

ĐẶC ĐIỂM HƯ HỒNG VÀ ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG HOẠT ĐỘNG CỦA PKE ẪNG-TEN SAU TẠO VỎ BẢO VỆ

SYNTHESIS AND EVALUATION OF THE EFFECTS OF PLASTIC COVER FAULTS AFTER CASTING TO THE OPERATING CAPACITY OF THE ANTENNA

Ngô Thanh Nghị^{1*}, Phạm Anh Đức¹, Lê Trường Khoa²

¹Trường Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng, Đà Nẵng, Việt Nam

²Premo Vietnam, Việt Nam

*Tác giả liên hệ / Corresponding author: ntnghe@dut.udn.vn

(Nhận bài / Received: 07/9/2023; Sửa bài / Revised: 13/12/2023; Chấp nhận đăng / Accepted: 09/01/2024)

Tóm tắt - Ngày nay, hệ thống xe hơi ngày càng hiện đại và hoạt động thông minh hơn. Trong một hệ thống ô-tô, các ăng-ten (Antenna) là linh kiện không thể thiếu dùng để điều khiển đóng mở khóa xe từ xa (Passive keyless entry - PKE). Để đạt được khả năng hoạt động ổn định, quá trình chế tạo ăng-ten cần được quan tâm và đánh giá hợp lý. Bài báo mô tả đặc điểm hư hỏng và đánh giá khả năng hoạt động của PKE ăng-ten sau khi tạo lớp vỏ bảo vệ. Trước hết, cấu tạo chi tiết của PKE ăng-ten được mô tả. Sau đó, quy trình chế tạo lớp vỏ bảo vệ của PKE ăng-ten được trình bày. Cuối cùng, các đặc điểm hư hỏng thường xảy ra trong quá trình chế tạo vỏ nhựa của PKE ăng-ten được phân tích. Từ đó, các tác động hư hỏng này đã ảnh hưởng đến chất lượng và khả năng hoạt động của PKE ăng-ten được phân tích và đánh giá, các biện pháp và phương hướng khắc phục sẽ được thảo luận.

Từ khóa - Thu/phát tín hiệu; ăng-ten; nhận định hư hỏng; đúc phun nhựa; đánh giá hoạt động

1. Giới thiệu

Ngày nay, công nghệ ô tô ngày càng tiên tiến, thông minh và có khả năng kiểm soát từ xa. Nhìn chung, phát triển và ứng dụng công nghệ trong lĩnh vực ô-tô ngày một chú trọng. Đầu tiên, một chiếc xe có thể được chú trọng ứng dụng các kỹ thuật đánh giá mới để phân tích và lựa chọn phương án phù hợp nhằm nâng cao độ ổn định, tính bền bỉ của khung gầm [1] hoặc khả năng ổn định của ô tô trong quá trình đánh lái [2]. Trong quá trình vận hành, hệ thống nhiên liệu và tối ưu hóa năng lượng tiêu thụ của các phương tiện di chuyển cũng được đặc biệt quan tâm [3], [4]. Bên cạnh đó, các ô tô ngày nay đang có xu hướng phát triển theo định hướng tự hành hoặc bán tự hành với các công nghệ hỗ trợ người lái [5]. Bên cạnh hệ thống hỗ trợ điều khiển xe [6], để các hệ thống tự hành này hoạt động ổn định, hệ thống cảm biến trên ô tô là một phần không thể thiếu, giúp thu thập thông tin và hỗ trợ quá trình vận hành trong suốt thời gian hoạt động của xe [7]. Hệ thống cảm biến tích hợp trên các ô tô như vậy có thể bao gồm nhiều loại khác nhau, như: cảm biến phanh tự động (ABS), cảm biến làn đường cao tốc, cảm biến ra-đa hỗ trợ hành trình thích ứng và khả năng tự đỗ xe... Thêm vào đó, hệ thống ô tô cũng cần có khả năng kết nối từ xa, nhận diện các yêu cầu từ người dùng và thực thi nhiệm vụ, như là hệ thống hỗ trợ mở cửa xe tự động khi người sử dụng tới gần.

Để kiểm soát chiếc ô tô từ xa, các PKE ăng-ten là thành phần quan trọng nhất [8]. Hệ thống mở khóa từ xa (Passive

Abstract - Nowadays, vehicle system is much more modern and smarter than the one from the past. In the modern vehicle system, antenna is one of the most important components which support to remote control the open-close process of the vehicle door (Passive keyless entry - PFE). To keep the antenna working stability, the manufacturing process of the PFK antenna should be considered and evaluated properly. This paper illustrates fault characteristics and performance evaluation of PKE antenna after manufacturing process of cover. Firstly, the structure of PKE antenna is introduced. Furthermore, the manufacturing process of the PKE antenna is illustrated. Finally, the usual fault characteristics of PKE antenna cover is analyzed. Then, the effects of these faults to working capacity of PKE antenna is evaluated; and some improved directions is discussed.

Key words - Signal emission/receivers; antenna; faults detection; injection molding; performance evaluation

keyless entry – PKE) như Hình 1 là hệ thống cần thiết cho ô tô ngày nay giúp hỗ trợ đóng mở cửa tự động mà không cần tác động bất kỳ một nút bấm vật lý nào trên xe. Một hệ thống PKE tích hợp sẵn trên xe, người dùng cũng có thể khởi động cơ từ xa. Để làm việc đó, các ăng-ten tích hợp trong hệ thống PKE đã thực hiện công việc thu nhận tín hiệu theo các tần số đã được định sẵn (20kHz, 125kHz, 134kHz, etc...) [8], [9] trước khi các bộ phận khác thực thi công việc của mình theo chuỗi trình tự. Do đó, chất lượng sản xuất cũng như khả năng hoạt động bền bỉ của các PKE ăng-ten thật sự quan trọng đối với việc duy trì tính ổn định, nhanh nhạy và hiệu quả của các hệ thống PKE [10]. Trong đó, ngoài cấu tạo của các bộ phận làm việc bên trong của PKE ăng-ten, lớp vỏ bảo vệ bên ngoài cũng thật sự đóng vai trò không thể thiếu giúp bảo vệ các linh kiện bên trong nó.

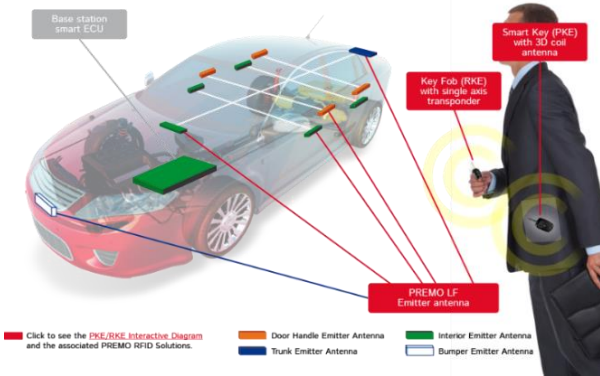
Có nhiều phương pháp tạo vỏ PKE ăng-ten khác nhau tùy thuộc vào đặc điểm sử dụng. Về cơ bản, công nghệ phun đúc là một trong những phương pháp thông dụng và được ứng dụng rộng rãi để chế tạo các sản phẩm nhựa ([11]-[13]). Tùy thuộc vào chất lượng, đặc điểm và xu hướng sử dụng sản phẩm, phương án đúc nhựa có nhiều lựa chọn khác nhau. Quá trình phun đúc có thể trải qua ba công đoạn chính: điền đầy, duy trì áp suất và quá trình rắn hóa của nhựa [14], [15]. Hơn nữa, đối với các linh kiện điện tử nói chung và sản phẩm ăng-ten nói riêng lớp vỏ bảo vệ được tạo từ hai phương pháp: phun đúc với áp suất thấp

¹ The University of Danang – University of Science and Technology, Danang, Vietnam (Thanh-Nghị Ngô, Anh-Duc Phạm)

² Premo Vietnam, Vietnam (Truong-Khoa Le)

(Low pressure molding – LPM) và phun đúc với áp suất cao (High pressure molding - HPM) [16]. Trong đó, lớp vỏ tạo bởi phương pháp đúc áp suất thấp khá mềm có tính đàn hồi cao nên chịu được rung động và sốc nhiệt khá tốt nhưng khả năng chống nước của lớp vỏ này chỉ ở mức trung bình. Lớp vỏ này được sử dụng để bảo vệ chi tiết có độ bền cơ học thấp nhờ vào việc duy trì áp suất thấp trong quá trình phun đúc. Ngược lại, phương pháp đúc áp suất cao có thể tạo ra được lớp vỏ có độ bền cao, cơ tính tốt, độ nhẵn và mịn cao trong điều kiện duy trì áp suất cao trong suốt quá trình đúc [16].

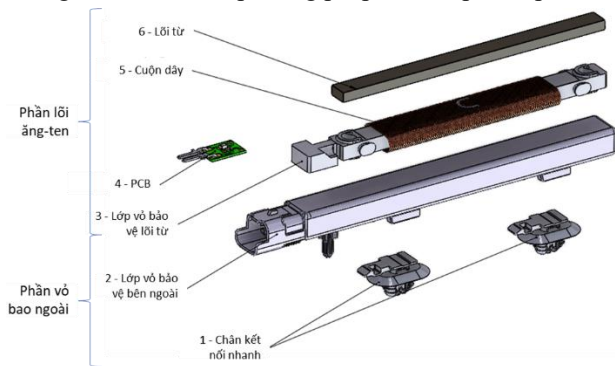
Bài báo này mô tả đặc điểm hư hỏng và đánh giá khả năng hoạt động của PKE ăng-ten sau khi tạo lớp vỏ bảo vệ; từ đó đề xuất thực hiện các biện pháp và phương hướng khắc phục cần thiết trong quá trình sản xuất.



Hình 1. Mô tả các vị trí cần ăng-ten để thu phát sóng theo các vị trí khác nhau trên xe [8]

2. Cấu tạo và đặc điểm PKE Ăng-ten

Cấu tạo một ăng-ten được sử dụng thông thường có hai phần: phần lõi ăng-ten và phần vỏ bao ngoài, như Hình 2. Phần lõi ăng-ten được cấu tạo bởi một cuộn dây (5) quấn quanh lõi sắt từ (6) - đã được bao phủ bằng lớp vỏ bảo vệ lõi từ (3); đồng thời nhằm tạo ra mạch dao động LC, một mạch điều khiển PCB (4) được tích hợp với ăng-ten cũng được sử dụng. Để bảo vệ bên ngoài phần lõi ăng-ten, một lớp vỏ (2) khác được tạo ra. Tương ứng với từng phần vỏ khác nhau mà người ta sẽ có các phương pháp chế tạo phù hợp.



Hình 2. Cấu tạo PKE ăng-ten

Tùy theo ứng dụng khác nhau, ăng-ten có thể có các loại khác nhau tùy theo tầm hoạt động của nó. Một ăng-ten có thể có 3 mức độ hoạt động khác nhau: ngắn (1-1,5m), trung bình (1,5-3m) và xa (3-9m). Để tiết kiệm chi phí sản xuất, trong ứng dụng ngày nay, người ta có xu hướng sử

dụng số lượng ít ăng-ten tầm xa (2-3 cái/xe) hơn là sử dụng nhiều ăng-ten tầm gần (5-6 cái/xe) [8]. Đồng thời, việc sử dụng ăng-ten tầm xa cũng giúp tăng khả năng giao tiếp giữa các xe đang di chuyển. Tuy vậy, việc sử dụng ăng-ten tầm xa cũng đã làm tăng kích cỡ chế tạo chúng (chiều dài ăng-ten). Hình 3 mô tả tương quan về tầm hoạt động cũng như độ dài tương ứng của ăng-ten. Do đó, khi chiều dài của ăng-ten càng tăng cũng làm tăng nguy cơ hư hỏng của ăng-ten do kết cấu yếu hơn, dễ bị cong vênh, gãy nứt.



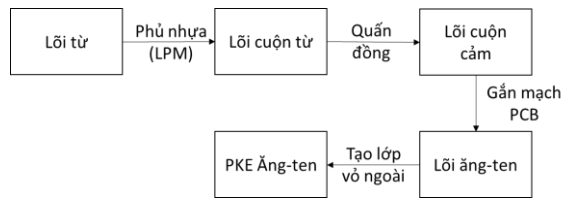
Hình 3. Tương quan kích thước và tầm hoạt động của ăng-ten [17]

3. Quy trình chế tạo vỏ nhựa PKE ăng-ten

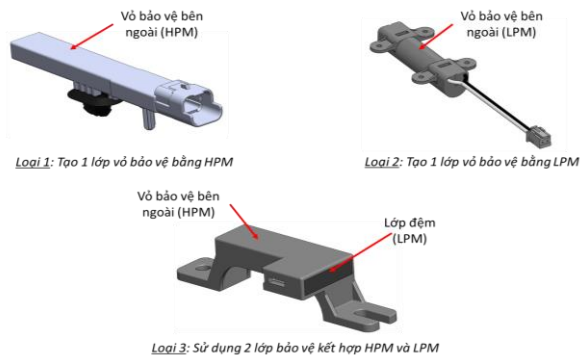
Thông thường, một sản phẩm PKE ăng-ten cần trải qua hai công đoạn chính để hoàn chỉnh vỏ bọc sản phẩm như mô tả ở Hình 4. Đầu tiên phần chính của PKE ăng-ten (lõi ăng-ten) được tạo ra bằng cách kết nối mạch điều khiển PCB với phần lõi cuộn cảm có lõi từ đã được bọc lớp nhựa tạo ra bằng công nghệ phun đúc với áp suất thấp (LPM), lớp bảo vệ này giúp cách ly cuộn dây và lõi từ tránh hiện tượng ngắn mạch, đứt dây. Sau đó, lớp vỏ bảo vệ bên ngoài của PKE ăng-ten được tạo ra với công nghệ phun đúc với áp suất cao nhằm tạo ra lớp bao bọc toàn bộ lõi ăng-ten, thường đầu nối và chân pin được đúc cùng (over-molded) quá trình này. Dựa vào yêu cầu hoạt động lớp vỏ bảo vệ bên ngoài, có thể sử dụng công nghệ LPM hoặc HPM, cũng có thể kết hợp cả hai phương pháp để tận dụng các ưu điểm của chúng. Ngoài ra, cấu tạo, hình dạng của các lớp vỏ cũng như đặc điểm các phương pháp đúc vỏ được mô tả lần lượt ở Hình 5 và Bảng 1

Bảng 1. Đặc điểm các phương pháp đúc vỏ PKE ăng-ten

Thông số	HPM	LPM
Áp suất	25,000 psi	100 psi
Nhiệt độ đúc	185°C ÷ 300°C	180°C ÷ 220°C
Ứng dụng	Vỏ bảo vệ bên ngoài	Vỏ bảo vệ PCB, lõi ăng-ten
Thiết bị ép phun	Máy áp suất cao (Bơm trực vít)	Máy áp suất thấp (Bơm piston)
Lực kẹp	28 ÷ 1,000 tấn	1 ÷ 10 tấn
Vật liệu	Nhựa kỹ thuật: PBT-GF30%, PA6-GF20%	Các loại nhựa tổng hợp nóng chảy



Hình 4. Quy trình tạo vỏ và lắp ráp sản phẩm PKE ăng-ten hoàn chỉnh



Hình 5. Các loại vỏ nhựa bảo vệ bên ngoài sử dụng cho PKE ăng-ten

4. Đặc điểm và tác động các hư hỏng vỏ nhựa trong quá trình đúc đến khả năng hoạt động của ăng-ten

Về cơ bản, người ta có thể phân chúng thành hai loại chính: nhóm các hư hỏng bên ngoài (thấy được bằng quan sát bên ngoài sản phẩm) và nhóm các loại hư hỏng bên trong (không thể quan sát được, muốn kiểm tra cần có các công cụ đo chuyên dụng).

4.1. Hư hỏng bên ngoài



(a) Cong vênh trên lớp vỏ bảo vệ lõi từ



(b) Lõm trên bề mặt vỏ ngoài

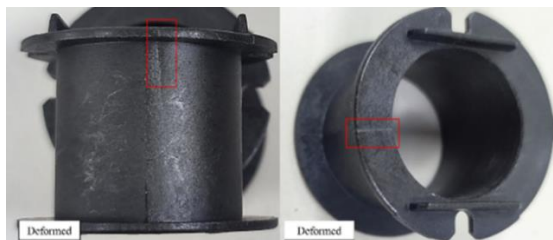
Hình 6. Cong vênh, lõm trên bề mặt của vỏ ăng-ten

Đây là nhóm thường gặp nhất với các hiện tượng hư hỏng như: cong vênh, vết lõm bề mặt, thiếu nhựa, bavia, xuất hiện đường hợp nhựa... Một số hình ảnh về loại hư hỏng này được giới thiệu trong Hình 6 và 7. Trong quá trình đúc vỏ, do quá trình cơ ngót không đều theo các điều kiện đúc khác nhau (nhiệt độ, áp suất, độ ẩm...) mà các vết lõm bề mặt có thể xuất hiện tại những vị trí có độ dày lớn.

Bên cạnh đó, cũng tại những nơi có độ dày không đồng đều, có sự chênh lệch giữa vùng thành dày và mỏng của vỏ, áp suất và nhiệt độ lòng khuôn khác nhau, hiện tượng cong vênh của vỏ bảo vệ sau đúc cũng có thể xảy ra. Trong trường hợp khác, vỏ sau khi đúc có thể xuất hiện bavia hoặc các đường hợp nhựa; điều này có thể làm giảm tính thẩm mỹ của sản phẩm và tổn thêm công đoạn làm sạch hoặc điều chỉnh thẩm mỹ bên ngoài cho sản phẩm. Hư hỏng nặng nhất có thể quan sát được bằng mắt thường là hiện tượng gãy, nứt vỏ ăng-ten như ở Hình 8. Đây cũng là kết quả của quá trình giãn nở không đều trong thời gian ngắn tại các vùng làm việc khác nhau của vỏ ăng-ten. Nhìn chung, ngoại trừ hiện tượng gãy nứt, các hư hỏng bên ngoài thông thường không tác động hoặc ít tác động ngay (giảm cơ tính vỏ bảo vệ do tạo ra đường tập trung ứng suất lên bề mặt sản phẩm) đến việc khả năng hoạt động của ăng-ten.



(a) Bavia tại mặt phân khuôn và rãnh thoát khí



(b) Đường hợp nhựa trên vỏ ăng-ten

Hình 7. Bavia và đường hợp nhựa trong vỏ ăng-ten

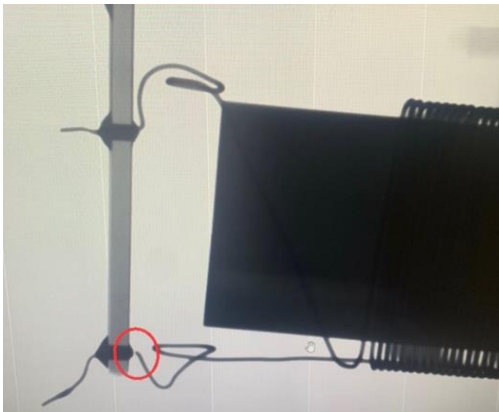


Hình 8. Hiện tượng gãy, nứt sản phẩm sau khi tạo lớp vỏ bảo vệ

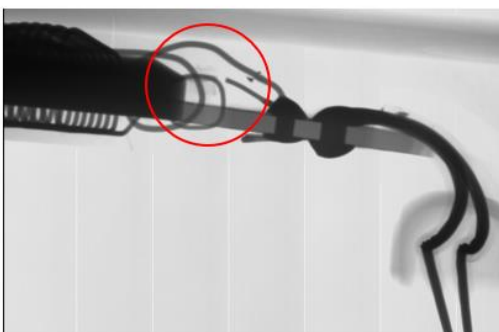
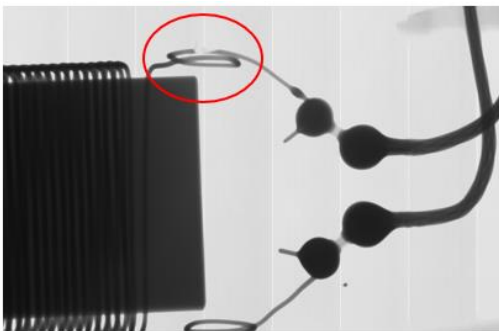
4.2. Hư hỏng bên trong

Các hư hỏng bên trong mà người dùng không thể quan sát bằng mắt thường có thể bao gồm: đứt dây cuộn cảm, thay đổi tính chất điện từ của ăng-ten. Sau khi đúc, vỏ được lấy ra khỏi khuôn, do ứng suất nhiệt dư, các vỏ của ăng-ten có

thể bị giãn nở không đều, kích thước chiều dài tăng lên gây ra hiện tượng kéo căng cuộn dây đã được lắp ráp bên trong, gây ra hiện tượng gãy đứt dây nổi ăng-ten. Để kiểm tra được lỗi hư hỏng này bên trong sản phẩm ăng-ten, các ảnh chụp X-quang sản phẩm được sử dụng như Hình 9. Ngoài các hư hỏng ảnh hưởng đến cơ tính của sản phẩm, các lớp vỏ bảo vệ ngoài của ăng-ten có thể gây cản trở đến khả năng hoạt động thực tế của nó. Do sự tăng hoặc giảm độ dày của vỏ sau đúc so với thiết kế, tính chất điện từ của ăng-ten (điện cảm, độ lợi -Q factor) cũng bị tác động. Hình 10 mô tả kết quả đo đặc điện cảm của 100 mẫu sản phẩm ăng-ten trước và sau khi tạo lớp vỏ bảo vệ bên ngoài. Thêm vào đó, sự thay đổi cường độ điện trường của một ăng-ten (có $L=175(\mu\text{H})$ $C=10(\text{nF})$ dưới tác động của dòng dòng điện $I=2(\text{A})$ và $f=120(\text{kHz})$) trước và sau khi tạo lớp vỏ bảo vệ bên ngoài được kiểm tra và so sánh ở Hình 11. Từ các kết quả kiểm tra bằng các phương pháp đo chuyên dụng, người dùng có thể nhận thấy rằng các hư hỏng bên trong này tuy không thể quan sát được bằng mắt thường nhưng chúng lại có ảnh hưởng lớn đến chất lượng và khả năng hoạt động của PKE ăng-ten.

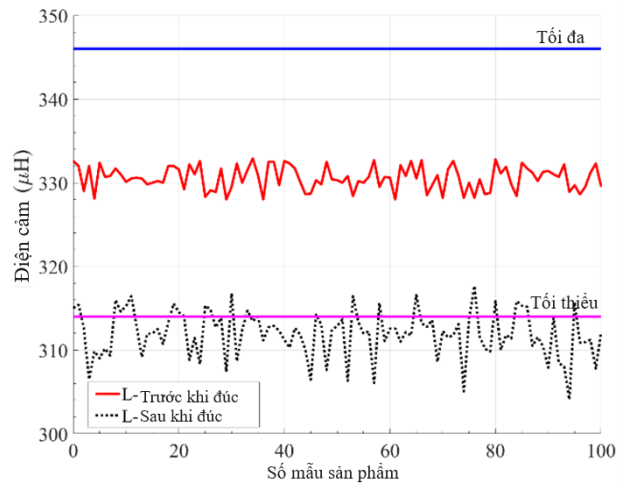


(a) Đứt dây tại vị trí mối hàn liên kết PCB



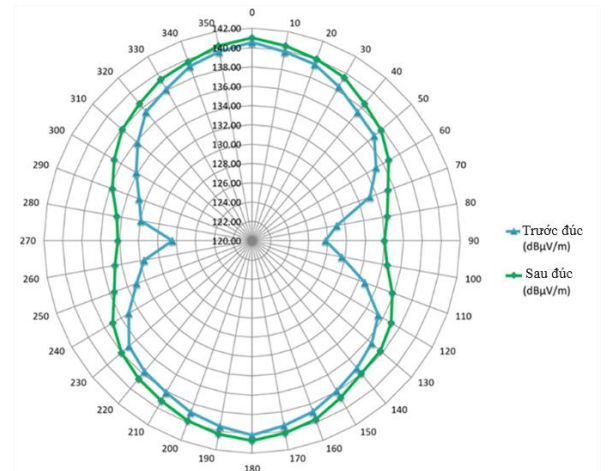
(b) Đứt dây tại vị trí quấn dây

Hình 9. Hiện tượng đứt dây sau khi tạo lớp vỏ bảo vệ bên ngoài - kết quả kiểm tra bằng X-quang



Hình 10. Thay đổi điện cảm của ăng-ten sau khi tạo lớp vỏ bảo vệ bên ngoài

H-FILED ROAD MAP 360° @175uH @10nF @120kHz @2App @1m



Hình 11. Thay đổi cường độ từ trường của ăng-ten trước và sau khi tạo lớp vỏ bảo vệ bên ngoài

5. Phương án công nghệ đề xuất để khắc phục hư hỏng trong quá trình đúc vỏ ăng-ten

Bảng 2 và Bảng 3 lần lượt mô tả các nguyên nhân và biện pháp khắc phục đề xuất đối với các hư hỏng thường gặp trong quá trình đúc tạo lớp vỏ bảo vệ PKE ăng ten. Trong quá trình sản xuất ăng ten tại nhà máy Premo có thể xảy ra lỗi hoặc hư hỏng không mong muốn đã trình bày ở phần 4. Dựa vào thực tế sản xuất, một số nguyên nhân gây ra hư hỏng được đưa ra cũng như các phương án điều chỉnh giúp sản phẩm đạt tiêu chuẩn chất lượng. Việc thay đổi thông số đúc nhựa đã trình bày ở Bảng 2 và Bảng 3 sẽ giúp khắc phục được phần lớn hư hỏng xảy ra, tuy nhiên thay đổi thông số nhằm khắc phục hư hỏng này có thể sẽ là nguyên nhân gây ra loại hư hỏng khác. Ví dụ khi tăng nhiệt độ nhựa có thể khắc phục hiện tượng thiếu nhựa nhưng có thể gây ra hiện tượng bavaria. Vì vậy việc lựa chọn thông số phù hợp với từng loại sản phẩm là điều khó khăn và tốn thời gian, đúc kết từ kinh nghiệm sản xuất một số thông số đúc được đưa ra trong Bảng 4. Ngoài việc thay đổi thông số của quy trình phun đúc, một số kinh nghiệm thiết kế ăng ten được trình bày trong Bảng 5.

Bảng 2. Phương án khắc phục lỗi hư hỏng bên ngoài khi đúc vỏ bảo vệ ăng-ten

Hiện tượng	Nguyên nhân	Phương án xử lý
Lỗ bề mặt	- Vị trí phun nhựa và hệ thống làm nguội khuôn khi đúc chưa hợp lý. - Áp suất và thời gian nén chưa đảm bảo. - Chi tiết có độ dày không đều nhau giữa các phần	- Bố trí thêm đầu phun tại vị trí có bề dày bất thường để bù thêm nhựa, tăng khả năng nén vật liệu - Tăng áp suất và thời gian nén... - Xem xét thiết kế chi tiết có độ dày đồng đều nhau giữa các phần
Bavia	- Lực kẹp khuôn chưa đạt yêu cầu - Rãnh thoát khí và tốc độ phun lớn, độ nhớt của nhựa thấp	- Tăng lực kẹp khuôn để giảm khe hở. - Giảm tốc độ phun, tăng thời gian điền đầy nhựa trong khuôn, giảm nhiệt độ nóng chảy của nhựa
Cong vênh, gãy nứt	- Độ dày vỏ phân bố không đều, có sự thay đổi đột ngột giữa các vị trí khác nhau. - Lấy sản phẩm ra khỏi khuôn sớm hơn yêu cầu, độ cứng chưa đạt được định mức quy định để chống biến dạng và xuất hiện ứng suất nhiệt dư trong vỏ bảo vệ ăng-ten.	- Điều chỉnh thiết kế vỏ ăng-ten, tránh việc thay đổi đột ngột chiều dày vỏ và khác biệt tương quan độ dày giữa các vị trí, cân bằng bề dày của vỏ ăng-ten. - Giám sát và kiểm tra nhiệt độ khuôn trong quá trình đúc (kiểm tra chênh lệch nhiệt độ giữa hai nửa khuôn).

Bảng 3. Phương án khắc phục lỗi hư hỏng bên trong khi đúc vỏ bảo vệ ăng-ten

Hiện tượng	Nguyên nhân	Phương án xử lý
Đứt dây vị trí hàn liên kết với PCB (Hình 9a)	- Nhiệt độ nhựa khi tiếp xúc môi hàn cao hơn nhiệt độ của thiếc (232°C) làm giảm cơ tính môi hàn - Bề dày thành nhựa xung quanh mỗi hàn lớn làm tăng ứng suất sinh ra bởi co ngót	- Giảm nhiệt độ nhựa nóng chảy - Giảm tốc độ phun - Điều chỉnh lại vị trí cổng phun nhựa, không đặt gần vị trí mỗi hàn
Đứt dây vị trí quấn dây (Hình 9b)	- Đường kính dây nhỏ và bước quấn dây lớn làm tăng ứng suất sinh ra bởi co ngót - Quá trình quấn dây sinh ra ứng suất dư lớn (bán kính quấn nhỏ, lực căng lớn).	- Cân bằng bề dày lớp vỏ bảo vệ ăng-ten - Giảm khoảng cách từ cuộn dây đến PCB - Điều chỉnh lại thiết kế cuộn cảm - Giảm lực căng dây - Tăng bán kính quấn dây
Thay đổi tính chất điện từ của sản phẩm	- Bước quấn dây lớn, lực liên kết giữa dây và lõi cuộn từ thấp, khiến cho vị trí các vòng dây dễ bị thay đổi sau khi đúc - Phân bố độ dày vỏ nhựa quanh lõi từ lớn, khiến kích thước lõi bị thay đổi do co ngót	- Giảm bước quấn dây - Thay đổi thiết kế lớp vỏ bảo vệ lõi từ giúp tăng lực liên kết giữa cuộn dây và lõi cuộn từ. - Tăng lực căng dây - Thiết kế lại lớp vỏ bảo vệ

Bảng 4. Thông số quá trình đúc lớp vỏ bảo vệ

Thông số	Công nghệ tạo lớp vỏ	
	LPM	HPM
Nhiệt độ phun	$(200 \div 230)^{\circ}\text{C}$	$(230 \div 280)^{\circ}\text{C}$, tối ưu nhỏ hơn 270°C
Nhiệt độ khuôn	$(20 \div 60)^{\circ}\text{C}$	$(60 \div 100)^{\circ}\text{C}$
Áp suất phun	Nhỏ hơn 5 MPa	Tùy vào kết cấu sản phẩm, tối ưu nhỏ hơn 40 MPa
Áp suất nén tối đa	Khoảng $(80\% \div 90\%)$ Áp suất phun	
Thời gian phun	Tùy vào kết cấu sản phẩm, nên nhỏ hơn 3s, tối ưu $(1 \div 1.5)\text{s}$	
Thời gian nén	Thông thường bắt đầu với 10s cho $(5 \div 10)\text{g}$ nhựa. Sau đó tăng hoặc giảm mỗi $(0.5 \div 1)\text{s}$ cho đến khi khối lượng sản phẩm không đổi	
Thời gian làm nguội	Tùy vào kết cấu sản phẩm, thường bắt đầu với giá trị 35s cho mỗi 2.5 mm độ dày nhựa.	

Bảng 5. Thông số sử dụng trong thiết kế

Thiết kế lớp vỏ bảo vệ		
Thông số	LPM	HPM
Cân bằng bề dày thành nhựa	Bề dày thành nhựa trung bình $(0,7 \div 3,8)\text{mm}$, tối ưu 1 mm	Bề dày thành nhựa trung bình $(1 \div 6)\text{mm}$, tối ưu 1.5 mm
	- Độ dày thành nhựa quanh "insert" (lõi từ, lõi ăng-ten) nên tương đương nhau, chênh lệch không quá 2,5 lần.	
	- Cần có vùng chuyển tiếp khi có sự thay đổi bề dày nhựa.	
	- Chiều dài vùng chuyển tiếp $L > 3\Delta T$	
	- Bố trí gân tăng cứng tại khu vực dễ cong vênh - Bề dày gân tăng cứng $\begin{cases} W = (0,5 \div 0,8)T \\ W = T \text{ với } T < 1 \text{ mm} \end{cases}$ - Khoảng cách giữa 2 gân tăng cứng $a \geq 3T$ - Bán kính bo góc $R > 0,5T$	
Chiều dài nhựa lưu động	- Tỷ lệ giữa chiều dài và bề dày thành nhựa $L/T < 150$	- Tỷ lệ giữa chiều dài và bề dày thành nhựa $L/T < 100$
Thiết kế cuộn dây cảm ứng		
Đường kính dây	- Dùng dây đường kính khoảng $(0,2 \div 0,4) \text{ mm}$ - Đường kính dây lớn làm giảm bề dày lớp vỏ nhựa dễ gây ra thiếu nhựa, làm lộ dây đồng và giảm khả năng bảo vệ của lớp vỏ. - Dây có đường kính nhỏ dễ bị đứt trong quá trình quấn dây cũng như đúc tạo lớp vỏ do ảnh hưởng của ứng suất dư.	
	Bước quấn dây	- Bước quấn dây khoảng $(1,3 \div 2)D$ - Bước quấn dây bé dễ khiến 2 sợi dây va chạm vào nhau, làm xước lớp men cách điện, từ đó làm tăng khả năng ngắn mạch sau khi đúc lớp vỏ bảo vệ. - Bước quấn lớn dễ bị dịch chuyển trong quá trình đúc làm giảm độ ổn định về tính điện từ của cuộn dây, khiến các thông số như L, Q-factor, H thay đổi lớn.
Bán kính quấn dây		- Bán kính góc uốn tại khu vực quấn dây $R > 4D$ nhằm giảm ứng suất tập trung tại vị trí dây bị uốn. - Với trường hợp giới hạn không gian cũng như đảm bảo bề dày thành nhựa có thể sử dụng bán kính 2D

6. Kết luận

Bài báo mô tả đặc điểm hư hỏng thường gặp trong quá trình sản xuất và đánh giá khả năng hoạt động của PKE ăng-ten sau khi tạo lớp vỏ bảo vệ. Cấu tạo vỏ hai lớp của PKE ăng-ten không chỉ giúp bao bọc bảo vệ bên ngoài mà còn có khả năng giảm tác động hư hỏng khi ăng-ten bị va đập. Tùy vào loại lớp và vị trí làm việc của lớp vỏ mà các phương pháp đúc khác nhau có thể được sử dụng (LPM hay HPM). Tuy vậy, trong thực tế sản xuất tại nhà máy, một số lỗi, hư hỏng không mong muốn có thể xảy ra. Có nhiều nguyên nhân khác nhau có thể tác động để gây ra các hư hỏng này. Do đó, các biện pháp hay phương án khắc phục phù hợp với từng nguyên nhân đã được đề xuất. Nhìn chung, các biện pháp khắc phục đề xuất này dựa trên việc điều chỉnh thiết kế hợp lý, thay đổi điều kiện đúc vỏ tương ứng với mẫu mã hình dạng khác nhau của chúng (nhiệt độ, độ ẩm khi đúc nhựa, tốc độ phun nhựa, thời gian phun...). Các biện pháp điều chỉnh tương ứng như vậy tạo điều kiện cải thiện chất lượng sản phẩm, nâng cao năng suất sản xuất trong nhà máy đối với sản phẩm chuyên dụng như là PKE ăng-ten.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] E. Wagner, B. Keller, P. Reimann, C. Groger, and D. Spath, "Advanced analytics for evaluating critical joining technologies in automotive body structures and body shops", *Procedia CIRP*, Vol. 112, pp. 442-447, 2022.
- [2] H. Shinjoh *et al.*, "Suppression of Noble Metal Sintering Based on the Support Anchoring Effect and its Application in Automotive Three-Way Catalysis". *Top. Catal.*, vol. 52, pp. 1967-1971, 2009. <https://doi.org/10.1007/s11244-009-9371-5>.
- [3] B. V. Ga, B. T. M. Tu, L. M. Tien, B. V. Hung, and N. L. C. Thanh. "Advance Ignition Angle Adjustment for Engine Fueled With Biogas-Syngas-Hydrogen in Hybrid Renewable Energy System". *The University of Danang - Journal of Science and Technology*, vol. 20, no. 3, pp 1-6, 2022. <https://jst-ud.vn/jst-ud/article/view/7677>
- [4] B. T. M. Tu, B. V. Ga, C. X. Tuan, and V. A. Vu. "Optimal Fuel Compositions and Advanced Ignition Angle of Si Engine Fueled With Syngas-Biogas-Hydrogen Blends". *The University of Danang - Journal of Science and Technology*, vol. 20, no. 7, pp. 40-46, 2022. <https://jst-ud.vn/jst-ud/article/view/7911>.
- [5] S. Nandavar, S-A. Kaye, T. Senserrick, and O. Oviedo-Trespalacios, "Exploring the factors influencing acquisition and learning experiences of cars fitted with advanced driver assistance systems (ADAS)", *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 94, pp. 341-352, 2023.
- [6] J. Albersmeyer, D. Beigel, C. Kirches, L. Wrisching, H. G. Bock, and J. P. Schloder, "Fast Nonlinear Model Predictive Control with an Application in Automotive Engineering", in: *Nonlinear Model Predictive Control*, vol 384, pp. 471-480. 2009. https://doi.org/10.1007/978-3-642-01094-1_37.
- [7] M. Arndt and M. Sauer. "Infrared Carbon Dioxide Sensor and its Applications in Automotive Air-Conditioning Systems", in: *Advanced Microsystems for Automotive Applications*, Springer, Berlin, Heidelberg, 2005, pp. 323-333. https://doi.org/10.1007/3-540-27463-4_24.
- [8] Premo Group, "PKE (Passive Keyless Entry System)/ RKE (Remote Entry System)", in website: www.GrupoPremo.com. [Online]. Available: <https://www.grupopremo.com/en/content/110-pke> [Accessed 01/26/2024].
- [9] J.G. Niu, C.X. Li, X.L. Shi, and C.H. Xu, "Design and research of passive entry control system for vehicle", *IOP Conf. series: Materials science and engineering*, Vol. 392, No. 6, 062123, 2018.
- [10] Y. Lee, and J.B. Nolan, "Ensuring Smart Passive Keyless Entry Transponder Is Reliable", in website: www.Electronic design.com. [Online]. Available: <https://www.electronicdesign.com/markets/automotive/article/21796663/ensuring-smart-passive-keyless-entry-transponder-is-reliable> [Accessed 01/26/2024],
- [11] T.K. Nguyen and A.D. Pham, "An Investigation on Pressure-Specific Volume-Temperature Behaviors of a Thermoplastic Under Industrial Conditions Using a Hot Runner Manifold", *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, Vol. 24, pp. 1845-1853, 2023.
- [12] V.T. Hoang, V.D. Le, Q.B. Tao, P.T. Tran, M.T. Tran, and T.T.H. Thi, "Effects of Polycarbonate compositions on Optical and Mechanical Behaviors of Injection Molded Polymer Blends", *Journal of Materials Engineering and Performance*, 2023. [Online First]. <https://doi.org/10.1007/s11665-023-08298-2>
- [13] T.K. Nguyen, K. C. Duc, and A.D. Pham, "Characterization of an FDM-3D Printed Moldcore in a Thermoforming Process Using Taguchi in Conjunction with Lumped-Capacitance Method", *Arab. J. Sci. Eng.*, Vol. 48, No. 9, pp.11989-12000, 2023 DOI:10.1007/s13369-023-07646-7
- [14] J. Maderthaner, A. Kugi, and W. Kemmettmuller, "Optimal control of the part mass for the injection molding process" *Journal of Process control*, Vol. 129, 103027, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jprocont.2023.103027>
- [15] J. Krantz, "Investigation of pressure-controlled injection molding on the mechanical properties and embodied energy of recycled high-density polyethylene", *Sustainable materials and technologies*, Vol. 36, e00651, 2023.
- [16] D.V. Rosato, D.V. Rosato, and M.G. Rosato, "Molding Materials" (Chapter 6), in: *Injection Molding Handbook*. Springer, Boston, MA, 2000. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4597-2_6.
- [17] Premo Grupo, "Emitter antennas and Switches portfolio - Catalogue", in website: www.GrupoPremo.com. [Online]. Available: <https://www.grupopremo.com/resources-center/category/automotive-rfid/?tag=download> [Accessed 01/26/2024].