

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP ĐIỀU KHIỂN TRẠM BƠM TƯỚI VÙNG ẢNH HƯỞNG TRIỀU BẢO ĐẢM CHO TRẠM BƠM LẤY ĐỦ NƯỚC TRONG ĐIỀU KIỆN MỰC NƯỚC NGUỒN XUỐNG THẤP

Lê Chí Nguyễn¹
Nguyễn Tuấn Anh¹

Tóm tắt: Trong những năm gần đây, vào mùa kiệt, nhiều trạm bơm tưới vùng hạ du sông Hồng và Thái Bình không đảm bảo cấp nước do mực nước sông xuống thấp. Nghiên cứu tìm giải pháp để khắc phục tình trạng trên là việc làm cần thiết. Bài báo này giới thiệu giải pháp điều chỉnh số vòng quay của máy bơm của trạm bơm tưới vùng ảnh hưởng triều trong điều kiện mực nước nguồn xuống thấp nhằm đảm bảo trạm bơm cấp đủ lưu lượng theo yêu cầu.

Từ khóa: máy bơm, điều khiển, số vòng quay, triều.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, tình hình xây dựng các công trình thủy điện đầu nguồn, chặt phá rừng và khai thác cát trên sông làm cho mực nước và lưu lượng trong các sông thuộc hệ thống sông Hồng và sông Thái Bình về mùa kiệt giảm đi đáng kể. Các trạm bơm tưới lấy nước ở ven các sông này đa số đã xây dựng từ những năm 1980. Trong một vài năm gần đây, vào mùa kiệt các trạm bơm này đều bị tình trạng thiếu nước để bơm do mực nước bề hút xuống thấp hơn so với thiết kế từ 0.3 đến 1.0 m, gây nên tình trạng hạn hán nghiêm trọng, ảnh hưởng đến năng suất và hiệu quả canh tác nông nghiệp. Trường Đại học Thủy lợi phối hợp với Viện Bơm và Thiết bị thủy lợi nghiên cứu đề tài độc lập cấp Nhà nước “Nghiên cứu giải pháp nhằm đảm bảo lấy nước tưới chủ động cho hệ thống các trạm bơm ở hạ du hệ thống sông Hồng – Thái Bình trong điều kiện mực nước sông xuống thấp”. Dưới đây sẽ giới thiệu kết quả nghiên cứu bước đầu của nhóm chuyên gia thuộc Trường Đại học Thủy lợi về giải pháp điều khiển trạm bơm tưới vùng triều để đảm bảo bơm đủ nước theo yêu cầu trong điều kiện mực nước sông xuống thấp.

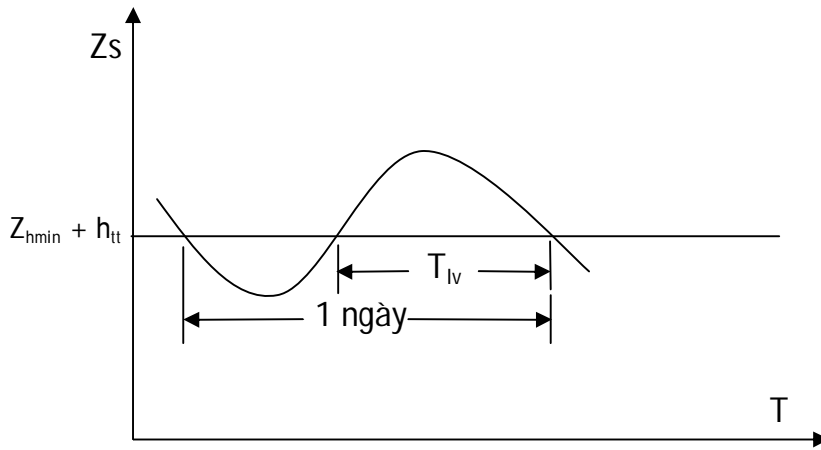
2. Cơ sở khoa học của giải pháp đảm bảo lấy nước tưới chủ động cho trạm bơm vùng triều khi mực nước sông xuống thấp

Theo thiết kế, mực nước bề hút của các trạm bơm tưới vùng ảnh hưởng triều được tính toán với mực nước chân triều ở mức bảo đảm theo quy phạm. Thời gian làm việc của trạm bơm thường từ 20 đến 24 giờ trong ngày.

Trong những năm gần đây, do các nguyên nhân như đã nói ở trên, mực nước bề hút về mùa kiệt tương ứng với chân triều thường xuống thấp hơn mực nước bề hút thấp nhất (min) từ 0.3 ÷ 1.0m. Tuy nhiên mực nước đỉnh triều vẫn cao hơn mực nước hút thiết kế, vì vậy cần tận dụng mực nước sông trong giai đoạn này và dùng giải pháp điều khiển trạm bơm để đảm bảo lấy đủ lượng nước tưới.

Vùng hạ du hệ thống sông Hồng – Thái Bình mang đặc tính chung của thủy triều vịnh Bắc Bộ, đó là chế độ nhật triều đều tương đối thuận nhất có biên độ lớn (xem hình 1). Độ lớn triều trung bình khoảng 2 ÷ 3m. Hàng ngày có thể cho trạm bơm làm việc khi mực nước bề hút (Z_h) lớn hơn mực nước bề hút nhỏ nhất (Z_{hmin}). Thời gian trạm bơm có thể làm việc được trong ngày (T_{lv}) trong vùng này thường từ 6 ÷ 12 giờ/ngày. Vậy nếu điều chỉnh trạm bơm, tăng khả năng bơm trong thời gian triều lên sẽ đảm bảo lấy đủ nước tưới trong ngày.

¹ Trường Đại học Thủy lợi



Hình 1. Đường quá trình mực nước sông vùng ảnh hưởng triều

Giả sử trong một ngày nào đó, trạm bơm có yêu cầu phải cung cấp một lưu lượng nước Q_{yc} trong thời gian T_{yc} . Do mực nước sông bị hạ thấp nên trạm bơm chỉ bơm được trong thời gian T_{lv} , để đảm bảo đủ tổng lượng nước theo yêu cầu, trạm bơm cần phải bơm với lưu lượng tăng cường là:

$$Q_{lv} = \frac{Q_{yc} \cdot T_{yc}}{T_{lv}} \quad (1)$$

Lưu lượng cần bơm của một máy bơm là:

$$Q_{lv-1m} = \frac{Q_{lv}}{m} \quad (2)$$

Trong đó: m là số máy bơm làm việc của trạm bơm.

Vậy ta có bài toán điều khiển là: Trong thời gian trạm bơm làm việc mỗi ngày (T_{lv}), khi mực nước bể hút trạm bơm thay đổi trong phạm vi từ mực nước bể hút nhỏ nhất đến mực nước bể hút lớn nhất (Z_{hmax}), cần điều chỉnh máy bơm để luôn có lưu lượng bơm không đổi, $Q_{lv-1m} = \text{const}$.

Giải pháp điều chỉnh được chọn ở đây là thay đổi số vòng quay (tốc độ quay) của máy bơm bằng thiết bị biến tần (thay đổi tần số dòng điện dẫn đến thay đổi số vòng quay của động cơ điện và máy bơm). Thời gian giữa hai lần điều chỉnh liên tiếp có thể chọn bằng 30 phút hoặc 1 giờ. Tại mỗi thời điểm, mực nước bể hút trạm bơm, Z_h được xác định qua đo đặc sử dụng thiết bị quan trắc tự động hoặc thủ công. Khi $Z_h \geq Z_{hmin}$, trạm bơm bắt đầu làm việc, cột nước bơm xác định như sau:

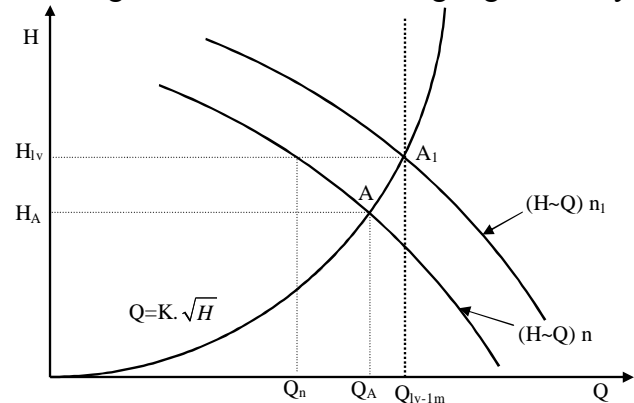
$$H_{lv} = H_{dh} + \sum h_{ms} \quad (3)$$

$$H_{dh} = Z_t - Z_h \quad (4)$$

Trong đó: H_{dh} là cột nước địa hình, Z_t là mực nước bể tháo, phụ thuộc vào lưu lượng bơm, $\sum h_{ms}$ là tổng tổn thất thủy lực trên đường ống hút và ống đẩy của máy bơm được xác định như sau:

$$\sum h_{ms} = S \cdot Q_{lv-1m}^2 \quad (5)$$

Trong đó: S là sức cản của đường ống hút và đẩy.



Hình 2. Đường đặc tính của máy bơm tương ứng với số vòng quay khác nhau

Từ hình 2 cho thấy, tương ứng với cột nước H_{lv} , nếu không điều chỉnh máy bơm thì máy bơm chỉ bơm được với lưu lượng $Q_n < Q_{lv-1m}$. Vì vậy cần thay đổi số vòng quay của máy bơm để bơm được lưu lượng Q_{lv-1m} . Theo tài liệu [1], các bước xác định số vòng quay của máy bơm để máy bơm có thể làm việc được với điểm công tác $A_1 (Q_{lv-1m}, H_{lv})$ như sau:

- Xác định hệ số K theo công thức sau:

$$K = \frac{Q_{lv-1m}}{\sqrt{H_{lv}}} \quad (6)$$

- Vẽ đường parabol có phương trình:

$$Q = K \cdot \sqrt{H} \quad (7)$$

- Xác định tọa độ giao điểm A (Q_A, H_A) của đường parabol và đường đặc tính H-Q ứng với số vòng quay n của máy bơm (hình 2). Điểm A là điểm đồng dạng của điểm A_1 .

- Xác định số vòng quay n_1 của máy bơm tương ứng với điểm công tác A_1 .

Theo định luật đồng dạng có:

$$\frac{Q_{lv-1m}}{Q_A} = \frac{n_1}{n} \quad (8)$$

Suy ra:

$$n_1 = n \cdot \frac{Q_{lv-1m}}{Q_A} \quad (9)$$

Các bước xác định n_1 trên đây được thực hiện nhờ một chương trình máy tính.

3. Áp dụng tính toán cho trạm bơm tưới Hoà Sơn A, huyện Kinh Môn, tỉnh Hải Dương

*Số liệu tính toán: Trạm bơm Hoà Sơn A

thuộc xã Hoà Sơn, huyện Kinh Môn, tỉnh Hải Dương, được xây dựng năm 1974, lấy nước từ sông Đá Vách, có nhiệm vụ tưới cho 183 ha đất canh tác. Trạm bơm có 03 máy bơm loại HL1200-3, tốc độ quay là 980 v/phút. Do ảnh hưởng của thủy triều và do mực nước sông bị hạ thấp, trong những năm gần đây, trạm bơm này chỉ làm việc được từ 6÷7 giờ/ngày. Mực nước chân triều bình quân là -0.3m, mực nước đỉnh triều bình quân là +2.5m. Mực nước bể tháo thiết kế là +2.95 m, mực nước bể hút nhỏ nhất là +0.4m. Giả sử chọn 8 lần điều chỉnh số vòng quay trong thời gian mực nước thay đổi từ mực nước nhỏ nhất đến đỉnh triều +2.5 m và thời gian làm việc, T_{lv} trong một ngày là 7 giờ. Hệ số tưới tại công trình đầu mỗi là 1.5 l/s/ha, thời gian T_{yc} là 20 giờ. Sức cản đường ống qua tính toán xác định được $S = 20$. Áp dụng các bước tính toán ở trên có được kết quả như trong bảng 1 dưới đây.

* Kết quả tính toán:

Bảng 1. Kết quả xác định số vòng quay máy bơm

Z_h (m)	H_{dh} (m)	H_{lv} (m)	Q_{lv-1m} (m ³ /h)	n_{lv} (v/ph)	n_{lv}/n
0.4	2.55	3.92	941.14	1072	1.09
0.7	2.25	3.62	941.14	1036	1.06
1.0	1.95	3.32	941.14	1014	1.03
1.3	1.65	3.02	941.14	992	1.01
1.6	1.35	2.72	941.14	966	0.99
1.9	1.05	2.42	941.14	941	0.96
2.2	0.75	2.12	941.14	913	0.93
2.5	0.45	1.82	941.14	887	0.90

Kết quả cho thấy, khi mực nước bể hút tăng lên, cột nước địa hình giảm, cột nước bơm giảm. Để đảm bảo giữ nguyên lưu lượng bơm, cần điều chỉnh số vòng quay giảm dần. Số vòng quay máy bơm điều chỉnh tăng, giảm so với số vòng quay định mức (n) nằm trong phạm vi cho phép.

4. Kết luận

Thay đổi số vòng quay của máy bơm để tận dụng tối đa khả năng làm việc của máy bơm đáp

ứng yêu cầu thực tế, đảm bảo kinh tế, kỹ thuật là giải pháp kinh điển. Kết hợp với công cụ hỗ trợ tiên tiến (thiết bị biến tần) đảm bảo điều chỉnh nhanh, thuận tiện số vòng quay của bơm đã trở thành giải pháp tiên tiến hiện nay trên thế giới.

Kết quả nghiên cứu trên đây sẽ làm cơ sở cho việc tính toán lựa chọn thiết bị điều tốc, lắp đặt cho các trạm bơm tưới vùng ảnh hưởng triều để

khắc phục tình trạng mực nước bề hút xuống thấp bằng cách tận dụng thời gian duy trì mực nước triều lớn hơn mực nước bề hút nhỏ nhất,

thay đổi số vòng quay để tăng khả năng bơm của bơm, bù lại phần thiếu hụt về thời gian bơm theo thiết kế của trạm bơm đã xây dựng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Giáo trình Máy bơm và trạm bơm – NXB Từ điển Bách khoa – HN, 2006.
- [2]. Lê Chí Nguyễn, Cơ sở nghiên cứu hệ thống tưới tiêu bằng động lực – NXBNN, 2008.
- [3]. GARR M. JONES, ROBERT L. SANKS, GEORGE TCHOBANOGLOUS, BAYARD E. BOSSERMAN, Pumping Station Design – USA, 2004.

Abstract

STUDY ON CONTROL SOLUTION FOR IRRIGATION PUMPING STATIONS IN TIDAL ZONE IN LOWER RIVER WATER LEVEL CONDITION

In dry season of recent years, many irrigation pumping stations in tidal zones of the Northern Delta of Vietnam have not ensured to supply water for the agricultural areas due to lower river water level. Therefore, it is necessary to study solutions in order to overcome this situation. This paper presents pump speed control solution of irrigation pumping station in tidal zones in lower river water level condition so that the pumping station can supply enough water.

Keywords: *pump, pumping station, control, pump speed, tidal.*

Người phản biện: **TS. Lê Văn Chín**

BBT nhận bài:

15/5/2013

Phản biện xong:

21/5/2013