

OPTIMIZATION OF THE DOSING PUMP FUNCTIONAL PARAMETERS USED FOR AGRICULTURAL CROPS FERTIGATION

OPTIMIZAREA PARAMETRILOR FUNCȚIONALI AI POMPEI DE DOZARE UTILIZATĂ LA FERTIRIGAREA CULTURILOR AGRICOLE

PhD. Eng. Biolan I.¹⁾, PhD. Eng. Vișan A.L.²⁾, Eng. Vulpe G.¹⁾, Eng. Biolan C.¹⁾

¹⁾ I.N.C.D.I.F. "ISPIF" Bucharest / Romania; ²⁾ INMA Bucharest / Romania
E-mail: iliebiolan@gmail.com.

Abstract: The paper presents the mathematical model that was used to optimize the performances of an hydraulic dosing pump used to agricultural crop fertigation. These research activities have been conducted during the 1986-2010, period during which the hydraulic dosing pump operated in conjunction with an irrigation installation.

Keywords: dosing pump, fertigation, membranes, performances.

INTRODUCTION

Fertigation is a modern concept and represents the newest technology used in intensive agriculture field, that combines the irrigation technique with fertilization systems. Using this method, the fertilizing substances are dosed and distributed simultaneously with the irrigation water, so the plants receive the nutrients along with water, in accordance with the vegetation state. This technology can control and improve the crop productivity in accordance with crop agronomical requirements and the meteorological conditions. More than that, these systems can be easily adapted to the type of crop, to the vegetation state and the type of fertilizer (chemical or biological liquids). From this reason, the dosing pump must meet the international market requirements and to be easily adapted to the technologic systems that are already used in this area.

The latest tendency in the intensive agriculture technological systems is the bio-fertigation, trend that is widely spread in the developed countries (France, Italy, England etc.), due to people concern to have a healthy body and a long life expectancy by using only natural products (products without genetic mutation or chemical fertilizers).

Also this type of agriculture is applied to a small scale (local and private farms) and the biological products placed on the market are very expensive.

Previous researches obtained lead to the conclusion that it is necessary to optimize the working parameters of the dosing pump, in order to adapt it to the classical systems, that are used in intensive agriculture in most arable areas, but also to the bio-farming [3, 4].

MATERIALS AND METHOD

The research activity was made in order to highlight of the advantages of the combined usage of irrigation techniques were performed with fertilization systems using different types of dosing pumps manufactured abroad or in Romania - dosing pump type PD1-2 made within the National Institute of Research-Development for Land Improvements (INCDIF-ISPIF Bucharest), which was tested in Research Development Institute for Capitalization of Horticultural Products Bucharest (ICDIMPH-HORTING Bucharest).

Fertilization of crops in greenhouses, by classical method, is done in stages: before plating and during the

Rezumat: În acest articol este prezentat modelul matematic utilizat pentru optimizarea performanțelor unei pompe hidraulice de dozare, folosită la fertirigarea culturilor agricole. Această activitate de cercetare a fost desfășurată în perioada 1986-2010, perioadă în care pompa hidraulică de dozare a funcționat în cadrul unei instalații de irigare.

Cuvinte cheie: pompa de dozare, fertirigare, membrane, performante.

INTRODUCERE

Fertirigarea este un concept modern și reprezintă cea mai nouă tehnologie utilizată în domeniul agriculturii intensive, care combină tehnica de irigare cu sistemele de fertilizare. Utilizând această metodă, substanțele de fertilizare sunt dozate și sunt distribuite în același timp cu apa de irigare, astfel plantele asimilează substanțele hrănitoare o dată cu apa, în conformitate cu stadiul vegetativ. Această tehnologie poate controla și îmbunătăți productivitatea agricolă în conformitate cu cerințele agronomice ale culturii și cu condițiile meteorologice. Mai mult decât atât, aceste sisteme pot fi cu ușurință adaptate la diverse tipuri de culturi, în funcție de stadiul de vegetație și de tipul fertilizatorului (substanțe chimice sau biologice). Din acest motiv, pompa de dozare trebuie să respecte cerințele pieței și să poată fi adaptată cu ușurință la sistemele tehnologice care sunt deja utilizate în acest domeniu.

Printre cele mai noi tendințe în cadrul sistemelor tehnologice destinate agriculturii intensive este bio-fertirigarea, trend care este foarte des întâlnit în țările dezvoltate (Franța, Italia, Anglia etc.), datorită faptului că populația este preocupată pentru a avea un corp sănătos și o durată de viață lungă, utilizând numai produse naturale (produse fără modificări genetice și fertilizatori chimici).

De asemenea, acest gen de agricultură este practică în prezent la scară mică (în ferme locale și particulare) iar produsele biologice comercializate au prețuri ridicate. Cercetările anterioare au condus la concluzia că, este indicat să se optimizeze parametrii funcționali ai pompei de dozare, pentru a putea fi adaptată la sistemele clasice utilizate în agricultura intensivă, sisteme care au o mare răspândire pe suprafețele arabile dar și la fermele bio [3, 4].

MATERIALE ȘI METODĂ

Activitatea de cercetare a fost realizată pentru a evidenția avantajele utilizării combinate a tehnicilor de irigare cu sistemele de fertilizare, utilizând diverse tipuri de pompe de dozare, produse în străinătate, respectiv în România - pompa de dozare tip PD1-2, realizată în cadrul Institutului Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Îmbunătățiri Funciare (INCDIF - ISPIF București) care a fost testată în cadrul Institutului de Cercetare - Dezvoltare pentru Valorificarea Produselor Horticole-București (ICDIMPH - HORTING București).

Fertilizarea culturilor în sere prin metoda clasică se face

vegetation. The organic and chemical fertilizing solutions are applied only by spraying as fertilizing irrigation – fertigation, comparing to solid fertilizers that are generally applied by manual distribution, requiring an intensive labor and the plant injury risk is not eliminated as a result of increased concentration etc. [3].

The fertigation can be applied in greenhouses using micro spraying or dripping irrigation installations, because they are equipped with liquid fertilizer injection devices in irrigation water - dosing pump.

Consulting the scientific literature, it has concluded that "The most efficient system for applying fertigation is the drip irrigation with nutrient solution, which creates the most favorable soil air-thermo-hydric and plant nutrition regime" [3].

The greenhouse conditions in which were made the research on fertigation are:

- Fertilizer dose applied must be constant and evenly distributed;
- The amount of fertilizer to be injected has to be in accordance with the vegetation period of the plant;
- Source of water used in the greenhouse should be well determined (network, rain etc.).

The research activity was conducted in greenhouses on tomato crops through IUP/ NETAFIN drip watering system which was connected to the PD 1-2 dosing pump, which has also the role to inject the liquid fertilizer into irrigation water [3].

The tests used liquid fertilizer on nitrogen and potassium base.

The IUP - low pressure dripping watering system has the next components: one filtering system (gravimetric or screen filter), watering pipe with length of 100 m, distance between dropping is 0.6 m, the supply pressure is maximum 2.5 bar, the dripping flow 2 l/h and the maximum water quantity is 150 m³/ha.

The 1-2 PD dosing pump which comprises two membranes that inject fertilizers into irrigation system, using the irrigation water from the system as power source. This type of pump is the latest prototype made in Romania designed to increase the crops productivity on Romanian soil and to reduce the water consumption [1,4].

The PD 1-2 pump (Fig.1), is mounted in parallel with the main irrigation circuit AMF from which is drawing the hydraulic power due to supply line AM in order to drive the mechano-hydraulic system which has: an opening valve R1 to main pipe, supply valve R1', a rapid coupling system C1 and manometer M1. The pressurized water reaches the hydraulic directional valve controller 1 and from here flows towards the pump 2. Water evacuation is made by EM circuit, in this pipe line the water is either free flowing or at low pressure in order to allow its recycling and its reintroduction in the installation's circuit [1].

The manometer M3 measures the water pressure from the installation supply line, Q1 determines the IUP water flow from the installation supply line and is positioned after the filter F. During the experimental activity was also used an chronometer in order to establish the operating period of fertigation installation.

At this stage, the piston shaft is achieving a movement of translation C, thus driving the two membranes and triggering absorption of the fertilizing into the central chamber of the central body AP, where the membrane is decompressed and creates a pressure drop that is needed for adsorption. Meanwhile, inside the other chamber where the membrane is being compressed, the fertilizer absorbed during the previous stage of this process is injected into the IP circuit.

în etape: înainte de plantare și în vegetație. Soluțiile de îngrășăminte organice și chimice se administrează numai prin aspersiune sub formă de irigare fertilizantă – fertirigație, în comparație cu îngrășămintele solide, care se aplică în general prin distribuție manuală, necesitând un consum mare de forță de muncă, iar riscul vătămării plantelor nu este eliminat ca urmare a concentrației ei mărite etc. [3]

Fertirigația se poate aplica în sere prin intermediul instalațiilor de udare prin microaspersiune prin picurare, deoarece acestea sunt dotate cu dispozitive de injecție îngrășământ lichid în apa de irigat – pompa de dozare.

Consultând literatura de specialitate s-a ajuns la concluzia că „cel mai eficient sistem de realizare a fertirigației îl constituie irigarea prin picurare cu soluție nutritivă, care creează cel mai favorabil regim aerotermohidric al solului și de nutriție a plantelor” [3].

Condițiile din sera în care s-au efectuat cercetările pentru fertirigație, sunt:

- Doza de îngrășământ administrată trebuie să fie constantă și uniform distribuită;
- Cantitatea de îngrășământ injectată să fie în conformitate cu perioada de vegetație a plantei;
- Sursa de apă folosită în seră trebuie să fie bine determinată (rețea, ploaie etc.).

Activitatea de experimentare s-a desfășurat în sere, asupra culturilor de tomate, prin intermediul instalației de udare prin picurare IUP/NETAFIN care a fost conectată la pompa de dozare, PD1-2, și care mai are și rolul de injecție a îngrășământului lichid în apa de irigat [3].

Încercările s-au realizat cu îngrășământ lichid pe baza de azot și potasiu.

Instalația de udare prin picurare de joasă presiune – IUP, prezintă următoarele componente: sistem de filtrare (filtru gravimetric sau filtru cu sită), conducte de udare cu lungimea de 100 m, distanța a dintre picurătoare fiind de 0,6 m, presiunea de alimentare maximă de 2,5 bar, debitul picurătoarelor 2 l/h și norma de udare 150 m³/ha.

Pompa de dozare PD1-2, are în componența ei două membrane care injectează fertilizant în sistemul de irigare, folosind apa de irigare din sistem ca sursă de putere. Această pompă este cel mai nou prototip realizat în România, proiectat pentru a mări productivitatea culturilor agricole de pe solul autohton și pentru a reduce consumul de apă [1, 4].

Pompa PD 1-2 (Fig.1) este montată în paralel cu circuitul principal de irigare AMF din care își trage agentul de lucru, apa, prin conducta de alimentare AM, pentru a acționa sistemul mecano-hidraulic, care este prevăzut cu: un robinet de cupare la rețeaua principală R1, robinet de alimentare R1', cuplă rapidă C1 și un manometru M1. Apa sub presiune ajunge la distribuitorul hidraulic 1 și de acolo la pompa 2. Evacuarea apei se realizează prin circuitul EM, circuit în care apa are fie o curgere liberă, sau la presiune scăzută, pentru a fi recuperată și reintrodusă în circuitul instalației [1].

Manometru M3, are rolul de a măsura presiunea apei din circuitul de alimentare a instalației, Q1 măsoară debitul de apă introdus în IUP și este montat după filtrul F. În timpul experimentărilor a fost utilizat de asemenea un cronometru pentru a determina intervalul de timp de funcționare a instalației de fertirigație.

În această poziție, axul și pistonul realizează o mișcare de translație C, antrenând cele două membrane și declanșând absorbția fertilizantului în camera corpului central AP, unde membrana se decompresionează, creând depresiunea necesară absorbției.

Între timp în camera cealaltă unde membrana este comprimată, fertilizatorul absorbit din faza anterioară este injectat în circuitul IP.

After the piston stroke C is done, lever commands the directional valve controller reversing the water circuit inside and implicitly changing the fertilizer's circuit.

The movement of the dosing pump's rod is cyclic and it injects a constant quantity of fertilizer in the system assuring a constant fertilizer concentration; however, in order to modify this concentration one has to change the operating pump frequency and also the AM valve positioned on water supply circuit or valve from the pump's injection circuit IP [3].

După ce pistonul realizează cursa C, levierul acționează asupra distribuitorului inversând circuitul apei în distribuitor și implicit circuitul îngrășământului.

Mișcarea tijei pompei dozatoare este ciclică, injectând un debit constant de fertilizant în sistem, la o concentrație constantă; însă, pentru a regla concentrația trebuie să se modifice frecvența de lucru a pompei și a debitului prin robinetul de pe circuitul de alimentare sau prin valva de pe circuitul de injectie a pompei IP [3].

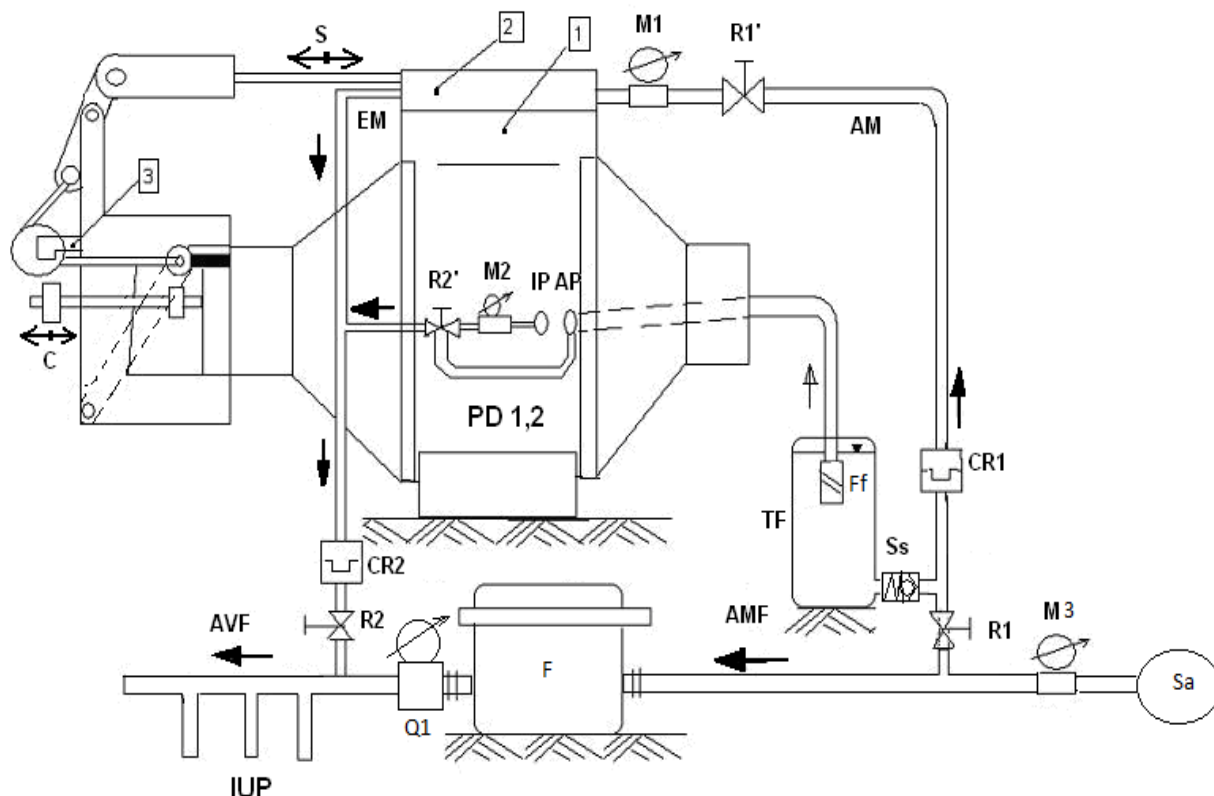


Fig. 1 – Functional scheme of IUP drip irrigation installation and the PD 1-2 dosing pump

1-hydraulic pump; 2-directional control valve; 3-directional control valve command lever; R1, R1', R2, R2'- opening valve; CR1, CR2 –rapid coupling systems; Ss – directional valve; TF- fertilizer tank; M1, M2, M3 –manometer; Ff –fertilize filter; Sa – water supply source; Q1 – water flow meter; F- water filter.

Technical characteristics of P1-2 pump are: the working pressure: 1.4 - 6 bar; the water volume consumed by the pump is between 1.4 - 2 times the injected fertilizer volume.

The measurement devices used are:

- Pressure gauge with glycerin Φ 60, anti-vibration, measurement field 0 - 600 kPa, with 1.6 precision class;
- Water flowmeter for supply line Φ 50 with 3% accuracy class.

The water flow consumed by the pump was estimated volumetric and reported to the working period. By the same method was estimated injected fertilizer quantity.

MATHEMATICAL MODEL

The PD 1-2 dosing pump transforms the irrigation water energy in mechanical power in order to inject the liquid fertiliser into the irrigation system that is directly distributed to the crops. This pump has the advantage, that operates with low and medium pressures (170 ÷ 400 kPa) and various flow rates. The optimum operating regime can be achieved by choosing a dosing pump's stroke that is correlated to the service pressure at which the irrigation system operates, that also leads to reduced

Caracteristicile tehnice ale pompei P1-2 sunt: presiunea de lucru a pompei: 1,4...6 bar, volumul de apă consumat de pompă variază între 1,4...2 ori volumul de îngrășământ injectat.

Aparatele de măsură utilizate sunt:

- Manometru cu glicerina Φ 60, antivibrator, câmp de măsură 0...600 kPa, clasa de precizie 1,6;
- Apometru pentru circuitul de alimentare Φ 50, clasa de precizie 3%.

Debitul de apă consumat de pompă s-a determinat volumetric și raportat la intervalul de lucru, 15 min. Prin aceeași metodă se determină și cantitatea de îngrășământ injectat.

MODEL MATEMATIC

PD 1-2 transformă energia apei de irigat în putere mecanică, pentru a injecta soluția de fertilizare în sistemul de irigat, care apoi este distribuit direct asupra culturilor. Această pompă prezintă avantajul că funcționează la presiuni joase și medii (170...400 kPa) și debite variabile. Regimul de funcționare optim este realizat numai atunci când cursa pompei de dozare este corelată cu presiunea de alimentare a instalației de irigare, fapt care va conduce la reducerea consumului de

water consumption.

It is already common knowledge that the ratio between the volume of fertilizer injected by the pump and the volume of water consumed by the motor establishes the pump efficiency. It is therefore very important to know the pump stroke and its frequency in order to operate efficiently and to achieve an accurate injection of the fertilizing substance. For this purpose has been created a mathematical model that will allow to optimize the PD 1-2 performances, Fig. 2.

apă.

Este cunoscut că, raportul dintre cantitatea de fertilizator injectată de pompă și cantitatea de apă consumată, influențează eficiența pompei. De aceea, este foarte important să cunoaștem caracteristicile pompei (cursa și frecvența de lucru) pentru a stabili un regim de lucru eficient și de a realiza o injecție precisă de substanțe fertilizante. În acest scop, a fost creat un model matematic care să ne permită să optimizăm performanțele pompei de dozare PD 1-2, Fig.2.

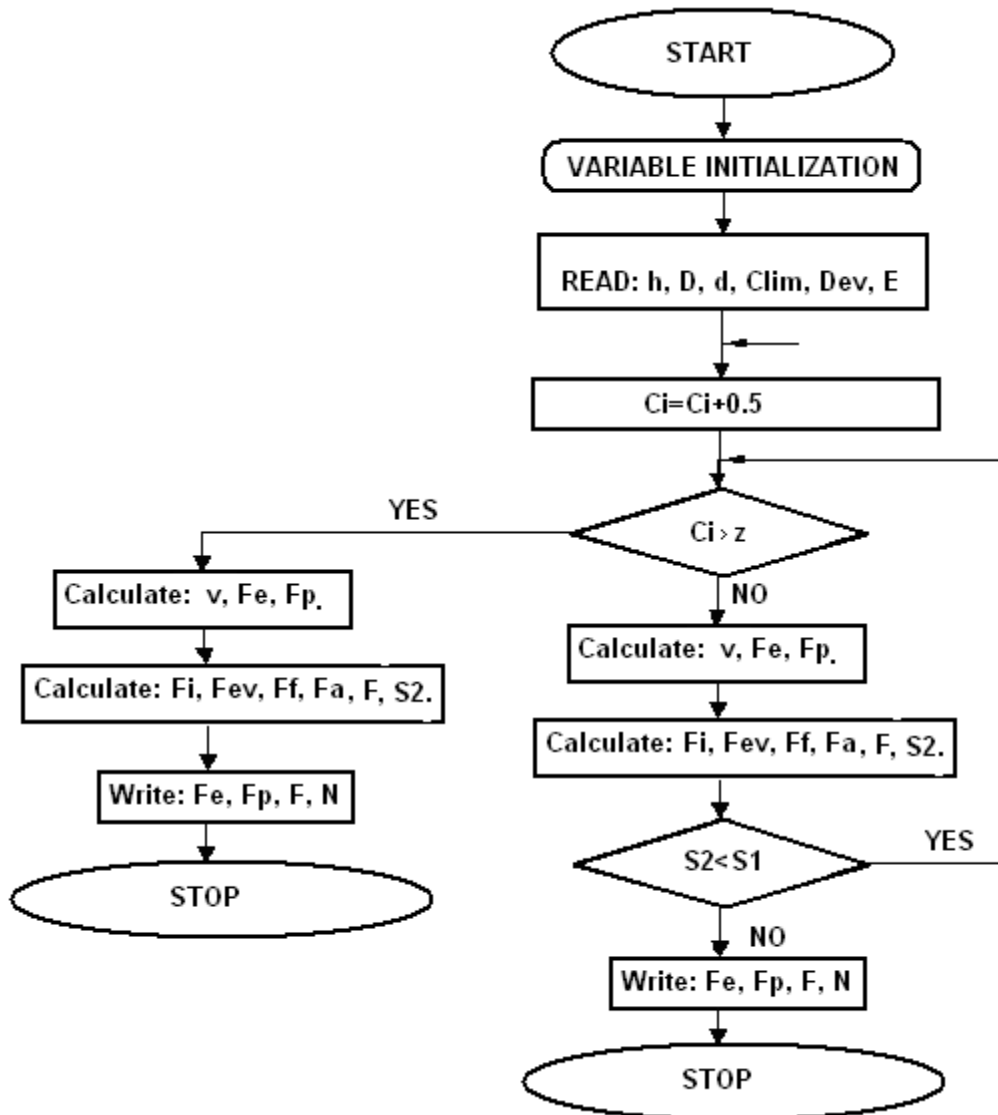


Fig. 2 - Mathematical algorithm applied to determine the hydraulic pump technical parameters

As the mathematical model of the dosing pump to be right, it is necessary to contain the following input data: the dimensional membrane characteristics, the pump operating model and the working conditions.

The membrane utilized has the same dimensional parameters with the one used inside the manual pump for spraying vegetables, fig.3, which has the next characteristics: h – diaphragm thickness; D - external diameter; d - internal diameter; S₁ - admissible effort per length unit; E - elasticity module; g - specific water mass; K - rod friction coefficient; H_{ev} - medium membrane pressure when the water is evacuated; F_a - maximum spring force of the directional control valve (DCV); H₁ - medium pressure in the active chamber; C - active rod stroke; D_{ev} - effective working surface, (D_{ev}=(D+d)/2); C_{lim}

Ca modelul matematic al pompei de dozare să fie corect, acesta trebuie să conțină următoarele date de intrare: caracteristicile dimensionale ale membranei, modelul funcțional al pompei și condițiile de lucru.

Membrana utilizată are aceleași caracteristici dimensionale ca cele care sunt utilizate la pompele manuale de sprețat legumele, fig.3, care este caracterizată de următorii parametri: h – grosimea membranei; D – diametrul exterior; d – diametrul intern; S₁ – efortul admisibil pe unitatea de lungime; E – modulul de elasticitate; g – masa specifică de apă; K – coeficientul de frecare a tijei; H_{ev} – presiunea medie a membranei la evacuarea apei; F_a – forța maximă a arcului din distribuitor (DCV); H₁ – presiunea medie din camera activă; C- cursa activă a axului; D_{ev} – suprafața

- minimal displacement ($C_{lim} = 1.00$ [cm]), g - gravitational acceleration and z - is the safety coefficient that depends on the membrane type [2].

efectivă de lucru, ($D_{ev} = (D+d)/2$); C_{lim} - deplasarea minimă; g - accelerația gravitațională și z - coeficientul de siguranță, care depinde de tipul membranei [2].

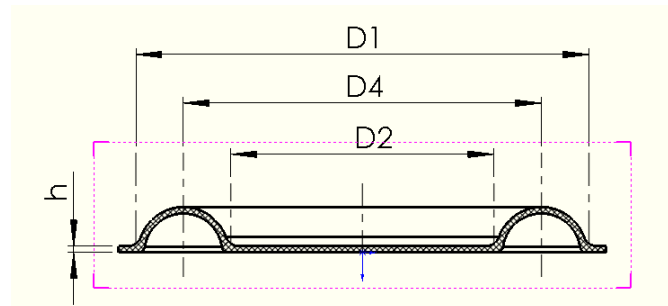


Fig. 3 – Characteristics of the hydraulic dosing pump diaphragm, PD 1-2

As it was mentioned above, the mathematical model of the dosing pump depends also by the pump working parameters, like: Q – installation flow rate, l/s; q_p - pump flow rate, l/min; f_v - rod frequency, strokes/min; F_e - elastic force exerted, N; F - active working force, N; P_R - mechanical power, W; P_H - hydraulic power, W; N - efficiency, % and S_2 - maximum admissible membrane effort, daN/cm².

Once they were established the input data, it can be created a mathematical algorithm to optimize its performances.

This mathematical algorithm consists in next steps:

- 1) To determine the pump's operating pressure H and working frequencies f_v by the flow rate q_p , from experimental characteristics. In this way can be obtain eq. (1) and (2).

Așa cum s-a menționat mai sus, modelul matematic al pompei de dozare depinde și de parametrii funcționali, cum ar fi: Q – debitul instalației, l/s; q_p – debitul pompei, l/min; f_v – frecvența de lucru a axului, cursa/min; F_e – forța elastică exercitată, N; F – forța activă dezvoltată, N; P_R – puterea mecanică, W; P_H – puterea hidraulică consumată, W; N – eficiență, % și S_2 – efortul maxim admisibil al membranei, daN/cm².

O dată ce au fost stabilite datele de intrare, poate fi creat un algoritm matematic pentru a-i optimiza performanțele.

Acest algoritm este compus din 7 etape:

- 1) Determinarea presiunii de lucru H și a frecvenței f_v a pompei, în funcție de debitul q_p , din caracteristicile experimentale. Astfel se obț in ecuațiile (1) și (2).

$$H_1 = f(q_p) \tag{1}$$

$$f_v = f(q_p) \tag{2}$$

- 2) The active and passive forces of elastic membrane are calculated by the eq. (3) and (4).

- 2) Forțele active și pasive ale membranei elastice se pot determina cu ajutorul ecuațiilor (3) și (4).

$$F_{11} = \frac{\pi \cdot E \cdot H}{\ln \frac{D_1}{D_2}} \cdot \frac{12 - C}{\sqrt{1 + \left(\frac{2 \cdot (12 - C)}{D_1 - D_2}\right)^2}} \cdot \ln \frac{\sqrt{1 + \left(\frac{2 \cdot (12 - C)}{D_1 - D_2}\right)^2}}{\sqrt{1 + \left(\frac{2 \cdot C_{lim}}{D_1 - D_2}\right)^2}} \tag{3}$$

$$F_{12} = \frac{\pi \cdot E \cdot H}{\ln \frac{D_1}{D_2}} \cdot \frac{C}{\sqrt{1 + \left(\frac{2C}{D_1 - D_2}\right)^2}} \cdot \ln \frac{\sqrt{1 + \left(\frac{2C}{D_1 - D_2}\right)^2}}{\sqrt{1 + \left(\frac{2C_{lim}}{D_1 - D_2}\right)^2}} \tag{4}$$

- 3) The total elastic force is established by eq.(5).

- 3) Calcularea forței elastice totale, ecuația (5).

$$F_e = F_{12} - F_{11} \tag{5}$$

4) The pressure force developed by the active membrane, eq. (6):

4) Forța de presiune dezvoltată de membrana activă, ecuația (6):

$$F_p = \frac{\pi \cdot H_1 \cdot (D + d)^2}{16} \tag{6}$$

5) Fluid evacuation force developed by the second membrane has the expression from eq. (7).

5) Forța de evacuare a fluidului dezvoltată de cea de-a doua membrană, are expresia din ecuația (7).

$$F_{ev} = \frac{\pi \cdot (D^2 + 2 \cdot d \cdot D + d^2) \cdot H_{ev}}{16} \tag{7}$$

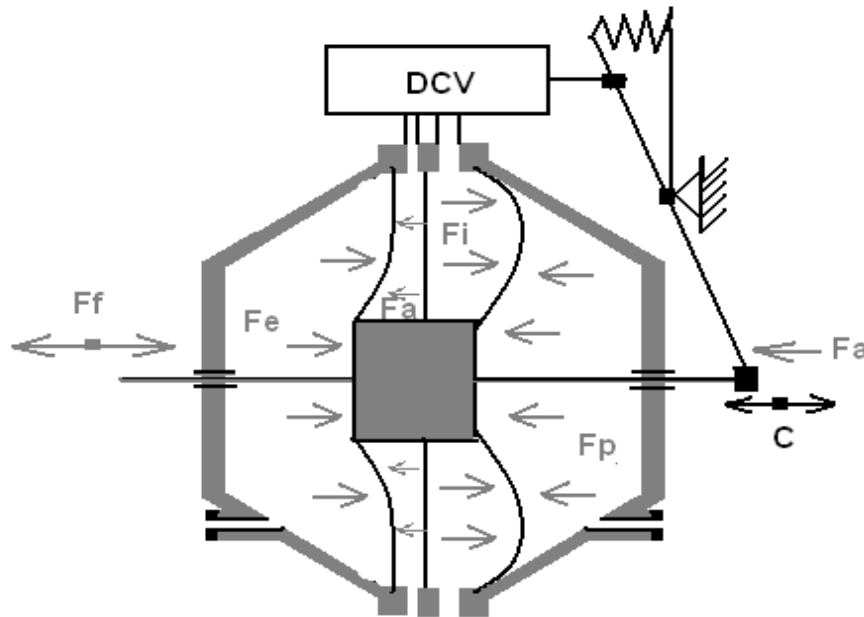


Fig. 4 - Force diagram developed in the hydraulic dosing pump, PD 1-2

6) From the force diagram, fig.4, it was established the effective working force F, eq. (7), where F_f is bearings friction force and F_i is the injection force, that can be determined by Eq.(8).

6) Din diagrama de forțe, fig.4, a fost stabilită expresia forței de lucru efective F, ec.(7), unde F_f este forța de frecare din rulmenți și F_i este forța de injecție, a cărei valoare poate fi calculată cu ecuația (8).

$$F = F_p - F_i - F_{ev} - F_e - F_a - F_f, F \geq 0 \tag{7}$$

$$F_i = \frac{\pi \cdot (D^2 + 2 \cdot d \cdot D + d^2) \cdot H_i}{16} \tag{8}$$

7) And finally, is established the admissible effort S_2 using Eq.(9).

7) În final, este determinat efortul unitar admisibil, S_2 , cu ajutorul ecuației (9).

$$S_2 = \frac{E \cdot (D - d) \cdot H_i}{d \cdot \ln \frac{D}{d}} \cdot \ln \frac{\sqrt{1 + \left(\frac{2 \cdot x}{D - d}\right)^2}}{\sqrt{1 + \left(\frac{2 \cdot x_1}{D - d}\right)^2}} \tag{9}$$

Knowing the pump stroke C which depends on the membrane features and the experimental dependency between the H_1 and q_p , and also between f_v and q_p , it can be obtained the values from the parameters: F_i , F_{ev} , P_H , N and S_2 .

This algorithm stops when the membrane maxim effort is bigger then the admissible effort ($S_2 < S_1$) and the safety coefficient is exceeded.

If the first condition is satisfied, it can be determine the mechanical and hydraulic power developed by the dosing pump and in this way can be estimate the fertigation system's efficiency.

RESULTS

From the experimental research activity, it was determined the pump's hydraulic power, $P_{Hmax}=50$ W. Thus, the efficiency of the fertigation hydraulic system was estimated to 0.4... 0.5 %. In spite of pumps low efficiency that is influenced by the friction forces from mechanical transmission (bearings, levers etc.) and the resistance force of the elastic elements (springs and membrane) the obtained value is good.

The membrane type was EP DM - STAS 7277-73, from ethylene propylene rubber - STAS 10635-76 without textile insertion and good resistance to: water, flammable hydraulic fluids, acids and bases. Temperature range is from -40 until +130 °C, [2].

The operational parameters of fertigation installation are:

- average working pressure of hydraulic pump, $H_1=200\div400$ [kPa];
- required pump water flow rate, $q_p=1\div3.6$ [l/min];
- working frequency, $f_v=5\div40$ [strokes/min];
- loss at maximum load, $D_H=2\div4$ [kPa] and depends on the pump's flow rate;
- hydraulic pump power, $P_H=50$ [W].

Cunoscând cursa pompei C, care depinde de caracteristicile membranei și de caracteristicile experimentale dintre H_1 și q_p , precum și de f_v și q_p , pot fi obținuți parametrii: F_i , F_{ev} , P_H , N și S_2 .

Acest algoritm se oprește atunci când efortul maxim al membranei este mai mare decât efortul admisibil ($S_2 < S_1$) și când coeficientul de siguranță este depășit.

Dacă prima condiție este satisfăcută, atunci se pot determina puterile mecanice și hidraulice dezvoltate de pompa de dozare și de asemenea și eficiența sistemului de fertirigație.

REZULTATE

Din activitatea de cercetare experimentală, a fost determinată puterea maximă a pompei hidraulice, $P_{Hmax}=50$ W. De aceea, eficiența sistemului hidraulic de fertirigație este estimată la 0,4... 0,5 %. Deși pompa are o eficiență scăzută, deoarece este influențată de forțele de frecare din transmisiile mecanice (rulmenți, pârghii etc.) precum și de forțele de rezistență din elementele elastice (arcuri și membrane), valoarea obținută este bună.

Membrana utilizată este de tip EP DM - STAS 1063-76, din cauciuc etilen propilen – STAS 10635-76, fără inserție textilă precum și o bună rezistență la: apă, fluide hidraulice inflamabile, acizi și baze. Domeniu de lucru, din punct de vedere termic, este de la -40 la +130 °C, [2].

Parametrii de lucru ai instalației de fertirigație sunt:

- presiunea medie de lucru a pompei hidraulice, $H_1=200\div400$ [kPa];
- debitul de apă necesar pompei, $q_p=1\div3,6$ [l/min];
- frecvența de lucru, $f_v=5\div40$ [curse/min];
- pierderile înregistrate la sarcină maximă, $D_H=2\div4$ [kPa] și variază în funcție de debitul pompei;
- puterea hidraulică a pompei, $P_H=50$ [W].

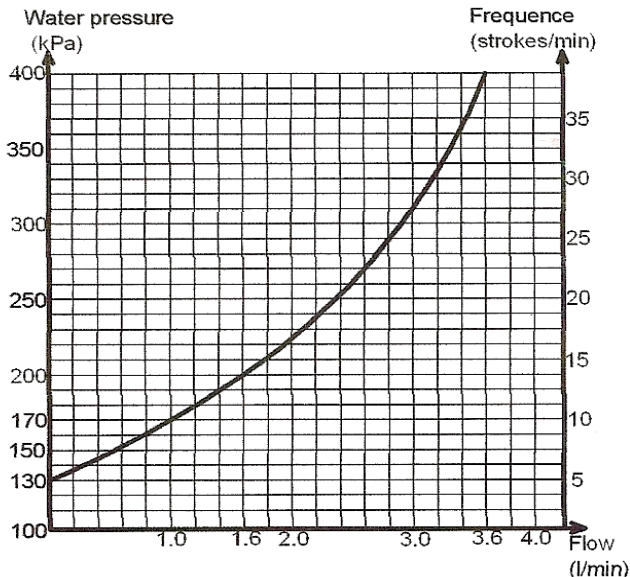


Fig. 5 - Variation of the fertiliser's flow depending on the supply pumps pressure and working frequency

CONCLUSIONS

The fertigation system can work also with water of lower quality because of the directional valve's construction and the water discharge from the motor is introduced in the irrigation system and distribute to crop field. Taking into account that the optimum pressure in the dripping irrigation system is 50 to 250 [kPa] and in sprinkler irrigation from 300 to 500 [kPa], this dosing pump can work in both situations, but the operating mode is changed.

For micro-spray irrigation systems, which operate at low pressure, requires the implementation of a filter

CONCLUZII

Sistemul de fertirigație poate utiliza și ape reziduale, construcția acestuia permițând o funcționare optimă. Dacă se ia în considerare faptul că presiunea optimă a sistemului de irigare prin picurare este 50...250 [kPa], respectiv 300...500 [kPa] pentru sistemul cu aspersoare, această pompă de dozare poate fi utilizată în ambele situații, regimul de funcționare schimbându-se.

În ceea ce privește sistemele de irigare prin micro-pulverizare, care funcționează la presiuni scăzute, este

which prevent nozzle clogging, in this way the water from the pump's actuation system is distributed and sprayed on the crops, fact that will eliminate the sprinkler irrigation systems and will optimize the nutrient absorption rate.

A very important advantage of this dosing pump is that it maintains a constant concentration of fertilizer in the plant throughout its working field.

During the experimental research was noticed that, if the power fluid exceeds the pressure of 400 kPa, the supply fertilizer rate is low and it is recommended to replace the supply fertilizer valve.

Production growth when was applied separately watering and fertilization is between 9-17% to tomato crops, and for fertirrigation records higher values, about 40-50%.

Further research will be made, so the dosing pump to be implemented into automated control system, which will control the fertilizer concentration in irrigation water from a main control panel, in accordance with: crop type, stage of development and climatic conditions.

REFERENCES

- [1]. Biolan I., et al., (1991) – *Dosing pump*, Romanian Patent no. 102887;
- [2]. Demian T., Banu V. (1984) – *Linear and rotative pneumatic micromotors*, Ed. Tehnică Publishing, Bucharest;
- [3]. Serbu I., Biolan I., Sovaiala Gh., Mardare F. (2010) - *Crops fertigation techniques and technologies*, AGIR Publishing house, Bucharest, ISBN 978-973-720-344-1;
- [4]. Sovaiala Gh., Biolan I., Visan A., Nicolae N. (2007) – *Fertirrigation installation with double pump*, *Hidraulica Publishing Journal*, no.1-2 (20), pg.47-51, ISSN 2343 – 7707.

necesară implementarea unui filtru care previne colmatarea duzelor, astfel încât apa din sistemul de acționare a pompei să fie distribuită și pulverizată pe culturi, eliminând astfel sistemul de irigații prin aspersiune și va optimiza rata de absorbție a nutrienților.

Un avantaj foarte important al acestei pompe este acela că menține o concentrație constantă a nutrienților pe tot intervalul de funcționare.

În timpul cercetărilor experimentale s-a observat că, dacă presiunea de lucru depășește 400 kPa, alimentarea cu substanțe nutritive este scăzută și se recomandă a se înlocui supapa de alimentare.

Sporul de producție atunci când s-a aplicat separat udarea și fertilizarea este între 9–17 % la culturile de tomate, iar atunci când este aplicată fertirigația aceasta înregistrează valori superioare, de circa 40–50%.

Se vor face cercetări viitoare pentru ca pompa de dozare să aibă implementat un sistemul de control automat, care va monitoriza concentrația de îngrășământ în apa de irigare și va permite comandarea acesteia printr-un panou de control, în conformitate cu: tipul de cultură, stadiul de dezvoltare și de condițiile climatice.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Biolan I., ș.a., (1991) - *Pompa dozatoare*, Brevet nr. 102887;
- [2]. Demian T., Banu V. (1984) - *Micromotoare pneumatic lineare și rotative*, Ed. Tehnică, București;
- [3]. Serbu I., Biolan I., Sovaiala Gh., Mardare F. (2010) - *Tehnici și tehnologii de feririgare a culturilor agricole*, editura AGIR, București 2010, ISBN 978-973-720-344-1;
- [4]. Sovaiala Gh., Biolan I., Visan A., Nicolae N. (2007) - *Instalație de fertirigație cu pompa dubla*, *Revista Hidraulica*, nr.1-2 (20), pag. 47-51, ISSN 2343 – 7707.