , що є добутком коефіцієнта фільтрації k на потужність шару m , тобто, $T = km$), коефіцієнт водовіддачі (нестаток насичення), μ шарів ґрунтів, в межах яких відбуваються коливання поверхні ґрунтових вод; коефіцієнт μ так званої пружної водовіддачі, яка визначається пружними властивостями породи і води в напірних водоносних горизонтах; $\varepsilon = \varepsilon_{\text{inf.}} - \varepsilon_{\text{sup.}}$ – розрахункова інтенсивність інфільтраційного живлення, ε_{mf} – інтенсивність сумарного інфільтраційного живлення, $\varepsilon_{\text{inf.}}$ – інтенсивність сумарного випаровування з поверхні ґрунтових вод (випаровування плюс транспірація).

Деякі відомості щодо знаходження вказаних параметрів, способів їх визначення і їх наближені кількісні значення наведені, зокрема, в роботах [1, 2, 3, 4]. Проте зазначимо, що кількісно відобразити в розрахунковій схемі з необхідною точністю ту чи іншу вихідну характеристику, одержану, наприклад, за даними гідрогеологічних пошуків у вигляді деякого діапазону її значень, не завжди можливо. Коли це важко зробити, слід розглянути граничні значення і оцінити шляхом розрахунку декількох варіантів питому вагу їх впливу на одержані результати. Необхідно також звернути увагу на постановку і обґрунтування необхідного об'єму дослідно-фільтраційних і інших робіт з організації і проведення виробничих пошуків.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Абрамов С.К. Подземные дренажи в промышленном и городском строительстве. М., Стройиздат, 1973 г., 234 с.
2. Муфтахов А.Ш. Приток подземных вод к лучевому водозабору. М., И., Труды ВНИИ ВОДГЕО. В сб. «Водозаборные сооружения», 1983, С. 10–15.
3. Анатольевский П.А., Разумов Г.А. Горизонтальные водозаборные скважины. М., «Недра», 1970 г., 200 с.
4. Бездітний Б.П., Олійник Е.О. Про просторову фільтрацію до промєневого дренажу. К., Доповіді АН УРСР, серія А № 9, 1989, С. 33–36.
5. Веригин Н.Н. Методы определения фильтрационных свойств горных пород. М., Госстройиздат, 1962, 180 с.

Стаття надійшла до редакції 04.03.2015