

де h_k – сума втрат на пору у кільці мережі, м; $\Delta P_{розр}$ – розрахунковий перепад тиску між контрольними вузлами, м; $\Delta P_{вим}$ – вимірний перепад тиску між контрольними вузлами, м; ε – припустима нев'язка мережі, $\varepsilon \leq 0.01$.

Запропонований спосіб визначення витрат води з урахуванням перепадів тиску в контрольних вузлах та реалізуючий його програмний продукт дозволяє визначити одночасно витрати на магістральних ділянках мережі за перепадами тисків $P_1 P_2 P_3 P_n$, використовуючи датчики статичного тиску, які встановлені в контрольних вузлах, але без встановлення додаткових улаштувань на ділянках мережі.

1. Строительные нормы и правила. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.02-84. – М.: Стройиздат, 1985.

2. Анпілогов П.І. Управління водопровідними мережами міста у реальному часі // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки. Науково-технічний збірник. – Вип. 10. – К.: КНУБА, 2007. – 120 с.

3. Интегрированная диалоговая система рациональной эксплуатации и развития СПРВ / Под редакцией А.Г. Евдокимова, Н.И. Самойленко. – Донецк: РИП Лебедь, 1994. – 192 с.

4. Информационно-графические компьютерные технологии управления инженерными сетями предприятий, городов и регионов / Под редакцией Н.И. Самойленко. – Златоуст. Челябинский дом печати, 1996. – 232 с.

5. Маслак В.М. Розробка діалогової системи раціональної подачі і розподілу води: Дис... канд. техн. наук: 05.13.03. – Х., 1997. – 150 с.

6. Интегрированные компьютерные технологии управления системами водоснабжения / Богомазов О. А., Иваненко Б.Н., Пфафенрот В.А., Самойленко Н.И. / Под общ. ред. Н.И. Самойленко. – Харьков: Основа, 1998. – 272 с.

7. Українець М.О., Добровольська О.Г. Учет различных факторов при определении размеров зон недостаточных напоров в водопроводных сетях // Коммунальное хозяйство городов. Научно-техн. сб. – Вип. 67. Серия: Технические науки. – К.: Техніка, 2006. – С. 181-183.

8. Українець М.О., Сокольник В.І., Добровольська О.Г. Особливості формування зон недостатніх напорів в системах подачі та розподілу води // Вісник НУВГП: 36. наук. праць. – Вип. 4(40). Частина 2, Рівне, 2007. – С. 582-588.

9. Спосіб визначення витрат рідинних або газових середовищ в ділянках мереж транспортування: Патент на корисну модель №73512, МПК G01F 1/34 (2006/01) // Добровольська О.Г., Українець М.О., Сокольник В.І. – Заявлено 19.03. 2012; Опубл. 25.09.2012, Бюл. № 18.

Отримано 21.01.2013

УДК 628.1

Я.А. ТУГАЙ, канд. техн. наук

Київський національний університет будівництва та архітектури

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДА ФІЛЬТРАЦІЙНИХ ОПОРІВ У РОЗРАХУНКАХ ПРОМЕНЕВИХ ВОДОЗАБОРІВ І ДРЕНАЖІВ

Розглядаються умова і можливість використання метода фільтраційних опорів при розрахунках променевих водозаборів і дренажів. Обґрунтовується вплив фільтраційних

опорів: зовнішнього, внутрішнього і додаткового при розгляді розрахункових схем підземних водозаборів та необхідності їх врахування.

Рассматриваются условия и возможности использования метода фильтрационных сопротивлений при расчетах лучевых водозаборов и дренажей. Обосновывается влияние фильтрационных сопротивлений: внешнего, внутреннего и дополнительного при рассмотрении расчетных схем подземных водозаборов и необходимости их учета.

Conditions and possibility of application for filtration resistance method to calculation of radial intakes and drains are considered. Influence of filtration resistances: external, internal and additional and the necessity to take them into account in calculation of groundwater intakes.

Ключові слова: фільтраційні опори, фільтраційний потік, водозабір, локальні зони, границі живлення, пласт.

При фільтраційних розрахунках різних підземних водозаборів і дренажних споруд, які діють в різноманітних гідрогеологічних умовах, широко використовується метод фільтраційних опорів. Основні принципи цього методу широко освітлені в спеціальній літературі, зокрема, стосовно його використання при розрахунках різних водозабірних і дренажних споруд в роботах [1-4]. В будь-якому, навіть досить складному фільтраційному потоці можна виділити дві групи характерних зон потоку, а саме: локальні зони різкозмінної фільтрації і значні зони повільнозмінного потоку, який рухається переважно в горизонтальному напрямку. Зони різкозмінної фільтрації мають місце переважно поблизу різних недосконалих границь (каналів, водоймищ, водозаборів, дренажів, завес і т.д.). В цих випадках вплив зони різної деформації потоку, яка характеризується значним збільшенням опору потоку, тобто падінням рівня (напору) в них, може бути враховано за допомогою методу фільтраційних опорів шляхом заміни недосконалих границь досконалими, еквівалентними по фільтраційній витраті і картини фільтрації на деякій віддалі від границі, яка розглядається. При такій заміні зони різкозмінної фільтрації виключаються із розгляду. Таким чином ефект від дії самих різноманітних по своїм геометричним особливостям і конструкціям недосконалих водозаборів і дренажів можна замінити практично еквівалентними по дії, простими по формі і конструкції досконалими водозаборами і дренажами, які повністю розкривають (прорізають) водоносну товщу. При цьому вже на віддалі декількох товщин пласта утворюється зона повільнозмінного планового потоку з таким же розподілом і значеннями напорів в ньому, як і у випадку досконалих границь. Ця обставина суттєво полегшує розробку методів фільтраційного розрахунку водозаборів і дренажів, приводячи його до визначення так званих зовнішнього і внутрішнього фільтраційних опорів, які враховують відповідно характер і особливості руху підземних вод в зонах повільного і різкозмінного потоків. Використання методу фільтраційних опорів особли-

во ефективно у випадку водозаборів і дренажів складної конструкції, як в плані, так і по глибині потоку, що особливо важливо і необхідно враховувати при розробці фільтраційних розрахунків технологічних параметрів промєневих водозаборів і дренажів.

Зовнішній фільтраційний опір, F , обумовлений діями досконалих промєневих водозаборів і дренажів і визначається плановими розмірами потоку і не залежить від його структури по глибині і безпосередньо особливої руху води в спорудах. Цим опором враховується розташування границь живлення і стока, розташування промєневих водозаборів і дренажів по відношенню до границь живлення і стоку, кількість промєневих споруд і дрен в кожній споруді, їх довжина і розташування в плані по відношенню один до одного.

Внутрішній фільтраційний опір, Φ , обумовлений гідродинамічною недосконалістю промєневих водозаборів і дренажів і визначається (залежить) в основному параметрами водоносної товщі (потужності пласта і окремих його шарів і їх коефіцієнтами фільтрації), розмірами променів – дрен і їх віддаллю одна від одної. В загальному випадку крім цього основного фільтраційного опору, обумовленого гідродинамічною недосконалістю водозабору (дренажу) по ступені розкриття пласта, Φ , слід враховувати також додатковий опір за характером розкриття пласта, тобто, загальний опір буде складати

$$\Phi_0 = \Phi + \Phi_x. \quad (1)$$

Опір за характером розкриття пласта Φ_x являє собою комплексну характеристику і обумовлений різними факторами: конструкцією і іншими особливостями споруди, гідравлічними втратами напору всередині споруди, порушенням лінійного закону фільтрації поблизу споруди, утворенням фільтраційної пробки і осаду всередині споруди і т.п. Аналіз показує, що із всіх перерахованих факторів при визначенні опору Φ_x значну роль (особливо при довгостроковій експлуатації споруди можуть відігравати фільтраційні деформації в прилягаючій до споруди зоні, переважно внаслідок накопичення (кольматації) і вивезення часток ґрунту (суфозія), які найменш вивчені, а також гідравлічні втрати напору на тертя по довжині труб-променів. На жаль, на сучасний момент немає задовільних пропозицій щодо визначення опорів Φ_x .

Деякі пропозиції з цього питання наведені в роботах [3-5], а відносно врахування в розрахунках промєневих споруд внутрішньодренної гідравліки (втрат напору по довжині променів) це питання буде розглянуто в подальшому, як і деякі рекомендації. Звичайно, найбільш надійний метод визначення опорів Φ_0 і, особливо його складової частини, Φ_x , це проведення спеціально організованих і науково-обґрунтованих дослідних і експлуатаційних спостережень за роботою промєневого водо-

забору (дренажу) і використання даних цих досліджень. Звернемо увагу на те, що навіть при повному розкритті фільтром водоносного пласта, коли можна вважати $\Phi \approx 0$, дія опору Φ_x не виключається (навіть збільшується) і при необхідності повинна бути врахована в розрахунках. Як показали дослідження, при відносно якісному підборі фільтра і нормальній роботі споруди в деяких випадках можна знехтувати опором Φ_x і обмежитись в розрахунках тільки опором Φ . Проте, при необхідності врахування опору Φ_x приводиться за формулою (1), тобто шляхом додавання їх до опору Φ , а у випадку неоднорідного водоносного пласта це може бути виконано відповідно, як у роботі [1]. Методика визначення опору Φ основана на точних (гідромеханічних) рішеннях окремих задач усталеної і неусталеної фільтрації до дрен-променів чисельними і аналітичними методами. При цьому приймається доведена при дослідженні горизонтальних дрен і вертикальних свердловин, а також на підставі чисельних розрахунків променевого дренажу передумова про те, що в умовах неусталеної фільтрації опір на недосконалість Φ хоча і залежить від часу, проте швидко прямує до усталеного значення. Зовнішній фільтраційний опір F визначається шляхом аналітичного чи чисельного рішення планових задач фільтрації до досконалого променевого дренажу. При цьому у випадку усталеної фільтрації середнє значення напору (рівня) на кожній досконалій дрени-промені, H'_g , зв'язано з відповідним середнім (рівнем) на відповідній недосконалій дрени-промені, H_g , відношенням

$$H'_g = H_g + \frac{Q_{gi}}{2\pi T l_i} \Phi_i, \quad (2)$$

де Q_{gi} – приток (витрата) до i -тої дрени-променя довжиною l_i , T – середня водопровідність водоносної товщі.

У випадку неусталеної фільтрації витрата в дрени Q_{gi} залежить від часу t і тому значення напору H'_g на дренах буде змінним і також залежним від часу t .

В цьому випадку, як відомо [3], для горизонтальних дрен, при рішенні вихідних рівнянь фільтрації до них на лінії дрен приймається відома гранична умова третього роду.

На підставі сказаного вище можна зробити загальний висновок, що доцільним і ефективним є використання метода фільтраційних опорів, що дозволяє без зменшення точності практичних розрахунків значно спростити рішення різних задач фільтрації в складних гідрогеологічних і природних умовах при наявності також недосконалих границь живлення і стоку, а також недосконалих промєневих водозаборів і дренажів.

Використання метода фільтраційних опорів дозволяє розглянути при наступній реалізації складні просторові фільтраційні потоки шляхом зведення їх до більш простих планових і навіть одномірних потоків.

1. Олейник А.Я. Расчет дополнительных фильтрационных сопротивлений горизонтальных дрена, несовершенных дрена и несовершенных скважин в двухслойном пласте // Труды координац. совещаний по гидротехнике. – Л.: «Энергия». – Вып. 35. – 1986. – С.87-98.

2. Олейник А.Я. Фильтрационные расчеты вертикального дренажа – К.: Наукова думка. – 1978. – 202 с.

3. Олейник А.Я. Геогидродинамика дренажа. – К.: Наукова думка. – 1981. – 283 с.

4. Олейник А.Я., Поляков В.Л. Дренаж переувлажненных земель. – К.: Наукова думка. – 1987. – 280 с.

5. Олейник Е.А. Численный расчет пространственной задачи фильтрации к лучевому дренажу // Сб. научн. трудов «Гидромеханика». – К.: НИИ «Гидромеханики». – Вып. 60. – 1989. – С. 45-49.

Отримано 24.12.2012

УДК 628.3

О.О.ГРИЦИНА, канд. техн. наук

Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ АЕРОТЕНКІВ-ВИТІСНЮВАЧІВ ІЗ ВРАХУВАННЯМ ПРОЦЕСУ ОКИСЛЕННЯ АМОНІЙНОГО АЗОТУ

Наведена методика розрахунку аеротенків, яка враховує вплив концентрації розчиненого кисню, амонійного азоту, автотрофних мікроорганізмів на процес окислення амонійного азоту.

Приведена методика расчета аэротенков, учитывающая влияние концентрации растворенного кислорода, аммонийного азота, автотрофных микроорганизмов на процесс окисления аммонийного азота.

The method of aerotank computation which consider influence of dissolved oxygen, ammonia nitrogen, autotrophic microorganisms on the oxidation process of ammonia nitrogen is described.

Ключові слова: стічні води, сполуки азоту, аеротенк.

Антропогенне навантаження на водні об'єкти підвищується через збільшення скидів неочищених та недостатньо очищених стічних вод, неефективну роботу очисних споруд міст і промислових підприємств. Згідно Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища [1], у поверхневі водні об'єкти України було скинуто забруднюючих речовин в кількості: нітратів 69 тис. тонн/рік, нітритів 12 тис. тонн/рік, амонійного азоту 12 тис. тонн/рік.

Основними джерелами надходження сполук азоту у водойми є господарсько-побутові, виробничі, дощові, талі, поливально-мийні