

NGHIÊN CỨU LÝ THUYẾT BIẾN DẠNG BỀ MẶT TIẾP XÚC NHẪM NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG GIA CÔNG

STUDYING THE THEORY OF DEFORMATION OF COVERED SURFACE TO
IMPROVE THE QUALITY OF MACHINING

Trần Văn Mạnh

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Kinh tế – Kỹ thuật Công nghiệp

TÓM TẮT

Tác giả trình bày cơ sở lý thuyết về phương pháp tính toán diện tích bề mặt tiếp xúc kim loại với dụng cụ biến dạng dẻo khi cán nghiêng sản phẩm đặc với mục tiêu tạo hình profin của vật cán dạng tròn xoay, làm cơ sở ban đầu cho việc tính lực cán cần thiết để thiết kế công nghệ áp dụng cho sản phẩm điển hình được lựa chọn.

Từ khóa: Biến dạng; Bề mặt tiếp xúc; Chất lượng gia công; Cán đặc; Cán tròn.

ABSTRACT

The author presents the theoretical basis for the method of calculating the metal contact surface area with a plastic deforming tool when rolling solid products at an angle with the goal of shaping the profile of the rotating circular rolled object, making Initial basis for calculating the necessary rolling force to design technology applicable to selected typical products.

Keywords: Deformation; Contact surface; Processing quality; Solid rolling; Hire round.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khi cán ngang sản phẩm đặc hình tròn xoay giữa các trục cán tròn, bề mặt tiếp xúc có thể tính như diện tích của một hình chữ nhật có cạnh dài bằng chiều dài trục cán hoặc sản phẩm cán, còn bề rộng thì phụ thuộc vào giá trị của lượng biến dạng dẻo hướng kính Δr , bán kính phôi r và bán kính trục cán R . Với độ chính xác đủ cần thiết để áp dụng trong thực tiễn có thể coi $AB \approx AC$ (hình 1), khi đó, [1]:

$$AB \approx \sqrt{(r + \Delta r)^2 - (r + BC)^2} = \sqrt{R^2 - (R - BC)^2} = b$$

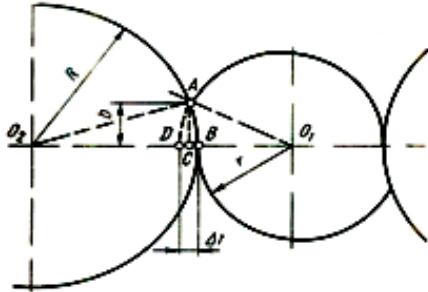
Nếu bỏ qua các số hạng bình phương của Δr và BC trong biểu thức đó thì:

$$BC = \frac{r \cdot \Delta r}{r + R}$$
$$b \approx \sqrt{\frac{2 R \cdot r}{r + R}} \cdot \Delta r \quad (1)$$

Sử dụng phương trình (1) có thể tìm được chiều rộng lý tưởng của bề mặt tiếp xúc, còn trên thực tế nó sẽ có giá trị hơi lớn hơn vì có sự trượt kim loại về hướng ngược lại theo đường nối tâm trục của các trục cán và phôi

cán. Sự dịch chuyển kim loại đó xảy ra là do sự đè lún đồng thời với biến dạng nén đàn hồi của các trục cán và phôi cán.

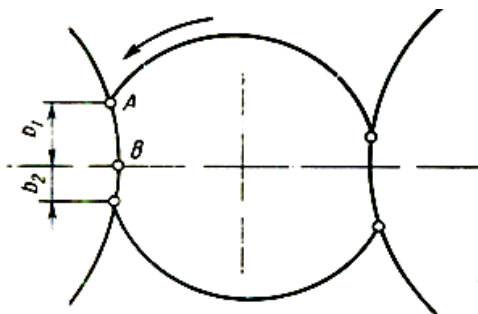
2. BIẾN DẠNG TIẾP XÚC



Hình 1. Sơ đồ biến dạng phôi kim loại đặc khi cán ngang [2]

Sự xuất hiện biến dạng đè lún đó có thể được giải thích bởi giả thiết cho rằng: tại điểm B (hình 2) tốc độ góc của trục cán lớn hơn so với tốc độ phôi cán và do vậy, các trục cán có xu hướng tiến tới đẩy lùi một phần kim loại của phôi cán nằm cạnh chúng với tốc độ lớn hơn so với tốc độ của các phần kim loại khác trên phôi cán.

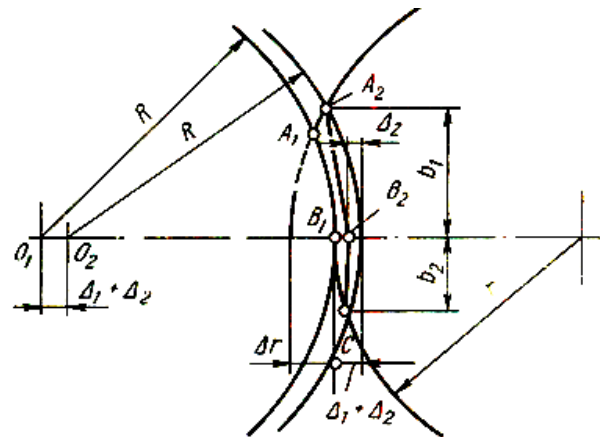
Ảnh hưởng của sự đè lún bề mặt tiếp xúc lần đầu tiên được các tác giả I. C. Pobednuri và C. P. Granovsky phát hiện ra và đã được tác giả công trình [3] trích dẫn. Họ đã đo được kích thước của các vết lõm do trục cán để lại khi cán ở các điều kiện khác nhau và xác định được tỷ số $b_2/b_1 = 0,35 \div 0,75$.



Hình 2. Ảnh hưởng của sự nén ép kim loại lên bề mặt tiếp xúc với trục cán, [3]

Mặt khác, có thể cho rằng: kết quả đo các giá trị đè lún hơi cao hơn vì trục cán đã để lại khi cán các vết lõm có diện tích lớn hơn bề mặt tiếp xúc thực tế, vì có sự đẩy lùi các trục cán sau khi dừng quay một góc khá nhỏ theo chiều ngược lại so với chiều quay trục cán khi thí nghiệm.

Khi cán kim loại với áp lực tiếp xúc cao và đặc biệt là cán ở trạng thái nguội thì biến dạng đàn hồi cục bộ của trục cán gây ảnh hưởng rất đáng kể đến diện tích bề mặt tiếp xúc. Để xác định giá trị b có tính đến biến dạng nén đàn hồi, ta hãy khảo sát vùng biến dạng (hình 3) khi cán ngang theo phương pháp luận đề cập trong công trình [4]: ký hiệu biến dạng cục bộ của trục cán theo hướng kính là Δ_1 , còn phôi cán là Δ_2 .



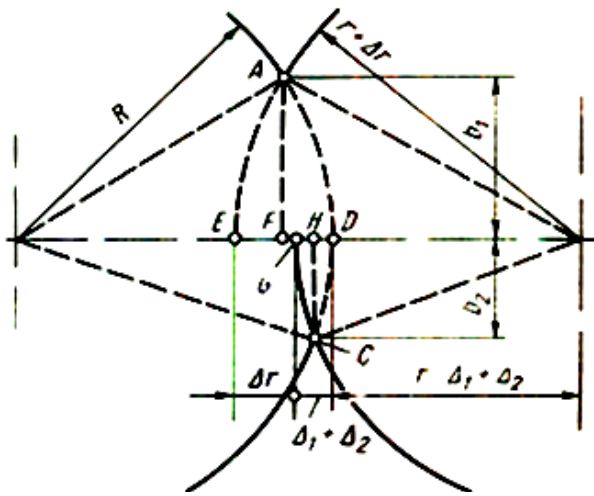
Hình 3. Sơ đồ tiếp xúc trục cán với phôi cán khi cán ngang có tính đến biến dạng nén đàn hồi của chúng, [3]

Để cho phôi cán nhận được biến dạng dư theo hướng kính có giá trị cần thiết Δr thì cần phải dịch chỉnh trục cán về phía phôi cán một khoảng bằng tổng của hai biến dạng đó ($\Delta_1 + \Delta_2$), và khi đó tâm trục cán dịch chuyển từ điểm O_1 đến điểm O_2 . Do kết quả của biến dạng đàn hồi đó mà chiều dài cung tiếp xúc tăng lên vì điểm góc của nó dịch chuyển từ điểm A_1 đến

điểm A_2 và xuất hiện thêm một đoạn tiếp xúc B_2C về phía ngược lại của đường nối tâm các trục cán và phôi cán. Vì vậy, trước tiên cần xác định chiều dài đoạn tiếp xúc $A_2B_2 \approx b_1$.

Theo sơ đồ trên hình 4 dưới đây thì chiều dài đoạn thẳng b có thể được xác định theo biểu thức, [5]:

$$b_1 = \sqrt{R^2 - (R - DF)^2} = \sqrt{(r + R)^2 - (r + \Delta r - EF)^2}$$



Hình 4. Sơ đồ tiếp xúc trục cán với phôi cán khi cán ngang phôi đặc [5]

Khai triển biểu thức này và bỏ qua các số hạng bình phương và tích số của DF , EF và Δr vì chúng có giá trị không đáng kể so với R và r .

Nếu chú ý rằng: $DF + EF = \Delta r + \Delta_1 + \Delta_2$,

$$\text{ta có: } b_1 = \sqrt{\frac{2R.r}{R+r}} (\Delta r + \Delta_1 + \Delta_2) \quad (2)$$

Bằng cách tương tự có thể tìm được chiều dài đoạn tiếp xúc theo hướng ngược lại của đường nối tâm trục cán và phôi cán, tức là đoạn B_2C .

Từ sơ đồ hình 3, ta có:

$$b_2 = B_2C \approx \sqrt{R^2 - (R - DH)^2} = \sqrt{r^2 - (r - GH)^2}$$

Nếu bỏ qua các số hạng bình phương của DH , GH và chú ý rằng $DH + GH = \Delta_1 + \Delta_2$

$$\text{thì: } b_2 \approx \sqrt{\frac{2R.r}{R+r}} (\Delta_1 + \Delta_2) \quad (3)$$

So sánh điều đó với phương trình (1), ta nhận được chiều rộng bề mặt tiếp xúc có tính đến biến dạng đàn hồi:

$$b = b_1 + b_2 \approx \sqrt{\frac{2R.r}{R+r}} \Delta r + b_2^2 + b_2 \quad (4)$$

Giá trị b_2 trong biểu thức (4) nếu biết được tổng biến dạng theo hướng kính $\Delta_1 + \Delta_2$ thì có thể xác định được một cách gần đúng theo công thức Hertxa áp dụng cho trường hợp nén hai hình trụ. Nếu bỏ qua sự không đối xứng khi nén hai hình trụ qua đường nối trục tâm của chúng thì chiều dài đoạn B_2C có thể biểu diễn dưới dạng:

$$b = b_1 + b_2 \approx \sqrt{4q(k_1 + k_2) \frac{R.r}{R+r}} \quad (5)$$

Trong đó: q – Tải trọng trên một đơn vị chiều dài hình trụ; k_1 và k_2 – Các hệ số phụ thuộc vào vật liệu trục cán và phôi cán.

Các hệ số k_1 và k_2 được xác định như sau:

$$k_1 = (1 - \mu_1^2)/\pi E_1$$

$$k_2 = (1 - \mu_2^2)/\pi E_2$$

Ở đây: μ_1 và μ_2 – Hệ số Poát-xông vật liệu trục cán và phôi cán; E_1 và E_2 – Mô đun đàn hồi.

Giá trị q biểu diễn thông qua áp lực riêng p bằng biểu thức:

$$q = 2b_2 \cdot p$$

Khi đó, ta có:

$$b_2 \approx 8(k_1 + k_2) \cdot \frac{R \cdot r}{R + r} \cdot p \quad (6)$$

Cần chú ý rằng: công thức của nhà khoa học Hichkoc đề xuất được sử dụng để tính chiều dài cung tiếp xúc biến dạng khi cán ngang có thể nhận được từ phương trình (2.4) như một trường hợp riêng với: $r = \infty$; $\Delta r = \Delta h/2$; $k_1 = 0$. Khi cán ngang sản phẩm có hình nón hoặc hình cầu, bề mặt tiếp xúc được xác định bằng cách tương tự như trên bởi sử dụng phép chia vật thể cán đang được khảo sát thành hàng loạt đoạn nhỏ và tính toán cho từng đoạn đó Δr_x và b_x . Khi đó, tổng diện tích bề mặt tiếp xúc sẽ là:

$$F = \sum \frac{b_x + b_{x+1}}{2} \cdot \Delta l \quad (7)$$

Trong đó: Δl - Chiều dài một đoạn mà tại đó giới hạn của nó có chiều rộng bề mặt tiếp xúc là b_x và b_{x+1} .

3. KẾT LUẬN

- Bề mặt tiếp xúc khi cán nghiêng cũng có thể được tính theo công thức (2.7), nhưng khi đó cần xác định giá trị b_x theo các công thức (2.1) hoặc (2.6) và cần tính Δr theo công thức đã trình bày ở phần trên.

- Tính toán bề mặt tiếp xúc kim loại phôi cán với trục cán khi cán nghiêng các sản phẩm đặc tròn xoay trên đây rất quan trọng đối với việc thiết kế công nghệ cán chu kỳ.

- Đối với từng loại vật liệu cán cụ thể, cần tiến hành thực nghiệm để xác định các thông số cơ bản nhất về thuộc tính vật liệu cán biến dạng dẻo cho phù hợp. ♦

Ngày nhận bài: 19/3/2024

Ngày phản biện: 01/4/2024

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Hà Minh Hùng, Phạm Văn Quế; *Nghiên cứu động học quá trình cán chu kỳ trong cơ khí*, Tạp chí Cơ khí Việt Nam, 2001, số 55 (T 12/2001), trang 15-16.
- [2]. Hà Minh Hùng, Phạm Văn Quế, Đinh Tiến Dũng, Nguyễn Thanh Bình; *Nghiên cứu động học quá trình cán nghiêng cơ khí*, Tạp chí Cơ khí Việt Nam, 2002, số 56+57 (T1+2/2002), trang 33-34.
- [3]. А. И. Целиков, М. В. Барбарич, М. В. Васильков, С. П. Грановский, Е. А. Жукевич (Под редакцией академика А. И. Целикова), *Специальные прокатные станы*, Издательство "Металлургия", Москва, 1971, 336 стр..
- [4]. Лившинц Г. А., *Исследование поперечно-винтовой прокатки периодического сечения на трехвалковом стане*, ЦНИИТМАШ, Мазгиз, кн. 73.
- [5]. Кирпичников Ф. П., *Производство точных заготовок машино-строительных деталей прокаткой*, НИИИформатмаш.