

ЗЕМЛЕРОБСЬКА МЕХАНІКА

УДК 631.67: 556: 551.5
© 2017

Л.М. РУДАКОВ,
кандидат сільськогосподарських наук

Г.В. ГАПЧ,
асистент

І.В. ЧУШКІНА,
старший викладач

Дніпропетровський державний
аграрно-економічний університет,
Україна
E-mail: elner@ukr.net
вул. С. Єфремова, 25, м. Дніпро

ВИПАРОВУВАННЯ З ВОДНОЇ ПОВЕРХНІ РЕГУЛЮЮЧИХ БАСЕЙНІВ ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ

Представлено результати розрахунків випаровування з водної поверхні регулюючих басейнів зрошувальної системи Царичанського міжрайонного управління водного господарства. Проведено порівняння приходної і витратної частин рівняння водного балансу для регулюючих басейнів. Встановлено періоди зниження і підвищення рівнів води в басейнах. Визначено, що за поливний сезон з трьох басейнів загальною площею понад 20 тис. м² і об'ємом води близько 80 тис. м³ випаровується близько 1 тис. м³, тобто в середньому 3,5 % від загальних втрат. Інша частина втрат відноситься до фільтраційних, що засвідчує низький рівень коефіцієнта корисної дії системи та незадовільний технічний стан досліджуваних об'єктів.

Ключові слова: регулюючий басейн, зрошувальна система, випаровування з водної поверхні, атмосферні опади, температура повітря, втрати води.

Постановка проблеми. Основною причиною неефективного використання та експлуатації зрошувальних систем на сьогодні є значні втрати води з регулюючих басейнів та каналів. Переважна більшість цих втрат пов'язана зі значними порушеннями та незадовільним технічним станом гідротехнічних споруд. Унаслідок цього відбуваються значні фільтраційні втрати води.

Разом з тим однією з причин значних втрат води з поверхні басейнів є неконтрольований процес випаровування з водної поверхні. Звичайно, випаровування на конкретні місяці, сезони і роки розраховують

за емпіричними формулами або графіками на підставі метеорологічних даних (температури, вологості повітря і швидкості вітру), а також обчислюють з використанням матеріалів спостережень на випарних майданчиках [1].

Багато вчених присвятили свої праці проблемі випаровування з водної поверхні суші. Найбільш складним було питання про розмір басейну, випаровування з якого можна прийняти за еталон. Численні експериментальні дані наведено в раніше опублікованих роботах А.П. Браславського і З.А. Викуліної (1954 р.), Б.Д. Зайкова (1949, 1960 р.),

П.П. Кокауліна і Г.Л. Яцентківського (1950 р.), М.Я. Кунявського (1957), Р.К. Лінслея, М.А. Колера і Д.Л. Паулуса (1962), монографії Р. Слейтера і В. Маклроя (1964) та ін. Тривалі спостереження на водовипарному майданчику ВНДГЛ (Всеросійська науково-дослідна гідрологічна лабораторія) свідчать про істотну залежність інтенсивності випаровування від розміру цієї поверхні, тобто від площі випарника – водойми. Встановлено, що зі зменшенням площі останньої інтенсивність випаровування зростає [2].

Б.Д. Зайков [3], використавши спостереження з випарних басейнів СРСР і вдосконаливши методику розрахунку, отримав емпіричну залежність випаровування з водної поверхні від метеорологічних чинників

$$E_e = 0,14 n (e_0 - e_{200})(1 - 0,72 V_{200}), \quad (1)$$

де E_e – випаровування, мм/міс.; n – кількість днів у місяці; e_0 – максимальна пружність водяної пари, яка визначається за температурою поверхні води, мбар; e_{200} – абсолютна вологість повітря на висоті 200 см над водною поверхнею, мбар; V_{200} – швидкість вітру на висоті 200 см над водною поверхнею, м/с. Значення метеоелементів в цій формулі прийняті осередненими за місячні періоди.

Ю.А. Кафтанітій у своїй роботі [4] при обчисленні випаровування з малих водойм рекомендує також використовувати формулу (1), яка покладена в основу вказівок [5] до розрахунку випаровування з водної поверхні. Того часу недостатньо розкритим залишається питання випаровування з водної поверхні регулюючих басейнів зрошувальних систем залежно від природно-кліматичних умов їх розташування.

Метою нашого дослідження було оцінити величини втрат води на випаровування з водної поверхні регулюючих басейнів зрошувальних систем Царичанського міжрайонного управління водного господарства.

У дослідженні використані емпірико-статистичні методи обробки метеорологічної інформації, а також загальноприйняті методи польових досліджень.

Результати дослідження та їх обговорення. Роботи проводили на регулюючих басейнах РБ-3а, РБ-3 і РБ-6 Петриківської зрошувальної системи з попереднім визна-

ченням [6] фільтраційних втрат. За поливний період на фільтрацію з регулюючих басейнів втрачається від 29 до 33,6 тис. м³.

У роботі використані результати багаторічних спостережень, зареєстровані метеостанцією Дніпропетровськ (сайт RP5.ua) [7]. Питання про розподіл метеорологічних елементів за територію розглянуто в роботах [8, 9]. Репрезентативність метеорологічних даних, отриманих метеостанцією для прилеглої території за температурою і вологістю повітря, висока, а їх відхилення незначні. Для атмосферних опадів притаманна велика мінливість у просторі і виявити істинний розподіл їх за територію в разі малої щільності опадомірної мережі неможливо, тому для більш точного і повного врахування кількості опадів потрібні дощоміри в безпосередній близькості до цих басейнів.

В основу розрахунків покладено такі метеорологічні дані: середньомісячна температура, вологість повітря, швидкість вітру на висоті 10 м (фактична) та 2 м (розрахункова), потужність шару атмосферних опадів (дощу) – табл. 1.

Підкреслимо, що разом з природним випаровуванням (втратами) води відбувається й надходження її з атмосферними опадами (дощем), тому різниця між видатковою та приходною частинами і є шуканою величиною природного водного балансу регулюючих басейнів. У табл. 2 наведено дані щодо природного водного балансу регулюючих басейнів РБ-3, РБ-3а, РБ-6.

У розрахунках водного балансу використані площі водного дзеркала басейнів, отримані зі супутникових космічних знімків на інтернет-порталі Google Earth. Поправки на закладення укосів басейну, залежно від глибини наповнення, в площі водного дзеркала не вводилися.

Компенсація випаровування за рахунок атмосферних опадів ($h - E_e$) зі знаком мінус підтверджує перевищення випаровування з поверхні води над сумою атмосферних опадів, і навпаки, зі знаком плюс – перевищення атмосферних опадів над випаровуванням.

Аналіз даних табл. 2 вказує на те, що за рахунок опадів у червні наповнення басейнів склало від 93,8 м³ (РБ-6) до 193,8 м³ (РБ-3),

1. Метеорологічні показники для Царичанського району Дніпропетровської області (літо 2016 року) [6]

Показник	Місяць		
	червень	липень	серпень
Температура повітря, t °C	20,6	23,2	23,6
Максимальна пружність водяної пари, яка визначається за температурою на поверхні води, e_0 , мбар	24,3	28,5	29,2
Абсолютна вологість повітря на висоті 200 см над водною поверхнею, e_{200} , мбар	16,7	17,4	18,4
Швидкість вітру на висоті 10 м, V_{1000} , м/с	3,4	3,1	4,3
Швидкість вітру на висоті 2 м, V_{200} , м/с	2,72	2,48	3,44
Величина шару дощових опадів, h , мм	51,0	51,0	31,5

2. Природний водний баланс регулюючих басейнів (2016 рік)

Басейн, площа дзеркала, об'єм	Місяць	Випаровування води, E_e		Надходження води, h		Баланс, $h - E_e$		Тип балансу
		мм/м ²	м ³	мм/м ²	м ³	мм/м ²	м ³	
РБ-3, 9500 м ² , 38000 м ³	Червень	30,6	290,7	51	484,5	20,4	193,8	Приход води
	Липень	37,8	359,1	51	484,5	13,2	125,5	Приход води
	Серпень	116,1	1102,9	31,5	299,3	-84,6	-803,6	Витрата води
РБ-3а, 6560 м ² , 26000 м ³	Червень	30,6	200,7	51	334,6	20,4	133,8	Приход води
	Липень	37,8	248,0	51	334,6	13,2	86,6	Приход води
	Серпень	116,1	761,6	31,5	206,6	-84,6	-555,0	Витрата води
РБ-6, 4600 м ² , 18000 м ³	Червень	30,6	140,8	51	234,6	20,4	93,8	Приход води
	Липень	37,8	173,9	51	234,6	13,2	60,7	Приход води
	Серпень	116,1	534,1	31,5	144,9	-84,6	-389,2	Витрата води
Всього по басейнах			3811,8		2758,2		-1053,6	

у липні відповідно від 60,7 м³ (РБ-6) до 125,5 м³ (РБ-3). У серпні витрати води на випаровування з водної поверхні більш ніж у 2,5 раза перевищили прихід води з атмосферними опадами за два попередні місяці. При цьому вони збільшилися від 389,2 м³ (РБ-6) до 803,6 м³ (РБ-3). На нашу думку, така ситуація матиме подальшу тенденцію до збільшення втрат на випаровування у зв'язку зі змінами кліматичних умов унаслідок потепління.

Таким чином, проведені розрахунки вказують на чималі втрати поливної води на ви-

паровування з водного дзеркала регулюючих басейнів, що здебільшого визначаються метеорологічними умовами.

Втрати води з регулюючих басейнів за поливний сезон від випаровування складають близько 1 тис. м³, тобто в середньому 3,5 % від загальної кількості втрат. Отримані дані засвідчують першочергову необхідність підвищення коефіцієнтів корисної дії зрошувальних систем за рахунок впровадження комплексу заходів щодо зниження фільтраційних втрат.

Бібліографія

1. *Литовченко О.Ф.* Інженерна гідрологія та регулювання стоку: підручник / *О.Ф. Литовченко*. – К.: Вища школа, 1999. – 300 с.
2. *Браславский А.П.* Нормы испарения с поверхности водохранилищ / *А.П. Браславский, З.А. Викулина*. – Л.: Гидрометеоздат, 1954. – 212 с.
3. *Зайков Б.Д.* Испарение с водной поверхности прудов и малых водохранилищ на территории СССР / *Б.Д. Зайков* // Труды ГГИ. – Л., 1949. – Вып. 21(75). – 54 с.
4. *Кафтанталий Ю.А.* Процессы испарения с малых водоемов Ростовской области / *Ю.А. Кафтанталий* // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2013. – № 1(09). – С. 80–91.
5. Указания по расчету испарения с поверхности водоемов. – Л.: Гидрометеоздат, 1969. – 84 с.
6. *Орлінська О.В.* Визначення технічного стану регулюючих басейнів у Синельниківському, Солонянському та Царичанському районах Дніпропетровської області / *О.В. Орлінська, І.В. Чушкіна* // Матеріали науково-практичної конференції “Меліорація і водовикористання” (30 вересня 2016 р.). – Мелітополь: ВСП МК ТДАТУ, 2016. – С. 25–27.
7. Метеорологічні дані Rp5.ua [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://rp5.ua>.
8. *Литовченко О.Ф.* Спрощення показника попередніх погодних умов при розрахунках щодобових вологозапасів у Степу та Лісостепу України / *О.Ф. Литовченко, Л.М. Рудаков* // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2008. – № 2. – С. 47–49.
9. *Рудаков Л.М.* Аналіз просторової мінливості зважених за часом сум атмосферних опадів / *Л.М. Рудаков* // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2007. – № 1. – С. 56–59.