

HỆ THỐNG RỬA BỒN TỰ ĐỘNG

AUTOMATIC CLEANING SYSTEM FOR CHEMICAL TANKS

Nguyễn Trường Thịnh, Tưởng Phước Thọ

Bộ môn Cơ điện tử, Khoa Cơ khí Chế tạo Máy

Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh.

TÓM TẮT

Bài báo này đề cập đến việc thiết kế và chế tạo hệ thống rửa bồn tự động dựa trên những ưu điểm của phương pháp tẩy rửa bằng nước áp suất cao để làm sạch bồn chứa hóa chất. Thiết bị này là sử dụng tia nước áp lực cao được phun ra từ các vòi phun, và do đó làm sạch bề mặt bên trong thùng. Đầu phun nước có thể xoay các vòi nước áp lực cao trong mặt phẳng nằm ngang, và có thể di chuyển lên và xuống trong mặt phẳng thẳng đứng trong lúc đang quay, theo đó các tia nước áp lực từ các vòi phun sẽ làm sạch được toàn bộ bề mặt thùng. Trong quá trình làm sạch bằng tia nước, dòng nước liên tục thoát ra từ đầu phun, hình thành nên chùm của các giọt nước nhỏ. Sự tan rã này là do tương tác liên tục giữa nước và không khí bao quanh. Các giọt nước đập vào mục tiêu tạo nên lực tác động. Tác động lặp đi lặp lại của những giọt nước này cho phép bóc tách lớp phủ khỏi mặt nền. Kết quả thực nghiệm đã ghi nhận rằng làm sạch dựa trên sự xói mòn là cơ chế nổi bật đối với bóc tách vật liệu bám dính trên thành thùng chứa hóa chất.

ABSTRACT

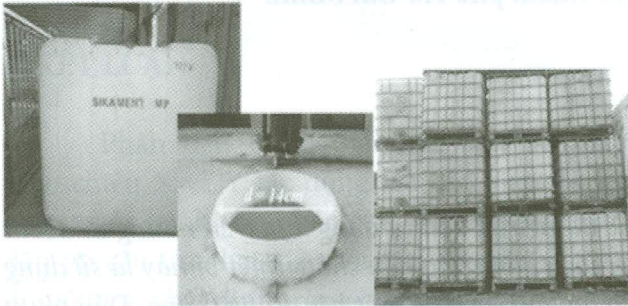
This paper relates to a cleaning system. The purpose of this device is to produce such movements of the said flushing head that pressurized jets can be emitted from the nozzles on the head, which jets strike the sides of the tank and thus clean them. It can be necessary to carry out more or less meticulous cleaning of tank walls depending on how many consecutive cargoes differ in type. This can be allowed for by making changes in the movement characteristics of the spraying head. It is known that the flushing head can be use to rotate the jet nozzles in the horizontal plane, which jet nozzles in turn swing up and down in the vertical plane during this rotation, whereby the jets from the nozzles will strike the tank walls in a line pattern, which will be denser the more slowly the movements occur.

1. GIỚI THIỆU

Ngày nay, trong các ngành sản xuất công nghiệp, trong lĩnh vực y tế, dân dụng, nhu cầu vệ sinh làm sạch các thiết bị, dụng cụ đang là một nhu cầu cấp thiết. Tuy nhiên tình trạng sử dụng phương pháp thủ công vẫn còn nhiều. Điều này

mang lại năng suất không cao, ngoài ra việc tiếp xúc trực tiếp các hóa chất khi thực hiện công việc chùi rửa cũng gây ra nhiều tác hại xấu đến sức khỏe công nhân, có khả năng gây ra nhiều bệnh nguy hiểm về sau. Một hệ thống tẩy rửa tự động hoặc bán tự động là cần thiết để giúp tăng năng suất và giúp con người giảm bớt việc phải tiếp xúc

trực tiếp với các hóa chất không tốt cho sức khỏe. Và hiện nay, phương pháp tẩy rửa dùng nước áp lực mạnh đang được áp dụng phổ biến trên thế giới [1], mang lại hiệu quả cao cùng với nhiều ưu điểm so với các phương pháp hiện đang được sử dụng. Tia nước áp suất cao là công nghệ làm sạch hiện đại và thân thiện với môi trường. Các ứng dụng của công nghệ tia nước áp suất cao rất đa dạng và làm sạch là ứng dụng rộng rãi nhất.



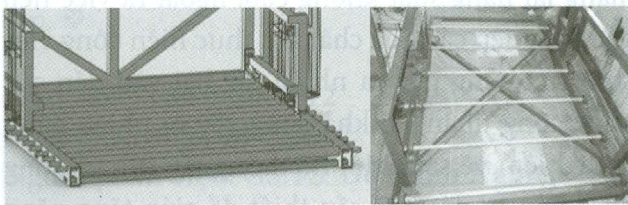
Hình 1: Thùng hóa chất tẩy rửa bằng hệ thống

2. THIẾT KẾ HỆ THỐNG RỬA BỒN TỰ ĐỘNG

Với mục tiêu tự động hóa hoàn toàn công việc rửa bồn có nhiều hóa chất độc hại. Hệ thống được thiết kế có ba bộ phận chính: Bộ phận khung: có kết cấu vững chắc, chịu lực cho toàn bộ hệ thống. Bộ phận băng tải và kẹp : Đưa bồn vào đúng vị trí rửa, bộ phận kẹp định vị thùng vào đúng vị trí rửa. Bộ phận phun rửa: hoạt động tự động hoặc bán tự động, phun nước áp lực để rửa bồn [2,3].

a. Băng tải di chuyển bồn vào vị trí rửa

Băng tải được thiết kế dạng con lăn như hình 2, truyền động đồng thời bằng hệ thống xích, phù hợp với kích thước và khối lượng của thùng hóa chất cần rửa. Khi thùng được tải đến vị trí rửa, cơ cấu kẹp bằng khí nén hoạt động để định vị thùng trong quá trình rửa.

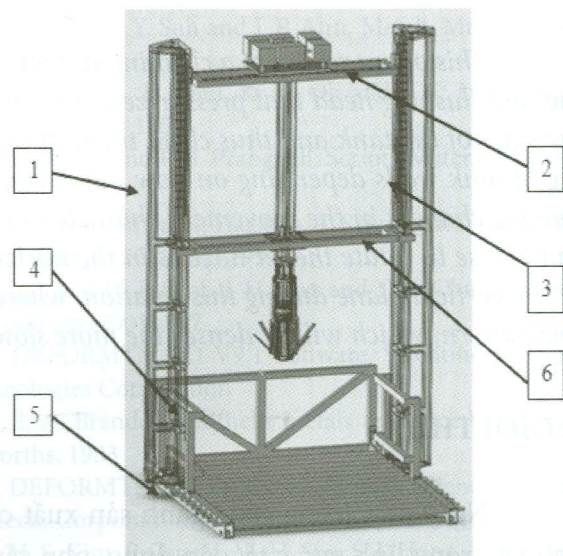


Hình 2: Mô hình thiết kế và thực tế chế tạo băng tải con lăn

b. Khung máy

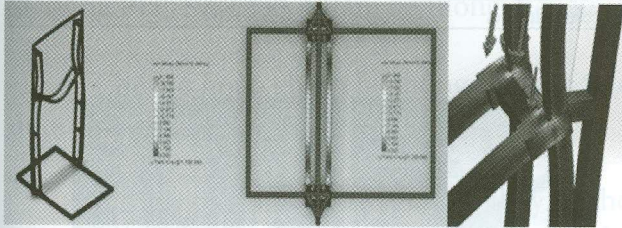
Hệ thống khung đỡ là bộ phận chịu lực chính của toàn bộ dây chuyền (hình 4). Việc tính toán thiết kế hệ thống này rất quan trọng, nó ảnh hưởng đến tính ổn định của máy. Hệ thống khung đỡ gồm những bộ phận sau:

- Hai khung đứng chịu lực: Hai khung này có tác dụng định vị toàn bộ hệ thống rửa được gắn vào nó.
- Khung giằng ngang cố định: Được gắn cố định với đai ốc có tác dụng làm cho hệ thống rửa tịnh tiến theo chiều lên xuống, đồng thời cũng có tác dụng đỡ cho hệ thống rửa, giữ cho 2 khung đứng được cố định vững chắc.
- Khung giằng ngang di động: Có tác dụng đỡ cho các bộ phận dẫn động cho hệ thống rửa bao gồm các động cơ, vít-me, các thanh dẫn hướng, các thanh truyền chuyển động quay...
- Khung đế: có tác dụng định vị cho các bộ phận khác của hệ thống như hai khung đứng, hệ thống băng tải... nó chịu lực nhiều nhất.
- Các thanh chắn: Có tác dụng dẫn hướng cho thùng cần rửa vào đúng vị trí rửa và không bị trượt ra bên ngoài băng tải.
- Hai thanh trượt: Có tác dụng dẫn hướng cho hệ thống rửa tịnh tiến theo chiều lên xuống, giảm ma sát khi trượt nhờ con trượt bi.



Hình 3: Các bộ phận của khung đỡ: 1-Khung đứng, 2- Thanh giằng ngang di động, 3- Thanh trượt, 4- Thanh chắn, 5- Khung đế, 6- Thanh giằng ngang cố định

Sử dụng phần mềm để mô phỏng ứng suất chịu uốn của hệ thống khung. Từ đó căn cứ vào kết quả thu được để thiết kế cơ cấu thực của hệ thống và chọn thông số vật liệu. Hình 4 là kết quả mô phỏng có được.



Hình 4: Mô phỏng ứng suất tác dụng lên khung máy

Căn cứ vào biểu đồ mô phỏng kế cấu chịu lực ta có thể dự đoán được kết quả chịu tải động của toàn bộ hệ thống. Những vị trí khác nhau thì màu sắc có sự thay đổi, dãy màu biến đổi từ xanh da trời cho tới đỏ tương đương với độ bền của hệ thống. Màu xanh da trời là an toàn, màu đỏ tượng trưng không an toàn, những vị trí đổi màu nhiều nhất là tại khớp ngàm của thanh ngang, nơi chịu lực cho toàn bộ hệ thống rửa.

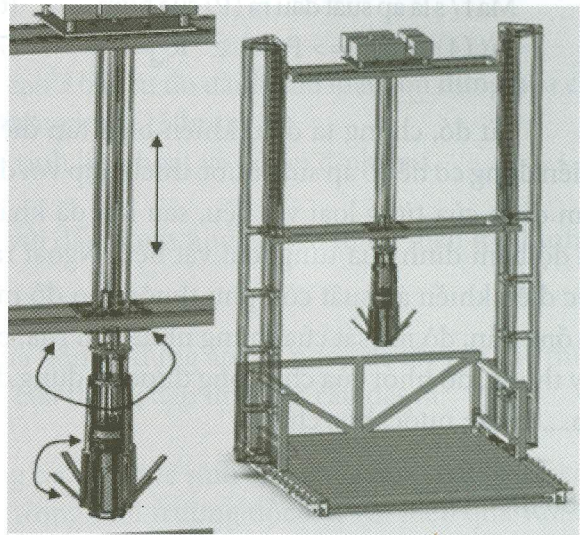
Mũi tên màu đỏ là chỉ hướng tác dụng của lực. máy trên khớp mô phỏng thể hiện những vị trí chịu lực uốn nhiều nhất.

c. Cơ cấu phun rửa [4]

Cơ cấu rửa là đầu phun 3 bậc tự do, đầu phun gồm có 4 vòi phun có thể thay đổi hướng phun và chiều cao, trong quá trình phun, đầu phun có thể xoay tròn, thiết kế đầu phun trên hình 5.

Khi động cơ hoạt động, qua bộ truyền đai truyền chuyển động xuống cho vít - me. Nhờ chuyển động của vít - me, đầu rửa tịnh tiến lên xuống để đi vào bên trong thùng thực hiện nhiệm vụ và rút ra ngoài khi đã thực hiện xong quá trình rửa. Một động cơ khác cũng qua bộ truyền đai truyền chuyển động xuống cho bộ truyền bánh răng, nhờ đó đầu rửa có thể xoay tròn theo trục Z. Để mở - khép các vòi phun, từ chuyển động tịnh tiến của vít - me qua một cơ cấu cam (sử dụng một khớp bản lề), chuyển động tịnh tiến được

chuyển thành chuyển động quay tròn.



Hình 5: Bản vẽ thiết kế đầu rửa ba bậc tự do và toàn hệ thống

Công thức tính độ bám dính: Độ bám dính (R_{bd}) tính bằng N/mm^2 , được xác định theo công thức:

Ta có: Độ bám dính

$$R_{bd} = P_{bd} / S \quad (1)$$

Trong đó:

P_{bd} là lực bám dính khi kéo đứt, tính bằng N

S là diện tích bám dính chịu kéo của mẫu, tính bằng mm^2 .

Theo các khảo sát, tính toán trên, để có thể đánh bật những chất bám dính trên bề mặt thùng nhựa thì áp lực nước sinh ra phải lớn hơn hoặc bằng với độ bám dính bề mặt.

$$F \geq P_{bd} \quad (2)$$

$$F / S \geq P_{bd} / S \quad (3)$$

$$\Rightarrow F / S \geq R_{bd} \quad (4)$$

Theo nguyên lý Pascal, chất lỏng chứa đầy một bình kín có khả năng truyền nguyên vẹn áp suất bên ngoài tác dụng lên nó.

Ta có: $f/s = F/S$ (5)

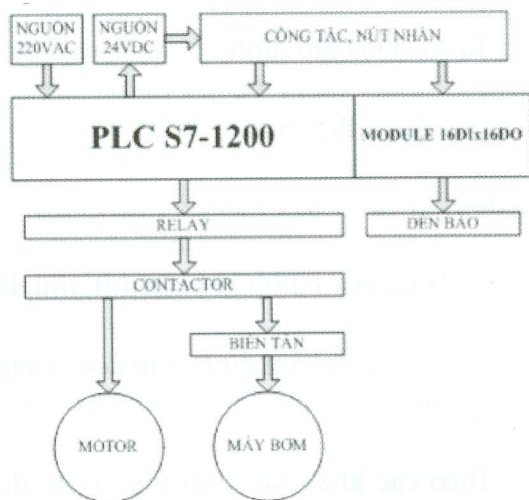
Mà f/s là áp suất đầu ra (P) của bơm (6)

Từ (4) & (6) $\Rightarrow P \geq R_{bd}$ (7)

Từ đó, chúng ta điều khiển biến tần điều khiển động cơ để có áp suất nước thích hợp với độ bám dính của từng loại vật liệu, sau khi đã khảo sát độ bám dính của từng loại vật liệu. Ngoài ra, việc điều khiển áp suất còn phụ thuộc vào độ ma sát ống dẫn, độ ma sát của thùng nhựa cần rửa, bề dày thùng, độ nhớt của chất lỏng được sử dụng để rửa.... ví dụ: nước, hóa chất...

d. Bộ điều khiển

Hệ thống sử dụng bộ điều khiển khả trình PLC SIEMENS S7-1200 nhận tín hiệu, xử lý và xuất tín hiệu điều khiển cho hệ thống hoạt động. Ngoài ra, còn có một biến tần dùng để điều chỉnh áp lực của bơm cao áp, lưu đồ điều khiển như hình 6.



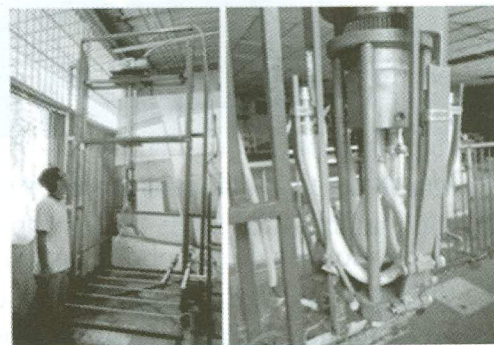
Hình 6: Hệ thống điều khiển của máy

3. THỰC NGHIỆM VÀ KẾT QUẢ

Sau khi thiết kế và thi công, hệ thống hoàn thành như trên hình 7, thông số kỹ thuật như trên bảng 1:

Bảng 1: Thông số kỹ thuật hệ thống

Kích thước	1200 x 1800 x 3000 (mm)
Hành trình tịnh tiến đầu rửa	850 mm
Góc mở vòi phun	170°
Điện áp nguồn	220V - 50Hz
Bơm nước	AC380V-1500W
Tổng công suất hệ thống	1900W
Trọng lượng tổng máy	243 kg
Bộ điều khiển	PLC S7-1200



Hình 7: Hệ thống đã hoàn thành

Chu trình hoạt động ở chế độ tự động của hệ thống như sau (Hình 8): Ban đầu bằng chuyển đưa thùng vào vị trí chuẩn bị cho quá trình rửa khi thùng chạm vào cảm biến, cơ cấu kẹp được kích hoạt kẹp chặt, định vị thùng tại vị trí rửa. Sau đó đầu phun nước đi xuống, đưa các vòi phun nước vào bên trong thùng và bắt đầu xoay tròn đồng thời máy bơm bơm nước và các vòi phun bung ra. Các vòi phun bung ra khép vào liên tục kết hợp với chuyển động xoay tròn của cả đầu rửa đảm bảo rằng tất cả mọi điểm trên bề mặt phía trong thùng đều được rửa sạch.



Hình 8: Hệ thống đang thực hiện quá trình rửa thùng

4. KẾT LUẬN

Trên cơ sở kết quả phân tích, nghiên cứu các cơ cấu tẩy rửa bồn trong công nghiệp, nhóm nghiên cứu đã tiến hành thiết kế và chế tạo hệ thống rửa bồn tự động, đạt được những kết quả như sau:

Đã thiết kế hoàn thiện hệ thống rửa bồn tự động, từ đó mô phỏng tính toán các cơ cấu chính hoạt động trong hệ thống.

Nghiên cứu và thiết kế cơ cấu phun rửa áp lực cao 3 bậc tự do dành cho loại bồn đựng hóa chất hình lập phương loại 1 m³ có miệng thùng nhỏ với đường kính 150mm.
Sử dụng PLC S7-1200 để làm hệ thống điều khiển với tính linh hoạt và độ ổn định cao.

Chế tạo hoàn chỉnh hệ thống rửa bồn tự động với đầu phun nước 3 bậc tự do theo mô hình đã được thiết kế.

Thực nghiệm và đánh giá cho thấy hệ thống rửa bồn sử dụng áp lực nước để tẩy rửa các thùng hóa chất hoạt động ổn định, năng suất cao và độ sạch của thùng đáp ứng yêu cầu đặt ra.

Với kết quả này, có thể ứng dụng hệ thống trong các cơ sở vệ sinh bồn chứa hóa chất trong công nghiệp để tái sử dụng, giảm bớt nhân công làm việc trong môi trường độc hại với hiệu quả và năng suất cao. ❖

Ngày nhận bài: **02/6/2012**

Ngày phản biện: **12/6/2012**

Người phản biện:

1. PGS, TS. **Nguyễn Ngọc Phương**
2. TS. **Nguyễn Minh Khai**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Eldon R. Miller, Tank cleaning system, Iowa City, Iowa, May 8, 1962.
- [2]. William G. Urbani, Tank cleaning system, Patent number: 4466154, 2520 Benjamin Holt Rd., Stockton, Calif. 95207, Aug. 21, 1984.
- [3]. Anton Poitevin, Self contained high pressure hot water cleaning system for grocery carts, Patent number: 4807319, 911 Durango, Great Falls, Mont. 59404, Feb. 28, 1989
- [4]. John William Gilman, 305 Water Mill Rd., Greer, SC (US) 29650; Edward Kennedy, 22420 SE. 216th Pl., Maple Valley, WA (US) 98038, Tank cleaning system, Sep. 9, 2003

