MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU DÒNG CHẢY TRONG BỂ HÚT, BUỒNG HÚT TRẠM BƠM NHƯ QUỲNH QUA MÔ PHỎNG BẰNG PHẦN MỀM FLUENT VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP CẢI TẠO BỂ HÚT, BUỒNG HÚT TRẠM BƠM NHƯ QUỲNH

Đinh Anh Tuấn, Phạm Văn Thu,
Phạm Song Hùng, Nguyễn Hồng Long
Viện Bơm và Thiết bị Thủy lợi

Tóm tắt: *Trạm bơm Như Quỳnh tồn tại một số nhược điểm về thủy lực bể hút, buồng hút. Bài báo này trình bày một số kết quả nghiên cứu dòng chảy bể hút, buồng trên mô hình toán Fluent. Từ đó đề xuất giải pháp cải tạo bể hút, buồng hút trạm bơm Như Quỳnh để trạm bơm vận hành tốt.*
Từ khóa: Thủy lực buồng hút bể hút, dòng chảy buồng hút bể hút, trạm bơm Như Quỳnh, FLUENT.

Summary: *The Nhu Quynh pumping station exists some hydraulic disadvantages of the inlet tank. This document presents some research results of the water flowing in the inlet tank in a computational fluid dynamics software, Fluent. Therefore a solutions is suggested to improve the inlet tank of the Nhu Quynh pumping station to make it operate better and stabler.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trạm bơm Như Quỳnh là một trạm bơm lớn tạo nguồn nước đổ ải, phục vụ cho sản xuất nông nghiệp của các tỉnh Bắc Ninh, Hưng Yên và thành phố Hà Nội. Trạm bơm mới được xây dựng trong phạm vi mặt bằng trạm bơm cũ với 4 tổ máy bơm có công suất động cơ 260 kW, lưu lượng bơm 12.600 m3/h, hoàn thành đưa vào vận hành năm 2007. Trong quá trình vận hành, sử dụng trạm bơm không đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, máy bơm thường xuyên bị ngắt không vận hành được. Nguyên nhân thủy công chủ yếu được xác định:

- Trạm bơm bố trí theo tuyến vuông góc với kênh hút nên ảnh hưởng đến chất lượng dòng chảy từ kênh hút vào bể hút;

- Bể hút nhỏ hẹp, không có đoạn chuyển tiếp giữa buồng hút và bể hút;

- Tường cánh bố trí thẳng đứng không thuận cho dòng chảy vào buồng hút (thường là góc 45^0);

- Kênh dẫn vì lấn chiếm mặt cắt thu hẹp, tiết diện ướt nhỏ và bồi lắng nhiều gây tổn thất cục bộ;

- Buồng hút thiết kế không hợp lý, thể tích buồng hút bé, do có 1 đoạn dốc sát miệng hút của máy bơm, gờ dốc này gây ra xáo trộn dòng chảy vào bơm.

Đề tài đã tiến hành nghiên cứu các giải pháp công trình nhằm điều chỉnh dòng chảy vào bể hút, buồng hút được thuận dòng để trạm bơm vận hành ổn định.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Sử dụng mô hình toán FLUENT để mô phỏng dòng chảy trong bể hút, buồng hút trạm bơm Như Quỳnh trong điều kiện hiện trạng và khi có các giải pháp công trình từ đó lựa chọn giải pháp công trình phù hợp.

Phạm vi nghiên cứu trên mô hình được thiết lập:

- Miền tính tính từ lưới chắn rác phía thượng lưu tới lưới chắn rác phía hạ lưu;

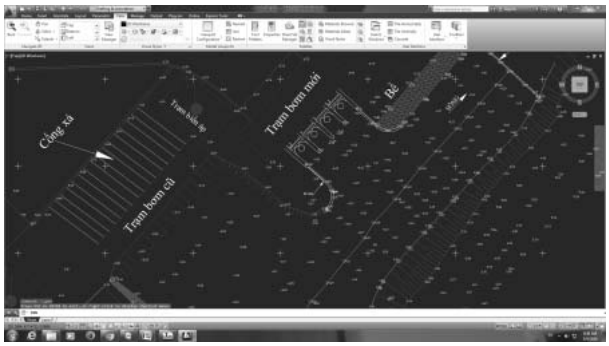
Ngày nhận bài: 11/10/2016
Ngày thông qua phản biện: 28/11/2016
Ngày duyệt đăng: 28/12/2016

- Trạm bơm Như quỳnh cũ: 8 máy bơm với lưu lượng mỗi máy Q = 6000 m3/h;

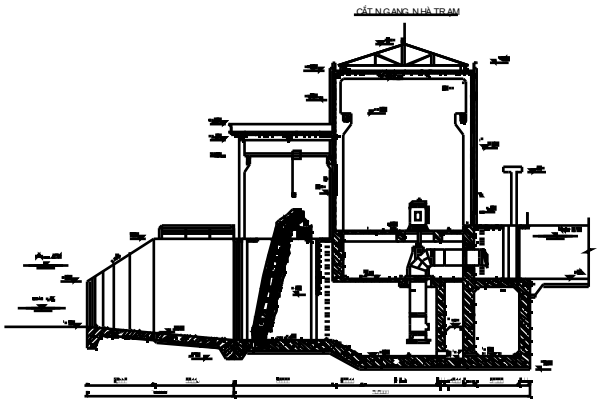
- Trạm bơm như quỳnh mới: 4 máy bơm với lưu lượng mỗi máy Q = 12.600 m3/h;

- Số liệu bao gồm địa hình và thiết kế chi tiết bể hút, buồng hút trước và sau cải tạo.

Hình 1. Kênh hút và bể hút trạm bơm Như Quỳnh



Hình 2: Địa hình, vị trí biên thiết lập cho nghiên cứu bể hút

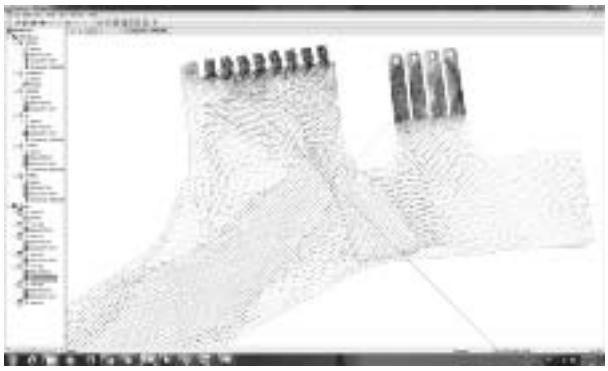


Hình 3: Mặt cắt ngang trạm bơm Như Quỳnh

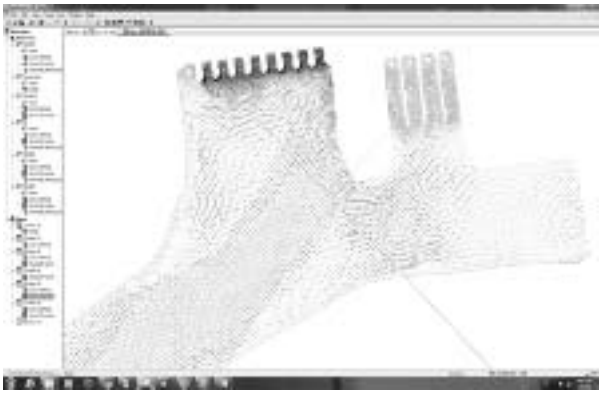
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN DÒNG CHẢY CỦA BỂ HÚT TRẠM BƠM NHƯ QUỲNH

3.1. Bể hút trước khi cải tạo

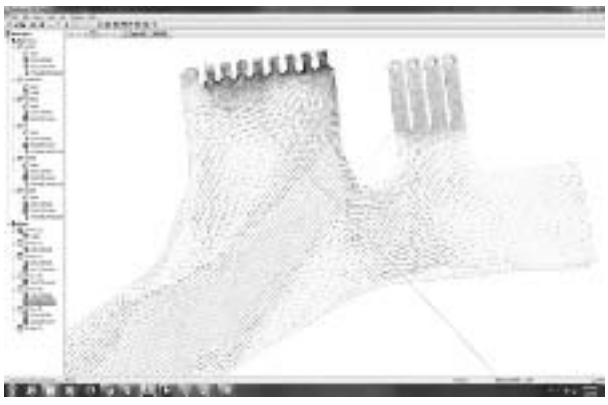
a) Trường hợp cả trạm bơm củ và trạm bơm mới cùng hoạt động



Hình 4: Hình ảnh dòng chảy lớp nước bề mặt

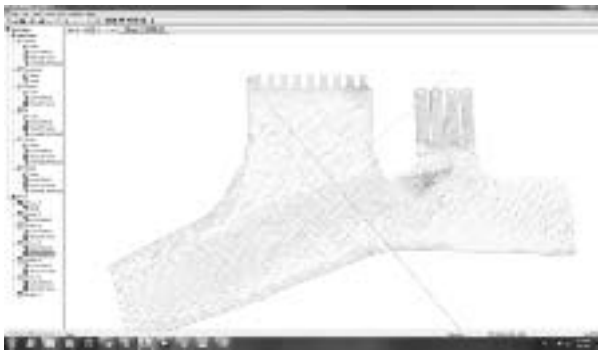


Hình 5: Hình ảnh dòng chảy lớp giữa

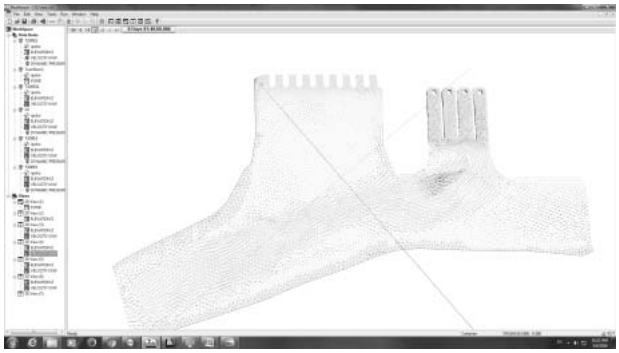


Hình 6: Hình ảnh dòng chảy lớp đáy

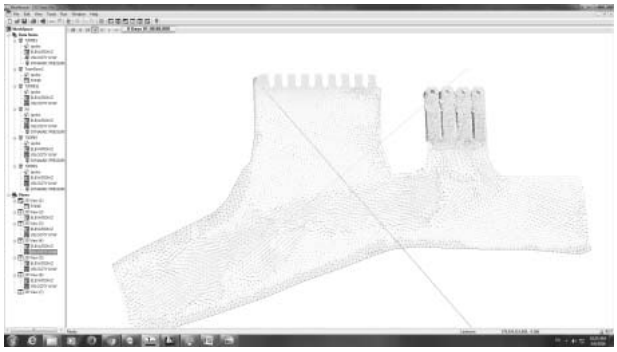
b) Trường hợp chỉ có trạm bơm mới hoạt động



Hình 7: Hình ảnh dòng chảy lớp nước bề mặt



Hình 8: Hình ảnh dòng chảy lớp giữa



Hình 9: Hình ảnh dòng chảy lớp đáy

c) Nhận xét, phân tích về kết quả mô phỏng dòng chảy bể hút trước khi cải tạo

** Trường hợp cả trạm bơm cũ và trạm bơm mới cùng hoạt động:*

- Dòng chảy lớp bề mặt và lớp đáy phức tạp, không ổn định;

- Dòng chảy ở các lớp giữa chủ yếu vào nhóm ba bốn máy ngoài cùng của trạm bơm cũ có vận tốc rất lớn;

- Tạo ra vùng xoáy quẩn phía trước ba máy trong cùng của trạm bơm cũ;

- Dòng chảy vào trạm bơm mới với tốc độ nhỏ, không đối xứng bị lệch về bờ hữu nhìn về thượng lưu.

** Trường hợp chỉ mỗi trạm bơm mới cùng hoạt động:*

- Dòng chảy lớp bề mặt và lớp đáy phức tạp, không ổn định, tuy nhiên tốt hơn so với trường hợp chạy đồng thời cả hai trạm;

- Dòng chảy vào bể hút trạm bơm mới không đối xứng lệch về bờ hữu nhìn về thượng lưu;

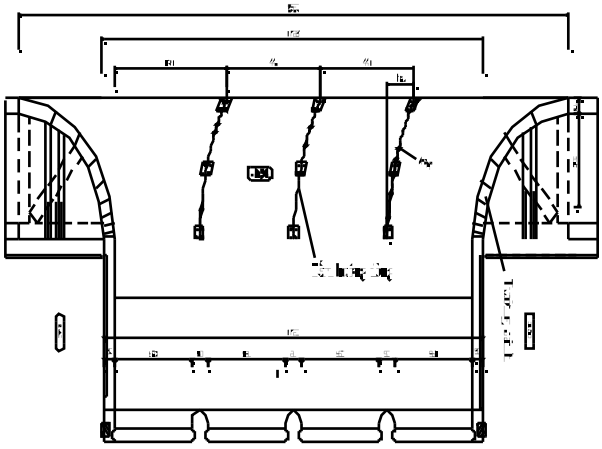
- Dòng chảy ở các lớp giữa chủ yếu bị tăng tốc ở ngoài, vào khá thuận hai máy giữa của trạm bơm mới;

- Dòng chảy vào tổ máy hai đầu trạm bơm không thuận;

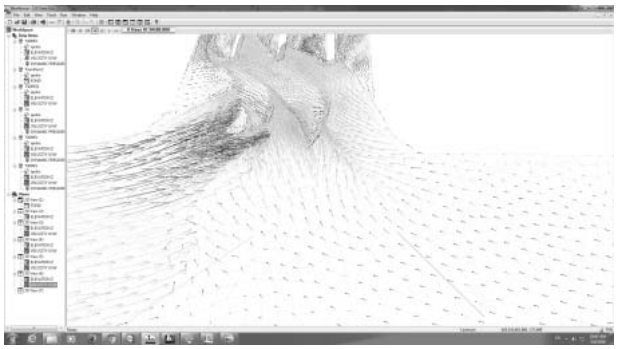
- Tạo ra vùng xoáy quẩn phía trước tổ máy bơm hai đầu trạm bơm.

3.2. Các giải pháp công trình cải tạo bể hút

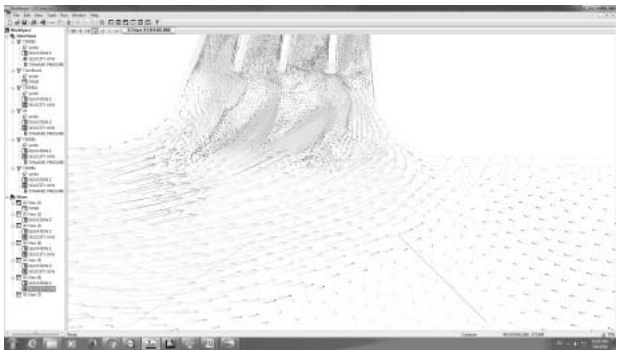
a) Phương án 1: Lắp 3 tấm hướng dòng đều nhau tại bể hút



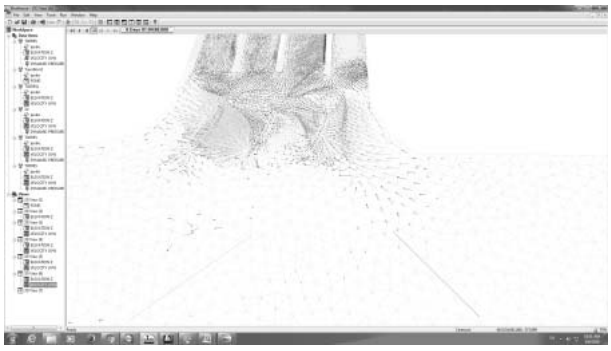
Hình 10: Mặt bằng lắp đặt 3 tấm hướng dòng đều nhau tại bể hút



Hình 11: Hình ảnh dòng chảy lớp bề mặt

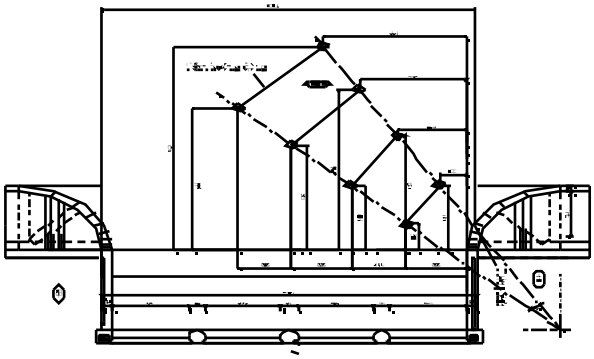


Hình 12: Hình ảnh dòng chảy lớp giữa

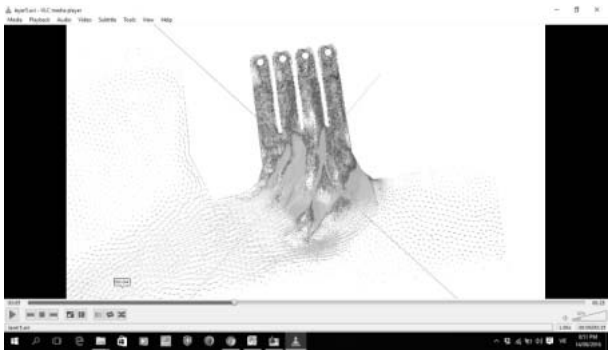


Hình 13: Hình ảnh dòng chảy lớp đáy

b) Phương án 2: Lắp 4 tấm hướng dòng ở ngoài kênh hút chéo góc 45^o so với bể hút



Hình 14: Mặt bằng lắp đặt 4 tấm hướng dòng ở ngoài kênh hút chéo góc 45^o so với bể hút

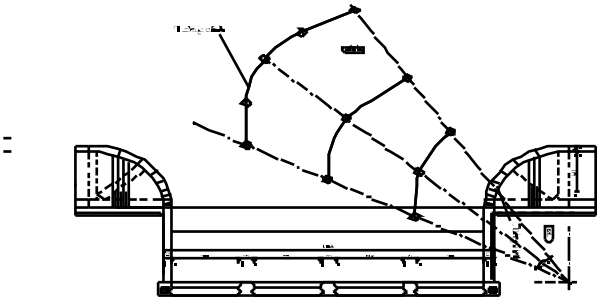


Hình 15: Hình ảnh dòng chảy lớp mặt

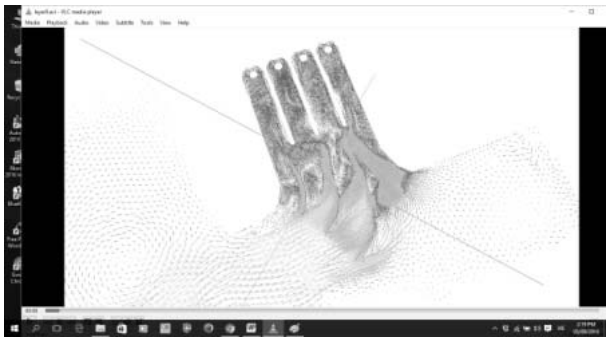
Hình 16: Hình ảnh dòng chảy lớp giữa

Hình 17: Hình ảnh dòng chảy lớp đáy

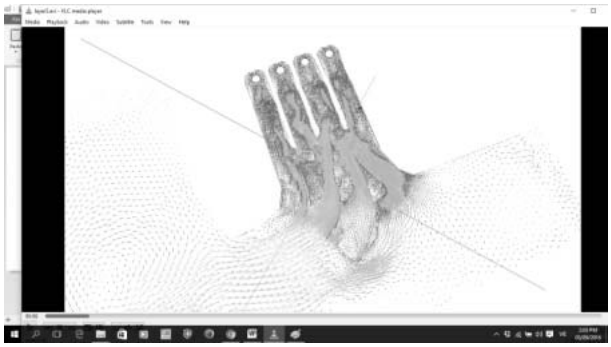
c) Phương án 3: Lắp 3 tấm hướng dòng ở ngoài kênh hút chéo góc 45^o so với bể hút và kéo dài theo dòng chảy vào buồng hút



Hình 18: Mặt bằng lắp đặt 3 tấm hướng dòng ở ngoài kênh hút chéo góc 45^o so với bể hút và kéo dài theo dòng chảy vào buồng hút



Hình 19: Hình ảnh dòng chảy lớp bề mặt



Hình 20: Hình ảnh dòng chảy lớp giữa

d) Nhận xét, phân tích kết quả mô phỏng dòng chảy bể hút sau khi cải tạo

** Phương án 1: Lắp 3 tấm hướng dòng đều nhau tại bể hút*

Dòng chảy lớp bề mặt và lớp đáy vào buồng hút của 4 tổ máy vẫn không ổn định, xuất hiện xoáy ngay đầu vào buồng hút do dòng chảy bị lệch phía bờ hữu nhìn về phía thượng lưu.

** Phương án 2: Lắp 4 tấm hướng dòng ở ngoài kênh hút chéo góc 45^o so với bể hút*

- Dòng chảy ở đầu vào các tấm hướng dòng khá tốt, tuy nhiên dòng chảy ra khỏi tấm hướng dòng vẫn bị rối, chưa tốt;

- Dòng chảy vào buồng hút tổ số 4 bị lệch hẳn về tường cánh bể hút phía hạ lưu.

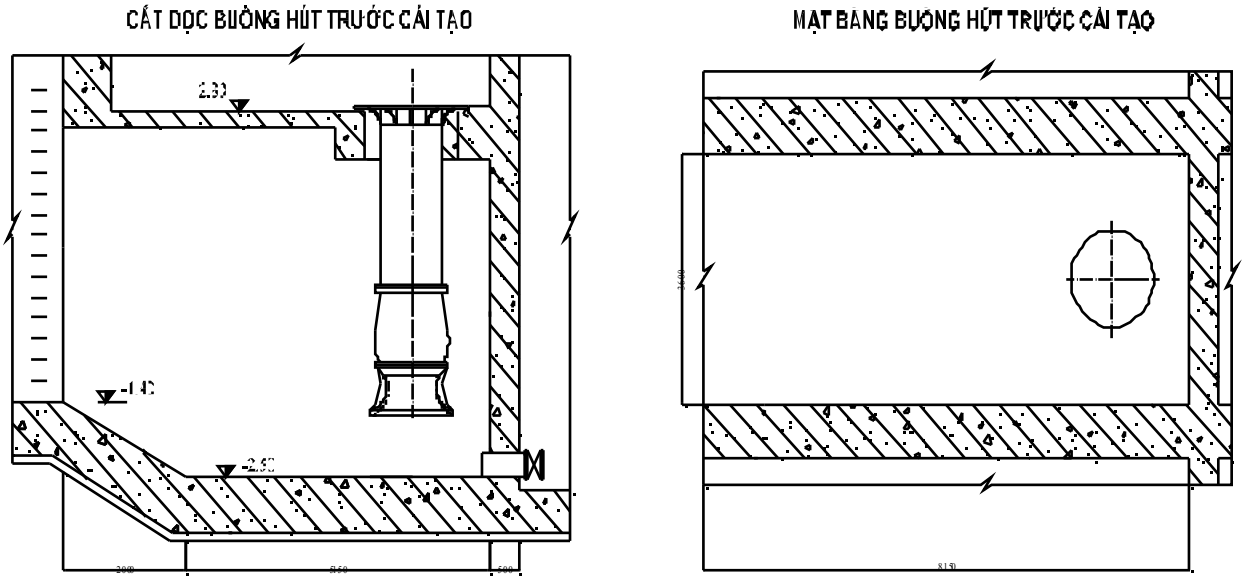
** Phương án 3: Lắp 3 tấm hướng dòng ở ngoài kênh hút chéo góc 45^o so với bể hút và kéo dài theo dòng chảy vào buồng hút*

- Hiệu quả của tấm hướng dòng rõ rệt;

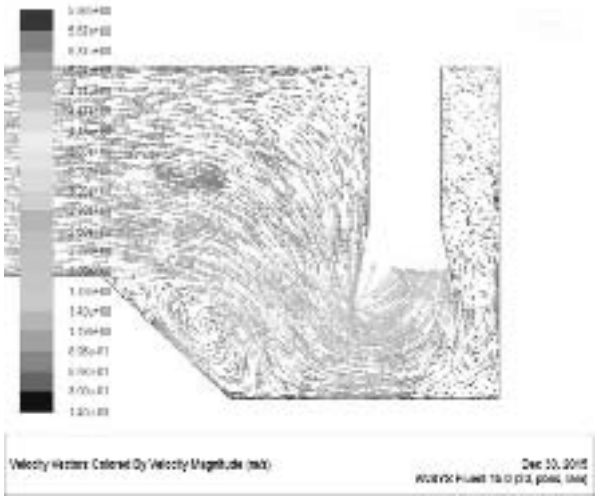
- Dòng chảy tương đối ổn định, dòng chảy đã phân bố tương đối đều cho cả 4 buồng hút của trạm bơm.

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN DÒNG CHẢY CỦA BUỒNG HÚT TRẠM BƠM NHƯ QUỲNH

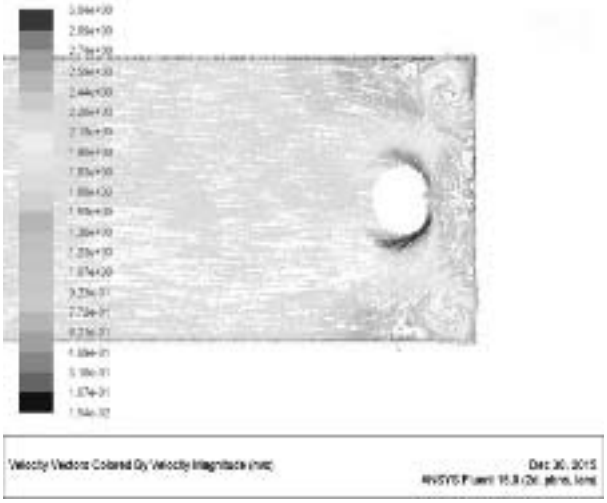
4.1. Buồng hút trước khi cải tạo



Hình 21: Cắt dọc, mặt bằng buồng hút trước khi cải tạo



Hình 22: Hình ảnh cắt dọc dòng chảy buồng hút trước cải tạo



Hình 23: Hình ảnh dòng chảy buồng hút tại mặt cắt miệng hút

Nhận xét, phân tích kết quả mô phỏng dòng chảy buồng hút trước khi cải tạo

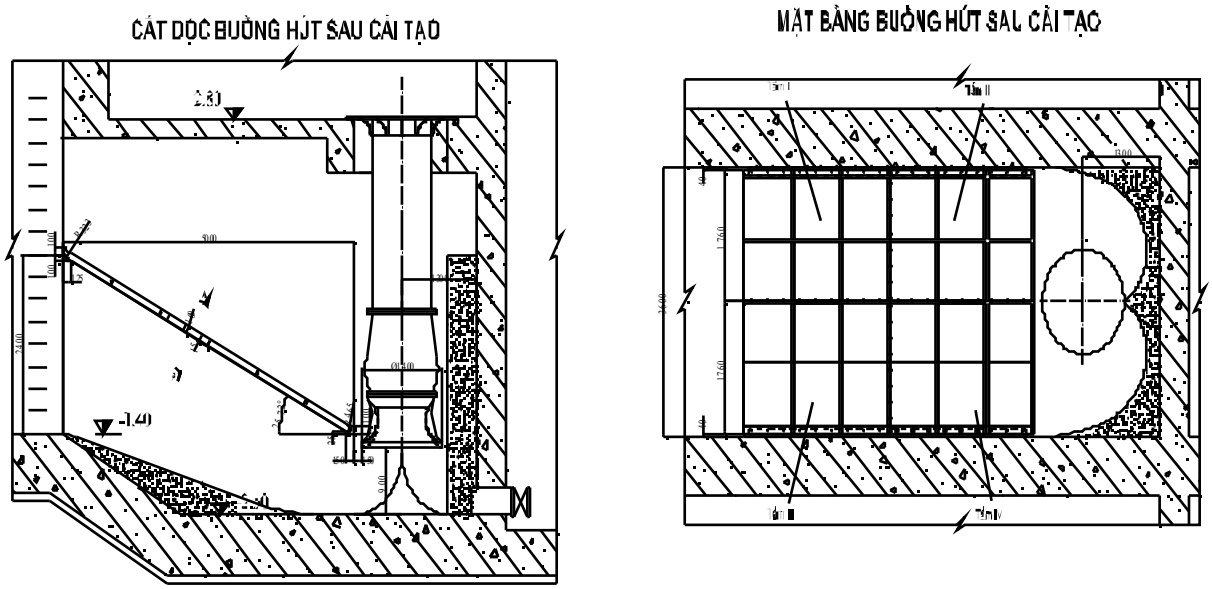
- Từ kết quả mô phỏng có sự xuất hiện của xoáy ở phía tường hạ lưu cũng như sát góc bể hút. Để khắc phục vấn đề này ta lắp đặt tường dạng cánh bám theo biên dạng xoáy để triệt tiêu xoáy;

- Vận tốc trước lối vào bơm không đều, điều này dẫn tới viếc giảm hiệu suất làm việc của bơm. Để khắc phục vấn đề này lắp thêm 1 chóp hướng dòng vào miệng ống hút;

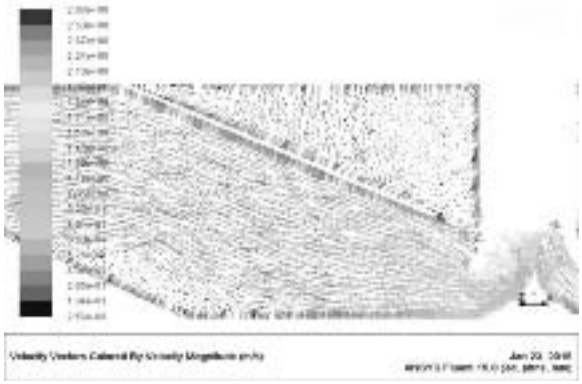
- Xuất hiện xoáy ở phía vào buồng hút do phần vát gây ra vùng đôt mở, dòng chảy đổi hướng trước khi đi vào bơm. Giải quyết các vấn đề này lắp các tấm hướng dòng buồng hút.

Giải pháp cải tạo buồng hút cụ thể như sau:

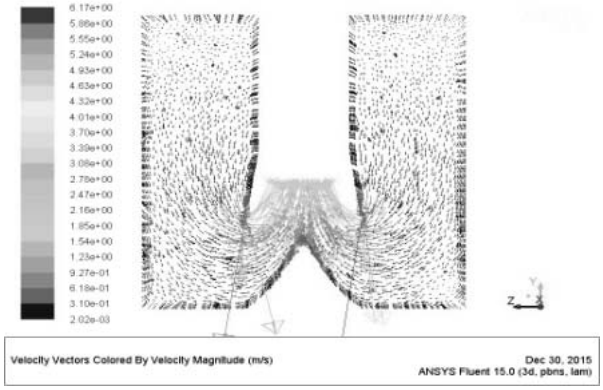
4.2. Buồng hút sau khi cải tạo



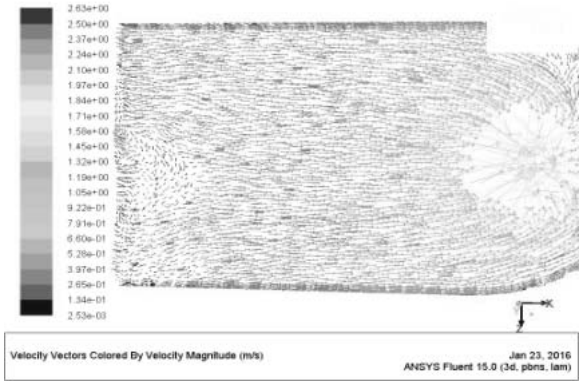
Hình 24: Cắt doc, mặt bằng buồng hút sau khi cải tạo

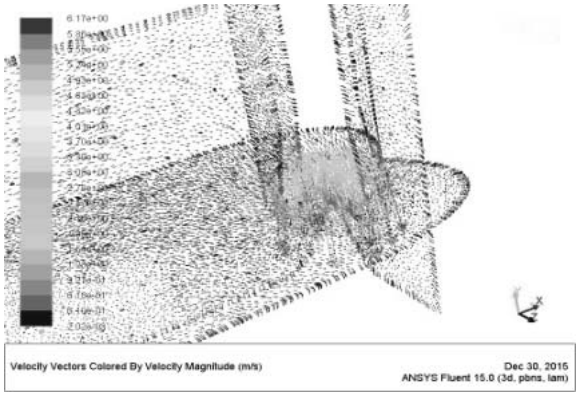


Hình 25: Cắt dọc hình ảnh dòng chảy buồng hút sau khi cải tạo



Hình 26





Hình 26: Hình ảnh 3D dòng chảy buồng hút sau khi cải tạo

5. KẾT LUẬN

Từ kết quả tính toán mô phỏng dòng chảy trong bể hút, buồng hút trạm bơm Như Quỳnh trước và sau cải tạo trên mô hình toán Fluent, đã đánh giá được hiệu quả của từng giải pháp công trình để cải thiện chất lượng dòng chảy ở bể hút và buồng hút của trạm bơm này. Kết quả tính toán với nhiều phương án cải tạo, đã chọn được giải pháp hiệu quả nhất đó là:

*** Đối với bể hút:**

Lắp 3 tấm hướng dòng ở ngoài kênh hút chéo góc 45^o so với bể hút và kéo dài theo dòng chảy vào buồng hút (phương án 3), cụ thể:

- Tấm 1: bán kính cong R = 1,6 m, kích thước (lxh): 6 x 2,5 (m)
- Tấm 2: bán kính cong R = 1,6 m, kích thước (lxh): 9 x 2,5 (m)
- Tấm 3: bán kính cong R = 1,6 m, kích thước (lxh): 12 x 2,5 (m).

*** Đối với buồng hút:**

- Bổ sung tường biên hạ lưu dạng biên dòng chảy;
- Lắp chóp hướng dòng đầu miệng hút;
- Lắp các tấm hướng dòng buồng hút.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Đinh Anh Tuấn và nnk, đề tài độc lập cấp Nhà nước: "Nghiên cứu, tính toán, thiết kế buồng hút, bể hút để cải tạo và nâng cao hiệu quả hoạt động của hệ thống các trạm bơm vừa và lớn", Viện Bơm và Thiết bị Thủy lợi thực hiện năm 2012 – 2016.