



Списание за наука

„Ново знание“

ISSN 2367-4598 (Online)

Академично издателство „Талант“

Висше училище по агробизнес и развитие на
регионите - Пловдив

New Knowledge

Journal of Science

ISSN 2367-4598 (Online)

Academic Publishing House „Talent“

University of Agribusiness and Rural Development -
Bulgaria

<http://science.uard.bg>

PRESSURE LOSSES FROM FRICTION AND LOCAL RESISTANCE FOR TURBULENT FLOW REGIME IN PE PIPES $\Phi 16/2$

Roumen Gadjev

*Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection “Nikola Poushkarov”, Sofia,
Bulgaria*

Abstract: This paper presents the results obtained from laboratory experiments for total pressure losses in turbulent flow regime with drip irrigation smooth pipes PE16/2, 12,7 mm in diameter. Relationships for determination the sum of friction and local pressure losses in drip laterals with differently spaced local resistance (drippers) are presented. The relationship for determination of total coefficient of resistance and head losses obtained from the experimental and analytical studies is shown as well.

Keywords: pressure flows, flow regimes, pressure losses, flow coefficient of resistance.

ЗАГУБИ НА НАПОР ОТ ТРИЕНЕ И МЕСТНИ СЪПРОТИВЛЕНИЯ ПРИ ТУРБУЛЕНТЕН РЕЖИМ НА ТЕЧЕНИЕ В ПЕ ТРЪБОПРОВОДИ $\Phi 16/2$

Румен Гаджев

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола
Пушкаргов“, София*

Резюме: Настоящата разработка представя резултатите, получени от лабораторни експериментални изследвания относно общите загуби на напор за турбулентен режим на течение при гладки тръби ПЕ $\Phi 16/2$ за капково напояване, 12,7

mm светъл диаметър. Представена е зависимост за определяне на сумарните загуби на напор от триене и местни съпротивления в поливни крила при различни разположения на местните съпротивления (капкообразуватели). Представена е също и зависимост за определяне на обобщения коефициент на съпротивление и общи загуби, получени след експериментални и аналитични изследвания.

Ключови думи: напорни течения, режим на течение, загуби на напор, коефициент на съпротивление.

ВЪВЕДЕНИЕ

Поливните тръбопроводи от полиетиленови тръби ПЕ ф16/2 с вътрешен (светъл) диаметър 12,70 mm представляват хидравлично гладки тръби с разположени по дължина капкообразуватели съобразно вида на напояваните култури. При това състояние по дължината на поливния тръбопровод се формира напорно течение с равномерно променливи водни количества при даден дебит на капкообразувателите. Вследствие на намаляването на водното количество по посока на течението режимът на напорното течение се променя.

В настоящата разработка се разглеждат хидравличните характеристики и оразмерителни зависимости за определяне на загубите на напор при турбулентно течение в гладка тръба с вътрешен (светъл) диаметър 12,70 mm с разположени по дължина капкообразуватели с дистанция l_0 използвани за системите за капково напояване. Предлагат се резултати от експериментални и аналитични изследвания при различни схеми на разположение К на капкообразувателите.

ПОДХОД И МЕТОДИ

За целите на практиката и оразмеряването е подходящо изразяването на загубите на напор от триене и местни съпротивления чрез една обща зависимост:

$$h_{\text{заг об}} = h_{\text{тр}} + h_{\text{мест}} \quad (1)$$

където $h_{\text{тр}}$ - загуби на напор от триене;

$h_{\text{мест}}$ - загуби на напор от местни съпротивления;

Като се вземе в предвид, че при течение в тръбопровод с постоянно по дължина напречно сечение и водно количество загубите от триене по Вейсбах-Дарси са:

$$h_{\text{тр}} = \lambda_{\text{тр}} \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g} \quad (2)$$

а от загуби на напор от местни съпротивления:

$$h_{\text{тр}} = \xi_{\text{тр}} \frac{v^2}{2g} \quad (3)$$

за общите напорни загуби се получава/

$$h_{\text{об}} = \left(\lambda_{\text{тр}} + \xi_{\text{тр}} \frac{d}{L} \right) \frac{v^2}{2g} \frac{L}{d} \quad (4)$$

където $v = \frac{Q}{F}$ - средната скорост в напречното сечение на тръбопровода;

Q - водното количество, провеждано от тръбопровода;

ξ – коефициент на местно съпротивление;

$\lambda_{\text{тр}}$ – коефициент на съпротивление от триене;

Уравнението (4) може да се представи във вида:

$$h_{\text{об}} = \lambda_{\text{об}} \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g} \quad (5)$$

където $\lambda_{об}$ е общият (сумарният) коефициент на съпротивление, представляващ сумата от съпротивлението от триене и от съпротивлението, представено като т.нар. „фиктивно триене” – $\Delta\lambda$, т.е:

$$\Delta\lambda_{мест} = \xi \frac{d}{L}, \quad (6)$$

$$\lambda_{об} = \lambda_{тр} + \Delta\lambda_{мест} = \lambda_{тр} + \xi \frac{d}{L}, \quad (7)$$

По дължината на тръбопровода всички местни съпротивления имат еднаква форма и размери, т.е. имат едно и също миделево сечение, и при даден диаметър на тръбопровода стойността на коефициента на съпротивление ξ за всички местни съпротивления е с еднаква стойност, т.е. $\xi = \text{const}$ при $d = \text{const}$. При това състояние местната загуба на напор от едно местно съпротивление се изразява и поема от фиктивното триене в съответния прилежащ към него участък (дистанция) между две местни съпротивления (капкообразуватели). От това следва равенството:

$$h_{мест} = \Delta\lambda_{мест} \frac{\ell_o}{d} \frac{v^2}{2g} = \xi \frac{v^2}{2g} \quad (8)$$

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Постановка на аналитичните и експериментални изследвания

При поливните тръбопроводи за капково напояване разстоянията ℓ_o между капкообразувателите (съпротивленията) са постоянни по дължина, с големина на дистанцията съобразно напояваните култури и са най-често в интервала от 0,5 м до 4,0 м. Съответно на единица дължина при $\ell_o = 0,50$ м има 2 бр. съпротивления. С оглед на унифициране може да се използва общ параметър K за брой съпротивления на единица дължина и зависимостта за $\lambda_{об}$ (формула 7) се привежда към единица дължина, както следва:

$$\lambda_{об} = f(\text{Re}, K) \quad (9)$$

където $K = \frac{1}{\ell_o}$, При $\ell_o = 0,50$ м, $K = 2,0$; При $\ell_o = 2,0$ м, $K = 0,5$ и т.н.

От горното следва, че загубата на напор от триене и местни съпротивления при напорни течения в дадена съпротивителна област при хидравлично гладки тръби се определя по формула 5 при $\lambda_{об}$ по формула 9. Общата загуба на напор от триене и местни съпротивления по дължина на тръбопровода е равна на сумата от загубите на напор от всички прилежащи към съпротивленията участъци.

Експерименталните изследвания са проведени в хидравлична лаборатория върху хоризонтален стенд с дължина 45 м, построен по класическата схема на Н. З. Френкел. При изследваните условия и фиксираната експериментална дължина от 40 м се измерват падът на налягането $h_{заг}$ на напорното течение посредством пиезометри върху милиметрова скала. Водните количества са измервани по обемно-тегловия способ.

Експерименталното определяне на общия коефициент на съпротивление $\lambda_{об}$ е извършено по класически метод, даден в литературата (Никурадзе, Френкел и др.) при условията на турбулентен режим – гладка хидравлична област. Долната граница на гладката област, по изследванията на Moody, която се потвърждава и от настоящите изследвания, е при $\lg \text{Re} = 3550$. Конкретно за изследвания тръбопровод, по отношение на водното количество, тази граница е:

$$Q_{тр} = 4,506 \text{ v},$$

където Q е в l/s , v – кинематичен коефициент на вискозитета, cm^2/s .

За установяване на коефициента от триене и местни загуби на напор са извършени експериментални изследвания при четири варианта.

Вариант 1. Тръбопровод без местни съпротивления – $K=0$, $\ell_0 = \infty$:

Получена е аналитична експериментална зависимост в степенен вид за коефициента на съпротивление от триене, както следва:

$$\lambda_{\text{тр}} = \frac{0,3073}{\text{Re}^{0,2500}} \quad (10)$$

Вариант 2. Схема на разположение на съпротивленията $K = 2,0$, $\ell_0 = 0,50$ m:

$$\lambda_{\text{тр}} = \frac{0,3020}{\text{Re}^{0,2050}} \quad (11)$$

Вариант 3. Схема $K = 1,0$, $\ell_0 = 1,0$ m:

$$\lambda_{\text{тр}} = \frac{0,3070}{\text{Re}^{0,2285}} \quad (12)$$

Вариант 4. Схема $K = 0,667$, $\ell_0 = 1,5$ m

$$\lambda_{\text{тр}} = \frac{0,3089}{\text{Re}^{0,2364}} \quad (13)$$

Въз основа на тези резултати за коефициента $\lambda_{\text{об}}$ при коя да е схема на разположение на капкообразувателите в интервала от $K=3,0$ до $K=0,20$ и от обработката на опитния материал, като се отчита влиянието на K , е установена в степенен вид обобщената оразмерителна зависимост:

$$\lambda_{\text{об тур}} = \frac{A_{\text{т}}}{\text{Re}^m} \quad (14)$$

където:

$$A_{\text{т}} = 0,3124 - 0,0052 K;$$

$$m = 0,2521 - 0,02355 K.$$

Тази зависимост дава общия коефициент на съпротивление $\lambda_{\text{об тур}}$ при турбулентно течение и в тръбопровод с капкообразуватели при коя да е схема K от $K=3,0$ ($\ell_0 = 0,33$ m) до $K=0,20$ ($\ell_0 = 5,0$ m).

ИЗВОДИ

Получените аналитични зависимости са приложими за ПЕ ф16/2 тръби със светъл диаметър 12,7 мм при различни дистанции между капкообразувателите. Зависимостите са необходими за по-точно определяне на общите загуби на напор по дължина на поливните тръбопроводи при капково напояване. Предложена е обобщена зависимост в степенен вид за сумарния коефициент на съпротивление в зависимост от схемата на разположение на капкообразувателите при турбулентно течение в поливните тръбопроводи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агроскин И.И. и др., 1957, Гидравлика, Госенергоиздат, М.
2. Белчев Ив., Ст.Иванов, Пл.Пегков, 1979, Капково напояване, Земиздат, С.
3. Гаджев, Р., 1998, Загуби на напор в преходно критичен режим при полиетиленови тръби, Известия на ИХМ-ССА, том XXV, София.
4. Френкель Н., 1956, Гидравлика, Госенергоиздат, М.
5. Lencastre A., (1969), Manuel d'hydraulique generale, Eurolles, Paris.
6. Nikuradse J., 1932, Gesetzmässigkeit der turbulenten Stromung in glatten Rohren, Forschg., Arb.Ing.- Wes.