TRƯỜNG ĐẠI HỌC TRÀ VINH

KHOA KỸ THUẬT CÔNG NGHỆ

BÁO CÁO TỔNG KẾT ĐỀ TÀI CẤP TRƯỜNG

NGHIÊN CỨU KHOA HỌC VÀ PHÁT TRIỂN CÔNG NGHỆ

TÊN ĐỀ TÀI

NGHIÊN CỨU CẢI TIẾN VÀ CHẾ TẠO THỬ NGHIỆM MÁY GẶT ĐẬP LIÊN HỢP

HỘI ĐỒNG KHOA HỌC **CHỦ NHIỆM ĐỀ TÀI**

Trà Vinh, ngày tháng năm 2010

Mục lục

PHẦN I. TỔNG QUAN 3
1. Tổng quan về đối tượng nghiên cứu và sự cần thiết của đề tài 3
2. Tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước 4
3. Phân tích hao hụt một số máy thu hoạch lúa 8
4. Mục tiêu của đề tài 9
PHẦN 2: NỘI DUNG CẢI TIẾN 10
2.1 Cách tiếp cận, phương pháp nghiên cứu, kỹ thuật sẽ sử dụng 10
2.1.1 Khảo sát nhu cầu thị trường 10
2.1.2 Biện pháp thực hiện 11
1.Thay thế Giàn chạy 13
2. Cải tiến giàn gằng 14
2.1. Thiết lặp lại sơ đồ động của máy 14
2.2. Phương trình xích động: 15
3. Cải tiến buồng đập 16
4. Cải tiến băng tải lúa bông 18
5. Cải tiến thân máy 18
5.1. Mô phỏng 19
5.1.1. Mô hình phần tử hữu hạn cho bài toán uốn ống 19
5.1.1.1. Cơ sở lý thuyết 19
5.1.1.2. Mô hình hình học 20
5.1.1.3. Mô hình vật liệu 21
5.1.1.4. Điều kiện mô phỏng 22
5.1.1.5. Các trường hợp tính 23
5.2. Kết quả mô phỏng và nhận xét 23
5.2.1. Trường hợp 1 24
5.2. 2. Trường hợp 2 25
5.2.3. Trường hợp 3 26
5.2.4. Trường hợp 4 27
5.2. 5. Trường hợp 5 29
5.2.6. Trường hợp 6 31
5.2.7. Trường hợp 7 32
5.2.8. Trường hợp 8 33
5.2.9. Trường hợp 9 35
5.3.Kết luận: 36
IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ 36
TÀI LIỆU THAM KHẢO 37

PHẦN I. TỔNG QUAN

1. Tổng quan về đối tượng nghiên cứu và sự cần thiết của đề tài

Nước ta có diện tích đất nông nghiệp khá lớn, tập trung chủ yếu là Khu Vực Đồng bằng sông Cửu Long. Do nhu cầu xuống giống đồng loạt để tránh rầy phá hoại mùa màng cho từng vùng. Điều này dẫn đến thu hoạch hàng loạt làm cho từng vùng thiếu công thu hoạch trầm trọng. Trước tình hình đó có nhiều dự án trang bị máy gặt đập liên hợp để khắc phục tình trạng nói trên.

- Cụ thể ở tại Trà Vinh được dự án Nâng Cao Đời Sống đã trang bị cho các nhóm cộng đồng của địa phương khoảng 07 máy trong năm 2008. Theo thông tin từ dự án này sẽ trang bị đến cuối năm 2009 nâng tổng số máy lên 20 máy.

- Theo nguồn tin từ nguồn Viện Trưởng viện lúa ĐBSCL:

Hiện nay khu vực đồng bằng sông cửu Long có khoảng 3000 máy cắt xếp dãy- công suất 1-1.5ha/ngày và 900 máy gặt đập liên hợp – công suất 2 – 3 ha/ngày.

- Diện tích lúa thu hoạch hàng năm là:

  - Vụ đông xuân: 1,5 triệu ha.
  - Vụ hè thu: 1 triệu ha.
  - Vụ thu đông: 350.000ha lúa thần nông và 300.000 ha lúa mùa.

Như vậy để đáp ứng nhu cầu thu hoạch hàng loạt cho một vụ Đông Xuân thì cần phải có một số lượng máy gặt đập khá lớn khoang 26.700 máy. *(Nếu tính thời gian thu hoạch trong một tháng, máy khai thác được 75% công suất)*.

- Theo khảo sát của người dân trồng lúa thì chi phí thu hoạch bằng công lao động mất từ 1,8 – 2 triệu đồng /ha. Còn thu hoạch bằng máy mất khoảng 1,4 triệu/ha.

Mặt khác hiện nay các máy gặt đập là do tự chế là chủ yếu. Điều này chắc chắn không thể tránh khỏi những thiếu sót trong thiết kế và sản xuất máy. Vấn đề đặt ra ở đây máy được trang bị sử dụng ở địa bàn tỉnh Trà Vinh, muốn đại tu, sửa chữa sau khoảng thời gian sử dụng thì cần có một đội ngũ cán bộ kỹ thuật để trực tiếp khắc phục.

- Ngoài ra còn nhiều loại thiết bị ngoại nhập khác mà người dân chưa chấp nhận được, do giá thành cao và tính năng hoạt động chưa phù hợp với vùng đất tại khu vực ĐBSCL nói chung, ở Trà Vinh nói riêng.

Đề tài muốn tham gia vào giải quyết vấn đề nói trên bằng cách thực hiện đề tài "***Nghiên cứu Cải tiến và chế tạo thử nghiệm máy Gặt đập liên hợp***"

(Hình a)

(Hình b)

- Đối với máy (hình a) được sản xuất bởi cơ sở Năm Sanh. Kiểu dáng đẹp, tính năng tương đối hòan thiện nhưng giá thành đắc khoảng (195 – 210) triệu đồng.

- Đối với máy (hình b) được sản xuất bởi cơ sở Tư Sang về kiểu dáng thì chưa hoàn hảo, tính năng tốt nhưng trong quá trình hoạt động còn hỏng nhiều do các chi tiết thiết kế không đồng bộ. Giá thành thấp khoảng 140 triệu. Do vậy chúng tôi sẽ cải tiến máy theo cơ sở này, có cải tiến lại các chi tiết ở cơ cấu cắt, băng tải lúa và Giàn chạy. Nhằm tăng tuổi bền cho cơ cấu máy để có được một cổ máy có tính năng hoạt động phù hợp với vùng đất tại địa phương.

2. Tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước

Ngày 1/4/2009, tại UBND xã An Hòa, huyện Châu Thành, tỉnh An Giang, đã tổ chức tổng kết hội thi máy gặt đập liên hợp vùng ĐBSCL và Diễn đàn Khuyến nông @ công nghệ chuyên đề "Cơ giới hóa thu hoạch lúa các tỉnh phía Nam". Tham dự trong buổi tổng kết có Thứ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn Bùi Bá Bổng, lãnh đạo địa phương, các nhà khoa học, các phóng viên báo đài và trên 500 nông dân các tỉnh phía Nam cùng hiện diện.

Hình 1.1: Máy thu hoạch lúa bị ngã đổ

Trong lần hội thi này, các máy đã có nhiều cải tiến kỹ thuật so với các năm trước. Qua sơ tuyển có 12 máy dự thi, trong đó có 8 máy được sản xuất tại ĐBSCL. Kết quả hội thi hai máy gặt đập liên hợp của Trung Quốc đạt giải nhất và nhì. Đồng giải nhì còn có máy của cơ sở Tư Sang (năm 2008, máy Tư Sang đã đạt giải nhất).

Phần tham luận, lãnh đạo tỉnh An Giang đã đề nghị Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn cần quan tâm đầu tư nhiều hơn vào hai khâu thu hoạch và sau thu hoạch lúa tại ĐBSCL. Lý do ngày nay lao động nông thôn không còn nhiều vì đã được các khu công nghiệp thu hút, nên thời điểm thu hoạch lúa thường thiếu công lao động. Mặt khác, vụ Hè Thu thường là thời điểm mưa bão kéo dài nên lúa bị hư hao do ẩm mốc là điều không tránh khỏi nếu như không đủ lượng máy sấy. Cơ giới hóa trong hai khâu thu hoạch và sau thu hoạch lúa là điều thiết yếu để tạo ra sản phẩm đạt tiêu chuẩn chất lượng. Thế nhưng không phải nông hộ nào cũng đủ khả năng đầu tư vào máy thu hoạch và máy sấy lúa. Chính vì thế Nhà nước cần có chính sách hỗ trợ vốn cho người sản xuất. Cụ thể là đầu tư vào việc mua sắm thiết bị máy móc cho khâu thu hoạch và sau thu hoạch lúa. Theo số liệu thống kê máy thu hoạch lúa ở vùng ĐBSCL tính đến tháng 3/2009 đã có gần 3.000 máy gặt đập liên hợp, trong đó tỉnh Kiên Giang nhiều nhất với 800 máy và Bến Tre ít nhất, chỉ 2 máy.

Hình 1.2: Máy đoạt giải nhì trong hội thi

Dịp này, Trung tâm Khuyến nông Bến Tre đã tổ chức cho 25 cán bộ khuyến nông và nông dân trong tỉnh tham quan các máy GĐLH vào chung kết và cùng dự diễn đàn. Năm 2008, TTKN Bến Tre đã đầu tư 2 máy GĐLH cho 2 huyện Giồng Trôm và Bình Đại và 2 máy này hoạt động rất khả quan. Năm 2009, trung tâm dự tính sẽ tiếp tục đầu tư 2 máy GĐLH nữa cho hai huyện nêu trên. Nguồn kinh phí của Trung tâm

Khuyến nông Khuyến ngư Quốc gia sẽ hỗ trợ không hoàn lại cho mỗi máy là 66,5 triệu đồng.

Hy vọng rằng trong thời gian tới lãnh đạo các cấp sẽ có nhiều quan tâm đầu tư cho việc cơ giới hóa thu hoạch lúa ở Bến Tre để giảm thiểu sự nhọc nhằn cho nhà nông trong tỉnh và sản phẩm lúa gạo của Bến Tre luôn đạt tiêu chuẩn về chất và lượng.

Kỹ sư bỏ phố về quê gặt lúa cho dân - Sinh năm 1974, tốt nghiệp chuyên ngành cơ khí Trường Đại học Bách khoa TP. Hồ Chí Minh năm 2000, có nhiều cơ hội việc làm hấp dẫn, kĩ sư Nguyễn Hồng Thiện không đi làm "ông kỹ sư" mà trở về quê nhà theo tiếng gọi của cha.

Hình 1.3: Máy gặt đập liên hợp Tư Sang

Chiếc máy gặt này từng được ông Nguyễn Văn Sang (Tư Sang), bố kĩ sư Thiện mày mò nghiên cứu chế tạo từ năm 1995 cho đến 2004 (gần 10 năm) mới hoàn thành và đem lại hiệu quả thiết thực cho người sử dụng. Sau ba năm chạy thử nghiệm, nhìn rõ những ưu, khuyết từ sản phẩm này, nhà sáng chế con bắt tay vào tiếp tục nghiên cứu, hoàn thiện. Năm 2007, anh Thiện đã bỏ nhiều công sức nghiên cứu đưa chiếc máy gặt đập liên hợp mang tên thương hiệu "Tư Sang" hoàn thiện hơn. Để hoàn thiện chiếc máy này, không chỉ là các giải pháp kĩ thuật, hai cha con kĩ sư Thiện không đếm hết số lần họ phải ra ruộng để tham khảo, hoàn thiện máy gặt đập liên hợp. Kĩ sư Thiện luôn tâm niệm là đáp ứng tốt những yêu cầu của dân và làm sao để bà con bớt vất vả nhưng mang lại lợi ích kinh tế nhất.

Những ưu việt của chiếc máy gặt đập liên hợp do Nguyễn Hồng Thiện cải tiến là: máy được sử dụng bánh xích bằng cao su để tăng khả năng chống lún khi di chuyển trên ruộng lúa lầy lội. Điều này khắc phục nhược điểm các dòng máy trước đó, sử dụng bánh xích sắt nên "chịu thua" khi gặp ruộng sình lầy. Ngoài ra, giàn cào gạt lúa kiểu

guồng gạt được cải tiến có thể bốc được cả những cây lúa bị đổ nên hạn chế "sót" lúa sau khi máy gặt đập đã chạy qua, giảm nhiều tổn thất khi thu hoạch.

Các bộ phận khác của máy như bộ phận chuyển lúa lên guồng đập, bộ phận đập lúa được anh Thiện điều chỉnh cấu tạo phù hợp đúng như mong đợi của người nông dân: làm sao để lúa đập ra nhanh mà ít sót hạt. Ngoài ra, kết hợp máy gặt giàn sàng sạch lúa gồm 2 cấp có quạt gió nên lúa hạt ra được sạch hơn. Máy có khả năng tự động liên tục đưa lúa sạch lên thùng chứa, không bị ảnh hưởng việc lúa có bị ướt hay không.

Với các giải pháp kỹ thuật trên, chiếc máy có nhiều tính ưu việt hơn nhiều loại máy gặt khác, có hiệu quả kinh tế cao, góp phần thực hiện tốt việc cơ giới hóa sau thu hoạch. Chiếc máy gặt đập liên hiệp này rất được ưa chuộng bởi tính năng ưu việt của nó và nó đáp ứng được những yêu cầu của người dân.

Kỹ sư bỏ phố về quê "nối nghiệp cha". Anh Thiện chia sẻ: mới đầu khi bỏ phố về quê "nối nghiệp cha" anh cũng tiếc những cơ hội lập nghiệp nơi thị thành. Anh cũng như nhiều người lên phố, học thêm về quản lý, kinh tế, lấy thêm kinh nghiệm và thực hiện nhiều dự định đối với một người trẻ.

Kỹ sư “Hai lúa” Nguyễn Hồng Thiện vui mừng cho biết: “Vậy là cái máy gặt của cha con tui được các nhà khoa học đánh giá cao rồi đó”. Năm nay, máy gặt đập liên hợp "Cơ sở Tư Sang" của Giám đốc Hai lúa Nguyễn Hồng Thiện được giải nhất Giải thưởng khoa học công nghệ Vifotec 2009. Giải thưởng này thêm một lần khẳng định con đường “bỏ phố về ruộng đồng” theo lời cha là đúng.

Ban đầu khi mới về cảm giác hơi bị áp đặt, về sau lại là cảm giác thích thú khi được gắn bó với nghề làm những chiếc máy gặt đập liên hợp với cha. Bởi những chiếc máy này đã ăn sâu trong anh từ nhỏ, khi cha anh bắt đầu những ốc vít, máy móc đầu tiên. Lần trở về quê này, nhờ có vốn liếng kiến thức được học từ đại học đã cho anh thêm nhiều kinh nghiệm quí giá để nâng thêm tay nghề.

Năm 2008, chiếc máy gặt đập liên hợp của kỹ sư Thiện đã đứng đầu hội thi "Sáng tạo kỹ thuật tỉnh Tiền Giang lần thứ VII năm 2008", do Liên hiệp các Hội Khoa học và Kỹ thuật tỉnh Tiền Giang tổ chức. Chiếc máy này còn được công nhận "Giải pháp sáng tạo kỹ thuật có giá trị và hiệu quả cao" do chủ tịch Liên hiệp các Hội Khoa học và Kỹ thuật tỉnh trao tặng. Vào cuối năm 2008, dàn máy gặt đập mã hiệu GĐLH-1.8 này đã đạt được giải nhất tại hội thi máy gặt đập liên hợp toàn vùng ĐBSCL, do Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tổ chức.

Giám đốc Sở KHCN tỉnh Tiền Giang Nguyễn Văn Châu, cho biết, đây là một trong những nghiên cứu có tầm của người dân tỉnh Tiền Giang. Các nhà khoa học có thể thấy một kinh nghiệm từ người dân: khi muốn làm ra một sản phẩm khoa học cho nông dân thì nên hiểu dân cần gì. Chỉ cần giải quyết được điều ấy đã là thành công, chứ không phải điều gì quá cao siêu. Máy gặt đập liên hợp của Tư Sang là thế. Và điều quan trọng là, trước khi được tôn vinh về mặt khoa học thì máy gặt đập liên hợp Tư Sang đã luôn trong tình trạng cháy hàng vì đắt như tôm tươi và rất có uy tín.

3. Phân tích hao hụt một số máy thu hoạch lúa

Danh mục một số máy thu hoạch lúa được Bộ Nông nghiệp và PTNT tổ chức bình tuyển lựa chọn giới thiệu có thể ứng dụng cho ĐBSCL (tháng 7/2006):

3.1. Máy gặt đập liên hợp mã hiệu GĐLH –154, năng suất 0,30 ha/giờ; tỷ lệ hao hụt 1,75% của Cơ sở tư nhân Chín Nghĩa, địa chỉ Ấp 1, xã Long Thạnh, huyện Thủ Thừa, tỉnh Long An.

3.2. Máy gặt đập liên hợp mã hiệu MGĐ-120, năng suất 0,176 ha/giờ, tỷ lệ hao hụt 2,56% của Cty TNHH nhà nước 1 thành viên chế tạo động cơ (Vinappro-Bộ Công nghiệp); đường số 2, khu công nghiệp Biên Hoà 1, tỉnh Đồng Nai.

3.3. Máy liên hợp thu hoạch lúa Trung Quốc mã hiệu 4LZ- 2.0 năng suất gặt 0,5 - 1,12 ha/giờ, tỷ lệ hao hụt <3,28% của Công ty phát triển đầu tư Việt Phú, số 887 đường Giải Phóng, quận Hoàng Mai, Hà Nội.

Ngoài những mẫu máy nêu trên còn có một số loại mẫu máy cải tiến, chế tạo đơn lẻ được thị trường chấp nhận như:

- Máy gặt lúa liên hợp của cơ sở Huỳnh Văn Út ở Cao Lãnh - Đồng Tháp (năng suất 0,3 ha/giờ).

- Máy gặt lúa liên hợp của cơ sở Phạm Văn Nghĩa ở An Giang mới được Sở Nông nghiệp tỉnh nghiệm thu.

- Máy gặt lúa rải hàng FUTU-KICHI của anh Nguyễn Kim Chính ở Bình Định đã cải tiến bộ phận gặt từ máy gặt lúa rải hàng của FUTU.

Các đơn vị có khả năng cung ứng máy thu hoạch lúa

*** Các cơ sở chế tạo máy gặt liên hợp:**

- Công ty chế tạo động cơ VINAPRO

- Cơ sở Chín Nghĩa – Long An
- Cơ sở Năm Sanh – Cần Thơ

4. Mục tiêu của đề tài

- Tất cả các giảng viên tham gia nghiên cứu sẽ thành thạo về nguyên lý hoạt động của máy Nông nghiệp nói chung, máy gặt đập liên hợp nói riêng. Cũng như quy trình chế tạo các cụm chi tiết của máy.

- Nhóm thực hiện đề tài có đủ kinh nghiệm sản xuất máy Gặt đập liên hợp tương tự khi có nhu cầu.

- Nhóm thực hiện đề tài thành thạo các kỹ năng sửa chữa và bảo trì máy Gặt, đồng thời có thể ký kết với cơ sở sản xuất máy Gặt đập liên hợp trong việc bảo hành sửa chữa.

PHẦN 2: NỘI DUNG CẢI TIẾN

2.1 Cách tiếp cận, phương pháp nghiên cứu, kỹ thuật sẽ sử dụng

2.1.1 Khảo sát nhu cầu thị trường

Thông tin từ chủ sở hữu đang sử dụng máy: chúng tôi thực hiện khảo sát bằng các phiếu khảo sát trực tiếp và thu thập được các số liệu *bảng 1, 2*:

Bảng 1*: Tổng hợp các phiếu khảo sát.*

TT	Kiểu máy	Nơi hoạt động	Giá thành	Thời gian sử dụng đến sửa chữa	Hạn chế của máy
1	Tư Sang	Cầu Ngang, TV	220 triệu	40ha	Ra lúa theo rơm Qua lúa ngọn
2	Vĩnh Thái	Trà Cú, TV	210 triệu	80ha	Nghẹt rơm, nghẹt khoan, trục buồng đập mau hỏng, Bạc đạn bánh chạy
3	KUBOTA	Càng Long, TV	450 triệu	Chưa phát hiện	Tốt
4	Tấn Hải	Trà Cú, TV	240 triệu	100ha	Nặng, nghẹt khoan, hỏng bạc đạn số
5	Minh Phát	Càng Long, TV	180 triệu	90ha	Nghẹt khoan, nhông chạy mau hỏng, Trục buồng đập dể gãy. Bị lún lầy
6	Minh Phát	Càng Long, TV	220 triệu	70ha	Nghẹt khoan, bánh tăng đơ xích mau hỏng, nghẹt băng tải lúa
7	Phan Tấn	Cầu Ngang, TV	195 triệu	50ha	Nghẹt rơm, nghẹt khoan, trục buồng đập mau hỏng, Bac đạn bánh chạy
8	Nhựt Thành	Châu Thành, TV	187 triệu	75ha	Hạt lúa bị vở, nghẹt rơm

Bảng 2: *Tổng hợp các phiếu khảo sát*

TT	Chỉnh sửa phát sinh	Mong muốn hoàn thiện máy	Ghi chú
1	Puly động cơ, xích tải Khoan tải lúa hạt	Tăng tuổi thọ khi sử dụng	
2	Họng hứng lúa ngọn Khoan lái Thay Puly	Tăng tuổi thọ khi sử dụng	
3	Không	Giá thành thấp	
4	Họng lúa ngọn, chổ ngồi hứng lúa hẹp.	Giảm trọng lượng máy	
5	Họng lúa ngọn, chổ đứng hứng lúa.	Giảm trọng lượng máy	
6	Họng lúa ngọn, chổ ngồi hứng lúa hẹp.	Giảm trọng lượng máy. Giảm kích thước bao	
7	Họng lúa ngọn, chổ ngồi hứng lúa hẹp.	Tăng tuổi bền máy	
8	Không	Giảm trọng lượng, Tăng hàm cắt	

2.1.2 Biện pháp thực hiện

Mua một máy Gặt đập liên hợp của Công ty chế tạo Động cơ VINAPPRÔ. (Hàm cắt 1,2m)

Hình 2.4: *Máy Gặt mini của Công ty Vinapprô*

- Tiến hành chạy thử nghiệm lần I tại vùng đất của huyện Châu Thành – Trà Vinh. Kết thúc vụ Đông - Xuân, nhóm thực hiện đề tài sẽ tổ chức hội thảo và lấy ý kiến từ những người đang sử dụng máy gặt trên địa bàn Trà Vinh. Qua hội thảo và các nội dung khảo sát nhóm nghiên cứu thu thập được số liệu cần thiết:

TT	Họ và tên	Đơn vị	Chức danh trong Hội thảo	Ý kiến đóng góp của đại biểu
1.	Kim Văn Thọ	Nông Dân	Đại biểu	Kết cấu nhỏ gọn. Năng sấut thấp Độ sạch thấp
2.	Nguyễn Văn Mẫm	Nông Dân	Đại biểu	Thu hoạch bằng máy nhanh hơn nhiều so với thu hoạch bằng chân tay.
3.	Thạch Nho	Nông Dân	Đại biểu	Không cắt được lúa lúc trời mưa, sang sớm còn sương mù.
4.	Lê Văn Tôn	Nông Dân	Đại biểu	Đỡ vất vã khi đi thuê nhân công thu hoạch lúa
5.	Trần Hoàng Thái	Nông Dân	Đại biểu	Máy chạy dễ bị lật
6.	Bành Văn Ngân	Nông Dân	Đại biểu	Bánh chạy bị đè lúa dẫn đến cắt sót
7.	Lê Văn Kiệt	Nông Dân	Đại biểu	Bị ra lúa ở họng bui bui.
8.	Kim Văn Út	Nông Dân	Đại biểu	Dể bị lầy khi chạy vùng đất mềm
9.	Ngô Thanh Sơn	Nông Dân	Đại biểu	Còn bị ra lúa hột nhiều ở họng rơm
10.	Nguyễn Văn Tùng	Nông Dân	Đại biểu	Còn sót lúa bông
11.	Nguyễn Văn Hải	Nông Dân	Đại biểu	Rất thuận lợi khi chạy ở những đồng nhỏ (xen vườn)
12.	Kim Văn Chịa	Nông Dân	Đại biểu	Ngàm cắt ngắn nên cắt sót lúa ở bờ dòng
13.	Thạch Cương	Nông Dân	Đại biểu	Bị ra lúa ở họng bui bui.
14.	Nguyễn Văn Hóa	Nông Dân	Đại biểu	Lúa dơ còn sót rơm cọng
15.	Kim Văn Năm	Nông Dân	Đại biểu	Giá rẽ nộng dân dễ mua

Qua bảng tổng hợp của các phiếu khảo sát, nhóm nghiên cứu cùng thảo luận và thống nhất đưa ra các nguyên nhân và hướng khắc phục như sau:

Bảng 3: *Tổng hợp các cải tiến*

TT	Ý kiến đóng góp	Yêu cầu kỹ thuật
1	Kết cấu nhỏ gọn nhưng năng suất thấp	Cần thay đổi kết cấu máy, tăng kích thước hàm cắt, phát huy hết công suất động cơ.
2	Thu hoạch bằng máy nhanh hơn nhiều so với thu hoạch bằng chân tay. Đỡ vất vã khi đi thuê nhân công thu hoạch lúa	Ưu điểm của máy gặt
3	Không cắt được lúa lúc trời mưa, sang sớm còn sương mù.	Chưa có biện pháp khắc phục, vấn đề này cũng làm hạn chế thời gian thực tế của máy.
4	Máy chạy dễ bị lật.	Nới rộng hàm cắt, tăng khoảng cách hai bánh chạy chính.
5	Bánh chạy bị đè lúa dẫn đến cắt sót ở vị trí qua góc	Tài xế phải tuân thủ theo hướng dẫn lái máy cắt khi thu hoạch lúa.
6	Bị ra lúa ở họng bui bui.	Hứng lại và xử lý sau
7	Dể bị lầy khi chạy vùng đất mềm	Đổi bánh thun thành bánh xích
8	Còn bị ra lúa hột nhiều ở họng rơm	Cải tiến buồng đập
9	Còn sót lúa ở bông	Điều chỉnh nâng hạ hàm cắt hợp lý
10	Rất thuận lợi khi chạy ở những đồng nhỏ (xen vườn)	Ưu điểm của máy
11	Lúa dơ còn sót rơm cọng. Độ sạch thấp	Cải tiến giàn gằng và quạt
12	Giá rẽ nông dân dễ mua.	Ưu điểm của máy

1.Thay thế Giàn chạy

Dự kiến ban đầu của đề tài là thay mới Giàn chạy của Trung Quốc. Tuy nhiên, kinh phí không được đủ nên đề tài không thực hiện cải tiến giàn chạy.

2. Cải tiến giàn gằng.

2.1. Thiết lặp lại sơ đồ động của máy

2.2. Phương trình xích động:

$$1 vongdongcox\frac{170}{80}0.98x\frac{18r}{34r}x\frac{100}{60}0.98\frac{60}{150}0.98\frac{15r}{27r}x\frac{27}{27}x\frac{140}{320}0.98\frac{80}{320}0.98=0.041193$$

Theo phương trình này sẽ tính được:

Số vòng quay (vòng/phút) của cánh quạt làm sạch lúa.

Số hành trình lắt (lần /phút) của giàn gằng lúa hạt.

Số vòng quay trục lùa lúa bông lên băng tải.

Số hành trình cắt của giàn lưỡi cắt.

$$1 vongdongcox\frac{170}{80}0.98x\frac{18r}{34r}x\frac{10}{160}0.98x\frac{16r}{16r}=0.675$$ (tốc độ tải lúa vô bao)

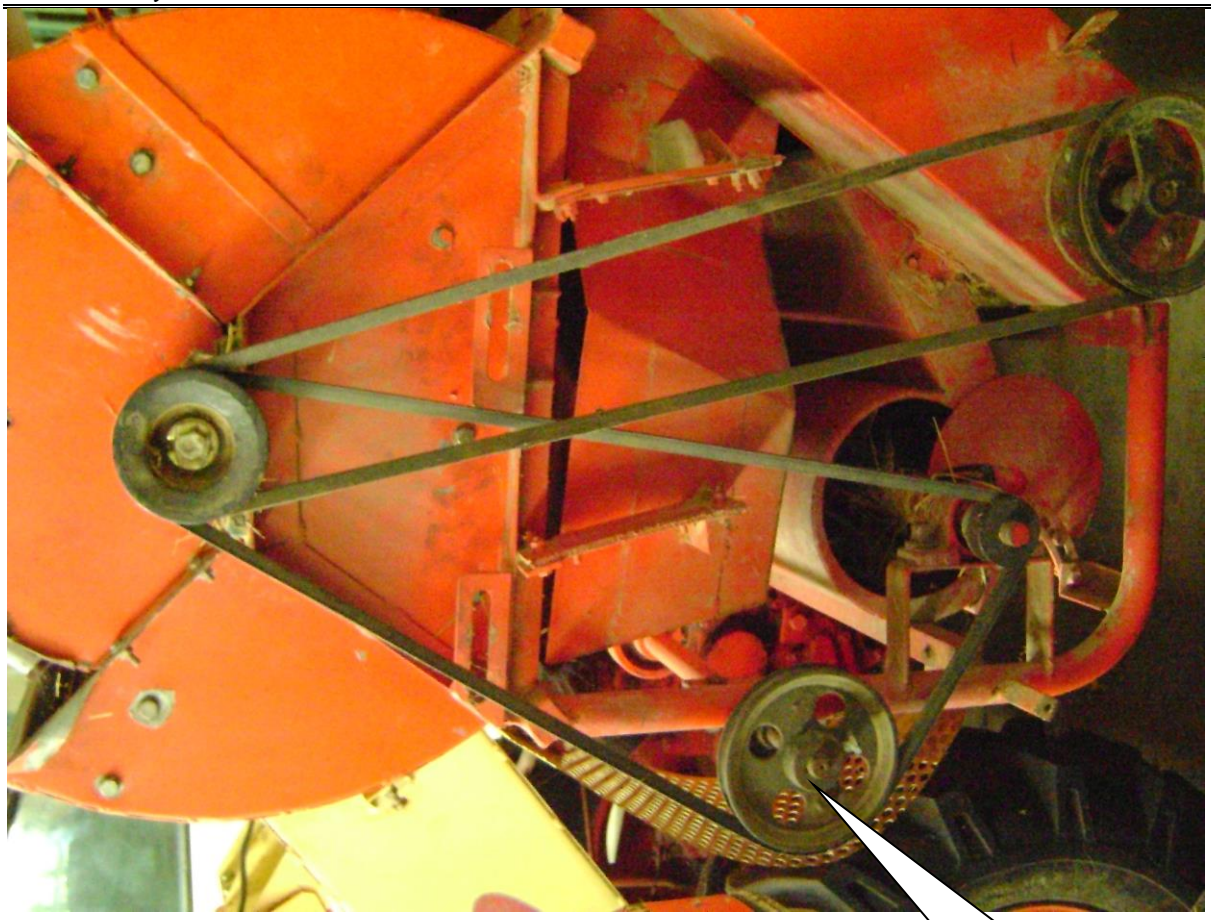
$$1 vongdongcox\frac{170}{80}0.98x\frac{18r}{34r}x\frac{100}{60}0.98x\frac{100}{150}0.98=0.7203$$ (tốc độ quạt, hành trình gằng)

$1 vongdongcox\frac{120}{160}0.98xI$ *Tốc độ chạy cắt 1*

$1 vongdongcox\frac{120}{160}0.98xII$ *Tốc độ chạy cắt 2*

$1 vongdongcox\frac{120}{160}0.98xIII$ *Tốc độ chạy cắt nhanh*

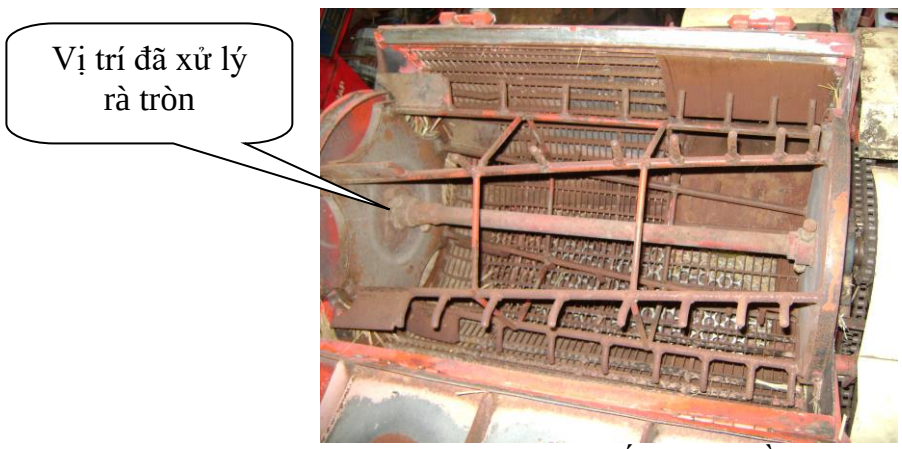
$1 vongdongcox\frac{120}{160}0.98xVI$ *Tốc dộ chạy không cắt*



Hình 2: Vị trí Puly đã thay đổi

Trong phần cải tiến này, khắc phục được hiện tượng nghẹt lúa hạt trên gằng. Qua tính tóan nhằm thay đổi tỷ số truyền để gằng có số hành trình lắt cao hơn lúc ban đầu. Truyền động trục giàn gằng nhận từ truyền động chính từ trục buồng đập. Khi giảm đường kính puly này sẽ làm tăng hành trình sàn lắc. Do đó khắc phục được hiện tượng nghẹt lúa hạt và tăng năng suất thu hoạch của máy.

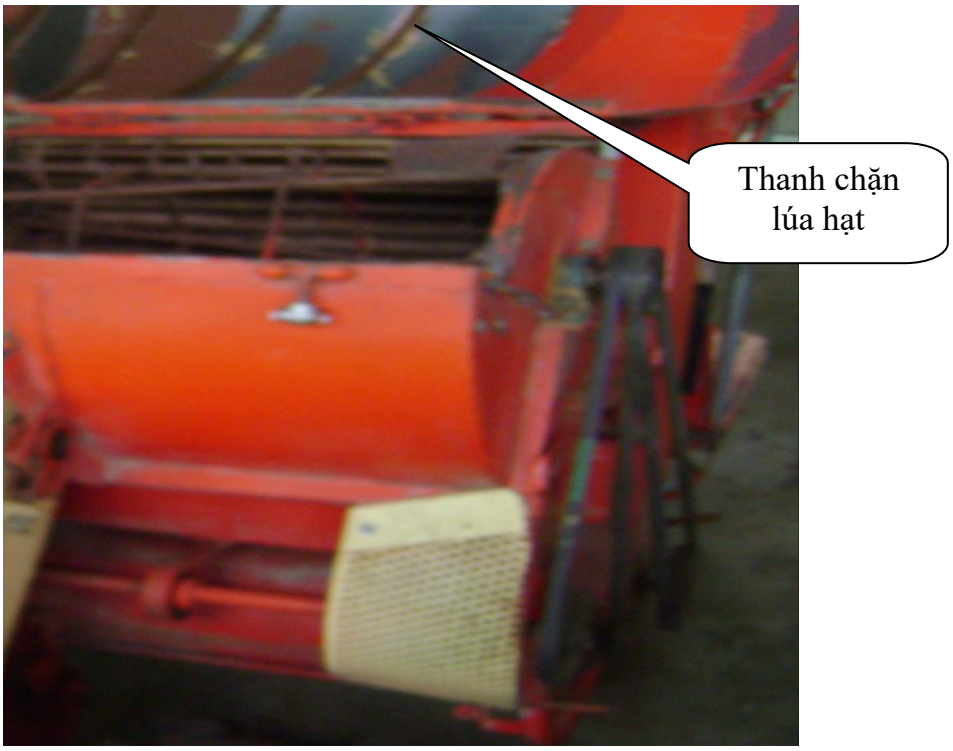
3. Cải tiến buồng đập



Hình 2: *Vị trí cải tiến trục buồng đập*

Trong quá trình chế tạo, có thể do sai số chế tạo dẫn đến kết quả trục buồng đập không chuẩn (có độ đảo hướng tâm, hướng trục). Từ đó trong quá trình chay thử nghiệm phát sinh hư hỏng: Hỏng ổ bi đỡ hai đầu trụng buồng đập.

Cách khắc phục: Điều chỉnh độ đảo của trục bằng cách phá vỡ liên kết hai đầu ngàm, rà tròn tương đối và cố định khối trục chính bằng liên kết hàn.

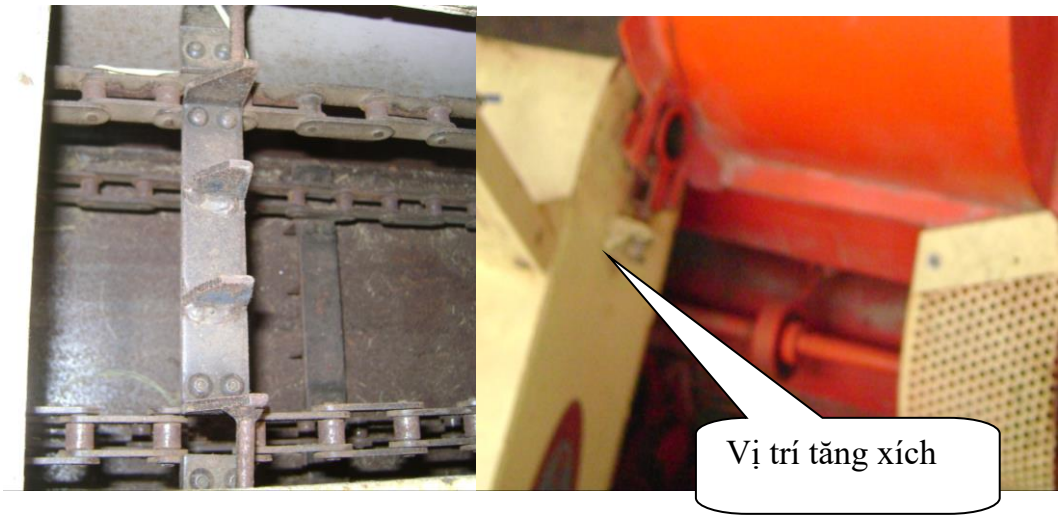


Hình 3: *Vị trí cải tiến nắp buồng đập*

Khi lúa bông đươc cắt và truyền tải đến buồng đập. Trong buồng đập là trục đập kiểu xoắn vừa làm cho hạt lúa rụng xuống và tách đẩy rơm ra ngoài. Tuy nhiên, do trọc rổng quay trong khoan đập hạt lúa sẽ văn ra ly tâm và được chặn lại nhờ các thanh chặn trên nắp buồng đập. Việc bố trí các thanh chặn này ảnh hưởng đến khả năng thất thoát lúa hạt qua rơm. Thực tế, máy có hiện tượng ra lúa theo rơm.

Cách khắc phục: Lắp thêm thanh chặn, và giảm góc xoắn của thanh chặn sẽ giúp cho việc hạn chế lúa theo ra rơm.

4. Cải tiến băng tải lúa bông



Khi làm việc phần lúa vừa cắt xong, băng tải có nhiệm vụ đẩy lên buồng đập. Tuy nhiên, do băng tải được thiết kế là xích lắp lồng trong ống thép hình chữ nhật. Vì thế phát sinh ma sát lớn khi xích bị chùn. Độ chùn càng nhiều thì ma sát càng cao. Kết quả gây tiếng khua rất lớn. Cần căng xích thường xuyên, thiết kế lại bộ phân tăng xích để đảm bảo máy làm việc êm hơn. Ở đây đề tài đã gia cố thêm vị trí tăng xích.

5. Cải tiến thân máy

Trên thân máy được thiết kế chủ yếu là ống tuýp qua gia công uốn nguội và liên kết hàn. Đề tài ứng dụng mô phỏng để tối ưu bán kính uốn nhằm tăng khả năng chịu lực của vật liệu.

Hình 5: các chi tiết uốn trên thân máy

5.1. Mô phỏng

5.1.1. Mô hình phần tử hữu hạn cho bài toán uốn ống

5.1.1.1. Cơ sở lý thuyết

Phương trình chi phối tổng quát của phương pháp phần tử hữu hạn có thể thu được từ nguyên lý công ảo [5]:

$$\int_V \sigma_{ij}\delta\varepsilon_{ij}dV = \int_A T_i\delta u_i dA + \int_V q_i\delta u_i dV \qquad (5.1)$$

Ở đây δu_i và $\delta\varepsilon_{ij}$ tương ứng là các gia số chuyển vị ảo và gia số biến dạng ảo, và chúng tạo thành tập hợp tương thích của biến dạng; T_i và q_i tương ứng là áp lực bề mặt và lực thể tích; và σ_{ij} với T_i và q_i tạo thành tập hợp cân bằng. Trong bài toán phi tuyến, phương trình chủ đạo là phương trình phi tuyến của biến dạng:

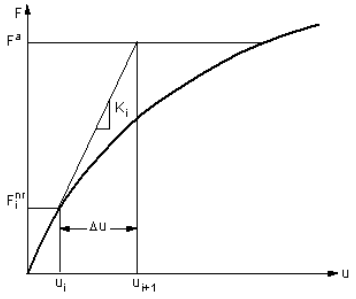
$$[K]\{u\} = \{F^a\} \qquad (5.2)$$

Phương trình (2) có thể được viết lại:

$$\left[K_i^T\right]\{\Delta u_i\} = \{F^a\} - \{F_i^{nr}\} \qquad (5.3)$$

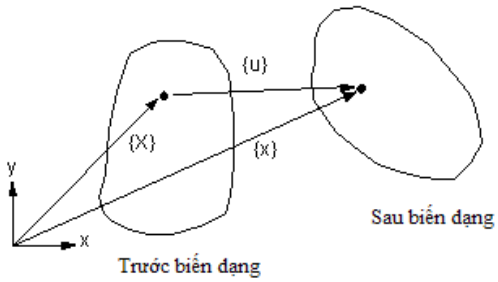
$$\{u_{i+1}\} = \{u_i\} + \{\Delta u_i\} \qquad (5.4)$$

Phương trình (3) được giải nhờ giải thuật Newton-Rhapson.



Hình 5.1. Giải thuật Newton-Rhapson

Trong quá trình gia công biến dạng dẻo, ống bị uốn cong và có độ thay đổi hình dạng rất lớn. Do đó lý thuyết về biến dạng lớn đã được sử dụng khi mô phỏng [7].



Hình 5.2. Vector vị trí và chuyển động của vật thể.

Trường biến dạng được cho bởi:

$$[F]=\frac{\partial x}{\partial X}=[R][U] \qquad (5.5)$$

Trong đó:

[R]: Ma trận quay ($[R]^T[R]=I$)

[U]: Ma trận biến đổi hình dáng

Khi [U] được xác định, biến dạng logarit hay biến dạng Hencky được tính như sau:

$$[\varepsilon]=\ln[U] \qquad (5.6)$$

Nhằm mô phỏng quá trình biến dạng của ống, tác giả sử dụng chương trình ANSYS với giải thuật hiện để giải bài toán đàn –dẻo vì các lý do chính sau:

- Đối với quá trình gia công nguội, hiện tượng *springback* có ảnh hưởng lớn đến độ chính xác về hình học của chi tiết sau gia công, do đó cần quan tâm đến biến dạng đàn hồi.

- Giải thuật hiện không chiếm nhiều chi phí tính toán so với giải thuật ẩn và có khả năng mô hình tốt các bài toán tiếp xúc phức tạp, hay biến dạng lớn.

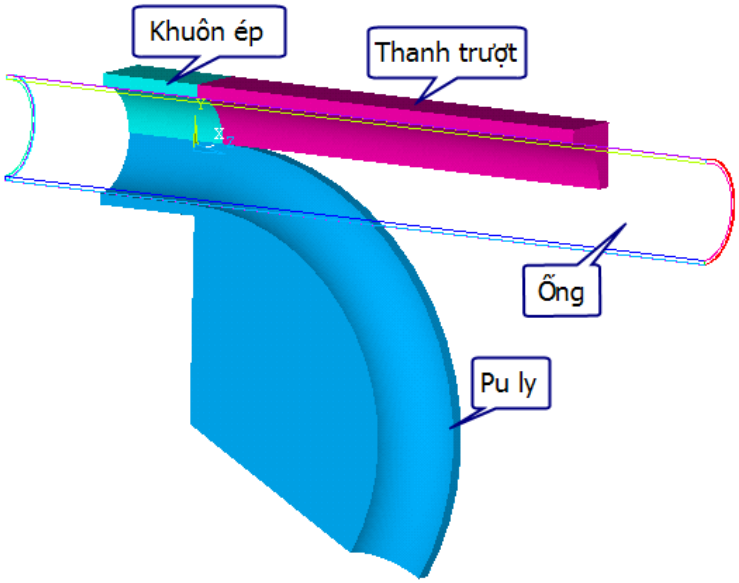
5.1.1.2. Mô hình hình học

Các kích thước hình học được cho trong Bảng 5.1.

Đường kính ống D (mm)	Bề dày ống t (mm)	Chiều dài ống L (mm)	Bán kính uốn R (mm)	Góc uốn lớn nhất β_{max} (độ)
50	1.4 - 2.8	400	100	90

Bảng 5.1. Kích thước hình học

Mô hình hình học của máy uốn được dựng trong ANSYS như thể hiện trên Hình 4.3**.**



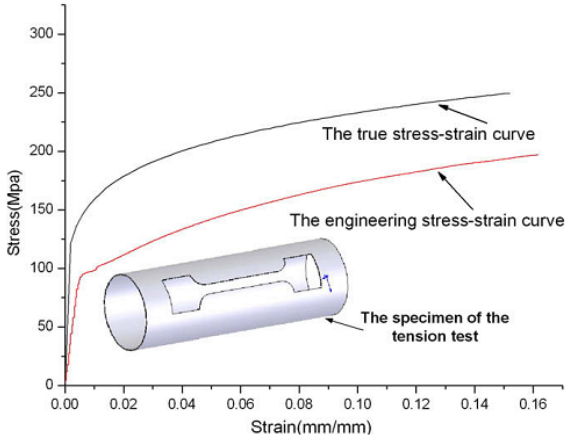
Hình 5.3:Mô hình hình học của máy uốn

5.1.1.3. Mô hình vật liệu

Vật liệu được sử dụng trong quá trình mô phỏng là hợp kim nhôm 5052O, với các thông số vật liệu được cho trong Bảng 2.2. [5]

Vật liệu	5052 O
Giới hạn bền K (Mpa)	341.02
Hệ số mũ biến cứng n	0.16526
Khối lượng riêng ρ (kg/m^3)	2700
Hệ số Poision γ	0.3
Mô đun đàn hồi E (Mpa)	63000

Bảng 5.2 Thông số vật liệu của ống



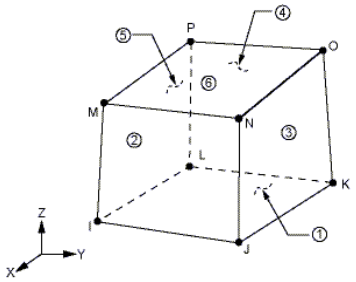
Hình 5.4: Mô hình vật liệu đàn dẻo

Mô hình vật liệu biến cứng phi tuyến dạng mũ được sử dụng để mô phỏng biến dạng dẻo:

$$\overline{\sigma} = K\overline{\varepsilon}^{n} \qquad (5.7)$$

5.1.1.4. Điều kiện mô phỏng

Trong bài báo này, để đơn giản hóa mô hình tiếp xúc giữa các phần tử, các tác giả sử dụng phần tử SOLID185.

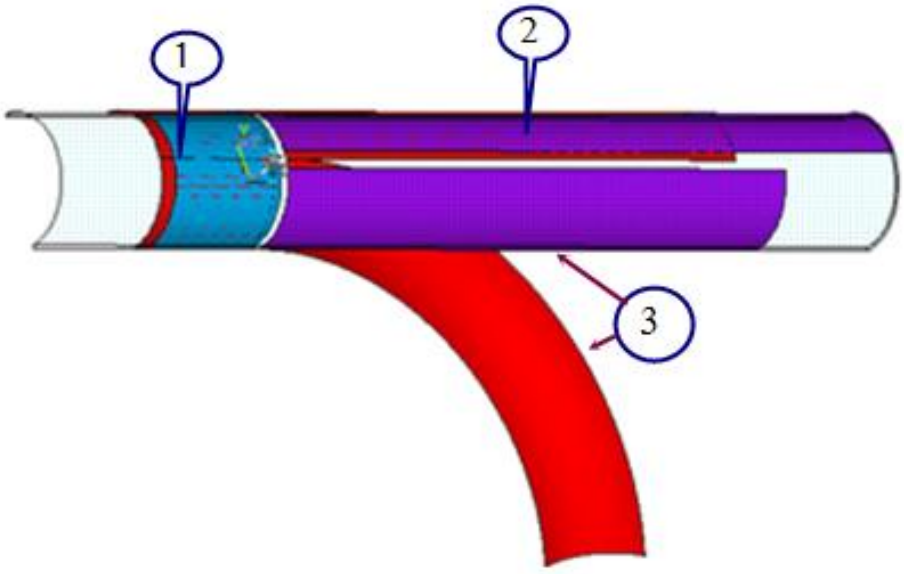


Hình 5.5: Phần tử SOLID185

Các tiếp xúc giữa puly, thanh trượt, khuôn ép được mô hình bằng phần tử CONTA173 và TARGE170. Đặc tính các mô hình tiếp xúc được cho trong Bảng 2.3:

Ống	Khuôn ép	Puly	Thanh trượt
Flexible	rigid	rigid	Rigid

Bảng 5.3. Mô hình tiếp xúc giữa các bộ phận



Hình 5.6. Mô hình tiếp xúc giữa các bộ phận.

Trong mô hình này, tiếp xúc giữa ống-puly, ống-thanh trượt không có ma sát; tiếp xúc giữa ống-khuôn ép là *boned(always)* để truyền chuyển động quay của puly sang ống. Puly được ép chuyển vị quay quanh trục z các góc $0^o - 90^o$.

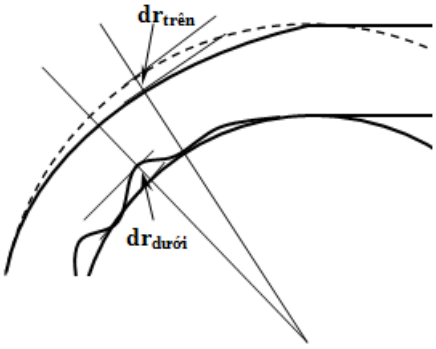
5.1.1.5. Các trường hợp tính

Nội dung nghiên cứu khảo sát quá trình uốn của ống với các bề dày 1.4mm, 2mm, 2.8mm trong hai trường hợp có lõi và không có lõi:

t (mm)	1.4	2	2.8
Không có lõi	X	X	X
Có lõi	X	X	

Bảng 5.4. Các trường hợp tính

5.2. Kết quả mô phỏng và nhận xét



Hình 5.7: Độ lún cho phép.

$dr_{trên} \le 5\%.R_{ngoài}$

$dr_{duoi} \le 1.5mm$

(5.8)

Với : $R_{ngoài} = Rd + D$

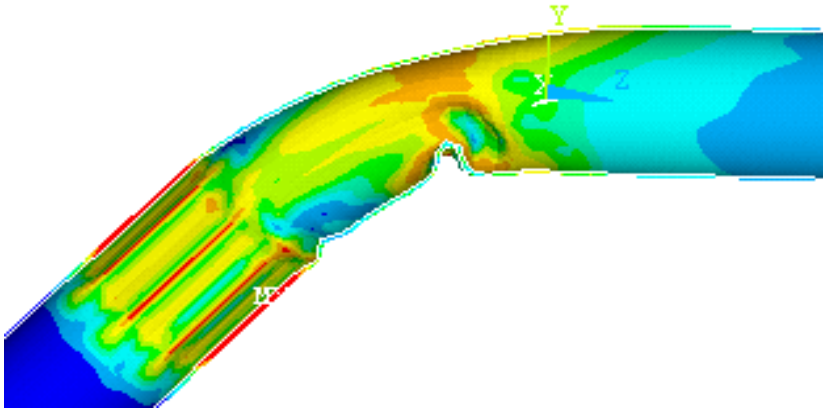
Trong đó: D là đường kính ống gia công.

Rd: bán kính uốn.

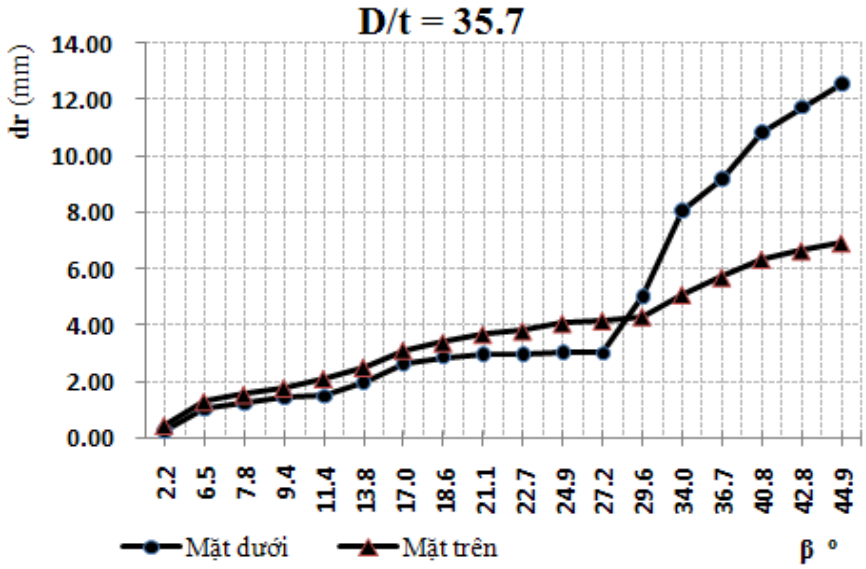
Khảo sát độ lún cho phép $dr_{trên}$ và $dr_{dưới}$ tại mặt cắt dọc của ống, ta thu được các kết quả sau:

5.2.1. Trường hợp 1

Uốn ống với vật liệu nhôm có thông số như Bảng 2, các thông số tạo hình: *D*=50mm, *t*=1.4mm, bán kính uốn *R*=100mm. Không sử dụng lõi sửa mặt trong của ống tại vị trí uốn. (*D*/*t*=35).



Hình 5.8a. Phân bố ứng suất von-Mises cho trường hợp 1

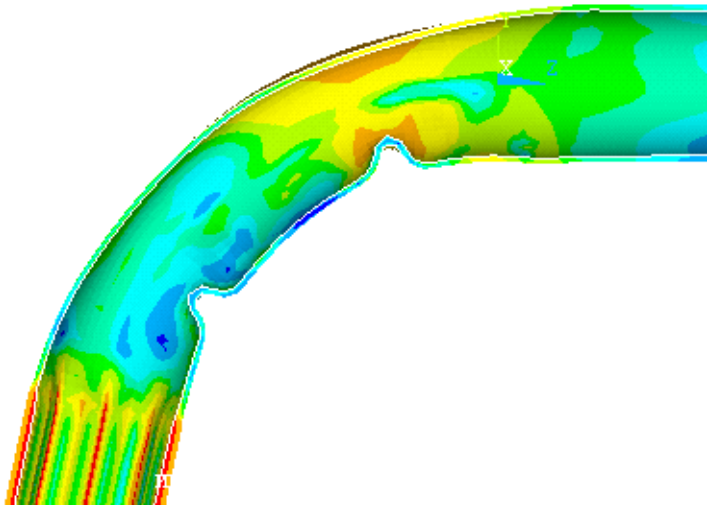


Hình 5.8b. Kết quả mô phỏng cho trường hợp 1

Kết quả mô phỏng cho thấy khi góc uốn lớn nhất, β_{max} khoảng 7 độ thì độ lún và nhăn đảm bảo yêu cầu nhưng góc uốn chưa đạt. Tuy nhiên, sản phẩm uốn đến góc độ này không đảm bảo được độ trơn láng tại vị trí uốn. Vết nhăn hình thành lớn với chiều sâu vết lún hơn 6mm nên khả năng dẫn đến phế phẩm cao. Do vậy muốn tăng giá trị góc uốn, có thể tăng độ dày ống và tiến hành mô phỏng tiếp theo.

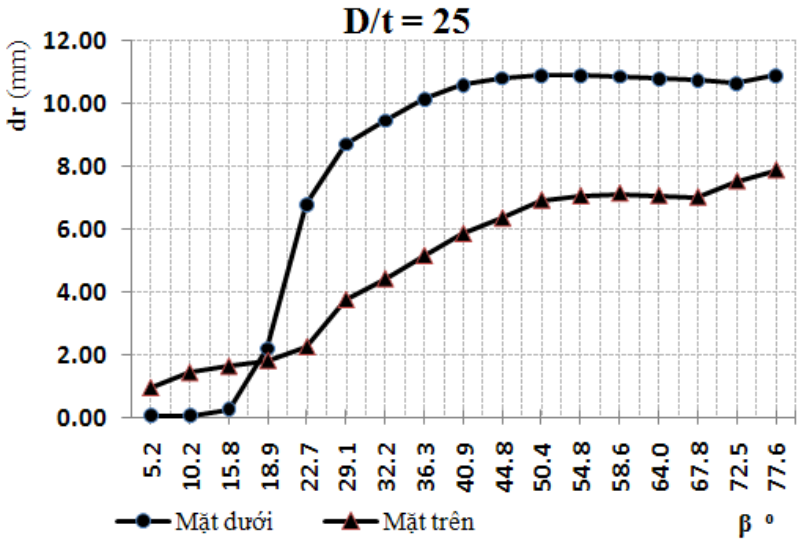
5.2. 2. Trường hợp 2

Uốn ống với vật liệu nhôm có thông số như Bảng 2, các thông số tạo hình: *D*=50mm, *t*=2mm, Bán kính uốn *R*=100mm. Không sử dụng lõi uốn để sửa mặt trong của ống tại vị trí uốn. (*D*/*t*=25)



Hình 5.9a. Phân bố ứng suất von-Mises cho trường hợp 2

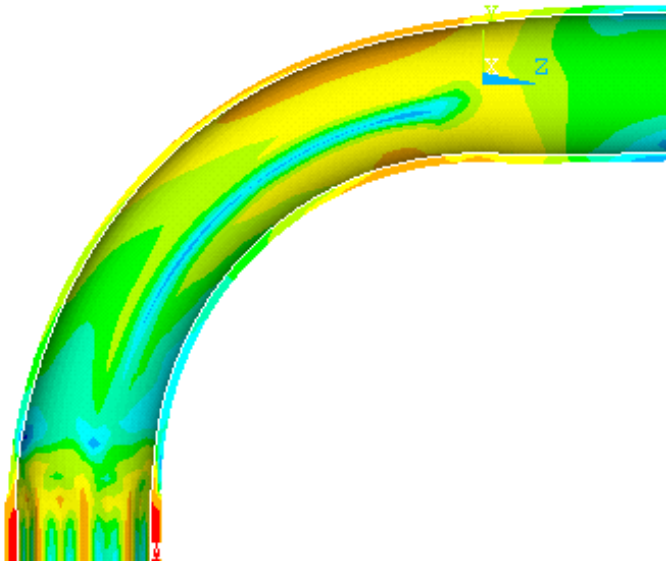
Khi tăng chiều dày ống *t*=2mm, kết quả mô phỏng cho thấy khả năng tăng góc uốn cao β khoảng 18 độ, chiều sâu vết lún có giảm đi nhưng sản phẩm vẫn chưa đạt yêu cầu về góc uốn. Hiện tượng móp ở mặt ngoài và lún sâu ở mặt trong theo bán kính uốn còn tồn tại. Tiếp tục tăng chiều dày ống và tiến hành mô phỏng tiếp theo.



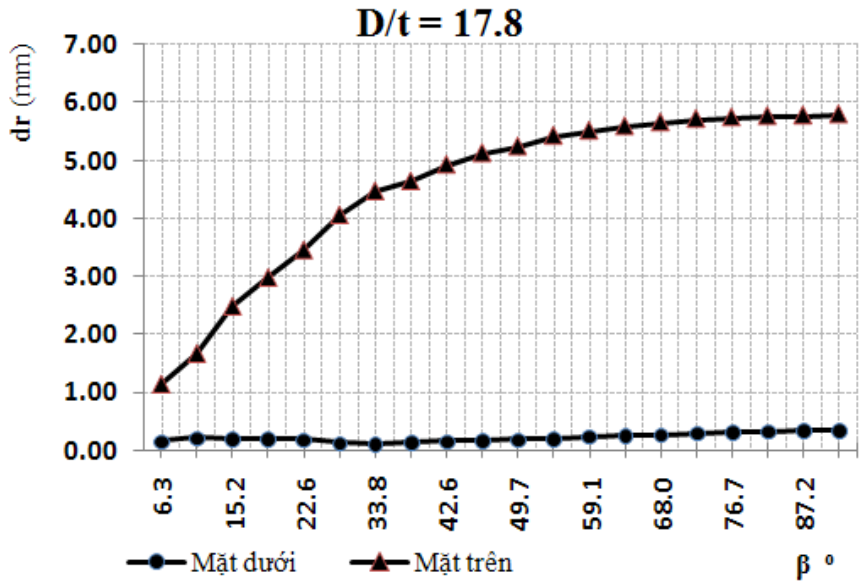
Hình 5.9b: Kết quả mô phỏng cho trường hợp 2

5.2.3. Trường hợp 3

Uốn ống với vật liệu nhôm có thông số như Bảng 2, các thông số tạo hình: *D*=50mm, *t*=2.8mm, bán kính uốn *R*=100mm. Không sử dụng lõi sửa mặt trong của ống tại vị trí uốn. (*D*/*t*=17)



Hình 5.10a: Phân bố ứng suất von-Mises cho trường hợp 3

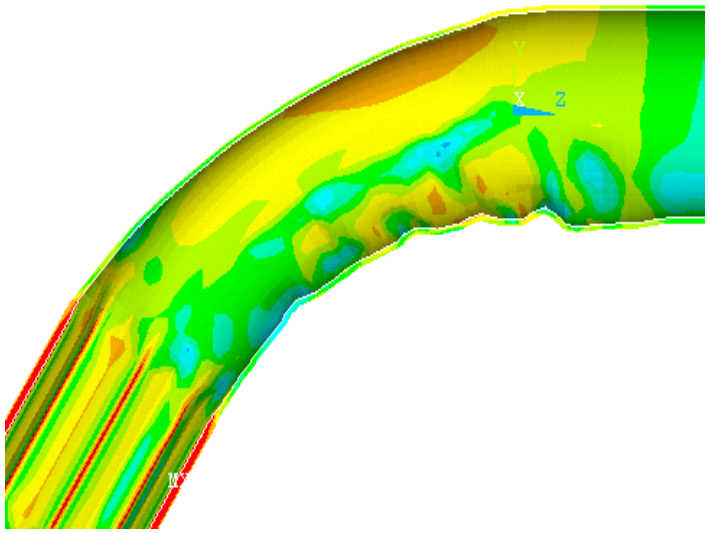


Hình 5.10b: Kết quả mô phỏng cho trường hợp 3

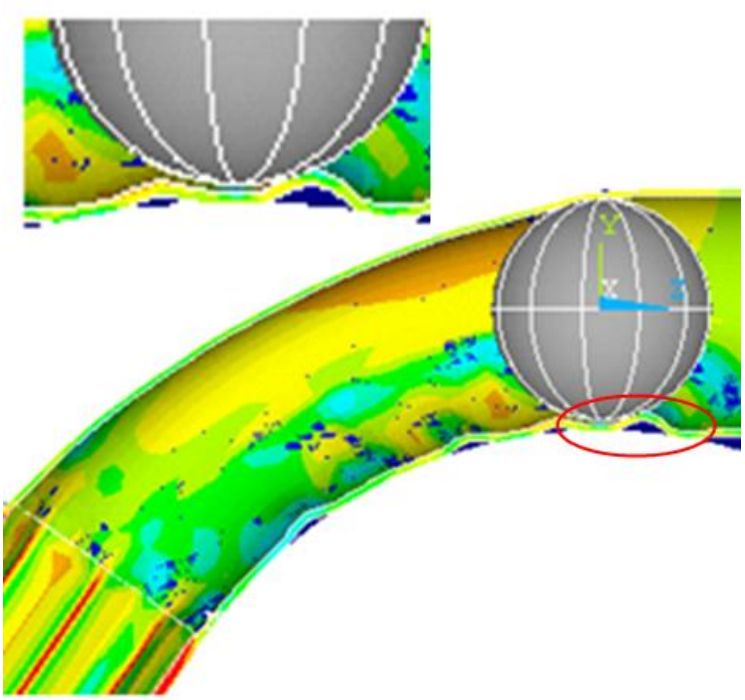
Khi tăng chiều dày ống t=2.8mm, giữ nguyên các thông số còn lại. Kết quả mô phỏng cho thấy hiện tượng nhăn và móp tại vị trí uốn cong không còn nữa. Khả năng mở rộng góc uốn lớn khoảng 90 độ. Tuy nhiên vấn đề chính là các tác giả muốn khảo sát và giải quyết bài toán tối ưu góc uốn với chiều dày ống cho một loại đường kính ống cố định. Để khắc phục hiện tượng nhăn và móp tại vị trí uốn, các tác giả đề nghị sử dụng lõi hình cầu. Nội dung luận văn khảo sát thêm phương pháp uốn có lõi và tiến hành mô phỏng cho hai trường hợp trên.

5.2.4. Trường hợp 4

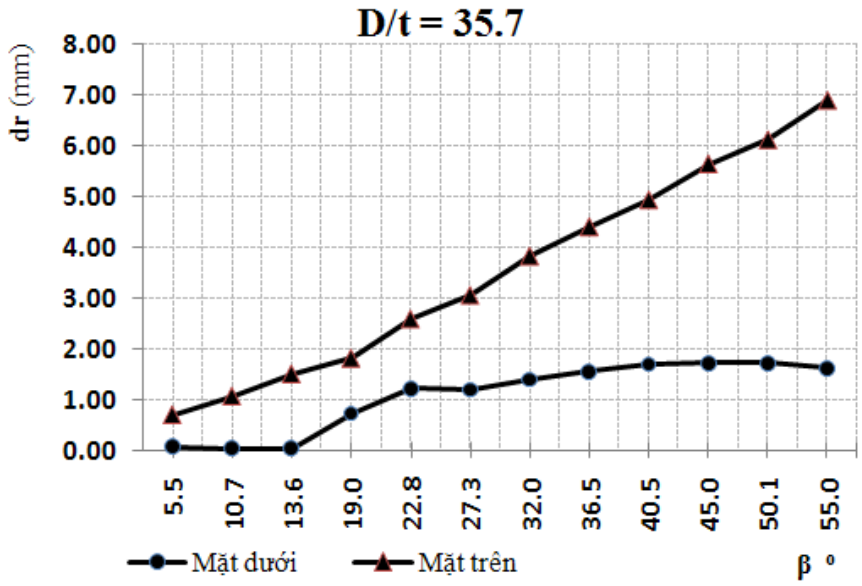
Uốn ống với vật liệu nhôm có thông số vật liệu như Bảng 2, các thông số tạo hình: D=50mm, t=1.4mm, bán kính uốn R=100mm. Có sử dụng lõi sửa mặt trong của ống tại vị trí uốn. (D/t=35)



Hình 5.11a: Phân bố ứng suất von-Mises cho trường hợp 4



Hình 5.11b: Phân bố ứng suất von-Mises cho trường hợp 4

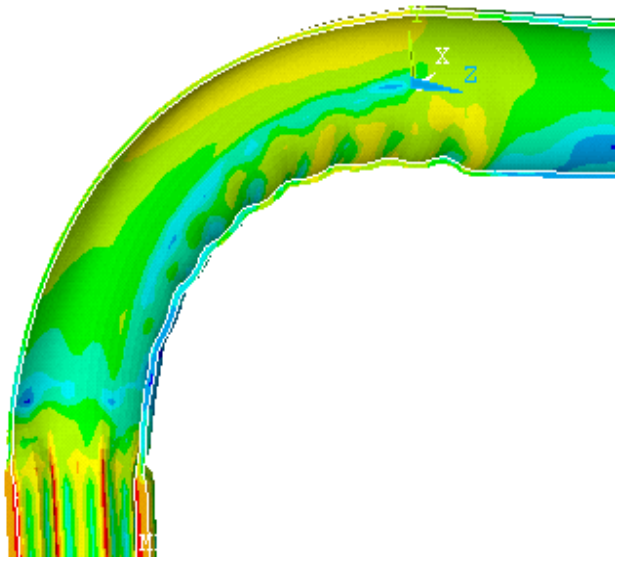


Hình 5.11c: Kết quả mô phỏng cho trường hợp 4

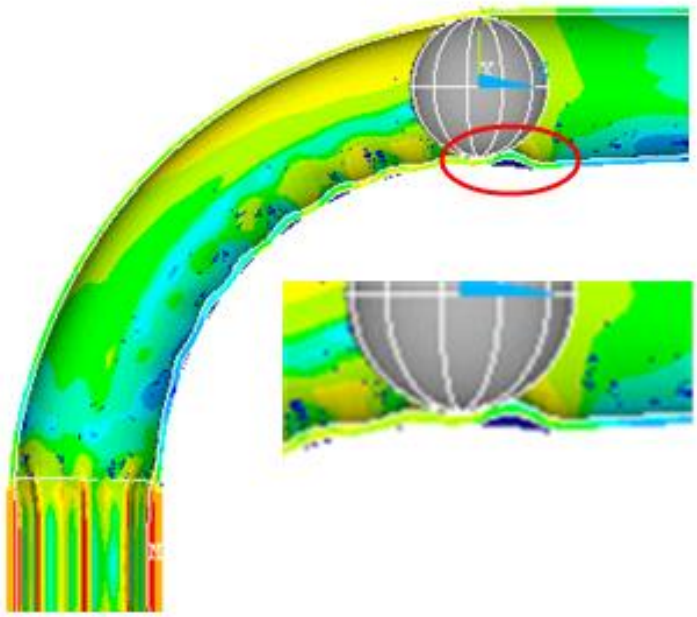
Kết quả mô phỏng cho trường hợp uốn ống với t=1.4mm, có đưa thêm vào quá trình gia công một lõi bi cầu để khắc phục các hiện tượng hỏng, cho thấy khả năng mở rộng góc uốn tăng lên. Đồng thời khử được cục bộ hiện tương nhăn tại vị trí uốn của ống, góc uốn β_{max} khoảng 36 độ. Tuy nhiên đối với chiều dày ống này vẫn chưa đạt yêu cầu về góc uốn. Tiến hành mô phỏng cho trường hợp này với chiều dày t=2mm.

5.2. 5. Trường hợp 5

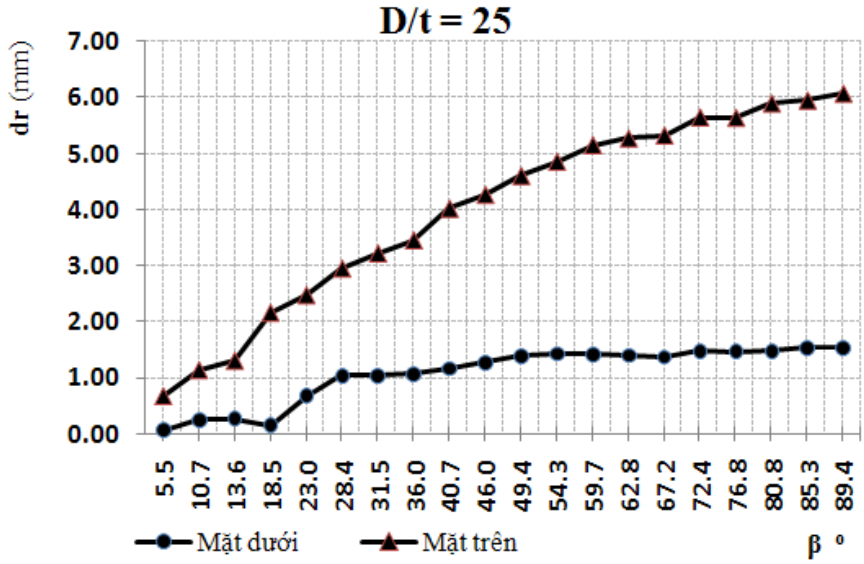
Uốn ống với vật liệu nhôm có thông số như Bảng 4.2, các thông số tạo hình: D=50mm, t=2mm, bán kính uốn R=100mm. Có sử dụng lõi sửa mặt trong của ống tại vị trí uốn. (D/t=25)



Hình 5.12a: Phân bố ứng suất von-Mises cho trường hợp 5



Hình 5.12b: Phân bố ứng suất von-Mises cho trường hợp 5



Hình 5.12c: Kết quả mô phỏng cho trường hợp 5

Kết quả thu được trong trường hợp này khử được hoàn toàn hiện tượng móp bên ngoài ống, góc uốn đảm bảo đúng yêu cầu và mặt bên trong ống vẫn còn hiện tương nhăn. Nhưng đối với kết quả này, hiện tượng nhăn ở có thể chấp nhận được trong thực tế.

Các kết quả mô phỏng được tổng hợp trong Bảng 2.4.

Tỉ số *D/t*	Góc uốn β_{max} (độ)	
	Không có lõi	Có lõi
35.5	7	38
25	18	89.4
17.8	90	

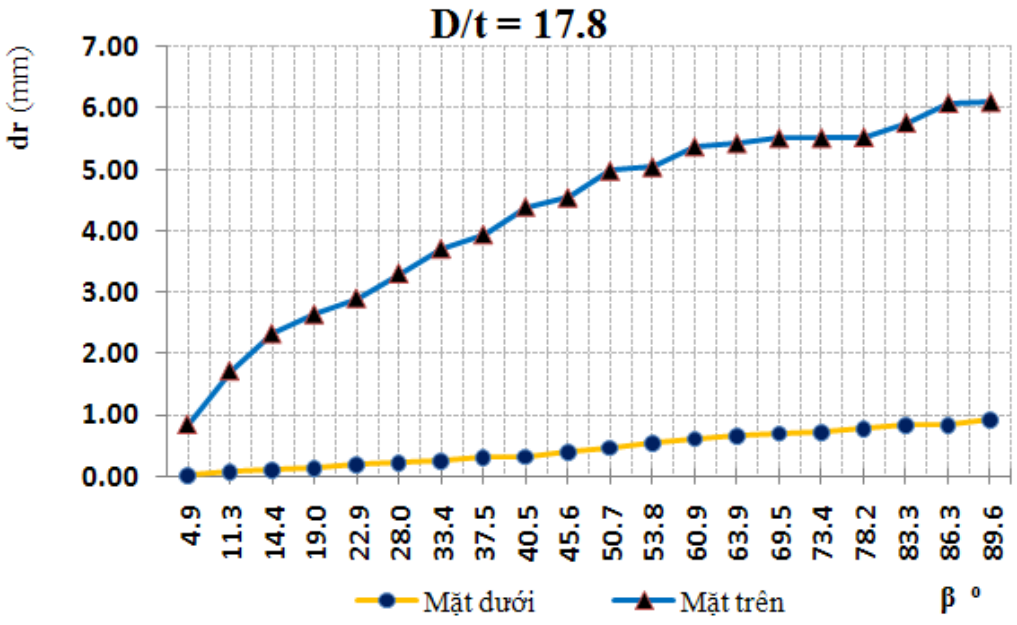
Bảng 5.4. Góc uốn β_{max} theo tỉ số *D/t*

Đối với ống có tỉ số *D/t*=35, trong trường hợp không có lõi thì góc uốn đạt được khá bé ($\beta_{max} \leq 7^o$). Việc sử dụng lõi khi gia công cho phép tăng góc uốn khoảng 5 lần ($\beta_{max} \leq 38^o$), tuy nhiên, sản phẩm không đạt yêu cầu.

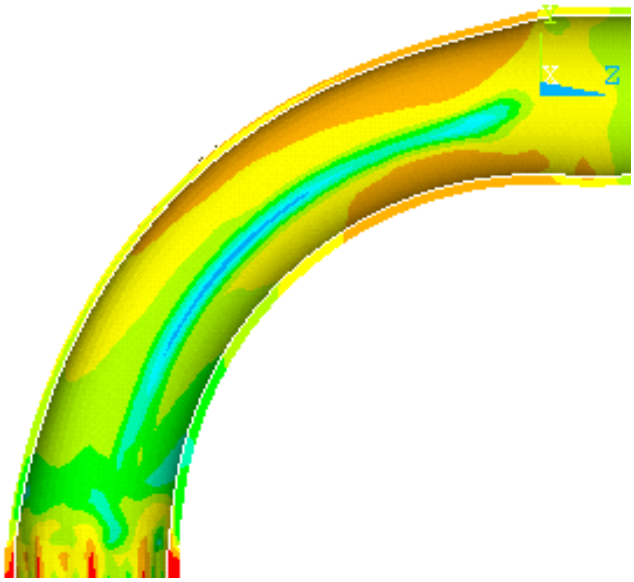
Đối với ống có tỉ số *D/t*=25, trong trường hợp không có lõi thì góc uốn đạt được $\beta_{max} \leq 18^o$). Việc sử dụng lõi khi khi gia công cho phép tăng góc uốn khoảng 5 lần ($\beta_{max} \leq 89^o$), sản phẩm không đạt yêu cầu. Để khảo sát thêm sự ảnh hưởng của thông số uốn đến quá trình gia công uốn ống.

5.2.6. Trường hợp 6

Trường hợp D = 50mm; R=100mm; t=2,8mm. Không sử dụng lõi uốn
Cho vật liệu có độ cứng cao K=682.



Hình 5.13a: Kết quả mô phỏng cho trường hợp 6



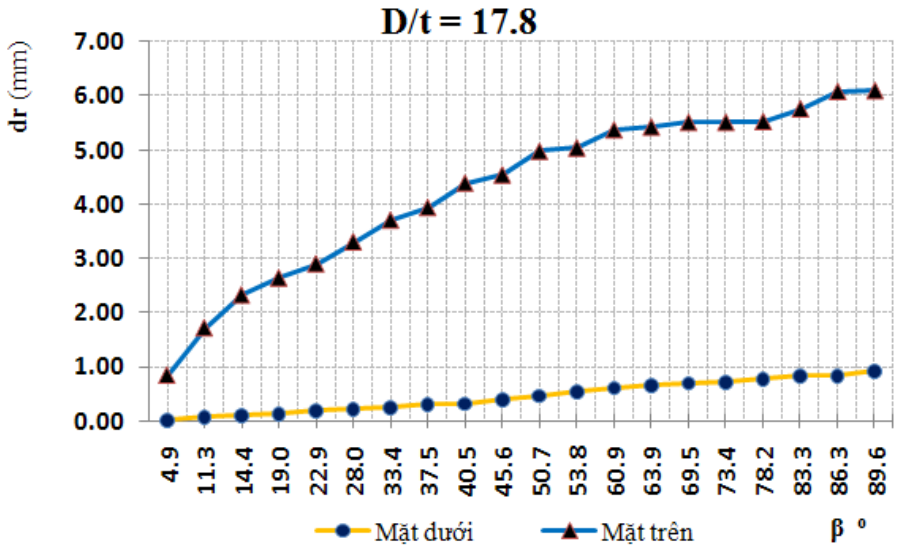
Hình 5.13b:. Phân bố ứng suất von-Mises cho trường hợp 6

Trong trường hợp mô phỏng này cho loại ống có cùng thông số uốn, nhưng có độ cứng gấp hai lần vật liệu hợpkim nhôm. Kết quả mô phỏng cho thấy tính chất vật liệu cũng ảnh hưởng lớn đến quá trình gia công biến dạng dẻo ống kim loại. Thật vậy trường hợp này cho thấy góc uốn đạt yêu cầu của Doanh nghiệp mà không có hiện tượng hư hỏng gì xãy ra. Tiếp tục mô phỏng cho với thông số vật liệu uốn như trường hợp 6 nhưng có lắp thêm lõi uốn trong quá trình gia công.

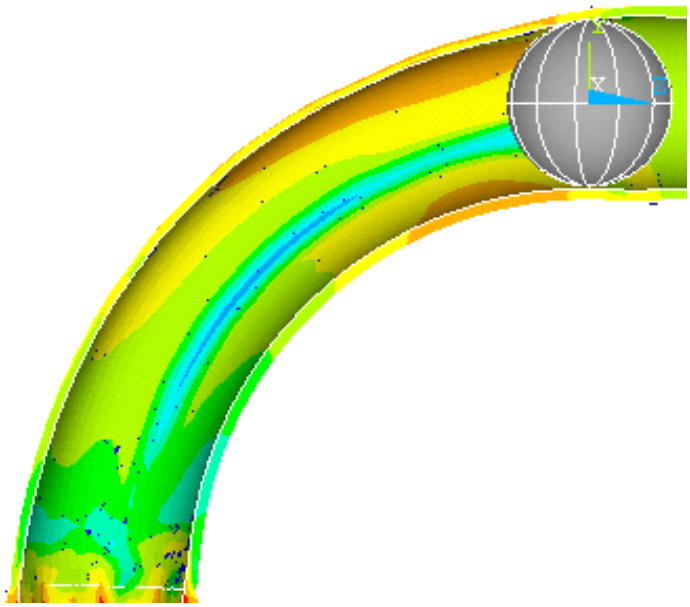
5.2.7. Trường hợp 7

Trường hợp D = 50mm; R=100mm; t=2,8mm. Có sử dụng lỏi uốn.

Cho vật liệu có độ cứng cao K=682.



Hình 5.14a: Kết quả mô phỏng cho trường hợp 7



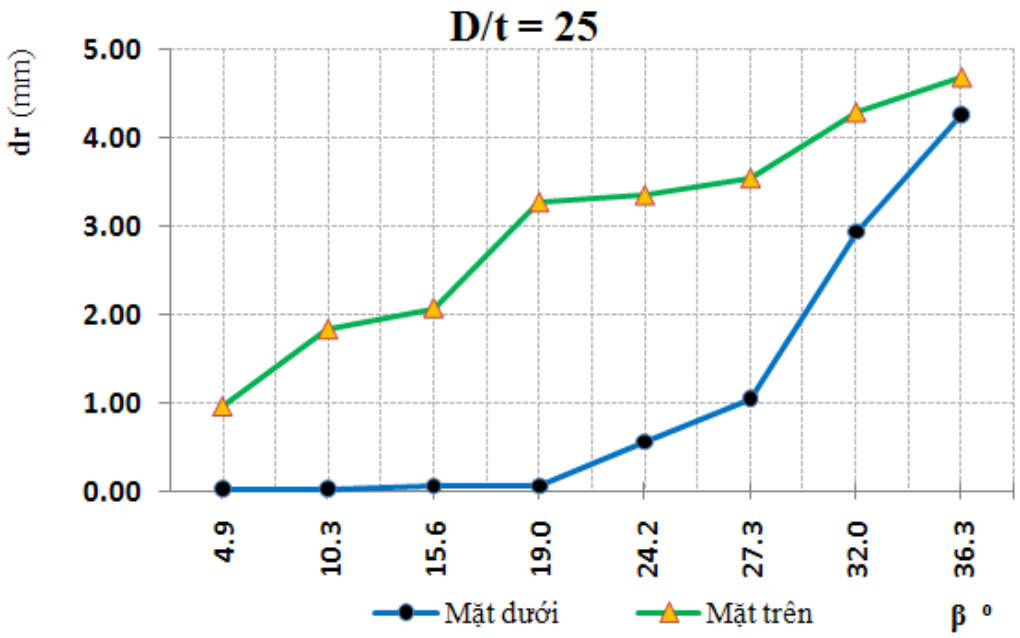
Hình 5.14b: Phân bố ứng suất von-Mises cho trường hợp 7

Qua mô phỏng này góc uốn đạt yêu cầu của Doanh nghiệp đề ra và trường hợp có sử dụng lõi uốn thì hạn chế được biến dạng của dr trên.

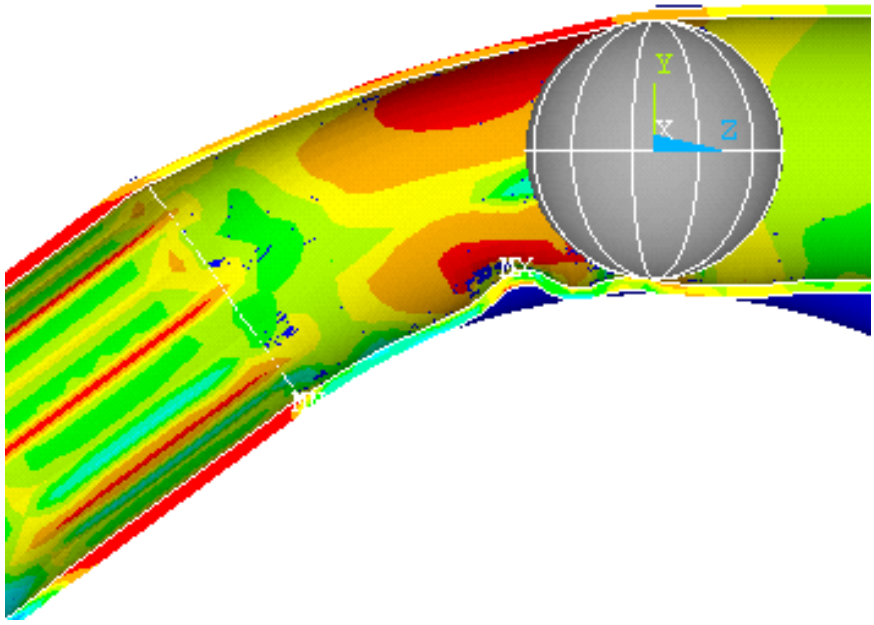
5.2.8. Trường hợp 8

Trường hợp D = 50mm; R=100mm; t=2.0mm. Có sử dụng lỏi uốn

Cho vật liệu có độ cứng cao K=682.



Hình 5.15a: Kết quả mô phỏng cho trường hợp 8



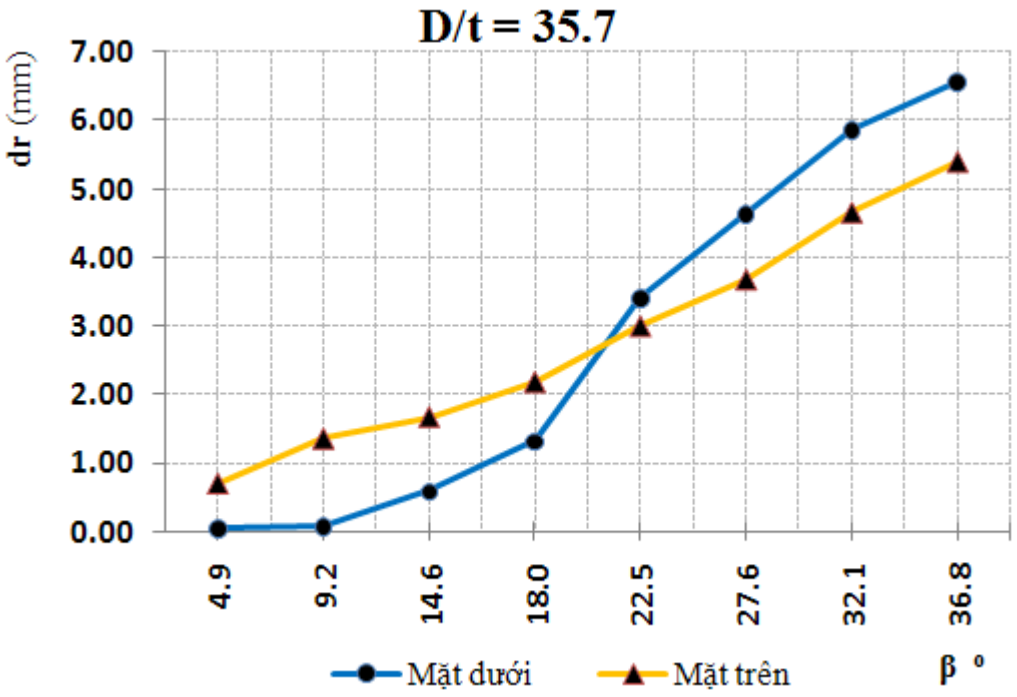
Hình 5.15b. Phân bố ứng suất von-Mises cho trường hợp 8

Kết quả mô phỏng trong trường hợp này các thông số vật liệu như trường hợp 7 nhưng với chiều dày ống giảm đi t=2mm. Góc uốn an toàn không xãy ra hiện tượng hư hỏng vào khoảng 28 độ (β=28). Nếu tiếp tục uốn thì dẫn đến hiện tượng hư hỏng như nhăn ở phần dưới và biến dạng quá lớn ở diện tích phần kéo và phá hủy.

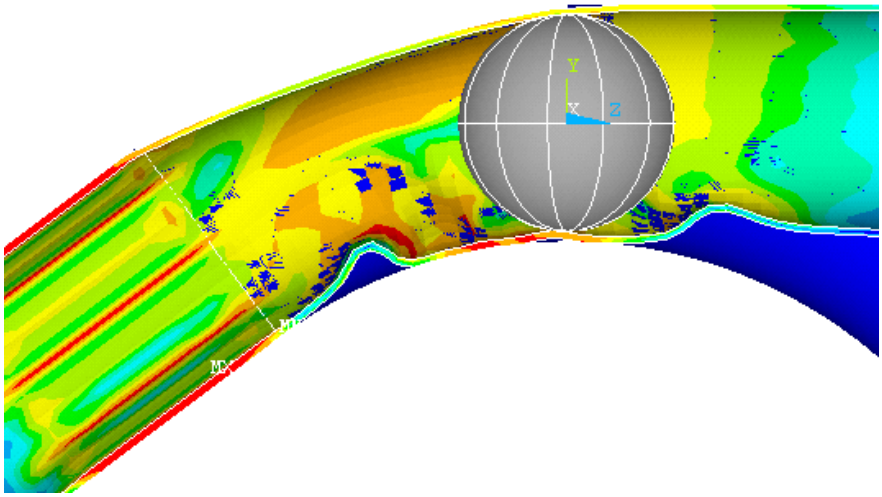
5.2.9. Trường hợp 9

Trường hợp D = 50mm; R=100mm; t=1.4mm. Có sử dụng lỏi uốn

Cho vẫt liệu có độ cứng cao K=682.



Hình 5.4.16a: Kết quả mô phỏng cho trường hợp 9



Hình 5..16b: Phân bố ứng suất von-Mises cho trường hợp 9

Tiếp tục giảm chiều dày ống t=1.4mm cho vật liệu này, góc uốn giảm nhiều, trong phạm vi an toàn góc uốn chỉ còn 18 độ (β=18). Nếu tăng đủ góc uốn theo yêu cầu thì chắc chắn sự phá hủy ống xãy ra.

5.3.Kết luận:

Qua các kết quả mô phỏng của nhiều trường hợp với chiều dày ống khác nhau, vật liệu khác nhau thì có thể uốn được với một bán kính uốn cố định và các giá trị góc uốn khác nhau từ 18 – 90 độ. Như vậy quá trình biến dạng dẻo ống kim loại phụ thuộc nhiều vào tỉ số D/t, Rd/D và tính chất vật liệu. Đồng thời có thể kết luận rằng bán kính uốn nhỏ nhất cho từng loại ống có thông số hình học khác nhau và tính chất vật liệu khác nhau thì khác nhau. Trong từng loại ống cụ thể sẽ biết được chiều dày, đường kính và đặc tính vật liệu qua thí nghiệm kéo. Đề tài xác định được bán kính uốn và góc uốn cụ thể.

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Đề tài chỉ tạo được cơ hội cho cán bộ giáo viên có điều kiện nghiên cứu sâu về máy gặt đập liên hợp. Qua đó các tác giả đã cải tiến được một số tính năng của máy để phù hợp với vùng đất ở địa phương:

- Tính lại tỷ số truyền để thay đổi số vòng quay của bộ phận sàn dưới buồng đập.
- Gia công lại trục chính buồng đập, đảm bảo độ động trục để quá trình đập đỡ khua, giảm rung động.
- Khung giàn chạy có nhiều chi tiết ống uốn, các góc uốn chưa được tính toán tối ưu nhằm tăng tính chịu lực của ống uốn, cũng như tăng độ bền.
- Gia cố thêm giàn khung để tăng độ bền.

Kết quả đạt được sau khi cải tiến

- Động cơ (Deisel): RV - 125
- Công suất động cơ: 12HP
- Chiều rộng cắt: 1.200mm
- Di chuyển: Bánh cao su, bánh mấu ú
- Hệ thống nâng hạ: cơ khí
- Kiểu vơ lúa: cánh sao
- Trọng lượng: 900 kg
- Công suất gặt: 1.5ha/10giờ
- Tiêu hao nhiên liệu: 10lít/ha
- Tỷ lệ hao hụt: <=1%
- Tỷ lệ tạp chất: <=1%
- Tỷ lệ tróc vở hạt: <=0,01%

Tuy nhiên, do kinh phí còn giới hạn nên mức độ hoàn thiện máy chưa cao. Kiến nghị cần có một đề tài cải tiến tiếp theo để cổ máy hoàn thiện hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] 3D numerical study on wrinkling characteristics in NC bending of aluminum alloy thin-walled tubes with large diameters under multi-die constraints.

Yang He *, Yan Jing, Zhan Mei, Li Heng, Kou Yongle, *College of Materials Science and Engineering, State Key Laboratory of Solidification Processing, Northwestern Polytechnical University, P.O. Box 542, Xi'an 710072, China.*

[2] A new method to accurately obtain wrinkling limit diagram in NC bending process of thin-walled tube with large diameter under different loading paths

H. Li, H. Yang *, M. Zhan, R.J. Gu

Department of Materials Forming and Control Engineering, Northwestern Polytechnical University, P.O. Box 542, Xi'an 710072, PR China.

[3] An elasto-plastic finite element for steel pipelines

Farhood Nowzartash[a], Magdi Mohareb[b,*]

(a)Bahai Institute for Higher Education, Tehran, Iran

(b)University of Ottawa, 161 Louis Pasteur Street, P.O. Box 450, StnA, Ottawa, Ont., Canada K1N 6N5 Received 5 February 2004; revised 24 May 2004; accepted 25 May 2004.

[4] Bending of steel tubes with Lu¨ ders bands

F. Aguirre, S. Kyriakides*, H.D. Yun

Research Center for Mechanics of Solids, Structures & Materials, WRW 110,

The University of Texas at Austin, Austin, Texas 78712, USA.

[5] Deformation behaviors of thin-walled tube in rotary draw bending under push assistant loading conditions

H. Li *, H. Yang, M. Zhan, Y.L. Kou

School of Materials Science, State Key Laboratory of Solidification Processing, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, PR China.

[6] Effects of process parameters on numerical control bending process for large diameter thin-walled aluminum alloy tubes

LI Cheng1, YANG He1, ZHAN Mei1, XU Xu-dong2, LI Guang-jun1

1. State Key Laboratory of Solidification Processing, School of Materials Science and Engineering, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China;

2. Chengdu Aircraft Industry (Group) Corporation Ltd, Chengdu 610092, China.

[7] Effect of frictions on cross section quality of thin-walled tube NC bending

YANG He, GU Rui-jie, ZHAN Mei, LI Heng, *College of Materials Science and Engineering, Northwest Polytechnic University, Xi'an 7 10072, China*

[8] Finite element bending analysis of oval tubes using rotary draw bender for hydroforming applications

Hokook Lee [a], C.J. Van Tyne [b,*], David Field [c]

a) *Division of Engineering, Colorado School of Mines, Golden, CO 80401, USA*

b) *Department of Metallurgical and Materials Engineering, Colorado School of Mines, Golden, CO 80401, USA.*

c) *Research & Development Center, General Motors Corporation, Warren, MI 48090, USA.*

[9] Forming characteristics of thin-walled tube bending process with small bending radius

LI Heng, Y ANG He, ZH AN Me, GU Rui-Jie

Department of Materials Forming and Control Engineering, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 7 10072, China.

[10] Materials and cross-sectional shapes for bending stiffness

J. S. Huang, *Department of Civil Engineering, National Cheng Kung University, Tainan 70101 (Taiwan)*

L. J. Gibson, *Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02139 (USA)*

[11] Wrinkling analysis for forming limit of tube bending processes

He Yang, Yan Lin, *College of Materials Science and Engineering, Northwestern Polytechnical University, P.O. Box 542, Xi'an 710072, PR China.*

[12] Wrinkling Limit in Tube Bending

Xi Wang Jian Cao, e-mail: jcao@northwestern.edu Department of Mechanical Engineering, Northwestern University, Evanston, IL 60208.

[13] Lý thuyết dẻo kỹ thuật– Trương Tích Thiện, nhà xuất bản Đại học Quốc gia 2007.

[14] ANSYS User's Manual.