

Nghiên cứu thiết kế chu trình đổ sợi cho hệ thống đổ sợi máy sợi con

Phạm Văn Hùng*, Doãn Văn Hoàn, Nguyễn Đình Sao

Viện Nghiên cứu Cơ khí, Bộ Công thương

Ngày nhận bài 28.8.2015, ngày chuyển phản biện 1.9.2015, ngày nhận phản biện 6.10.2015, ngày chấp nhận đăng 16.10.2015

Hệ thống đổ sợi có nhiệm vụ tự động tháo dỡ ống sợi đã quấn đủ sợi ra khỏi băng máy và cấp lõi ống vào giá cọc máy sợi con thay thế cho các thao tác trước đây bằng thủ công. Chu trình đổ sợi là chu trình hoạt động của cơ cấu chấp hành, đây là cơ cấu chính của hệ thống đổ sợi tự động máy sợi con. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu, tính toán vị trí chuyển vị, thời gian chuyển vị và lưu đồ điều khiển chu trình đổ sợi. Kết quả nghiên cứu được sử dụng để thiết kế cơ cấu chấp hành của hệ thống đổ sợi tự động, đáp ứng yêu cầu chu trình làm việc được đặt ra của hệ thống.

Từ khóa: chu trình đổ sợi, hệ thống đổ sợi, máy sợi con.

Chỉ số phân loại 2.3

Researching and designing the doffing cycle of spinning machine in doffing system

Summary

The function of automatic doffing system is to take down bobbins from warping creel and feed bobbin cores onto spinning machine bed to replace manual operation. Doffing cycle is the action cycle of the operating mechanism; this is the main structure of spinning machine in doffing system. This paper presents the results of research and calculation of displacement position and displacement time, and control diagrams of doffing cycle. The research results are used to design automatic doffing operating mechanism to meet the requirements of the system.

Keywords: doffing cycle, doffing system, spinning machine.

Classification number 2.3

Đặt vấn đề

Hiện nay, toàn ngành sợi có trên 4.000 máy sợi con được sử dụng tại các dây chuyền kéo sợi trên cả nước đều được nhập từ nước ngoài (Đức, Thụy Sĩ, Italia, Tây Ban Nha, Nhật Bản, Ấn Độ, Trung Quốc), gồm 2 loại: loại máy đổ sợi thủ công (có khoảng 1.000 máy, sau khi kết thúc quá trình kéo sợi thì việc lấy ống sợi đầy ra khỏi giàn cọc và lắp lõi ống vào máy sợi con do con người thực hiện); loại máy có hệ thống đổ sợi tự động (các thao tác đều được thực hiện tự động).

Việc tự động hóa khâu đổ sợi cho máy sợi con có ý nghĩa to lớn về giảm số lượng công nhân vận hành, tăng thời gian hoạt động của máy, giảm nhiều thời gian phụ và các chi phí khác trong sản xuất, cũng như cải thiện môi trường làm việc cho người lao động. Vì vậy, việc nghiên cứu, thiết kế, chế tạo hệ thống đổ sợi cho máy sợi con đưa vào sử dụng tại các công ty sản xuất sợi dệt mang tính thực tiễn và đáp ứng nhu cầu cấp thiết của ngành. Cơ cấu chấp hành là cơ cấu chính của hệ thống đổ sợi tự động, có nhiệm vụ lấy ống sợi ra khỏi giá cọc và lắp lõi ống vào giá máy sợi con, các thao tác này được thực hiện tự động. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thiết kế chu trình đổ sợi, làm cơ sở để thiết kế cơ cấu chấp hành trong hệ thống đổ sợi tự động máy sợi con. Đây là nội dung nghiên cứu trong khuôn khổ đề tài cấp nhà nước mã số KC03.18/11-15.

Nội dung và phương pháp nghiên cứu

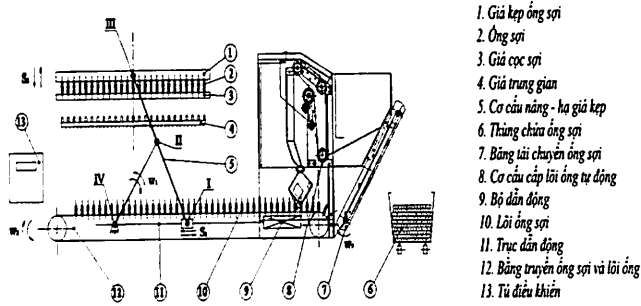
Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu tính toán: nghiên cứu lý thuyết, kiểm nghiệm các bước hoạt động đổ sợi của máy mẫu (máy sợi con đổ sợi tự động). Đề tài lựa chọn mẫu máy của nước ngoài có đặc điểm và thông số kỹ thuật tương đối phù hợp với các máy sợi con đổ sợi thủ công hiện có làm đối tượng nghiên cứu và thiết kế.

*Tác giả liên hệ: Email: hungphv@narime.gov.vn

Thực nghiệm: xây dựng một modul đồ sợi để thí nghiệm, hiệu chỉnh các bước hoạt động của cơ cấu chấp hành theo chu trình đồ sợi. Chu trình đồ sợi được xây dựng hoàn thiện, đồng bộ với thiết kế cơ cấu chấp hành và chương trình điều khiển cho máy sợi con loại 516 cộc sau khi thí nghiệm thành công một modul đồ sợi.

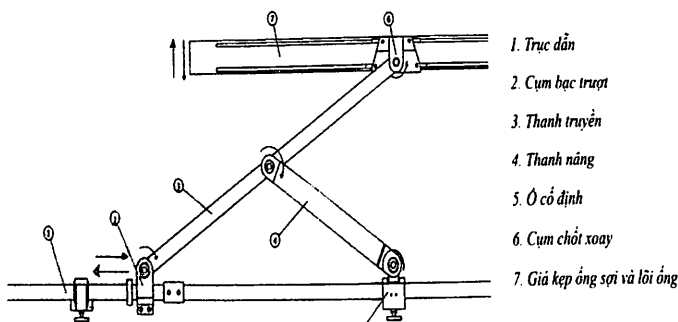
Nguyên lý hoạt động hệ thống đồ sợi tự động [1-3]



Hình 1: sơ đồ nguyên lý hệ thống đồ sợi

Nguyên lý hoạt động hệ thống đồ sợi trên hình 1 được mô tả như sau: lõi ống được cấp tự động từ cơ cấu cấp lõi ống (8) vào băng truyền (12). Nhờ bộ dẫn động (9) mà trục dẫn động (11) di chuyển tịnh tiến (tiến, lùi) theo phương dọc trục; cơ cấu chấp hành của hệ thống gồm hai bộ phận chính: nâng - hạ giá kẹp (5) và cơ cấu xoay giá kẹp thực hiện nhiệm vụ mang lõi ống từ băng tải (12) lên vị trí giá cộc sợi máy sợi (3) và lấy ống sợi (2) từ giá cộc (3) đặt xuống băng tải (12), vận chuyển ống sợi đến băng tải đỡ ống sợi (7), đổ vào thùng chứa ống sợi (6). Trong quá trình hoạt động thì cụm nâng - hạ và cụm xoay giá kẹp có sự liên động chặt chẽ với nhau theo lệnh điều khiển đã được lập trình. Hệ thống khí nén được sử dụng điều khiển cơ cấu xoay giá kẹp với hai chức năng: tạo chuyển động xoay góc cơ cấu nâng - hạ và kẹp, giải phóng lõi ống khỏi tay kẹp khi đã đặt vào vị trí xác định. Sơ đồ cấu tạo của cơ cấu nâng hạ và cơ cấu xoay giá kẹp được thể hiện ở hình 2 và 3.

Cơ cấu nâng - hạ giá kẹp [3, 4]



Hình 2: sơ đồ cấu tạo cơ cấu nâng - hạ giá kẹp

Cơ cấu xoay giá kẹp [3, 4]



Hình 3: sơ đồ cấu tạo cơ cấu xoay giá kẹp

Yêu cầu thiết kế

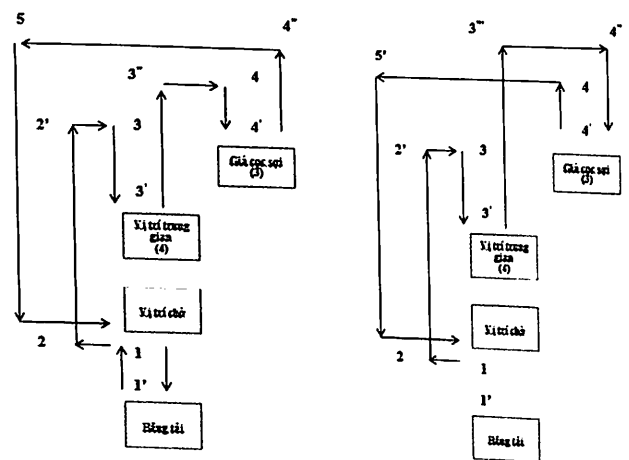
- Đảm bảo các bước chuyển vị của giá kẹp hợp lý, phù hợp với không gian của máy sợi con trong mặt bằng phân xưởng sợi và thuận lợi cho thiết kế điều khiển.
- Đảm bảo thời gian đồ sợi hiệu dụng (thời gian đồ sợi/chu trình đồ sợi) xấp xỉ 5 phút.

Kết quả và thảo luận

Việc xác định chính xác chu trình đồ sợi có ý nghĩa quan trọng đối với việc thiết kế các cơ cấu chấp hành và thiết kế điều khiển hệ thống. Chu trình đồ sợi (hình 1) được tính từ thời điểm giàn kẹp (1) di chuyển xuống lấy lõi ống có sẵn trên băng tải (12), thực hiện các bước để lấy ống sợi (2) ra khỏi giá cộc (3) và cắm lõi ống vào giá cộc, kết thúc tại vị trí chờ ban đầu để chuẩn bị cho chu trình đồ sợi tiếp theo.

Xác định vị trí chuyển vị của giá kẹp

Vị trí chuyển vị của giá kẹp được xác định theo chu trình đồ sợi và được thực hiện qua 2 bước. Sơ đồ vị trí chuyển vị giá kẹp mô tả trên hình 4 và 5.



Hình 4: sơ đồ vị trí chuyển vị giá kẹp bước 1

Hình 5: sơ đồ vị trí chuyển vị giá kẹp bước 2

Chuyển vị giá kẹp ở bước 1 được mô tả trên hình 4 với nguyên lý hoạt động như sau: chu trình đồ sợi bắt đầu từ vị trí chờ của giá kẹp: điểm xuất phát của giá

keo từ vị trí 1 đi xuống 1' để keo lõi trên băng tải sau đó di chuyển về vị trí → 1, giàn mờ góc tới vị trí 2, di chuyển lên → 2', ép giàn vào → 3 đi xuống → 3' (nhà lõi tại vị trí trung gian), di chuyển lên → 3'' và ép giàn vào → 4 rồi di chuyển xuống → 4' (vị trí keo ống sợi trên giá cọc sợi), keo xong di chuyển lên vị trí → 4'', giàn mờ góc → 5 và đi xuống vị trí → 2, ép giàn vào vị trí 1 và đi xuống vị trí 1' để nhà ống sợi vào băng tải, sau đó giá đi lên vị trí chờ → 1'. Đến đây kết thúc chuyển vị của giá keo bước 1 và chuyển sang bước 2.

Chuyển vị giá keo bước 2 được mô tả trên hình 5 như sau: từ vị trí 1, giàn mờ góc tới → 2, di chuyển lên → 2', ép giàn vào vị trí → 3, đi xuống → 3' (keo lõi ống) rồi đi lên → 3'', giàn ép vào vị trí → 4'' xuống → 4' để nhà lõi vào giá cọc sợi, sau đó đi lên → 4, giàn mờ góc di chuyển tới → 5', đi xuống vị trí → 2 và ép giàn vào vị trí 1 (vị trí chờ). Đến đây kết thúc chuyển vị bước 2 và cũng là kết thúc chu trình đổ sợi.

Căn cứ vào cao độ của giá cọc sợi, giá trung gian và khoảng không gian thực tế của máy sợi con khảo sát lắp đặt hệ thống đổ sợi tự động ta xác định được độ cao của giá keo tương ứng với từng vị trí tại hình 4 và 5 nêu trên, đảm bảo được sự hoạt động của cơ cấu chấp hành, không bị vướng kẹt và xung đột vị trí với hoạt động chung của máy sợi con. Kết quả tính toán chuyển vị giá keo được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1: giá trị độ cao giá keo tương ứng với các vị trí chuyển vị

Điểm dừng	Độ cao (mm)
Vị trí 1'	$H_{1'} = 250$
Vị trí 1 và 2	$H_1 = 290$
Vị trí 3'	$H_{3'} = 720$
Vị trí 3	$H_3 = 760$
Vị trí 4'	$H_{4'} = 790$
Vị trí 4	$H_4 = 830$
Vị trí 4''	$H_{4''} = 990$

Tính toán thời gian chuyển vị các bước

Yêu cầu trong thực tế sản xuất là phải đảm bảo thời gian đổ sợi hiệu dụng trong khoảng xấp xỉ 5 phút/chu trình, việc tính chọn thời gian chuyển vị các bước theo sơ đồ hình 4 và hình 5 phải thỏa mãn và đáp ứng các yêu cầu sau: tổng thời gian bước 1 và 2 xấp xỉ 5 phút; cơ cấu vận hành làm việc ổn định và chính xác. Việc tính toán thời gian cho từng chu trình và thời gian cho từng bước hoạt động được tổng hợp và phân tích trên số liệu khảo sát máy mẫu, tính toán phân phối cho từng

bước hoạt động và số liệu thời gian khảo nghiệm của modun thí nghiệm.

Kết quả tính toán thời gian chuyển vị cho tại bảng 2.

Bảng 2: thời gian chuyển vị giá keo

TT	Tên gọi/trình tự các bước	Vị trí đầu	Vị trí cuối	Thời gian (s)	Ghi chú
I Chu trình chuyển vị bước 1				161	
1	Vị trí chờ - băng tải	1	1'	2	
2	Keo lõi		1'	5	
3	Băng tải - vị trí chờ	1'	1	3	
4	Mờ góc giàn keo	1	2	1,5	
5	Lên giá trung gian	2	2'	15	
6	Ép giàn vào	2'	3	1,5	
7	Đưa lõi vào giá cọc trung gian	3	3'	10	
8	Nhà lõi		3'	5	
9	Giàn keo đi lên	3'	3	10	
10	Mờ góc giàn keo			1,5	
11	Giàn keo đi lên	3	3''	10	
12	Xoay góc vào cọc máy sợi con	3''	4	2,5	
13	Xuống keo ống sợi	4	4'	25	
14	Keo ống sợi			5	
15	Giàn keo di chuyển lên	4'	4''	25	
16	Mờ góc giàn keo	4''	5	2,5	
17	Giàn keo đi xuống	5	2	25	
18	Xoay góc vào vị trí chờ	2	1	1,5	
19	Giàn keo đi xuống	1	1'	3	
20	Thả ống sợi vào băng tải			3	
21	Giàn keo về vị trí chờ	1'	1	2	
II Chu trình chuyển vị bước 2				139,5	
1	Mờ góc giàn keo	1	2	1,5	
2	Lên giá trung gian	2	2'	15	
3	Xoay góc ép giàn keo vào	2'	3	1,5	
4	Giàn keo đi xuống	3	3'	10	
5	Keo lõi			5	
6	Giàn keo đi lên	3'	3''	22	
7	Xoay góc ép giàn vào	3''	4''	2,5	
8	Giàn đi xuống gài lõi vào cọc sợi máy sợi con	4''	4'	25	
9	Nhà lõi			5	
10	Giàn keo đi lên	4'	4	25	
11	Mờ góc xoay giàn keo	4	5'	2,5	
12	Giàn keo đi xuống	5'	2	23	
13	Xoay góc ép giàn keo về vị trí chờ	2	1	1,5	
Tổng cộng (I+II)				300,5	(~ 5 phút)

Thiết kế chương trình điều khiển đổ sợi [3, 5-7]

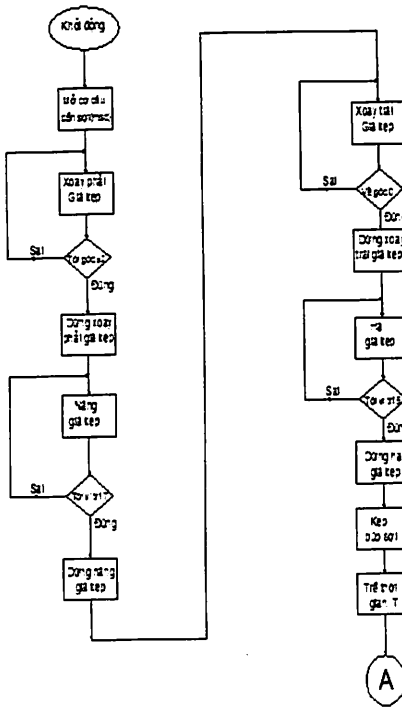
Hệ thống đổ sợi được điều khiển bởi bộ điều khiển khả lập trình PLC Simatic S7-200-226 của Siemens và các modun mở rộng, đảm bảo việc giám sát vị trí và điều khiển hoạt động các cơ cấu chính xác, ổn định theo chu trình đổ sợi yêu cầu. Trên cơ sở phần mềm lập

trình cho PLC S7-200 và các tín hiệu vào ra, đề tài lập được chương trình điều khiển hệ thống đồ sợi tự động theo lưu đồ đã vạch ra.

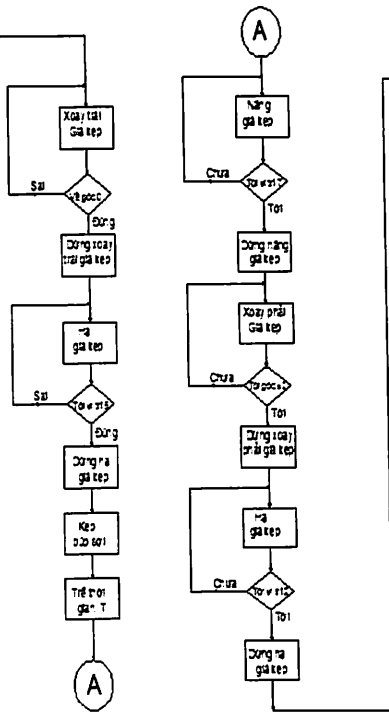
Lưu đồ điều khiển các bước hoạt động đồ sợi được mô tả tại các hình 6-10.

Kết quả khảo nghiệm [7]

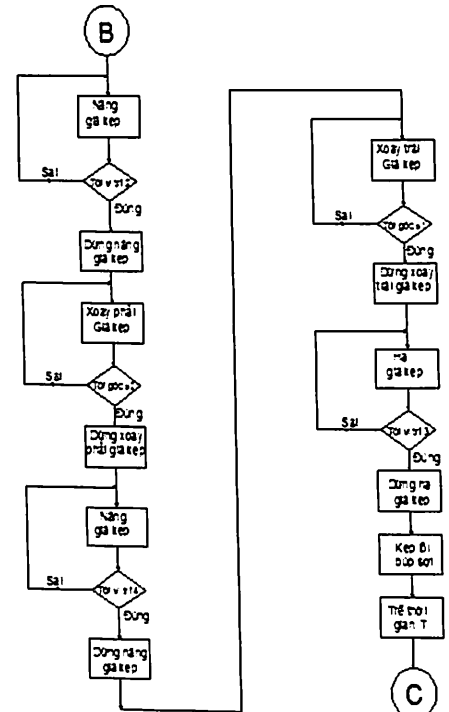
Hệ thống đồ sợi tự động được lắp đặt và chạy khảo nghiệm trên máy sợi con Model: HONGJI SXF 1568 C - 516 cọc của Công ty Cổ phần sợi Phú Mai, Khu công nghiệp Phú Bài (Thừa Thiên - Huế) từ 28.1.2015 đến 6.3.2015. Các chỉ tiêu chính của hệ thống đồ sợi



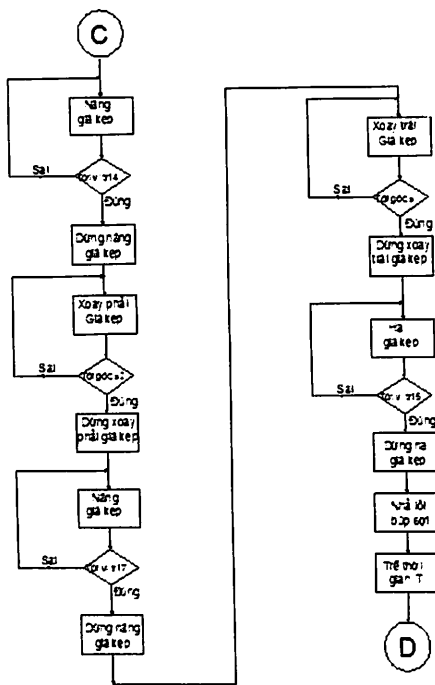
Hình 6: lưu đồ điều khiển đưa giá kẹp lên giá cọc sợi



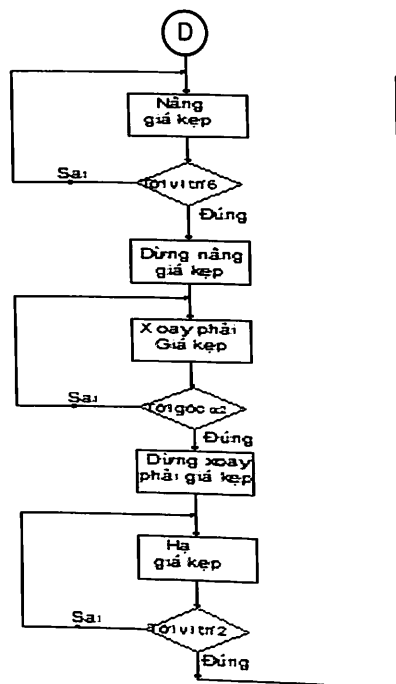
Hình 7: lưu đồ điều khiển đưa ống sợi xuống băng truyền



Hình 8: lưu đồ điều khiển đưa giá kẹp lên giá trung gian



Hình 9: lưu đồ điều khiển đưa lõi ống lên giá cọc sợi

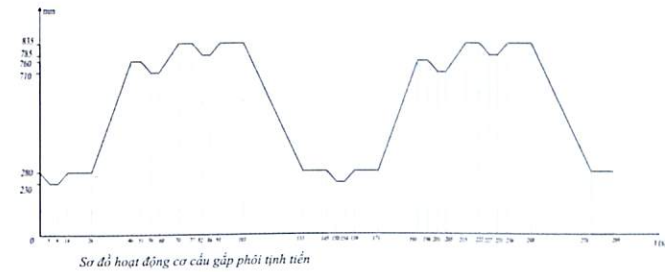


Hình 10: lưu đồ điều khiển đưa giá kẹp về vị trí chờ

như: thời gian đồ sợi hiệu dụng, độ ổn định của hệ thống, sai số vị trí của tâm ống kẹp ống sợi so với tâm cọc sợi và tâm chốt cắm ống sợi đều đạt yêu cầu thiết kế và được Công ty Cổ phần chứng nhận và kiểm định VINACONTROL đo kiểm và chứng nhận kết quả.

Phương pháp khảo nghiệm chu trình đồ sợi: thực hiện khảo nghiệm cho từng bước hoạt động (như sơ đồ hình 4, 5 và các lưu đồ điều khiển hình 6-10). Các thông số đo kiểm và xác định gồm: thời gian thực hiện (xác định bằng đồng hồ bấm giây), chiều cao giá kẹp (xác định bằng dụng cụ đo chiều cao).

Đồ thị chu trình đồ sợi được xây dựng dựa trên kết quả thực nghiệm đo chu trình đồ sợi trên hệ thống đồ sợi tự động lắp đặt và khảo nghiệm trên máy sợi con 516 cọc, mô tả trên hình 11.



Hình 11: đồ thị chu trình đồ sợi

Ghi chú: trục tung thể hiện giá trị chuyển vị của giá kẹp (mm), trục hoành thể hiện thời gian thực hiện các bước (s)

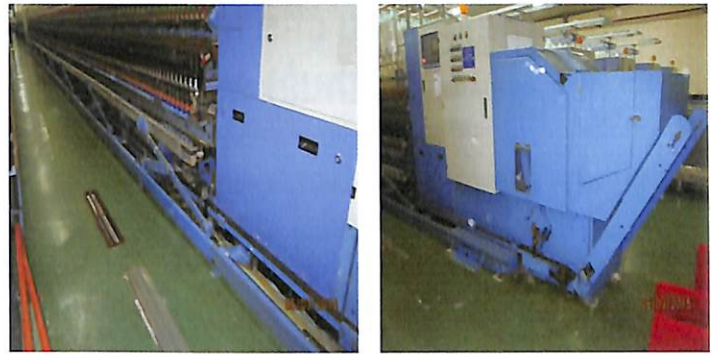
Đồ thị hình 11 cho thấy, kết quả thu được phù hợp với tính toán xây dựng chu trình đồ sợi, cơ cấu chấp hành được thiết kế, chế tạo đáp ứng khả năng làm việc, hệ thống điều khiển tin cậy, chính xác, đảm bảo thời gian đồ sợi hiệu dụng đạt 5 phút/chu trình.

Hệ thống đồ sợi tự động cho máy sợi con được thiết kế, chế tạo và lắp đặt trên máy sợi con HONGJI 516 cọc (hình 12).

Kết luận

Từ nghiên cứu trên có thể rút ra kết luận:

- Đã xác định được vị trí chuyển vị và thời gian chuyển vị của giá kẹp đáp ứng được thời gian đồ sợi hiệu dụng yêu cầu của hệ thống đồ sợi tự động máy sợi con.



Hình 12: hệ thống đồ sợi tự động cho máy sợi con

- Chu trình đồ sợi có ý nghĩa quan trọng và là cơ sở để thiết kế cơ cấu chấp hành, thiết kế chương trình điều khiển hệ thống đồ sợi cho máy sợi con.

- Tiếp tục nghiên cứu và hoàn thiện chu trình đồ sợi để có thể giảm được thời gian đồ sợi hiệu dụng từ 5-15% bằng một số giải pháp như: rút ngắn thời gian kẹp, nhả lõi, tối ưu hóa chương trình điều khiển và điều chỉnh tốc độ làm việc của cơ cấu chấp hành.

- Chu trình đồ sợi có thể ứng dụng để thiết kế hệ thống đồ sợi tự động cho các loại máy sợi con với số lượng cọc khác nhau.

Tài liệu tham khảo

- [1] Trần Văn Quyển, Trịnh Thị Minh Ninh, Trần Công Thế, Trần Nhật Chương (1994), *Công nghệ kéo sợi bông và sợi hóa học*, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [2] Nguyễn Minh Hà (2002), *Công nghệ kéo sợi*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh.
- [3] HONGJI - Famous Trademark of China, Model SXF 1578 Ring spinning machine.
- [4] Đinh Gia Tường, Nguyễn Xuân Lạc, Trần Doãn Tiến (1970), *Nguyên lý máy*, Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp.
- [5] Trần Doãn Tiến (1995), *Điều khiển tự động khả lập trình*, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [6] Nguyễn Doãn Phước, Phan Xuân Minh (1997), *Tự động hóa với Simtic S7-200*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
- [7] Báo cáo tổng hợp kết quả thực hiện đề tài cấp nhà nước mã số KC03.18/11-15.