

VÒI PHUN VÀ CÔNG NGHỆ TƯỚI PHUN MƯA

Nguyễn Thanh Nam*, Hoàng Đức Liên**

* Trường Đại Học Bách Khoa – Đại học Quốc Gia TP.HCM

** Trường Đại Học Nông Nghiệp I Hà Nội

(Bài nhận ngày 08 tháng 02 năm 2002, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 17 tháng 6 năm 2002)

TÓM TẮT: Tưới phun mưa là phương pháp tưới cung cấp nước cho cây trồng dưới dạng mưa nhân tạo bằng các thiết bị riêng gọi là máy phun mưa. Tưới phun mưa là trong những phương pháp tưới hiện đại, có thể đáp ứng được đầy đủ các yêu cầu cơ bản về cung cấp nước cho cây trồng, cải tạo đất và cơ giới hóa công tác tưới ở mức độ cao. Từ cơ sở lý thuyết và qua kết quả thực nghiệm bài báo đưa ra kết luận: vòi phun có góc phun thứ nhất $\theta_1 = 64^\circ$ và góc phun thứ hai $\theta_2 = 45^\circ$ sẽ đáp ứng tốt nhất các yêu cầu kỹ thuật nông học của sản xuất, có năng suất tưới cao, chi phí thấp, mang lại hiệu quả kinh tế cao, giảm công sức cho người lao động.

I. GIỚI THIỆU

Tưới phun mưa là kỹ thuật được dùng phổ biến trong tưới rau xanh, cây ăn quả, đồng cỏ, cây công nghiệp... và ngày càng áp dụng rộng rãi trong canh tác quy mô lớn, nhất là ở những nước có nền nông nghiệp phát triển. Ở Pháp tưới phun mưa với quy mô công nghiệp được dùng từ những năm 1950 ở các điền trang có diện tích 15.000 ha và phát triển với nhịp độ rất nhanh. Tại nhiều nước châu Âu (Ý, Thụy Sĩ, Áo ...) tưới phun mưa được sử dụng từ lâu phát triển mạnh và chiếm tỉ lệ cao so với các biện pháp tưới khác. Tưới phun mưa được mệnh danh là “phương pháp tưới của tương lai” và phát triển rộng rãi, nhanh chóng với quy mô rất lớn ở Mỹ (đạt 85% diện tích canh tác).

Tưới phun mưa ngày nay càng được hoàn thiện, hiện đại hóa và có triển vọng phát triển rất lớn do có nhiều ưu điểm nổi bật sau:

- Năng suất lao động tưới nước rất cao do quá trình tưới nước được cơ giới hóa, tự động hóa cao có thể tăng năng suất lao động lên chục lần so với tưới rãnh.
- Tưới phun gây hiện tượng ô-xy hóa rất mạnh trong nước khi phun thành mưa, vì thế có thể dùng nước axit và một số nước thải (của một số nhà máy sữa, mì chính...) mà các phương pháp khác không dám sử dụng. Tưới phun mưa còn cho phép dùng phân hóa học, các loại chất bám khác hoặc các chất khử trùng đã hòa tan trong nước. Nhờ vậy các chất nói trên được rải đều trên mặt ruộng một cách đều hơn và hiệu quả hơn.
- Tưới phun mưa tiết kiệm nước rất nhiều so với các phương pháp tưới khác. Với tưới phun tổn thất khi vận chuyển trong ống là không đáng kể mà chỉ có tổn thất ít khi bốc hơi. Hệ số sử dụng nước đạt từ 90 ÷ 95% (tưới rãnh chỉ đạt từ 50 ÷ 55%). Tài liệu thực nghiệm cho thấy tưới phun tiết kiệm được từ 30 ÷ 50% lượng nước so với tưới rãnh, tưới thải. Tưới phun mưa càng có hiệu quả trong những vùng khan hiếm nước hay lấy nước khó khăn nhất là các địa phương phải sử dụng nước ngầm, nước thải để tưới ruộng. Tưới phun có thể cho phép tưới chính xác diện tích cần tưới, với đúng lượng yêu cầu và đảm bảo hiệu quả của lượng nước tưới.

- d. Tưới phun mưa thỏa mãn nhu cầu sinh lý của cây trồng về nhu cầu nước. Cả lớp đất có bộ rễ hoạt động và bề mặt lá cây đều được tưới và lau sạch bụi bám trên lá.

II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ CÁC THÔNG SỐ KỸ THUẬT CỦA VÒI PHUN

Về phương pháp xác định các thông số cho việc tính toán thiết kế các thiết bị tưới phun mưa, bên cạnh các phương pháp thực nghiệm phức tạp và tốn kém, các mô hình toán số đã được sử dụng cho việc nghiên cứu khảo sát luồng phun do đòi hỏi tối thiểu các thông số ban đầu.

Sau khi khai triển hệ phương trình dạng tích phân [3] chúng ta nhận được hệ phương trình đại số đặc trưng cho luồng phun rối xoáy hai pha dưới dạng không thứ nguyên:

$$A_1 \bar{u}_{gmax} \bar{x}^2 - B_1 \bar{P}_{min} \bar{x}^2 + A_3 \bar{u}_{pmax} \chi_{max} \bar{x}^2 = I_1 \quad (1)$$

$$A_2 \bar{u}_{gmax} \bar{w}_{gmax} \bar{x} + A_4 \bar{u}_{pmax} \chi_{max} \bar{w}_{pmax} \bar{x} = M_1 \quad (2)$$

$$A_3 \bar{u}_{pmax} \chi_{max} \bar{x}^2 = G_1 \quad (3)$$

$$\bar{P}_{min} = A_{66} \bar{w}_{gmax}^2 + B_{66} \chi_{max} \bar{w}_{pmax}^2 \quad (4)$$

$$\partial(A_7 \bar{u}_{pmax} \chi_{max}^2 \bar{x}^2) / \partial \bar{x} = -B_7 \bar{u}_{pmax} \chi_{max}^2 \bar{R}_u \quad (5)$$

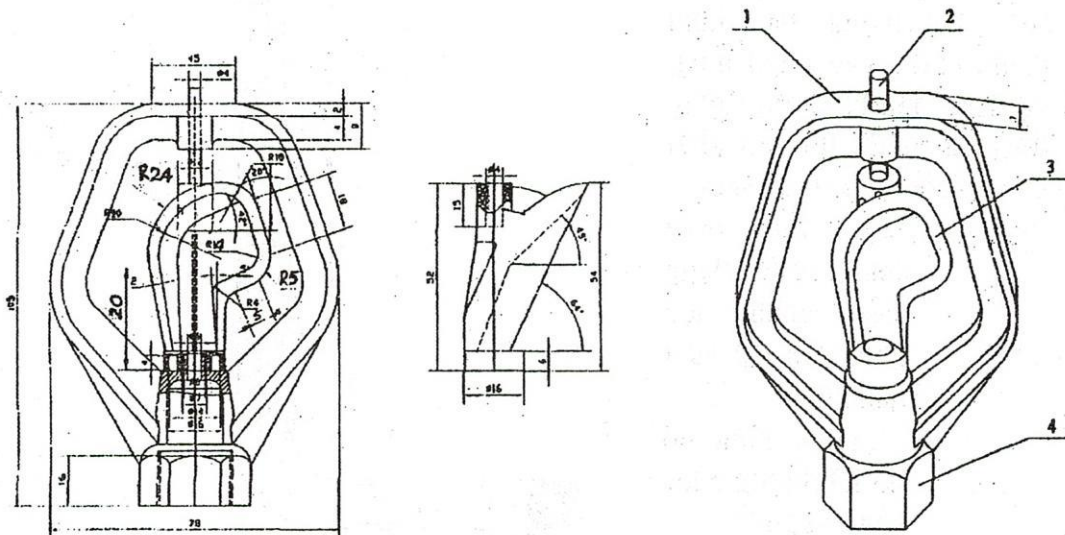
$$\partial(A_8 \bar{u}_{gmax} \bar{x}^2) / \partial \bar{x} - B_8 \bar{u}_{gmax} \partial(\bar{P}_{min} \bar{x}^2) / \partial \bar{x} = -C_8 \bar{u}_{gmax}^3 \bar{R}_u - D_8 \chi_{max} \bar{u}_{gmax} (\bar{u}_{gmax} - \bar{u}_{pmax})^2 \bar{x}^2 \quad (6)$$

$$\partial(A_9 \bar{u}_{pmax} \bar{x}^2) / \partial \bar{x} = -C_6 \bar{u}_{pmax} \chi_{max} \bar{R}_u + D_8 \chi_{max} \bar{u}_{pmax} (\bar{u}_{gmax} - \bar{u}_{pmax})^2 \bar{x}^2 \quad (7)$$

$$\bar{u}_{gmax} = \bar{R}_u \bar{w}_{gmax} \quad (8)$$

$$R_p = R_u / S_0 \quad (9)$$

Dựa theo kết quả tính toán dòng phun rối hai pha [5], sau khi tiến hành thiết kế chúng ta có được vòi phun với các thông số kỹ thuật như sau (hình 1):



Hình 1

- Đường kính lỗ của vòi phun: $d = 4\text{mm}$.
- Góc thứ nhất của vòi phun: $\theta = 64^\circ$ (góc của vòi phun so với phương quỹ đạo chuyển động của dòng tia phun)
- Góc lệch tâm: $\alpha = 5^\circ$ (góc của vòi phun so với phương thẳng đứng)

- Góc thứ hai của vòi phun: $\theta = 45^0$ (góc của vòi phun so với phương quỹ đạo chuyển động của dòng tia phun)
- Áp lực phun: $P = 1,6 \div 2,5$ at
- Lưu lượng nước qua vòi: $Q_v = 9 \div 17$ l/ph
- Tầm phun mưa: $R = 6 \div 9$ m
- Đường kính hạt mưa rất khó đo. Do vậy để xác định cỡ ta nhỏ của hạt mưa phải dùng khái niệm đo độ thô của nó mà xác định theo tỉ số sau:

$$K = d/H$$

Ơ đây:

d – đường kính lỗ vòi (mm)

h – áp lực ở miệng vòi (m.H₂O)

Vậy với d = 4mm, H = 20mm

$$\Rightarrow K = 4/20 = 0,20m$$

Với K = 0,02, rất thích hợp cho tưới các loại cây giống, rau xanh và các loại hoa.

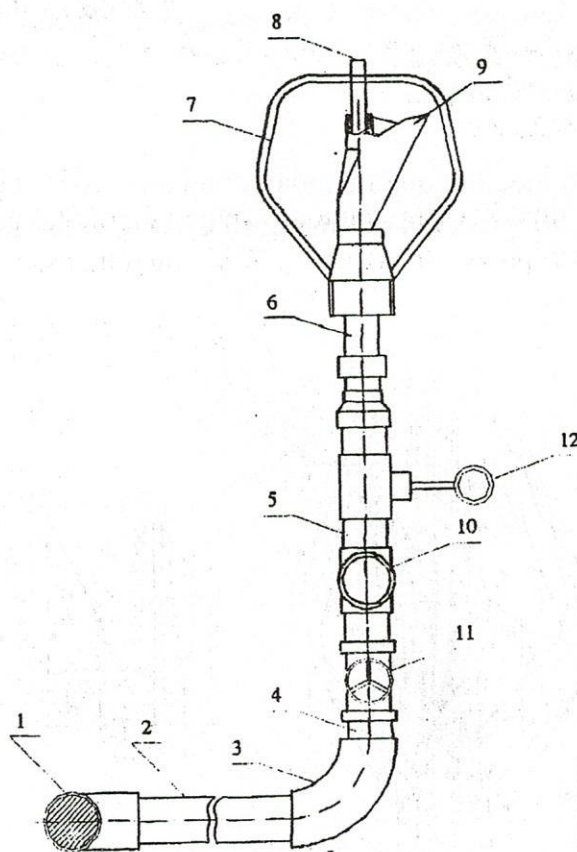
III. THỬ NGHIỆM HỆ THỐNG TƯỚI VÀ VÒI PHUN MƯA

a. Các thiết bị dùng trong thử nghiệm

Lắp đặt vòi phun vào trong hệ thống tưới phun mưa bao gồm: nguồn nước, máy bơm, hệ thống đường ống, van khóa . . .

Để tiến hành đo đạt các thông số kỹ thuật (áp suất, lưu lượng, bán kính phun, chiều cao phun mưa, độ đồng đều khi tưới, cường độ phun mưa) thì cần phải có một số dụng cụ đo sau:

- Một van điều chỉnh, có tác dụng điều chỉnh lưu lượng và áp suất phun mưa.
- Một số đồng hồ đo lưu lượng nước của vòi phun
- Một áp kế lò xo dùng để đo áp suất ở đầu vòi phun



Hình 2

- Một thước lá, dùng để đo bán kính phun mưa và chiều cao tia phun của vòi phun
- Một bình chuẩn thủy tinh có đường kính miệng là 120mm, cao 135mm để đo cường độ phun mưa
- Gồm tám cọc có đường kính miệng như nhau, được đặt cách đều nhau từ tâm vòi phun cho đến hết tám phun của vòi phun, dùng để đo độ đồng đều khi phun mưa.

b. Hệ thống thực nghiệm vòi phun

Hình 2 trình bày hệ thống thiết bị đo và van điều chỉnh để nghiên cứu đo đặc thử nghiệm các thông số kỹ thuật của vòi phun.

1 – ống chính ($\phi 48$); 2 – ống cấp I ($\phi 33$); 3 – cút 90° ; 4 – ống cấp II ($\phi 27$); 5 – ống lắp áp kế và đồng hồ đo lưu lượng ($\phi 33$); 6 – ống trụ ($\phi 20$); 7 – khung vòi phun; 8 – trục vòi phun; 9 – bộ phận làm việc chính của vòi phun mưa; 10 – đồng hồ đo nước; 11 – van điều chỉnh; 12 – áp kế lò xo

Kết quả thử nghiệm vòi phun mưa có các thông số kỹ thuật: $d = 4\text{mm}$, $\theta_1 = 64^\circ$, $\theta_2 = 45^\circ$, $\alpha = 5^\circ$ (bảng 1):

- Đã dùng bình chuẩn thủy tinh có đường kính miệng là 120mm, cao 135mm để đo độ phun trong một giờ đạt $\delta = 0,8 \text{ mm/ph}$ với áp lực đầu vòi $P = 2,2 \text{ kg/cm}^2$.

- Dùng các cọc có các đường kính miệng như nhau đặt cách đều nhau từ tâm ra đến tám phun xa nhất để đo độ đồng đều khi tưới $C_U = 78,5\%$.

- Với độ thô hạt mưa $K = 0,20$ đảm bảo không làm dập các lá non, cũng như các loại hoa mềm

Bảng 1.

Thông số Số TT	Áp lực ở đầu vòi phun P	Bán kính tia phun R	Chiều cao tia phun H	Lưu lượng nước qua vòi q
	Kg/cm^2	m	m.H ₂ O	L/ph
1	1,1	6,8	1,43	17,5
2	1,3	7,23	1,58	16,7
3	1,6	7,63	1,73	15,9
4	1,8	7,85	1,82	15,2
5	2	8,13	1,89	14,1
6	2,5	8,42	2,1	12,3
7	2,7	8,73	2,37	11

Kết quả thử nghiệm vòi phun mưa có các thông số kỹ thuật $d = 4\text{mm}$, $\theta_1 = 60^\circ$, $\theta_2 = 43^\circ$, $\alpha = 5^\circ$ (bảng 2):

- Đã dùng bình chuẩn thủy tinh có đường kính miệng là 120mm, cao 135mm để đo độ phun trong một giờ đạt $\delta = 0,82 \text{ mm/ph}$ với áp lực đầu vòi $P = 2,2 \text{ at}$.

- Với hệ số $K = 0,20$ đảm bảo không làm dập các búp, lá non và ít chịu ảnh hưởng của gió

- Độ đồng đều khi tưới là $C_U = 79,1\%$

Bảng 2.

Thông số Số TT	Áp lực ở đầu vòi phun P	Bán kính tia phun R	Chiều cao tia phun H	Lưu lượng nước qua vòi q
	Kg/cm ²	m	m.H ₂ O	L/ph
1	1,1	6,2	1,22	17,2
2	1,4	6,8	1,34	16,5
3	1,8	6,9	1,55	15,95
4	2,1	7,2	1,60	14,37
5	2,4	7,48	1,70	12,41
6	2,6	7,62	1,85	11,27
7	2,8	8,00	2,00	10,1

Kết quả thử nghiệm vòi phun mưa có các thông số kỹ thuật: $d = 4\text{mm}$, $\theta_1 = 68^\circ$, $\theta_2 = 47^\circ$, $\alpha = 5^\circ$ (Bảng3):

Bảng 3.

Thông số Số TT	Áp lực ở đầu vòi phun P	Bán kính tia phun R	Chiều cao tia phun H	Lưu lượng nước qua vòi q
	Kg/cm ²	m	mH ₂ O	l/ph
1	1,10	6,10	1,33	17,6
2	1,30	6,35	1,45	16,8
3	1,65	6,65	1,66	16,2
4	2,00	6,90	1,71	15,7
5	2,30	7,26	1,79	14,85
6	2,40	7,50	2,05	13,2
7	2,60	7,90	2,10	12,1

Kết quả thử nghiệm vòi phun mưa có các thông số kỹ thuật $d = 3,5\text{mm}$, $\theta_1 = 68^\circ$, $\theta_2 = 47^\circ$, $\alpha = 5^\circ$ (bảng 4):

- Đã dùng bình chuẩn thủy tinh có đường kính miệng là 120mm, cao 135mm để đo độ phun trong một giờ đạt $\delta = 0,65 \text{ mm/ph}$ với áp lực đầu vòi P = 2,2 at.

- Với độ thô hạt mưa $D_p = 0,15\mu\text{m}$ có thể dùng để tưới các loại cây mới gieo, nhưng ảnh hưởng của gió là rất lớn

- Dùng các cọc có các đường kính miệng như nhau đặt cách đều nhau từ tâm ra đến tầm phun xa nhất để đo độ đồng đều khi tưới là $C_U = 82\%$

Bảng 4.

Thông số Số TT	Áp lực ở đầu vòi phun P	Bán kính tia phun R	Chiều cao tia phun H	Lưu lượng nước qua vòi q
	Kg/cm ²	m	m.H ₂ O	L/ph
1	1,4	6,36	1,37	15,67
2	1,6	6,8	1,45	15,1
3	1,8	6,91	1,51	14,56
4	2	7,1	1,56	13,71
5	2,3	7,3	1,62	11,5
6	2,6	7,63	1,76	10,41
7	2,8	7,78	1,89	9,56

Bảng 5. Kết quả thử nghiệm vòi phun mưa có đường kính lỗ vòi phun $d = 5 \text{ mm}$

Thông số Số TT	Áp lực ở đầu vòi phun P	Bán kính tia phun R	Chiều cao tia phun H	Lưu lượng nước qua vòi q
	Kg/cm ²	m	m.H ₂ O	L/ph
1	0,7	4	0,75	24
2	0,9	5,6	0,80	21
3	1,1	5,8	0,87	20
4	1,3	6,6	1	18
5	1,8	6,8	1,2	15

Bảng 6. Kết quả thử nghiệm vòi phun mưa có đường kính lỗ vòi phun $d = 4,5 \text{ mm}$

Thông số Số TT	Áp lực ở đầu vòi phun P	Bán kính tia phun R	Chiều cao tia phun H	Lưu lượng nước qua vòi q
	Kg/cm ²	m	m.H ₂ O	L/ph
1	1,2	4,8	0,7	18,5
2	1,6	5	0,79	18
3	1,8	5,55	0,83	17,6
4	2	5,7	0,87	15
5	2,3	6	0,90	12,5

IV. KẾT LUẬN

Tưới phun mưa mang lại hiệu ích tưới nước rất tốt ở những vùng có chế độ tưới không thường xuyên, chỉ cần tưới trong một số thời gian nhất định trong năm. ở những vùng đất mặn và những vùng trồng màu có mức nước ngầm nông, áp dụng tưới phun sẽ hạn chế việc bốc hơi nước lên mặt đất và nâng cao mức nước ngầm.

Trên cơ sở lý thuyết và quả kết quả thực nghiệm ở bảng 1, bảng 2 và bảng 3 ta nhận thấy, mặc dù các vòi phun có cùng đường kính lỗ vòi phun, có kết cấu tương tự, khi góc phun thứ nhất (θ_1) và góc phun thứ hai (θ_2) thay đổi thì với vòi phun có góc phun thứ nhất ($\theta_1 = 64^\circ$) và góc phun thứ hai ($\theta_2 = 45^\circ$) là vòi phun có bán kính phun xa nhất (khi $\theta_2 = 45^\circ$ thì bán kính tia phun có giá trị cực đại, hay nói cách khác với góc phun mưa này sẽ có lực cản không khí nhỏ nhất). Đặc biệt với kết cấu của loại vòi phun này, đạt độ đồng đều rất cao (khoảng 76-78%), Lượng mưa phân bố tương đối đều từ tâm vòi phun cho đến tâm phun xa nhất. Do đó nó đã khắc phục được một số nhược điểm cố hữu của của một số loại vòi phun mưa khác là lượng mưa phân bố không đồng đều từ tâm vòi phun cho tới tâm phun mưa xa nhất, thường là gần tâm vòi phun thì thiếu độ ẩm, ở giữa khoảng bán kính của tâm phun thì có độ ẩm phù hợp, còn lại vùng gần với tâm phun cực đại thì độ ẩm lại thừa (những hạt mưa có động năng lớn sẽ văng ra xa hơn).

Qua kết quả ở bảng 1, bảng 4, bảng 5 và bảng 6 cho ta thấy trong cùng điều kiện về nông học, sơ đồ bố trí thí nghiệm như nhau, với trạm bơm, đường ống, áp suất, lưu lượng máy bơm như nhau, nhưng đường kính lỗ vòi phun khác nhau thì ứng với đường kính lỗ vòi phun $d = 4\text{mm}$ (bảng 1) có bán kính phun và chiều cao phun cao hơn hẳn so với ba loại đường kính lỗ vòi phun ở bảng 4, bảng 5 và bảng 6.

Tóm lại qua kết quả thử nghiệm trên đã cho ta thấy đối với loại vòi phun có góc phun thứ nhất ($\theta_1 = 64^\circ$) và góc phun thứ hai ($\theta_2 = 45^\circ$) và đường kính lỗ vòi phun $d = 4 \text{ mm}$ có bán kính phun và chiều cao phun mưa cao hơn hẳn, cho năng suất tưới cao, chi phí thấp, đáp ứng tốt yêu cầu kỹ thuật nông học cho nên mang lại hiệu quả kinh tế cao, giảm công sức cho người lao động.

WATER-JETS AND WATERING TECHNOLOGY

Nguyen Thanh Nam, Hoang Duc Lien

ABSTRACT: Watering technology is a method of water supply for plants under the form of artificial rain using water-jets. Watering systems can fully satisfy water supply requirement for trees, supporting the ground and highly mechanization watering activities. From theoretical and experimental point of view, this article shows that water-jets with 1st spraying angle $\theta_1 = 64^\circ$ and 2nd spraying angle $\theta_2 = 45^\circ$ will satisfy agricultural technical requirement in the best, giving highest productivity, lowest cost or biggest economical efficiency.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Abramovich, I.P., T.A. Grishovich, S.Y. Krashninakov, A.N. Sekulidov, I.P. Sinimova *Theory of the turbulent jets*, Moscow, Nauka, 1984, in Russian.
- [2] Ixaep A.P., Thủy lực trong thiết bị tưới phun mưa, Moscow, 1973, Tiếng Nga;
- [3] Antonov, I.S., N.T. Nam Two-fluid integral method for numerical investigation of a two-phase turbulent swirling jet. *News for "Lenin" VMEI*, 1990. in Bulgarian.
- [4] Ruchkov N.I., Máy phun mưa và cách sử dụng chúng, "Coloc" Moscow, 1965. Tiếng Nga;
- [5] H.Đ. Liên, N.T. Nam, Thủy lực và cấp thoát nước trong nông nghiệp, NXB Giáo dục, Hà nội 2000.