

KẾT QUẢ MÔ PHỎNG TRÊN PHẦN MỀM ETA/DYNAFORM QUÁ TRÌNH TẠO HÌNH MỘT SỐ CHI TIẾT MÁY NÔNG NGHIỆP BẰNG CÔNG NGHỆ DẬP TẤM

Nguyễn Thị Thu Trang*, Phạm Thanh Cường, Trần Văn Hữu

Khoa Cơ - Điện, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

*Tác giả liên hệ: ntttrang.cd@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 14.09.2018

Ngày chấp nhận đăng: 06.12.2018

TÓM TẮT

Nghiên cứu này sử dụng phương pháp mô phỏng số bằng phần mềm Eta/Dynaform làm cơ sở cho việc phân tích, đánh giá quá trình biến dạng kim loại nhằm hạn chế và khắc phục được những lỗi sai hỏng xảy ra khi gia công, tiết kiệm được thời gian chế tạo khuôn, chế tạo chi tiết, tiết kiệm vật liệu và giảm giá thành, nâng cao chất lượng sản phẩm sau dập. Kết quả bài toán mô phỏng quá trình biến dạng một số chi tiết điển hình trong các máy nông nghiệp từ phôi kim loại tấm, đưa ra được các thông số công nghệ tối ưu cho việc tạo hình. Trên cơ sở đó, có thể áp dụng rộng rãi công nghệ ảo vào việc sản xuất các thiết bị máy móc và sản phẩm trong mọi lĩnh vực cơ khí nói chung và cơ khí nông nghiệp nói riêng.

Từ khóa: Mô phỏng, biến dạng, Eta/Dynaform, máy nông nghiệp.

Simulation Results by Eta/Dynaform Software for the Shaping of some Details of Agricultural Machines Produced with Sheet Metal Forming Technology

ABSTRACT

The present study used numerical simulation method by Eta/Dynaform software as the basis for the analysis and evaluation of metal deformation process. This restricts and overcomes the errors that may occur during manufacturing, saving the time of molding and fabrication details, saving materials, reducing the price, and improving the quality of product after stamping. Based on simulation problem on the deformation process of some typical parts in agricultural machines from sheet metal, optimal technological parameters for shaping were proposed. On this basis, it is possible to apply virtual technology into production of equipment, machines and products in engineering in general and agricultural engineering in particular.

Keywords: Simulation, deformation, Eta/Dynaform, Agricultural Machinery.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dập tấm gồm nhiều nguyên công công nghệ khác nhau nhằm làm biến dạng kim loại tấm (bằng hoặc dãi), với sự thay đổi không đáng kể chiều dày của vật liệu và không có phế liệu ở dạng phoi (Nguyễn Mậu Đăng, 2006; Nguyễn Tất Tiến, 2004).

Mô phỏng sẽ mô hình hóa các quy trình công nghệ nhờ sự trợ giúp của máy tính, kiểm nghiệm tính chính xác của vật liệu và công cụ

thiết kế bằng cách tính toán trước khi đưa vào sản xuất (Nguyễn Đắc Trung, 2011), gồm một số ưu điểm nổi bật thể hiện như hình 1.

Hiện nay, trên thị trường Việt Nam, các sản phẩm máy móc nông nghiệp nhập khẩu từ Nhật Bản, Trung Quốc, Đài Loan... chiếm tới gần 70%. Trong khi đó sản phẩm sản xuất trong nước chỉ chiếm từ 15-20% (Viện Cơ điện nông nghiệp và Công nghệ sau thu hoạch, 2016). Một số nguyên nhân chính dẫn đến tình trạng trên là do việc triển khai cơ chế chính sách phát triển ngành cơ

khí còn thiếu đồng bộ, các doanh nghiệp chậm đổi mới, chưa ứng dụng có hiệu quả các phương pháp tiên tiến trong việc sản xuất, tính chuyên môn hóa còn thấp dẫn đến chất lượng sản phẩm còn hạn chế, chi phí sản xuất cao.

Do đó, cần tập trung thúc đẩy ứng dụng công nghệ tiên tiến (công nghệ ảo) vào việc sản xuất máy móc, thiết bị nông nghiệp, nhằm đáp ứng nhu cầu của người sử dụng, dựa trên sự phát triển có tính cạnh tranh của công nghiệp chế tạo máy nông nghiệp trong nước. Bài báo này đề cập tới kết quả nghiên cứu bằng việc mô phỏng quá trình tạo hình một số dạng chi tiết của máy nông

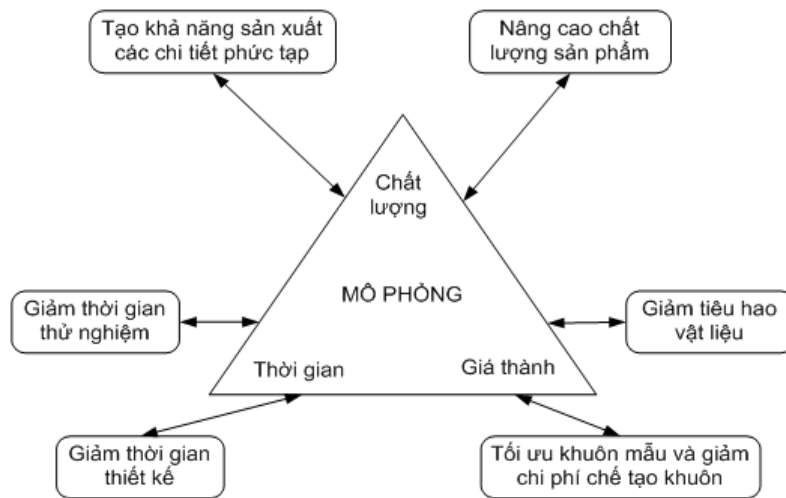
nghiệp, có sử dụng phần mềm Eta/Dynaform.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu và đối tượng nghiên cứu

2.1.1. Chi tiết bánh xe của máy thu hoạch khoai tây

Đây là một chi tiết có hình dạng tương đối đơn giản, rất phổ biến, được chế tạo bằng công nghệ gia công áp lực để tạo ra hai nửa trụ tròn xoay, sau đó hàn hai mép lại với nhau. Nó có nhiệm vụ là giúp máy di chuyển dễ dàng trên cánh đồng (Hình 2).



Hình 1. Sơ đồ thể hiện một số ưu điểm của phương pháp mô phỏng số



Hình 2. Máy thu hoạch khoai tây và chi tiết bánh xe

Bảng 1. Thành phần hóa học của thép Q345B

Mác Thép	Thành phần hóa học (%)								
	C	Mn	Si	P<	S<	V	Nb	Ti	Al
Q345B	≤0,20	1,00~1,60	≤0,55	≤0,040	≤0,040	0,02~0,15	0,015~0,060	0,02~0,20	--

Nguồn: Trần Văn Địch và cs. (2006)

Kết quả mô phỏng trên phần mềm Eta/Dynaform quá trình tạo hình một số chi tiết máy nông nghiệp bằng công nghệ dập tấm

Chi tiết này được chế tạo bằng thép tấm Q345B (Ký hiệu theo tiêu chuẩn của Trung Quốc: GB/T 1591- 94) (Bảng 1), với chiều dày $s = 3 \text{ mm}$, $\sigma_b = 470\text{-}630 \text{ (MPa)}$.

2.1.2. Chi tiết nắp capo của máy kéo V22

Chi tiết này có kích thước lớn, hình dạng phức tạp, khi chế tạo chia thành hai phần riêng biệt: phần đầu mặt nạ và phần thân. Nó có nhiệm vụ bảo vệ đầu máy và các bộ phận khác dưới tác động của môi trường tự nhiên, môi trường làm việc... Đồng thời còn có nhiệm vụ trang trí, mang tính thẩm mỹ cho máy (Hình 3, 4).

Vật liệu chế tạo nắp capo của máy kéo V22 là Thép 08KĐ, theo tiêu chuẩn ГOCT 1050

(Bảng 2); chiều dày $s = 1 \text{ mm}$, có độ bền kéo $\sigma_b = 380 \text{ Mpa}$.

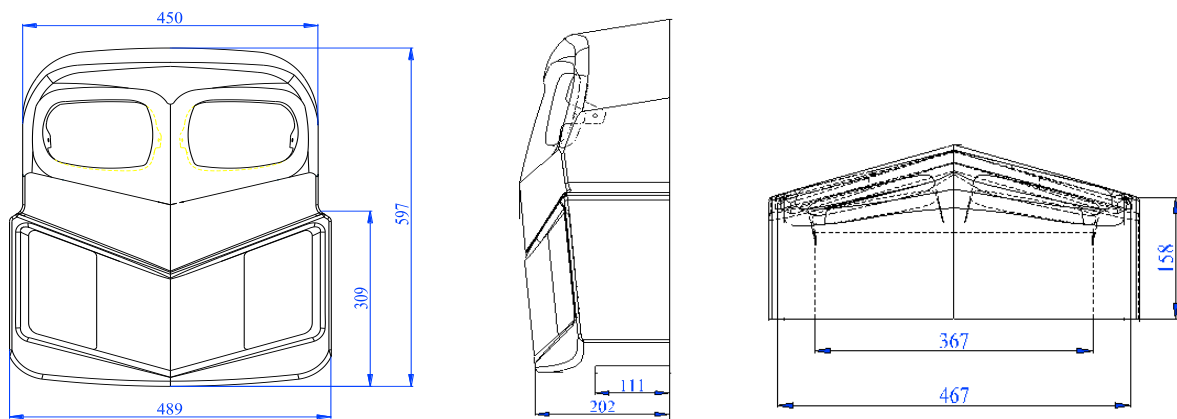
2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Mô phỏng số bằng phần mềm Eta/Dynaform

Phương pháp mô phỏng sẽ hiển thị quá trình biến dạng lên trên màn hình vi tính, cho phép biết được các khuyết tật xuất hiện trên sản phẩm, từ đó đưa ra các thông số công nghệ: lực chặn, lực dập, kích thước chày cối... hợp lý nhất (Đinh Bá Trụ, 2004). Sản phẩm mẫu được thiết kế số hóa dưới dạng 3D, sau đó nó được dựng ở dạng mặt và đây là mô hình hình học cơ sở cho việc thiết kế mô hình phôi và khuôn dập (chày, cối, chặn).



Hình 3. Máy kéo V22 và chi tiết nắp ca pô



Hình 4. Kích thước của đầu nắp ca pô máy kéo V22

Bảng 2. Thành phần hóa học của thép 08KĐ

Thép	C%	Si%	Mn%	P%	S%	Thành phần khác
08KĐ	0,05-0,11	≤ 0,03	0,25-0,5	0,035	0,04	≤ 0,08

Nguồn: Trần Văn Địch và cs. (2006)

Trong thực tế sản xuất, một khó khăn tồn tại từ trước tới nay là nguyên công lắp ráp khuôn rất khó, phải đập thử nhiều lần thì mới ra được sản phẩm đạt yêu cầu (Phạm Văn Nghệ và cs., 2005). Phương pháp mô phỏng số đã khắc phục được khó khăn trên, các thông số công nghệ rút ra được có độ chính xác cao làm đơn giản hóa việc lắp ráp khuôn, giảm số lần đập thử, thường thì chỉ cần một lần đập thử là ra được sản phẩm có chất lượng đạt yêu cầu (Nguyễn Đắc Trung, 2011).

2.2.2. Xử lý số liệu và phân tích, đánh giá kết quả bài toán mô phỏng

Bài toán mô phỏng sẽ được thực hiện theo các bước (Đình Bá Trữ, 2004):

- Xây dựng mô hình hình học của bài toán gồm phôi, chày, cối và chận;
- Chia lưới các phần tử trong mô hình;
- Cài đặt mô hình tiếp xúc giữa phôi và dụng cụ;
- Cài đặt điều kiện biên cho bài toán;

- Nhận kết quả và phân tích đánh giá chất lượng của sản phẩm;

- Điều chỉnh các thông số cần thiết để tối ưu công nghệ.

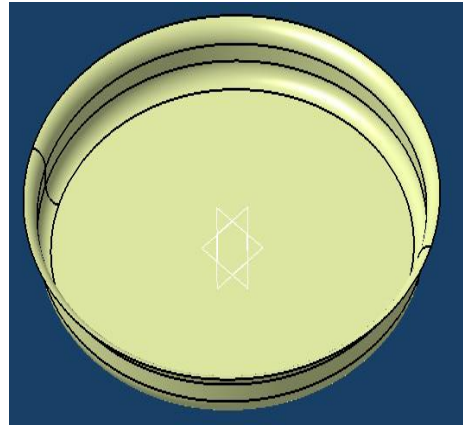
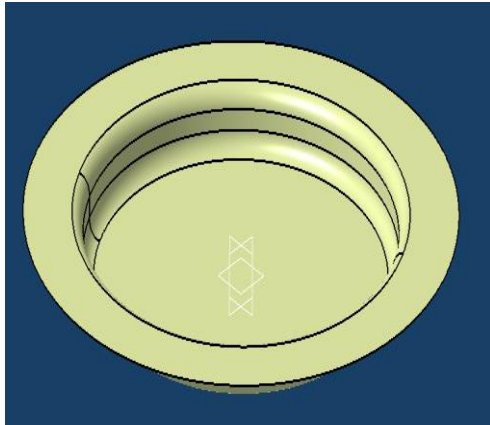
Kết quả từ bài toán mô phỏng được thể hiện dưới dạng các biểu đồ phân bố về ứng suất, biến dạng, biến mỏng, phương và lực kéo phôi. Qua đó đánh giá chính xác quá trình biến dạng, thấy được những khuyết tật xảy ra tại những vị trí cụ thể trên phôi như: nhăn, rách, ...

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

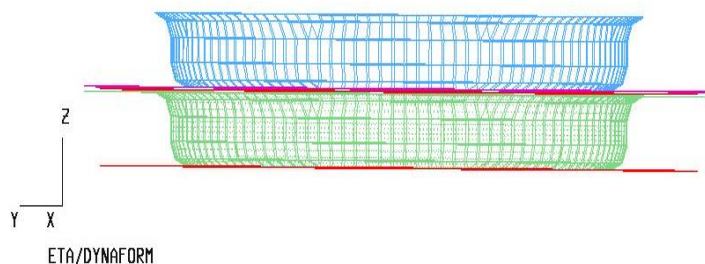
3.1. Phân tích kết quả bài toán mô phỏng quá trình tạo hình bánh xe máy thu hoạch khoai tây

Từ hình dáng, kích thước chi tiết, xây dựng được mô hình hình học và mô hình chia lưới cho bài toán biến dạng (Hình 5, 6).

Kết quả thu được sau khi mô phỏng quá trình biến dạng tạo hình bánh xe của máy thu hoạch khoai tây như sau:

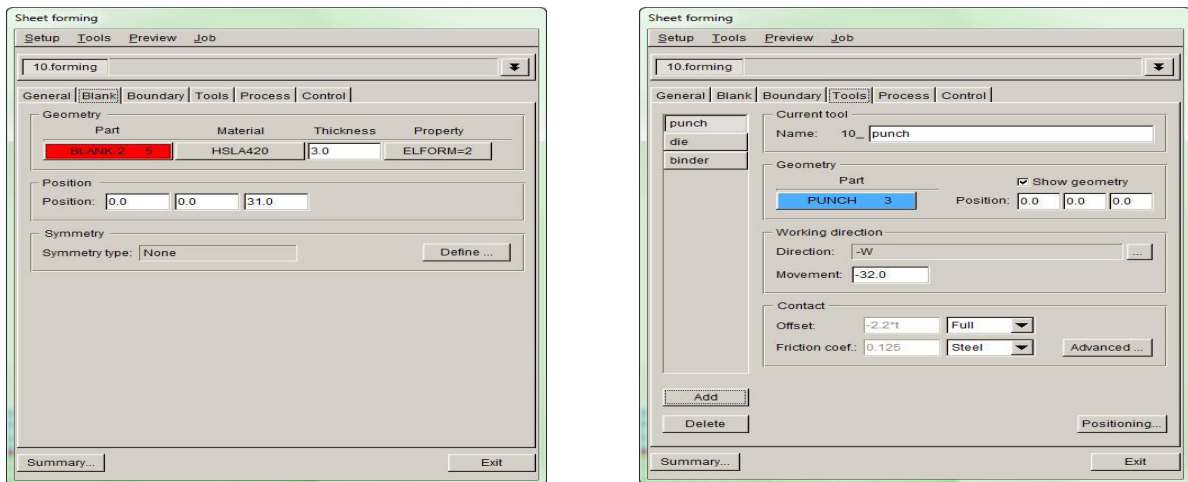


Hình 5. Mô hình hình học của chày và cối dập bánh xe máy thu hoạch khoai tây

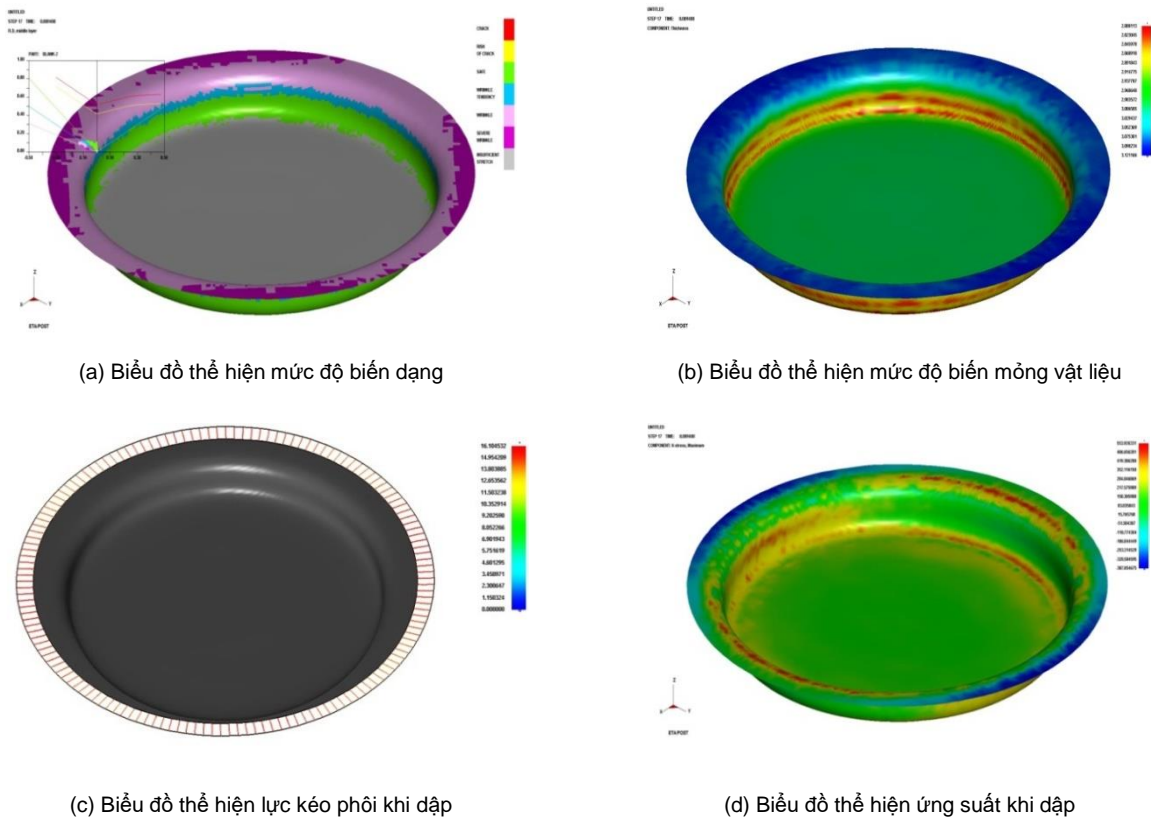


Hình 6. Mô hình chia lưới các phần tử khi dập bánh xe máy thu hoạch khoai tây

Kết quả mô phỏng trên phần mềm Eta/Dynaform quá trình tạo hình một số chi tiết máy nông nghiệp bằng công nghệ dập tấm



Hình 7. Quy trình cài đặt phôi và các điều kiện biên của bài toán



Hình 8. Kết quả mô phỏng quá trình biến dạng bánh xe máy thu hoạch khoai tây

Khi chia lưới xong cho các đối tượng, tiếp tục vào Autosetup để cài đặt các điều kiện biên. Khi xuất hiện cửa sổ Sheet forming, chọn Blank để cài đặt vị trí và vật liệu phôi. Mô hình vật liệu của phôi được xác định và lựa chọn trong thư viện vật liệu đã có sẵn của phần mềm. Sau

khi cài đặt phôi xong, chọn Tools để cài đặt các điều kiện về vị trí, chuyển động, của chày, cối và tấm chặn (Hình 7).

Kết quả bài toán sau khi mô phỏng xong được thể hiện trong hình 8. Biểu đồ thể hiện mức độ biến dạng. Hình ảnh cho thấy khi biến dạng ở

những vùng kim loại khác nhau thì mức độ biến dạng khác nhau. Vùng màu xám, kim loại bị kéo căng. Vùng màu hồng, kim loại biến dạng ít và có hiện tượng nhăn. Vùng màu xanh, kim loại biến dạng tốt nhất, an toàn. Vùng màu vàng và vùng màu đỏ, kim loại có nguy cơ bị phá hủy hoặc phá hủy. Tuy nhiên, sau dập không xuất hiện hai vùng này nên chất lượng chi tiết được đảm bảo.

Hình 8b thể hiện mức độ biến mỏng vật liệu cho thấy so sánh với chiều dày ban đầu là 3 (mm) thì tại vị trí dày nhất của chi tiết sau dập (màu xanh nước biển) có giá trị là 3.121 (mm), chỗ mỏng nhất của chi tiết (màu đỏ) có giá trị là 2.800 (mm). Qua đó ta thấy chiều dày vật liệu có sự biến đổi trong quá trình tạo hình, nhưng không đáng kể và sự phân bố mức độ biến mỏng tương đối đồng đều.

Hình 8c thể hiện lực kéo phôi khi dập: cho thấy lực kéo phôi phân bố đều trên phần vành và có giá trị như nhau tại các vị trí khác nhau. Do đó chi tiết sau dập sẽ đảm bảo được biến dạng đồng đều, cân đối, giảm thiểu những lỗi sai hỏng xảy ra (nhăn, rách, biến mỏng lớn, ...)

Hình 8d thể hiện ứng suất khi dập: Giới hạn bền của vật liệu $\sigma_b = 470 - 630$ (MPa), kết quả cho thấy ứng suất lớn nhất (vùng màu đỏ)

là 553,93 (MPa) khi dập không vượt quá giới hạn bền của vật liệu (630 MPa), do đó không xảy ra hiện tượng phá hủy, vật liệu biến dạng thuận lợi và cho kết quả tốt.

3.2. Phân tích kết quả bài toán mô phỏng quá trình tạo hình nắp ca pô của máy kéo V22

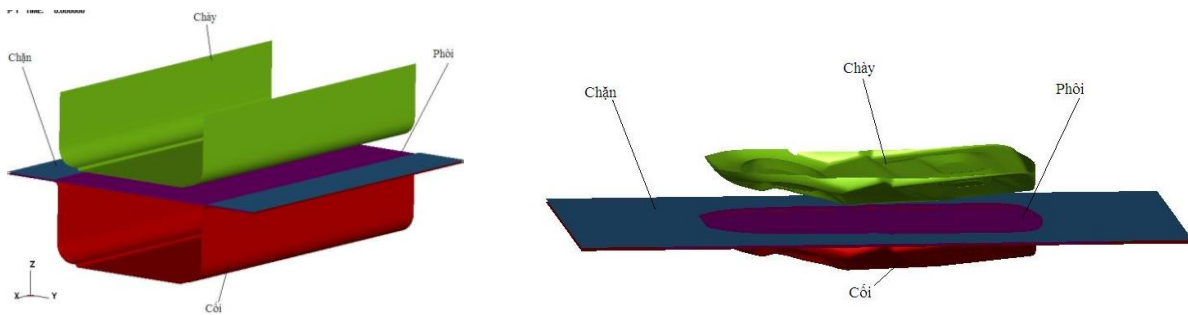
Mô hình hình học và mô hình chia lưới quá trình dập tạo hình hai phần của nắp ca pô máy kéo V22 được minh họa trên hình 9, 10.

Sau khi chia lưới, cài đặt điều kiện biên cho bài toán và tiến hành mô phỏng cho ra kết quả như hình 11 và hình 12.

3.2.1. Phân mặt nạ của chi tiết

Trong phần này, biến dạng xảy ra tương đối phức tạp, tại các vị trí khác nhau kim loại bị biến dạng với mức độ khác nhau (Hình 11).

Hình 11a thể hiện mức độ biến dạng: Vùng màu xanh kim loại biến dạng tốt, đồng đều và an toàn; vùng màu hồng kim loại biến dạng ít; vùng màu tím kim loại ít bị biến dạng và có nguy cơ xuất hiện các nếp nhăn; vùng màu đỏ và vùng màu vàng không xuất hiện (vùng phá hủy vật liệu).



Hình 9. Mô hình hình học của chày và cối dập hai phần của nắp ca pô máy kéo V22



Hình 10. Mô hình chia lưới các phần tử khi dập nắp ca pô máy kéo V22

Kết quả mô phỏng trên phần mềm Eta/Dynaform quá trình tạo hình một số chi tiết máy nông nghiệp bằng công nghệ dập tấm

Hình 11b thể hiện mức độ biến mỏng của vật liệu sau khi dập: Vật liệu chi tiết có biến mỏng nhưng không đáng kể ($S_{\min} = 0,76$ mm; $S_{\max} = 1,07$ mm) so với chiều dày phôi ban đầu là 1.0 (mm).

Hình 11c thể hiện ứng suất tại các vùng biến dạng sau dập: Ứng suất vẫn đảm bảo nằm trong vùng cho phép, nhỏ hơn ứng suất phá hủy của vật liệu. Với ứng suất lớn nhất khi dập (vùng màu đỏ) là $\sigma_{\max} = 377$ (MPa); giới hạn bền của vật liệu là $[\sigma] = 410$ (MPa).

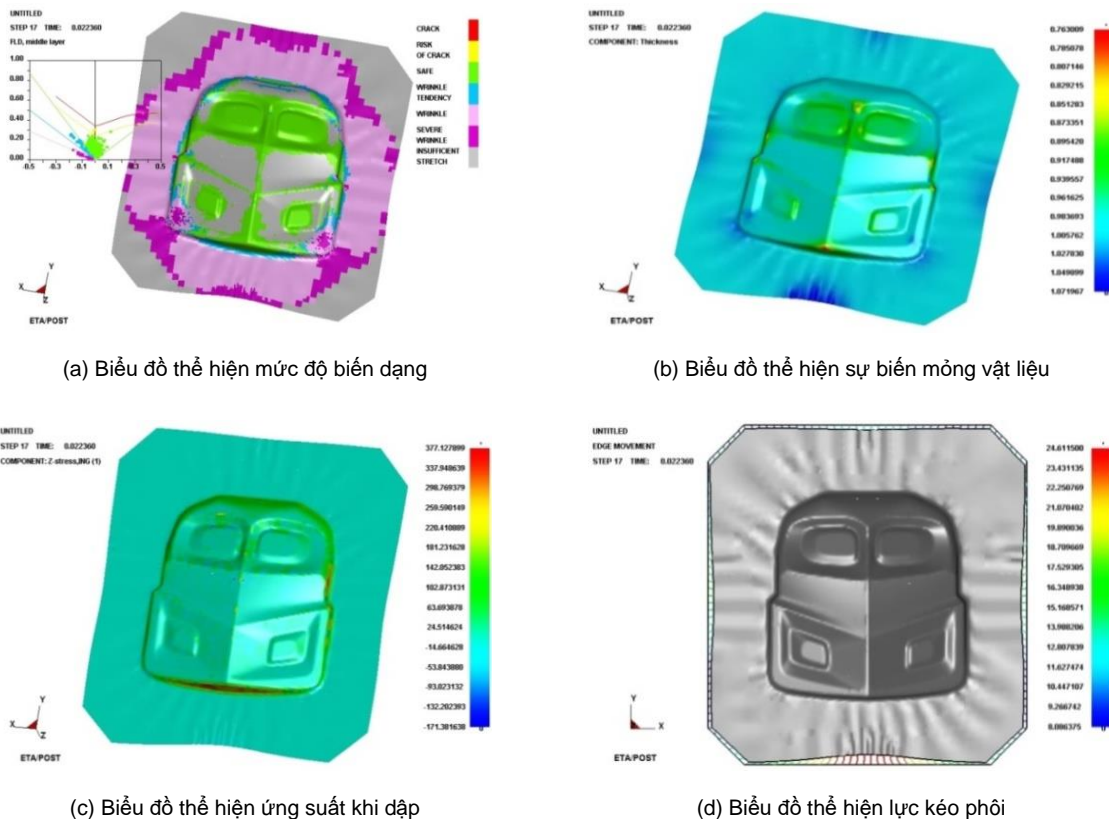
Hình 11d thể hiện vị trí kéo phôi, hướng kéo và trị số lực kéo phôi vào khuôn: Cho thấy lực kéo phôi lớn nhất (vùng các đường màu đỏ) có trị số là 24,61 (tấn).

3.2.2. Kết quả mô phỏng quá trình biến dạng phần thân của nắp ca pô

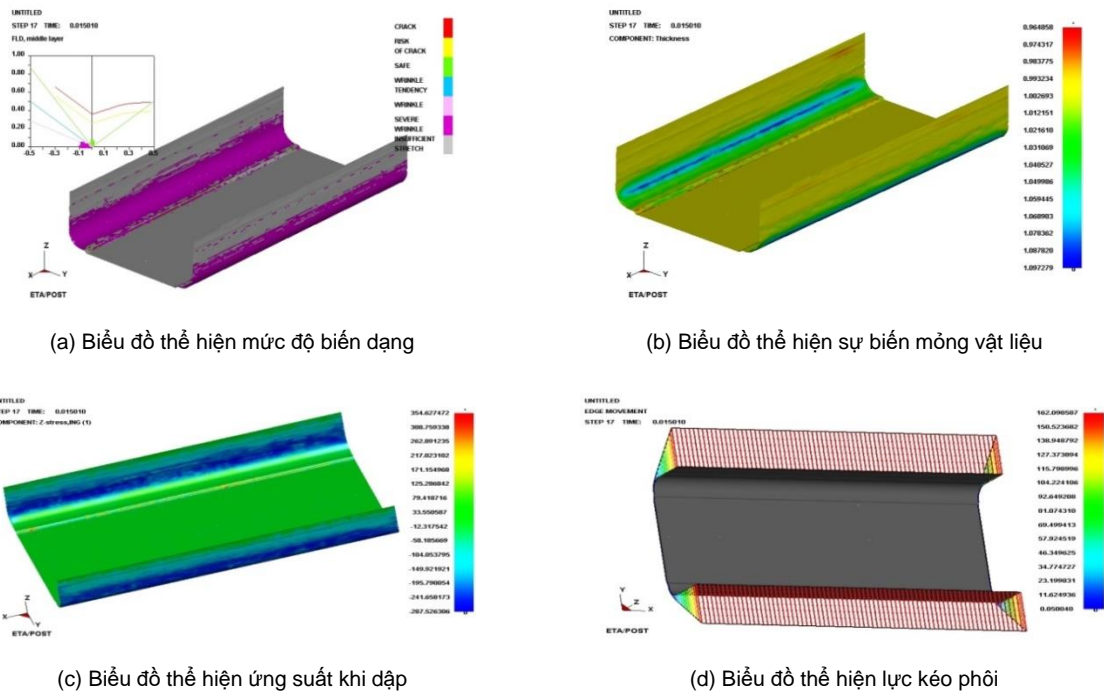
Hình 12 cho thấy chi tiết sau khi dập có chất lượng tốt, không bị nhăn. Do phần này có hình dáng khá đơn giản so với phần mặt nạ nên dễ biến dạng tạo hình.

Hình 12b thể hiện sau khi dập chiều dày có trị số $S_{\min} = 0,96$ (mm) (vùng màu đỏ); $S_{\max} = 1,09$ (mm) (vùng màu xanh nước biển), so với chiều dày phôi ban đầu là 1,0 (mm). Trên chi tiết sau dập chủ yếu xuất hiện vùng màu xám, không xuất hiện vùng vàng và đỏ, nên vật liệu không bị phá hủy (Hình 12a). Ứng suất tương đương tại các vùng biến dạng sau khi dập vẫn đảm bảo nằm trong giới hạn cho phép. Ứng suất lớn nhất xuất hiện khi dập thể hiện trên biểu đồ hình 12c là: $\sigma_{\max} = 125,3$ (MPa) (vùng màu xanh lá cây), trong khi giới hạn bền của vật liệu là $[\sigma] = 410$ (MPa).

Sau quá trình cài đặt bài toán, tiến hành mô phỏng và phân tích, kết quả cho thấy bằng phương pháp mô phỏng số có thể xác định được sự phân bố biến dạng, ứng suất, mức độ biến mỏng của vật liệu, đặc biệt là các hiện tượng trường hợp tạo phế phẩm. Từ đó có thể thấy thay đổi hình dạng hình học của phôi, của dụng cụ hoặc thay đổi điều kiện công nghệ của bài toán có thể tối ưu hóa quá trình, cho kết quả biến dạng phù hợp, giảm thiểu thời gian, công sức và chi phí chế tạo thử (Nguyễn Đức Trung, 2011).



Hình 11. Kết quả mô phỏng quá trình biến dạng phần mặt nạ nắp Ca pô của máy kéo V22



(a) Biểu đồ thể hiện mức độ biến dạng

(b) Biểu đồ thể hiện sự biến mỏng vật liệu

(c) Biểu đồ thể hiện ứng suất khi dập

(d) Biểu đồ thể hiện lực kéo phôi

Hình 12. Kết quả mô phỏng quá trình biến dạng phần thân nắp ca pô của máy kéo V22

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Quá trình mô phỏng bằng phần mềm Eta/Dynaform với các thông số đầu vào: mô hình vật liệu; mô hình cối, chày, tấm chặn cho thấy quá trình biến dạng diễn ra thuận lợi.

Khi sử dụng “công nghệ ảo” toàn bộ các khâu của quá trình sản xuất từ việc thiết kế, hiệu chỉnh đến chế tạo được thực hiện trên máy tính. Nhờ việc thay đổi các thông số kỹ thuật một cách đơn giản, dễ dàng, không tốn kém mà hiệu quả, không phải thử khuôn hay sửa khuôn nhiều lần. Do đó hoàn toàn có thể áp dụng bài toán mô phỏng biến dạng vào sản xuất thực tế, giảm chi phí cho quá trình chế tạo khuôn, cũng như nâng cao được chất lượng sản phẩm dập, tối ưu hóa quá trình công nghệ.

Bài báo này là cơ sở cho việc nghiên cứu thiết kế, tính toán công nghệ sản xuất các sản phẩm cho nhiều lĩnh vực như: công nghiệp ô tô, hàng không, giao thông vận tải, y tế, sản xuất

máy móc thiết bị nông nghiệp,... đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của việc sản xuất hàng nội địa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Báo cáo của Viện Cơ điện nông nghiệp và công nghệ sau thu hoạch ở 92 cơ sở chế tạo máy trên 15 tỉnh, thành phố đại diện cho cả 7 vùng kinh tế cả nước tại Hội thảo “Đẩy mạnh cơ giới hóa nông nghiệp và công nghệ chế tạo máy nông nghiệp,” tổ chức 22/9/2016 tại Hà Nội.
- Đinh Bá Trụ (2004). Giáo trình Phương pháp phần tử hữu hạn trong kỹ thuật cơ khí. Nhà xuất bản Học viện Kỹ thuật Quân sự, Hà Nội.
- Nguyễn Mậu Đăng (2006). Công nghệ tạo hình kim loại tấm. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- Nguyễn Đắc Trung (2011). Mô hình hóa mô phỏng số quá trình biến dạng. Nhà xuất bản Bách Khoa, Hà Nội.
- Nguyễn Tất Tiến (2004). Giáo trình Lý thuyết biến dạng dẻo kim loại. Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội.
- Phạm Văn Nghệ; Nguyễn Như Huỳnh (2005). Giáo trình Ma sát và bôi trơn trong gia công áp lực. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia, Hà Nội.
- Trần Văn Địch và Ngô Trí Phúc (2006). Sổ tay thép Thế giới. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.