

Доц. д-р инж. Димитър Георгиев

ОПТИМИЗИРАНЕ НА ГОЛЕМИНАТА НА ПОЛИВНИТЕ БАТЕРИИ
ПРИ КАПКОВО НАПОЯВАНЕ С ОГЛЕД НА МИНИМАЛНИ
ЕКСПЛОАТАЦИОННИ РАЗХОДИ

OPTIMIZATION OF THE BATTERY SIZE IN DRIP IRRIGATION SYSTEMS
IN TERMS OF MINIMUM OPERATIONAL COSTS

Dimiter Georgiev, Assoc. Prof., Dr. Eng., Faculty of Hydraulic Engineering,
UACEG, email: georgiev_f@abv.bg

Summary: During the design of drip irrigation systems, according to the methodology of Keller and Karmeli used in the country, the size of the drip batteries is determined on the basis of the coefficient of uneven distribution of the irrigation water, which should be within certain limits. This is not always bringing about a minimum value of the costs for energy and depreciation during operation. Therefore, this paper suggests a methodology for optimization of the size of the drip batteries in these systems in order to minimize the above costs and preserve the admissible values for the coefficient of uneven distribution of the irrigation water.

Големината на поливните батерии е важен показател при проектирането на системи за капково напояване, от когото зависят капиталовложенията за единица площ и същевременно разходите за електроенергия и общите експлоатационни разходи при равни агрономически условия – поливна норма, интервал между поливките, вид на културата, почвени и др. условия. При ситуирането на повече на брой, но по-малки батерии, инвестициите за единица площ се увеличават поради значителният брой на разпределителните възли, в т.ч. и шахти, и по-голяма сумарна дължина на разпределителните и хранващи тръбопроводи.

Основният технически критерий, който пряко влияе върху големината на батериите, е получаването на равномерно разпределение на поливната вода в тях в рамките на предварително зададен допустим коефициент на неравномерност, който за сухите и аридни зони, както и при зони с благоприятен релеф, се приема 10 %, а при по-влажни условия и наклон на те-

рена над 5 %, може да достигне 20 %. Това означава, че разликата в изтичащото водно количество от първия капкообразувател, в началото на батерията и последният в края на батерията (при равномерен наклон) ще бъде в горните граници. За да се получи преследваната неравномерност в приетите граници е необходимо разликата в налягането в тези капкообразуватели да не надвишава определена допустима стойност $\Delta H_{к,ПБ}^{don}$ която се формира като сума от хидравличните загуби по дължината на крилата и разпределителния тръбопровод и денивелацията на терена между тези две дюзи, и е валидна при точно определен работен напор H_k (респективно дебит) и вид капкообразуватели. Първоначално нека проследим задачата при нулев наклон на терена.

При приета неравномерност 10 %, лесно се получават зависимостите

$$\begin{aligned} H_k^{\max} &= 1.05^{1/\alpha} \cdot H_k \\ H_k^{\min} &= 0.95^{1/\alpha} \cdot H_k \end{aligned} \quad (1)$$

където H_k^{max} и H_k^{min} са съответно максималната и минималната стойност на изменение на напора, при приет работен напор H_k ;

α - степенен показател в уравнението на ключовата крива на приетия тип капкообразувател.

От това следва, че:

$$\Delta H_{к,ПБ}^{дон} = H_k^{max} - H_k^{min} = (1,05^{1/\alpha} - 0,95^{1/\alpha}) \cdot H_k, \quad (2)$$

която зависимост може да се изрази като

$$\Delta H_{к,ПБ}^{дон} = C \cdot H_k, \quad (3)$$

където C е показател, който зависи единствено от степенния показател α и приетата неравномерност на разпределение на поливната вода.

Разходът на енергия за единица площ $\Delta E_{ПБ}$ в поливната батерия се дефинира от напора в началото на батерията, който е сума от приетия работен напор H_k и част от реализираните хидравлични загуби в поливната батерия - $0,75\Delta H_{к,ПБ}$ (ако приемем, че приетият работен напор H_k се реализира в средата на поливното крило, което е доказано и прието в методиките за проектиране на капкови системи) и подаденият обем вода ΔW за тази единица площ – в случая това е поливната норма за същата площ. Този обем вода представлява производението от общият капкуващ дебит и времето за капкуване, като по този начин се абстрахираме от приетата организация на полив – с какъв дебит и за колко време ще реализираме поливката. От друга страна можем да приемем, че този обем вода е предварително зададен в зависимост от конкретните агрономически и почвени условия, което дава основание в случая да го приемем за константен за даден обект, и тогава разходът на енергия ще бъде функция единствено само на развиваният напор в началото на поливната батерия, т. с.

$$\Delta E_{ПБ} = F(H_k + 0,75\Delta H_{к,ПБ}) \quad (4)$$

като в случая константата g (земното притегляне) също е елиминирана.

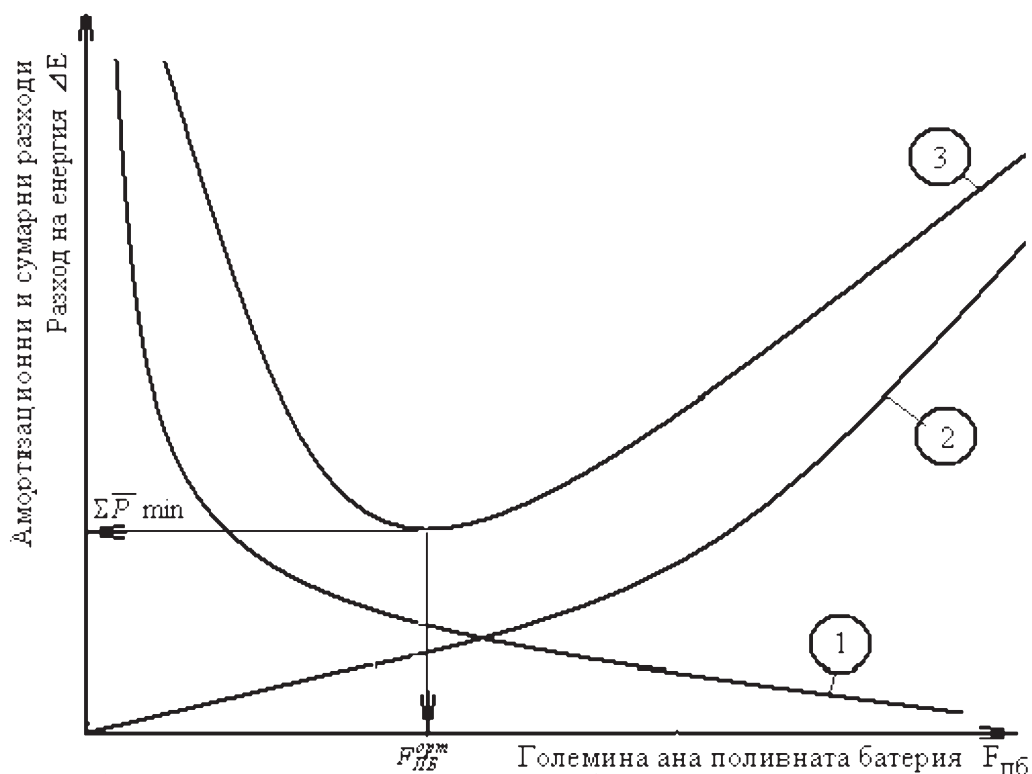
Анализът на изложеното до тук показва, че с увеличаването на големината на поливната батерия $F_{ПБ}$ се увеличава и големината на реализираните хидравлични загуби в нея $\Delta H_{к,ПБ}$, в рамките на допустимата стойност $\Delta H_{к,ПБ}^{дон}$, която съгласно (2) е функция от степенния показател α и приетия работен напор H_k . Това означава, че при даден конкретен тип капкообразувател и приет коефициент на неравномерност за да се увеличи големината на поливната батерия е необходимо да се увеличи и $\Delta H_{к,ПБ}^{дон}$, което единствено може да стане чрез увеличаване на работния напор H_k . Освен това следва да се отбележи, че при проектирането на тези системи, една от целите е постигане на максимално възможната големина на поливните батерии с оглед на понижаване на общите капиталовложения за системата, което води до залагане в проекта на реализирани хидравлични загуби в батериите почти равни на допустимите $\Delta H_{к,ПБ}^{дон}$, но не по-големи от тях. При наклон, различен от нулев, към хидравличните загуби следва да се прибави или извади денивелацията на терена в зависимост от това дали е положителен или отрицателен наклона на терена, което не променя същността на решението. Въз основа на това разходът на енергия за единица площ, зависимост (4), придобива вида

$$\Delta E_{ПБ} = g\Delta W(H_k + 0,75\Delta H_{к,ПБ}^{дон}) \quad (5)$$

Ако зададем някаква предварително определена константна стойност на обема вода за конкретния случай, то при различни големина на поливните батерии, респективно различен приет работен напор H_k , по горните зависимости могат да се изчислят и съответните стойности на разхода на енергия за единица площ $\Delta E_{ПБ}$, което е показано на **Фиг. 1** - крива 1. За така разгледаните варианти на големина на поливните батерии могат да се пресметнат и съответните капиталовложения за единица площ. Знаейки тези капиталовложения, могат да се

изчисляват и съответните средногодишни амортизационни разходи $P_{аморт}$ като процент от капиталовложенията. Паралелно с капиталовложеният, тези разходи са намаляваща функция – крива 2 на същата фигура.

За да намерим решението на поставената задача, т.с. оптималната големина на поливните батерии, при която се получават минимални сумарни разходи, следва да сумираме стойностите на двата разхода при различните



Фиг. 1. Оптимална големина на поливната батерия:

- 1- разход на енергия в зависимост от големината на поливната батерия;
2 – амортизационни разходи; 3 – сумарни разходи.

големини на поливните батерии и да получим сумарната крива на разходите – крива 3. Оптималното решение се намира в минимума на тази крива (предполага се, че разходите за вода и труд са едни и същи за различните варианти, поради което не са взети предвид). В заключение следва да се отбележи, че по аналогичен начин може да се оптимизира и големината на поливните батерии по отношение на приведените разходи, където капиталовложенията участват с абсолютната си стойност. Като се имат предвид от една страна сравнително високите капиталовложения и от друга страна сравнително високите разходи за електроенергия, независимо от това че поливната норма е редуцирана, то оптимизирането на

големината на поливните батерии, както и на работните параметри, трябва да бъде незаменим елемент в процеса на проектиране на тези системи. Оптимизацията на големината на поливните батерии не изключва възможността да се конфигурират батерии в определени пропорции между хидравличните загуби в разпределителните и поливните тръбопроводи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белчев, И., Ст. Иванов и Пл. Петков. Капково напояване. Земиздат, С., 1979.
2. Ръководство за проектиране на напоителни полета, том III – капково напояване. ИПП „Водпроект”, кн. 37.