



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0049828

(51)^{2020.01} B21B 1/36

(13) B

(21) 1-2021-02370

(22) 29/10/2019

(86) PCT/EP2019/079517 29/10/2019

(87) WO2020/104150 28/05/2020

(30) 18208131.5 23/11/2018 EP

(45) 25/08/2025 449

(43) 27/09/2021 402A

(73) Cockerill Maintenance & Ingenierie S.A. (BE)

Avenue Greiner, 1 Seraing, 4100, Belgium

(72) François DUMORTIER (BE); Johan PEERS (BE).

(74) Văn phòng Luật sư Ân Nam (ANNAM IP & LAW)

(54) PHƯƠNG PHÁP CÁN ĐƯỢC CẢI TIẾN CỦA DẢI KIM LOẠI TRONG MÁY
CÁN ĐẢO CHIỀU ĐƯỢC

(21) 1-2021-02370

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp cân được cải tiến của dải kim loại trong máy cân đảo chiều được (1), máy cân đảo chiều được (1) này bao gồm: ít nhất một giá cân (2); thiết bị tháo hoặc tang gỡ sợi (3) và thiết bị cuộn lại thứ nhất hoặc tang kéo căng đầu vào (4) ở mặt thứ nhất hoặc mặt đầu vào của giá cân (2); thiết bị cuộn lại thứ hai hoặc tang kéo căng phân phối (5) trên mặt thứ hai hoặc mặt phân phối của giá cân (2); trong đó máy cân đảo chiều được (1) được chạy với chiến lược số lần cân là chẵn, nghĩa là theo phương pháp trong đó trình tự cân thường được thực hiện với N lần đi qua (N là số nguyên lẻ), mỗi lần cân có một tốc độ giảm nhất định được thay thế bằng lần cân N + 1 đi qua (N + 1 là số nguyên chẵn) hoặc trong N-1 đi qua (N-1 số nguyên khác 0, chẵn), tốc độ giảm riêng biệt được tính toán để cung cấp cùng một tốc độ giảm như với N đi qua, số lần đi qua chẵn cho thấy mặt thứ nhất của giá cân (2) đóng vai trò là cả hai mặt, mặt đầu vào và mặt phân phối của dải được cân.

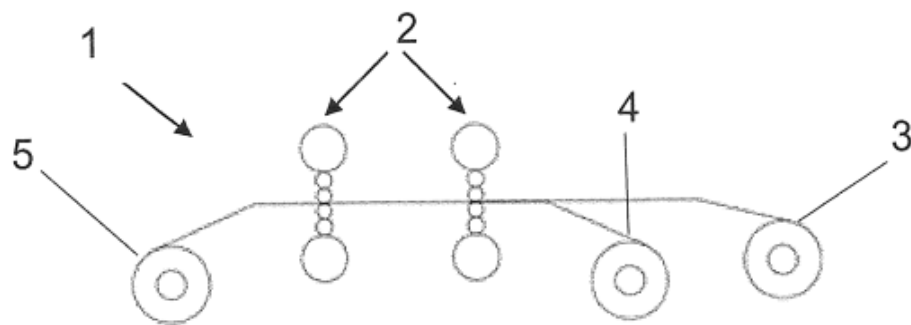


FIG.2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực máy cán nguội và dây chuyền xử lý dải, đặc biệt là máy cán nguội linh hoạt như một giải pháp mới để nâng cao khả năng cạnh tranh. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến các cải tiến về phương pháp cán trong máy cán đảo chiều được như máy cán đảo chiều được một giá cán hoặc hai giá cán.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, trong khi thị trường thép toàn cầu có xu hướng suy giảm và dư thừa, thì có sự khác biệt giữa các khu vực và châu Á, cụ thể là Đông Nam Á, vẫn là một thị trường đang mở rộng, thậm chí là đáng kể ở một số nước. Do đó, các nhà sản xuất thép và nhà cung cấp thiết bị không chỉ phải đối mặt với những thách thức về chất lượng, tính bền vững hoặc số hóa mà còn với nhu cầu quan trọng về tính dẻo.

Trong bối cảnh này đặt ra câu hỏi về việc nâng cấp thiết bị nhà máy phù hợp với sự phát triển của sản xuất hàng năm. Các máy cán nguội được sử dụng nhiều nhất là máy cán đảo chiều được giá cán đơn (RCM) với sản lượng hàng năm thường thấp hơn 500.000 tấn, máy cán đảo chiều được hai giá cán (còn được gọi là “máy cán đôi”) với sản lượng hàng năm thường thấp hơn 900.000 tấn và máy cán tiếp đôi (TCM) với sản lượng hàng năm lớn hơn 1.000.000 tấn, như được minh họa trên Fig.1. Máy cán tiếp đôi là máy cán hiện đại có công suất sản xuất lớn hơn (và số lượng giá cán nhiều hơn), có thể là máy cán cuộn hoặc máy cán liên tục và nơi mà bước cán được thực hiện trong một lần trong một số giá cán, thường là từ 2 đến 6 và nơi các lần giảm diễn ra liên tục.

Nói chung, các nhà sản xuất thép cuộn nguội trước hết đầu tư vào máy cán có một giá cán. Khi thị trường của họ phát triển và họ muốn tăng sản lượng, họ có cơ hội đầu tư vào máy cán có một giá cán thứ hai. Tuy nhiên, hai máy cán có một giá cán ít hiệu quả và đắt hơn máy cán có hai giá cán.

Thật vậy, ưu điểm của máy cán có hai giá cán là chi phí đầu tư thấp (CAPEX) và chi phí vận hành thấp (OPEX) so với hai máy cán có một giá cán và máy cán tiếp đôi. Tính linh hoạt và sự đa dạng của hỗn hợp sản phẩm cũng là một ưu điểm.

Do đó, hiện tại có nhu cầu mạnh mẽ để có thể nâng cấp công suất của máy cán,

chẳng hạn như nâng cấp từ máy cán có một giá cán thành máy cán có hai giá cán hoặc từ máy cán có hai giá cán thành máy cán tiếp đôi. Tính linh hoạt của thiết bị là cơ sở cho lựa chọn thích ứng với các yêu cầu của thị trường trong tương lai.

Tài liệu “Cold rolling Mills by SMS group – flexible plant concepts tailored to the demand of emerging markets” by T. SEEGER and F. TÖPFER, 2018, SEAISI Conference & Exhibition, Jakarta, Indonesia, June 2018”, nói về cùng một chủ đề, đó là cung cấp thiết bị linh hoạt trong lĩnh vực máy cán. Nâng cấp tính linh hoạt yêu cầu thiết kế của máy cán đảo chiều được có một giá cán và hai máy cán có giá cán phải tương thích để dễ dàng biến RCM thành máy cán có hai giá cán. Trong số các giải pháp được đề xuất để nâng cấp máy cán nguội đảo chiều được có một giá cán thành máy cán đảo chiều được có hai giá cán là việc giảm thiểu các công trình dân dụng nhờ vào thiết kế móng và máy cán rất nhỏ gọn được chuẩn bị cho tủ đứng thứ hai, với một bộ phận nhỏ gọn nhũ tương giúp giảm kích thước hầm chứa, bên cạnh các ưu điểm riêng của nó (giảm nỗ lực đi ống và tiêu thụ năng lượng). Tương tự, máy cán có hai giá cán cũng có thể được chuyển đổi thành TCM.

Tuy nhiên, các biến đổi này có nhược điểm là thời gian ngừng hoạt động khoảng hai tháng cho đến khi máy cán bắt đầu hoạt động trở lại.

Máy cán nguội đảo chiều được thông thường chủ yếu bao gồm một hoặc nhiều giá cán (máy cán riêng) cũng như máy tháo cuộn được gọi là tang gỡ sợi (POR), máy cuộn đầu vào được gọi là tang kéo căng đầu vào (ETR) và máy cuộn phân phối được gọi là tang kéo căng phân phối (DTR).

Khi vận hành, cuộn dây được đưa vào POR, đầu cuối được luồn vào DTR và được đặt dưới sức kéo căng, và lực giảm cụ thể được áp dụng cho các trục của máy cán. Sau đó, việc cán của lần đi qua đầu tiên được thực hiện. Lực kéo căng trở nên mất đi khi đuôi cuộn dây được đưa ra khỏi POR, bước xác định chiều dài của dải không đo được. Ví dụ, có thể giảm hoặc giảm thiểu lực sau đó bằng cách tiếp tục tác dụng lực căng nhờ lực ma sát sử dụng máy ép dải. Sau đó, lần đi qua thứ hai (bị đảo chiều) có thể được bắt đầu, đầu đuôi của dải được luồn vào ETR và quá trình tiếp tục như trong lần đi qua đầu tiên. Việc cán được lặp lại nhiều lần cho đến khi đạt được thước đo độ dày cuối cùng của sản phẩm. Số lần cán có thể là chẵn (2, 4, 6, v.v.) hoặc lẻ (1, 3, 5, v.v.).

Một phần không được cán (phần không đúng tiêu chuẩn) vẫn còn ở mỗi đầu của

cuộn sản phẩm (chiều dài của đầu dải giữa máy cán và DTR khi luôn dải vào DTR và nhiều nhất là chiều dài của đuôi dải giữa máy cán và POR). Chiều dài không đúng tiêu chuẩn trên phần ngoài của cuộn dây có thể được cắt ra bằng máy cắt thường nằm ở phía phân phối và được lấy từ ETR hoặc DTR (tùy thuộc vào số lần đi qua) dưới dạng một cuộn dây nhỏ gọi là mẫu cuộn được bố trí. Phần không đúng tiêu chuẩn ở bên trong cuộn dây sản phẩm nên được bố trí ở dòng sau hoặc bởi người dùng cuối cùng. Một số kỹ thuật đã được biết đến trong lĩnh vực kỹ thuật này để giảm các phần chưa được cán này nhằm cải thiện năng suất (xem “New rolling method of reversing cold rolling mill”, Y. Kannaka et al., JP Steel Plantech, METEC 2015, Düsseldorf, Đức).

Người nộp đơn và các đối thủ cạnh tranh có nhiều tài liệu tham khảo về các máy cán có hai giá cán hiện đang hoạt động được gọi là chiến lược thường xuyên, bao gồm việc thực hiện càng ít lần đi qua càng tốt, tùy từng trường hợp, thường là 1 đến 4, và đôi khi tăng đến 6 lần đi qua.

Tài liệu US 5,706,690 A bộc lộ máy cán nguội và phương pháp cán nguội. Máy cán nguội bao gồm ít nhất hai máy cán đảo chiều được bốn lần tiếp đôi với ít nhất một trục kéo căng ở mỗi bên của các máy cán tiếp đôi.

Tài liệu WO 2016/055972 A1 đề cập đến việc lắp đặt cán và sàng lọc kết hợp. Máy cán bao gồm hai cuộn dây và hai giá cán. Một giá cán khác của máy cán có thể được đặt ở phía trên của các giá cán nêu trên (máy cán phụ này được dựng lên cùng lúc với hai giá cán của các giá cán thứ nhất), và được tạo kết cấu để mở trong bước cán lẻ và đóng trong quá trình bước cán chẵn. Bằng cách này, hai bước cán được thực hiện với tổng cộng 5 ($2 + 3$) lần giảm độ dày. Hơn nữa, các con lăn của giá cán bổ sung này có thể được cung cấp độ nhám lớn hơn các con lăn của giá cán khác để tạo ra bề mặt cán có độ nhám được kiểm soát trong bước cán cuối cùng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế này là khắc phục một số nhược điểm của kỹ thuật chạy máy cán nguội của lĩnh vực kỹ thuật trước đó.

Sáng chế đặc biệt nhằm mục đích tăng tính linh hoạt và năng suất của máy cán nguội.

Mục đích bổ sung của sáng chế là cung cấp một phép tính trình tự lần đi qua sáng

tạo để tối ưu hóa toàn bộ chi phí của máy cán nguội đảo chiều.

Sáng chế đề cập đến phương pháp cán được cải tiến của dải kim loại trong máy cán đảo chiều được, máy cán đảo chiều được này bao gồm:

- ít nhất một giá cán;
- thiết bị tháo hoặc tang gỡ sợi và thiết bị cuộn lại thứ nhất hoặc tang kéo căng đầu vào ở mặt thứ nhất hoặc mặt đầu vào của giá cán;
- thiết bị cuộn lại thứ hai hoặc tang kéo căng phân phối trên mặt thứ hai hoặc mặt phân phối của giá cán;

máy cán đảo chiều được (1) nêu trên ban đầu được sử dụng để áp dụng phương pháp cán thứ nhất có trình tự cán thường được thực hiện với số lần cán lẻ N , với N là số nguyên lẻ lớn hơn hoặc bằng 1, mỗi lần cán có tốc độ giảm nhất định;

trong đó phương pháp này bao gồm việc chuyển đổi từ phương pháp cán thứ nhất có trình tự cán thường được thực hiện với số lần cán lẻ N , với N là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 1, mỗi lần cán có một tốc độ giảm nhất định sang phương pháp cán thứ hai được thực hiện trong một số lần cán chẵn $N + 1$ hoặc $N - 1$, nếu N khác 1, để các tốc độ giảm riêng biệt của $N + 1$ hoặc $N - 1$ đi qua trong lần cán thứ hai được tính toán để cung cấp tất cả tốc độ giảm tương tự như trong lần cán thứ nhất với N lẻ đi qua, số lần đi qua chẵn trong lượt cán thứ hai cho thấy mặt thứ nhất của giá cán đóng vai trò làm cả hai mặt, mặt đầu vào và mặt phân phối của dải được cán.

Theo các phương án được ưu tiên của sáng chế, phương pháp cán cải tiến cũng bao gồm một hoặc sự kết hợp thích hợp của các đặc tính sau:

- nó được thực hiện trong máy cán nguội đảo chiều được có ít nhất hai giá cán;
- nó được thực hiện trong máy cán nguội đảo chiều được có một giá cán đơn;
- khi cuộn dây dòng điện được thực hiện ở thiết bị cuộn lại thứ nhất, việc tạo ren, cuộn và cuộn của cuộn tiếp theo được thực hiện ở tang gỡ sợi mà không cần đợi tháo cuộn hiện tại;
- nó được sử dụng với mômen xoắn cao hơn và giảm nhiều hơn ở (các) giá cán khác với giá cán đầu vào/phân phối, nhờ các tỷ số truyền bánh răng khác nhau và/hoặc các đặc tính động cơ khác nhau, đặc tính động cơ nêu trên là tốc độ cơ bản, tốc độ tối

đa hoặc công suất tối đa;

- nó được sử dụng với độ nhám cuộn cao hơn ở giá cán đầu vào/đầu ra so với (các) giá cán khác;

- nó được sử dụng với nồng độ dầu ít hơn tại giá cán đầu vào/phân phối so với (các) giá cán khác;

- dải kim loại được cuộn gần như 100% toàn bộ chiều dài, bằng cách tăng số lần đi qua lên đến bốn lần hoặc nhiều hơn, do đó giảm sản phẩm không đúng tiêu chuẩn và giảm nhu cầu loại bỏ mẫu cuộn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 thể hiện sơ đồ sự so sánh của máy cán đảo chiều có một giá cán đơn, máy cán đảo chiều có hai giá cán và máy cán tiếp đôi.

Fig.2 thể hiện sơ đồ phương án chi tiết của máy cán có hai giá cán phù hợp để thực hiện phương pháp theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế này bắt đầu từ thiết kế chung cho máy cán nguội đảo chiều được 1, như được mô tả trên Fig.2, bao gồm ví dụ hai giá cán 2. Máy cán đảo chiều được 1 còn bao gồm thiết bị không cuộn còn được gọi là tang gỡ sợi (POR) 3, thiết bị cuộn lại thứ nhất còn được gọi là tang kéo căng đầu vào (ETR) 4 và thiết bị cuộn lại thứ hai còn được gọi là tang kéo căng phân phối (DTR) 5.

Trái ngược với tên gọi là chiến lược hoạt động thường xuyên (xem ở trên), các tác giả sáng chế đã chỉ ra rằng bằng cách tính toán bằng phương pháp cán đề cập đến chiến lược số lần đi qua chẵn có thể được điều chỉnh một cách thuận lợi. Chiến lược mới cho phép 2, 4 hoặc 6 lần đi qua, với tổng mức giảm như nhau.

Trong trường hợp này, chẳng hạn đối với các sản phẩm thường được cán trong một lần đi qua, thực tế thực hiện hai lần nhưng với mức giảm ít hơn ở mỗi lần đi qua, trong khi vẫn duy trì tổng mức giảm như nhau. Tất nhiên nguyên tắc tương tự cũng được áp dụng với 4 lần đi qua thay vì 3 lần đi qua, 6 lần đi qua thay vì 5 lần đi qua, v.v.

Bảng 1 thể hiện một ví dụ cán thực tế với chiến lược chỉ số lần đi qua chẵn so với chiến lược thông thường, trong trường hợp 6 lần đi qua tối đa, trong các điều kiện

sau: Công suất 5MW trên mỗi giá cán, lực cán 1800T, tốc độ tối đa 1400m/phút. Chiến lược thông thường hiển thị dữ liệu sản xuất (tấn, giờ) thu được với sự nối tiếp của các lần đi qua khác nhau trong máy cán không đảo chiều hoặc trong máy cán đảo chiều được được điều chỉnh để phù hợp với các lần đi qua lẻ và chẵn. Chiến lược chỉ số lần đi qua là chẵn hiển thị dữ liệu sản xuất cho 2, 4 và 6 lần đi qua trong máy cán đảo chiều được. Tổng sản lượng trong ví dụ này là 500000 tấn trong 5479,5 giờ trong chiến lược thông thường so với 500000 tấn trong 5441,0 giờ trong chiến lược số lần đi qua chẵn. Do đó, năng suất cao hơn một chút trong trường hợp sau (91,9 tấn/giờ so với 91,2 tấn/giờ).

Sáng chế sử dụng chiến lược số lần đi qua chẵn có một số ưu điểm:

- Yêu cầu ít thiết bị hơn, vì lối ra của sản phẩm luôn ở cùng một vị trí (ở phía đầu vào). Không có thiết bị thoát hiểm nào là cần thiết/cung cấp cho những lần đi qua không đồng đều. Thiết bị đơn giản hóa cũng được yêu cầu ở phía phân phối (DTR) để khắc phục sự cố có thể xảy ra, trong khi chỉ cần một thiết bị đo hình dạng (gọi là máy đo hình dạng) và thiết bị phun chọn lọc (gọi là máy làm mát chọn lọc). Ví dụ, con số này đại diện cho khoảng 4 đến 5% giá bán của máy cán có hai giá cán. Điều đó cũng có nghĩa là ít bảo trì hơn và chi phí đầu tư ít hơn (CAPEX);

- Năng suất cao hơn (ví dụ, tăng lên đến 3%) khi cuộn tiếp theo được khởi động sớm hơn vì cuộn dây được thực hiện tại ETR và DTR có sẵn để luồn dây và cuộn dây mới (mà không cần đợi tháo cuộn trước đó);

- Tối ưu hóa độ nhám cuộn (tức là độ nhám khác nhau ở các giá cán khác nhau): độ nhám cao hơn ở giá cán 1 giúp cho việc truyền ren và chuyển độ nhám cuối cùng ở lần đi qua cuối cùng (vì lần giảm cuối cùng luôn ở giá cán 1), trong khi độ nhám thấp hơn ở giá cán 2 mang lại khả năng giảm tốt hơn;

- Hoạt động thực hành dễ dàng hơn vì bên xuất ra luôn giống nhau (tiêu chuẩn hóa logitic sản phẩm);

- Tỷ số truyền bánh răng khác nhau và/hoặc đặc tính động cơ cho giá cán 1 và 2 cho phép nhiều mômen xoắn hơn và do đó giảm nhiều hơn ở bộ 2 và làm cho máy cán sơ bộ phù hợp để nâng cấp trong tương lai (sang máy cán tiếp đôi hoặc PLTCM);

- Cán các sản phẩm cứng ít khó hơn;

- Khi năng suất cao hơn với chiến lược số lần đi qua chẵn (xem ở trên), tiết kiệm thời gian, so với chiến lược truyền thống với số lần đi qua chẵn/lẻ, cung cấp Δt có thể được sử dụng để cán hoàn toàn dải, thậm chí với bốn lần đi qua trở lên, dẫn đầu để ít sai

lệch hơn (hoặc ít hơn dung sai độ dày) và do đó không cần loại bỏ mẫu cuộn;

- Có thể sử dụng hai nồng độ dầu khác nhau (nồng độ thấp ở giá cán 1 và nồng độ cao ở giá cán 2), để có các cuộn dây sạch để ủ theo mẻ;

- Hơn 95% hỗn hợp sản phẩm thường được bao phủ trong 2 hoặc 4 lần đi qua.

		SỐ LẦN ĐI QUA						TẤN	
		1	2	3	4	5	6	TỔNG SỐ	TRÊN GIỜ
CHIẾN LƯỢC THÔNG THƯỜNG	TẤN	69.100	365.900	13.000	36.200	14.200	1.600	500.000	91,2
	GIỜ	496,5	4.089,6	191,2	473,1	201,1	28,0	5.479,5	
CHỈ CÁC LẦN ĐI QUA CHẶN	TẤN		448.000		36.200		15.800	500.000	91,9
	GIỜ		4.743,8		468,1		229,1	5.441,0	

Bảng 1

Danh sách các số tham chiếu

- 1 máy cán nguội đảo chiều được ban đầu
- 2 giá cán
- 3 tang gỡ sợi (POR)
- 4 tang kéo căng đầu vào (ETR)
- 5 tang kéo căng phân phối (DTR)

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp cán được cải tiến của dải kim loại trong máy cán đảo chiều được (1), máy cán đảo chiều được (1) này bao gồm:

- ít nhất một giá cán (2);
- thiết bị tháo hoặc tang gỡ sợi (3) và thiết bị cuộn lại thứ nhất hoặc tang kéo căng đầu vào (4) ở mặt thứ nhất hoặc mặt đầu vào của giá cán (2);
- thiết bị cuộn lại thứ hai hoặc tang kéo căng phân phối (5) trên mặt thứ hai hoặc mặt phân phối của giá cán (2);

máy cán đảo chiều được (1) nêu trên ban đầu được sử dụng để áp dụng phương pháp cán thứ nhất có trình tự cán thường được thực hiện với số lần cán lẻ N , với N là số nguyên lẻ lớn hơn hoặc bằng 1, mỗi lần cán có tốc độ giảm nhất định;

trong đó phương pháp này bao gồm việc chuyển đổi từ phương pháp cán thứ nhất có trình tự cán thường được thực hiện với số lần cán lẻ N , với N là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 1, mỗi lần cán có một tốc độ giảm riêng biệt nhất định sang phương pháp cán thứ hai được thực hiện trong một số lần cán chẵn $N + 1$ hoặc $N - 1$, nếu N khác 1, để tốc độ giảm riêng biệt của $N + 1$ hoặc $N - 1$ lần cán chẵn được áp dụng trong lần cán thứ hai được tính toán để cung cấp tất cả tốc độ giảm tương tự như trong lần cán thứ nhất với N lẻ đi qua, số lần đi qua chẵn trong lượt cán thứ hai cho thấy mặt thứ nhất của giá cán (2) đóng vai trò là cả hai mặt, mặt đầu vào và mặt phân phối của dải được cán.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này được thực hiện trong máy cán nguội đảo chiều được (1) có ít nhất hai giá cán (2).

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này được thực hiện trong máy cán nguội đảo chiều được (1) có một giá cán (2) đơn.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó, khi cuộn dây dòng điện được thực hiện ở thiết bị cuộn lại thứ nhất (4), việc luồn dây, cuộn dây và việc cán của cuộn dây tiếp theo được thực hiện từ tang gỡ sợi (3) và thiết bị cuộn lại thứ hai (5), không cần chờ tháo cuộn dây dòng điện.

5. Phương pháp theo điểm 2, trong đó thiết bị này được sử dụng với mômen xoắn cao hơn và giảm nhiều hơn ở (các) giá cán khác với giá cán đầu vào/phân phối, nhờ các tỷ

số truyền bánh răng khác nhau và/hoặc các đặc tính động cơ khác nhau, đặc tính động cơ nêu trên là tốc độ cơ bản, tốc độ tối đa hoặc công suất tối đa.

6. Phương pháp theo điểm 2, trong đó phương pháp này được sử dụng với độ nhám cuộn cao hơn ở giá cán đầu vào/đầu ra so với (các) giá cán khác.

7. Phương pháp theo điểm 2, trong đó phương pháp này được sử dụng với nồng độ dầu ít hơn tại giá cán đầu vào /phân phối so với (các) giá cán khác.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó dải kim loại được cuộn gần như 100% toàn bộ chiều dài của nó, bằng cách tăng số lần đi qua lên đến bốn lần hoặc nhiều hơn, do đó giảm lãng phí khổ đo và giảm nhu cầu loại bỏ cuộn dây nhỏ.

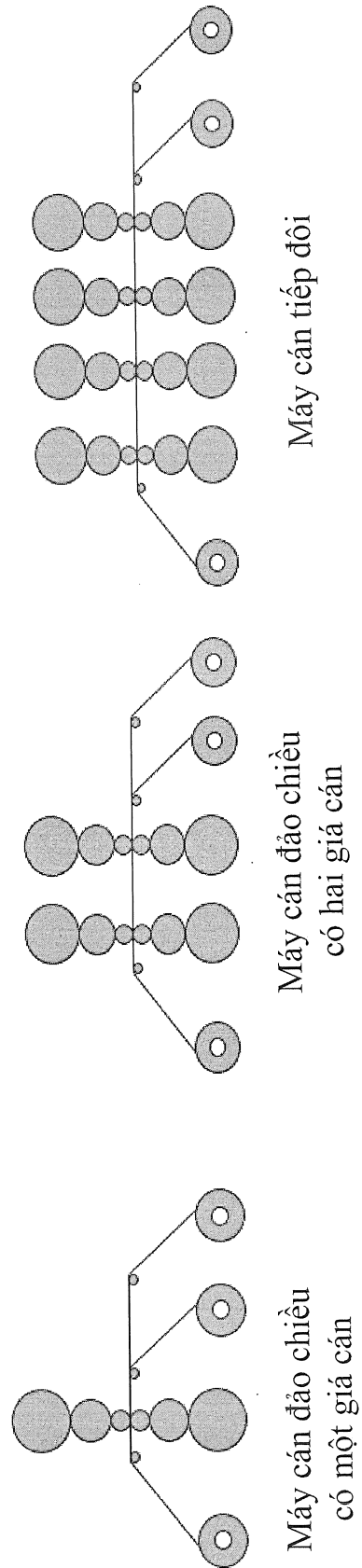


FIG. 1

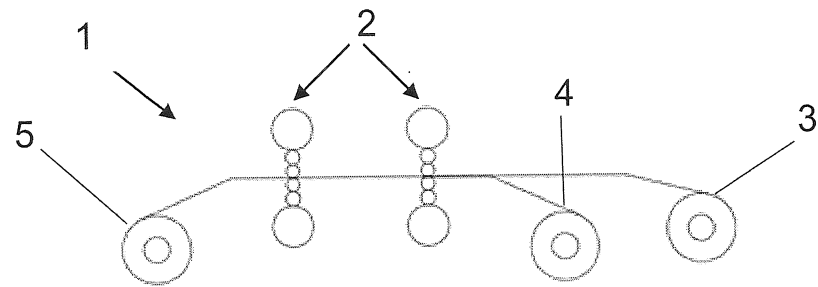


FIG.2