



ИЗПОЛЗВАНЕ НА СКЛЮЧЕНИ МРЕЖИ В СИСТЕМИ ЗА КАПКОВО НАПОЯВАНЕ

ПЕТЪР ФИЛКОВ

LOOPED NETWORKS USE IN DRIP IRRIGATION SYSTEMS

PETAR FILKOV

Abstract

Looped networks are widely used in urban water supply systems mainly because of their reliability. The low system price is the most important feature of the irrigation networks, so usually they are built as branched ones. For that reason there is no methodology for hydraulic sizing of looped irrigation networks in Bulgaria. However some special features of the drip irrigation systems can make the looped networks economically advantageous. The terms of use of such networks are analyzed and a practical example is presented in the article.

Key words: Looped network, Drip irrigation, Water supply system

ВЪВЕДЕНИЕ

Сключените мрежи са широко използвани при водоснабдяването на населени места не само поради тяхната надеждност, но и поради характеристиките на консумацията – променливи във времето дебити, сравнително малки спрямо протичащите в мрежата, наличие на огромен брой работни състояния. При напоителните мрежи консумираните дебити са съизмерими с тези в тръбопроводите, класическите системи работят по определен график и се оразмеряват при прието работно състояние, зададено чрез технологична карта (ТК). Спазването на ТК осигурява правилното функциониране на системата, но в някои случаи поставя ограничения при експлоатацията ѝ. Стойността на напоителните мрежи е от основно значение и затова по правило те се проектират разклонени. Системите за капково напояване се прилагат не само за трайни насаждения, но и при зеленчуци, където евентуалното наличие на сеитбообращение налага променливи във времето технологични карти. В тези случаи капковите системи се доближават до водоснабдителните и сключването на мрежата може да бъде подходящо решение. Неговата целесъобразност следва да се прецени не само от икономическа гледна точка, но и с оглед на възможностите за по-гъвкаво използване на системата.

Основен дял в инвестициите за капкови системи имат поливните крила, следвани от командно-филтърния блок (КФБ), докато стойността на

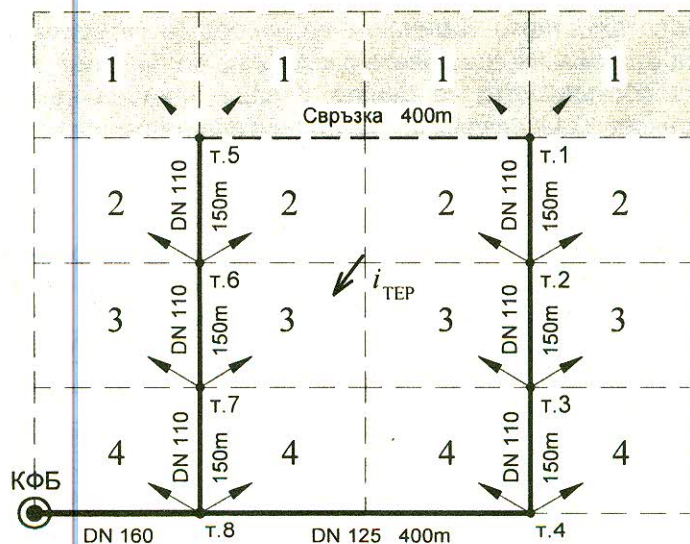
транспортно-разпределителната мрежа (ТРМ) е с най-малка тежест. Сключването на мрежата води или до намаляване на диаметрите на някои второстепенни клонове, или до понижаване на необходимия напор в началото ѝ, като в зависимост от конкретния случай се избира единия от двата подхода. При първия подход намаляването на тръбите в някои участъци обикновено не снижава общите инвестиции, защото са необходими допълнителни „свързки“ в мрежата, но поради ниския относителен дял на ТРМ в стойността на цялата система, сключването не я и оскъпява чувствително. При втория подход се намаляват разходите за ел. енергия и икономията на средства може да се окаже значителна с времето, особено в условията на непрекъснато растящи цени на енергоносителите.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследвана е система за капково напояване с обща площ 48 ha, съставена от 16 батерии, която се полива на 4 такта. Наклонът на терена е 1,25%, а водоизточникът е разположен в най-ниската точка. Всяка батерия е с дебит 6 l/s, а необходимият напор е 11,0 m (за батериите с низходящи поливни крила) и 14,0 m (за батериите с възходящи поливни крила). Оразмерителният дебит на системата е 24 l/s, загубите на напор в КФБ и връзките на помпата до водоизточника са приети 15,0 m за оразмерителния случай и 10 m при почистени филтри. Мрежата е оразмерена като разклонена при две ТК, показани на фиг. 1 и фиг. 2, където са отбелязани и диаметрите на отделните участъци.



Фиг. 1. Технологична карта 1 и диаметри на тръбопроводите



ЛЕГЕНДА: 2 - Номер на такт т.8 - Характерна точка
 DN 125 400m - Диаметър и дължина на участъка

Фиг. 2. Технологична карта 2 и диаметри на тръбопроводите

При ТК 1 (фиг.1) е прието разсредоточена работа на едновременно работещите батерии, а при ТК 2 (фиг.2) отделните тактове формират фиктивно крило.

За мрежите при всяка от двете технологични карти е разгледано сключване между точки 1 и 5, като са изследвани няколко варианта по отношение диаметъра на свързката.

Сравнението на вариантите е по срок на откупуване на допълнителните инвестиции за сключване на мрежата от спестените разходи за ел. енергия. Допълнителните инвестиции са изчислени спрямо варианта на разклонена мрежа и включват разходите за тръби и полагането им, редуцирани с разликата в цената на помпите. Икономията на ел. енергия е определена чрез средното намаление на напора за четирите такта, на базата на средногодишна консумация на вода от системата 100000 m^3 , при среднотежестна цена на ел. енергията $0,122 \text{ лв./kWh}$ и при прието ежегодно поскъпване на ел. енергията с 10% . Разходите за ел. енергия са приведени към нетна сегашна стойност (NPV) с инфлация от 6% , като е отчетена зависимостта на NPV от срока на откупуване.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Данните от хидравличното оразмеряване на мрежата и икономическото сравнение на вариантите са представени в табл. 1 и табл.2. Вариантите на сключена мрежа са означени според диаметъра на свързката. С $H_{св}$ е означен оразмерителният напор след КФБ, $H_{пс}$ е оразмерителният напор на помпата,

а ΔH е среднотезестното намаление на напора за четирите такта. С ΔL_e и ΔL_e (NPV) са отбелязани спестените разходи на ел. енергия съответно преди отчитане на поскъпването на цените и след привеждането ѝ към нетна сегашна стойност. С ΔK са означени допълнителните капиталовложения, а с T е отбелязан срокът на откупуване.

Таблица 1

**Необходим напор, спестени разходи за електроенергия,
капиталовложения и срок на откупуване при мрежа
оразмерена по технологична карта 1**

	$H_{св}$	$H_{пс}$	ΔH	ΔL_e	ΔL_e (NPV)	ΔK	T
	м	м	м	лв./год.	лв./год.	лв.	год.
Разклонена мрежа	44,0	59,0					
Сключена 050	42,0	57,0	1,5	63,9	108,6	3240	29,8
Сключена 063	41,5	56,5	2,5	106,5	162,4	3960	24,4
Сключена 075	41,0	56,0	3,0	127,8	194,9	4800	24,6

От табл. 1 е видно, че при сключването на мрежата оразмерена за ТК 1 (фиг. 1) напорът на помпената станция спада, макар и незначително (3÷5%). Избраните помпени агрегати [Grundfos, 2006] са NK 50-200/219 и са еднакви, както за разклонената, така и за всички варианти на сключена мрежа. Средното намаление на напора за четирите такта на системата е по-малко от това за оразмерителния случай, което се дължи на по-слабото понижение на необходимите напори за немеродавните тактове. В табл. 1 не е отбелязано, но при вариант 063, скоростта в свързката се доближава до минимално допустимата според нормите [Водпроект, 1991], докато при вариант 075 тя е доста по-ниска. С оглед на получения срок на откупуване варианти 063 и 075 практически не се различават, но като цяло при сключването на мрежата от фиг. 1 се получават твърде дълги срокове на откупуване.

Таблица 2

**Необходим напор, спестени разходи за електроенергия,
капиталовложения и срок на откупуване при мрежа
оразмерена по технологична карта 2**

	$H_{св}$	$H_{пс}$	ΔH	ΔL_e	ΔL_e (NPV)	ΔK	T
	м	м	м	лв./год.	лв./год.	лв.	год.
Разклонена мрежа	47,0	62,0					
Вариант 050	44,5	59,5	2,1	89,5	102,3	1135	11,1
Вариант 063	44,0	59,0	2,8	119,3	141,9	1855	13,1
Вариант 075	43,5	58,5	3,3	140,6	177,7	2695	15,2

От данните в табл. 2 се вижда, че при сключването на мрежата оразмерена за ТК 2 (фиг. 2) спадането на оразмерителния напор е по-голямо (4÷10%) спрямо случая при ТК 1. Като абсолютни стойности разликата в напорите при разклонена и сключени мрежи не е значителна, но води до промяна на избрания модел помпи. За разклонената мрежа това е помпен агрегат NK 50-250/254, докато за трите варианта на сключване помпата е по-

малка – НК 50-200/219. Вследствие на това допълнителните инвестиции се редуцират с разликата в цените на помпите. Най-добрият вариант е със свързка с DN 50, като срокът на откупуване за него (11,1 год.) се доближава до приемливия 10-годишен срок.

В абсолютна стойност допълнителните инвестиции за трите варианта се изменят от около 1100 лв. до близо 2700 лв. При приблизителна обща стойност на цялата система за капково напояване при разклонена мрежа от 250000 лв. допълнителните инвестиции варират от 0,4% до 1,1%.

Общата характеристика на разгледаната система за капково напояване е, че дебитът на батериите е сравнително голям, а броят на едновременно работещите в един такт – сравнително малък. Системи с повече на брой или с по-малки батерии се доближават като характеристики до питейно-битовите водопроводни мрежи и при тях сключването би имало по-ясно изразен ефект.

Сравнението между мрежите за ТК 1 и ТК 2 показва, че изборът на технологична карта оказва съществено влияние върху качествата на мрежата. Разсредоточаването или „разпръсването“ върху площта на работещите в един такт батерии (фиг. 1) води до много икономично решение за тръбопроводите при разклонена мрежа. В този случай тръбите нямат запас от хидравлична проводимост, който да се използва при сключването на мрежата и в резултат то се оказва неефективно.

За двете мрежи от фиг. 1 и фиг. 2 свързката е дълга 400 m, което е 26,7% от общата дължина на разклонената мрежа. Въпреки значителното удължаване на тръбопроводите в системата, вариант 050 при мрежата оразмерена за ТК 2 може да се счита за приемлива алтернатива на разклонената. При мрежи с по-сложна структура или с конфигурация в план, при която дължината на свързките е по-малка, сключването би било по-ефективно, поради по-малките допълнителни разходи за тръбопроводи

Върху спестените разходи за ел. енергия освен напора оказват влияние среднотежестната цена на ел. ток и годишната консумация на вода от системата. Направените изследвания са при предпоставката за 18-часова работа на ден – от 5:00 до 23:00 ч. В случай че се избере работа предимно в нощната тарифна зона, среднотежестната цена ще спадне, при което и спестените разходи за ел. енергия ще намалеят. Те ще понижат и в случай, че средната годишна консумация на вода е по-малка. Приетият за примера годишен обем от 100000 m³ отговаря на редуцирана напоителна норма от 2000 m³/ha, т.е. на масив зает със зеленчуци. Сключването на мрежата от фиг. 2 няма да има положителен ефект, ако масивът е с лозови насаждения, поради по-ниското годишно потребление на вода.

Възможността за реализиране на повече от една ТК в една мрежа дава свобода на ползвателите да променят вида и мястото на отглежданите култури, което има съществено значение при експлоатацията на поливната система. В мрежата оразмерена за ТК 2 може да се реализира и ТК 1. За разклонената мрежа от фиг. 2 оразмерителният напор при извършване на полива по ТК 1 спада от 62,0 m на 55,0 m. За сключената мрежа по вариант 050 понижението е от 59,5 m на 53,5 m, а средното намаление на напора за четирите такта е 1,65 m спрямо разклонената мрежа. За конкретните два

примера, когато в мрежата с диаметри според фиг. 2 се реализира ТК 1 спадът на оразмерителния напор позволява монтирането на по-малки работни колела на помпите, с което действително изразходваната енергия би намаляла още по-значително.

ИЗВОДИ

В представеното изследване е установено, че сключването на мрежите за капково напояване може да има положителен икономически ефект, при наличието на следните предпоставки:

1. При избраната технологична карта за системата да не се получава най-икономичната като диаметри разклонена мрежа, т.е. да има групиране на едновременно работещи батерии, захранвани от един тръбопровод, а не разсредоточаване на консумацията.

2. Разположението на разклонената мрежа в план да позволява сключването ѝ чрез сравнително къси тръбопроводи.

3. Капковите системи да доставят големи обеми вода на напояваната площ. Подходящи са системите в масиви заети със зеленчуци или такива мрежи, които се използват почти непрекъснато през поливния сезон. Ориентировъчно средногодишната редуцирана напоителна норма за площта трябва да надвишава $1600 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Трябва да се подчертае, че намалението на напора при сключване на мрежата понякога води до избор на по-малък помпен агрегат, чиято по-ниска стойност компенсира част от инвестициите за свързващи тръбопроводи.

Наличието на горните предпоставки не гарантира, че сключената мрежа ще бъде по-ефективна от разклонената, но е достатъчен мотив при проектирането да се изследват и варианти различни от стандартните. Сключените мрежи имат не само предимства от технико-икономически, но и от експлоатационен характер и в зависимост от конкретния случай и желанията на потребителя могат да се окажат подходяща алтернатива на разклонените.

ЛИТЕРАТУРА

1. Водпроект, 1991. Норми за проектиране на хидромелиоративни системи. *Библиотека на проектанта* 64: 17.
2. Grundfos, 2006. "NB, NBE, NK, NKE", (Каталог). Наличен на: <http://net.grundfos.com/Appl/WebCAPS/>