

Получена: 11.10.2017 г.

Приета: 25.10.2017 г.

МЕТОДИКА ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА НАЧАЛНИТЕ ВОДНИ КОЛИЧЕСТВА НА КАНАЛИ С РАЗЛИЧНА ГЕОМЕТРИЯ И ЗАГУБИ НА ВОДА ПРИ ТЯХНАТА ЕКСПЛОАТАЦИЯ

Р. Гаджев¹, Й. Герински²

Ключови думи: енергийна ефективност, открити канали, напоителни системи

РЕЗЮМЕ

При експлоатацията на напоителните системи се реализират загуби на вода, респ. приведен енергоразход при транспортиране на водните количества по каналната мрежа в зависимост от параметрите на откритите канали. За разглеждането на енергийния разход в разработката се използват подходи и методи, прилагачи аналитични зависимости, които изразяват и включват енергийни компоненти и характеристики относно откритото течение и отразяващи енергоразхода, представляващ загубите на вода в каналите при нейното транспортиране.

В разработката се разглеждат изследвания относно енергоразхода в откритата канална мрежа и се предлага зависимост на основата на базисен енергиен показател, изразяващ индивидуален за канала енергоразход по дължината на откритите канали. Също се дават подходи във връзка с енергийната ефективност и аналитични зависимости за определяне на енергийните загуби, т.е. загубите на вода при напоителните канали.

1. Въведение

Транспортирането на водни количества за целите на напояването с открити канали се използва нашироко за агро производството върху земеделскопригодните площи. При транспортиране на вода с открити канали част от водното количество намалява

¹ Румен Гаджев, гл. ас., ИПАЗР – ССА, София, e-mail: hydroigr@abv.bg

² Йордан Герински, гл. ас. д-р инж., кат. „Хидротехника и хидромелиорации”, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: gerinski@abv.bg

вследствие на филтрация, на изпарение, течове при вододелни, водоразпределителни и регулиращи съоръжения и през фугите и др. Тази загуба в нашите гравитачни напоителни системи достига най-често до 30 ÷ 40% от водното количество, подавано от водоизточника. Вследствие на затревяване пропускната способност на канала намалява значително, а също и от увеличената грапавина на стените и дъното на канала, които предизвикват силно занижаване на ефективното транспортиране на водата за напояване.

Основно изискване на каналната мрежа е да транспортира определени водни количества от даден водоизточник до конкретни поливни полета, в определено реално време и с определена продължителност. Водното количество намалява с размер ΔQ , т.е. реализира се енергиен разход, представен чрез загубата на вода при нейното транспортиране в каналите. При това състояние за доставка на вода на консуматор „i” с размер $Q_{\text{пи}}$, от водоизточника трябва да се подава водно количество $Q_i = Q_{\text{пи}} + \Delta Q_i$, където ΔQ_i е сумарна загуба на водно количество, т.е. енергоразходът до консуматора.

За изясняване и решаване на проблема за енергоефективно транспортиране и разпределение на водата от водоизточника до консуматорите е необходимо да се определи енергоразходът, т.е. загубата на водно количество по дължина на канално трасе, съставено от поредица от канали.

2. Подходи и методи

Всеки отделен канал от напоителната мрежа има своя индивидуална загуба на вода при нейното транспортиране, респ. различен разход на приведена енергия за единица време. Това различие произтича от различни фактори и обстоятелства. При облицованите канали – от вида и типа на облицовката, от състоянието и поддържането на фугите и тяхното деформиране, разтваряне, напукване и др. Индивидуалните характеристики на откритите канали налагат въвеждане на показател относно влиянието на техните характеристики и техния енергоразход като индивидуална величина. Следователно, индивидуалните качества и състояние на канала оказват значимо влияние върху енергоразхода. Ефективността и енергоразходът са разглеждани и при други технологии за напояване [3]. При тези обстоятелства е необходимо установяване и използване на общ показател, приложим за всеки отделен канал и канален участък.

От извършените разглеждания се установява, че общият показател с възможност да характеризира и да представлява даден канал или канален участък има вида:

$$K_{Ei} = \frac{\Delta Q_i}{Q_i}, \quad (1)$$

където K_{Ei} е енергиен показател, отразяващ загубата на енергия на единица водно количество при транспортирането му от открит канал с определена дължина, където „i” е разглеждания канал;

ΔQ_i – загубата на водно количество, респ. загубата на енергия от филтрация, течове, изпарение и др. по дължината на канал „i”;

Q_i – водно количество на канал „i” в даден участък;

$Q_{\text{вх}i}$ – входно водно количество в канал „i”.

3. Энергоразходни зависимости при открит напоителен канал

При движението на водата в открит канал „ i ” вследствие на филтрация, течове, изпарение и др. водното количество намалява. Това изменение в интервала от входа до изхода на даден канал обуславя разход на енергия за водно количество ΔQ_i , като:

$$\Delta Q_i = Q_{\text{вх}} - Q_{\text{изх}} \quad (2)$$

и представлява загубата на водно количество при транспортирането на $Q_{\text{вх}}$ по дължината на разглеждания канал „ i ”;

При продължителност на работа T на разглеждания канал „ i ”, загубената енергия представена чрез неизползвания воден обем заради загубите на вода в работния времеви поливен период или сезон има размер:

$$W_{Ei} = K_i Q_i T, \quad (3)$$

където W_{Ei} е загубата на воден обем, респ. енергоемкостта при времетраене T от канал „ i ” за транспорт на воден обем $Q_i T$;

Q_i – транспортно водно количество, [m^3/s];

T – продължителност на работа (транспортиране) на канал „ i ”.

Аналитичната зависимост (3) показва, че общият, сезонен енергоразход при транспортиране на водни обеми, зависи от големината на транспортираното водно количество, от времетраенето на процеса на транспортиране и от енергийния показател на канала. Този показател в най-общия случай е индивидуална, специфична характеристика на разглеждания канал. Каналната мрежа, респ. дадено канално трасе, в гравитачните напоителни системи се състои от множество канали или участъци. Всеки от тях има свои специфични, конструктивни, експлоатационни, хидравлични и др. характеристики. Общото между тях е, че провеждат (транспортират) водни количества, които могат да бъдат променливи в определен интервал и определено време.

За изясняване и установяване на характеристиките и зависимостите на енергоразхода, изразен чрез загуба на водно количество за единица времеви интервал, се разглежда в общ вид работата на канално трасе от гравитачна напоителна система, което транспортира и подава вода на определен консуматор.

3.1. Энергоразход при транспортиране на водно количество за един консуматор

По дължината на дадено канално трасе се провежда необходимото водно количество Q_x за консуматор „ x ” плюс загубите – енергоразход ΔQ_x , който ще се реализира до подаването на Q_x на ползвателя. Транспортното разстояние и видът на каналите, т.е. каналното трасе за транспорт до консуматора „ x ” могат да бъдат различни, което оказва влияние върху енергоразхода на разглежданите канали по дължината на каналното трасе. За изясняване на предложения метод се разглеждат три варианта.

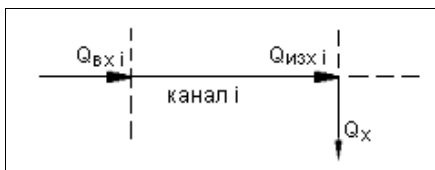
Вариант 1. Определяне на енергоразхода ΔQ при водоподаване на консуматор „x” чрез един канал.

Изходни данни за водоподаване на консуматор „x” от даден канал „i”, фиг. 1:

- Работно водно количество на консуматора – Q_x .
- Водни количества при изход на канал „i” – $Q_{\text{изх}i}$.
- Енергиен показател K_i – отчита се по ключовата крива $K_i = f(h_i)$ на канал „i”. Ключовата крива показва стойностите на K_i при различни дълбочини на течението в даден канал „i”;

Като се вземе в предвид, че $Q_{\text{изх}} = Q_x$, се получава:

$$\Delta Q_i = K_i Q_x. \quad (4)$$



Фиг. 1. Схема на водоподаване на консуматор „x” директно чрез един канал „i”

Вариант 2. Определяне на енергоразхода ΔQ при водоподаване на консуматор „x” по канално трасе от два канала.

При този вариант Q_x за консуматора се подава от изход на канал „i+1”, фиг. 2, т.е.

$$Q_x = Q_{\text{изх}(i+1)} \quad (5)$$

и енергоразхода $\Delta Q_{(i+1)}$ по дължината на канал „i+1” се определя по формулата:

$$\Delta Q_{(i+1)} = K_{i+1} Q_{\text{изх}(i+1)}, \quad (6)$$

където по условие $Q_{\text{изх}(i+1)} = Q_x$.

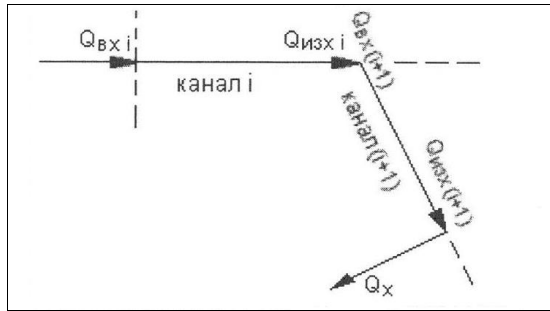
Енергийният показател $K_{i+1} = f(h_{(i+1)})$ се отчита по кривата срещу дълбочината на течението в канал „i+1”. При входа на канал „i+1” водното количество е равно на сумата:

$$Q_{\text{вх}(i+1)} = Q_{\text{изх}(i+1)} + K_{(i+1)} Q_{\text{изх}(i+1)} = Q_x + K_{(i+1)} Q_x,$$

но $Q_{\text{вх}(i+1)} = Q_{\text{изх}i}$, от което следва оразмерителната зависимост:

$$\Delta Q_{i,(i+1)} = K_i (Q_x + K_{(i+1)} Q_x) = (K_i + K_i K_{(i+1)}) Q_x. \quad (7)$$

Установява се, че при този вариант енергоразходът по дължина на каналното трасе от канали „i” и „i+1” зависи от два енергийни показателя – K_i и K_{i+1} .



Фиг. 2. Схема на водоподаване на консуматор „x” чрез канално трасе от два канала

Вариант 3. Определяне на енергоразхода ΔQ при водоподаване на консуматор „x” по канално трасе от три канала.

На консуматор „x” се подава вода от края на канал „i+2”, фиг. 3.

По аналогичен начин на Вариант 2 се определя енергоразхода на каналното трасе от три канала при прилагане на Вариант 3. В този случай изводът на формулата за енергоразхода ΔQ се извършва по реда:

- определя се загубата на вода $\Delta Q_{(i+2)}$ в канал „i+2” по формулата:

$$\Delta Q_{(i+2)} = K_{(i+2)} Q_x; \quad (8)$$

- определя се загубата $\Delta Q_{(i+1)}$ в канал „i+1” по формулата:

$$\Delta Q_{(i+1)} = K_{(i+1)} (Q_x + K_{(i+2)} Q_x) = (K_{(i+1)} + K_{(i+1)} K_{(i+2)}) Q_x. \quad (9)$$

Така определенният енергоразход $\Delta Q_{(i+1)}$ като сума с Q_x е равен на:

$$(Q_x + \Delta Q_{(i+1)}) = Q_{\text{вх}(i+1)},$$

където $Q_{\text{вх}(i+1)}$ е водното количество при вход на канал „i+1”.

От друга страна $Q_{\text{вх}(i+1)} = Q_{\text{изх}i}$, което дава основание да се определи оразмерителната зависимост:

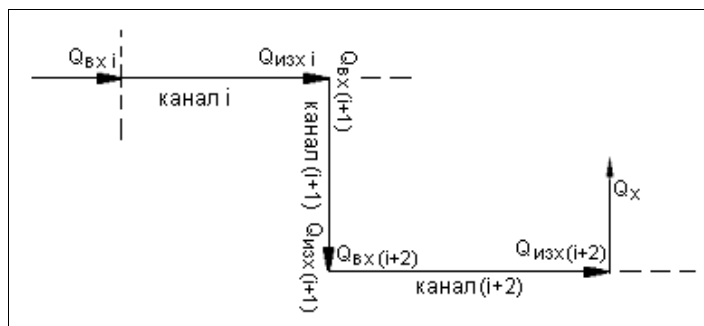
$$\Delta Q_{i,(i+1),(i+2)} = K_i (Q_x + \Delta Q_{(i+1)}) = K_i [Q_x + K_{(i+1)} (Q_x + K_{(i+2)} Q_x)], \quad (10)$$

която може да се представи във вида:

$$\Delta Q_{i,(i+1),(i+2)} = [K_i + K_i K_{(i+1)} + K_i K_{(i+2)} + K_i K_{(i+1)} K_{(i+2)}] Q_x. \quad (10')$$

По аналогичен начин се определя ΔQ за кой да е друг вариант.

Установява се, че енергоразходът и при трите варианта се определя от енергийните показатели на каналите, които транспортират вода по дадено канално трасе, и от размера на подаваното водно количество на съответното поливно поле.



Фиг. 3. Схема на водоподаване на консуматор „х“ по Вариант 3

3.2. Енергоразход при доставка на вода на два консуматора

Консуматорите X и Y извършват в едно и също реално време полив на поливни полета Π_x и Π_y . За поле Π_x се подава вода от изхода на канал „ i “, а Π_y получава вода от изхода на канал „ $i+2$ “. За опростяване се полагат означенията – $i = 1$, „ $i+1$ “ = 2, „ $i+2$ “ = 3.

При транспортирането на работните водни количества на двете полета Q_{Π_x} и Q_{Π_y} вследствие на фактори, посочени по-горе, се реализират загуби на вода, т.е. енергоразход, и настъпва намаление на транспортираните водни количества. За осигуряването на Q_{Π_x} и Q_{Π_y} при входа на поливни полета Π_x и Π_y , всеки канал от транспортното трасе трябва да подава по-голямо водно количество, което да е равно на съществуващите загуби като енергоразход и да компенсира загубеното при транспорт. Този разход за разглежданите канали се означава с ΔQ_i . За установяването му е необходимо да се определи ΔQ за каналите 3, 2 и 1, фиг. 4.

Енергоразход на канал 3.

Изходни данни: $Q_{\text{изх}3}$ – водно количество при изход на канал 3;

$Q_{\text{вх}3}$ – водно количество при вход на канал 3;

K_3 – енергиен показател на канал 3.

По условие $Q_{\text{изх}3} = Q_{\Pi_y}$ – водното количество подадено на Π_y .

При този случай разходът ΔQ_3 се определя по форм. (1):

$$\Delta Q_3 = K_3 Q_{\Pi_y}, \quad (11)$$

от което следва:

$$Q_{\text{вх}3} = Q_{\Pi_y} + K_3 Q_{\Pi_y}. \quad (11')$$

Енергоразход на канал 2.

От равенството $Q_{\text{вх}3} = Q_{\text{изх}2}$ се получава:

$$\Delta Q_2 = K_2 Q_{\text{изх}2}, \quad (12)$$

$$Q_{\text{вх}2} = Q_{\text{П}y} + K_2 Q_{\text{П}y} + K_2 K_3 Q_{\text{П}y}. \quad (12')$$

Енергоразход на канал 1.

От изхода на канал 1, по задание, се подава вода на консуматор „x“. При това състояние:

$$Q_{\text{изх}1} = Q_{\text{П}x} + Q_{\text{вх}2},$$

от което следва:

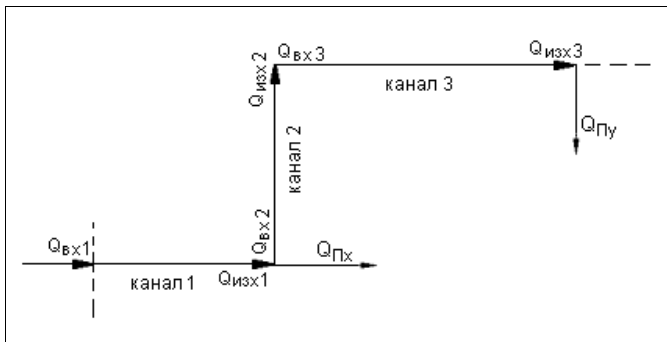
$$\Delta Q_1 = K_1 Q_{\text{изх}1} \quad (13)$$

или

$$\Delta Q_1 = K_1 (Q_{\text{П}x} + Q_{\text{П}y} + \Delta Q_2), \quad (13')$$

където $\Delta Q_2 = K_1 (Q_{\text{П}y} + \Delta Q_3)$;

$$\Delta Q_3 = K_3 Q_{\text{П}y}.$$



Фиг. 4. Схема на водоподаване на два консуматора

При водоподаване на два консуматора се установява, че енергоразходът на произволен канал „i“, където $i = 1$, зависи от големината на работните водни количества на поливните полета Π_x и Π_y и от реализираните загуби на вода като енергоразход при транспортиране на водните количества $Q_{\text{П}x}$ и $Q_{\text{П}y}$ от каналите 1, 2 и 3. По изложения подход и метод може да се определи загубата от транспортиране на определено водно количество Q_i на кой да е канал от напоителната канална мрежа.

4. Изводи

1) Извършено е разглеждане върху енергоразхода, респ. загубите на вода при транспортиране на водни количества Q от напоителни канали и са посочени основните показатели и факторите, от които той произтича.

2) Предложени са зависимости за определяне на енергоразхода, изразен чрез енергиен показател K_i за даден канал от напоителната канална мрежа при три варианта на подаване на определено водно количество на консуматор.

3) Разгледан е случай и са предложени зависимости за енергоразхода при транспортиране и подаване на вода на две едновременно работещи поливни полета.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гаджев, Р.* Енергоефективни показатели при открити канали в напоителните системи. Сб. докл. междуна. конф. „Енергийна ефективност и агроинженерство”, РУ ”Анг. Кънчев”, 15 – 17 ноем., Русе, 2015.

2. *Gadjev, R.* Water transport energy feature for pressure flows in irrigation. Vol. of intern conf. EE&AE, Russe University “Ang. Kanchev”, May 17 – 18, Russe, 2013.

3. *Георгиев, Д., Герински, Й.* Изследване на разхода на енергия и навлажнената площ при капкообразуватели с различен дебит. Междуна. юбил. научно конф., ИПАЗР, 15 – 17 май, София, 2015.

4. *Georgiev, D.* Construction and hydraulic testing of an open hydraulically operated tank for puls drip irrigation. 16th Congress ICID, Cairo, 1996.

5. *Lencastre, A.* Manuel d’hydraulique generale, Eurolles, Paris, 1969.

METHODS FOR DETERMINATION OF THE INITIAL WATER QUANTITIES IN CANALS WITH DIFFERENT GEOMETRY AND WATER LOSSES AT THE EXPLOITATION

R. Gadjev¹, J. Gerinski²

Keywords: energy efficiency, open canals, irrigation

ABSTRACT

In the exploitation of the irrigation systems, water losses, respectively energy spending is realized in the transportation of the water quantities along the canal network depending on the parameters of the open canals. For examination of the energy spending, the paper uses approaches and methods applying analytical relationships which express and include energy components and characteristics regarding the open flow and reflecting the energy spending, represented as a water loss in the canals in the transportation of water volumes.

The paper considers investigations regarding the energy spending in the open canal network and offers a relationship based on a basic energy indicator expressing for a given canal the individual energy spending along the open canals. Approaches are also given in connection with energy efficiency and analytical relationships for determination of the energy losses, i.e. water losses of the irrigation canals.

¹ Roumen Gadjev, Assist. Prof., ISSAPP, Agricult. Acad., Sofia, e-mail: hydroigr@abv.bg

² Jordan Gerinski, Assist. Prof., Dept. “Hydraulic, Irrigation and Drainage Engineering”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: gerinski@abv.bg