

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA QUẢN LÝ DỰ ÁN

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

NGÀNH: QUẢN LÝ CÔNG NGHIỆP

ĐỀ TÀI:
ÁP DỤNG SIX SIGMA NHẪM NÂNG CAO
CHẤT LƯỢNG LINH KIỆN SPOOL
TRÊN DÂY CHUYỀN ANOD HÓA TẠI
CÔNG TY TNHH DAIWA VIỆT NAM

Người hướng dẫn: ThS. TRẦN MINH TRÍ

Sinh viên thực hiện: PHẠM HỒNG LĨNH

Số thẻ sinh viên: 118210157

Lớp: 21QLCN1

Đà Nẵng, 06./2025

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA QUẢN LÝ DỰ ÁN

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

NGÀNH: QUẢN LÝ CÔNG NGHIỆP

ĐỀ TÀI:
ÁP DỤNG SIX SIGMA NHẪM NÂNG CAO
CHẤT LƯỢNG LINH KIỆN SPOOL
TRÊN DÂY CHUYỀN ANOD HÓA TẠI
CÔNG TY TNHH DAIWA VIỆT NAM

Người hướng dẫn: ThS. TRẦN MINH TRÍ

Sinh viên thực hiện: PHẠM HỒNG LĨNH

Số thẻ sinh viên: 118210157

Lớp: 21QLCN1

Đà Nẵng, 06./2025

NHẬN XÉT ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

I. Thông tin chung

1. Họ và tên sinh viên: Phạm Hồng Lĩnh
2. Lớp: 21QLCN1
3. Số thẻ SV: 118210157
4. Tên đề tài: Áp dụng Six Sigma nhằm nâng cao chất lượng linh kiện Spool trên dây chuyền Anod hóa tại Công ty TNHH DAIWA Việt Nam.
5. Người hướng dẫn: Trần Minh Trí Học hàm/học vị: Thạc sĩ

II. Nhận xét, đánh giá đồ án tốt nghiệp:

1. Về tính cấp thiết, tính mới, khả năng ứng dụng của đề tài: (điểm tối đa là 1đ)
.....
2. Về kết quả giải quyết các nội dung nhiệm vụ yêu cầu của đồ án: (điểm tối đa là 4đ)
.....
3. Về hình thức, cấu trúc, bố cục của đồ án tốt nghiệp: (điểm tối đa là 2đ)
.....
4. Đề tài có giá trị khoa học/ có bài báo/ giải quyết vấn đề đặt ra của doanh nghiệp hoặc nhà trường: (điểm tối đa là 1đ)
.....
5. Các tồn tại, thiếu sót cần bổ sung, chỉnh sửa:
.....

III. Tinh thần, thái độ làm việc của sinh viên: (điểm tối đa 2đ)
.....

IV. Đánh giá:

1. Điểm đánh giá:...../10 (lấy đến 1 số lẻ thập phân)
2. Đề nghị: ☐ Được bảo vệ đồ án ☐ Bổ sung để bảo vệ ☐ Không được bảo vệ

Đà Nẵng, ngày tháng năm 2025

Người hướng dẫn

ThS. Trần Minh Trí

NHẬN XÉT PHẢN BIỆN ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

V. Thông tin chung

1. Họ và tên sinh viên : Phạm Hồng Lĩnh
2. Lớp: 21QLCN1
3. Mã số SV: 118210157
4. Tên đề tài: Áp dụng Six Sigma nhằm nâng cao chất lượng linh kiện SPool trên dây chuyền Anod hóa tại Công ty TNHH DAIWA Việt Nam.
5. Người phản biện: Học hàm/học vị.....

VI. Nhận xét, đánh giá đồ án tốt nghiệp:

1. Về tính cấp thiết, tính mới, khả năng ứng dụng của đề tài:
.....
.....
2. Về kết quả giải quyết các nội dung nhiệm vụ yêu cầu của đồ án:
.....
.....
3. Về hình thức, cấu trúc, bố cục của đồ án tốt nghiệp:
.....
.....
4. Đề tài có giá trị khoa học/ có bài báo/ giải quyết vấn đề đặt ra của doanh nghiệp hoặc nhà trường:
.....
.....
5. Các tồn tại, thiếu sót cần bổ sung, chỉnh sửa:
.....
.....
.....
.....
.....

TT	Các tiêu chí đánh giá	Điểm tối đa	Điểm đánh giá
1	Sinh viên có phương pháp nghiên cứu phù hợp, giải quyết đủ nhiệm vụ đồ án được giao	70	
1a	Tính mới (nội dung chính của ĐATN có những phần mới so với các ĐATN trước đây). Đề tài có giá trị khoa học, công nghệ; có thể ứng dụng thực tiễn.	10	
1b	Kỹ năng giải quyết vấn đề; hiểu, vận dụng được kiến thức cơ bản, cơ sở, chuyên ngành trong vấn đề nghiên cứu. Chất lượng nội dung ĐATN (thuyết minh, bản vẽ, chương trình, mô hình,...).	50	
1c	Có kỹ năng vận dụng thành thạo phần mềm ứng dụng trong vấn đề nghiên cứu (thể hiện qua kết quả tính toán bằng phần mềm); Có kỹ năng sử dụng tài liệu tiếng nước ngoài liên quan vấn đề nghiên cứu (thể hiện qua các tài liệu tham khảo); Có kỹ năng làm việc nhóm (đánh giá đối với đề tài do nhóm SV thực hiện);	10	
2	Kỹ năng viết:	30	
2a	Bố cục hợp lý, lập luận rõ ràng, chặt chẽ, lời văn súc tích	20	
2b	Thuyết minh đồ án không có lỗi chính tả, in ấn, định dạng	10	
3	Tổng điểm đánh giá theo thang 100:		
	Quy về thang 10 (lấy đến 1 số lẻ)		

- Câu hỏi đề nghị sinh viên trả lời trong buổi bảo vệ:

.....
.....
.....
.....

Đề nghị: ☐ Được bảo vệ đồ án ☐ Bổ sung đề bảo vệ ☐ Không được bảo vệ

Đà Nẵng, ngày tháng năm 2025

Người phản biện

TÓM TẮT

Tên đề tài: Áp dụng Six Sigma nhằm nâng cao chất lượng linh kiện Spool trên dây chuyền Anod hóa tại Công ty TNHH DAIWA Việt Nam.

Sinh viên thực hiện: Phạm Hồng Lĩnh

Số thẻ sinh viên: 118210157

Lớp: 21QLCN1

Đề tài nghiên cứu tập trung vào việc áp dụng phương pháp Six sigma nhằm nâng cao chất lượng linh kiện Spool trên dây chuyền Anod hóa tại công ty TNHH DAIWA Việt Nam. Qua quá trình thu thập, tổng hợp và phân tích thông tin phát hiện ra tỷ lệ NG trong bộ phận còn khá cao, mặc dù đã triển khai một số phương pháp cải tiến khác. Để khắc phục tình trạng này áp dụng các kiến thức về quản trị sản xuất nói chung và quản lý chất lượng để đề xuất phương án là ứng dụng tiến trình DMAIC trong Six Sigma để giải quyết vấn đề, đưa ra các biện pháp cải tiến hợp lý, tối ưu nhất cho công ty.

Nội dung chính:

Chương 1: Giới thiệu đề tài.

Chương 2: Cơ sở lý thuyết.

Chương 3: Tổng quan về công ty và hiện trạng chất lượng quy trình Anod hóa.

Chương 4: Áp dụng Six Sigma để giải quyết vấn đề.

Chương 5: Kết luận và kiến nghị.

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Họ tên sinh viên: Phạm Hồng Lĩnh

Số thẻ sinh viên: 118210157

Lớp: 21QLCN1

Khoa: Quản lý Dự án

Ngành: Quản lý Công nghiệp

1. Tên đề tài: “Áp dụng Six Sigma nhằm nâng cao chất lượng linh kiện Spool trên dây chuyền Anod hóa tại Công ty TNHH DAIWA Việt Nam”.
2. Đề tài thuộc diện: ☐ Có ký kết thỏa thuận sở hữu trí tuệ đối với kết quả thực hiện.
3. Các số liệu và dữ liệu ban đầu
 - Quy trình Anod hóa linh kiện Spool.
 - Số liệu thống kê năng lực sản xuất 6 tháng cuối năm 2024 tại bộ phận Anod hóa.
 - Số liệu sản phẩm lỗi từ tháng 7/2024 đến tháng 12/2024 sản phẩm Spool.
 - Tài liệu lý thuyết quản lý chất lượng và phương pháp Six Sigma.
 - Bảng chuyển đổi Six Sigma.
4. Nội dung các phần thuyết minh và tính toán:
 - Chương 1: Giới thiệu đề tài.
 - Chương 2: Cơ sở lý thuyết.
 - Chương 3: Tổng quan về công ty và hiện trạng chất lượng quy trình Anod hóa.
 - Chương 4: Áp dụng Six Sigma để giải quyết vấn đề.
 - Chương 5: Kết luận và kiến nghị.
5. Các bản vẽ, đồ thị (Ghi rõ các loại và kích thước bản vẽ):
.....
6. Họ tên người hướng dẫn: ThS. Trần Minh Trí
7. Ngày giao nhiệm vụ đồ án: 8/4/2025.
8. Ngày hoàn thành đồ án: 16/6/2025.

Trưởng Bộ môn Quản lý Công nghiệp

Đà Nẵng, ngày tháng 06 năm 2025

Người hướng dẫn

TS. Huỳnh Nhật Tố

ThS. Trần Minh Trí

LỜI MỞ ĐẦU

Trong bối cảnh nền công nghiệp ngày càng phát triển mạnh mẽ, yêu cầu về chất lượng sản phẩm ngày càng trở nên khắt khe và đóng vai trò then chốt trong việc tạo dựng thương hiệu và năng lực cạnh tranh. Việc không ngừng cải tiến quy trình, tối ưu hóa hệ thống sản xuất và đảm bảo sự ổn định quá trình đã trở thành yếu tố sống còn đối với các doanh nghiệp trong môi trường kinh doanh hiện đại

Chất lượng không còn là trách nhiệm riêng của mỗi bộ phận kiểm tra, mà là kết quả tổng hòa của toàn bộ hệ thống từ thiết kế, sản xuất và quản lý. Trong ngành công nghiệp sản xuất, việc kiểm soát chất lượng trong từng công đoạn trở nên vô cùng quan trọng. Bất kỳ sai sót xảy ra cũng có thể dẫn đến tỷ lệ lỗi tăng cao, phát sinh chi phí tái chế hoặc hư hỏng sản phẩm, gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến tiến độ giao hàng và sự hài lòng của khách hàng.

Nhận thức được tầm quan trọng đó, em đã lựa chọn thực hiện đề tài: “Áp dụng Six Sigma nhằm nâng cao chất lượng linh kiện Spool trên dây chuyền Anod hóa tại Công ty TNHH DAIWA Việt Nam”. Đây là cơ hội để em có thể vận dụng những kiến thức đã học vào thực tiễn, tiếp cận môi trường sản xuất thực tế, từ đó rèn luyện kỹ năng tư duy logic, phân tích số liệu và giải quyết vấn đề một cách hệ thống.

Em xin chân thành cảm ơn sự hướng dẫn tận tình của thầy Trần Minh Trí, cùng sự hỗ trợ nhiệt tình từ các anh chị tại Công ty TNHH DAIWA Việt Nam đã tạo điều kiện thuận lợi để em có thể hoàn thành đồ án này.

Trong quá trình thực hiện đồ án này, bản thân em cũng không gặp ít khó khăn, bài làm không thể tránh khỏi những thiếu sót. Kính mong nhận được sự góp ý của Quý Thầy Cô để có thể hoàn thiện hơn trong những nghiên cứu khác.

Em xin chân thành cảm ơn!

LỜI CẢM ƠN

Trước hết, em xin gửi lời cảm ơn sâu sắc đến Ban giám hiệu Trường Đại học Bách Khoa Đà Nẵng và Quý thầy cô giáo trong Khoa Quản lý Dự án đã tận tình chỉ bảo, truyền đạt những kiến thức quý báu và hướng dẫn em trong suốt quá trình học tập cũng như thực hiện đồ án tốt nghiệp này.

Em đặc biệt cảm ơn thầy Trần Minh Trí, người đã dành nhiều thời gian, tâm huyết hướng dẫn, hỗ trợ và góp ý giúp em hoàn thành đồ án một cách tốt nhất.

Bên cạnh đó, em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến các anh chị trong Công ty TNHH DAIWA Việt Nam đã tạo điều kiện thuận lợi cho em tiếp cận thực tế, cung cấp tài liệu và hỗ trợ em trong quá trình thực hiện đề tài.

Em cũng xin gửi lời cảm ơn sâu sắc tới gia đình và bạn bè đã luôn động viên, giúp đỡ em vượt qua những khó khăn trong suốt thời gian học tập và làm đồ án.

Cuối cùng em kính chúc Quý thầy cô dồi dào sức khỏe và thành công trong sự nghiệp cao quý. Đồng kính chúc các anh chị trong Công ty TNHH DAIWA Việt Nam luôn dồi dào sức khỏe, đạt được nhiều thành công tốt đẹp trong công việc cũng như cuộc sống hàng ngày.

Em mong rằng đồ án này sẽ góp phần nhỏ bé vào lĩnh vực nghiên cứu và ứng dụng chuyên ngành. Em rất mong nhận được những góp ý từ các thầy cô để có thể hoàn thiện hơn trong quá trình học tập cũng như công tác sau này.

Em xin chân thành cảm ơn!

LỜI CAM ĐOAN

Em tên là Phạm Hồng Lĩnh, sinh viên lớp 21QLCN1 xin cam đoan:

- Đồ án được thực hiện hoàn toàn mới, là thành quả của bản thân, không sao chép bất cứ đồ án tương tự nào.
- Đồ án tốt nghiệp là thành quả của sự nghiên cứu học tập, kiến thức thực tế và được thực hiện dựa trên sự hướng dẫn của giảng viên hướng dẫn.
- Mọi sao chép không hợp lệ, vi phạm quy chế nhà trường, em xin hoàn toàn chịu mọi trách nhiệm.

Đà Nẵng, ngày tháng 06 năm 2025

Sinh viên thực hiện

Phạm Hồng Lĩnh

MỤC LỤC

TÓM TẮT

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

LỜI MỞ ĐẦU	i
LỜI CẢM ƠN.....	ii
LỜI CAM ĐOAN.....	iii
DANH MỤC BẢNG BIỂU.....	viii
DANH MỤC HÌNH ẢNH.....	x
DANH MỤC CHỮ CÁI VIẾT TẮT	xi

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI..... 1

1.1. Lý do chọn đề tài	1
1.2. Mục tiêu nghiên cứu.....	1
1.3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu	2
1.4. Phương pháp nghiên cứu.....	2
1.5. Ý nghĩa đề tài	3
1.5.1. Đối với doanh nghiệp	3
1.5.2. Đối với sinh viên	3

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT..... 4

2.1. Tổng quan về chất lượng.....	4
2.1.1. Định nghĩa về chất lượng sản phẩm	4
2.1.2. Đặc điểm của chất lượng	4
2.1.3. Định nghĩa về quản lý chất lượng	5
2.2. Giới thiệu về Six Sigma	5
2.2.1. Khái niệm về Six Sigma.....	5
2.2.2. Tác dụng của Six Sigma.....	6
2.2.3. Các cấp độ trong Six Sigma	6
2.2.4. Tiến trình DMAIC.....	8
2.3. Một số công cụ chuyên dùng trong Six Sigma và công cụ hỗ trợ.....	10

2.3.1. Biểu đồ Pareto (Pareto Chart)	10
2.3.2. Biểu đồ nhân quả (Cause and Effect Diagram).....	11
2.3.3. Biểu đồ kiểm soát (Control Chart)	13
2.3.4. Phân tích các chế độ lỗi và tác động (FMEA – Failure Mode and Effects Analysis)	15
2.3.5. Phương pháp thực nghiệm Taguchi	17
CHƯƠNG 3: TỔNG QUAN VỀ CÔNG TY VÀ HIỆN TRẠNG CHẤT LƯỢNG QUY TRÌNH ANOD HÓA	20
3.1. Giới thiệu chung về công ty	20
3.1.1. Tổng quan công ty TNHH DAIWA Việt Nam	20
3.1.2. Ngành nghề kinh doanh.....	20
3.1.3. Cơ cấu tổ chức.....	21
3.1.4. Hệ thống quản lý chất lượng tại công ty	22
3.2. Giới thiệu về bộ phận Anod hóa (ALUMITE).....	23
3.2.1. Tổng quan quy trình sản xuất tại dây chuyền Anod hóa.....	24
3.2.2. Hiện trạng chất lượng quy trình Anod hóa.....	26
CHƯƠNG 4: ÁP DỤNG SIX SIGMA ĐỂ GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ.....	31
4.1. Giai đoạn Xác định vấn đề - Define (D)	31
4.2. Giai đoạn Đo lường – Measure (M).....	33
4.2.1. Số lượng các lỗi Spool tại bộ phận Anod hóa.....	33
4.2.2. Xác định cấp độ Six Sigma hiện tại	35
4.3. Giai đoạn Phân tích – Analyze (A)	36
4.3.1. Phân tích quá trình kiểm soát độ dày màng	36
4.3.2. Phân tích nguyên nhân ban đầu.....	39
4.3.2.1. Phân tích nguyên nhân gây ra lỗi bong màu	39
4.3.2.2. Phân tích nguyên nhân gây ra lỗi đậm nhạt màu	41
4.3.2.3. Phân tích nguyên nhân gây ra lỗi trầy xước	42
4.3.2.4. Phân tích nguyên nhân gây ra lỗi lem màu	44
4.3.3. Phân tích rủi ro và mức độ ưu tiên (FMEA)	46
4.3.3.1. Phân tích lỗi bong màu.....	50

4.3.3.2. Phân tích lỗi đậm nhạt màu	51
4.3.3.3. Phân tích lỗi trầy xước	52
4.3.3.4. Phân tích lỗi lem màu.....	53
4.3.4. Áp dụng 5 Whys để phân tích nguyên nhân gốc rễ.....	55
4.4. Giai đoạn Cải tiến – Improve (I)	60
4.4.1 Giải pháp cải tiến về đào tạo.	60
4.4.1.1. Mục tiêu của giải pháp	60
4.4.1.2. Đánh giá tính khả thi của giải pháp.....	60
4.4.1.3. Kế hoạch đào tạo chi tiết	61
4.4.2.4. Dụng cụ cần thiết.....	68
4.4.2.5. Quy trình thực hiện.....	69
4.4.2.6. Đề xuất kế hoạch triển khai.....	71
4.4.3. Thực nghiệm thông số kỹ thuật theo phương pháp Taguchi.....	74
4.4.3.1. Xác định tiêu chí đánh giá, nhân tố ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm.....	74
4.4.3.2. Lựa chọn bảng trực giao, ma trận quy hoạch thực nghiệm.....	75
4.4.3.3. Phân tích kết quả thực nghiệm	77
4.5. Giai đoạn Kiểm soát (Control – C)	82
4.5.1. Kế hoạch kiểm soát (Control Plan)	82
4.5.2. Chuẩn hóa quy trình kiểm tra độ bám dính màu	85
4.5.2.1. Mục đích và phạm vi sử dụng	85
4.5.2.2. Trách nhiệm.....	85
4.5.2.3. Cơ sở xây dựng SOP	85
4.5.2.4. Xây dựng bảng tiêu chuẩn công việc	85
4.5.3. Theo dõi và kiểm soát quá trình	87
4.5.4. Đánh giá hiệu quả cải tiến	90
CHƯƠNG 5: KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	93
5.1. Kết luận	93
5.2. Kiến nghị	94
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	95

PHỤ LỤC	96
PHỤ LỤC 1: BẢNG CHUYỂN ĐỔI SIX SIGMA	96

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1. Bảng chuyển đổi hiệu suất hoạt động của quá trình, DPMO và mức Sigma đã được đơn giản hóa.	7
Bảng 2. 2. Phân loại biểu đồ kiểm soát.	14
Bảng 2.3. Các loại ma trận trực giao trong Taguchi.	18
Bảng 3. 1. Tổng quát quy trình quản lý chất lượng.....	23
Bảng 3. 2. Số liệu sản xuất và tỷ lệ lỗi 6 tháng cuối năm 2024.	27
Bảng 3.3. Thống kê một số lỗi thường gặp trên Spool.....	29
Bảng 4.1. Bản tuyên ngôn dự án.	32
Bảng 4. 2. Thống kê số lượng lỗi trên Spool qua 6 tháng cuối năm 2024.	33
Bảng 4.3. Tỷ lệ lỗi Spool trong 6 tháng cuối năm 2024.....	34
Bảng 4.4. Mục tiêu dự án Six Sigma sau khi đo lường hiện trạng.....	35
Bảng 4.5. Kế hoạch thu thập dữ liệu của độ dày lớp màng.....	36
Bảng 4.6. Số liệu độ dày màng Anod trong 15 lô.	37
Bảng 4.7. Thang đo đánh giá mức độ nghiêm trọng.	47
Bảng 4.8. Thang đo đánh giá khả năng xuất hiện.	48
Bảng 4.9. Thang đo đánh giá khả năng phát hiện.	49
Bảng 4.10. Đánh giá hệ số ưu tiên RPN cho lỗi bong màu.	50
Bảng 4.11. Đánh giá hệ số ưu tiên RPN cho lỗi đậm nhạt màu.	51
Bảng 4.12. Đánh giá hệ số ưu tiên RPN cho lỗi trầy xước.	52
Bảng 4.13. Đánh giá hệ số ưu tiên RPN cho lỗi lem màu.	53
Bảng 4.14. Bảng phân loại các nguyên nhân có mức RPN vượt ngưỡng.	55
Bảng 4.15. Phân tích 5 Whys – không nhận diện được độ đậm nhạt màu.....	55
Bảng 4.16. Phân tích 5 Whys – thiếu đào tạo chuyên sâu về thao tác.	56
Bảng 4.17. Phân tích 5 Whys – thao tác vội vàng, cầu thả.	57
Bảng 4.18. Phân tích 5 Whys - không tuân thủ thời gian nhúng linh kiện.	58
Bảng 4.19. Phân tích 5 Whys - điện áp, thời gian và nhiệt độ Anod hóa chưa tối ưu. .	58
Bảng 4.20. Phân tích 5 Whys - không có quy trình kiểm tra độ bám màu.	59
Bảng 4.21. Phân loại các phạm vi cải tiến theo nguyên nhân gốc rễ.	60

Bảng 4.22. Phân tích tính khả thi của giải pháp.	61
Bảng 4.23. Kế hoạch đào tạo công nhân.	61
Bảng 4.24. Quy tắc hình phạt chi tiết (Cây gậy).	64
Bảng 4.25. Quy tắc khen thưởng chi tiết (Củ cà rốt).	65
Bảng 4.26. Tiêu chí so sánh các phương pháp Tape Test.	67
Bảng 4.27. Đánh giá tính khả thi của Tape Test.	68
Bảng 4.28. Tiêu chuẩn đánh giá độ bong.	70
Bảng 4.29. Kế hoạch triển khai phương pháp Tape Test.	71
Bảng 4.30. Tần suất kiểm tra Tape Test.	73
Bảng 4.31. Tiêu chuẩn chấp nhận và hành động.	73
Bảng 4.32. Giá trị các nhân tố trong thực nghiệm.	75
Bảng 4.33. Ma trận quy hoạch với các kết quả thực nghiệm.	76
Bảng 4.34. Kết quả S/N và Mean theo ma trận L9.	77
Bảng 4.35. Phản hồi về tỷ số tín hiệu/ nhiễu.	78
Bảng 4.36. Phản hồi về giá trị trung bình.	80
Bảng 4.37. Kết quả lựa chọn mức thông số cuối cùng.	82
Bảng 4.38. Kế hoạch kiểm soát.	83
Bảng 4.39. Phiếu đánh giá đào tạo định kỳ hàng quý.	83
Bảng 4.40. Bảng tiêu chuẩn công việc kiểm tra độ bám dính màu.	86
Bảng 4.41. Số lượng các lỗi sau khi cải tiến.	90
Bảng 4.42. Kết quả quá trình trước và sau cải tiến.	91

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 2. 1. Mức Sigma và hiệu suất của quá trình.	8
Hình 2. 2. Tiến trình DMAIC.	8
Hình 2.3. Hình ảnh minh họa biểu đồ Pareto.	10
Hình 2.4. Minh họa biểu đồ xương cá.	12
Hình 2.5. Minh họa biểu đồ kiểm soát (X-R chart).	14
Hình 3.1. Logo Công ty TNHH DAIWA Việt Nam.	20
Hình 3.2. Sản phẩm cần câu cá DAIWA.	21
Hình 3.3. Sản phẩm guồng quay cước DAIWA.	21
Hình 3.4. Cơ cấu tổ chức của Công ty TNHH DAIWA Việt Nam.	22
Hình 3.5. Hình ảnh linh kiện Spool DAIWA.	24
Hình 3.6. Quy trình sản xuất tại dây chuyền Anod hóa.	24
Hình 3.7. Biểu đồ tổng quan sản xuất và chất lượng 6 tháng cuối năm 2024.	28
Hình 4.1. Sơ đồ SIPOC.	31
Hình 4.2. Biểu đồ Pareto các lỗi trên Spool 6 tháng cuối năm 2024.	34
Hình 4.3. Biểu đồ kiểm soát Xbar – S của quá trình hiện tại.	38
Hình 4.4. Biểu đồ xương cá thể hiện nguyên nhân gây ra lỗi bong màu.	39
Hình 4.5. Biểu đồ xương cá thể hiện nguyên nhân gây ra lỗi đậm nhạt màu.	41
Hình 4.6. Biểu đồ xương cá thể hiện nguyên nhân gây ra lỗi trầy xước.	43
Hình 4.7. Biểu đồ xương cá thể hiện nguyên nhân gây ra lỗi lem màu.	45
Hình 4.8. Phân loại các phương pháp Tape Test.	67
Hình 4.9. Bộ dụng cụ Cross – Cut Test.	69
Hình 4.10. Biểu đồ ảnh hưởng chính đến SN Ratio của độ dày màng.	79
Hình 4.11. Biểu đồ ảnh hưởng chính theo giá trị trung bình.	81
Hình 4.12. Phiếu kiểm tra độ bám dính màu.	87
Hình 4.13. Biểu đồ kiểm soát độ dày màng trước cải tiến.	88
Hình 4.14. Biểu đồ kiểm soát độ dày màng sau cải tiến.	89
Hình 4.15. Biểu đồ so sánh số lượng lỗi trước và sau cải tiến.	91

DANH MỤC CHỮ CÁI VIẾT TẮT

STT	Ký hiệu chữ viết tắt	Chữ viết đầy đủ - ý nghĩa
1	DMAIC	Define – Measure – Analyze – Improve - Control
2	DPMO	Defect Per Million Opportunity
3	QLCL	Quản lý chất lượng
4	DOE	Design of Experiments
5	FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
6	RPN	Risk Priority Number – Chỉ số ưu tiên rủi ro
7	NG	Not good – Hàng lỗi
8	SOP	Standard Operating Procedure
9	S/N	Signal to Noise - Tỷ số tín hiệu/ nhiễu
10	QA	Quality Assurance – Đảm bảo chất lượng
11	QC	Quality Control – Kiểm soát chất lượng
12	OA	Orthogonal Arrays – Ma trận trực giao Taguchi
13	Pcs	Pieces – Số lượng thành phẩm
14	SIPOC	Suppliers – Inputs – Process – Outputs - Customers

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI

1.1. Lý do chọn đề tài

Trong nền sản xuất hiện đại, chất lượng không chỉ là một yêu cầu kỹ thuật mà còn là lợi thế cạnh tranh chiến lược của doanh nghiệp. Đối với các tập đoàn lớn trên thế giới, để gia tăng sản lượng, tối đa hóa lợi nhuận, giảm thiểu phế phẩm và duy trì chất lượng sản phẩm ổn định, việc đầu tư vào công tác đảm bảo chất lượng là yêu cầu bắt buộc. Điều này cần được thực hiện một cách toàn diện, bắt đầu từ khâu kiểm soát chất lượng nguyên vật liệu đầu vào cho đến khi sản phẩm hoàn thiện và sẵn sàng đưa ra thị trường.

Công ty TNHH DAIWA Việt Nam chuyên sản xuất dụng cụ thể thao câu cá bao gồm cần câu và guồng quay, việc kiểm soát chặt chẽ chất lượng trong từng công đoạn sản xuất là vô cùng quan trọng. Tại dây chuyền Anod hóa – công đoạn xử lý bề mặt quan trọng nhằm tăng độ bền, khả năng chống oxy hóa và tính thẩm mỹ của sản phẩm hiện đang đối mặt với nhiều thách thức về mặt chất lượng.

Qua quá trình thực tập tại bộ phận Anod hóa, em nhận thấy lượng hàng lỗi hiện tại trên dây chuyền sản xuất còn khá lớn và chất lượng thành phẩm chưa tạo được sự cạnh tranh với các đối thủ trong ngành. Nhiều sai lỗi kéo dài sẽ làm giảm chất lượng, ảnh hưởng uy tín doanh nghiệp. Từ đó, em đã đề xuất phương án cải tiến nhằm nâng cao chất lượng sản phẩm, giảm tỷ lệ lỗi và ổn định quá trình sản xuất.

Với mong muốn áp dụng các kiến thức đã học trong suốt quá trình học tập vào thực tế doanh nghiệp, em đã chọn đề tài: “Áp dụng Six Sigma nhằm nâng cao chất lượng linh kiện Spool trên dây chuyền Anod hóa tại Công ty TNHH DAIWA Việt Nam” để nghiên cứu.

1.2. Mục tiêu nghiên cứu

Đề tài được thực hiện tại dây chuyền Anod hóa tại Công ty TNHH DAIWA Việt Nam với mục tiêu:

- Khảo sát và đánh giá hiện trạng chất lượng của linh kiện Spool trên dây chuyền Anod hóa, bao gồm phân tích tỷ lệ lỗi, loại lỗi phổ biến và xu hướng phát sinh lỗi trong quá trình sản xuất.

- Áp dụng phương pháp Six Sigma theo mô hình DMAIC (Define – Measure – Analyze – Improve – Control) để phân tích, giải quyết các vấn đề chất lượng công ty đang gặp phải, đề xuất những phương án cải tiến nhằm giảm tỷ lệ lỗi, nâng cao chất lượng sản phẩm và ổn định quá trình sản xuất.

1.3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu: Linh kiện Spool trên dây chuyền Anod hóa của Công ty TNHH DAIWA Việt Nam.

Phạm vi nghiên cứu: Đề tài giới hạn trong phạm vi quy trình Anod hóa và không xem xét các yếu tố khác như lỗi thiết kế sản phẩm, lỗi gia công phôi xuất hiện từ các công đoạn khác. Đồng thời, đề tài không đi sâu vào phân tích tài chính mà tập trung vào việc cải tiến quy trình hiện hữu dựa trên nguồn lực sẵn có của doanh nghiệp.

Dữ liệu sử dụng: Được thu thập từ tháng 07/2024-12/2024.

1.4. Phương pháp nghiên cứu

Để đảm bảo tính khoa học và tính khả thi trong việc triển khai cải tiến chất lượng, đề tài lựa chọn phương pháp nghiên cứu định lượng kết hợp với các công cụ phân tích thuộc hệ thống Six Sigma như sau:

- Thu thập dữ liệu từ quá trình sản xuất (tỷ lệ lỗi, quá trình sản xuất, quy trình kiểm tra chất lượng,...).
- Áp dụng chu trình DMAIC của phương pháp Six Sigma làm nền tảng nghiên cứu. Chu trình này bao gồm năm giai đoạn: Xác định (Define), Đo lường (Measure), Phân tích (Analyze), Cải tiến (Improve) và Kiểm soát (Control), giúp tiếp cận vấn đề một cách hệ thống và logic.
- Sử dụng một số công cụ phân tích dữ liệu trong Six Sigma để phân tích dữ liệu: Biểu đồ Pareto, Biểu đồ xương cá, 5 Whys, thực nghiệm DOE, thống kê SPC. Kết hợp phần mềm hỗ trợ Minitab.
- Đánh giá hiệu quả cải tiến bằng cách so sánh các chỉ số chất lượng trước và sau khi áp dụng các giải pháp, từ đó xác định mức độ cải thiện và khả năng áp dụng thực tế.

1.5. Ý nghĩa đề tài

1.5.1. Đối với doanh nghiệp

Nghiên cứu này hướng đến việc làm rõ, xác định các yếu tố bất cập còn tồn đọng trong quá trình sản xuất và đề ra các hướng giải quyết tối ưu nhằm giảm thiểu sai sót, tiết kiệm chi phí sản xuất, nâng cao chất lượng và độ ổn định của sản phẩm. Đồng thời, việc áp dụng các phương pháp được đưa ra góp phần nâng năng suất, cải thiện quy trình và nâng cao năng lực cải tiến nội bộ, tạo lợi thế cạnh tranh của công ty trên thị trường.

1.5.2. Đối với sinh viên

Thông qua quá trình nghiên cứu và thực hiện đề tài, sinh viên có cơ hội ứng dụng những lý thuyết đã được học vào giải quyết các vấn đề thực tế trong môi trường sản xuất công nghiệp.

Bên cạnh đó, đề tài còn tạo môi trường thuận lợi để sinh viên rèn luyện và phát triển các kỹ năng mềm và kỹ năng nghiên cứu quan trọng, bao gồm khả năng thu thập, xử lý, phân tích và tổng hợp dữ liệu một cách khoa học, cũng như kỹ năng làm việc độc lập và làm việc nhóm trong một dự án nghiên cứu cụ thể.

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Tổng quan về chất lượng

2.1.1. Định nghĩa về chất lượng sản phẩm

Theo quan niệm của các nhà sản xuất thì chất lượng là sự hoàn hảo và phù hợp của một sản phẩm, dịch vụ với một tập hợp các yêu cầu hoặc tiêu chuẩn, quy cách đã được xác định trước, chẳng hạn: “Chất lượng là tổng hợp những tính chất đặc trưng của sản phẩm thể hiện mức độ thỏa mãn các yêu cầu định trước của nó trong điều kiện kinh tế, xã hội nhất định”.

Theo W.E.Deming: “Chất lượng là mức độ dự đoán trước về tính đồng đều và có thể tin cậy được, tại mức chi phí thấp và được thị trường chấp nhận”.

Theo ISO 9000:2000: “Chất lượng là mức độ của một tập hợp các đặc tính vốn có của một sản phẩm, hệ thống hoặc quá trình thỏa mãn các yêu cầu của khách hàng và các bên có liên quan”. “Yêu cầu là những nhu cầu hoặc mong đợi được công bố, ngầm hiểu chung hay bắt buộc”. Các bên có liên quan bao gồm khách hàng nội bộ – cán bộ nhân viên của tổ chức, những người cung ứng nguyên vật liệu, luật pháp...

2.1.2. Đặc điểm của chất lượng

Chất lượng sản phẩm có những đặc điểm cơ bản như sau:

- Chất lượng phải là một tập hợp các đặc tính của sản phẩm thể hiện khả năng thỏa mãn nhu cầu.
- Chất lượng là sự phù hợp với nhu cầu. Đây là một vấn đề mang tính then chốt và là cơ sở để các nhà quản lý định ra chính sách, chiến lược kinh doanh của mình.
- Chất lượng sản phẩm được xác định theo mục đích sử dụng, trong những điều kiện cụ thể. Sản phẩm có chất lượng với một đối tượng tiêu dùng và được sử dụng vào một mục đích nhất định.
- Chất lượng phải được gắn liền với điều kiện cụ thể của nhu cầu, của thị trường về các mặt kinh tế, kỹ thuật, xã hội, phong tục, tập quán.
- Chất lượng được đo bởi sự thỏa mãn nhu cầu và là vấn đề tổng hợp. Sản phẩm muốn đáp ứng được các yêu cầu sử dụng thì phải có tính chất về công dụng phù hợp. Để tạo ra những tính chất đó cần có những giải pháp kỹ thuật thích hợp.

- Chất lượng không phải chỉ là thuộc tính của sản phẩm, hàng hóa mà ta vẫn hiểu hằng ngày và nó có thể áp dụng cho một hệ thống, một quá trình.

2.1.3. Định nghĩa về quản lý chất lượng

Quản lý chất lượng là một khái niệm được phát triển và hoàn thiện liên tục, thể hiện ngày càng đầy đủ hơn bản chất tổng hợp, phức tạp của vấn đề chất lượng và phản ánh sự thích ứng với điều kiện và môi trường kinh doanh mới.

Ngày nay, QLCL đã mở rộng tới tất cả các hoạt động, từ sản xuất đến quản lý, dịch vụ và trong toàn bộ chu trình sản phẩm. Điều này được thể hiện qua một số định nghĩa như sau:

- “QLCL là ứng dụng các phương pháp, thủ tục và kiến thức khoa học kỹ thuật bảo đảm cho các sản phẩm sẽ hoặc đang sản xuất phù hợp với thiết kế, với yêu cầu trong hợp đồng bằng con đường hiệu quả nhất” (A. Robertson – Anh).
- “QLCL là hệ thống các biện pháp tạo điều kiện sản xuất kinh tế nhất là những sản phẩm hoặc những dịch vụ có chất lượng thỏa mãn yêu cầu của người tiêu dùng” (Kaoru Ishikawa – Nhật).
- Theo ISO 9000:2000: “Quản lý chất lượng là các hoạt động phối hợp với nhau để điều hành và kiểm soát một tổ chức về mặt chất lượng”.

❖ Các phương pháp quản lý chất lượng

Một số phương pháp quản lý chất lượng như sau:

- Kiểm tra chất lượng (Inspection).
- Kiểm soát chất lượng – QC (Quality Control).
- Đảm bảo chất lượng – QA (Quality Assurance).
- Kiểm soát chất lượng toàn diện – TQC (Total Quality Control).
- Quản lý chất lượng toàn diện – TQM (Total Quality Management).

2.2. Giới thiệu về Six Sigma

2.2.1. Khái niệm về Six Sigma

Six Sigma là một thuật ngữ thống kê dùng đo lường sự chệch hướng của một quy trình hiện hữu so với mức hoàn thiện.

Theo Bob Galvin – Giám đốc điều hành của hãng Motorola: “6 Sigma là một phương pháp khoa học tập trung vào việc thực hiện một cách phù hợp và có hiệu quả

các kỹ thuật và các nghiên cứu quản lý chất lượng đã được thừa nhận. Tổng hợp các yếu tố có ảnh hưởng đến kết quả công việc, 6 sigma tập trung vào việc làm thế nào để thực hiện công việc mà không (hay gần như không) có sai lỗi hay khuyết tật”.

Hiểu một cách đơn giản, Six Sigma là một phương pháp cung cấp những công cụ cụ thể để loại trừ tối đa những sai sót và khả năng gây ra những sai sót trong quá trình sản xuất kinh doanh.

Thuật ngữ Six Sigma cũng được sử dụng như một triết lý, một mục tiêu, một phương pháp nhằm giảm thiểu sự lãng phí, cải tiến chất lượng, giảm chi phí, thời gian và nâng cao hiệu quả hoạt động của tổ chức dựa trên việc cải tiến quy trình.

2.2.2. Tác dụng của Six Sigma

Six Sigma có thể áp dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau như: thương mại điện tử và các dịch vụ, thiết kế, sản xuất, gia công, chế tạo, hoạch định tài nguyên và nguồn lực của tổ chức, quản lý mối quan hệ với khách hàng,...

Thông qua việc áp dụng Six Sigma, tổ chức có thể:

- Xác định và đánh giá mức độ dao động trong quá trình sản xuất, tìm ra nguyên nhân gốc rễ của vấn đề. Cải tiến quy trình để loại trừ những biến động.
- Giảm chi phí sản xuất và chi phí quản lý.
- Nhờ giảm tỷ lệ khuyết tật, tổ chức có thể loại bỏ những lãng phí về nguyên vật liệu, nhân công, thời gian kiểm tra, tái chế. Từ đó giúp giảm giá thành, tăng lợi nhuận.
- Gia tăng sự hài lòng của khách hàng.
- Mở rộng quy mô sản xuất kinh doanh, phát triển thêm sản phẩm và dịch vụ mới.
- Thay đổi văn hoá của tổ chức. Hình thành thái độ tích cực, chủ động trong việc phòng ngừa khả năng xuất hiện sai hỏng hơn là chờ đợi, đối phó khi nó xảy ra.

Với việc giảm tỷ lệ phế phẩm, rút ngắn thời gian sản xuất, tổ chức có thể cung cấp đúng hạn những sản phẩm đáp ứng đầy đủ yêu cầu của khách hàng, nâng cao sự hài lòng của khách hàng và duy trì được đơn đặt hàng.

2.2.3. Các cấp độ trong Six Sigma

Mức Sigma dùng để chỉ số khuyết tật xảy ra trên một triệu cơ hội (DPMO - Defects Per Million Opportunities). Mục đích của 6 Sigma là hướng tới sản phẩm không

có khuyết tật. Nếu đạt tới mức 6 Sigma, tức là chỉ 3,4 khuyết tật có thể xảy ra trên một triệu cơ hội xảy ra khuyết tật.

Mức Sigma sẽ được xác định dựa trên số khuyết tật xảy ra trên một triệu cơ hội, gọi tắt là DPMO (Defect Per Million Opportunity):

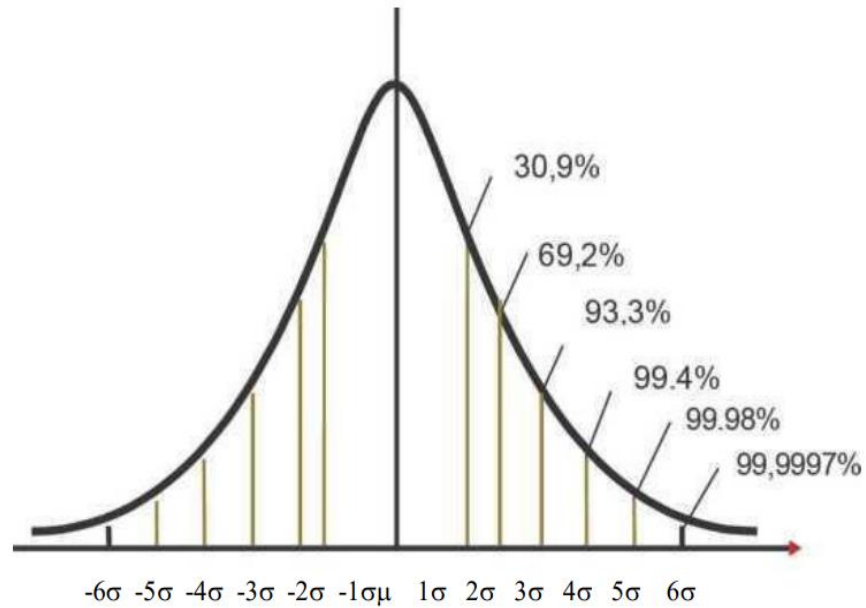
$$DPMO = \frac{(\text{Số khuyết tật} \times 1.000.000)}{\text{Số đơn vị sản phẩm} \times \text{Số cơ hội xảy ra khuyết tật}}$$

Mức Sigma tỷ lệ nghịch với số khuyết tật. Quá trình càng ít khuyết tật thì mức Sigma càng cao và ngược lại.

Bảng 2.1. Bảng chuyển đổi hiệu suất hoạt động của quá trình, DPMO và mức Sigma đã được đơn giản hóa.

Cấp độ Sigma	Tỷ lệ đạt của quá trình (%)	DPMO (Lỗi trong 1 triệu sản phẩm)	Chi phí chất lượng (% doanh thu)	Cấp độ cạnh tranh	Hiệu quả
1	69,0%	691.500	> 40 %	Thấp (Không cạnh tranh)	Khó sản xuất đầu ra theo yêu cầu của khách hàng.
2	30,8%	308.500	30 đến 40 %		
3	6,68%	66.800	20 đến 30%	Trung bình (Ngành)	Hầu hết sản lượng đáp ứng yêu cầu của khách hàng.
4	0,621%	6.200	15 đến 20%		
5	0,023%	230	10 đến 15%	Cao (Thế giới)	Hầu hết tất cả đầu ra đều đáp ứng yêu cầu của khách hàng.
6	0,0003%	3,4	<10%		

Mức sigma cho ta thấy được năng lực quá trình. Mức Sigma càng cao thì mức độ dao động càng giảm, quá trình càng ổn định.

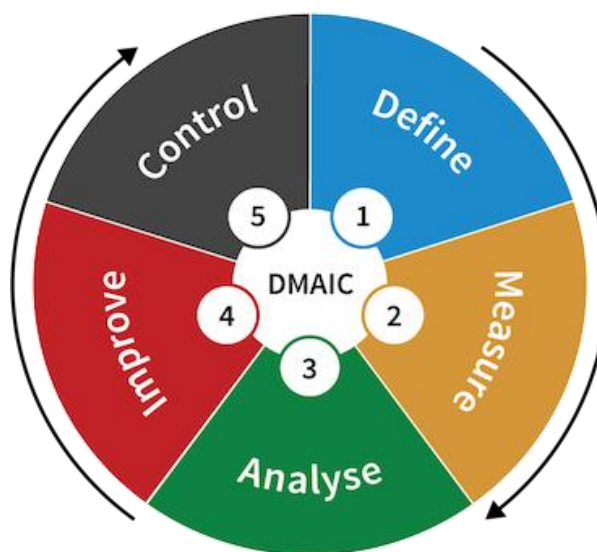


Hình 2. 1. Mức Sigma và hiệu suất của quá trình.

Theo hình trên, chúng ta thấy nếu mức Sigma càng cao thì khả năng sản phẩm nằm ngoài giới hạn kỹ thuật (tức là các yêu cầu của khách hàng) càng thấp.

2.2.4. Tiến trình DMAIC

DMAIC là phương pháp được xác định, đo lường, phân tích, cải tiến và kiểm soát được sử dụng thường xuyên để cải tiến quy trình trong các dự án Six Sigma. Trong quy trình này các công cụ chuyên biệt sẽ được vận dụng để chuyển một vấn đề thực tế sang dạng thống kê, xây dựng giải pháp trên mô hình thống kê, sau đó chuyển đổi nó sang thực tế.



Hình 2. 2. Tiến trình DMAIC.

Nội dung phương pháp DMAIC có thể được mô tả tổng quát như sau:

❖ Bước 1: Define (Xác định)

Đây là giai đoạn khởi đầu của quá trình cải tiến. Mục tiêu của bước xác định là làm rõ vấn đề cần giải quyết, yêu cầu và mục tiêu của dự án. Cụ thể:

- Xác định đề tài tiềm năng.
- Đánh giá, lựa chọn đề tài.
- Nhiệm vụ dành cho đề tài đó là gì?
- Lựa chọn và triển khai đội/ nhóm tiến hành.

Ba yếu tố cơ bản cần xác định:

- Khách hàng của công ty là ai và họ cần gì ở chúng ta? Các yêu cầu cơ bản của khách hàng là gì?
- Sơ đồ quá trình hoạt động của chúng ta như thế nào?
- Chúng ta muốn cải tiến các chỉ số năng suất, chất lượng thêm bao nhiêu phần trăm, phạm vi của dự án liên quan đến những bộ phận hay quá trình nào? Các nguồn lực cần có là gì?

❖ Bước 2: Measure (Đo lường)

Đây là giai đoạn đánh giá trên cơ sở hoá năng lực hoạt động của quá trình. Trên cơ sở thu thập và phân tích các dữ liệu hoạt động, chúng ta sẽ đánh giá được năng lực của tổ chức như thế nào hay nói một cách khác chúng ta biết được tổ chức đang hoạt động ở mức độ nào của Sigma. Trong toàn bộ dây chuyền sản xuất, năng lực của từng khâu như thế nào? Trong quá trình đo lường này chúng ta cần nhận dạng và tính toán các giá trị trung bình của chỉ tiêu chất lượng và các biến động có thể tác động vào quá trình hoạt động. Cụ thể cần:

- Xác lập đặc tính quá trình.
- Thu thập thông tin, dữ liệu.
- Thực thi hệ thống đo lường.
- Đo lường năng lực của quá trình.
- Phân tích và lựa chọn vấn đề chính.

❖ Bước 3: Analyze (Phân tích)

Đây là bước xác định nguyên nhân của từng vấn đề ưu tiên, phân tích quá trình phát sinh của những vấn đề này, xác định và ưu tiên các nguyên nhân tiềm ẩn của vấn đề ưu tiên, và lượng hóa tầm quan trọng của các nguyên nhân tiềm ẩn ưu tiên.

❖ Bước 4: Improve (Cải tiến)

Bước cải tiến tập trung đề xuất, đánh giá và thực hiện các giải pháp cho từng vấn đề ưu tiên; xác định các giải pháp cho vấn đề này; thử nghiệm ở quy mô nhỏ các giải pháp được đề xuất; xây dựng và triển khai kế hoạch thực hiện các giải pháp ưu tiên trên diện rộng.

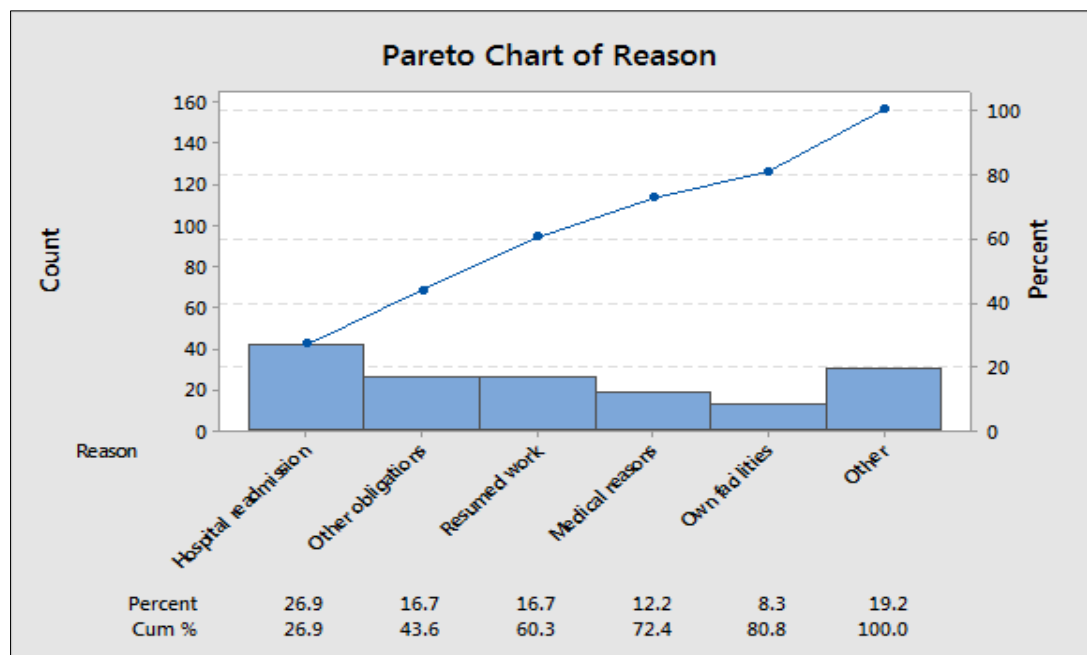
❖ Bước 5: Control (Kiểm soát)

Là bước phổ biến, triển khai các cải tiến áp dụng vào quá trình, đánh giá kết quả, chuẩn hoá các cải tiến vào các văn bản quy trình và theo dõi hiệu quả hoạt động.

2.3. Một số công cụ chuyên dùng trong Six Sigma và công cụ hỗ trợ.

2.3.1. Biểu đồ Pareto (Pareto Chart)

Biểu đồ Pareto là một công cụ thống kê được xây dựng dựa trên nguyên lý Pareto (hay còn gọi là quy luật 80/20), cho thấy rằng khoảng 80% hậu quả thường xuất phát từ 20% nguyên nhân chính. Biểu đồ này giúp xác định và tập trung vào những vấn đề quan trọng nhất cần ưu tiên giải quyết bằng cách sắp xếp các nguyên nhân theo thứ tự tần suất giảm dần và thể hiện phần trăm tích lũy.



Hình 2.3. Hình ảnh minh họa biểu đồ Pareto.

❖ Tác dụng

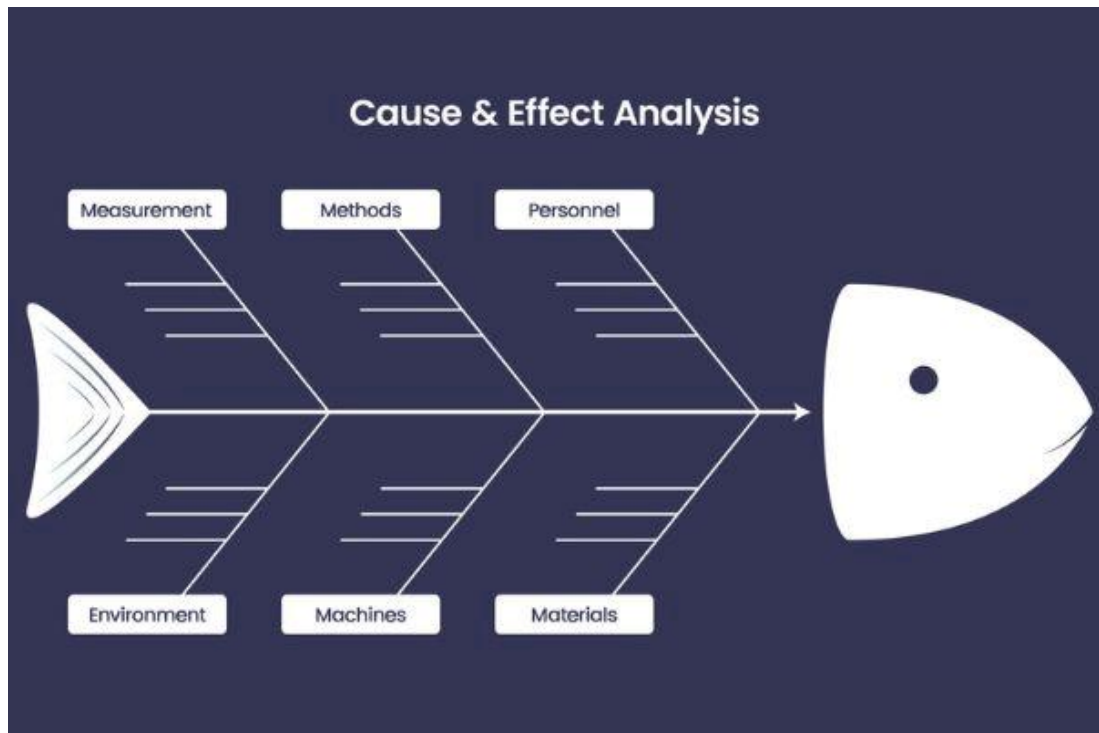
- Cho thấy sự đóng góp của mỗi cá thể đến hiệu quả chung theo thứ tự quan trọng, giúp phát hiện cá thể quan trọng nhất.
- Xác định thứ tự ưu tiên cho việc cải tiến.
- Bằng sự phân biệt ra những cá thể quan trọng nhất với những cá thể ít quan trọng hơn, ta có thể thu được sự cải tiến lớn nhất với chi phí ít nhất.

❖ Các bước cơ bản để sử dụng biểu đồ Pareto

- **Bước 1:** Xác định vấn đề cần nghiên cứu (ví dụ các hạng mục khuyết tật), dữ liệu cần thu thập, phương pháp và thời gian thu thập dữ liệu (ví dụ dạng khuyết tật, vị trí, quá trình, máy móc, con người và phương pháp).
- **Bước 2:** Sắp xếp bảng dữ liệu theo các hạng mục.
- **Bước 3:** Điền vào bảng tính dữ liệu và tính toán tổng số.
- **Bước 4:** Lập bảng dữ liệu cho biểu đồ Pareto theo các hạng mục, tổng số từng hạng mục, tổng số tích lũy, phần trăm tổng thể và phần trăm tích lũy.
- **Bước 5:** Sắp xếp các hạng mục khuyết tật theo số lượng giảm dần và điền vào bảng dữ liệu.
- **Bước 6:** Vẽ trục tung và trục hoành.
 - Trục tung: Bên trái trục tung, đánh dấu vào trục, chia từ 0 đến tổng số các khuyết tật; Bên phải trục tung, đánh dấu vào trục, chia từ 0% đến 100%.
 - Trục hoành: Chia trục hoành thành các khoảng theo số các loại khuyết tật đã được phân loại.
- **Bước 7:** Xây dựng biểu đồ cột.
- **Bước 8:** Vẽ đường cong tích lũy. Đánh dấu các giá trị tích lũy (tổng tích lũy hay phần trăm tích lũy) ở phía trên bên phải khoảng cách của mỗi một hạng mục, nối các điểm bằng một đường cong.
- **Bước 9:** Viết các chi tiết cần thiết trên biểu đồ.
 - Các chi tiết liên quan tới biểu đồ: tiêu đề, các con số quan trọng, đơn vị, tên người vẽ biểu đồ.
 - Các hạng mục liên quan tới dữ liệu: thời gian thu thập dữ liệu, chủ đề và địa điểm nghiên cứu, tổng số dữ liệu.

2.3.2. Biểu đồ nhân quả (Cause and Effect Diagram)

Biểu đồ nhân quả (Cause and Effect Diagram) hay còn gọi là biểu đồ xương cá là công cụ giúp xác định, phân tích và trình bày mối quan hệ giữa một kết quả và các nguyên nhân tiềm ẩn gây ra kết quả đó. Biểu đồ này thường được sử dụng để phát hiện các yếu tố có thể dẫn đến sự cố về chất lượng hoặc hiệu suất, giúp nhìn nhận vấn đề một cách hệ thống và toàn diện. Đặc điểm nổi bật của biểu đồ là khả năng liệt kê và phân loại các nguyên nhân tiềm ẩn, hỗ trợ quá trình phân tích nguyên nhân gốc rễ.



Hình 2.4. Minh họa biểu đồ xương cá.

❖ Tác dụng

- Giúp xác định và phân tích các mối liên hệ giữa nguyên nhân và kết quả, đặc biệt là những nguyên nhân dẫn đến sự biến động vượt ngoài giới hạn cho phép trong quá trình quản lý, tiêu chuẩn hoặc quy trình sản xuất.
- Tạo điều kiện thuận lợi để xử lý vấn đề theo hướng từ biểu hiện đến nguyên nhân và sau đó là giải pháp. Biểu đồ giúp làm rõ các nguyên nhân cần được ưu tiên giải quyết, góp phần duy trì sự ổn định và cải tiến quy trình.
- Hỗ trợ hiệu quả trong công tác đào tạo, bồi dưỡng kỹ năng cho nhân viên kỹ thuật và kiểm tra.
- Góp phần nâng cao nhận thức, khả năng tư duy logic cũng như tăng cường sự gắn kết giữa các thành viên trong nhóm.

❖ Nội dung của biểu đồ nhân quả

Kết quả (Effect): Là hiện tượng cần được phân tích, chẳng hạn như sản phẩm lỗi, chất lượng không ổn định hay năng suất thấp.

Nguyên nhân (Causes): Bao gồm những yếu tố có thể dẫn đến vấn đề. Các nguyên nhân được chia thành các nhóm chính và nhánh phụ để phân tích chi tiết.

Trong lĩnh vực sản xuất, các nhóm nguyên nhân thường được chia theo mô hình 6M hoặc 4M:

- Con người (Man): kỹ năng, thao tác, ý thức làm việc.
- Máy móc (Machine): tình trạng thiết bị, sự cố kỹ thuật.
- Nguyên vật liệu (Material): chất lượng vật tư, nguyên liệu đầu vào.
- Phương pháp (Method): quy trình, cách làm việc.
- Đo lường (Measurement): thiết bị đo, phương pháp kiểm tra.
- Môi trường (Environment): điều kiện làm việc như nhiệt độ, ánh sáng, độ ẩm...

Mối liên hệ nhân quả: Mỗi nhóm nguyên nhân được kết nối với vấn đề thông qua các nhánh giống hình xương cá, giúp thể hiện rõ ràng mối quan hệ giữa nguyên nhân và kết quả.

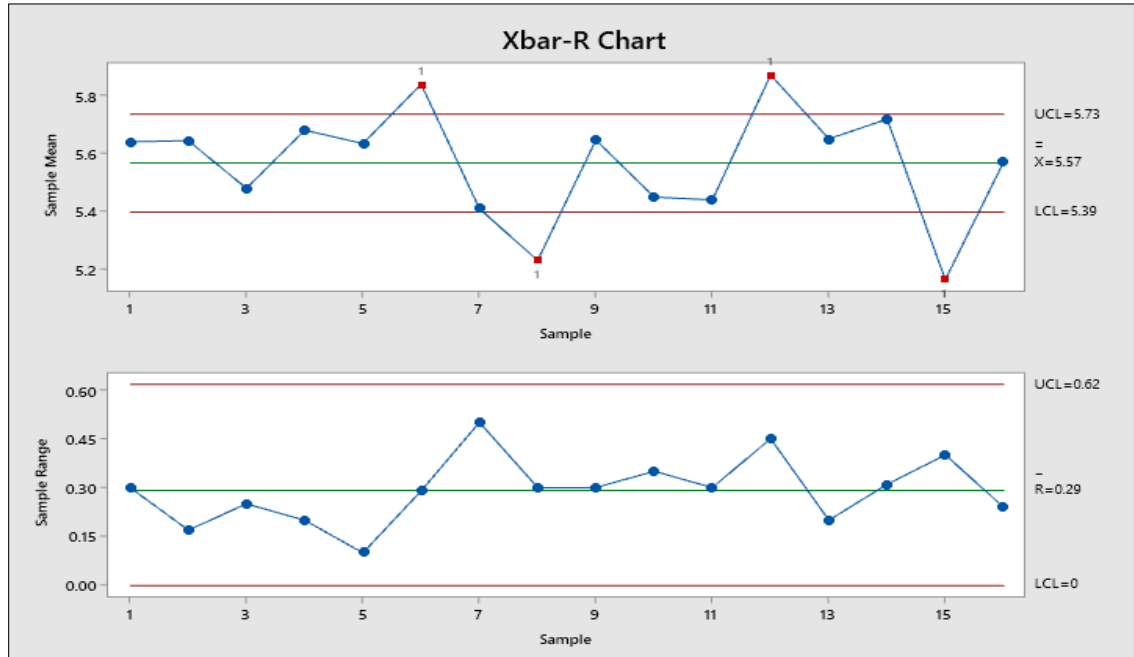
2.3.3. Biểu đồ kiểm soát (Control Chart)

Biểu đồ kiểm soát ra đời năm 1924 do một kỹ sư người Mỹ là W.A. Shewhart đề xuất dựa trên các thực nghiệm thống kê. Biểu đồ kiểm soát là đồ thị đường gấp khúc biểu diễn giá trị trung bình của các đặc tính, tỷ lệ khuyết tật hoặc số khuyết tật. Chúng được sử dụng để kiểm tra sự bất thường của quá trình dựa trên sự thay đổi của các đặc tính (đặc tính kiểm soát).

Trong hệ thống 6 Sigma, biểu đồ kiểm soát có được sử dụng với ba mục đích là:

- Ở giai đoạn “Đo lường” trong dự án DMAIC, các biểu đồ giúp nhóm dự án xác định được loại hình và tần suất xảy ra sự bất thường hoặc những điều kiện “ngoài tầm kiểm soát”. Các biểu đồ kiểm soát còn có thể cho thấy quy luật biến động của quá trình và chỉ ra các điểm bất thường.
- Khi thử nghiệm hoặc áp dụng một thay đổi hay giải pháp cho một quá trình (trong các giai đoạn Cải tiến và Kiểm soát), biểu đồ kiểm soát giúp tìm kiếm kết quả, thể hiện được mức độ biến động và hiệu quả hoạt động đã bị tác động như thế nào.

- Các biểu đồ kiểm soát hoạt động như một hệ thống báo động liên tục, báo cho những người quan sát những hoạt động bất thường trong quá trình.



Hình 2.5. Minh họa biểu đồ kiểm soát (X-R chart).

❖ Phân loại biểu đồ kiểm soát

Có hai loại biểu đồ kiểm soát, một loại dùng cho các giá trị liên tục (biểu đồ kiểm soát thuộc tính) và loại còn lại dùng cho các giá trị rời rạc (biểu đồ kiểm soát dạng biến số).

Bảng 2. 2. Phân loại biểu đồ kiểm soát.

Đặc tính giá trị	Tên biểu đồ
Giá trị liên tục (đo được)	– Biểu đồ $\bar{X} - R$: đánh giá giá trị trung bình và độ dao động. – Biểu đồ $\bar{X} - S$: đánh giá giá trị trung bình và độ lệch chuẩn. – Biểu đồ $\bar{X}$: giá trị đo.
Giá trị rời rạc (đếm được)	– Biểu đồ p (tỷ lệ sản phẩm sai sót). – Biểu đồ pn: kiểm soát quá trình thông qua đánh giá xu hướng số khuyết tật xảy ra (n: cỡ mẫu, p: tỷ lệ phần trăm khuyết tật).

Đặc tính giá trị	Tên biểu đồ
	– Biểu đồ c: kiểm soát quá trình thông qua đánh giá xu hướng số khuyết tật xảy ra trên một sản phẩm có kích thước không đổi với cỡ mẫu không đổi (c: số khuyết tật). – Biểu đồ u (số sai sót trên một đơn vị).

❖ **Các bước cơ bản để thiết lập biểu đồ kiểm soát**

- Bước 1: Xác định đặc tính để áp dụng biểu đồ kiểm soát thích hợp.
- Bước 2: Quyết định cỡ mẫu và tần suất lấy mẫu.
- Bước 3: Thu thập và ghi chép dữ liệu hoặc sử dụng các dữ liệu đã lưu trữ trước đây.
- Bước 4: Tính các giá trị thống kê đặc trưng cho mỗi mẫu (giá trị trung bình, độ lệch chuẩn).
- Bước 5: Xác định đường trung tâm, các đường giới hạn kiểm soát dựa trên các giá trị thống kê tính từ các mẫu.
- Bước 6: Thiết lập biểu đồ và đánh dấu trên biểu đồ các giá trị thống kê.
- Bước 7: Kiểm tra đối với các điểm ở ngoài giới hạn kiểm soát và đối với các dấu hiệu bất thường vượt khỏi tầm kiểm soát.

2.3.4. Phân tích các chế độ lỗi và tác động (FMEA – Failure Mode and Effects Analysis)

FMEA là một phần quan trọng của phương pháp Six Sigma, đặc biệt trong khuôn khổ DMAIC (Xác định, Đo lường, Phân tích, Cải tiến, Kiểm soát). Nó đóng vai trò là một phương pháp tiếp cận có hệ thống để xác định và đánh giá các chế độ lỗi tiềm ẩn trong nhiều quy trình khác nhau trên khắp các ngành. Bằng cách chỉ định điểm cho từng chế độ lỗi dựa trên các yếu tố như mức độ nghiêm trọng, khả năng xuất hiện và khả năng phát hiện lỗi, FMEA giúp ưu tiên các rủi ro và tập trung nỗ lực vào các lĩnh vực cần cải thiện, giảm thiểu tác động của các kiểu sai hỏng trọng yếu, và phòng ngừa không cho các khuyết tật xuất hiện, cải thiện tính an toàn, độ tin cậy của sản phẩm, của quá trình.

❖ **Việc triển khai FMEA mang lại những lợi ích quan trọng như:**

- Xác định các hình thức sai lỗi tiềm tàng có thể xảy ra trong quy trình hoặc thiết kế sản phẩm.

- Giảm thiểu các rủi ro tiềm tàng thông qua việc xác định nguyên nhân gốc rễ của lỗi.
- Nâng cao độ tin cậy và chất lượng của sản phẩm, dịch vụ.
- Đưa ra các giải pháp kiểm soát, ngăn ngừa tái phát lỗi trong tương lai.

❖ Quy trình thực hiện FMEA

Quy trình thực hiện FMEA thường bao gồm các bước sau:

- Bước 1: Xác định phạm vi phân tích

Xác định đối tượng cần phân tích, bao gồm quá trình, sản phẩm hoặc hệ thống cụ thể.

- Bước 2: Liệt kê các lỗi tiềm ẩn (Failure Modes)

Xác định và liệt kê tất cả các lỗi có khả năng xảy ra trong quá trình hoặc sản phẩm. Các lỗi này có thể xuất phát từ yếu tố kỹ thuật, quy trình hoặc con người.

- Bước 3: Xác định ảnh hưởng của lỗi (Effects)

Đối với mỗi lỗi được xác định, cần phân tích hậu quả có thể phát sinh khi lỗi đó xảy ra. Hậu quả có thể ảnh hưởng trực tiếp đến sản phẩm, quá trình sản xuất, an toàn lao động hoặc sự hài lòng của khách hàng. Việc đánh giá hậu quả cần được thực hiện một cách chi tiết nhằm định lượng mức độ nghiêm trọng của lỗi đối với hệ thống.

- Bước 4: Xác định nguyên nhân gốc rễ (Causes)

Phân tích nguyên nhân gốc rễ dẫn đến sự cố. Các nguyên nhân này có thể bao gồm yếu tố con người, vật liệu, thiết bị, phương pháp hoặc môi trường làm việc. Để đảm bảo tính khách quan và đầy đủ, có thể sử dụng các công cụ phân tích như biểu đồ xương cá nhằm xác định rõ ràng các nguyên nhân có khả năng dẫn đến lỗi.

- Bước 5: Đánh giá mức độ rủi ro (Risk Priority Number - RPN)

Hệ số RPN được tính toán theo công thức sau:

$$RPN = SEV \times OCC \times DET$$

Trong đó:

- Severity (S): Mức độ nghiêm trọng hay tác động của các sai lỗi đến khách hàng.
- Occurrence (O): Khả năng xảy ra các nguyên nhân gây ra các sai lỗi.

- Detection (D): Khả năng phát hiện các nguyên nhân gây ra sai lỗi nếu nó xảy ra.

Hệ số RPN càng cao thể hiện mức độ rủi ro càng lớn, từ đó ưu tiên triển khai các biện pháp kiểm soát đối với các lỗi có RPN cao nhất.

- Bước 6: Đề xuất các biện pháp kiểm soát và cải tiến

Dựa trên kết quả đánh giá RPN, cần đưa ra các biện pháp kiểm soát nhằm giảm thiểu các yếu tố rủi ro. Các biện pháp này có thể bao gồm thay đổi quy trình sản xuất, cải thiện thiết bị, đào tạo nhân viên hoặc tăng cường công tác kiểm tra chất lượng. Việc lựa chọn giải pháp cần dựa trên mức độ hiệu quả trong việc giảm thiểu nguy cơ và cải thiện khả năng phát hiện lỗi.

- Bước 7: Triển khai và giám sát thực hiện

Các biện pháp kiểm soát sau khi được lựa chọn cần được triển khai thực tế, đồng thời giám sát chặt chẽ quá trình thực hiện. Việc theo dõi này nhằm đánh giá hiệu quả của các giải pháp trong việc giảm thiểu RPN. Đồng thời, cần thu thập dữ liệu để phân tích sự thay đổi của các yếu tố rủi ro theo thời gian.

- Bước 8: Cập nhật và duy trì FMEA

FMEA cần được cập nhật thường xuyên để phản ánh đúng thực trạng của quá trình hoặc sản phẩm, nhất là khi có sự thay đổi về công nghệ, quy trình sản xuất hoặc khi phát hiện các lỗi mới. Việc cập nhật định kỳ giúp đảm bảo FMEA luôn mang tính thời sự và phù hợp với điều kiện thực tế, từ đó nâng cao tính hiệu quả của quá trình quản lý rủi ro.

2.3.5. Phương pháp thực nghiệm Taguchi

Phương pháp thực nghiệm Taguchi là một kỹ thuật thiết kế thí nghiệm (Design of Experiments – DOE) được phát triển bởi giáo sư Genichi Taguchi nhằm mục tiêu tối ưu hóa các quá trình sản xuất và thiết kế sản phẩm, đồng thời giảm thiểu chi phí và thời gian thực hiện thí nghiệm. Phương pháp này không chỉ giúp tìm ra các yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm mà còn tập trung giảm thiểu sự ảnh hưởng của các yếu tố không kiểm soát (noise ratio) để sản phẩm đạt độ ổn định cao.

❖ Mục tiêu của phương pháp

Mục tiêu chính của phương pháp Taguchi là:

- Tối ưu hóa chất lượng sản phẩm hoặc quy trình bằng cách chọn các thông số kỹ thuật thích hợp.

- Giảm thiểu sự biến động của các sản phẩm do các yếu tố gây nhiễu không kiểm soát được.
- Giảm thiểu số lượng thí nghiệm cần thực hiện, giúp tiết kiệm chi phí và thời gian.

❖ Nguyên lý Taguchi

- Thiết kế bền vững (Robust Design): Taguchi nhấn mạnh việc giảm độ nhạy cảm của hệ thống đối với các yếu tố không kiểm soát bằng cách điều chỉnh các yếu tố kiểm soát trong thiết kế sản phẩm hoặc quy trình. Mục tiêu là tạo ra một sản phẩm vẫn hoạt động ổn định ngay cả trong điều kiện không lý tưởng.
- Sử dụng ma trận trực giao (Orthogonal Arrays – OA): Sử dụng ma trận trực giao để rút gọn số lượng thí nghiệm cần thiết thay vì thử tất cả tổ hợp của các yếu tố như trong thiết kế toàn phần (Full Factorial Design) mà vẫn đảm bảo kết quả phân tích chính xác và khách quan. Một số loại ma trận trực giao phổ biến trong Taguchi như bảng sau:

Bảng 2.3. Các loại ma trận trực giao trong Taguchi.

Dãy trực giao	Số thí nghiệm	Số nhân tố lớn nhất	Số nhân tố lớn nhất theo số mức			
			2 mức	3 mức	4 mức	5 mức
L4	4	3	3			
L8	8	7	7			
L9	9	4		4		
L16	16	15	15			
L27	27	13		13		

- Tối ưu hóa theo S/N Ratio (Signal – to – Noise): Sử dụng tỷ số S/N Ratio để đo độ ổn định và hiệu quả của quá trình. Giá trị S/N càng cao thì quá trình càng ổn định. Có ba loại S/N Ratio chính:
 - Smaller – the – better: Dành cho mục tiêu cần giá trị đầu ra càng nhỏ càng tốt.
 - Larger – the – better: Dành cho các mục tiêu cần giá trị đầu ra càng lớn càng tốt.

- Nominal – the – best: Dành cho các đặc tính cần đạt giá trị mục tiêu cụ thể.

❖ Các bước thực hiện Taguchi

Quy trình thực hiện Taguchi bao gồm các bước chính sau:

- Xác định mục tiêu và các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm/quy trình.
- Lựa chọn ma trận Orthogonal Array phù hợp dựa trên số lượng yếu tố và số mức của từng yếu tố. Tiến hành thí nghiệm theo thiết kế của ma trận OA.
- Phân tích kết quả thí nghiệm dựa trên S/N Ratio và phân tích phương sai để xác định yếu tố và mức có ảnh hưởng lớn nhất.
- Xác định và áp dụng các thông số tối ưu vào quy trình hoặc sản phẩm.
- Thực hiện thí nghiệm kiểm chứng để đảm bảo kết quả đạt được là bền vững.

CHƯƠNG 3: TỔNG QUAN VỀ CÔNG TY VÀ HIỆN TRẠNG CHẤT LƯỢNG QUY TRÌNH ANOD HÓA

3.1. Giới thiệu chung về công ty

3.1.1. Tổng quan công ty TNHH DAIWA Việt Nam

Công Ty TNHH DAIWA Việt Nam là đơn vị sản xuất đồ câu cá thể thao lớn bậc nhất Việt Nam về thị phần và doanh thu thuộc Tập đoàn Globeride, 100% vốn đầu tư Nhật Bản. Hiện nay, DVN là doanh nghiệp hàng đầu, duy nhất tại Việt Nam hoạt động trong lĩnh vực sản xuất dụng cụ thể thao câu cá giải trí bao gồm Cần câu (Rod) và Guồng quay (Reel) cung cấp cho thị trường thế giới. Với dải sản phẩm chính hãng từ phổ thông, trung cấp và cao cấp đã phục vụ tốt nhu cầu của người tiêu dùng. DAIWA Việt Nam có đội ngũ nhân sự chất lượng và sở hữu các nhà máy sản xuất được trang bị hệ thống dây chuyền, máy móc, thiết bị đồng bộ, hiện đại.

- Tên giao dịch đối ngoại: DAIWA VIETNAM LIMITED.
- Tên viết tắt: DAIWA VN.
- Lĩnh vực kinh doanh: Sản xuất, gia công các loại cần câu (Rod) và guồng quay cước (Reel) cung cấp cho thị trường thế giới.
- Địa chỉ: Lô M, Đường số 5, KCN Hòa Khánh, Phường Hòa Khánh Bắc, Quận Liên Chiểu, Đà Nẵng.



Hình 3.1. Logo Công ty TNHH DAIWA Việt Nam.

3.1.2. Ngành nghề kinh doanh

Công ty TNHH DAIWA Việt Nam chuyên sản xuất, gia công các loại cần câu, guồng quay phục vụ việc câu cá thể thao. Kinh doanh xuất khẩu các loại cần câu, guồng quay cho thị trường trong và ngoài nước. Dưới đây là một số hình ảnh sản phẩm của công ty.



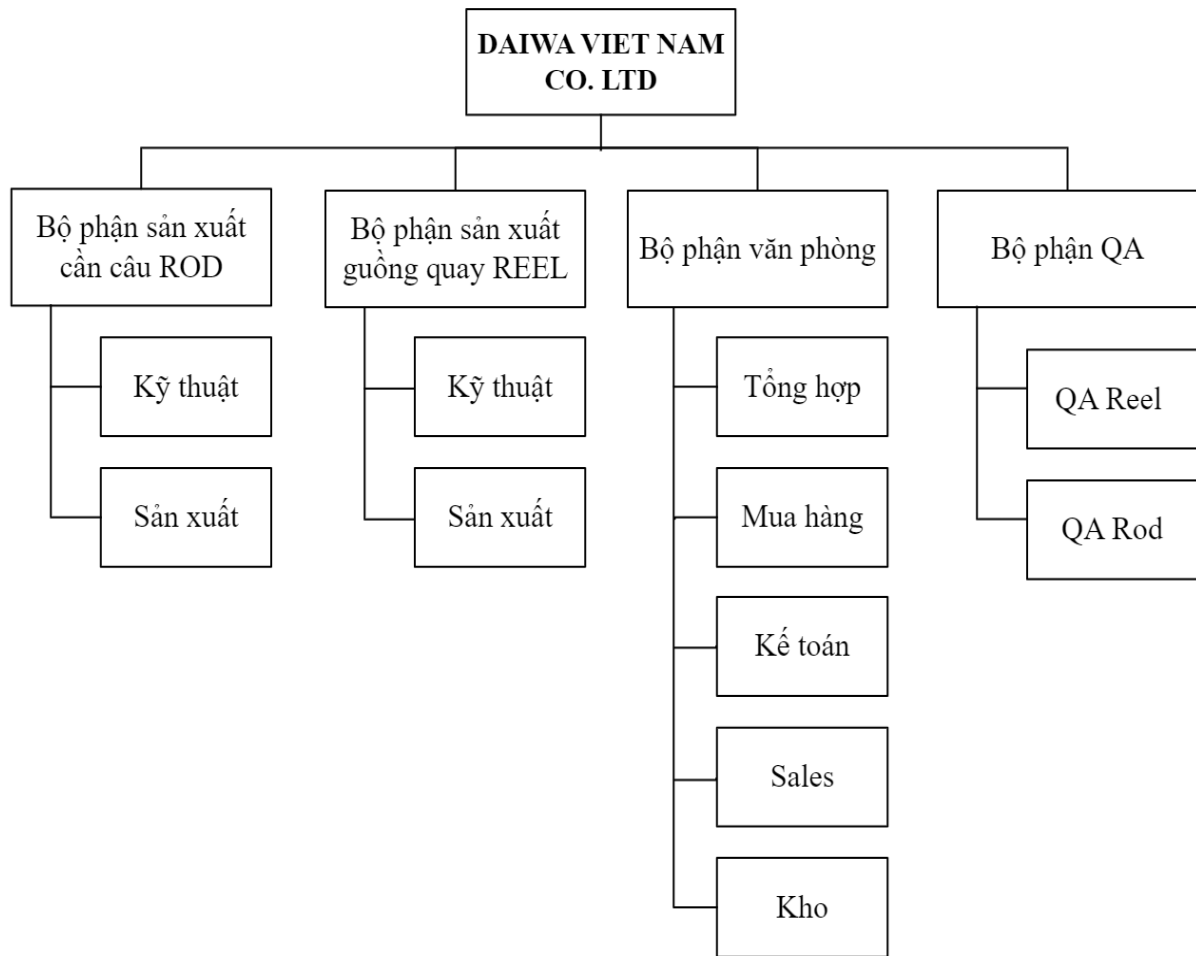
Hình 3.2. Sản phẩm cần câu cá DAIWA.



Hình 3.3. Sản phẩm guồng quay cước DAIWA.

3.1.3. Cơ cấu tổ chức

Cơ cấu tổ chức của công ty được thể hiện trong hình sau:



Hình 3.4. Cơ cấu tổ chức của Công ty TNHH DAIWA Việt Nam.

Sơ đồ tổ chức của Công ty TNHH DAIWA Việt Nam cho thấy cơ cấu rõ ràng, chuyên môn hóa theo từng chức năng và sản phẩm. Mô hình này giúp tăng hiệu quả quản lý, nâng cao chất lượng sản phẩm và đảm bảo sự phối hợp chặt chẽ giữa các bộ phận trong toàn công ty.

3.1.4. Hệ thống quản lý chất lượng tại công ty

Hệ thống quản lý chất lượng là một hệ thống quản lý gồm các quy trình, thủ tục và yêu cầu để đạt được những chính sách và mục tiêu về chất lượng. Phương châm về chất lượng tại Daiwa Việt Nam: “Mang đến cho khách hàng sự an tâm và tin cậy”.

Mục tiêu hành động: An toàn là trên hết; Chất lượng làm trung tâm; Đảm bảo thời hạn giao hàng; Nâng cao năng suất sản xuất; Tuân thủ nội quy – trung thực trong công việc. Mỗi công việc trong nhà máy được áp dụng theo các tiêu chuẩn công việc tuân theo tiêu chuẩn ISO 9001:2015.

Bảng 3. 1. Tổng quát quy trình quản lý chất lượng.

Bước	Quy trình	Nội dung
1.	Thu thập thông tin. 	- Theo dõi tỷ lệ lỗi của các công đoạn hàng ngày. - Kiểm soát hàng trả về và trả hàng của công đoạn.
2.	Xử lý thông tin. 	- Xử lý những lỗi cao nhất và lỗi phát sinh bất thường.
3.	Liên hệ các bộ phận liên quan và báo cáo cấp trên, xử lý vấn đề phát sinh. 	- Xem xét hiện trạng, tìm hiểu nguyên nhân và đưa ra đối sách. - Liên hệ các bộ phận liên quan. - Viết báo cáo cải thiện.
4.	Chỉ thị của cấp trên và bộ phận 	- Đưa ra chỉ thị để xử lý vấn đề.
5.	Báo cáo trong các cuộc họp chất lượng. 	- Chịu trách nhiệm báo cáo trước cuộc họp.
6.	Kiểm tra và theo dõi các đối sách đã đưa ra trên các lô hàng tiếp theo.	- Theo dõi kết quả của các đối sách đã đưa ra. - Nếu kết quả không đạt được mục tiêu thì làm lại từ bước 1.

3.2. Giới thiệu về bộ phận Anod hóa (ALUMITE)

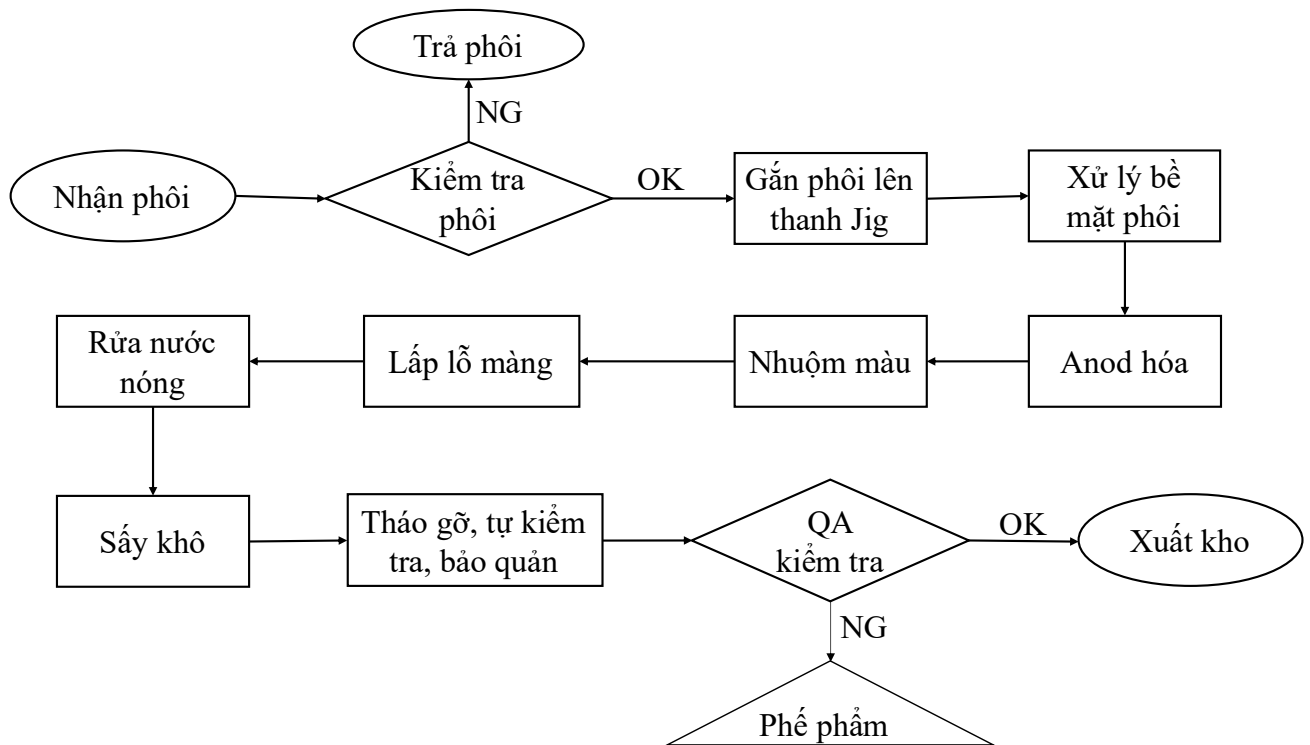
Bộ phận Anod hóa thuộc khu vực sản xuất guồng quay cước Reel, chịu trách nhiệm làm đẹp, tạo màu sắc lên bề mặt linh kiện Spool (sản phẩm được làm từ nguyên vật liệu nhôm) bằng phương pháp nhôm hóa. Anod hóa là quá trình hình thành màng oxit nhôm trên bề mặt nhôm hoặc hợp kim nhôm bằng phương pháp điện hóa. Quá trình này không chỉ tăng cường tính chịu ăn mòn của bộ phận nhôm mà còn mang lại nhiều ưu điểm về thẩm mỹ và tính năng.



Hình 3.5. Hình ảnh linh kiện Spool DAIWA.

Các màu Anod tại dây chuyền Anod hóa như : A943, A941, A713, A206, A207, A542, A535, A610, A709, A713, A924, A635, A204, A212,...

3.2.1. Tổng quan quy trình sản xuất tại dây chuyền Anod hóa



Hình 3.6. Quy trình sản xuất tại dây chuyền Anod hóa.

❖ Nhận phôi

Bộ phận Anod hóa nhận phôi từ bộ phận gia công theo kế hoạch sản xuất và sẽ chịu trách nhiệm làm đẹp, tạo màu sắc lên bề mặt Spool làm từ nguyên vật liệu nhôm.

❖ Kiểm tra phôi đầu vào

Sau khi nhận phôi, phôi sẽ được lưu kho ở khu vực chờ kiểm tra được treo Parts card. Người kiểm tra phải kiểm tra Parts card, Lot no, Model no cũng như ngoại quan của Spool. Nếu có lỗi sẽ trả lại các bộ phận liên quan để xử lý. Nếu các thông tin đơn hàng đã đúng thì sẽ tiến hành thực hiện công đoạn tiếp theo.

❖ Gắn phôi lên Jig

Ở công đoạn này, công nhân sẽ tiến hành ghi mã đơn hàng lên các khung kéo Jig, tiếp theo đó sẽ gắn phôi lên Jig, tùy từng loại sản phẩm, model mà có loại Jig phù hợp.

❖ Xử lý bề mặt phôi

Sau khi phôi được gá lên Jig sẽ di chuyển ra dây chuyền nhôm hóa bán tự động. Tại đây, công nhân sẽ đặt khung Jig lên dây chuyền và tiến hành xử lý bề mặt phôi:

- Tiến hành xử lý dầu, các chất bụi, bẩn trên bề mặt sản phẩm theo thứ tự trên dây chuyền.
- Xử lý sản phẩm để đạt được độ bóng tiêu chuẩn.

Mọi thao tác công việc công nhân sẽ thực hiện theo đúng quy trình đã được ban hành.

❖ Anod hóa

Tại công đoạn này, công nhân tiến hành treo khung sản phẩm vào các bể điện phân ở trên chuyền sản xuất nhằm tạo lớp màng oxit trên bề mặt của phôi. Nồng độ hóa chất và thời gian sẽ được tùy chỉnh theo quy định.

❖ Nhuộm màu

Tiến hành điều chỉnh nồng độ hóa chất và nhiệt độ của bể màu cần Anod. Công nhân bỏ các khung vào bể cần làm dao động sản phẩm trong bể. Khi lấy sản phẩm ra khỏi bể cần kiểm tra sản phẩm đã đúng màu hay chưa, nếu đạt yêu cầu thì đem rửa nước ngay rồi nhanh chóng lắp lỗ màng.

❖ Lắp lỗ màng

Công nhân sẽ tiến hành kiểm tra nồng độ dung dịch trong bể hằng tuần. Sau khi nhuộm màu, các khung hàng sẽ được đưa vào về đúng theo vị trí đã quy định và lắp lỗ màng theo thời gian quy định và nhiệt độ tiêu chuẩn của bể. Khi đủ thời gian thì lấy các khung sản phẩm ra rửa nước nóng rồi tiến hành sấy sản phẩm.

❖ Rửa nước nóng

Công nhân tiến hành đo nhiệt độ hoạt động của bể nước trong điều kiện cho phép. Đặt khung sản phẩm vào bể rửa, cho chuyển động lên xuống một cách nhẹ nhàng, quá trình rửa lặp lại nhiều lần, tránh va chạm và làm trầy sản phẩm.

❖ Sấy khô

Sản phẩm sau khi được lắp lỗ màng sẽ được rửa qua nước nóng và sấy qua bằng vòi xịt hơi. Sau đó, sẽ tiến hành sử dụng buồng sấy tự động với nhiệt độ quy định theo từng loại sản phẩm khác nhau. Đủ thời gian thì đưa ra khỏi buồng sấy và để nguội tự nhiên

❖ Tháo gỡ hàng, tự kiểm tra

Sản phẩm sau khi được sấy sẽ được để nguội tự nhiên khoảng 5 ~ 10p sau đó tiến hành đưa vào khu vực gỡ Anod. Công nhân cần mang bao tay và gỡ sản phẩm bỏ vào trong vỉ đựng chuyên dụng đã được quy định. Đặt Jig vào khung khi tháo sản phẩm ra vào một vị trí đã được định sẵn. Công nhân tại dây chuyền sẽ tiến hành kiểm tra ngoại quan theo tiêu chuẩn (bề mặt không trầy xước, sứt mẻ, sứt màu, ...), kiểm tra màu Anod so với màu chuẩn. Nếu hàng OK sẽ được di chuyển sang khu vực đặt để hàng để bảo quản tạm thời. Nếu sản phẩm NG sẽ được tiến hành xử lý lại.

❖ QA kiểm tra

Sản phẩm sau khi được kiểm tra tại khu vực gỡ Anod sẽ được di chuyển qua bộ phận QA tiến hành kiểm tra những lỗi cho phép có nằm trong giới hạn hay không. Nếu hàng nằm trong giới hạn limit thì sẽ được tiến hành đóng hàng và xuất kho qua các bộ phận tiếp theo. Những con hàng không đạt yêu cầu (NG) sẽ được đưa sang khu vực chờ để chuyển trả lại bộ phận trước, tiến hành sửa hoặc hủy hàng.

3.2.2. Hiện trạng chất lượng quy trình Anod hóa

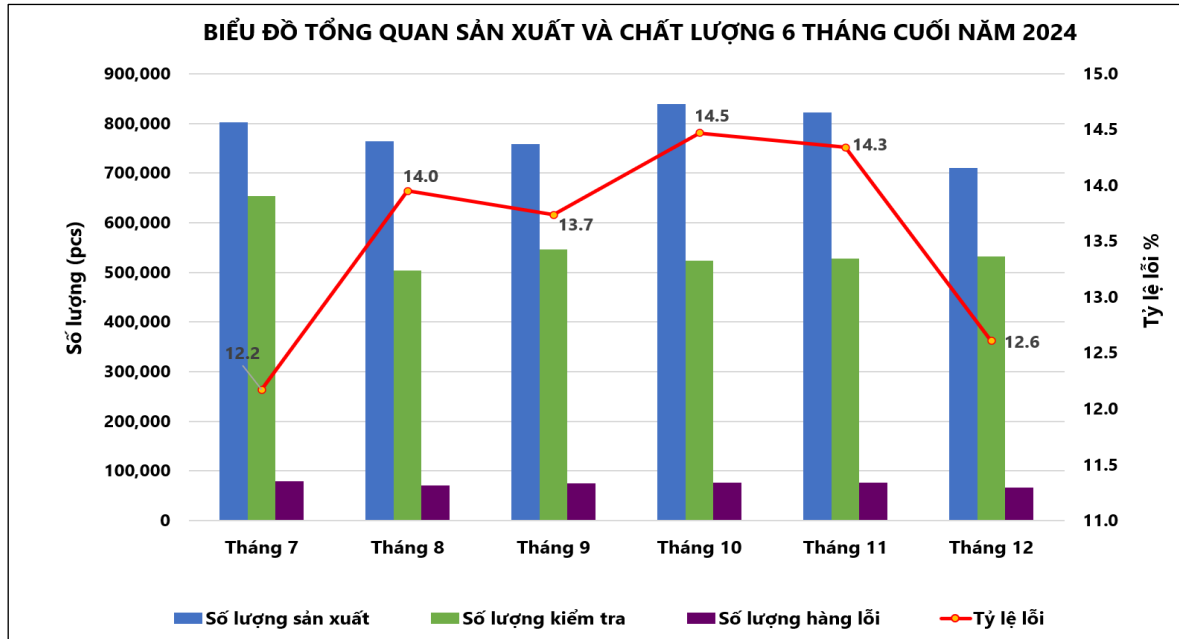
Chất lượng sản phẩm sau khi Anod hóa có vai trò quan trọng trong việc đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật và tính thẩm mỹ của linh kiện Spool. Dưới đây là bảng thống kê tình hình sản xuất sản phẩm Spool tại dây chuyền Anod trong 6 tháng cuối năm 2024, phản ánh chi tiết về sản lượng sản xuất, số lượng kiểm tra và tỷ lệ lỗi, qua đó cho thấy hiệu suất và chất lượng hoạt động sản xuất của doanh nghiệp trong giai đoạn này.

Bảng 3. 2. Số liệu sản xuất và tỷ lệ lỗi 6 tháng cuối năm 2024.

Tháng	T7	T8	T9	T10	T11	T12	Tổng cộng
Số lượng sản xuất (pcs)	801,867	764,121	758,661	839,534	821,322	710,230	4,695,735
Số lượng kiểm tra (pcs)	653,291	504,075	546,379	524,129	528,260	532,141	3,288,275
Số lượng hàng lỗi	79,512	70,325	75,055	75,832	75,747	67,091	443,562
Tỷ lệ lỗi/ số lượng kiểm tra (%)	12.2	14.0	13.7	14.5	14.3	12.6	13.5

Tổng cộng hơn 3,2 triệu sản phẩm được kiểm tra trong vòng 6 tháng, trong đó phát hiện 443,562 sản phẩm không đạt yêu cầu, tương ứng tỷ lệ lỗi trung bình 13.5%. Đây là con số đáng báo động, phản ánh mức độ rủi ro chất lượng hiện tại và chưa được kiểm soát hiệu quả.

Trên thực tế, bộ phận đã triển khai một số phương pháp cải tiến, tuy nhiên mức độ dao động tỷ lệ lỗi giữa các tháng cho thấy chưa có xu hướng cải thiện rõ rệt, thể hiện sự thiếu ổn định của quá trình, cho thấy các giải pháp hiện tại chưa thực sự hiệu quả.



Hình 3.7. Biểu đồ tổng quan sản xuất và chất lượng 6 tháng cuối năm 2024.

❖ Tác động của tỷ lệ lỗi đến hoạt động sản xuất

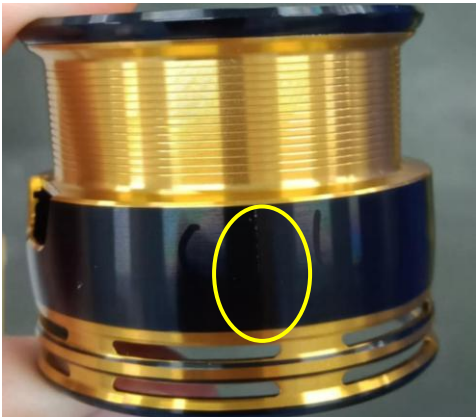
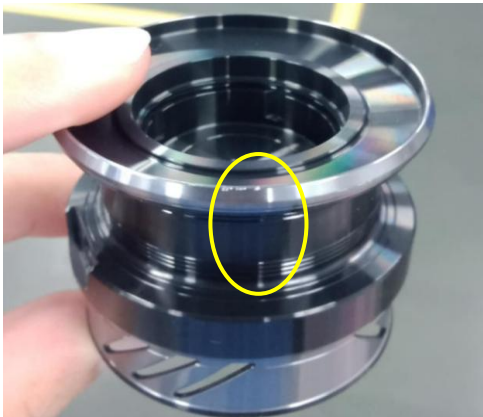
Việc tỷ lệ lỗi vẫn còn cao ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả hoạt động sản xuất theo nhiều khía cạnh:

- Tăng chi phí vận hành: Việc xử lý, loại bỏ và tái chế sản phẩm lỗi gây lãng phí lớn về nguyên vật liệu, nhân công và thời gian vận hành. Điều này tăng tổng chi phí sản xuất và giảm hiệu quả sử dụng nguồn lực.
- Giảm năng suất và hiệu quả sản xuất: Tỷ lệ sản phẩm không đạt chất lượng cao làm giảm sản lượng sản phẩm đạt tiêu chuẩn, ảnh hưởng đến khả năng đáp ứng kế hoạch sản xuất và đơn hàng của khách hàng.
- Ảnh hưởng đến uy tín chất lượng: Việc để lỗi đến tay khách hàng, đặc biệt với các thị trường đòi hỏi tiêu chuẩn nghiêm ngặt, có thể gây mất niềm tin và cơ hội phát triển thị trường.

❖ Các dạng lỗi thường gặp

Để minh họa rõ hơn tình hình chất lượng tại bộ phận sản xuất, hình ảnh dưới đây phản ánh một số lỗi thường gặp trong quá trình Anod hóa. Thông tin này giúp nhận diện thực trạng và là cơ sở cho các bước phân tích tiếp theo.

Bảng 3.3. Thống kê một số lỗi thường gặp trên Spool.

Danh mục lỗi	
	
Nứt phôi	Mẻ
	
Bong màu	Dính hóa chất
	
Trầy	Chấm trắng

Kết luận: Những tồn tại trong quá trình sản xuất cho thấy chất lượng sản phẩm vẫn chưa được kiểm soát ổn định, dù đã có một số biện pháp cải tiến được áp dụng trước đó. Tuy nhiên, các cách tiếp cận có thể còn rời rạc, thiếu cơ sở phân tích hệ thống hoặc chưa giải quyết được các nguyên nhân gốc rễ. Do đó, cần thiết phải áp dụng một phương pháp cải tiến bài bản hơn, dựa trên dữ liệu thực tế và các công cụ phân tích chuyên sâu nhằm nâng cao chất lượng sản phẩm một cách bền vững và hiệu quả hơn.

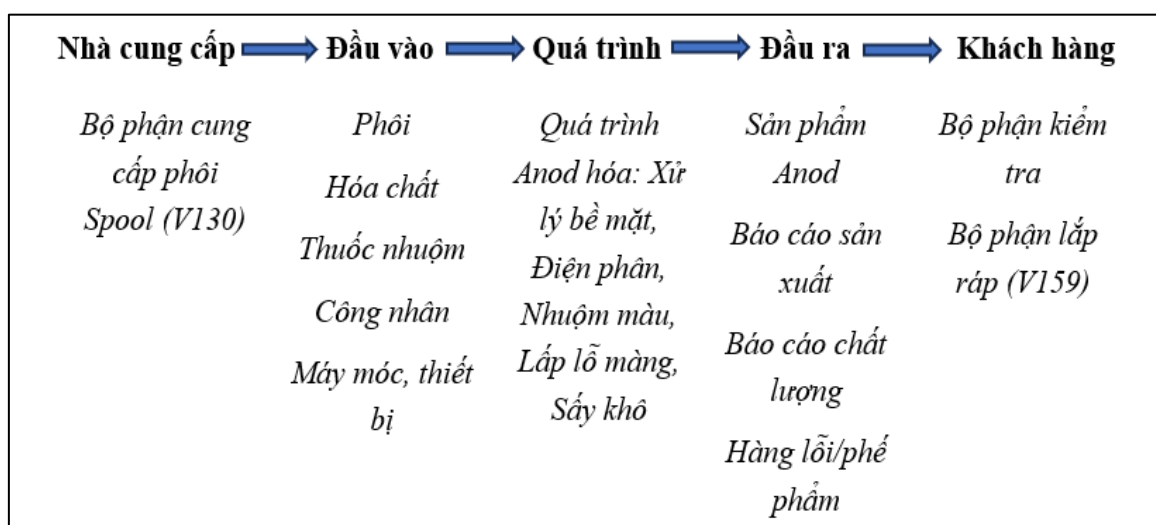
CHƯƠNG 4: ÁP DỤNG SIX SIGMA ĐỂ GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ

Tiến trình DMAIC là trọng tâm của dự án cải tiến quy trình Six Sigma, trong đó các công cụ chuyên biệt được vận dụng để chuyển một vấn đề thực tế sang dạng công thức thống kê, xây dựng một giải pháp trên mô hình thống kê sau đó chuyển nó sang giải pháp thực tế. Đồng thời, kết hợp thêm một số công cụ khác nhằm giải quyết các bài toán của DMAIC.

4.1. Giai đoạn Xác định vấn đề - Define (D)

Qua quá trình quan sát và tìm hiểu thực tế, nhận thấy tại bộ phận còn tồn đọng một số vấn đề về chất lượng. Mặc dù đã chuẩn hóa quy trình và thực hiện các phương pháp cải tiến, nhưng tỷ lệ lỗi vẫn còn khá cao, gây ảnh hưởng đến năng suất, chi phí sản xuất cũng như sự ổn định của quá trình sản xuất. Vì vậy, nhà máy cần phải thực hiện một số hành động phù hợp để giải quyết vấn đề này.

Trước khi tiến hành nghiên cứu, cần phải xây dựng nhóm dự án đồng thời phải hiểu rõ quá trình và phạm vi của dự án. Sau đó, nhóm tiến hành phân tích quá trình và phạm vi theo sơ đồ SIPOC để thấy được mối quan hệ giữa Nhà cung cấp – Đầu vào – Quá trình – Đầu ra – Khách hàng. Mô hình SIPOC không chỉ giúp định nghĩa rõ ràng quy trình mà còn xác định các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm. Nó giúp nhóm dự án có cái nhìn tổng thể, dễ dàng phân tích nguyên nhân gốc rễ và đề xuất các cải tiến một cách hệ thống hơn. Dưới đây là sơ đồ thể hiện phạm vi quy trình cơ bản.



Hình 4.1. Sơ đồ SIPOC.

Sau khi thảo luận, nhóm dự án sẽ tiến hành lên kế hoạch thiết lập bảng tuyên ngôn dự án. Tuyên ngôn dự án là một thỏa thuận của lãnh đạo và nhóm dự án về những kết quả kỳ vọng nhóm sẽ đạt được.

Nội dung của bản tuyên ngôn dự án bao gồm: mục tiêu, phạm vi, nhóm cải tiến và kế hoạch thực hiện.

Bảng 4.1. Bản tuyên ngôn dự án.

BẢN TUYÊN NGÔN DỰ ÁN	
Tên dự án: Áp dụng Six Sigma nhằm nâng cao chất lượng linh kiện Spool trên dây chuyền Anod hóa tại Công ty TNHH DAIWA Việt Nam.	
Thời gian: 6 tháng	Phạm vi dự án: Dây chuyền Anod hóa tại Công ty TNHH DAIWA Việt Nam.
Tóm tắt vấn đề: Vấn đề chất lượng sản phẩm tại dây chuyền Anod hóa vẫn chưa được cải thiện dù đã có áp dụng một số biện pháp nhưng vẫn chưa duy trì được sự ổn định dẫn đến tỷ lệ lỗi vẫn khá cao, tăng chi phí sản xuất và giảm năng suất. Do đó, nhóm dự án được thành lập và ưu tiên thực hiện dự án này.	
Mục tiêu của dự án: Giảm thiểu tỷ lệ lỗi so với hiện tại (tập trung vào các lỗi chiếm tỷ lệ cao nhất). Đồng thời nâng cao mức Sigma, cải thiện năng suất và tối ưu hóa quá trình sản xuất.	
Mốc thời gian - Kế hoạch thực hiện: – Tuần 1-2: Giai đoạn Xác định. – Tuần 3-4: Giai đoạn Đo lường. – Tuần 5-9: Giai đoạn Phân tích. – Tuần 10-18: Giai đoạn Cải tiến. – Tuần 19-24: Giai đoạn Kiểm soát.	
Nhóm dự án: – Trưởng bộ phận: Giám sát dự án. – Chuyên viên chất lượng: Trưởng nhóm, điều phối các hoạt động của dự án. – Trưởng ca sản xuất: Cung cấp các thông tin về sản phẩm, quá trình, dây chuyền máy móc thiết bị phục vụ cho quá trình sản xuất. – Công nhân bộ phận Anod hóa: Cung cấp các thông tin về lỗi của sản phẩm. – Thực tập sinh: phối hợp thu thập dữ liệu, đề xuất giải pháp và biện pháp khắc phục.	

Trong giai đoạn này, nhóm đã tiến hành xác định các yếu tố cốt lõi thông qua sơ đồ SIPOC, đồng thời xây dựng bảng tuyên ngôn dự án nhằm định hình mục tiêu, phạm vi và các bên liên quan. Tuy nhiên, do giai đoạn này chủ yếu tập trung vào việc thiết lập khung dự án ban đầu, các mục tiêu được xác định vẫn mang tính định tính, chưa cụ thể hóa bằng dữ liệu đo lường. Để đảm bảo tính chính xác và khách quan trong việc định hướng cải tiến, mục tiêu định lượng sẽ được thiết lập sau khi hoàn tất quá trình thu thập và phân tích dữ liệu trong giai đoạn đo lường (Measure).

4.2. Giai đoạn Đo lường – Measure (M)

Để có cơ sở cho các giai đoạn tiếp theo, nhóm dự án tập trung vào việc thu thập dữ liệu định lượng, giúp phản ánh chính xác thực trạng của vấn đề đã xác định. Các dữ liệu sau đây được thu thập từ quá trình đo lường thực tế.

4.2.1. Số lượng các lỗi Spool tại bộ phận Anod hóa

Dưới đây là dữ liệu lỗi và tỷ lệ sản phẩm lỗi theo thứ tự xảy ra nhiều hơn được thu thập trong 6 tháng cuối năm 2024 được tổng hợp ở các bảng sau, làm cơ sở cho việc xây dựng biểu đồ Pareto nhằm xác định các lỗi chính ảnh hưởng đến quy trình, cần ưu tiên được xử lý.

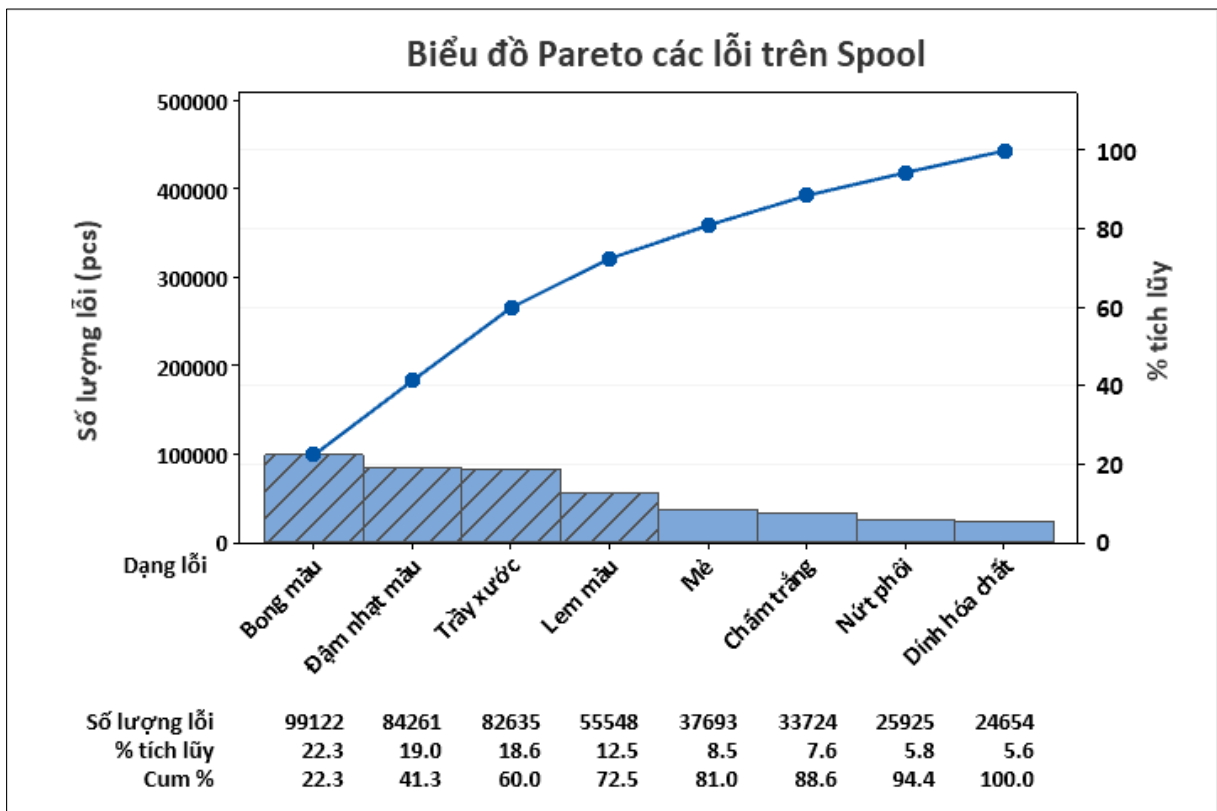
Bảng 4. 2. Thống kê số lượng lỗi trên Spool qua 6 tháng cuối năm 2024.

THỐNG KÊ SỐ LƯỢNG LỖI SPOOL (pcs)							
Tháng Các lỗi	Tháng 7	Tháng 8	Tháng 9	Tháng 10	Tháng 11	Tháng 12	Tổng
Trầy xước	13,901	14,002	13,080	15,887	13,210	12,555	82,635
Đậm nhạt màu	14,008	12,880	16,853	11,314	15,006	14,200	84,261
Bong màu	17,223	14,002	16,963	18,535	15,874	16,525	99,122
Mề	5,621	8,370	7,115	5,671	6,635	4,281	37,693
Chấm trắng	6,042	4,777	3,461	8,542	5,554	5,348	33,724
Nứt phôi	5,057	3,994	4,831	2,358	6,561	3,124	25,925
Lem màu	12,625	8,210	8,001	10,222	8,974	7,516	55,548
Dính hóa chất	5,035	4,090	4,751	3,303	3,933	3,542	24,654
Tổng	79,512	70,325	75,055	75,832	75,747	67,091	443,562

Bảng 4.3. Tỷ lệ lỗi Spool trong 6 tháng cuối năm 2024.

STT	Dạng lỗi	Số lượng (pcs)	% lỗi	% tích lũy
1	Bong màu	99,122	22.3	22.3
2	Đậm nhạt màu	84,261	19.0	41.3
3	Trầy xước	82,635	18.6	60.0
4	Lem màu	55,548	12.5	72.5
5	Mề	37,693	8.5	81.0
6	Chấm trắng	33,724	7.6	88.6
7	Nứt phôi	25,925	5.8	94.4
8	Dính hóa chất	24,654	5.6	100

Từ những dữ liệu trên, nhóm tiến hành lập biểu đồ Pareto để tìm ra các lỗi quan trọng cần được ưu tiên giải quyết trước.



Hình 4.2. Biểu đồ Pareto các lỗi trên Spool 6 tháng cuối năm 2024.

Kết quả thể hiện trên biểu đồ chỉ ra bốn dạng lỗi chính gồm Bong màu, Đậm nhạt màu, Trầy xước và Lem màu chiếm tỷ lệ lỗi tích lũy lên đến 72,5%. Cụ thể, lỗi Bong

màu chiếm tỷ trọng lớn nhất với 22,3%, tiếp theo là lỗi Đậm nhạt màu (19,0%), lỗi Trầy xước (18,6%) và lỗi Lem màu (12,5%). Các lỗi khác như Mẻ, Chấm trắng, Nứt phôi và Dính hóa chất có tỷ trọng thấp hơn, với mỗi loại chiếm khoảng 5–9% tổng số lỗi. Theo nguyên tắc 80/20, nhóm bốn lỗi chính này sẽ được ưu tiên tập trung cải tiến trước nhằm mang lại hiệu quả giảm lỗi cao nhất cho quy trình sản xuất.

4.2.2. Xác định cấp độ Six Sigma hiện tại

Qua bảng 4.2 và bảng 4.3, ta có được hệ số Sigma của bộ phận như sau:

Tổng số khuyết tật = 443,562

Tổng số cơ hội xảy ra khuyết tật = Số lượng kiểm tra × Số cơ hội xảy ra

$$= 3,288,275 \times 8 = 26,306,200$$

$$\begin{aligned} \text{DPMO} &= \frac{(\text{Số khuyết tật} \times 1.000.000)}{\text{Số đơn vị sản phẩm} \times \text{Số cơ hội xảy ra khuyết tật}} \\ &= \frac{(443,562 \times 1.000.000)}{26,306,200} = 16862 \end{aligned}$$

Dựa vào bảng chuyển đổi 6 Sigma (Phụ lục 1), ta xác định được mức Sigma hiện tại của bộ phận Anod là 3.62. Đây là mức Sigma thể hiện hiệu suất ở mức trung bình, để đạt được mức độ chất lượng cao theo tiêu chuẩn Six Sigma, bộ phận Anod hóa cần phải nỗ lực hơn nữa trong việc giảm thiểu số lượng khuyết tật phát sinh trong quá trình sản xuất.

Qua khảo sát thực tế, công ty hiện đang áp dụng một số phương pháp cải tiến như 5S, Gorika và Industrial Engineering (IE). Thực tế cho thấy, dù đã áp dụng một số phương pháp để cải tiến nhưng lượng tỷ lệ lỗi vẫn khá cao (13.5%), tương ứng với mức Sigma ở trên.

Trên cơ sở đó, nhóm dự án sử dụng phương pháp Six Sigma theo hướng tiếp cận định lượng và khoa học hơn nhằm kiểm soát và cải tiến chất lượng sản phẩm. Nhóm tiếp tục đưa ra mục tiêu giảm thiểu tỷ lệ lỗi, đồng nghĩa nâng cao mức Sigma và tối ưu hóa quy trình Anod hóa linh kiện Spool. Dưới đây là bảng mục tiêu của dự án được thiết lập:

Bảng 4.4. Mục tiêu dự án Six Sigma sau khi đo lường hiện trạng.

Tiêu chí	Hiện tại	Mục tiêu cải tiến
Mức Sigma	3.62 Sigma	3.85 Sigma

Việc lựa chọn mục tiêu cải tiến trên là phù hợp với hiện trạng và nguồn lực thực tế. Mức Sigma trên thể hiện việc giảm đáng kể số lượng lỗi, đảm bảo tính khả thi trong thời gian triển khai dự án. Việc đặt mục tiêu quá cao có thể vượt ngoài khả năng cải thiện ngắn hạn và thiếu tính thực tế, trong khi mức 3.85 (giảm mức DPMO xuống khoảng 40 - 50% so với mức DPMO ban đầu) vẫn đủ để phản ánh rõ hiệu quả cải tiến khi tập trung vào các lỗi nghiêm trọng nhất.

4.3. Giai đoạn Phân tích – Analyze (A)

Trong quá trình Anod hóa, yếu tố độ dày lớp màng Anod được xác định là một đặc tính kỹ thuật then chốt, có ảnh hưởng trực tiếp đến tính đồng đều, độ bền và khả năng đáp ứng các yêu cầu chất lượng bề mặt. Khi độ dày không ổn định, các vấn đề phát sinh có thể làm giảm chất lượng sản phẩm và gia tăng tỷ lệ lỗi. Do đó, tiến hành kiểm soát và phân tích quá trình, giúp phát hiện kịp thời các biến động bất thường trong quy trình, từ đó duy trì sự ổn định và nâng cao chất lượng đầu ra.

4.3.1. Phân tích quá trình kiểm soát độ dày màng

Để đánh giá mức độ ổn định và khả năng kiểm soát của quá trình Anod hóa về phương diện này, tiến hành xây dựng và phân tích biểu đồ kiểm soát (Control Chart), bao gồm X-bar Chart và S Chart, dựa trên dữ liệu thực tế về độ dày lớp màng Anod. Mục tiêu của phân tích nhằm xác định xem quá trình hiện tại có đang nằm trong trạng thái kiểm soát thống kê hay không, đồng thời phát hiện các biến động bất thường có khả năng là nguyên nhân tiềm ẩn dẫn đến sự xuất hiện của các lỗi trên.

Độ dày màng Anod có đơn vị đo lường là μm , đây là dạng dữ liệu liên tục nên kế hoạch thu thập mẫu được đề xuất ở bảng sau:

Bảng 4.5. Kế hoạch thu thập dữ liệu của độ dày lớp màng.

Nơi thu thập	Kích cỡ nhóm mẫu (n)	Số nhóm mẫu (N)	Tổng số mẫu (n × N)	Thời gian đo	Phương pháp đo
Khu vực sản xuất	Lấy ngẫu nhiên 10 mẫu mỗi lô	15 lô	$10 \times 15 = 150$	7 ngày	Sử dụng máy đo độ dày màng

Vì độ dày màng Anod phụ thuộc vào màu sắc cần nhuộm, nhóm tiến hành phân tích theo mẫu màu có yêu cầu kỹ thuật về độ dày màng nằm trong mức $7.5 \pm 0.5 \mu m$. Nếu độ dày màng của Spool không đảm bảo theo yêu cầu, các tình trạng lỗi trên sẽ rất dễ xảy ra. Dưới đây là bảng số liệu mà nhóm đã thu thập được về độ dày màng Anod và

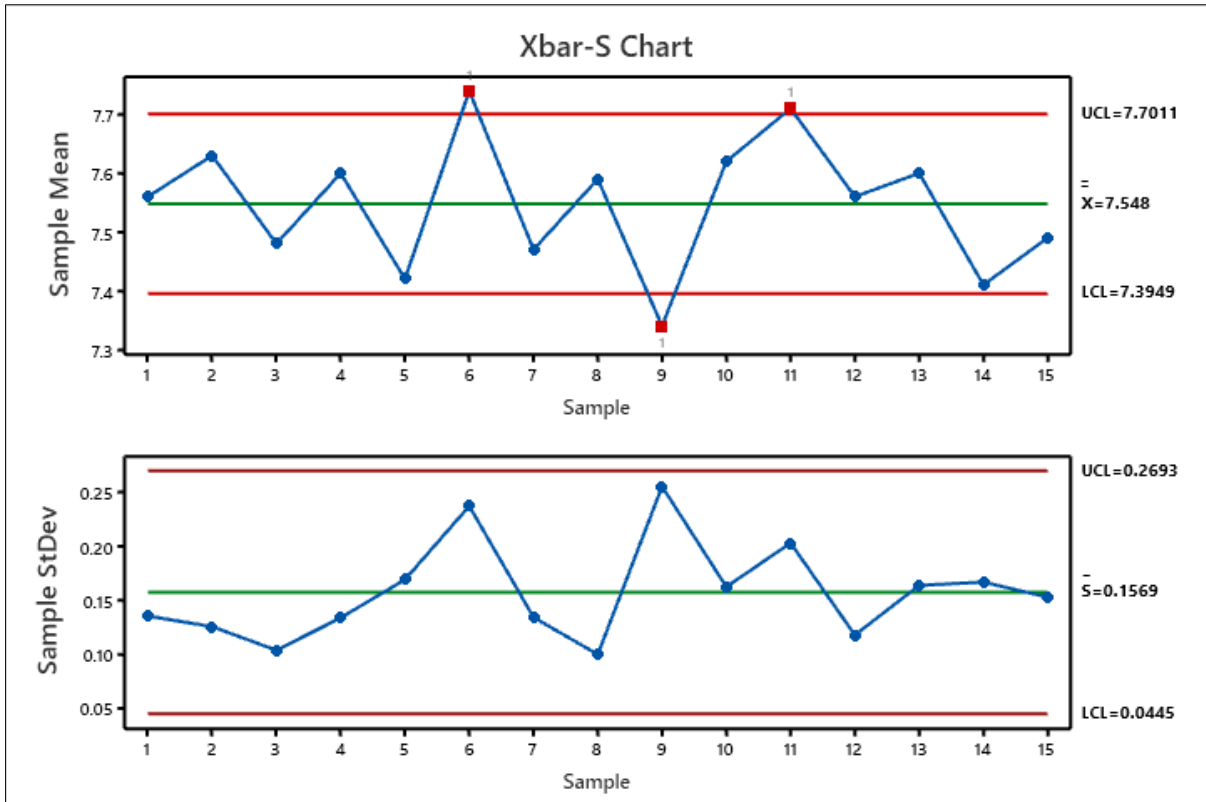
tiến hành lập biểu đồ kiểm soát để đánh giá mức độ ổn định và phát hiện các sai lệch trong quá trình sản xuất, giúp cải thiện tỷ lệ lỗi.

Bảng 4.6. Số liệu độ dày màng Anod trong 15 lô.

ĐVT: μm

Mẫu Lô	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	7.6	7.6	7.3	7.6	7.5	7.6	7.6	7.4	7.6	7.8
2	7.5	7.7	7.6	7.5	7.6	7.7	7.9	7.6	7.5	7.7
3	7.6	7.4	7.5	7.5	7.3	7.6	7.4	7.6	7.5	7.4
4	7.7	7.6	7.8	7.4	7.8	7.5	7.5	7.5	7.6	7.6
5	7.6	7.5	7.3	7.4	7.4	7.5	7.0	7.5	7.5	7.5
6	7.7	7.6	7.5	7.5	8.0	8.2	7.8	7.9	7.5	7.7
7	7.3	7.5	7.2	7.5	7.6	7.5	7.4	7.5	7.6	7.6
8	7.5	7.6	7.5	7.6	7.5	7.8	7.6	7.5	7.6	7.7
9	7.5	7.6	6.9	7.3	7.4	6.9	7.5	7.4	7.3	7.6
10	7.6	7.4	7.8	7.8	7.9	7.5	7.5	7.6	7.6	7.5
11	7.6	7.5	7.6	7.6	7.5	7.8	8.1	7.7	8.0	7.7
12	7.5	7.4	7.6	7.6	7.6	7.6	7.5	7.4	7.6	7.8
13	7.4	7.5	7.4	7.7	7.6	7.4	7.8	7.8	7.7	7.7
14	7.3	7.4	7.5	7.0	7.5	7.4	7.4	7.5	7.6	7.5
15	7.4	7.5	7.6	7.6	7.5	7.5	7.4	7.3	7.3	7.8

Để theo dõi sự ổn định của quá trình Anod hóa thông qua độ dày màng Anod, biểu đồ kiểm soát $\bar{X}$ -S đã được sử dụng dựa trên số liệu từ 15 lô sản phẩm, mỗi lô gồm 10 mẫu. Biểu đồ $\bar{X}$ -(trung bình mẫu) cho thấy sự dao động của giá trị trung bình độ dày màng theo từng lô, trong khi biểu đồ S (độ lệch chuẩn mẫu) phản ánh mức độ phân tán của từng lô sản phẩm.



Hình 4.3. Biểu đồ kiểm soát Xbar – S của quá trình hiện tại.

Trong biểu đồ X, giá trị trung bình quá trình được xác định là $\bar{X} = 7.548$, với giới hạn kiểm soát trên (UCL) là 7.7011 và giới hạn dưới (LCL) là 7.3949. Quan sát biểu đồ cho thấy có ba điểm (tại lô số 6, 9 và lô số 11) vượt ra ngoài giới hạn kiểm soát, bên cạnh đó các điểm tại lô 5 và 14 cũng sát cận biên giới hạn kiểm soát. Đây là dấu hiệu cho thấy quá trình có khả năng bị tác động bởi yếu tố thất thường, dẫn đến sự dao động không ổn định của trung bình quá trình. Các biến động này có thể ảnh hưởng chất lượng đầu ra độ dày Anod không đồng đều (quá dày hoặc quá mỏng) có thể làm giảm độ bền, khả năng chống ăn mòn, tăng khả năng xảy ra các lỗi trên.

Ngược lại, biểu đồ S cho thấy giá trị độ lệch chuẩn trung bình là $\bar{S} = 0.1569$, với UCL = 0.2693 và LCL = 0.0445. Không có điểm nào vượt giới hạn kiểm soát trong biểu đồ này, phản ánh việc kiểm soát cơ bản được duy trì. Tuy nhiên, mức độ phân tán của độ dày Anod vẫn khá cao, đặc biệt là ở giai đoạn đầu (mẫu 1-6) với độ lệch chuẩn giao động từ 0.1 – 0.25 μm , cho thấy sự không đồng đều đáng kể giữa các sản phẩm trong từng lô. Các mẫu còn lại, mức độ phân tán giảm (0.1-0.15 μm), cho thấy quy trình đã được cải thiện, nhưng vẫn cần tối ưu hóa để đảm bảo độ dày Anod đồng đều. Sự phân tán cao này có thể ảnh hưởng đến chất lượng đầu ra, như độ bền và quá trình lên màu của sản phẩm.

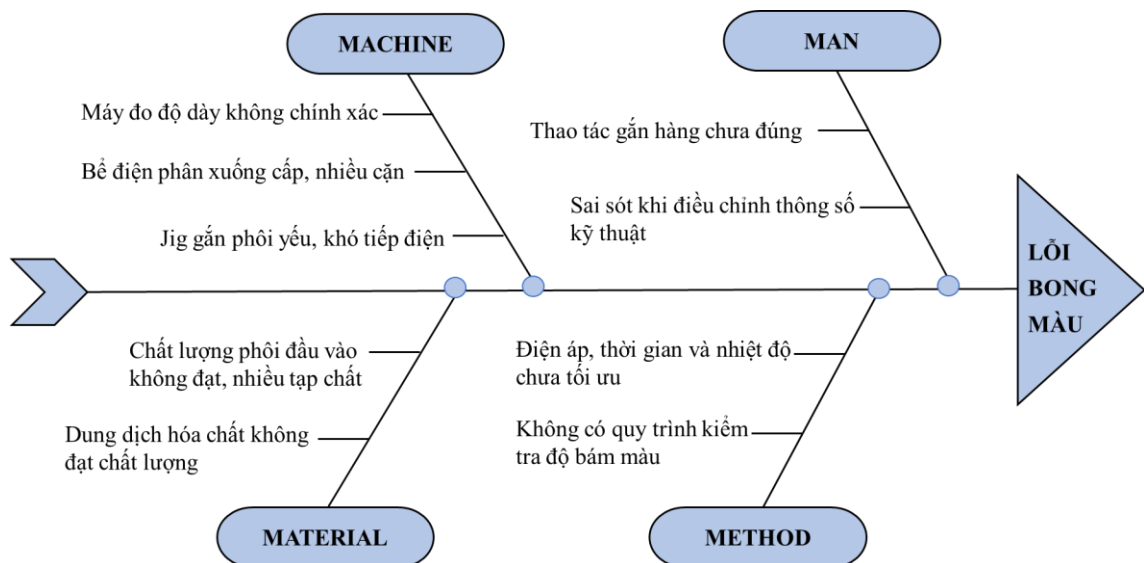
Sau khi phân tích các dữ liệu kiểm soát qua Control Chart, nhóm dự án đã xác định được các biến động bất thường trong quá trình sản xuất, như sự xuất hiện của các điểm dữ liệu vượt qua giới hạn kiểm soát hoặc các xu hướng không ổn định. Những biến động này cho thấy có sự tác động của các yếu tố ngoài tầm kiểm soát, từ đó cần tiến hành xác định nguyên nhân gốc rễ của vấn đề.

4.3.2. Phân tích nguyên nhân ban đầu

Các lỗi chính được xác định ưu tiên giải quyết là Bong màu, Trầy xước, Đậm nhạt màu và Lem màu đều ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng linh kiện Spool. Để làm rõ nguyên nhân dẫn đến các biến động bất thường này, nhóm dự án sẽ tiến hành phân tích các nguyên nhân ban đầu bằng sơ đồ xương cá nhằm xác định các yếu tố cốt lõi ảnh hưởng đến quá trình Anod hóa. Sau đó, tiến hành phân tích 5 Whys để tìm ra nguyên nhân gốc rễ không chỉ giúp nhận diện các điểm yếu trong quy trình mà còn tạo nền tảng cho việc xây dựng các giải pháp cải tiến hiệu quả.

4.3.2.1. Phân tích nguyên nhân gây ra lỗi bong màu

Dưới đây là sơ đồ xương cá thể hiện nguyên nhân gây ra lỗi bong màu:



Hình 4.4. Biểu đồ xương cá thể hiện nguyên nhân gây ra lỗi bong màu.

– Yếu tố con người:

- Thao tác gắn hàng chưa đúng: Việc gắn phôi không đúng cách hoặc quá lỏng lẻo dẫn có thể ảnh hưởng đến phôi tiếp điện kém tạo ra lớp màng không đều và không bám dính tốt. Cần hướng dẫn và kiểm tra kỹ lưỡng ở khâu gắn hàng.

- Sai số khi điều chỉnh thông số kỹ thuật: Việc cài đặt sai các thông số như điện áp, thời gian và nhiệt độ sẽ trực tiếp ảnh hưởng đến chất lượng lớp oxit, dẫn đến sản phẩm có độ dày màng khác nhau, tăng nguy cơ bong màu Anod.

– **Yếu tố máy móc:**

- Máy đo độ dày không chính xác: Việc đo độ dày màng không chính xác khiến cho lớp màng mỏng hoặc không đạt tiêu chuẩn không được phát hiện kịp thời. Linh kiện có lớp màng yếu dễ bị bong màu trong quá trình sử dụng hoặc các công đoạn tiếp theo, dẫn đến tỷ lệ lỗi bong màu tăng cao.
- Jig gắn phôi yếu, khó tiếp điện: Jig gắn không chắc chắn hoặc điểm tiếp điện kém có thể dẫn đến sự tiếp xúc không ổn định giữa phôi và nguồn điện trong quá trình Anod hóa. Điều này có thể gây ra lớp phủ không đều hoặc không bám dính tốt ở một số vị trí.
- Bề điện phân xuống cấp, nhiều cặn: Bề điện phân bị ăn mòn hoặc nứt vỡ làm rò rỉ dung dịch, giảm nồng độ và hiệu quả điện phân. Ngoài ra, cặn bẩn và các tạp chất có thể ảnh hưởng đến dung dịch điện phân, dẫn đến lớp oxit không đạt yêu cầu, dẫn đến hiện tượng bong màu.

– **Yếu tố vật liệu:**

- Chất lượng phôi đầu vào không đạt: Bề mặt phôi không đồng nhất, rỉ khí hoặc chứa nhiều tạp chất sẽ làm giảm khả năng bám dính của lớp màng.
- Dung dịch hóa chất không đạt chất lượng: Dung dịch bị nhiễm bẩn, hoặc sử dụng hóa chất kém chất lượng có thể dẫn đến lớp màu không đều, độ bám dính kém và dễ bị bong tróc.

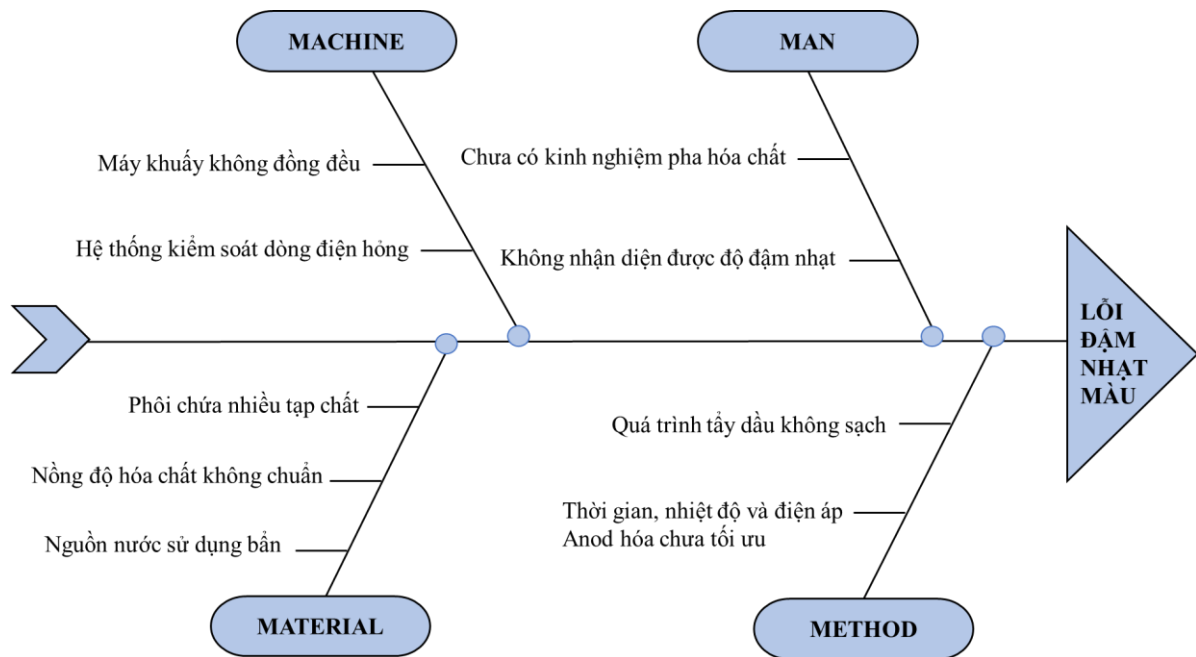
– **Yếu tố phương pháp:**

- Điện áp, thời gian và nhiệt độ Anod chưa tối ưu: Việc sử dụng các mức thông số điện áp, thời gian và nhiệt độ Anod hóa không phù hợp hoặc chưa tối ưu có thể dẫn đến lớp màng oxit mỏng, xốp hoặc không đồng đều, làm giảm khả năng bám dính của lớp màu dẫn đến việc bong tróc. Cần xác định các thông số Anod hóa tối ưu cho từng màu và quy trình cụ thể.
- Không có quy trình kiểm tra độ bám màu: Các lỗi bong màu chủ yếu được phát hiện ở giai đoạn kiểm tra ngoại quan, chủ yếu là các trường hợp bong

màu rõ rệt. Tuy nhiên, các lỗi bong nhỏ thường khó phát hiện, và sau một thời gian sẽ lan rộng, gây bong tróc thành mảng lớn. Điều này cho thấy tồn tại các lỗi ẩn về độ bám màu mà quy trình hiện tại chưa kiểm soát được.

4.3.2.2. Phân tích nguyên nhân gây ra lỗi đậm nhạt màu

Dưới đây là sơ đồ xương cá thể hiện nguyên nhân gây ra lỗi đậm nhạt màu:



Hình 4.5. Biểu đồ xương cá thể hiện nguyên nhân gây ra lỗi đậm nhạt màu.

– Yếu tố con người:

- Chưa có kinh nghiệm pha hóa chất: Công nhân không có kinh nghiệm pha hóa chất có thể pha sai tỷ lệ dẫn đến nồng độ không đạt yêu cầu, ảnh hưởng đến quá trình tạo màng và khả năng nhuộm màu.
- Không nhận diện được độ đậm nhạt: Việc công nhân không có kỹ năng sử dụng bảng màu chuẩn để phân biệt được độ đậm nhạt của màu sẽ dễ dàng chấp nhận các sản phẩm không đạt tiêu chuẩn về màu sắc, dẫn đến tỷ lệ lỗi này tăng cao, khó kiểm soát.

– Yếu tố máy móc:

- Máy khuấy không đồng đều: Máy khuấy không hoạt động ổn định hoặc tốc độ khuấy không đồng đều, dẫn đến dung dịch hóa chất trong bể bị phân tầng hoặc không đồng nhất. Linh kiện khi nhúng vào bể có thể tiếp xúc

với dung dịch không đồng nhất, làm cho màu bị đậm nhạt, không đồng đều.

- Hệ thống kiểm soát dòng điện hồng: Dòng điện không ổn định sẽ trực tiếp ảnh hưởng đến quá trình hình thành lớp oxit Anod. Lớp màng mỏng hoặc không đồng đều sẽ dẫn đến màu sắc nhạt hoặc không đều sau khi nhuộm.

– **Yếu tố vật liệu:**

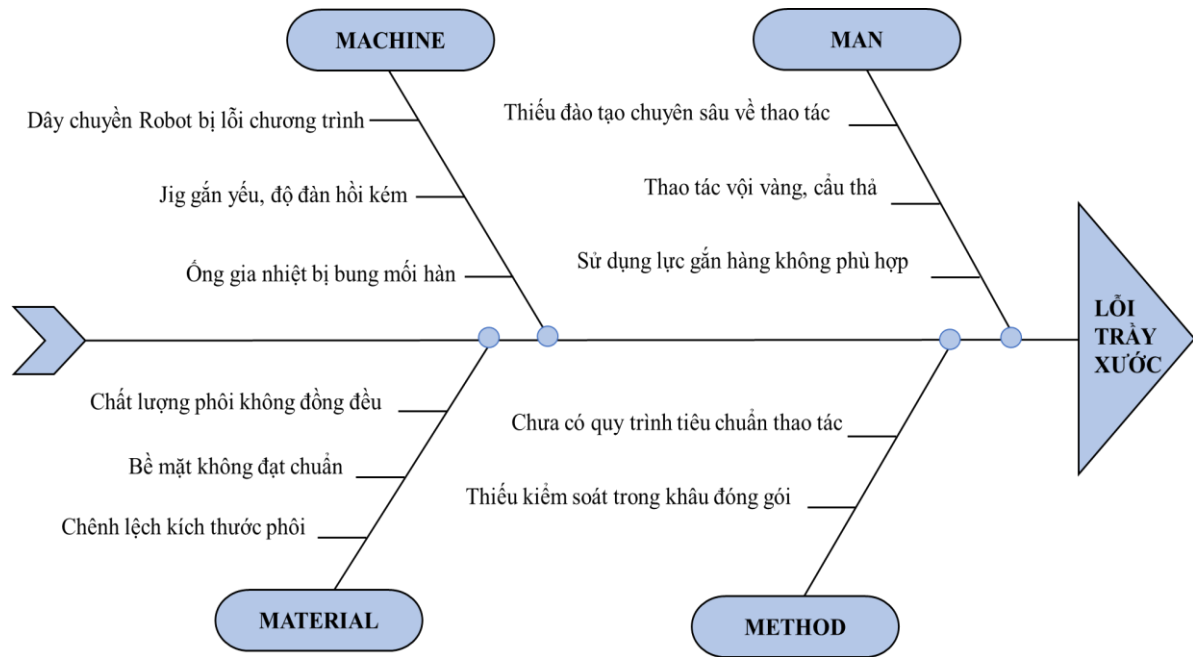
- Phôi chứa nhiều tạp chất: Các tạp chất trong kim loại làm giảm khả năng oxi hóa đồng nhất trên bề mặt nhôm. Khi quá trình Anod hóa diễn ra, các khu vực có thành phần khác biệt sẽ tạo ra lớp màng không đều, dẫn đến sự không đồng nhất về màu sắc sau nhuộm.
- Nồng độ hóa chất không chuẩn: Nồng độ hóa chất nhuộm không đạt (quá loãng hoặc không đúng tỷ lệ quy định) khiến quá trình hấp thụ màu diễn ra không đồng đều giữa các bề mặt linh kiện. Điều này dẫn đến hiện tượng đậm nhạt màu rõ rệt, làm giảm tính thẩm mỹ và không đạt yêu cầu chất lượng.
- Nguồn nước sử dụng bẩn: Nước sử dụng để pha chế hóa chất và dùng trong các bể rửa bị nhiễm bẩn có thể ngăn cản quá trình oxi hóa, dẫn đến quá trình tạo màu không đồng đều.

– **Yếu tố phương pháp:**

- Quá trình tẩy dầu không sạch: Các bề mặt tẩy không phù hợp do nhiệt độ hoặc thời gian không ổn định sẽ làm các phôi còn dính dầu và tạp chất, cản trở quá trình oxi hóa và có nguy cơ gây ra hiện tượng đậm nhạt sau khi nhuộm, đặc biệt là các vùng bị dầu bao phủ.
- Thời gian, nhiệt độ và điện áp Anod hóa chưa tối ưu: Thời gian và nhiệt độ Anod chưa tối ưu sẽ ảnh hưởng đến độ dày và cấu trúc lớp màng. Lớp màng không đều sẽ có mức độ hấp thụ màu nhuộm khác nhau gây ra lỗi đậm nhạt.

4.3.2.3. Phân tích nguyên nhân gây ra lỗi tẩy xước

Dưới đây là sơ đồ xương cá thể hiện nguyên nhân gây ra lỗi tẩy xước:



Hình 4.6. Biểu đồ xương cá thể hiện nguyên nhân gây ra lỗi trầy xước.

– **Yếu tố con người:**

- Thiếu đào tạo chuyên sâu về thao tác: Công nhân có thể chưa được đào tạo đầy đủ về cách cầm nắm, di chuyển sản phẩm trên chuyền một cách cẩn thận.
- Thao tác vội vàng, cầu thả: Áp lực về thời gian và tiến độ sản xuất gây ra các thao tác không cẩn thận, gây va chạm linh kiện với nhau dẫn đến trầy xước, bên cạnh đó một số công nhân chưa có thái độ làm việc nghiêm túc và cầu thả.
- Sử dụng lực gắn không phù hợp: Trong trường hợp công nhân sử dụng lực siết mạnh quá chặt, khi gỡ linh kiện ra khỏi Jig phải dùng lực lớn hơn để gỡ sản phẩm, dẫn đến cọ xát mạnh làm phát sinh vết trầy. Ngược lại, nếu linh kiện trên cùng một khung Jig không được siết chặt, khi dây chuyền di chuyển hoặc rung, các linh kiện có thể va chạm vào nhau, gây ra các vết trầy do ma sát.

– **Yếu tố máy móc:**

- Dây chuyền Robot bị lỗi chương trình: Khi chương trình điều khiển của Robot bị lỗi hoặc không được cập nhật, Robot có thể di chuyển sai vị trí hoặc va chạm trực tiếp vào linh kiện, gây ra các hiện tượng trầy xước.

- Jig gắn yếu, độ đàn hồi kém: Jig gắn cũ và yếu sẽ không có độ đàn hồi đảm bảo hoặc bị mài mòn theo thời gian, linh kiện không được gắn chặt, có thể dẫn đến việc rơi linh kiện khi chạy chuyền.
- Ống gia nhiệt bị bung mối hàn: Các mối hàn không đạt hoặc lâu ngày bung ra làm các chi tiết gia nhiệt bị bong ra, rơi vào dây chuyền, có thể trực tiếp va chạm với linh kiện gây ra hiện tượng trầy xước.

– **Yếu tố vật liệu:**

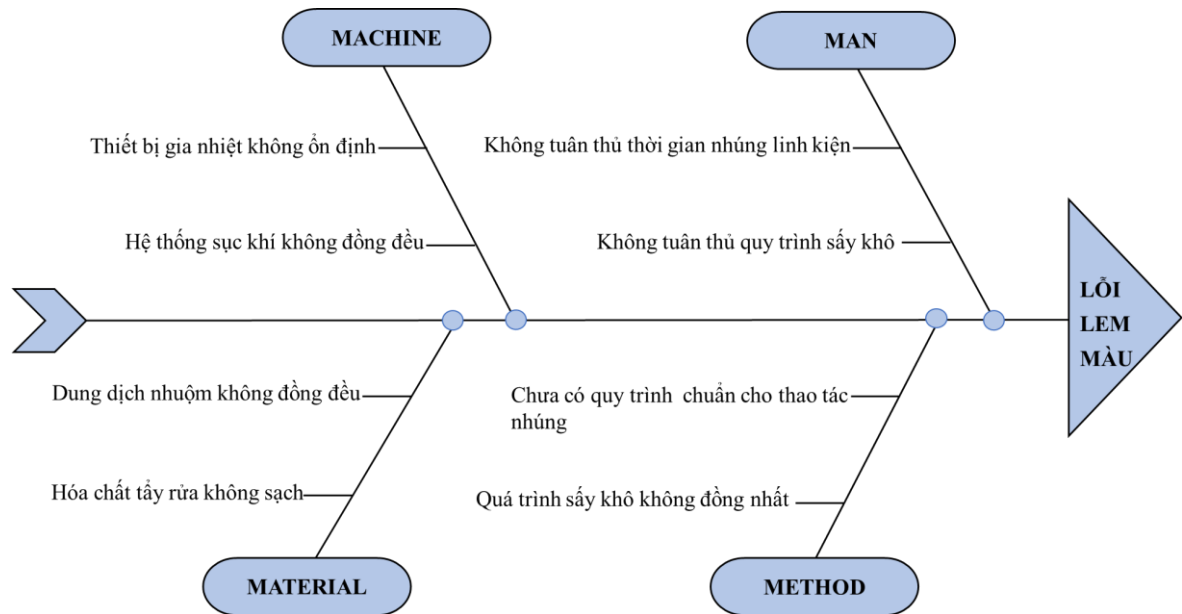
- Chất lượng phôi không đồng đều: Phôi trong các lô hàng không đồng nhất về hàm lượng kim loại có thể gây ra sự khác biệt về độ cứng. Phôi có độ cứng quá cao hoặc quá thấp đều làm cho lớp màng Anod dễ bị trầy khi va chạm trong quá trình nhúng và di chuyển giữa các bể hóa chất.
- Chênh lệch kích thước của phôi: Nếu các phôi có kích thước quá khác biệt được kẹp trên cùng một Jig, lực kẹp có thể không được phân bố đều, dẫn đến việc một số phôi bị kẹp quá chặt sẽ dễ trầy xước khi gỡ hàng, trong khi các phôi khác lại bị lỏng lẻo và dễ di chuyển, va chạm với các phôi khác.
- Bề mặt phôi không đạt chuẩn: Phôi nhôm bị oxi hóa nhẹ khi để lâu ngoài không khí sẽ tạo ra lớp màng oxit mỏng, trong trường hợp quá trình xử lý bề mặt không sạch sẽ khó hình thành lớp màng Anod hoặc lớp màng không đều, dễ trầy xước.

– **Yếu tố phương pháp:**

- Chưa có quy trình tiêu chuẩn thao tác: Chưa có quy trình tiêu chuẩn dẫn đến việc công nhân không thực hiện đồng nhất, thiếu kiểm soát lực và cách xử lý linh kiện, gây tiếp xúc sai cách, làm tăng nguy cơ trầy xước bề mặt sản phẩm.
- Thiếu kiểm soát trong khâu đóng gói: Việc sử dụng vật liệu đóng gói không phù hợp, có bề mặt thô ráp hoặc kích thước chứa quá nhỏ sẽ ảnh hưởng đến bề mặt Anod, dễ gây trầy xước.

4.3.2.4. Phân tích nguyên nhân gây ra lỗi lem màu

Dưới đây là sơ đồ xương cá thể hiện nguyên nhân gây ra lỗi lem màu:



Hình 4.7. Biểu đồ xương cá thể hiện nguyên nhân gây ra lỗi lem màu.

– **Yếu tố con người:**

- Không tuân thủ thời gian nhúng linh kiện: Công nhân nhúng linh kiện quá nhanh hoặc quá lâu dẫn đến mức độ hấp thụ màu không đều. Nếu thời gian nhúng quá ngắn thì lớp màng oxit chưa được hình thành đủ, màu nhuộm thấm không đều, gây ra những vùng loang lổ. Nếu thời gian nhúng quá lâu, thuốc nhuộm ngấm quá sâu hoặc phân bố không đều, gây ra các vết loang hoặc lem màu do dung dịch bị chảy hoặc đọng lại ở các vị trí không mong muốn.
- Không tuân thủ quy trình sấy khô: Việc không tuân thủ về nhiệt độ hoặc thời gian có thể dẫn đến việc linh kiện chưa được khô hoàn toàn trước khi chuyển sang công đoạn tiếp theo, lượng nước còn lại trên bề mặt sẽ hòa tan hoặc kéo màu nhuộm ra khỏi màng Anod, tạo ra vết màu loang và lem màu.

– **Yếu tố máy móc:**

- Thiết bị gia nhiệt không ổn định: Sự thay đổi nhiệt độ do ống gia nhiệt bị hỏng hoặc trục trặc dẫn đến việc hấp thụ màu không đều, một số vùng trên sản phẩm hấp thụ nhiều màu hơn các vùng khác, tăng khả năng lem màu.
- Hệ thống sục khí không đồng đều: Việc sục khí hoặc khuấy không đều trong bể nhuộm có thể dẫn đến sự tiếp xúc không đều giữa thuốc nhuộm và vật liệu, khiến một số vùng được nhuộm khác nhau và có khả năng dẫn đến lem màu.

– **Yếu tố vật liệu:**

- Dung dịch nhuộm không đồng đều: Dung dịch không đồng đều về độ đặc và nồng độ của thuốc nhuộm dẫn đến một số vùng nhận được nhiều hoặc ít thuốc nhuộm hơn, biểu hiện là màu nhuộm bị lem.
- Hóa chất tẩy rửa không sạch: Nếu hóa chất tẩy rửa để lại cặn, có thể cản trở khả năng bám dính của thuốc nhuộm vào phôi, làm thuốc nhuộm bị loang ra hoặc nhòe thay vì bám dính đúng cách.

– **Yếu tố phương pháp:**

- Chưa có quy trình chuẩn cho thao tác nhúng: Các linh kiện được nhúng với tốc độ khác nhau, độ sâu không đều, hoặc thời gian nhúng không ổn định. Dẫn đến màu bám lên bề mặt phôi không đều, dẫn đến tình trạng lem màu.
- Quá trình sấy khô không đồng nhất: Nhiệt độ, thời gian và lưu lượng gió trong buồng sấy không đều, khiến một số vùng trên linh kiện khô nhanh, trong khi các vùng khác vẫn ẩm, làm màu lan rộng không kiểm soát.

4.3.3. Phân tích rủi ro và mức độ ưu tiên (FMEA)

Dựa trên phân tích nguyên nhân thông qua sơ đồ xương cá, bước tiếp theo sử dụng công cụ FMEA để đánh giá mức độ rủi ro của từng nguyên nhân, từ đó xác định các nguyên nhân tiềm ẩn có ảnh hưởng nghiêm trọng đến chất lượng sản phẩm. Kết quả giúp lựa chọn nhóm nguyên nhân rủi ro cao để ưu tiên cải tiến, góp phần nâng cao chất lượng và tính ổn định của quá trình sản xuất.

Tính toán hệ số ưu tiên rủi ro (RPN) cho mỗi sai lỗi:

$$RPN = S \text{ (Severity)} \times O \text{ (Occurrence)} \times D \text{ (Detection)}$$

Trong đó:

- Severity (S): Mức độ ảnh hưởng hay tác động của các sai lỗi đến khách hàng.
- Occurrence (O): Khả năng xuất hiện của các nguyên nhân gây ra sai lỗi.
- Detection (D): Khả năng phát hiện các nguyên nhân của sai lỗi nếu nó xảy ra.

Dưới đây là các bảng quy đổi hệ số RPN:

Bảng 4.7. Thang đo đánh giá mức độ nghiêm trọng.

Điểm	Mức độ ảnh hưởng (S)	Mô tả
1	Không có ảnh hưởng	Không ảnh hưởng gì đến sản phẩm.
2	Ảnh hưởng không đáng kể	Không ảnh hưởng chất lượng hay thẩm mỹ (ví dụ như vết xước nhỏ dưới kính lúp).
3	Ảnh hưởng rất nhẹ	Lỗi rất nhỏ, bộ phận sau không có phản hồi.
4	Ảnh hưởng nhẹ	Lỗi nhỏ ít thấy, không ảnh hưởng đáng kể đến thẩm mỹ, nằm trong giới hạn cho phép.
5	Ảnh hưởng trung bình	Lỗi dễ phát hiện khi kiểm tra ngoại quan, ảnh hưởng nhẹ đến thẩm mỹ, cần phải xử lý lại.
6	Ảnh hưởng lớn	Lỗi gây ảnh hưởng rõ rệt về mặt thẩm mỹ hoặc chức năng, cần tách ra xử lý lại, có thể tái sử dụng.
7	Ảnh hưởng tương đối nghiêm trọng	Lỗi khá nghiêm trọng, không thể xử lý, loại bỏ các sản phẩm riêng lẻ.
8	Ảnh hưởng nghiêm trọng	Lỗi nghiêm trọng, không thể xử lý, có thể ảnh hưởng lớn đến lô sản phẩm, cần loại bỏ.
9	Ảnh hưởng rất nghiêm trọng	Toàn bộ lô hàng bị bỏ, không thể sửa chữa, gây thiệt hại lớn.
10	Thảm họa	Gây ngừng dây chuyền, ảnh hưởng nghiêm trọng đến khách hàng, thu hồi sản phẩm.

Bảng 4.8. Thang đo đánh giá khả năng xuất hiện.

Điểm	Khả năng xuất hiện (O)	Mô tả
1	Không xảy ra	Không có khả năng xảy ra, quy trình hoàn toàn ổn định.
2	Rất hiếm	Có thể xảy ra nhưng cực kỳ ít, gần như không xuất hiện trong điều kiện chuẩn.
3	Hiếm	Đã từng xảy ra nhưng rất thấp, khó lặp lại.
4	Rất thấp	Khả năng xảy ra thấp, quy trình kiểm soát tốt, ít phát sinh sự cố.
5	Thấp	Xảy ra với mức độ ít, quy trình vẫn giữ được sự kiểm soát tốt, không thường xuyên xuất hiện và dễ dàng phát hiện.
6	Trung bình	Nguyên nhân xảy ra định kỳ, có dấu hiệu lặp lại và có ảnh hưởng rõ ràng, cần theo dõi và kiểm soát kỹ.
7	Tương đối cao	Xảy ra nhiều hơn mức chấp nhận, biện pháp kiểm soát chưa hoàn thiện, có thể lan rộng và ảnh hưởng đến quy trình.
8	Cao	Khả năng xảy ra thường xuyên, quy trình có nguy cơ mất kiểm soát nếu không có biện pháp.
9	Rất cao	Xảy ra rất thường xuyên, gần như mất kiểm soát trong quy trình, gây ảnh hưởng nghiêm trọng và khó khắc phục nhanh chóng.
10	Liên tục, chắc chắn xảy ra	Xảy ra liên tục, quy trình không thể kiểm soát, gây tê liệt sản xuất hoặc phải dừng dây chuyền để xử lý.

Bảng 4.9. Thang đo đánh giá khả năng phát hiện.

Điểm	Khả năng phát hiện (D)	Mô tả
1	Chắc chắn phát hiện được	Dễ phát hiện và được kiểm soát chặt chẽ bằng hệ thống tự động, không có khả năng gây lỗi.
2	Rất cao	Có thể phát hiện được bằng mắt hoặc công cụ hiện tại trước khi đưa vào sản xuất.
3	Cao	Có thể phát hiện thông qua các bước kiểm tra quy trình định kỳ hàng ngày.
4	Khá cao	Có quy trình kiểm tra cụ thể nhưng phụ thuộc một phần vào tay nghề, một số nguyên nhân có thể bị bỏ sót.
5	Trung bình	Không có biện pháp kiểm tra nguyên nhân rõ ràng. Chỉ phát hiện khi lỗi bắt đầu ảnh hưởng đến sản phẩm, thường ở công đoạn sau.
6	Thấp	Thiếu công cụ hoặc phương pháp kiểm tra thường xuyên, chỉ phát hiện khi lỗi đã xảy ra hoặc khi kiểm tra ngẫu nhiên, đột xuất.
7	Rất thấp	Gần như không có công cụ hoặc quy trình cụ thể để phát hiện lỗi. Phát hiện chủ yếu dựa vào cảm tính, kinh nghiệm cá nhân của công nhân. Nguy cơ bỏ sót rất cao.
8	Gần như không phát hiện	Không có bất kỳ phương pháp kiểm soát nào, nguyên nhân chỉ được phát hiện sau khi lỗi lan rộng và phân tích kỹ, rất khó phát hiện sớm.
9	Gần như không thể phát hiện được	Không kiểm tra tại công đoạn; lỗi chỉ được phát hiện khi ảnh hưởng đến sản phẩm cuối cùng hoặc qua phản hồi từ bộ phận sau.
10	Không thể phát hiện	Không thể phát hiện bằng bất kỳ cách nào, kể cả sau khi lỗi xảy ra. Không có dữ liệu, theo dõi hay dấu hiệu nhận biết.

Sau khi đã thiết lập thang đo cho các yếu tố, tiến hành tính toán hệ số RPN cho từng dạng lỗi giúp nhận diện nhóm nguyên nhân có ảnh hưởng lớn nhất đến chất lượng sản phẩm. Điều này cho phép nhóm dự án phân tích sâu hơn các yếu tố cốt lõi gây ra lỗi. Dưới đây là bảng đánh giá RPN cho các lỗi chính trong quy trình Anod hóa:

4.3.3.1. Phân tích lỗi bong màu

Bảng 4.10. Đánh giá hệ số ưu tiên RPN cho lỗi bong màu.

HỆ SỐ ƯU TIÊN RỦI RO RPN – LỖI BONG MÀU								
STT	Yếu tố gây lỗi	Nguyên nhân	SEV	OCC	DET	RPN	%RPN	%RPN yếu tố gây lỗi
1	Con người	Thao tác gắp hàng chưa đúng	6	5	6	180	10.91%	18.18%
		Sai sót khi điều chỉnh thông số kỹ thuật	6	4	5	120	7.27%	
2	Máy móc	Máy đo độ dày không chính xác	5	5	6	150	9.09%	20.85%
		Jig gắp phôi yếu, khó tiếp điện	5	5	2	50	3.03%	
		Bề điện phân xuống cấp, nhiều cặn	6	4	6	144	8.73%	
3	Nguyên vật liệu	Chất lượng phôi đầu vào không đạt, chứa nhiều tạp chất	6	3	7	126	7.64%	17.33%
		Dung dịch hóa chất	5	4	8	160	9.70%	

		không đạt chất lượng						
4	Phương pháp	Điện áp, thời gian và nhiệt độ Anod hóa chưa tối ưu	8	6	8	384	23.27%	43.64%
		Không có quy trình kiểm tra độ bám màu	7	6	8	336	20.36%	
Tổng						1650	100%	100%

4.3.3.2. Phân tích lỗi đậm nhạt màu

Bảng 4.11. Đánh giá hệ số ưu tiên RPN cho lỗi đậm nhạt màu.

HỆ SỐ ƯU TIÊN RỦI RO RPN – LỖI ĐẬM NHẠT MÀU								
STT	Yếu tố gây lỗi	Nguyên nhân	SEV	OCC	DET	RPN	%RPN	%RPN yếu tố gây lỗi
1	Con người	Chưa có kinh nghiệm pha hóa chất	6	5	6	180	11.86%	28.46%
		Không nhận diện được độ đậm nhạt	6	6	7	252	16.60%	
2	Máy móc	Máy khuấy không đồng đều	5	6	6	180	11.86%	13.44%
		Hệ thống kiểm soát dòng điện hỏng	6	4	1	24	1.58%	
3	Nguyên vật liệu	Phôi chứa nhiều tạp chất khác nhau	6	3	8	144	9.49%	20.16%
		Nồng độ hóa chất không chuẩn	6	4	3	72	4.74%	

		Nguồn nước sử dụng bản	6	5	3	90	5.93%	
6	Phương pháp	Quá trình tẩy dầu không sạch	6	4	8	192	12.65%	37.94%
		Thời gian, nhiệt độ và điện áp Anod hóa không ổn định	8	6	8	384	25.30%	
Tổng						1518	100%	100%

4.3.3.3. Phân tích lỗi trầy xước

Bảng 4.12. Đánh giá hệ số ưu tiên RPN cho lỗi trầy xước.

HỆ SỐ ƯU TIÊN RỦI RO RPN – LỖI TRẦY XƯỚC								
STT	Yếu tố gây lỗi	Nguyên nhân	SEV	OCC	DET	RPN	%RPN	%RPN yếu tố gây lỗi
1	Con người	Thiếu đào tạo chuyên sâu về thao tác	7	6	7	294	17.87%	46.69%
		Thao tác vội vàng, cẩu thả	7	7	6	294	17.87%	
		Sử dụng lực gắp hàng không phù hợp	5	6	6	180	10.94%	
2	Máy móc	Dây chuyền Robot bị lỗi chương trình	7	4	1	28	1.70%	13.50%
		Jig gắp phôi yếu, độ đàn hồi kém	5	5	2	50	3.04%	
		Ổng gia nhiệt bị bung mối hàn	6	4	6	144	8.75%	
3	Nguyên vật liệu	Chất lượng phôi không đồng đều	6	3	8	144	8.75%	18.24%

		Bề mặt không đạt chuẩn	6	4	2	48	2.92%	
		Chênh lệch kích thước phôi	4	3	9	108	6.57%	
4	Phương pháp	Chưa có quy trình tiêu chuẩn thao tác	5	6	6	180	10.94%	21.58%
		Thiếu kiểm soát trong khâu đóng gói	5	5	7	175	10.64%	
Tổng						1645	100%	100%

4.3.3.4. Phân tích lỗi lem màu

Bảng 4.13. Đánh giá hệ số ưu tiên RPN cho lỗi lem màu.

HỆ SỐ ƯU TIÊN RỦI RO RPN – LỖI LEM MÀU								
STT	Yếu tố gây lỗi	Nguyên nhân	SEV	OCC	DET	RPN	%RPN	%RPN yếu tố gây lỗi
1	Con người	Không tuân thủ thời gian nhúng linh kiện	6	7	6	252	19.53%	31.16%
		Không tuân thủ quy trình sấy khô	5	5	6	150	11.63%	
2	Máy móc	Thiết bị gia nhiệt không ổn định	5	4	8	160	10.85%	23.26%
		Hệ thống sục khí không đồng đều	5	4	8	160	12.40%	
3	Nguyên vật liệu	Dung dịch nhuộm không đồng đều	6	4	6	144	11.16%	22.33%

		Hóa chất tẩy rửa không sạch	6	4	6	144	11.16%	
4	Phương pháp	Chưa có quy trình chuẩn cho thao tác nhúng	5	5	6	150	11.63%	23.26%
		Quá trình sấy khô không đồng nhất	5	5	6	150	11.63%	
Tổng						1290	100%	100%

Sau khi hoàn thiện việc xây dựng 4 bảng FMEA tương ứng với từng lỗi, bước tiếp theo là xác định các nguyên nhân cần ưu tiên xử lý. Thay vì chỉ lựa chọn những nhóm nguyên nhân chiếm tỷ trọng RPN cao nhất trong từng bảng, nhóm dự án đã tiến hành tổng hợp tất cả các nguyên nhân riêng lẻ từ 4 bảng FMEA để tiến hành sàng lọc và ưu tiên dựa trên chỉ số RPN, bất kể nguyên nhân đó thuộc nhóm yếu tố nào hay lỗi nào. Mục tiêu của hướng tiếp cận này là tránh bỏ sót những nguyên nhân có mức độ rủi ro cao nhưng không nằm trong nhóm nguyên nhân nổi bật, đặc biệt trong trường hợp các lỗi có thể liên quan chéo đến nhau trong quy trình Anod hóa.

Qua phân tích, xác định ngưỡng $RPN \geq 200$ là hợp lý để chọn các nguyên nhân có mức độ rủi ro cao. Cơ sở lựa chọn ngưỡng này bao gồm:

- Dựa vào đặc điểm của các nguyên nhân có $RPN \geq 200$, phần lớn trong số này đều gây ra mức độ nghiêm trọng khá lớn, khả năng xuất hiện cao và khả năng phát hiện rất cao.
- Dựa vào tính khả thi, ngưỡng 200 giúp nhóm tập trung vào số lượng nguyên nhân vừa đủ để tiến hành phân tích chuyên sâu, không quá ít để bỏ sót nguy cơ, cũng không quá nhiều để gây dàn trải nguồn lực trong giai đoạn Improve.
- Dựa vào tài liệu hướng dẫn FMEA, việc thiết lập ngưỡng RPN có thể tùy chỉnh theo hiện trạng. Trong dự án này, mức 200 được lựa chọn với quy mô dây chuyền Anod hóa, mức độ ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm, và mức độ kiểm soát hiện có tại Công ty TNHH DAIWA Việt Nam.

Dưới đây là bảng tổng hợp những nguyên nhân có mức $RPN \geq 200$:

Bảng 4.14. Bảng phân loại các nguyên nhân có mức RPN vượt ngưỡng.

STT	Yếu tố gây lỗi	Nguyên nhân	Dạng lỗi	RPN
1	Con người	Không nhận diện được độ đậm nhạt	Đậm nhạt màu	252
		Thiếu đào tạo chuyên sâu về thao tác	Trầy xước	294
		Thao tác vội vàng, cẩu thả	Trầy xước	294
		Không tuân thủ thời gian nhúng linh kiện	Lem màu	252
2	Phương pháp	Điện áp, thời gian và nhiệt độ Anod hóa chưa tối ưu	Bong màu, đậm nhạt màu	384
		Không có quy trình kiểm tra độ bám màu	Bong màu	336

4.3.4. Áp dụng 5 Whys để phân tích nguyên nhân gốc rễ

Sau khi xác định các nguyên nhân có chỉ số RPN vượt ngưỡng RPN, tiến hành phân tích 5 Whys nhằm truy tìm nguyên nhân gốc rễ gây ra các lỗi nghiêm trọng trong quá trình Anod hóa.

➤ **Nguyên nhân 1: Không nhận diện được độ đậm nhạt màu (Lỗi đậm nhạt màu).**

Bảng 4.15. Phân tích 5 Whys – không nhận diện được độ đậm nhạt màu.

WHY	Câu hỏi	Trả lời
1	Tại sao công nhân không nhận diện được độ đậm nhạt màu?	Vì công nhân không đánh giá chính xác sản phẩm so với mẫu màu chuẩn.
2	Tại sao công nhân không đánh giá chính xác sản phẩm so với mẫu màu chuẩn?	Vì kỹ năng nhận diện màu còn hạn chế.
3	Tại sao kỹ năng nhận diện màu còn hạn chế	Vì nội dung đào tạo hiện tại chưa đi sâu vào thực hành phân biệt màu sắc và xử lý các tình huống thực tế.

4	Tại sao nội dung đào tạo chưa đi sâu vào thực hành?	Vì chương trình đào tạo chủ yếu tập trung vào lý thuyết và quy trình, chưa chú trọng huấn luyện trực quan và kiểm tra tay nghề.
5	Tại sao chương trình đào tạo chưa chú trọng thực hành và kiểm tra tay nghề?	Vì chưa có chương trình đánh giá lại sau đào tạo và thiếu phản hồi từ quá trình kiểm tra thực tế để cải tiến nội dung huấn luyện.

=> Chương trình đào tạo chưa hiệu quả, thiếu thực hành trực tiếp và không có cơ chế đánh giá lại kỹ năng nhận diện màu sau đào tạo.

➤ **Nguyên nhân 2: Thiếu đào tạo chuyên sâu về thao tác (Lỗi trầy xước).**

Bảng 4.16. Phân tích 5 Whys – thiếu đào tạo chuyên sâu về thao tác.

WHY	Câu hỏi	Trả lời
1	Tại sao thiếu đào tạo chuyên sâu về thao tác?	Công nhân chưa được cung cấp đầy đủ kiến thức và kỹ năng chuyên môn cần thiết để thực hiện thao tác đúng chuẩn.
2	Tại sao công nhân chưa được cung cấp đầy đủ kiến thức và kỹ năng?	Chương trình đào tạo hiện tại chưa bao gồm các nội dung chuyên sâu liên quan đến thao tác cụ thể trong quá trình sản xuất.
3	Tại sao chương trình đào tạo chưa bao gồm nội dung chuyên sâu?	Vì chưa có đội ngũ chuyên trách chịu trách nhiệm phát triển và duy trì chương trình đào tạo chuyên sâu thao tác.
4	Tại sao chưa có đội ngũ chuyên trách?	Vì thiếu nguồn lực và thời gian để bổ nhiệm hoặc đào tạo nhân sự phụ trách đào tạo chuyên sâu về thao tác.
5	Tại sao công ty chưa đầu tư nguồn lực cho đội ngũ chuyên trách?	Vì công ty chưa nhận thức đầy đủ tầm quan trọng của việc đầu tư cho đào tạo chuyên sâu thao tác trong việc nâng cao chất lượng sản phẩm.

=> Nguyên nhân gốc rễ là do công ty chưa nhận thức đầy đủ tầm quan trọng và chưa đầu tư đủ nguồn lực cho đào tạo chuyên sâu, dẫn đến kỹ năng thao tác công nhân chưa đạt chuẩn, gây lỗi trầy xước.

➤ **Nguyên nhân 3: Thao tác vội vàng, cầu thả (Lỗi trầy xước).**

Bảng 4.17. Phân tích 5 Whys – thao tác vội vàng, cầu thả.

WHY	Câu hỏi	Trả lời
1	Tại sao công nhân lại thao tác vội vàng, cầu thả?	Vì họ chịu áp lực tiến độ phải hoàn thành chỉ tiêu đúng hạn.
2	Tại sao công nhân phải chịu áp lực về tiến độ?	Vì khối lượng công việc và chỉ tiêu sản lượng vượt quá năng lực của công nhân, công nhân ưu tiên số lượng hơn chất lượng.
3	Tại sao công nhân lại ưu tiên số lượng hơn chất lượng?	Vì công nhân thiếu nhận thức đầy đủ về tầm quan trọng của chất lượng sản phẩm.
4	Tại sao công nhân thiếu nhận thức về tầm quan trọng đó?	Vì công ty chưa có chính sách khen thưởng, kỷ luật rõ ràng hoặc chương trình đào tạo phù hợp để nâng cao ý thức về chất lượng.
5	Tại sao công ty chưa có chính sách hoặc chương trình đào tạo phù hợp?	Vì công ty chưa xây dựng chiến lược quản lý nhân sự và chất lượng hiệu quả, chưa đánh giá đầy đủ tầm quan trọng của việc nâng cao nhận thức và động lực cho công nhân.

=> Nguyên nhân gốc rễ là do công nhân chịu áp lực tiến độ cao và thiếu nhận thức đúng về tầm quan trọng của chất lượng sản phẩm, xuất phát từ việc công ty chưa có chính sách thưởng phạt rõ ràng và chương trình đào tạo phù hợp để nâng cao ý thức chất lượng.

➤ **Nguyên nhân 4: Không tuân thủ thời gian nhúng linh kiện (Lỗi lem màu).**

Bảng 4.18. Phân tích 5 Whys - không tuân thủ thời gian nhúng linh kiện.

WHY	Câu hỏi	Trả lời
1	Tại sao công nhân không tuân thủ thời gian nhúng linh kiện?	Vì công nhân thường thao tác nhúng bằng cảm tính, không theo dõi đồng hồ thường xuyên.
2	Tại sao công nhân lại không theo dõi đồng hồ thường xuyên?	Vì họ chưa nhận thức đầy đủ tầm quan trọng của việc tuân thủ thời gian nhúng trong quy trình.
3	Tại sao công nhân chưa nhận thức đầy đủ tầm quan trọng đó?	Vì họ chưa hiểu rõ mức độ ảnh hưởng nghiêm trọng của việc sai thời gian đến chất lượng sản phẩm.
4	Tại sao công nhân chưa hiểu rõ mức độ ảnh hưởng đó?	Vì chương trình đào tạo chưa phù hợp, chỉ tập trung hướng dẫn thao tác, thiếu nhấn mạnh hậu quả thực tế.
5	Tại sao công ty chưa có chương trình đào tạo phù hợp?	Vì chưa xây dựng kế hoạch đào tạo định kỳ, đánh giá hiệu quả đào tạo và bổ sung kiến thức cần thiết cho công nhân.

=> Công ty chưa xây dựng kế hoạch đào tạo định kỳ và đánh giá hiệu quả đào tạo dẫn đến công nhân chưa nhận thức đầy đủ về mức độ nghiêm trọng của việc không tuân thủ thời gian.

➤ **Nguyên nhân 5: Điện áp, thời gian và nhiệt độ Anod hóa chưa tối ưu (Lỗi bong màu và đậm nhạt màu).**

Bảng 4.19. Phân tích 5 Whys - điện áp, thời gian và nhiệt độ Anod hóa chưa tối ưu.

WHY	Câu hỏi	Trả lời
1	Tại sao điện áp, thời gian và nhiệt độ Anod hóa chưa tối ưu?	Vì thông số hiện tại chưa linh hoạt, không kiểm soát được sự biến động của nguyên liệu, thiết bị và môi trường, dẫn đến sản phẩm không ổn định.
2	Tại sao mức thông số lại không linh hoạt?	Vì thông số chưa được cập nhật và tối ưu lại dựa trên các biến đổi thực tế trong quá trình sản xuất.

3	Tại sao thông số chưa được cập nhật và tối ưu lại?	Vì chưa có đủ dữ liệu và quy trình thực nghiệm để đánh giá hiệu quả của các thông số.
4	Tại sao chưa có dữ liệu và quy trình thực nghiệm để đánh giá?	Vì thiếu nguồn lực và kế hoạch chi tiết cho việc thực nghiệm thông số.
5	Tại sao chưa có nguồn lực và kế hoạch thực nghiệm?	Vì công ty chưa nhận thức đầy đủ về tác động tích cực của việc thực nghiệm thông số đối với việc nâng cao chất lượng sản phẩm.

=> Chưa nhận thức đầy đủ về tầm quan trọng của việc thực nghiệm thông số, dẫn đến thiếu kế hoạch và nguồn lực để thực nghiệm các thông số điện áp, thời gian và nhiệt độ.

➤ **Nguyên nhân 6: Không có quy trình kiểm tra độ bám màu (Lỗi bong màu).**

Bảng 4.20. Phân tích 5 Whys - không có quy trình kiểm tra độ bám màu.

WHY	Câu hỏi	Trả lời
1	Tại sao không có quy trình kiểm tra độ bám màu?	Vì quy trình quản lý chất lượng hiện tại chưa bao gồm bước kiểm tra độ bám màu.
2	Tại sao quy trình chưa bao gồm bước kiểm tra này?	Vì chưa có tiêu chuẩn và quy định rõ ràng về kiểm tra độ bám sau khi Anod.
3	Tại sao chưa có tiêu chuẩn và quy định rõ ràng?	Vì công ty chưa có xây dựng và áp dụng phương pháp, công cụ kiểm tra để đánh giá độ bám màu.
4	Tại sao chưa xây dựng hoặc áp dụng được phương pháp, công cụ kiểm tra?	Vì công ty chưa có kế hoạch đầu tư vào phát triển quy trình kiểm soát chất lượng và trang bị thiết bị, công cụ đo lường cần thiết.
5	Tại sao chưa có kế hoạch đầu tư và phát triển?	Vì chưa nhận thức đầy đủ về tầm quan trọng của việc kiểm soát độ bám màu và ảnh hưởng của lỗi bong màu đến chất lượng sản phẩm, khách hàng và uy tín công ty.

=> Công ty chưa xây dựng tiêu chuẩn và quy trình kiểm tra độ bám màu do thiếu nhận thức về tầm quan trọng của kiểm soát chất lượng màu, dẫn đến thiếu đầu tư công cụ và phương pháp kiểm tra phù hợp.

Kết luận: Qua phân tích 5 Whys, xác định các nguyên nhân gốc rễ chính dẫn đến lỗi trong quá trình Anod hóa bao gồm: thiếu chương trình đào tạo chuyên sâu, chưa có

chính sách khen thưởng – kỷ luật rõ ràng, thiếu quy trình kiểm tra độ bám màu, cùng với việc chưa thực hiện thực nghiệm để tối ưu các thông số kỹ thuật. Những nguyên nhân này phản ánh các vấn đề cốt lõi trong hệ thống quản lý sản xuất và chất lượng hiện tại, cần được tập trung cải tiến ở giai đoạn tiếp theo.

4.4. Giai đoạn Cải tiến – Improve (I)

Từ những cơ sở của giai đoạn Phân tích, tiến hành đề xuất xây dựng và triển khai các giải pháp cải tiến cụ thể được chia thành theo từng phạm vi cải tiến như Đào tạo, Bổ sung quy trình và Thực nghiệm được tổng hợp như sau:

Bảng 4.21. Phân loại các phạm vi cải tiến theo nguyên nhân gốc rễ.

Phạm vi cải tiến	Nguyên nhân gốc rễ
Đào tạo	– Thiếu đào tạo chuyên sâu về thao tác và nhận thức về chất lượng, dẫn đến sai sót trong vận hành. – Thiếu chương trình đào tạo định kỳ và đánh giá hiệu quả đào tạo của công nhân sau khi làm việc. – Chưa có chính sách thưởng phạt, khuyến khích nhân viên.
Quy trình	– Chưa có quy trình kiểm tra độ bám màu sau Anod.
Thực nghiệm	– Thiếu kế hoạch thực nghiệm thông số kỹ thuật.

4.4.1 Giải pháp cải tiến về đào tạo.

4.4.1.1. Mục tiêu của giải pháp

Chương trình đào tạo được xây dựng nhằm chuẩn hóa và nâng cao thao tác kỹ thuật cũng như nhận diện màu sắc trong quá trình Anod hóa, nâng cao nhận thức của công nhân về tầm quan trọng của chất lượng sản phẩm, cũng như các yếu tố tác động đến chất lượng trong quá trình sản xuất. Đồng thời, kế hoạch hướng đến xây dựng văn hóa làm việc có trách nhiệm, tạo động lực thông qua chính sách khen thưởng – kỷ luật theo nguyên tắc “cây gậy và củ cà rốt”, góp phần giảm thiểu lỗi do con người và nâng cao hiệu quả sản xuất.

4.4.1.2. Đánh giá tính khả thi của giải pháp

Sau khi xác định mục tiêu đào tạo, cần đánh giá tính khả thi của giải pháp để đảm bảo việc triển khai hiệu quả trong thực tế. Bảng dưới đây phân tích các tiêu chí chính về nhân lực, chi phí, thời gian và nội dung đào tạo.

Bảng 4.22. Phân tích tính khả thi của giải pháp.

Tiêu chí	Đánh giá tính khả thi
Nhân lực	Tận dụng nguồn lực nhân viên, cán bộ kỹ thuật hiện có => Tiết kiệm chi phí thuê chuyên gia bên ngoài.
Chi phí	Không phát sinh chi phí lớn vì sử dụng nguồn lực nội bộ, tài liệu đào tạo có thể tự xây dựng => Phù hợp với ngân sách công ty (nằm trong phạm vi cho phép của công tác đào tạo định kỳ của công ty).
Thời gian	Thời gian đào tạo dự kiến trong vòng 1–2 tháng, được tổ chức xen kẽ giữa các ca làm việc => Không gây gián đoạn sản xuất.
Nội dung, phương pháp	Nội dung tập trung vào lỗi thực tế, thao tác chuẩn, phương pháp trực quan bằng hình ảnh, video minh họa => Dễ dàng xây dựng và áp dụng.

=> Giải pháp đào tạo con người có tính khả thi cao và phù hợp với điều kiện thực tế của công ty, sẵn sàng triển khai trong giai đoạn cải tiến.

4.4.1.3. Kế hoạch đào tạo chi tiết

Đối tượng tham gia: Toàn bộ công nhân bộ phận Anod hóa.

Thời gian đào tạo dự kiến : 2 tháng.

Đề xuất kế hoạch đào tạo chi tiết cho công nhân như bảng sau:

Bảng 4.23. Kế hoạch đào tạo công nhân.

Hạng mục	Nội dung đào tạo/ triển khai	Hình thức đào tạo/ triển khai	Người phụ trách	Thời gian dự kiến
1. Khảo sát đánh giá trước đào tạo	- Đánh giá nhận thức về chất lượng và thao tác hiện tại, khả năng phát hiện lỗi và nhận diện	- Phiếu khảo sát. - Google form.	Chuyên viên chất lượng	Tuần 1

	màu sắc sản phẩm của công nhân.			
2. Xây dựng tài liệu, nội dung đào tạo	- Thiết kế nội dung lý thuyết và thực hành. - Xây dựng tài liệu + cập nhật SOP.	- Hợp nhóm nội bộ triển khai. - Soạn thảo, tạo hình ảnh, video mô phỏng và in ấn tài liệu.	Nhóm dự án	Tuần 2-3
3. Lên lịch đào tạo	- Lập kế hoạch đào tạo theo nhóm hoặc các ca sản xuất.	- Lập file Excel chia nhóm, linh hoạt giữa các ca để tránh gián đoạn sản xuất.	Trưởng ca sản xuất	Cuối tuần 3
4. Đào tạo về lý thuyết chung	- Nội dung cơ bản về quá trình Anod hóa. - Tầm quan trọng của ý thức cá nhân trong chất lượng. (nhấn mạnh) - Mức độ ảnh hưởng của các yếu tố tác động đến chất lượng (Thời gian, thao tác,...), nhấn mạnh phần này. - Các lỗi thường gặp và cách nhận biết. - Cách xử lý và phản hồi với cấp trên...	- Tổ chức các lớp học đào tạo tại phòng họp. - Trình chiếu và video mô phỏng. - Tương tác thảo luận trực tiếp với công nhân.	Chuyên viên chất lượng	Tuần 4 (Đào tạo theo ca)
5. Đào tạo chuyên sâu kỹ thuật, các kỹ năng thao tác	- Nội dung về vận hành máy móc thiết bị, các thông số kỹ thuật. - Các hướng dẫn thao tác trong quá trình sản xuất, đặc biệt là thao tác tại các bể rửa trên chuyền sản xuất.	- Hướng dẫn trực tiếp tại các khu vực làm việc riêng biệt. - Công nhân trực tiếp thao tác và được theo dõi sát sao.	Trưởng ca sản xuất	Tuần 4 (Triển khai theo từng nhóm nhỏ)

6. Đào tạo chuyên sâu kỹ năng nhận diện màu sắc	- Kỹ năng phân biệt sản phẩm đạt/ không đạt về màu. - Xử lý tình huống: màu lệch nhẹ, màu đậm hoặc nhạt không rõ ràng. - Ghi nhận lỗi và báo cáo.	- Thực hành trực tiếp với mẫu. - Trắc nghiệm bằng ảnh. - Thảo luận nhóm tình huống.	Chuyên viên chất lượng + Trưởng ca sản xuất	Tuần 5
7. Kiểm tra và đánh giá sau đào tạo	- Thi kiểm tra lý thuyết. - Bài kiểm tra phân biệt màu thật – đạt $\geq 80\%$ mới được bố trí kiểm tra thật. - Đánh giá thao tác thực hành.	- Phiếu kiểm tra + Thực hành phân biệt 10 mẫu. - Quan sát công nhận thực hành và chấm điểm.	Chuyên viên chất lượng + Trưởng ca sản xuất	Tuần 6
8. Cơ chế phản hồi sau đào tạo	- Theo dõi sau đào tạo. - Công nhân chủ động phản hồi. - Khảo sát sau đào tạo.	- So sánh trước và sau đào tạo. - Biên bản lỗi công nhân tự giải trình. - Phiếu khảo sát về hiệu quả, khó khăn và góp ý.	Chuyên viên chất lượng + Trưởng ca sản xuất	Tuần 7 - 8
9. Đào tạo định kỳ	- Tổng hợp các phản hồi thực tế sau đào tạo. - Cập nhật nội dung đào tạo, SOP. - Cập nhật các công nghệ mới.	- Đào tạo ngắn theo quý (lý thuyết + thực hành). - Tổ chức hội thảo. - Kiểm tra nhanh sau đào tạo lại.	Chuyên viên chất lượng + Trưởng ca sản xuất	3 tháng/ lần

Nhằm duy trì hiệu quả cải tiến sau đào tạo, nhóm dự án đề xuất áp dụng chính sách thưởng – phạt theo nguyên tắc “Cây gậy và củ cà rốt”. Chính sách này giúp khuyến khích công nhân tuân thủ theo SOP, ý thức hơn trong công việc đồng thời răn đe hành vi sai sót, góp phần giảm lỗi do con người và nâng cao chất lượng sản phẩm trong dây chuyền Anod hóa. Chính sách sẽ tuyên dương và khen thưởng cho những cá nhân, tập thể ca sản xuất thực hiện tốt, ít vi phạm. Ngược lại, nếu vi phạm sẽ chịu hình phạt về điểm tích lũy khen thưởng cuối năm. Dưới đây là bảng chính sách được đề xuất như sau:

Bảng 4.24. Quy tắc hình phạt chi tiết (Cây gậy).

Mức độ	Hành vi cụ thể	Hình thức phạt
Mức độ nhẹ (1-3 điểm)	- Vi phạm nhỏ, không tuân thủ tiêu chuẩn công việc, làm rơi rớt sản phẩm, ghi chép chưa đầy đủ hoặc sai sót nhỏ không làm ảnh hưởng nhiều đến sản phẩm.	- Nhắc nhở trực tiếp, giảm điểm tích lũy (1-3 điểm) tùy mức độ vi phạm. - Nếu vi phạm tái diễn sẽ bị nhắc nhở công khai.
Mức độ trung bình (4-6 điểm)	- Không tuân thủ các bước quan trọng trong quy trình làm giảm chất lượng sản phẩm (bỏ qua bước kiểm tra, tự ý điều chỉnh thông số,...). - Vi phạm lặp lại nhiều lần trong tháng dù đã nhắc nhở.	- Trừ điểm tích lũy (4-6 điểm). - Viết bản tường trình và bắt buộc tham gia đào tạo, nhắc lại quy trình. - Theo dõi chặt chẽ trong các ca làm việc tiếp theo.
Mức độ nặng (7-10 điểm)	- Cố tình bỏ qua hoặc không tuân thủ các bước quan trọng trong quy trình Anod, gây ra lỗi nghiêm trọng ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm. - Vi phạm nghiêm trọng quy định an toàn lao động, 5S gây ra sự cố nguy hiểm hoặc thiệt hại thiết bị. - Vi phạm tái diễn nhiều lần dù đã được cảnh cáo và đào tạo lại. - Gây gián đoạn nghiêm trọng tiến độ sản xuất, gây tổn thất cho công ty.	- Trừ 7–10 điểm tích lũy thưởng hoặc mất quyền thi đua xét thưởng cả năm. - Cảnh cáo nghiêm túc bằng văn bản. - Có thể áp dụng các hình thức kỷ luật lao động theo quy định nếu tái phạm nghiêm trọng (khiển trách, đình chỉ, sa thải,...).

Bảng 4.25. Quy tắc khen thưởng chi tiết (Củ cà rốt).

Mức độ	Tiêu chí cụ thể	Hình thức khen thưởng
Xuất sắc	- Đạt và vượt chỉ tiêu mục tiêu chất lượng đã đề ra. - Có sáng kiến hoặc cải tiến quy trình Anod hóa giúp tăng năng suất, giảm chi phí, nâng cao chất lượng ổn định.	- Tuyên dương công khai. - Cộng 3-5 điểm tích lũy (đối với cá nhân). - Đề xuất tăng lương, thăng chức. - Giấy khen và tiền thưởng (bao gồm cả cá nhân và tập thể).
Tốt	- Hoàn thành tốt nhiệm vụ được giao, đảm bảo chất lượng sản phẩm ổn định. - Tuân thủ tiêu chuẩn công việc đã được ban hành, không vi phạm. - Tham gia tích cực các buổi đào tạo nâng cao kỹ năng. - Tuân thủ đầy đủ các nội quy, quy định an toàn lao động và 5S.	- Cộng 1-3 điểm tích lũy. - Tiền thưởng hoặc quà tặng có giá trị vừa phải (có thể là tiền thưởng hàng tháng hoặc quà khích lệ). - Được ưu tiên xét duyệt các chính sách thưởng chuyên môn hoặc thưởng hiệu suất.
Khen thưởng đột xuất	- Xử lý kịp thời sự cố bất thường, góp phần giảm thiệt hại. - Hoàn thành xuất sắc nhiệm vụ đột xuất, dự án nhỏ. - Được đánh giá cao bởi quản lý.	- Giấy khen đột xuất. - Tiền thưởng tương ứng giá trị đóng góp. - Tuyên dương trong cuộc họp bộ phận hoặc trong các sự kiện công ty.

Kết luận: Việc triển khai kế hoạch đào tạo bài bản, phân theo từng hạng mục cụ thể kết hợp với chính sách thưởng phạt rõ ràng kỳ vọng góp phần nâng cao năng lực lao động của công nhân, giảm thiểu sai sót trong quá trình sản xuất. Giải pháp này không chỉ cải thiện chất lượng sản phẩm mà còn góp phần xây dựng môi trường làm việc kỷ luật và hiệu quả hơn.

4.4.2. Đề xuất giải pháp bổ sung quy trình kiểm tra độ bám màu

4.4.2.1. Lý do chọn giải pháp

Hiện tại, bộ phận chưa thiết lập quy trình kiểm tra độ bám màu sau quá trình Anod. Các dấu hiệu bất thường trong quá trình sản xuất khó được phát hiện sớm, dẫn đến không xử lý kịp thời, nguy cơ phát sinh lỗi bong màu tăng cao.

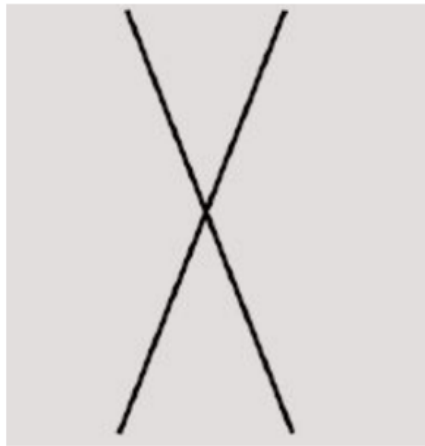
Do đó, đề xuất áp dụng phương pháp thử nghiệm cơ học Tape Test (ASTM D3359 - Standard Test Methods for Rating Adhesion by Tape Test) để kiểm soát quá trình theo hướng phòng ngừa, giúp phát hiện sớm các nguy cơ tiềm ẩn về độ bám dính, từ đó đưa ra hướng điều chỉnh kịp thời trước khi lỗi lan rộng, khó kiểm soát.

4.4.2.2. Phương pháp thử nghiệm Tape Test (ASTM D3359)

Phương pháp Tape Test theo tiêu chuẩn ASTM D3359 là một phương pháp đơn giản nhưng hiệu quả để đánh giá định tính (hoặc bán định lượng) độ bám dính của lớp phủ lên bề mặt nền. Nguyên lý cơ bản của phương pháp này là sử dụng băng dính có độ bám dính tiêu chuẩn để dán lên bề mặt lớp phủ, sau đó gỡ bỏ một cách nhanh chóng. Lượng vật liệu lớp phủ bị bong ra và bám vào băng dính sẽ được quan sát và so sánh với các tiêu chí đánh giá được quy định trong tiêu chuẩn.

Phương pháp Tape Test bao gồm hai loại chính:

- Phương pháp A (X- Cut Test): Phương pháp này tạo ra một vết cắt hình chữ "X" xuyên qua lớp phủ đến nền. Băng dính được dán lên vết cắt, và khi gỡ bỏ, lực dính sẽ tác động lên các cạnh của vết cắt. Lượng lớp phủ bị bong tróc tại khu vực này phản ánh độ bám dính.
- Phương pháp B (Cross Cut Test): Phương pháp này tạo ra một mạng lưới các vết cắt nhỏ xuyên qua lớp phủ đến nền, tạo thành nhiều ô vuông nhỏ. Băng dính được dán lên mạng lưới này, và khi gỡ bỏ, lực dính tác động lên các cạnh của các ô vuông. Phần trăm diện tích lớp phủ còn lại trong các ô vuông sau khi gỡ băng dính được dùng để đánh giá độ bám dính.



Method A: X – Cut Test



Method B: Cross – Cut Test

Hình 4.8. Phân loại các phương pháp Tape Test.

Tiến hành so sánh hai phương pháp như bảng sau:

Bảng 4.26. Tiêu chí so sánh các phương pháp Tape Test.

Tiêu chí	X-Cut Test (A)	Cross Tape Test (B)
Cách thực hiện	Cắt hai đường chéo hình chữ X	Cắt lưới 6×6 hoặc 11×11 ô vuông
Diện tích kiểm tra	Nhỏ (chỉ 4 góc tại tâm chữ X)	Lớn (toàn bộ mạng lưới)
Độ nhạy	Thấp (dễ bỏ sót khuyết điểm)	Cao (phát hiện bong tróc cục bộ)
Thang đánh giá	Đơn giản (Pass/Fail hoặc 0-5A)	Đơn giản (Pass/Fail hoặc 0-5B)
Độ dày phù hợp	Lớp phủ dày ($>10\mu\text{m}$)	Lớp phủ mỏng ($<10\mu\text{m}$)
Ưu điểm	Nhanh	Độ chính xác toàn diện
Nhược điểm	Khó phát hiện bong trong nhỏ	Tốn thời gian cắt lưới

Sau khi đánh giá, đề xuất áp dụng phương pháp B cho quy trình kiểm tra độ bám màu sau khi Anod (độ dày trung bình $7.5 \pm 0.5 \mu\text{m}$), phương pháp này có thể kiểm tra được trên bề mặt với độ chính xác cao hơn so với phương pháp A.

4.4.2.3. Đánh giá tính khả thi của phương pháp

Để đảm bảo việc triển khai phù hợp với điều kiện thực tế công ty, tiến hành đánh giá tính khả thi của phương pháp này trên các khía cạnh: Chi phí, Kỹ thuật, Nhân lực, Khả năng tích hợp quy trình và tiêu chuẩn hóa. Sau đây là bảng đánh giá tính khả thi:

Bảng 4.27. Đánh giá tính khả thi của Tape Test.

Khía cạnh	Đánh giá
Chi phí	- Dụng cụ đơn giản (dao cắt, băng keo chuẩn, kính lúp) => Chi phí thấp, phù hợp triển khai thử nghiệm. - Không cần đầu tư máy móc => Tiết kiệm ngân sách và thời gian.
Kỹ thuật	- Phương pháp đơn giản, thao tác thủ công, không cần thiết bị chuyên dụng => Dễ dàng triển khai. - Áp dụng theo tiêu chuẩn ASTM D3359 => Đảm bảo độ tin cậy và tính chuẩn hóa cao.
Nhân lực	- Có thể sử dụng nhân viên hiện có => Không cần thuê chuyên gia, tiết kiệm nguồn lực. - Đào tạo dễ dàng trong thời gian ngắn => Nhanh chóng triển khai, duy trì quy trình kiểm tra.
Tích hợp quy trình	- Có thể thực hiện sau công đoạn lắp lỗ màng => Không làm gián đoạn sản xuất, không thay đổi quy trình hiện tại. - Có thể kiểm tra ngẫu nhiên theo lô => Giữ nhịp độ sản xuất ổn định, dễ kiểm soát.
Khả năng tiêu chuẩn hóa	- Có thể dễ dàng xây dựng SOP => Giúp nhân viên thực hiện đồng nhất, giảm sai sót. - Đánh giá kết quả bằng tiêu chí rõ ràng => Đơn giản hóa việc ra quyết định kiểm soát.

=> Phương pháp Tape Test có tính khả thi trên nhiều khía cạnh. Vì vậy, phù hợp để triển khai thực hiện trong công ty nhằm kiểm soát và nâng cao chất lượng quy trình Anod.

4.4.2.4. Dụng cụ cần thiết

- Dao cắt lưới tiêu chuẩn: 6 lưới (tạo lưới 6×6) hoặc 11 lưới (11×11), khoảng cách 1-2 mm giữa các vết cắt với chất liệu thép cứng, góc lưới 30° (đảm bảo cắt xuyên lớp anod mà không làm hỏng nền).

- Băng dính: Loại 3M Scotch 600 (độ bám trung bình).
- Kính lúp/phóng đại: Để quan sát vùng bong tróc (độ phóng đại 5-10X).



Hình 4.9. Bộ dụng cụ Cross – Cut Test.

4.4.2.5. Quy trình thực hiện

Bước 1: Chuẩn bị bề mặt

- Làm sạch bằng cồn để loại bỏ dầu, bụi.
- Để khô tự nhiên hoặc sấy khô trước khi cắt.

Bước 2: Cắt lưới

- Dùng dao cắt tạo lưới 6×6 ô vuông (có thể cắt tạo lưới nhỏ hơn tùy theo kích thước linh kiện). Nếu bề mặt cong có thể chia nhỏ thành nhiều vùng để cắt.
- Áp lực cắt: Đủ mạnh để xuyên qua lớp Anod, nhưng không làm xước nền kim loại.
- Khoảng cách cắt 1mm.
- Góc cắt: 45° so với bề mặt.

Bước 3: Dán băng dính

- Dùng băng dính 3M 600 dán phủ toàn bộ vùng lưới.
- Dùng ngón tay hoặc dụng cụ ép chặt để loại bỏ bọt khí.
- Giữ băng 60 - 90 giây trước khi bóc.

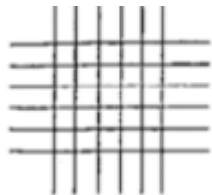
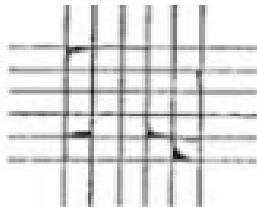
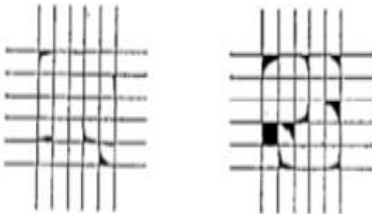
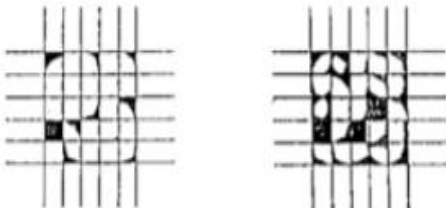
Bước 4: Bóc băng

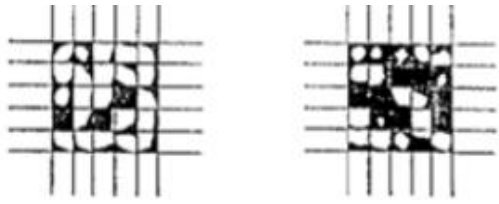
- Bóc nhanh (1-2 giây) theo góc 180° .
- Quan sát vùng bong tróc bằng kính lúp.

Bước 5: Đánh giá kết quả

- Quan sát trên bề mặt linh kiện: kiểm tra mức độ bong tróc lớp phủ trong vùng cắt, sử dụng thang điểm theo tiêu chuẩn ASTM D3359.
- Quan sát bằng keo chỉ là phụ: nếu có lớp phủ dính vào băng keo thì có thể lớp phủ đã bong, nhưng kết luận vẫn dựa vào bề mặt linh kiện.
- Kết hợp sử dụng kính lúp để kiểm tra bề mặt.
- Kết quả đánh giá cuối cùng phải dựa vào tình trạng bong tróc trên bề mặt sau khi bóc băng keo.

Bảng 4.28. Tiêu chuẩn đánh giá độ bong.

Điểm	Mô tả	Minh họa
5B	Vết cắt hoàn toàn nhẵn, không có các mảng bong ra.	
4B	Bong tróc nhỏ dọc theo các cạnh vết cắt, diện tích bong < 5%.	
3B	Bong tróc 5-15%.	
2B	Bong tróc 15–35%.	

Điểm	Mô tả	Minh họa
1B	Bong tróc 35–65%.	
0B	Bong tróc > 65% hoặc bong toàn bộ.	

- Trong thực tế sản xuất, mức từ 3B trở lên được xem là đạt và chuyển sang công đoạn tiếp theo vì mức này chỉ cho thấy lớp phủ bong nhẹ, dưới 15% diện tích vùng cắt, không ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng và chức năng của linh kiện.
- Những mức thấp hơn 3B sẽ được xem là không đạt, cần đánh giá kỹ, phân loại và xử lý linh hoạt.

4.4.2.6. Đề xuất kế hoạch triển khai

Kế hoạch chi tiết để triển khai phương pháp này như sau:

Bảng 4.29. Kế hoạch triển khai phương pháp Tape Test.

STT	Hạng mục	Nội dung công việc	Người phụ trách	Thời gian
1	Chuẩn bị vật tư	- Bộ dụng cụ Cross - Cut Test. - Cồn vệ sinh.	Phòng mua hàng	Tuần 1
2	Đào tạo nhân viên	- Đào tạo quy trình ASTM D3359 phương pháp Cross Cut Test. - Thực hành cắt lưới, dán băng keo trên mẫu thử. - Phân biệt các mức đánh giá từ 0B - 5B bằng hình ảnh mẫu.	QA/QC	Tuần 2

3	Xây dựng tiêu chuẩn công việc	- Quy định tần suất kiểm tra. - Xây dựng tiêu chuẩn chấp nhận và hành động. - Xây dựng hướng dẫn đánh giá kèm hình ảnh minh họa.	Bộ phận kỹ thuật QA/QC	Tuần 3
4	Áp dụng thử	- Test thử 50 Spool. - Điều chỉnh quy trình nếu cần.	Sản xuất QA/QC	Tuần 4
5	Áp dụng chính thức	- Đưa phương pháp Tape Test vào quy trình. - Ghi nhận kết quả kiểm tra mỗi lô.	QA/QC	Tuần 4
6	Đánh giá hiệu quả sau khi áp dụng	- Đánh giá kết quả sau 1 tháng áp dụng. - Thu nhập phản hồi và điều chỉnh nếu cần.	QA/QC Bộ phận kỹ thuật	Sau 1 tháng áp dụng

Do Tape Test là phương pháp pháp kiểm tra mang tính chất phá hủy, nên kiểm tra 100% là không khả thi. Phương pháp này được áp dụng nhằm kiểm soát độ bám dính của lớp màu sau Anod hóa chứ không phải là công cụ phát hiện lỗi bong màu đã xảy ra.

Việc chọn mẫu ngẫu nhiên theo lô giúp kiểm soát được những bất thường trong quá trình, giúp phát hiện các dấu hiệu bất thường và xử lý kịp thời, ngăn ngừa trước khi lỗi lan rộng khi chuyển sang các công đoạn khác hoặc đến tay khách hàng. Bảng đề xuất tần suất kiểm tra Tape Test, tiêu chuẩn chấp nhận và hành động như sau:

Bảng 4.30. Tần suất kiểm tra Tape Test.

STT	Quy mô lô sản xuất	Số lượng mẫu (Spool)	Tỷ lệ kiểm tra (%)	Tần suất kiểm tra
1	≤ 100 sản phẩm	5 Spool	5%	Kiểm tra ngẫu nhiên mỗi lô. Đề xuất chọn mẫu ở đầu và cuối lô để kiểm tra.
2	101 – 300 sản phẩm	8 Spool	2.5% -4%	Lấy mẫu ngẫu nhiên theo lô. Đề xuất lấy mẫu từ các mẻ riêng biệt để phản ánh toàn diện chất lượng quá trình.
3	> 300 sản phẩm	10 Spool	3%	Kiểm tra ngẫu nhiên mỗi lô, chia nhỏ ra từng batch, tránh đợi hoàn thành tất cả mới kiểm.

Bảng 4.31. Tiêu chuẩn chấp nhận và hành động.

Kết quả thử nghiệm	Hành động xử lý
4B – 5B	- Đạt chuẩn, ghi chép kết quả và chuyển sang công đoạn tiếp theo.
3B	- Tiến hành kiểm tra 3 mẫu khác cùng lô. Nếu ≥ 2 Spool 3B, đánh giá là có nguy cơ tiềm ẩn. - Giữ lại mẫu lô để đối chiếu, đồng thời đánh giá các thông số quy trình để phát hiện bất thường. - Không cần dừng toàn bộ sản xuất, tiến hành theo dõi lô sản xuất kế tiếp.
0B – 2B	- Tạm dừng sản xuất lô hàng, không cần dừng sản xuất toàn bộ. - Lấy mẫu đại diện 3-5 sản phẩm trong lô kế tiếp để kiểm tra. Nếu lô sau vẫn có 0B-2B, yêu cầu tạm dừng sản xuất và điều tra nguyên nhân hệ thống. - Báo cáo bộ phận kỹ thuật, QA/QC. - Thực hiện kiểm tra mở rộng để đánh giá mức độ.

Kết luận: Phương pháp Tape Test được đề xuất nhằm tăng cường khả năng kiểm soát chất lượng trong quá trình Anod hóa. Việc áp dụng phương pháp này cần được xem xét và thử nghiệm thêm để đánh giá hiệu quả thực tế trong điều kiện sản xuất của công ty.

4.4.3. Thử nghiệm thông số kỹ thuật theo phương pháp Taguchi

Qua quá trình khảo sát thực tế và phân tích nguyên nhân, nhận thấy quy trình sản xuất hiện tại thiếu kế hoạch triển khai thử nghiệm hệ thống cho việc điều chỉnh các thông số kỹ thuật. Công nhân thường tự điều chỉnh thông số một cách không hệ thống dẫn đến quá trình thiếu kiểm soát, làm tăng tỷ lệ lỗi và ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm.

Nhằm giải quyết vấn đề này, nhóm dự án tiến hành chọn áp dụng phương pháp thử nghiệm Taguchi để xây dựng kế hoạch thử nghiệm khoa học, tìm ra bộ thông số tối ưu nhất giúp ổn định quá trình và nâng cao chất lượng sản phẩm.

4.4.3.1. Xác định tiêu chí đánh giá, nhân tố ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm

Tiêu chí đánh giá: Độ dày màng sẽ được lựa chọn mặc dù không phải là lỗi cuối cùng, nó là một đặc tính kỹ thuật quan trọng phản ánh sự ổn định và hiệu quả của quá trình Anod. Nếu bộ thông số kỹ thuật không ổn định, độ dày màng sẽ biến động, làm tăng nguy cơ xuất hiện các lỗi bong màu, đậm nhạt màu, thậm chí là cả những lỗi khác.

=> Độ dày màng được chọn làm tiêu chí chính để đánh giá hiệu quả các thí nghiệm và tối ưu hóa thông số kỹ thuật.

Các nhân tố chính ảnh hưởng:

- Nhiệt độ Anod (°C): Nhiệt độ ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng hóa học trong bể Anod, từ đó quyết định độ dày lớp màng tạo thành.
- Điện áp (V): Điện áp cung cấp năng lượng cho quá trình Anod, ảnh hưởng trực tiếp đến tốc độ hình thành màng và độ đồng đều của lớp oxit.
- Thời gian điện phân (Phút): Thời gian xử lý trong bể Anod quyết định lượng màng được tạo ra, kéo dài thời gian thường làm tăng độ dày màng.

Các mức thí nghiệm được xây dựng như ở bảng dưới đây dựa trên:

- Bộ thông số đang sử dụng hiện tại (Mức trung bình).
- Điều chỉnh thực tế của công nhân.

- Khả năng kỹ thuật cho phép của thiết bị và quy trình.

Bảng 4.32. Giá trị các nhân tố trong thực nghiệm.

Thứ tự	Nhân tố	Mức độ			Khoảng thay đổi	Kết quả đầu ra
		Thấp	Trung bình	Cao		
1	Nhiệt độ (°C)	19	21	23	2	Độ dày màng Anod đạt chuẩn
2	Điện áp (V)	11	13	15	2	
3	Thời gian (phút)	20	25	30	5	

Các yếu tố gây nhiễu: Chất lượng nguyên vật liệu, nhiệt độ môi trường xung quanh, máy móc, con người,...

4.4.3.2. Lựa chọn bảng trực giao, ma trận quy hoạch thực nghiệm

Trong nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của các thông số kỹ thuật như: Nhiệt độ, Điện áp, Thời gian đến độ dày màng sau khi Anod. Nếu quy hoạch thực nghiệm toàn phần ta cần $N = 3^3 = 27$ thí nghiệm. Đối với thực nghiệm Taguchi ta chọn ma trận quy hoạch trực giao L9 với $N = 3^{3-1} = 9$ thí nghiệm. Mỗi thí nghiệm được lặp lại $n = 10$ lần đo độ dày lớp màng.

Việc xác định tỷ lệ S/N (Signal – to – Noise) đóng vai trò đánh giá cả chất lượng và độ ổn định của quy trình. Khi tiến hành 9 thí nghiệm theo ma trận L9, mỗi thí nghiệm sẽ cho các kết quả về độ dày màng Anod. Trong quá trình Anod, độ dày màng có tiêu chuẩn kỹ thuật $7.5 \pm 0.5 \mu\text{m}$ nên mục tiêu không phải làm cho giá trị trung bình càng lớn hay càng nhỏ, mà là duy trì độ dày ở gần mức tiêu chuẩn và ổn định nhất. Vì vậy, nhóm dự án lựa chọn công thức tỷ lệ S/N theo dạng Nominal is Best như dưới đây.

Tỷ lệ S/N cũng sẽ định lượng mức độ ảnh hưởng của từng thông số riêng lẻ, loại bỏ tác động của yếu tố gây nhiễu, xác định tổ hợp thông số vừa đạt chất lượng cao vừa ổn định.

$$\frac{S}{N} = 10 \log_{10} \left(\frac{\bar{y}^2}{s^2} \right)$$

Trong đó:

- S/N: Tỷ số tín hiệu/ nhiễu (Signal – to – Noise).
- $\bar{y}$: Giá trị trung bình độ dày.
- s^2 : Phương sai thể hiện độ biến động trong quá trình.

Tỷ lệ S/N càng lớn thì đặc tính nhận được càng tốt.

Bảng 4.33. Ma trận quy hoạch với các kết quả thực nghiệm.

N	Nhân tố			Mẫu (μm)									
	Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	Điện áp (V)	Thời gian (phút)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	19	11	20	7.3	7.4	7.4	7.5	8.1	7.5	7.3	7.4	7.2	7.6
2	19	13	25	7.4	7.3	6.9	7.4	6.9	7.5	7.6	7.6	7.5	7.5
3	19	15	30	7.5	7.5	7.5	7.3	7.6	7.4	7.5	7.6	8.1	7.5
4	21	11	25	7.5	6.9	7.5	7.5	7.6	7.4	7.4	7.6	7.4	6.9
5	21	13	30	7.5	7.2	7.5	6.8	7.3	7.7	7.3	7.6	7.4	7.6
6	21	15	20	7.4	7.4	7.4	6.9	7.6	7.3	7.4	7.6	7.5	7.5
7	23	11	30	7.6	7.4	7.3	7.4	7.6	7.6	7.2	7.5	7.8	7.5
8	23	13	20	7.4	7.1	7.5	7.6	7.5	6.9	7.5	7.4	7.5	6.9
9	23	15	25	7.3	7.3	7.5	7.4	7.5	6.9	7.6	7.6	7.7	7.5

Kết quả: Bất kể loại đặc tính nào, S/N Ratio càng cao, hệ thống càng ổn định (ít biến động) và chính xác (gần giá trị mục tiêu).

Để đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố đầu vào (Nhiệt độ, Điện áp, Thời gian) đến kết quả đầu ra độ dày màng Anod, nhóm dự án tiến hành áp dụng phân tích giá trị trung bình (Analysis of Means – ANOM) và tỷ số tín hiệu/nhiều (Signal – to – Noise Ratio – S/N) trong khuôn khổ phương pháp Taguchi.

- Phân tích giá trị trung bình (ANOM) giúp xác định mức nào của từng nhân tố cho kết quả tốt nhất về độ dày màng Anod.
- Phân tích S/N Ratio giúp đánh giá độ ổn định (ít biến động) của kết quả tại mỗi mức của từng yếu tố.

4.4.3.3. Phân tích kết quả thực nghiệm

Kết quả phân tích Taguchi trên phần mềm Minitab được thể hiện ở các bảng sau:

❖ Kết quả thí nghiệm Taguchi theo ma trận L9

Dưới đây là kết quả Mean và S/N Ratio sau khi phân tích dữ liệu gốc ban đầu:

Bảng 4.34. Kết quả S/N và Mean theo ma trận L9.

N	Nhân tố			Kết quả	
	Nhiệt độ (°C)	Điện áp (V)	Thời gian (phút)	SNRA	MEAN
1	19	11	20	29.5192	7.47
2	19	13	25	29.0696	7.36
3	19	15	30	31.0268	7.55
4	21	11	25	29.1030	7.37
5	21	13	30	29.0691	7.39
6	21	15	20	31.3640	7.40
7	23	11	30	32.7345	7.49
8	23	13	20	28.9136	7.33
9	23	15	25	30.3252	7.43

❖ **Phân tích theo tỷ số tín hiệu/ nhiễu**

Kết quả phân tích Minitab cho ra bảng phản hồi và biểu đồ như sau:

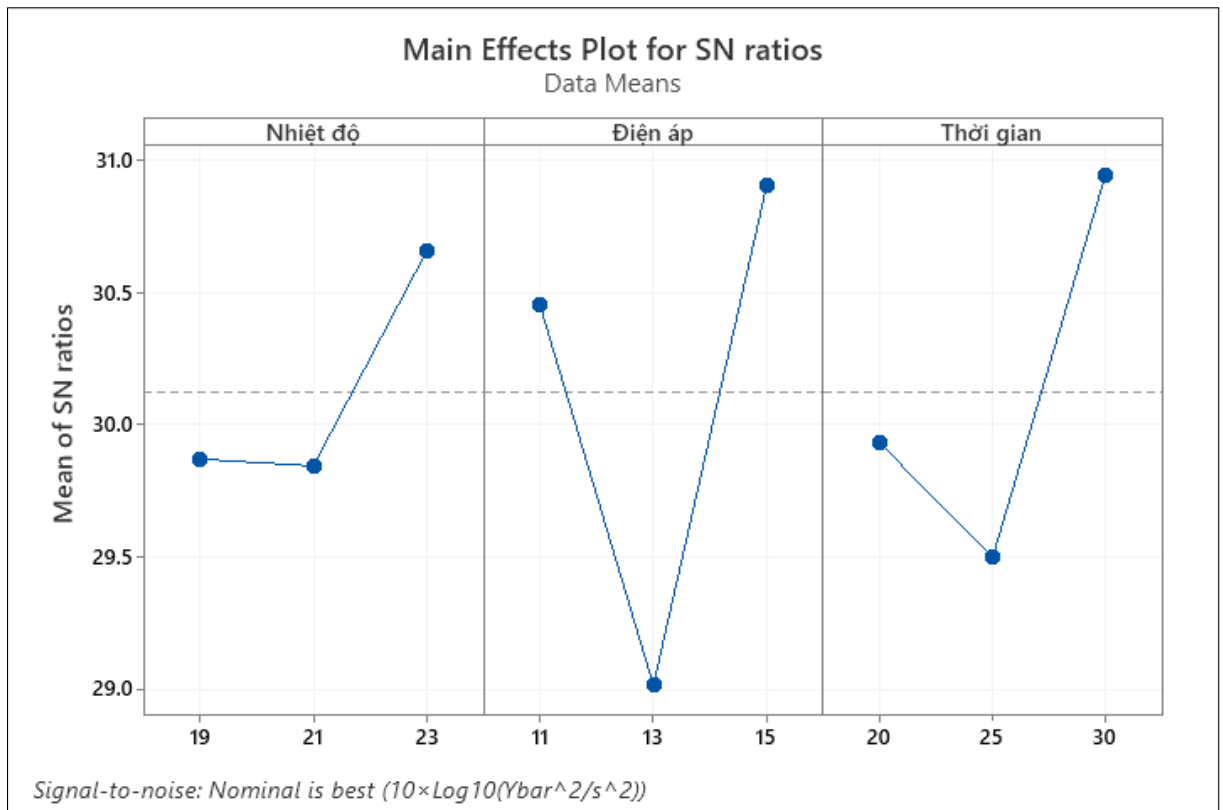
Bảng 4.35. Phản hồi về tỷ số tín hiệu/ nhiễu.

Level	Nhiệt độ	Điện áp	Thời gian
1	29.87	30.45	29.93
2	29.85	29.02	29.50
3	30.66	30.91	30.94
Delta	0.81	1.89	1.44
Rank	3	1	2

Với mục tiêu tối ưu hóa độ ổn định của quá trình (giảm nhiễu), kết quả bảng phản hồi cho thấy:

- Điện áp (Delta = 1.89, Rank = 1) có ảnh hưởng lớn nhất đến SN Ratio, với mức Level 3 (30.91) cho ra kết quả tốt nhất.
- Thời gian (Delta = 1.44, Rank = 2) có ảnh hưởng đáng kể, mức Level 3 (30.94) tối ưu hơn.
- Nhiệt độ (Delta = 0.81, Rank = 3) ảnh hưởng ít nhất nhưng mức Level 3 cho SN Ratio cao nhất.

=> Điện áp là yếu tố có mức độ ảnh hưởng lớn nhất để cải thiện độ ổn định quá trình, với giá trị cao nhất ở Level 3. Thời gian nên được duy trì ở mức Level 3 để đạt SN Ratio tốt nhất. Nhiệt độ cũng nên được chọn ở Level 3.



Hình 4.10. Biểu đồ ảnh hưởng chính đến SN Ratio của độ dày màng.

Nhiệt độ: Biểu đồ cho thấy nhiệt độ 23°C cho tỷ số SN cao nhất (~30.67), chứng tỏ kết quả ở mức này vừa gần giá trị mục tiêu vừa ổn định. Mức 21°C cho tỷ số SN thấp nhất (~29.85), tức là biến động lớn hơn. Do đó, nên chọn nhiệt độ 23°C để giảm lỗi biến động độ dày.

Điện áp: là yếu tố có ảnh hưởng mạnh nhất đến tỷ số SN ($\Delta = 1.89$). Mức 15V cho tỷ số cao nhất (~30.91), trong khi mức 13V thấp nhất (~29.02). Điều này chứng minh rằng tăng điện áp không chỉ giúp tăng độ dày mà còn tăng sự ổn định. Do đó, 15V là mức điện áp nên lựa chọn.

Thời gian: Thời gian 30 phút có tỷ số SN cao nhất (~30.94), nghĩa là kết quả ít biến động và gần với mục tiêu. Trong khi đó, mức 25 phút cho tỷ số thấp nhất (~29.5), thể hiện kết quả không ổn định. Như vậy, 30 phút là mức thời gian tối ưu cho cả giá trị trung bình và tính ổn định.

Kết luận: Đối chiếu với bảng phản hồi => Mức thông số để tối ưu độ ổn định quá trình theo thứ tự mức độ ảnh hưởng của các yếu tố như sau: Điện áp (15V), Thời gian (30 phút), Nhiệt độ (23°C).

❖ Phân tích theo giá trị trung bình độ dày màng

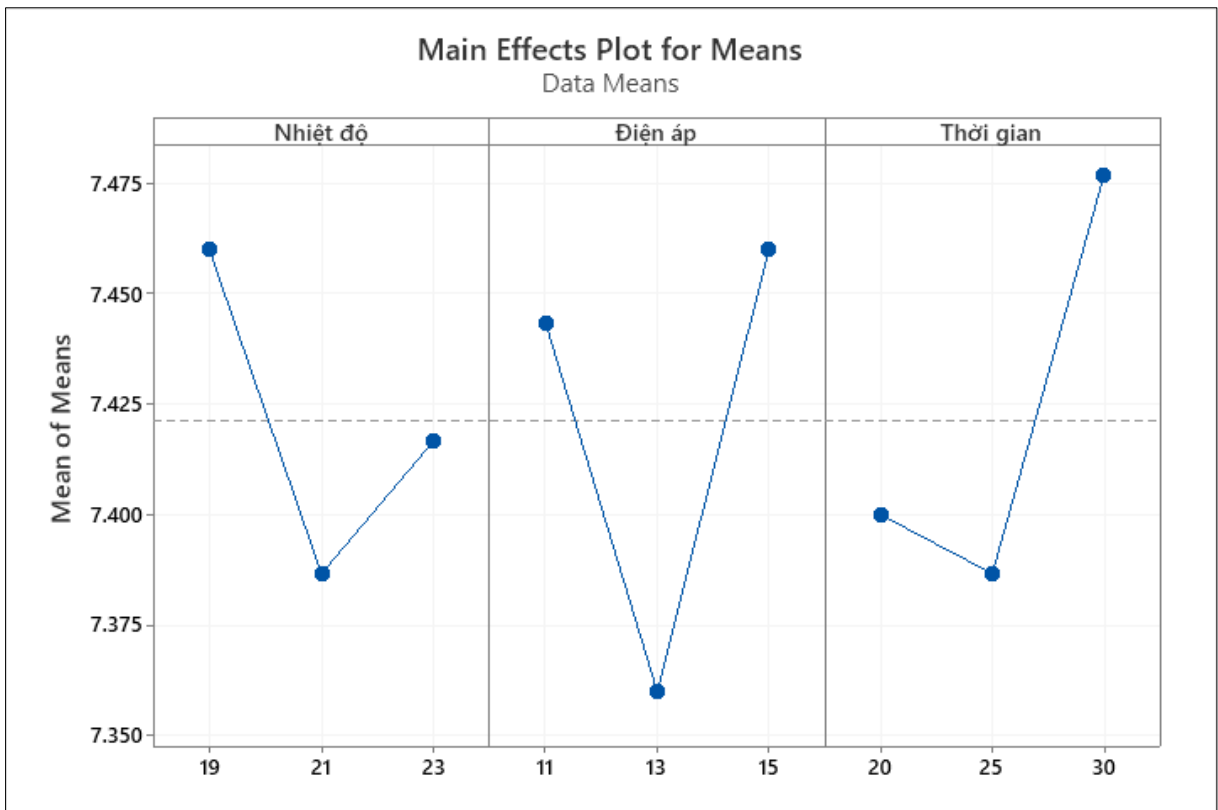
Kết quả phân tích Minitab cho ra bảng phản hồi và biểu đồ như sau:

Bảng 4.36. Phản hồi về giá trị trung bình.

Level	Nhiệt độ	Điện áp	Thời gian
1	7.460	7.443	7.400
2	7.387	7.360	7.387
3	7.417	7.460	7.477
Delta	0.073	0.100	0.090
Rank	3	1	2

Với mục tiêu tối ưu hóa giá trị trung bình của quá trình, kết quả từ bảng phản hồi cho thấy:

- Điện áp (Delta =0.100, Rank =1) và Thời gian (Delta =0.090, Rank =2) có mức độ ảnh hưởng lớn nhất, trong đó:
 - Điện áp cho giá trị cao nhất ở Level 3 (7.460).
 - Thời gian cho giá trị cao nhất ở Level 3 (7.477).
 - Nhiệt độ (Delta =0.073, Rank =3) ít ảnh hưởng hơn, Level 1 và Level 3 gần như tương đương, không khác biệt quá lớn.
- => Để tối ưu hóa giá trị trung bình, nên chọn Điện áp Level 3 và thời gian Level 3. Trong khi đó, nhiệt độ không có sự khác biệt lớn giữa các mức, ưu tiên Level 1 để đạt được giá trị cao nhất.



Hình 4.11. Biểu đồ ảnh hưởng chính theo giá trị trung bình.

Nhiệt độ: Khi nhiệt độ thay đổi từ $19^{\circ}\text{C} \rightarrow 21^{\circ}\text{C}$, giá trị trung bình độ dày màng giảm từ khoảng $7.46 \mu\text{m}$ xuống $7.39 \mu\text{m}$. Khi tăng tiếp lên 23°C , độ dày tăng nhẹ trở lại khoảng $7.42 \mu\text{m} \Rightarrow$ Mức 19°C cho kết quả tốt nhất. Mức ảnh hưởng của nhiệt độ tương đối nhẹ, nhưng vẫn có sự khác biệt giữa các mức.

Điện áp: Khi điện áp tăng từ $11\text{V} \rightarrow 13\text{V}$, độ dày màng giảm mạnh nhưng khi tăng tiếp lên 15V , độ dày tăng mạnh và cao nhất trong các mức $\Rightarrow$ Mức 15V cho kết quả tốt nhất.

Thời gian: Theo quan sát biểu đồ, độ dày màng tăng đáng kể khi tăng từ 25 phút $\rightarrow$ 30 phút và cao nhất trong các mức $\Rightarrow$ Mức 30 phút là tối ưu.

Kết luận: Sau khi đối chiếu $\Rightarrow$ Mức thông số mức thông số để tối ưu giá trị trung bình độ dày màng theo thứ tự mức độ ảnh hưởng của các yếu tố là Điện áp (15V), Thời gian (30 phút), Nhiệt độ (19°C).

❖ Lựa chọn mức thông số tối ưu

Trong phương pháp thiết kế thực nghiệm Taguchi, việc xác định mức thông số tối ưu thường dựa trên hai tiêu chí: giá trị trung bình (Mean) và tỷ số tín hiệu/ nhiễu S/N. Tuy nhiên, theo triết lý của Taguchi, tỷ số S/N thường được ưu tiên hơn vì nó phản ánh

khả năng chống chịu của hệ thống trước các yếu tố nhiễu (noise) trong điều kiện thực tế sản xuất.

Cụ thể, tỷ số S/N cho thấy mức độ ổn định của quá trình: giá trị S/N càng cao thì độ dao động của kết quả càng thấp, giúp quy trình sản xuất ổn định hơn và ít phát sinh lỗi. Trong khi đó, giá trị trung bình chỉ thể hiện xu hướng kết quả tiệm cận mục tiêu mà không phản ánh mức độ biến động.

=> Trong các trường hợp mà kết quả phân tích Mean và S/N Ratio cho ra các mức thông số khác nhau, cần ưu tiên lựa chọn mức thông số tối ưu theo S/N Ratio.

Dưới đây là bảng kết quả tổng hợp:

Bảng 4.37. Kết quả lựa chọn mức thông số cuối cùng.s

Yếu tố	Mức tối ưu (Mean)	Mức tối ưu (SN Ratio)	Đề xuất lựa chọn
Điện áp	15V	15V	15V
Thời gian	30 phút	30 phút	30 phút
Nhiệt độ	19°C	23°C	23°C (Ưu tiên S/N)

Việc lựa chọn các mức thông số trên nhằm mục tiêu nâng cao độ ổn định của lớp màng Anod, từ đó giảm thiểu lỗi về bong màu, đậm nhạt màu và cải thiện chất lượng tổng thể của linh kiện Spool. Việc lựa chọn theo tiêu chí S/N cũng phù hợp với mục tiêu của dự án ban đầu.

Dù chưa có điều kiện để kiểm chứng thực nghiệm, nhóm dự án vẫn xác định được tổ hợp thông số tối ưu thông qua Taguchi, với giả định rằng khi áp dụng vào thực tế sẽ giúp giảm biến động quá trình và tăng tỷ lệ đạt yêu cầu về độ dày màng. Việc chạy kiểm chứng sẽ được tiến hành trong những giai đoạn tiếp theo khi có đủ điều kiện về thời gian và sản xuất.

4.5. Giai đoạn Kiểm soát (Control – C)

Mục tiêu: Kiểm soát nhằm duy trì kết quả cải tiến, duy trì sự ổn định của quá trình sản xuất, phát hiện sớm những sai lệch và phản ứng kịp thời.

4.5.1. Kế hoạch kiểm soát (Control Plan)

Kế hoạch kiểm soát là công cụ trung tâm của giai đoạn này, dùng để theo dõi các đặc tính quan trọng đã được cải tiến. Dưới đây là bảng kế hoạch chi tiết:

Bảng 4.38. Kế hoạch kiểm soát.

Đặc tính kiểm soát	Tiêu chuẩn chấp nhận	Dụng cụ	Tần suất	Người phụ trách
Độ dày màng Anod	$7.5 \pm 0.5 \mu\text{m}$	Máy đo độ dày	Mỗi 30p/ ngẫu nhiên 3-5 mẫu	QC
Độ bám dính màu	3B-5B	Cross Cut Test	Ngẫu nhiên 3-5 mẫu/ lô	QC
Điện áp Anod hóa	15V	Máy biến áp	Liên tục	Trưởng ca sản xuất
Thời gian Anod hóa	30 phút	Đồng hồ Timer	Liên tục	Công nhân
Nhiệt độ Anod hóa	23 °C	Nhiệt kế	Mỗi sau 1 giờ	Trưởng ca sản xuất
Thao tác công nhân	Tuân thủ SOP	Checklist thao tác + Đánh giá đào tạo định kỳ	Hàng ngày + Hàng quý	Trưởng ca sản xuất

Để đánh giá và duy trì kết quả cải tiến con người thông qua việc thực hiện những bài kiểm tra đánh giá định kỳ hàng quý. Việc thực hiện kiểm tra sẽ được phụ trách bởi nhân viên QC và trưởng ca sản xuất. Biểu mẫu sau đây được thiết lập nhằm đảm bảo tính khách quan và minh bạch trong kiểm soát.

Bảng 4.39. Phiếu đánh giá đào tạo định kỳ hàng quý.

PHIẾU ĐÁNH GIÁ ĐÀO TẠO ĐỊNH KỲ		
CÔNG TY TNHH DAIWA VIỆT NAM	Bộ phận	V-145
	Tên nhân viên	
	Mã số nhân viên	
	Thời gian đánh giá	
A. Đánh giá về lý thuyết		

Câu hỏi	Đáp án A	Đáp án B	Đáp án C	Chọn
.....				
.....				
.....				
.....				
Điểm	 / 10 (Đạt: ≥ 8 điểm)			
B. Đánh giá về thực hành				
Nội dung đánh giá thao tác	Đánh giá (Đạt/ Không đạt)			Ghi chú
.....				
.....				
Nội dung nhận diện lỗi sản phẩm				
.....				
.....				
C. Nhận xét của người đánh giá				
.....				
.....				
D. Ý kiến công nhân được đánh giá				
.....				
.....				
XẾP LOẠI: ĐẠT/ KHÔNG ĐẠT Người đánh giá (Ký tên)				

Ngoài việc đánh giá lý thuyết và thực hành, phiếu đánh giá đào tạo định kỳ còn dành riêng một phần để thu thập ý kiến công nhân để nêu lên các khó khăn, góp ý hoặc đề xuất cải tiến trong quy trình đào tạo và thao tác thực tế. Các phản hồi được tổng hợp, đánh giá gửi về bộ phận QA/QC hoặc kỹ thuật. Nếu thực sự hợp lý và cần thiết, cần điều chỉnh lại nội dung đào tạo ở kỳ tiếp theo hoặc cập nhật SOP, hướng dẫn thao tác phù hợp với thực tế.

Cơ chế phản hồi này như một vòng tròn cải tiến liên tục, giúp nâng cao hiệu quả đào tạo, tăng sự tham gia của công nhân vào công tác cải tiến chất lượng và duy trì sự ổn định của quá trình sản xuất.

4.5.2. Chuẩn hóa quy trình kiểm tra độ bám dính màu

Sau khi bổ sung quy trình kiểm tra độ bám dính màu vào quy trình hiện tại, SOP dưới đây được xây dựng để hướng dẫn thực hiện kiểm tra một cách thống nhất, đảm bảo quá trình ổn định trước khi chuyển sang công đoạn tiếp theo.

4.5.2.1. Mục đích và phạm vi sử dụng

SOP được xây dựng nhằm đảm bảo kiểm soát chất lượng bề mặt Spool thông qua quy trình kiểm tra độ bám dính màu, nhằm duy trì độ bền màu, giảm nguy cơ phát sinh lỗi, đáp ứng yêu cầu của khách hàng. SOP áp dụng cho tất cả các sản phẩm linh kiện Spool sau bước lắp lỗ màng và sấy khô, tuân thủ theo tiêu chuẩn ASTM D3359 (Cross Cut Test).

4.5.2.2. Trách nhiệm

Các bên liên quan đến SOP có trách nhiệm cụ thể như sau:

- Công nhân sản xuất: Thực hiện kiểm tra độ bám dính và ghi nhận kết quả.
- Trưởng ca sản xuất: Giám sát quá trình kiểm tra và xử lý sản phẩm lỗi.
- Bộ phận QC: Thực hiện đánh giá định kỳ việc tuân thủ quy trình kiểm tra của công nhân. Hỗ trợ phân tích khi phát hiện vấn đề.
- Bộ phận QA: Quản lý và lưu trữ SOP và cập nhật định kỳ hoặc có sửa đổi.
- Bộ phận kỹ thuật: Hỗ trợ phân tích kỹ thuật khi phát hiện vấn đề, tham gia quá trình cải tiến quy trình.

4.5.2.3. Cơ sở xây dựng SOP

Quy trình kiểm tra độ bám dính màu được xây dựng dựa trên các yếu tố sau:

- Các tiêu chuẩn kỹ thuật, phương pháp thử nghiệm đã được công nhận (tiêu chuẩn ASTM,...).
- Kết quả của quá trình thử nghiệm mẫu ban đầu.
- Quy định nội bộ: Tuân thủ quy trình kiểm soát chất lượng hiện hành của công ty.

4.5.2.4. Xây dựng bảng tiêu chuẩn công việc

Dưới đây là nội dung chi tiết bảng tiêu chuẩn công việc chi tiết được xây dựng:

Bảng 4.40. Bảng tiêu chuẩn công việc kiểm tra độ bám dính màu.

CÔNG TY TNHH DAIWA VIỆT NAM		BẢNG TIÊU CHUẨN CÔNG VIỆC		
CÔNG ĐOẠN		Ngày phát hành: 02/06/2025		
KIỂM TRA ĐỘ BẮM DÍNH MÀU		Xác nhận	Kiểm tra	Người lập
Tên sản phẩm	SPOOL			
A. Phương pháp làm việc	Dụng cụ	Ghi chú		
1. Chuẩn bị dụng cụ	Bộ dụng cụ Cross Cut - Test Biểu mẫu kiểm tra	Chọn đúng loại dao cắt.		
2. Kiểm tra bề mặt Spool		Làm sạch bằng cồn và đảm bảo linh kiện khô ráo.		
3. Dùng dao cắt lưới 6x6 ô vuông		Khoảng cách cắt 1mm, Góc cắt 45° so với bề mặt.		
4. Dán băng dính 3M 600 lên vùng lưới		Ép chặt để loại bọt khí, giữ chặt 60-90s.		
5. Bóc băng		Bóc nhanh 1-2s theo góc 180°.		
6. Quan sát kết quả		Sử dụng bảng kiểm tra tiêu chuẩn.		
7. Ghi kết quả vào biểu mẫu kiểm tra		Kết quả phải được ghi chính xác, cụ thể. Báo cáo cho trưởng ca sản xuất.		
B. Phương pháp kiểm tra	Dụng cụ	Số lượng kiểm tra		
Quan sát bề mặt linh kiện và băng kéo đã dùng	Bảng mắt	n=5 (lô < 100sp)		
	Kính lúp	n=8 (lô: 101- 300sp)		
	Bảng so sánh tiêu chuẩn	n= 10 (lô > 300sp)		

Để đảm bảo việc thực hiện quy trình kiểm tra được theo dõi và ghi nhận đầy đủ, nhóm dự án xây dựng phiếu kiểm tra tương ứng. Phiếu này giúp công nhân ghi lại kết

quả kiểm tra từng lô sản phẩm, làm căn cứ theo dõi và đánh giá mức độ tuân thủ quy trình kiểm tra đã chuẩn hóa.

BÁO CÁO KIỂM TRA ĐỘ BẮM DÍNH HÀNG NGÀY TẠI BỘ PHẬN V145 Ngày..... Người kiểm tra.....									
STT	Màu Anod	Ca sản xuất	Số lô	Số lượng	Xác nhận kết quả		Điều kiện Anod		
					Kết quả xác nhận	Leader xác nhận	Điện áp (V)	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (phút)
1									
2									
3									
4									
5									

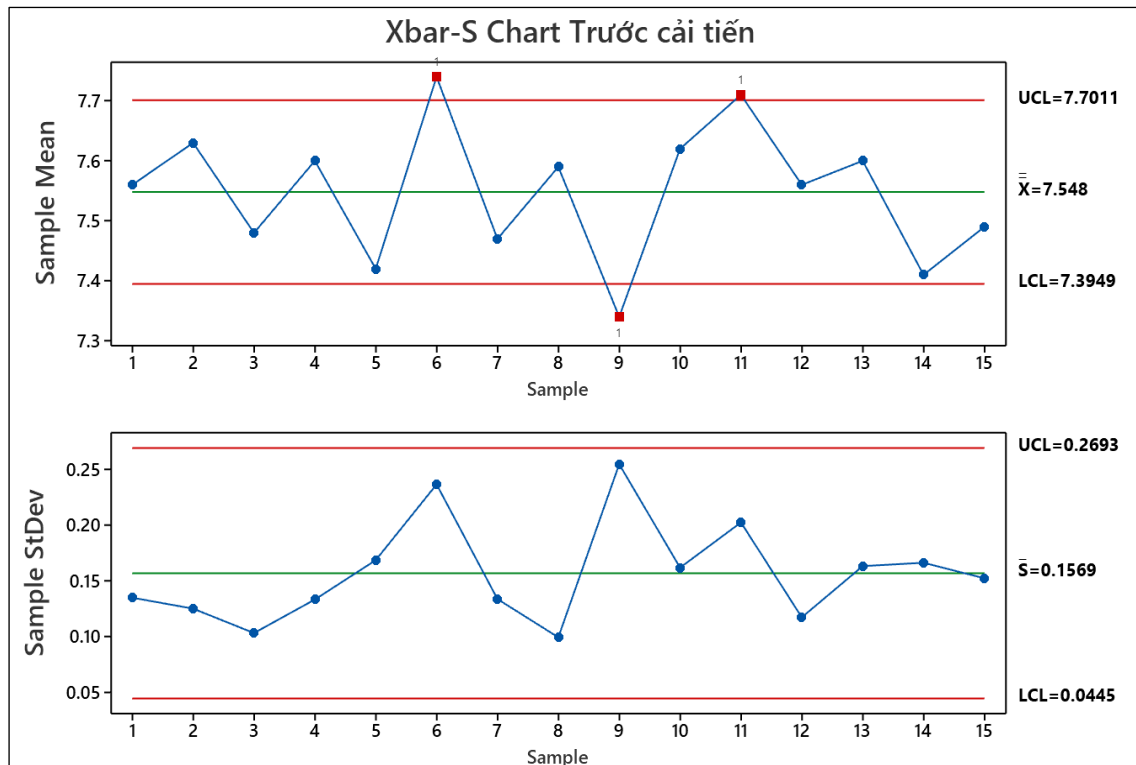
Hình 4.12. Phiếu kiểm tra độ bám dính màu.

Để duy trì việc thực hiện SOP, bộ phận QC giám sát việc tuân thủ thông qua quan sát trực tiếp và đánh giá định kỳ. Các trường hợp không tuân thủ quy trình sẽ được phát hiện và xử lý kịp thời, duy trì chất lượng kiểm tra ổn định. SOP sẽ được lưu trữ và cập nhật định kỳ 6 tháng/lần hoặc khi có thay đổi quy trình, đảm bảo tài liệu phù hợp với thực tế vận hành và hỗ trợ công tác đào tạo liên tục.

4.5.3. Theo dõi và kiểm soát quá trình

Để duy trì các kết quả cải tiến về thông số kỹ thuật, quá trình cần được kiểm soát thông qua việc theo dõi độ dày màng bằng công cụ thống kê như Control Chart. Số liệu cần được lấy theo chu kỳ cố định từ các lô sản xuất và nhập liệu định kỳ để xây dựng biểu đồ kiểm soát. Sau khi xây dựng, các biểu đồ được đưa vào vận hành thực tế.

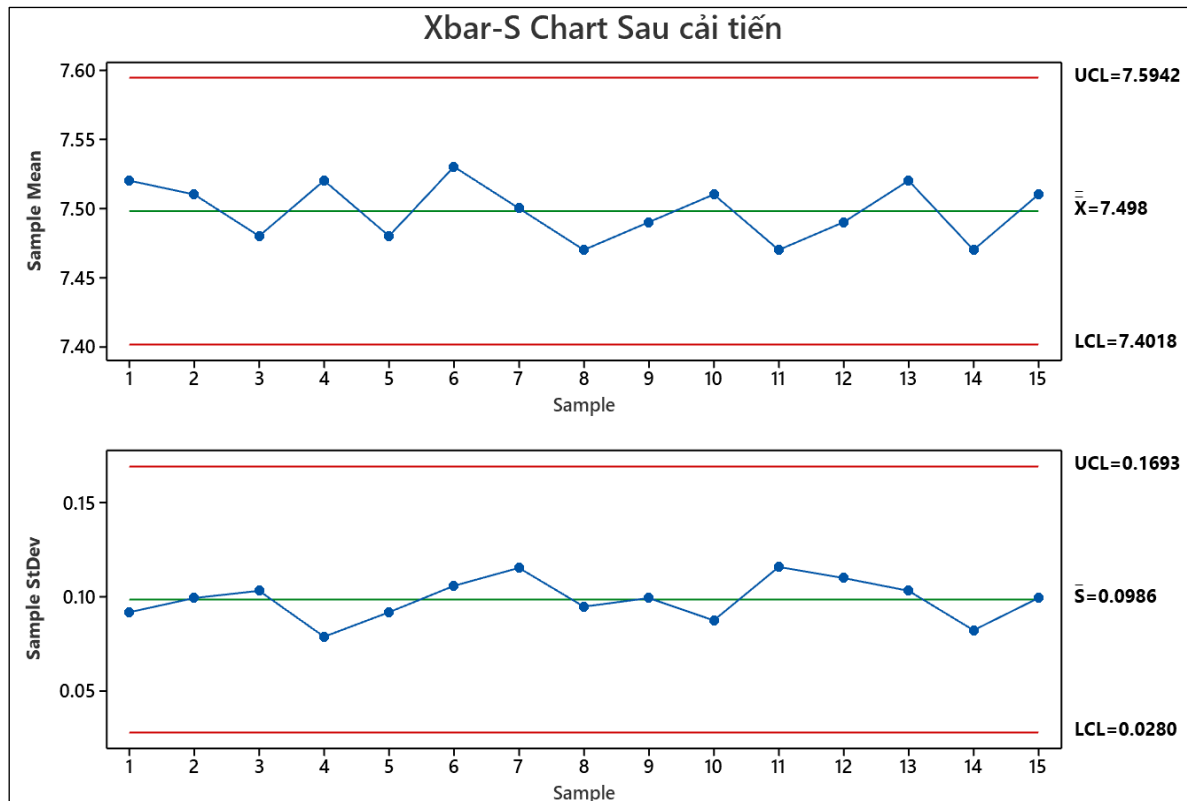
Khi quá trình ngoài kiểm soát (có điểm giới hạn UCL/LCL hoặc có xu hướng bất thường), cần xác định rõ nguyên nhân và loại bỏ để đưa quá trình vào trạng thái được kiểm soát. Các biểu đồ sau đây là hình ảnh minh họa được sử dụng trong hệ thống kiểm soát quá trình:



Hình 4.13. Biểu đồ kiểm soát độ dày màng trước cải tiến.

Biểu đồ kiểm soát $\bar{X} - S$ trước cải tiến (Hình 4.13) cho thấy quá trình Anod hóa diễn ra với mức độ dao động lớn và thiếu tính ổn định. Như trên biểu đồ có thể thấy được:

- Các giá trị trung bình giữa các lô biến động rõ rệt, không bám sát giá trị mục tiêu.
- Độ lệch chuẩn cao, mức độ phân tán lớn $\Rightarrow$ thiếu sự đồng nhất giữa các mẫu.
- Các dấu hiệu vượt giới hạn kiểm soát, cảnh báo quá trình đang bị biến động do các nguyên nhân đặc biệt, cần phải tìm hiểu và xử lý kịp thời.



Hình 4.14. Biểu đồ kiểm soát độ dày màng sau cải tiến.

Sau khi thực hiện các thí nghiệm thống số và chọn ra mức thông số tối ưu, biểu đồ kiểm soát $\bar{X} - S$ sau cải tiến (Hình 4.14) cho thấy quá trình đạt được mức độ ổn định đáng kể:

- Các giá trị trung bình nằm trong giới hạn kiểm soát, phân bố đồng đều hơn.
- Biến động nội bộ giữa các mẫu giảm mạnh, thể hiện sự kiểm soát tốt về độ dày màng.
- Không có dấu hiệu vượt giới hạn chuẩn, quy trình tiến gần đến trạng thái kiểm soát thống kê.

Tuy nhiên, hiệu quả cải tiến cần được phải duy trì lâu dài, việc ứng dụng biểu đồ kiểm soát giúp theo dõi quá trình một cách liên tục và trực quan. Cảnh báo sớm khi có dấu hiệu mất kiểm soát, tạo điều kiện phản ứng kịp thời. Đồng thời, đảm bảo các kết quả cải tiến không chỉ mang tính tạm thời mà thực sự trở thành tiêu chuẩn ổn định của quá trình.

Khi biểu đồ kiểm soát $\bar{X} - S$ xuất hiện các dấu hiệu bất thường như điểm vượt giới hạn kiểm soát hoặc xu hướng tăng/giảm liên tiếp, quá trình được xem là có khả năng mất kiểm soát. Trong những trường hợp này, bộ phận QA/QC sẽ tiến hành:

- Khoanh vùng và phân tích nguyên nhân: Áp dụng các công cụ phân tích nguyên nhân gốc (5 Whys, sơ đồ xương cá), tập trung các yếu tố có khả năng gây sai lệch.
- Triển khai hành động khắc phục: Thực hiện các biện pháp phù hợp như hiệu chỉnh thông số, kiểm tra dây chuyền, thiết bị đo lường hoặc hướng dẫn lại thao tác cho công nhân. Mục tiêu nhanh chóng đưa quá trình về trạng thái kiểm soát ổn định.
- Lưu trữ và cải tiến hệ thống: Tất cả các sai lệch và biện pháp xử lý phải được ghi chép đầy đủ. Những trường hợp lặp lại hoặc mang tính hệ thống cần phải được phân tích sâu hơn để cập nhật lại SOP, từ đó nâng cao khả năng phòng ngừa và đảm bảo tính ổn định lâu dài cho quá trình Anod hóa.

4.5.4. Đánh giá hiệu quả cải tiến

Để đánh giá hiệu quả kỳ vọng của các giải pháp cải tiến được đề xuất, nhóm xây dựng một số giả định nhằm mô phỏng mức độ cải thiện chất lượng nếu các biện pháp được áp dụng vào thực tế sản xuất như sau:

- Tổng số lượng hàng kiểm tra trước và sau cải tiến như nhau là 3,288,275 sản phẩm.
- Đối với 4 lỗi chính được tập trung cải tiến gồm: Bong màu, đậm nhạt màu, trầy xước và lem màu, số lượng lỗi được điều chỉnh dựa trên kết quả kỳ vọng của các cải tiến.
- Riêng 4 lỗi còn lại nằm ngoài phạm vi cải tiến, giả định tỷ lệ lỗi giảm 5% nhờ tác động gián tiếp từ những cải tiến trên.

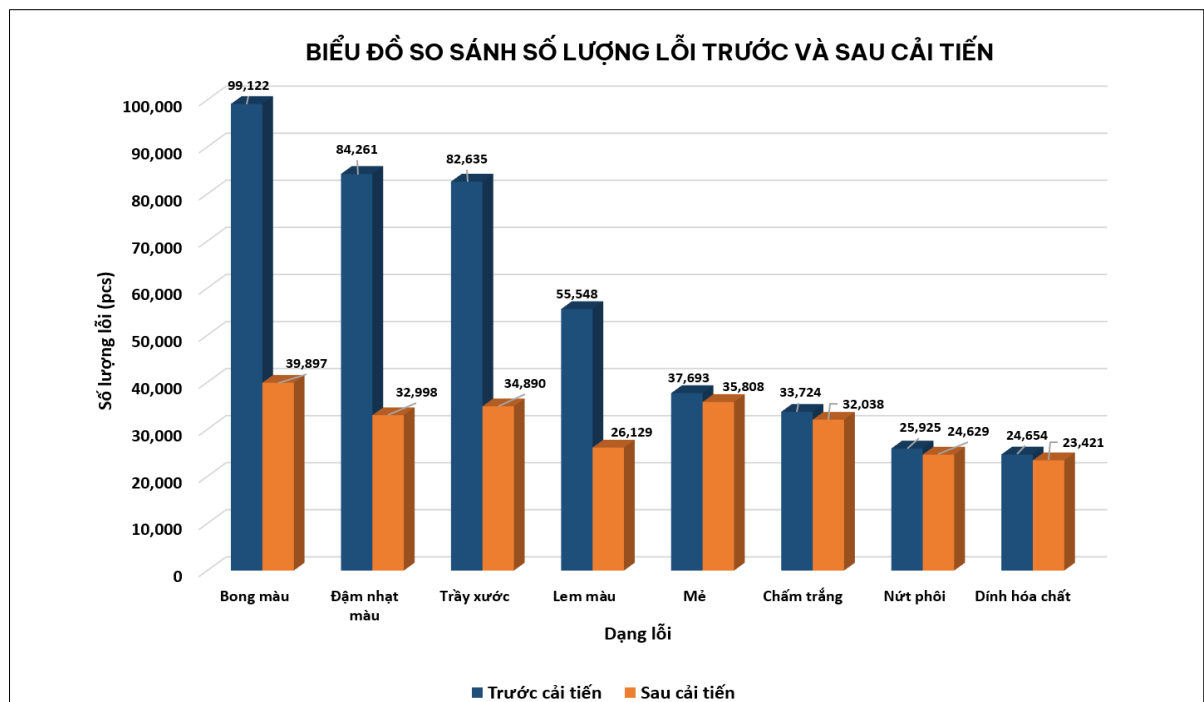
Dưới đây là bảng kỳ vọng kết quả đạt được sau 6 tháng tiếp theo khi áp dụng các phương pháp cải tiến:

Bảng 4.41. Số lượng các lỗi sau khi cải tiến.

Dạng lỗi	Số lượng lỗi (pcs)		Tỷ lệ giảm %
	Trước cải tiến	Sau cải tiến	
Bong màu	99,122	39,897	60%
Đậm nhạt màu	84,261	32,998	61%
Trầy xước	82,635	34,890	58%

Lem màu	55,548	26,129	53%
Mề	37,693	35,808	5%
Chấm trắng	33,724	32,038	5%
Nứt phôi	25,925	24,629	5%
Dính hóa chất	24,654	23,421	5%

Hình 4.15. Biểu đồ so sánh số lượng lỗi trước và sau cải tiến.



Dựa vào các giả định trên, tiến hành tính toán lại tổng tỷ lệ lỗi, DPMO và mức Sigma, bảng so sánh kết quả quá trình trước và sau cải tiến như dưới đây:

Bảng 4.42. Kết quả quá trình trước và sau cải tiến.

Quá trình	Số lượng lỗi (pcs)	Số lượng kiểm tra (pcs)	Tỷ lệ lỗi (%)	DPMO	Mức Sigma
Trước cải tiến	443,562	3,288,275	13.5%	16,862	3.62
Sau cải tiến	249,810	3,288,275	7.60%	9496	3.85

Kết quả đánh giá cho thấy các giải pháp cải tiến đã mang lại hiệu quả rõ rệt, giảm đáng kể số lượng lỗi trong quá trình sản xuất, dù chỉ tập trung giải quyết một nửa số lỗi. Để đảm bảo hiệu quả này được duy trì lâu dài và áp dụng ổn định, tiếp tục triển khai các hoạt động kiểm soát trong giai đoạn tiếp theo nhằm ngăn ngừa tái phát lỗi và thúc đẩy cải tiến liên tục.

CHƯƠNG 5: KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

5.1. Kết luận

Trên cơ sở triển khai mô hình Six Sigma theo chu trình DMAIC, đề tài đã hệ thống hóa và phân tích toàn diện các vấn đề chất lượng phát sinh trong quy trình Anod hóa linh kiện Spool tại Công ty TNHH DAIWA Việt Nam. Quá trình nghiên cứu không chỉ giúp xác định rõ các lỗi quan trọng và nguyên nhân gốc rễ mà còn đề xuất các giải pháp cải tiến cụ thể, khả thi và có tính ứng dụng thực tiễn cao. Những kết quả thu được thể hiện qua các nội dung sau:

Thứ nhất, thông qua giai đoạn Define và Measure, nhóm dự án đã xác định được bốn lỗi chất lượng chủ yếu ảnh hưởng đến sản phẩm, bao gồm: bong màu, trầy xước, đậm nhạt màu và lem màu. Và từ đó đưa ra các mục tiêu cụ thể để tiến hành nghiên cứu sâu hơn.

Thứ hai, trong giai đoạn Analyze, việc sử dụng biểu đồ kiểm soát và biểu đồ xương cá kết hợp phân tích FMEA, 5 Whys đã giúp tìm ra những nguyên nhân gốc rễ liên quan đến các yếu tố kỹ thuật và yếu tố con người. Từ đó có cơ sở để tiến hành triển khai các giải pháp cải tiến nhằm nâng cao chất lượng tổng thể quy trình.

Thứ ba, ở giai đoạn Improve, nhóm đã tiến hành đưa ra các kế hoạch đào tạo con người, bổ sung quy trình và đặc biệt là thiết kế thực nghiệm Taguchi với các thông số chính: nhiệt độ, điện áp và thời gian. Kết quả thực nghiệm cho thấy điều kiện tối ưu để kiểm soát tốt quá trình tạo độ dày màng Anod, góp phần giảm đáng kể tỷ lệ lỗi, đặc biệt là lỗi bong màu và đậm nhạt màu.

Thứ tư, giai đoạn Control đề xuất các phương pháp kiểm soát dài hạn, bao gồm thiết lập kế hoạch kiểm soát, xây dựng SOP cho quy trình mới, theo dõi và kiểm soát quá trình cũng như tỷ lệ lỗi thông qua sử dụng một số công cụ hỗ trợ thống kê.

Như vậy, việc áp dụng Six Sigma vào quy trình Anod hóa đã bước đầu mang lại những kết quả khả quan về mặt phân tích và cải tiến chất lượng. Các giải pháp đề xuất và thực nghiệm được tiến hành trong khuôn khổ của đề tài đã giúp giảm thiểu tỷ lệ lỗi và cải thiện sự ổn định của quy trình. Tuy nhiên, các kết quả này hiện mới dừng lại ở phạm vi triển khai và hiệu quả kỳ vọng sẽ đạt được, chưa phản ánh đầy đủ các yếu tố vận hành thực tế trong dài hạn. Dù vậy, những kết quả bước đầu này hoàn toàn có cơ sở để mở rộng nghiên cứu và áp dụng với quy mô lớn hơn trong tương lai.

5.2. Kiến nghị

Mặc dù các giải pháp được đề xuất trong đề án này chưa được áp dụng thực tế tại dây chuyền sản xuất, nhưng dựa trên kết quả phân tích định lượng về dữ liệu và tính khả thi của dự án, nhóm dự án đề xuất một số kiến nghị sau nhằm chuẩn bị điều kiện cho việc ứng dụng và phát triển dự án:

- Thực hiện các đề xuất cải tiến nhằm giảm thiểu tỷ lệ lỗi và ổn định quá trình sản xuất. Việc triển khai thực tế các cải tiến này cần được tiến hành theo từng bước, đánh giá tính khả thi và hiệu quả mang lại, sau đó áp dụng mở rộng toàn bộ dây chuyền nhằm nâng cao chất lượng sản phẩm và hiệu quả sản xuất.
- Thiết lập hệ thống giám sát và kiểm soát quy trình liên tục: Sử dụng biểu đồ kiểm soát và áp dụng công cụ quản lý rủi ro FMEA giúp kịp thời phát hiện và xử lý các biến động không mong muốn trong quy trình sản xuất.
- Tổ chức định kỳ công tác đào tạo về nhận thức chất lượng, các quy trình mới, công nghệ mới và các kỹ năng kiểm soát quy trình nhằm duy trì chất lượng cải tiến.
- Khuyến nghị công ty tiến hành các thử nghiệm thực tế theo mô hình nhỏ nhằm đánh giá hiệu quả và độ ổn định của các cải tiến, xem xét mở rộng áp dụng các sản phẩm tương tự nhằm gia tăng giá trị tổng thể của chuỗi sản xuất.
- Đề xuất thành lập đội ngũ cải tiến chuyên trách, chuyên thực hiện các hoạt động cải tiến liên tục, phát hiện bất thường trong quy trình, đề xuất giải pháp và giải quyết vấn đề nhằm nâng cao chất lượng và hiệu suất sản xuất, đảm bảo sự ổn định và phát triển của công ty.
- Khuyến khích doanh nghiệp tích hợp các mô hình cải tiến liên tục như Kaizen hoặc TQM song song với phương pháp Six Sigma để tạo nền tảng vững chắc cho việc nâng cao chất lượng lâu dài.

Hy vọng rằng với những phân tích, đánh giá và kiến nghị trong đề án này, công ty có thể từng bước thực hiện các giải pháp đã được đưa ra, từ đó nâng cao chất lượng sản phẩm, giảm thiểu tỷ lệ lỗi, nâng cao hiệu quả sản xuất. Đây cũng sẽ là bước đệm quan trọng hướng tới việc cải tiến liên tục và xây dựng hệ thống quản lý bền vững hơn trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nhà xuất bản Hồng Đức, “6 Sigma - Nội dung cơ bản và hướng dẫn áp dụng”.
<https://tcvn.gov.vn/wp-content/uploads/2019/03/1.-176t-6-Sigma-Ly-thuyet-va-thuc-hanh.pdf>
- [2] Nhà xuất bản Hồng Đức, “7 công cụ kiểm soát chất lượng - Nội dung cơ bản và hướng dẫn áp dụng”.
<https://tcvn.gov.vn/wp-content/uploads/2019/03/3.-128t-Bay-cong-cu-kiem-soat-chat-lg.pdf>
- [3] Six Sigma Institute – Phân tích chế độ và hiệu ứng lỗi DMAIC Six Sigma.
[FMEA Six Sigma DMAIC: Failure Mode Effect Analysis \[2025/26\]](#)
- [4] Taguchi Method (Phương pháp Taguchi)
https://www.researchgate.net/publication/355887797_Taguchi_Method_Phuong_p_hap_Taguchi
- [5] Roy, R. K. (2010). Design of Experiments Using the Taguchi Approach: 16 Steps to Product and Process Improvement. Wiley.
- [6] Tài liệu chất lượng nội bộ - Công ty TNHH DAIWA VIỆT NAM.

PHỤ LỤC

PHỤ LỤC 1: BẢNG CHUYỂN ĐỔI SIX SIGMA

Tỷ lệ sản phẩm đạt (%)	DPMO	Mức Sigma
6,68	933200	0
8,455	915450	0,125
10,56	894400	0,25
13,03	869700	0,375
15,87	841300	0,5
19,08	809200	0,625
22,06	773400	0,75
26,60	734050	0,875
30,85	691500	1
35,44	645650	1,125
40,13	598700	1,25
45,03	549750	1,375
50,00	500000	1,5
54,98	450250	1,625
59,87	401300	1,75
64,57	354350	1,875
69,15	308500	2
73, 41	265950	2,125
77,34	226600	2,25
80,92	190800	2,375
84,13	158700	2,5
86,97	130300	2,625
89,44	105600	2,75

91,55	84550	2,875
93,32	66800	3
94,79	52100	3,125
95,99	40100	3,25
96,96	30400	3,375
97,73	22700	3,5
98,32	16800	3,625
98,78	12200	3,75
99,12	8800	3,875
99,38	6200	4
99,565	4350	4,125
99,7	3000	4,25
99,795	2050	4,375
99,87	1300	4,5
99,91	900	4,625
99,94	600	4,75
99,96	400	4,85
99,977	230	5
99,982	180	5,125
99,987	130	5,25
99,992	80	5,375
99,997	30	5,5
9,999,767	23,35	5,625
9,999,833	16,67	5,75
99,999	10,05	5,875
9,999,966	3,4	6