

Nghiên cứu, thiết kế máy tự động cắt thuốc phóng NDSI-2K và Φ CF-2.B41M

Lê Văn Thuận, Đào Việt Hải*, Nguyễn Thái Hợp

Nhà máy Z195, Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng, thị trấn Hợp Châu, huyện Tam Đảo, tỉnh Vĩnh Phúc, Việt Nam

Ngày nhận bài 18/5/2024; ngày chuyển phân biên 21/5/2024; ngày nhận phân biên 10/6/2024; ngày chấp nhận đăng 13/6/2024

Tóm tắt:

Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu, thiết kế máy tự động cắt thuốc phóng NDSI-2K và Φ CF-2.B41M sử dụng cho dây chuyền sản xuất thuốc phóng hai góc hình ống của Nhà máy Z195, Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng. Phương pháp truyền thống hiện nay đang sử dụng là phương pháp thủ công, sử dụng lực đạp chân của công nhân thông qua hệ thống dẫn động cơ khí để kéo dao cắt chuyển động xuống cắt thuốc, tốn nhiều thời gian, nhân công và chất lượng sản phẩm không cao, thường phải tiện lại mặt đầu sau khi cắt để đảm bảo yêu cầu kỹ thuật. Với giải pháp mới, thuốc phóng được cắt tự động, nhanh chóng, an toàn và chính xác; việc tuyển chọn thuốc phóng thông qua hệ thống băng tải cân, dựa trên nguyên lý phân loại theo trọng lượng. Toàn bộ quá trình làm việc được điều khiển, kiểm soát bởi hệ thống cảm biến, bộ điều khiển logic lập trình PLC thông qua máy tính giám sát đặt tại phòng điều khiển. Dữ liệu có thể lưu trữ và trích xuất báo cáo định kỳ.

Từ khóa: máy cắt thuốc phóng tự động, thuốc phóng ballistic, thuốc phóng NDSI-2K, thuốc phóng Φ CF-2.B41M, tuyển chọn thuốc phóng.

Chỉ số phân loại: 2.3

Research and design of automatic cutting machine for propellants NDSI-2K and Φ CF-2.B41M

Van Thuan Le, Viet Hai Dao*, Thai Hop Nguyen

Factory Z195, General Department of Defense Industry, Hop Chau Town, Tam Dao District, Vinh Phuc Province, Vietnam

Received 18 May 2024; revised 10 June 2024; accepted 13 June 2024

Abstract:

This article introduces the results of research and design of automatic cutting machine for propellants NDSI-2K and Φ CF-2.B41M used for the double-based tubular propellant production line of Factory Z195, General Department of Defense Industry. The traditional method is usually manual, using the foot pedal force of the worker through a mechanical drive system to pull the cutting knife down to cut the propellant. This process takes a lot of time, labour and product quality is not high. After cutting, it is still required to lathe the ends of the propellant tube to meet technical requirements. With the new solution, the propellant is cut automatically, quickly, safely and accurately and the selection of propellant is carried out through a weighing conveyor system based on the principle of classification by weight. The entire working process is controlled by a sensor system and programmable logic controller (PLC) programmer through a monitoring computer located in the control room. Processing data can be stored and periodically exported for report purposes.

Keywords: automatic cutting machine, ballistic propellant, NDSI-2K propellant, selection of propellant, Φ CF-2.B41M propellant.

Classification number: 2.3

*Tác giả liên hệ: Email: daoviethai.Z195@gmail.com

1. Đặt vấn đề

Thuốc phóng là nhóm chất nổ đặc biệt mà dạng biến đổi hóa học chủ yếu của chúng là cháy dưới tác dụng của xung kích thích bên ngoài, được sử dụng trong kỹ thuật quân sự để đẩy đạn hoặc tên lửa đến mục tiêu [1]. Ngoài ra, một số loại thuốc phóng còn được sử dụng trong kỹ thuật đạn làm liều châm lửa, phương tiện truyền lửa, liều giữ chậm, thành phần hện giờ trong ngòi đạn và các chi tiết hỏa thuật. Nhà máy Z195, Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng là đơn vị duy nhất trong quân đội sản xuất các loại thuốc phóng trên cơ sở Nitroxenlulo (NC), thuốc nổ phục vụ sửa chữa, sản xuất các loại đạn dược cho lực lượng vũ trang với sản lượng bình quân hàng năm khoảng 250 tấn thuốc phóng, 260 tấn thuốc nổ. Trong những năm gần đây, nhu cầu sản lượng thuốc phóng, thuốc nổ tăng năm sau so với năm trước khoảng 1,5-2 lần, dự báo trong những năm tới nhiệm vụ sản xuất thuốc phóng phục vụ sửa chữa các loại đạn phục vụ huấn luyện, sẵn sàng chiến đấu và dự trữ tiếp tục tăng cao. Cùng với đó yêu cầu đòi hỏi ngày càng cao về năng suất, ổn định chất lượng sản phẩm và an toàn trong quá trình sản xuất.

Dây chuyền sản xuất thuốc phóng hai góc hình ống nằm trong khu vực Xí nghiệp 92 của Nhà máy Z195 theo công nghệ chuyển giao của Cộng hòa dân chủ nhân dân Triều Tiên (công nghệ của những năm 60-70 thế kỷ trước). Trải qua hơn 20 năm hoạt động sản xuất, dây chuyền bộc lộ nhiều bất cập, công nghệ đã lạc hậu, nhiều công đoạn thủ công, môi trường làm việc độc hại, năng suất thấp, tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn cao. Điển hình là máy cắt hai loại sản phẩm thuốc phóng hình ống NDSI-2K và ØCF-2.B41M. Hai loại thuốc phóng trên dùng để tổng lắp cho các loại đạn chống tăng (NDSI-2K dùng cho động cơ hành trình đạn chống tăng 73 mm kiểu PG-9 dùng cho liều phóng động cơ đạn chống tăng B41M và các loại đạn khác). Máy cắt thủ công, sử dụng máng dẫn gồm máng dẫn cuộn lòng mo bằng nhôm đón thuốc từ đầu máy ép đùn dẫn thuốc qua ô cửa thông từ phòng ép đùn sang phòng cắt, tại phòng cắt có hệ thống con lăn bằng thép trắng tiếp tục dẫn thuốc đến cơ cấu cắt. Thuốc được dẫn qua giá dao đến cữ chặn xác định chiều dài cắt. Lúc này, người công nhân dùng tay giữ hai đầu thổi thuốc để tránh xê dịch và dùng chân đạp bàn đạp kéo dao chuyển động xuống cắt thuốc. Tại thời điểm cắt, để tránh hiện tượng thuốc bị cong do bị dao cắt và cữ chặn cản đường dịch chuyển, phải có người công nhân khác thực hiện thao tác nâng ống thuốc ở trên máng dẫn con lăn phía trước cơ cấu cắt.

Nhược điểm của máy cắt thuốc phóng hiện tại là: Cơ cấu giá dao có chuyển động thẳng đứng trong rãnh trượt có độ dư, lưỡi dao chưa tối ưu hóa (về độ cứng, góc cắt, vật liệu), tốc độ cắt của dao phụ thuộc vào lực đạp chân của người vận hành nên không ổn định. Không có cơ cấu

che chắn đảm bảo an toàn, dễ bị cắt vào tay. Cơ cấu giá dao thô sơ, dao được kẹp chặt bằng vít nên việc thay dao mất nhiều thời gian. Những nhược điểm trên là nguyên nhân làm giảm hiệu suất sản phẩm, tiêu tốn nhân công lao động, gây lãng phí nguyên liệu, làm chậm tiến độ sản xuất. Theo thống kê, thuốc phóng NDSI-2K sau cắt không đạt độ vát mặt đầu, nên 100% sản phẩm phải cắt dài hơn theo quy định khoảng 3-4 mm, sau đó tiến hành tiện mặt đầu để sản phẩm đạt yêu cầu về độ vát mặt đầu và chiều dài. Điều đó gây lãng phí khoảng 1,4% nguyên liệu và làm tăng khoảng 54 công lao động cho 1 tấn sản phẩm. Nhiều ống thuốc phóng ØCF-2.B41M có chiều dài vượt quy định, phải tiện trên máy tiện để đạt yêu cầu về độ vát và chiều dài, còn lại đều phải chế biến thành thuốc thu hồi (năm 2020 là khoảng 9%). Số thuốc đưa đi chế biến làm thuốc thu hồi khoảng 7000 ống (4,2%). Ngoài ra, tuổi thọ của dao thép, do vậy phải thay thường xuyên, thời gian dừng máy để thay dao dài (khoảng 8 phút), trong khi thuốc vẫn liên tục được đùn ra. Do vậy phải sử dụng máy dự phòng để cắt thuốc.

2. Phương pháp nghiên cứu

Hình dạng và kích thước thuốc phóng ảnh hưởng rất quan trọng tới quy luật cháy và tạo khí. Việc tăng giảm kích thước hay khối lượng thuốc phóng sẽ làm thay đổi năng lượng do thuốc phóng sinh ra, gây ảnh hưởng đến tính năng kỹ, chiến thuật của súng pháo (bảng 1).

Bảng 1. Thông số kỹ thuật chính của thuốc phóng [2, 3].

Chỉ tiêu	Thuốc phóng	
	NDSI-2K	ØCF-B41M
Chiều dài sản phẩm (mm)	214-216	200 ₂
Độ vát mặt đầu ống thuốc (mm)	≤1 (phía lỗ to ≤0,3)	≤1
Đường kính ngoài (mm)	42-43	27,3-0,7
Đường kính trong (mm)	Lỗ to 35-37	12,5±0,5
	Lỗ nhỏ 10,5±0,6	
Chiều cao gân mặt ống thuốc (mm)	1,5-1,7	1,5-1,7
Sai lệch bề dày cháy riêng (mm)	≤0,6	≤0,8
Khối lượng (g)	460-490	140-150

Nhóm tác giả đã nghiên cứu các tài liệu khoa học kỹ thuật, tài liệu thiết kế, lắp đặt và vận hành thiết bị của một số hãng hàng đầu trong lĩnh vực sản xuất thuốc phóng, như cơ sở xử lý thuốc phóng tên lửa nhiên liệu rắn của Mỹ, sử dụng máy cưa đĩa tại công đoạn cắt, máy cưa có gắn nhiều đĩa cắt định cỡ theo chiều dài sản phẩm, thổi thuốc phóng tự động đưa vào máy cưa bằng cơ cấu kẹp khí nén [4]; hay máy cắt thuốc phóng của Contruska với cụm cơ cấu cắt được gá và dẫn động trượt trên hai thanh dẫn hướng nhằm mục đích điều chỉnh dao đến vị trí cắt đạt kích thước chiều dài theo yêu cầu [5].

Bên cạnh đó, nhóm nghiên cứu đã tìm hiểu quy trình công nghệ sản xuất và hệ thống thiết bị cắt, tuyển chọn

thuốc phóng NDSI-2K và CF-2.B41M đã được lắp đặt, vận hành tại Nhà máy Z195. Qua đó, nghiên cứu thiết kế chế tạo hệ thống tự động cắt thuốc phóng hai góc hình ống trong tương lai.

Thuốc phóng là nhóm chất nổ đặc biệt với tính chất đặc thù là dễ cháy, nổ; do vậy hệ thống trước khi đưa vào cắt thuốc phóng sẽ được cắt thử nghiệm với sản phẩm là sáp nến, điều này đảm bảo độ tin cậy và an toàn cho hệ thống. Sản phẩm sau khi cắt được kiểm tra lại chiều dài bằng thước cặp độ chính xác 0,02 mm, kiểm tra khối lượng bằng cân điện tử 3 số lẻ.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Giải pháp và cấu hình hệ thống tự động cắt thuốc phóng

3.1.1. Giải pháp và mô hình thiết kế

Giải pháp thiết kế được đưa ra dựa trên cơ sở khắc phục các tồn tại và đảm bảo thông số kỹ thuật của thuốc phóng. Mô hình hệ thống gồm 04 bộ phận chính: bộ phận cắt; bộ phận vận chuyển trung gian; bộ phận phân loại; bộ phận điều khiển.

Bộ phận vận chuyển trung gian: Để dẫn động thuốc phóng đến các bộ phận khác của hệ thống, tốc độ vận chuyển có thể điều chỉnh để đáp ứng được số lượng thời thuốc theo từng nhịp sản xuất của Nhà máy. Sử dụng các loại băng tải con lăn, PVC... với mức độ đa dạng, phổ biến cao trên thị trường.

Bộ phận cắt: Cắt thuốc phóng thành các thời thuốc có kích thước đã đề ra ở bảng 1. Để đạt được độ vát mặt đầu nhỏ hơn 0,3 mm, tốc độ cắt phải lớn, độ cứng và biên dạng dao phải phù hợp. Nhóm tác giả lựa chọn cơ cấu truyền động cắt dạng xy lanh khí nén với tốc độ cắt lớn 800 mm/s, dao cắt làm từ thép hợp kim SKD11 có độ cứng sau khi nhiệt luyện đạt 60-62 HRC. Chiều dài được xác định thông qua cảm biến tiệm cận và vitme điều chỉnh chiều dài, có độ chính xác 0,5 mm, điều này đáp ứng được dung sai chiều dài cho phép.

Bộ phận phân loại: Phân loại theo nguyên lý cân trọng lượng nhờ cảm biến Loadcell, độ chính xác 0,2 g cho phép kiểm soát khối lượng thuốc phóng một cách tin cậy.

Bộ phận điều khiển: Sử dụng bộ điều khiển khả trình PLC. Với khả năng thực hiện các thuật toán phức tạp, độ chính xác cao và dễ dàng thay đổi chương trình theo ý muốn, PLC đảm bảo việc kiểm soát hoạt động của hệ thống được tin cậy.

3.1.2. Cấu tạo chung hệ thống tự động cắt thuốc phóng

Hệ thống tự động cắt thuốc phóng được thiết kế và lắp đặt cho dây chuyền sản xuất thuốc phóng hai góc hình ống (thuốc phóng NDSI-2K và CF-2.B41M) của Nhà máy

Z195, Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng nhằm nâng cao năng suất, hiệu quả cắt và tuyển chọn thuốc phóng, đảm bảo tính an toàn, giảm thiểu ảnh hưởng tới sức khỏe công nhân vận hành. Hệ thống hoạt động tự động, chắc chắn, phù hợp với không gian nhà xưởng, được thiết kế làm việc liên tục, không bị gián đoạn sản xuất trong quá trình thay dao cắt khi mòn (hình 1).



Hình 1. Sơ đồ hệ thống cắt và tuyển chọn thuốc phóng tự động.

Hệ thống cho phép nhận sợi thuốc phóng từ cửa ra của máy ép đùn (công đoạn trước) bằng băng tải con lăn. Sợi thuốc ra được dẫn động đến cụm cơ cấu cắt, tại đây sợi thuốc được cắt thành các đoạn (thời thuốc) có kích thước phù hợp với yêu cầu kỹ thuật thông qua cụm xy lanh - dao cắt, hệ thống cảm biến phát hiện và xác định chiều dài sợi thuốc. Để bù đắp cho những sai số nhỏ về độ trễ của các phần tử cảm biến, cụm cơ cấu cắt được thiết kế cơ cấu chặn phôi cơ khí đảm bảo tốc độ tức thời của sợi thuốc tại thời điểm cắt xấp xỉ bằng 0.

Thời thuốc sau khi cắt được dẫn đến cụm cân phân loại thông qua hệ thống băng tải PVC. Tại đây, thời thuốc được phân loại theo nguyên lý cân trọng lượng nhờ cảm biến tải trọng (Loadcell) với độ chính xác 0,2 g. Các sản phẩm đạt yêu cầu tiếp tục được chuyển đến công đoạn tiếp theo của quá trình sản xuất thuốc phóng. Các sản phẩm lỗi sẽ được đẩy xuống thùng chứa phế phẩm nhờ bộ xylanh khí nén.

Các tham số kỹ thuật về chiều dài, khối lượng thời thuốc, tốc độ băng tải... được cài đặt và điều khiển trực tiếp nhờ hệ thống điều khiển. Quá trình cắt, tuyển chọn thuốc phóng sẽ tự động hoàn toàn cho đến khi kết thúc.

Yêu cầu chung: Do yêu cầu cao mức độ chính xác chiều dài, khối lượng và độ vát mặt đầu của thời thuốc sau khi cắt. Do tính chất đặc thù của thuốc phóng - là sản phẩm dễ cháy, nổ tiềm ẩn các nguy cơ mất an toàn. Vì vậy, các thiết bị, cơ cấu của hệ thống cần phải điều chỉnh một cách tối ưu và cần

phải tuân thủ, đáp ứng được các quy định về an toàn của công nghệ sản xuất thuốc phóng.

- Hệ thống được chế tạo từ vật liệu chống tĩnh điện, các bề mặt tiếp xúc với thuốc phóng có độ nhám phù hợp không gây xước bề mặt thuốc phóng.

- Vật liệu chế tạo dao cắt: Thép hợp kim, có độ cứng lớn (58-62HRC), có độ bền, khả năng chịu mài mòn tốt, khi cắt không gây phát sinh tia lửa điện.

- Các phần tử điện yêu cầu phòng nổ, hệ thống mạng điện phù hợp với mặt bằng nhà xưởng thuận lợi cho tháo lắp hệ thống.

- Hệ thống điều khiển được đặt tại phòng riêng với các phần tử chấp hành.

3.2. Các thành phần chính của hệ thống tự động cắt thuốc phóng

3.2.1. Băng tải con lăn dẫn sợi thuốc đến cụm cơ cấu cắt

Băng tải loại con lăn được dẫn động bởi động cơ phòng nổ thông qua bộ truyền đai răng. Con lăn và hệ thống khung được làm từ thép không gỉ. Tốc độ con lăn được điều chỉnh luôn nhanh hơn tốc độ ra của sợi thuốc nhằm duy trì một lực kéo nhất định giúp sợi thuốc ổn định về đường kính, lực kéo này được hỗ trợ bởi hai con lăn tỷ phối phía trên. Hai con lăn phía đầu băng tải được thiết kế linh hoạt có thể nâng lên hạ xuống nhờ bộ xy lanh kép, điều này đảm bảo tốc độ sợi thuốc tại thời điểm cắt xấp xỉ bằng không (hình 2).



Hình 2. Băng tải con lăn dẫn thuốc.

3.2.2. Cụm cơ cấu cắt

Sợi thuốc khi đến cụm cơ cấu cắt, cảm biến tiệm cận phát hiện và xác định chiều dài thời thuốc. Tín hiệu được đưa về hệ thống trung tâm, điều khiển cụm dao đi xuống cắt thuốc. Quá trình dao cắt đi xuống kéo theo cơ cấu cơ khí chặn phôi trước khi cắt nhằm nâng cao độ tin cậy của

cơ cấu cắt. Cụm cơ cấu cắt được thiết kế gồm 2 cụm cắt nối tiếp nhau (1 hoạt động, 1 dự phòng), điều này đảm bảo hoạt động sản xuất diễn ra liên tục không bị ảnh hưởng bởi quá trình thay dao (hình 3).



Hình 3. Cụm cơ cấu cắt.

Cơ cấu truyền động cắt loại xy lanh khí được lựa chọn, bởi tính ưu việt hơn so với các cơ cấu truyền động cơ khí, thủy lực về khả năng hoạt động với tốc độ cao, nhẹ nhàng và không gây ô nhiễm môi trường. Điều này phù hợp với yêu cầu và điều kiện làm việc của dây chuyền sản xuất thuốc phóng.

Việc xác định hành trình và tốc độ của xy lanh được tính toán đáp ứng các yêu cầu về điều kiện và năng suất của sản phẩm.

Dao cắt là phần tử quan trọng nhất của cụm cơ cấu cắt. Điều này ảnh hưởng trực tiếp chất lượng sản phẩm và chu kỳ thay dao. Việc lựa chọn, tính toán biên dạng và vật liệu dao, nhóm đề tài đã có những thực nghiệm. Đối với dao cắt vát một mặt vẫn đảm bảo độ vát mặt đầu, tuy nhiên chỉ đảm bảo một bên.



Hình 4. Biên dạng dao cắt.

Đối với vật liệu 40X, sau khi qua xử lý nhiệt độ cứng đạt 55HRC, tuy nhiên quá trình sử dụng tỷ lệ mài mòn không đáp ứng được yêu cầu làm việc (chu kỳ thay dao ≤ 8 giờ làm việc). Dao cắt được sử dụng vát 2 mặt, làm từ thép SKD11 đã qua công đoạn gia công, xử lý nhiệt (nhiệt luyện) đạt độ cứng 58-62HRC. Quy trình gia công: Lựa chọn thép -> Gia công -> Kiểm tra -> Rửa sạch -> Tỏi chân không -> Thấm dầu -> Ram -> Xử lý bề mặt (hình 4).

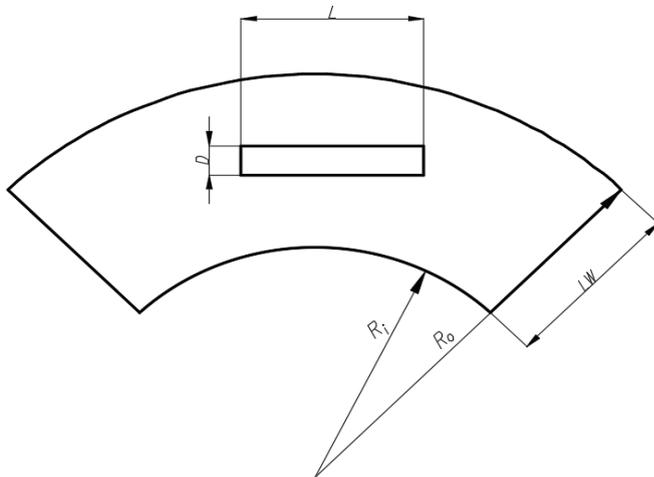
3.2.3. Cụm băng tải dẫn động

Băng tải thẳng: Là hệ thống băng tải trung gian dẫn động thổi thuốc đến các công đoạn khác của hệ thống. Hệ thống chân giá đỡ làm từ thép không gỉ, khung ngang làm bằng nhôm định hình, điều này thuận lợi cho việc bố trí các dây điện động lực cho hệ thống. Động cơ sử dụng là động cơ phòng nổ của PARMA loại YB2-802-4 B3, cho phép phòng chống cháy nổ, ngăn ngừa bảo vệ các thiết bị trong khu vực. Tốc độ 1490 vòng/phút được điều chỉnh thông qua biến tần. Các thao tác điều chỉnh được thực hiện trực tiếp trên máy tính điều khiển.

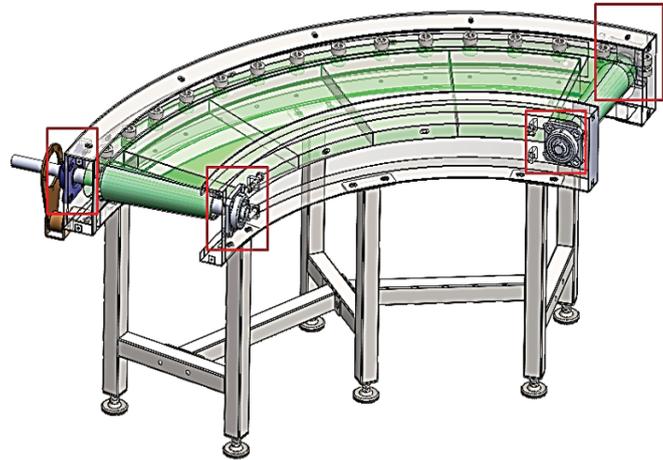
Băng tải cong: Là băng tải trung gian dẫn thổi thuốc sau cắt đến vị trí cân phân loại. Băng tải được lắp đặt các con lăn dẫn hướng nhằm định vị chính xác chuyển động của thổi thuốc trên băng tải. Góc cua và bán kính cong được tính toán phù hợp với mặt bằng nhà xưởng theo công thức sau và thể hiện ở hình 5 và 6.

$$R_0 = 1,2 \cdot [50 + \sqrt{(R_1 + D)^2 + (\frac{L}{2})^2}] = 1060 \text{ mm} \quad [6]$$

trong đó, R_0 là bán kính ngoài băng tải cong; R_1 là bán kính trong băng tải cong có thể chọn tiêu chuẩn như sau: 420, 620 và 840 mm, chọn sơ bộ bằng 620 mm; D là đường kính sợi thuốc 42 mm; L chiều dài sợi thuốc 200 mm.



Hình 5. Sơ đồ tính toán kích thước băng trung gian [6]. LW: chiều rộng băng tải.



Hình 6. Băng tải trung gian.

3.2.4. Cụm cân phân loại sản phẩm

Thổi thuốc được băng tải nhận thuốc dẫn hướng đến cụm băng tải cân, tại đây thổi thuốc sẽ được phân loại theo nguyên lý trọng lượng nhờ cảm biến loadcell. Khối lượng, sai số khối lượng được hiển thị trên giao diện HMI của tủ điều khiển. Các sản phẩm không đạt yêu cầu được đẩy xuống thùng phế phẩm nhờ bộ xy lanh khí nén. Tốc độ băng tải cân được điều chỉnh luôn nhanh hơn tốc độ của băng tải nhận thuốc nhằm đảm bảo trên băng tải cân số lượng thổi thuốc luôn ≤ 1 (hình 7).



Hình 7. Cân phân loại sản phẩm.

Cảm biến loadcell, đó là đòn cân và mạch xử lý. Strain Gauge trong đòn cân có kích thước nhỏ bằng móng tay được cấp một nguồn điện cố định, điện trở của nó sẽ thay đổi khi bị nén hay kéo dãn, được hiểu đơn giản là thanh kim loại chịu tải. Thanh kim loại này một đầu của nó sẽ được gắn cố định, đầu còn lại gắn vào mặt bàn cân. Khi vật được đặt lên bàn cân, thanh kim loại này sẽ bị uốn cong do trọng lượng của vật gây ra. Lúc này điện trở Strain Gauge sẽ bị thay đổi thông số về điện trở. Tín hiệu này sau đó được chuyển đổi thành thông tin hữu ích nhờ các thiết bị đo lường, để chuyển tải đến khu vực xử lý tín hiệu và hiển thị lên màn hình, giúp người dùng biết được trọng lượng của vật là bao nhiêu.

3.2.5. Hệ thống điều khiển cho hệ thống tự động cắt thuốc phóng

- Hệ thống điều khiển: Hệ thống điện điều khiển được sử dụng trong hệ thống là điện xoay chiều 220 V cho các thiết bị điều khiển như động cơ, các thiết bị điện tử... Đối với các tín hiệu cảm biến, đèn các thiết bị điện tử như màn hình chạm (HMI), PLC điện áp sử dụng là điện một chiều 24 V. Hệ thống sử dụng cảm biến quang, cảm biến tiệm cận để bảo vệ, cảnh báo và đếm số thời thuốc.

PLC dòng Siemens S7 1200 1214 DC/DC/DC với 14 DI 24VDC; 10 DO 24VDC; 2AI 0-10VDC; PROGRAM/DATA MEMORY: 100 KB, sử dụng phần mềm TIA Portal để lập trình. PLC Siemens S7 1200 là một dòng PLC hiện đại, nhỏ gọn, mạnh mẽ, độ chính xác cao, có đầy đủ các tính năng phổ biến như: Khả năng mở rộng linh hoạt như mở rộng I/O, truyền thông Modbus, Profibus, cài đặt, lập trình và vận hành cực kì đơn giản, truyền thông Profinet giúp kết nối, giao tiếp các PLC với PLC, PLC với HMI, tích hợp các chức năng mạnh mẽ như đếm, đo, điều khiển vòng kín, điều khiển chuyển động, có khả năng ghi dữ liệu để lưu trữ khi chạy chương trình,...

Một máy tính điều khiển được đặt tại phòng điều khiển của hệ thống. Trước mỗi lần thực hiện cắt thuốc phóng, người vận hành cần thao tác trên máy tính điều khiển để thực hiện căn chỉnh vị trí của cụm dao cắt, lựa chọn cụm dao hoạt động (và cụm dao dự phòng), kiểm tra các chốt cơ khí, các điểm bảo vệ an toàn, nhập các số liệu cần thiết cho lô sản phẩm như chiều dài cắt, khối lượng thuốc phóng, tốc độ của hệ thống băng tải... Sau đó khởi động để hệ thống chạy cắt tự động. Các thông số về sản xuất có thể được theo dõi, lưu số liệu và xuất báo cáo định kỳ (hình 8).



Hình 8. Giao diện điều khiển hệ thống tự động cắt thuốc phóng.

- Cấu hình điều khiển: Cấu hình điều khiển của hệ thống được xây dựng trên nền điều khiển và giám sát của Nhà máy xung quanh bộ điều khiển khả trình PLC cấp cao và hệ thống điều khiển giám sát thích hợp. Bộ điều khiển PLC điều khiển các hoạt động của hệ thống một cách tự động và kết nối với bộ điều khiển PLC của Nhà máy thông qua giao diện Ethernet truyền thông công nghiệp.

Hệ thống tự động cắt thuốc phóng hai góc hình ống cũng được kết nối với hệ thống điều khiển trung tâm của Nhà máy bằng cáp quang với toàn bộ các thông tin cần thiết nhằm quản lý và giám sát cũng như đảm bảo việc vận hành ổn định và đạt năng suất yêu cầu.

3.2.6. Kết quả đo đạc thuốc phóng sau cắt

Sử dụng sợi thuốc phóng chiều dài khoảng 1200 mm để cắt thành 5 thời thuốc. Sản phẩm sau khi cắt được kiểm tra lại bởi thước cặp độ chính xác 0,02mm, cân điện tử 3 số lẻ. Giá trị cài đặt về khối lượng, chiều dài như sau: NDSI-2K (480 g, 215 mm); ØCF-2.B41M (145 g, 200 mm). Kết quả đo đạc và hình ảnh thuốc phóng sau khi cắt được thể hiện ở bảng 2 và hình 9.

Bảng 2. Kết quả đo đạc thuốc phóng sau cắt.

Thứ tự	NDSI-2K		ØCF-2.B41M	
	Khối lượng (g)	Chiều dài (mm)	Khối lượng (g)	Chiều dài (mm)
1	480,2	215,5	145,0	200,0
2	480,0	215,5	144,8	200,5
3	480,0	215,0	144,8	200,0
4	480,2	215,0	144,8	200,0
5	480,0	215,0	145,0	200,5



Hình 9. Thuốc phóng NDSI-2K và ØCF-2.B41M sau khi cắt.

4. Kết luận

Hệ thống tự động cắt thuốc phóng hai góc hình ống đã được nghiên cứu chế tạo thành công và lắp đặt tại dây chuyền sản xuất thuốc phóng hai góc hình ống của Nhà máy Z195. Hệ thống có những ưu điểm sau: Đảm bảo an toàn cho công đoạn cắt thuốc phóng, nâng cao năng suất, chất lượng sản phẩm, giảm thiểu ảnh hưởng đến sức khỏe công

nhân vận hành. Hoạt động sản xuất được vận hành tự động, 100% thời thuốc sau khi cắt không phải tiện lại mặt đầu. Tỷ lệ sản phẩm lỗi thấp, xấp xỉ 0,1%. Hệ thống hoạt động liên tục, không bị ảnh hưởng bởi quá trình thay dao, tiết kiệm được các chi phí vận hành, sửa chữa, tuyển chọn ở công đoạn tiếp theo. Hệ thống đã góp phần giúp Nhà máy Z195 nâng cao khả năng tự động hóa trong các dây chuyền sản xuất, đáp ứng được nhu cầu cấp thiết trong công nghiệp quốc phòng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] P.D. Nhan (2013), *Propellant and Nitroxellol Rocket Fuel Production Technology*, Military Technical Academy, 286pp (in Vietnamese).
- [2] Factory Z195 (2008), *Technical Conditions of NDSI-2K Propellant*, 20pp (in Vietnamese).
- [3] Factory Z195 (2008), *Technical Conditions of ØCF-2.B41M Propellant*, 18pp (in Vietnamese).
- [4] Controlled Surface Finishing Company, Inc, USA (2023): *Solid Rocket Propellant Processing Facility*, <https://www.kotaind.sk/equipment-solid-propellant-production>, accessed 1 March 2023.
- [5] Konstrukta Company, Slovakia (2023): *Tubular Propellant Cutting Equipment*, <https://www.csfincorporated.com/ap-rocket-propellant-handling.php>, accessed 1 March 2023.
- [6] T.D. Nhat (2024), *Textbook on Designing PVC-PU Conveyor Belts and Roller Conveyors*, TKM, Solidworktutorialvn, 184pp.