

NGHIÊN CỨU NÂNG CAO HIỆU QUẢ SỬ DỤNG CÁC TRẠM BƠM CŨ PHỤC VỤ TƯỚI TIÊU TRONG NÔNG NGHIỆP

I. Giới thiệu chung

Thực hiện Dự án sản xuất thử nghiệm về tìm các giải pháp thực tế nhằm nâng cao hiệu suất sử dụng các công trình thủy lợi nói chung và các thiết bị cơ điện (máy bơm, động cơ, hệ thống điều khiển...) của công trình trạm bơm đầu mối nói riêng, Trung tâm nghiên cứu tư vấn cơ điện và xây dựng thuộc Tổng công ty cơ điện – xây dựng nông nghiệp và thủy lợi đã tập trung nghiên cứu các loại máy bơm mới kiểu hỗn lưu công suất $N = 75 - 110\text{KW}$ nhằm thay thế các máy bơm cũ đang được sử dụng trong sản xuất (máy bơm ly tâm xiên trục ngang 12LTX-40 với công suất $N = 33\text{KW}$, số vòng quay $n = 980\text{v/ph}$, lưu lượng $Q = 900\text{m}^3/\text{h}$ ứng với cột nước thiết kế $H = 9\text{m}$ (ký hiệu khác là HL900-9 và trong thực tế thường gọi là bơm $1.000\text{ m}^3/\text{h}$); máy bơm hướng trục ngang 24HT-90 ($N = 75\text{KW}$, $n = 730\text{v/ph}$, $Q = 3.600\text{m}^3/\text{h}$ ứng với $H = 4,5\text{m}$) (ký hiệu khác là HT 3.600-4,5 và trong thực tế gọi là bơm $4.000\text{m}^3/\text{h}$).

Các kết quả nghiên cứu đã ứng dụng vào trạm bơm Hệ tỉnh Thái Bình.

Trạm bơm Hệ được xây dựng và đưa vào sử dụng từ những năm 1970. Trạm bơm được lắp 22 máy bơm hướng trục ngang ký hiệu 24HT-90. Trạm bơm Hệ có nhiệm vụ tiêu nước cho 4.155 ha của huyện Quỳnh Phụ và huyện Thái Thụy, cấp nước cho 8.727 ha của 26 xã phía Bắc huyện Thái Thụy. Các máy bơm được bố trí tại hai nhà trạm độc lập cùng chung bể hút theo sơ đồ hình chữ V. Trạm bơm có tầm quan trọng đặc biệt trong sản xuất, nhất là vào thời gian từ 1/1 đến 31/1 hàng năm phục vụ tưới đẫm ải đòi hỏi 100% số tổ máy phải hoạt động liên tục. Kết cấu bể hút hình chữ V tạo dòng chảy ổn định khi tất cả các bơm cùng làm việc và cho phép thực hiện sửa chữa các máy ở một nhà trạm, trong thời gian đó nhà trạm thứ hai vẫn có các bơm hoạt động đảm bảo yêu cầu phục vụ sản xuất.

Trạm bơm Hệ với mực nước bể hút dao động từ cao trình có trị số nhỏ nhất $\nabla_{h,\min} = -0,50\text{m}$ đến cao trình có trị số lớn nhất $\nabla_{h,\max} = +1,10\text{m}$. Cao trình mực nước bể xả lớn nhất $\nabla_{h,\max} = +4,50\text{m}$. Nghĩa là, vào thời điểm mùa khô nước ở bể hút thấp nhất thì trạm bơm có chiều cao cột nước địa hình là $H_{dh} = 5,0\text{m}$ (phục vụ cho tưới nước ải và tưới cho vụ đông). Cao trình đường tâm trục của bơm trục ngang (trùng với đường trục của đoạn ống hút nằm ngang) là $\nabla_{h,T.B} = +2,48\text{m}$. Theo cách tính truyền thống có thể xác định sơ bộ trị số chiều cao hút nước địa hình của bơm sẽ là: $H_{sd,h} = (+2,48) - (-0,50) = +2,98\text{m}$

II. Phân tích, tính toán và lựa chọn máy bơm

Máy bơm hướng trục ngang 24HT-90 có cột nước thiết kế (cột nước tính toán) là $H_{TK} = 4,5\text{m}$, ứng với lưu lượng thiết kế (lưu lượng tính toán) $Q_{TK} = 3.600\text{m}^3/\text{h}$ lắp với động cơ điện

kiểu lồng sóc công suất $N = 75\text{KW}$ và số vòng quay $n = 730\text{v/ph}$. Vào thời kỳ cấp nước tưới đồ ải thì các máy bơm của trạm bơm Hệ phải làm việc ở chế độ khác với chế độ tính toán (nằm ngoài vùng tối ưu). Khi ấy, mực nước bể hút xuống thấp nhất và cột nước địa hình $H_{\text{đh}} = 5,0\text{m}$.

Thông thường, tổn thất đường ống hút và ống xả (kể cả tổn thất cục bộ ở các cút cong và ở clapê miệng ống xả cũng như tổn thất theo chiều dài ống) của bơm 24HT-90 như ở trạm bơm Hệ có trị số $\Delta H_{\text{d.đ}} \approx 0,50\text{m}$. Nghĩa là, bơm phải làm việc với cột áp $H_b = (4,0 - 5,5)\text{m}$.

Đặc điểm của bơm hướng trục là đường đặc tính cột áp $H = f(Q)$ sẽ thay đổi nhiều và nhanh khi làm việc ở chế độ khác với chế độ tính toán. Ngoài ra, công suất tiêu thụ của bơm sẽ tăng mạnh khi bơm làm việc ở khu vực cột áp cao. Khi ấy, vào mùa khô cần cấp nước tưới, lưu lượng của bơm sẽ giảm nhanh, đồng thời, hiệu suất giảm xuống thấp. Nói chung, do đặc điểm dòng chảy và kết cấu, bơm hướng trục có chất lượng xâm thực kém hơn so với các bơm hỗn lưu và bơm ly tâm. Khi cấp nước tưới, máy bơm 24HT-90 ở trạm bơm Hệ có chất lượng xâm thực giảm đi nhiều. Tiếng ồn tăng mạnh, độ rung của máy tăng, do vậy, tuổi thọ của tổ bơm sẽ giảm. Ngoài ra, hiệu suất làm việc của bơm thấp sẽ làm tăng năng lượng điện tiêu thụ, do đó, sẽ làm tăng chi phí cho việc cấp nước tưới.

Để khắc phục tình trạng nêu trên có thể sử dụng phần dẫn dòng máy bơm hướng trục ngang (bánh công tác và cánh hướng) với cột nước tính toán thiết kế $H_{\text{TK}} = 5,0\text{m}$. Ngoài ra, với điều kiện địa hình của trạm bơm Hệ và yêu cầu thực tế có thể thay thế bơm hướng trục ngang 24HT-90 bằng bơm hỗn lưu trục ngang cùng công suất.

Bảng số 1 trình bày kết quả tính toán một vài thông số kỹ thuật cơ bản của bơm hướng trục và bơm hỗn lưu trục ngang.

Bảng 1. Kết quả tính toán các thông số kỹ thuật bơm

TT	Loại bơm Thông số kỹ thuật	Mẫu 1 (loại cũ lắp ở trạm bơm Hệ)	Mẫu 2	Mẫu 3	Mẫu 4
1	Công suất động cơ điện (KW)	75	75	75	75
2	Số vòng quay	730	730	590	490
3	Cột nước tính toán	4,5	5,0	5,0	5,0
4	Lưu lượng tính toán $m^3/h / m^3/s$	3.600 / 1,0	3.500 / 0,972	3.700 / 1,028	3.700 / 1,028
5	Số vòng quay đặc trưng (hệ số tỉ tốc)	862	786	653	542
6	Đường kính miệng hút (mm)	600	600	500	600
7	Đường kính miệng xả máy bơm (mm)	600	600	500	600
8	Vận tốc dòng chảy tại tiết diện miệng hút máy bơm (m/s)	3,54	3,44	5,24	3,64
9	Vận tốc dòng chảy tại tiết diện miệng xả máy bơm (m/s)	3,54	3,44	5,24	3,64
10	Đường kính tiết diện ống hút và ống xả (mm)	700	700	700	700
11	Vận tốc dòng chảy tại tiết diện ống hút và xả (m/s)	2,30	2,53	2,67	2,67

Tính toán số vòng quay đặc trưng (hệ số tỉ tốc) của máy bơm:

$$n_s = \frac{3,65.n.\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

Trong đó, thứ nguyên của các thông số kỹ thuật n [v/ph]; Q [m³/s]; H [m].

Vùng lựa chọn kiểu bơm phụ thuộc vào hệ số n_s :

- $n_s = 300 - 550$ nên chọn kiểu bơm hỗn lưu
- $n_s = 550 - 3.000$ nên chọn kiểu bơm hướng trục.

Cần lưu ý là, với $n_s = 450 - 600$ có thể chọn kiểu bơm hỗn lưu hay hướng trục đều được.

Với 4 mẫu bơm nêu trong bảng 1 thì các mẫu 1, 2, 3 nên chọn kiểu bơm hướng trục; mẫu 4 nên chọn kiểu bơm hỗn lưu. Mẫu 4 với $n_s = 542$ có thể chọn kiểu bơm hỗn lưu nhưng tính chất dòng chảy trong bơm gần với bơm hướng trục. Với loại dòng chảy gần hướng trục lại dùng bánh công tác kiểu hỗn lưu và kết cấu buồng xoắn ốc để dẫn dòng ra khỏi bánh công tác sẽ làm giảm đáng kể chất lượng xâm thực của máy bơm (trong trường hợp này dùng hệ thống cánh hướng dòng sẽ làm hiệu suất cao hơn). Khi ấy dòng thủy lực trong bơm sẽ không ổn định, tạo tiếng ồn lớn và gây rung động (đặc biệt ở phần miệng hút của bơm), do vậy, làm giảm tuổi thọ của thiết bị, máy bơm chóng hư hỏng, hiệu suất giảm nhanh, năng lượng tiêu thụ tăng. Đường kính miệng hút và miệng xả của bơm cũng cần đạt trị số $D_h = D_x = 600\text{mm}$. Khi ấy, trị số vận tốc dòng chảy tại tiết diện cửa vào và cửa ra sẽ đạt $V_h = V_x = (3,44 - 3,64)\text{m/s}$ và sẽ làm tăng chất lượng dòng chảy khi vào bơm. Do đó, làm tăng chất lượng xâm thực cũng như làm giảm tổn thất dòng chảy khi ra khỏi bơm.

Nếu chọn tiết diện miệng cửa hút và cửa xả có đường kính $D_h = D_x = 500\text{mm}$ sẽ làm tăng vận tốc dòng chảy $V_h = V_x = 5,24\text{m/s}$. Khi ấy sẽ làm giảm chất lượng xâm thực của bơm và tăng tổn thất dòng chảy ở cửa ra (máy bơm của trạm bơm Thống nhất, huyện Tiền Hải, Thái Bình đã chỉ rõ điều này).

Đối với trạm bơm Hệ có thể chọn máy bơm kiểu hỗn lưu công suất $N = 75\text{KW}$. Máy bơm hỗn lưu trục ngang công suất 75KW , số vòng quay $n = 590\text{v/ph}$ (mẫu 3) có kích thước và trọng lượng nhỏ hơn so với bơm hỗn lưu cùng công suất và số vòng quay 490v/ph (mẫu 4). Điều đó dẫn đến giá thành máy bơm và động cơ điện theo mẫu 4 sẽ cao hơn so với bơm mẫu 3. Tuy nhiên, xét tổng hợp chung so sánh các thông số kỹ thuật, đặc biệt, chất lượng về xâm thực và tuổi thọ của hai loại bơm này thì nên chọn bơm hỗn lưu $N = 75\text{KW}$, $n = 490\text{v/ph}$.

III. Máy bơm hỗn lưu do Trung tâm nghiên cứu tư vấn cơ điện và xây dựng thiết kế và chế tạo

Ký hiệu của bơm 24HL-50; trong đó:

24 - đường kính miệng hút của bơm hỗn lưu tính bằng mm đã giảm 25 lần;

HL – kiểu hỗn lưu (dòng chéo);

50 – số vòng quay đặc trưng đã làm tròn số và giảm đi 10 lần.

Một số thông số kỹ thuật cơ bản: Công suất động cơ điện: $N = 75\text{KW}$; số vòng quay: $n = 490\text{v/ph}$; cột nước máy bơm: $H = 3,5 - 6,0\text{m}$; lưu lượng máy bơm: $Q = 3.000 - 4.200\text{ m}^3/\text{h}$.

Những đặc điểm chính của bơm 24HL-50:

- a. Prôfin cánh bánh công tác thiết kế theo phương pháp dòng tia kết hợp với kết cấu phần xả kiểu buồng xoắn.
- b. Đường kính tiết diện miệng hút và miệng xả của bơm $D_h = D_x = 600\text{mm}$ cho phép làm giảm vận tốc dòng chảy, tăng chất lượng thủy lực ở phần hút, do đó, làm tăng chất lượng xâm thực; làm giảm tổn thất thủy lực ở tiết diện miệng xả khỏi bơm làm tăng hiệu suất và tuổi thọ máy bơm.
- c. Kết cấu bộ phận ép túp được thiết kế theo kiểu mới, bôi trơn bằng mỡ làm tăng độ kín khi mỗi bơm và tăng độ bền của thiết bị.
- d. Bánh công tác của bơm làm việc ở dạng công xôn. Do vậy, phần gói đỡ ổ bi đã được chú ý tính toán thiết kế và lựa chọn kết cấu, đặc biệt, đảm bảo hệ số an toàn cao, độ bền lớn. Sử dụng vòng bi của hãng SKF (Thụy Điển) cho phép nâng cao chất lượng làm việc của máy. Ngoài ra, bình dầu bôi trơn có dung tích lớn cho phép dầu luôn luôn đảm bảo chất lượng tốt. Đã thiết kế và lắp “mắt thăm dầu” ở thành bình chứa dầu bôi trơn.
Có lắp thiết bị đo nhiệt độ của vòng bi để theo dõi dễ dàng, chặt chẽ và chính xác tình hình làm việc của vòng bi.
- e. Với kết cấu công xôn, bánh công tác của bơm hỗn lưu 24HL-50 có thể tháo lắp dễ dàng phục vụ cho việc bảo dưỡng, sửa chữa.
- f. Đi kèm với bơm hỗn lưu 24HL-50 là hệ thống đường ống hút, ống xả và thiết bị van clapê ở đầu ống xả.
 - Trên tuyến ống hút của bơm đường kính $D_h = 700\text{mm}$ có lắp đoạn ống côn $\Phi 700/\Phi 600$ nối với miệng hút máy bơm với góc côn $\alpha_h \leq 4^\circ$ đảm bảo sự ổn định của

dòng chảy trước khi vào phần dẫn dòng của bơm. Ngoài ra, có lắp thêm 01 ống lồng điều chỉnh phục vụ cho công tác tháo lắp bơm dễ dàng.

- Trên tuyến ống xả đường kính $D_x = 700\text{mm}$ cũng lắp đoạn ống loe $\varnothing 600/\varnothing 700$ và 01 ống lồng điều chỉnh giúp cho việc tháo lắp máy bơm.
 - Điều đặc biệt là ở đầu ống xả có lắp van clapê kiểu phao. Kết cấu van clapê kiểu phao cho phép làm giảm đáng kể tổn thất dòng chảy do clapê gây ra. Không những thế, phía đầu ống xả làm vát nghiêng 15° tạo điều kiện cho van clapê đóng kín một cách dễ dàng khi bơm ngừng làm việc. Điều đó sẽ hạn chế vận tốc dòng chảy ngược khi dừng bơm, tránh được các xung lực tác động lên bánh công tác và ổ bi. Van clapê đóng kín sẽ mời nước cho bơm nhanh hơn, giảm thời gian bơm chân không làm việc.
 - Lắp thiết bị van một chiều trên ống xả cho phép tự động đóng mở phả chân không ở chế độ dừng bơm.
- g. Vật liệu của các chi tiết máy bơm được dùng là: trục bơm làm bằng thép C45; bánh công tác, buồng xoắn, miệng hút, gối đỡ vòng bi đều đúc bằng gang xám GX21-40. Các chi tiết gang được đúc bằng lò trung tần đảm bảo độ dư nhỏ nhất so với thiết kế và độ nhẵn nhất.
- h. Về mỹ thuật công nghiệp, máy bơm 24HL-50 đảm bảo đẹp và đạt chất lượng cao.
- i. Khi cung cấp thiết bị máy bơm 24HL-50, Trung tâm nghiên cứu tư vấn cơ điện và xây dựng cấp kèm theo quy trình lắp đặt và hướng dẫn vận hành máy cũng như các tài liệu kỹ thuật cần thiết có liên quan đến việc vận hành sử dụng máy, kể cả phần bơm, động cơ điện. Các tài liệu này sẽ rất bổ ích cho công tác bảo dưỡng, duy tu và sửa chữa máy bơm.

IV. Kết luận

1. Máy bơm hỗn lưu 24HL-50 đạt các thông số kỹ thuật đề ra, chất lượng tốt, làm việc ổn định, hình thức công nghiệp đẹp.
2. Có thể sử dụng máy bơm hỗn lưu trục ngang 24HL-50 lắp cho trạm bơm Hệ thay cho các bơm hướng trục đã cũ 24HT-90 cũng như lắp cho các trạm bơm khác có điều kiện tương tự để nâng cao hiệu suất của máy bơm, hiệu quả sử dụng trạm bơm.

Ngoài ra, có thể lắp bơm 24HL-50 ($N = 75\text{kW}$) thay thế các máy bơm cũ 12LTX-40 ($N = 33\text{kW}$) (khi trạm bơm có cột nước cần bơm không cao $H_b = 5,5\text{m}$) nhằm giảm số lượng máy bơm, tăng hiệu ích sử dụng trạm bơm cũng như lắp cho các trạm bơm mới xây dựng.

3. Rút kinh nghiệm từ kết quả nghiên cứu thiết kế và chế tạo máy bơm hỗn lưu 24HL-50 ($N = 75\text{kW}$) có thể thiết kế chế tạo các máy bơm hỗn lưu khác có công suất lớn hơn ($N \geq$

110kW) nhằm nâng cao hiệu ích sử dụng các thiết bị cơ điện cũng như công trình trạm bơm phục vụ tưới tiêu trong nông nghiệp.

PGS.TS. Nguyễn Văn Bày

www.vnvcold.vn