

PHƯƠNG PHÁP NÂNG CAO VẾT TIẾP CẶP BÁNH RĂNG CÔN RĂNG CONG HỆ GLEASON

METHOD OF IMPROVING THE CONTACT PATTERN OF SPIRAL BEVEL GEARS IN THE GLEASON SYSTEM

Nguyễn Thọ Sơn

Trường Đại học Kinh tế – Kỹ thuật Công nghiệp

Email: ntson2012@uneti.edu.vn

TÓM TẮT

Trong bài báo này, tác giả thay đổi góc profile của dụng cụ cắt khi cắt cặp bánh răng côn răng cong trên máy ZFTKK250x5 thông qua việc nghiên cứu ảnh hưởng của góc profile dụng cụ cắt đến chất lượng ăn khớp của bộ bánh răng này. Kết quả, các tác giả đánh giá chất lượng ăn khớp khi cắt trong hai trường hợp: hoặc thay đổi góc profile của dụng cụ cắt; hoặc khi chưa thay đổi góc góc profile của dụng cụ cắt. Các tác giả thấy rằng chất lượng ăn khớp của bộ bánh răng này sau khi thay đổi góc profile dụng cụ được cải thiện đáng kể.

Từ khóa: Bộ bánh răng côn răng cong; Góc profile dụng cụ cắt; Hệ Gleason.

ABSTRACT

In this paper, authors changed profile angle of cutting tool for cutting spiral bevel gears on the ZFTKK 250x5 machine through studying to affection by angle of cutting tool to the quality drive of spiral bevel gear sets. To obtain these results, authors assessed quality drive of this gear set when cut spiral bevel gears in the two cases: (i) changing the angle of cutting tool; (ii) not changing the angle of cutting tool. It is easy to recognize that when changed profile angle of cutting, quality drive of Gleason system spiral bevel gears was improved very much.

Keywords: Spiral bevel-gear; Profile angle of cutting tool; Gleason system.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các thông số của dụng cụ cắt khi gia công bánh răng côn răng cong hệ Gleason.

Dựa vào tài liệu [3], [4] khi gia công cặp bánh răng côn răng cong Gleason, các nhà công nghệ phải dựa vào thông số thiết kế của cặp bánh răng đó. Từ đó, các nhà công nghệ sẽ

chọn được đầu dao cắt và dao cắt phù hợp với cặp bánh răng này. Đường kính của đầu dao được chọn theo tiêu chuẩn và gần bằng với D_0 tính toán.

Góc profile của lưỡi cắt: Để đảm bảo các góc ăn khớp bằng nhau đối với mặt lồi và mặt lõm. Nhà công nghệ sử dụng dao với các góc profin khác nhau đối với mặt lồi và lõm

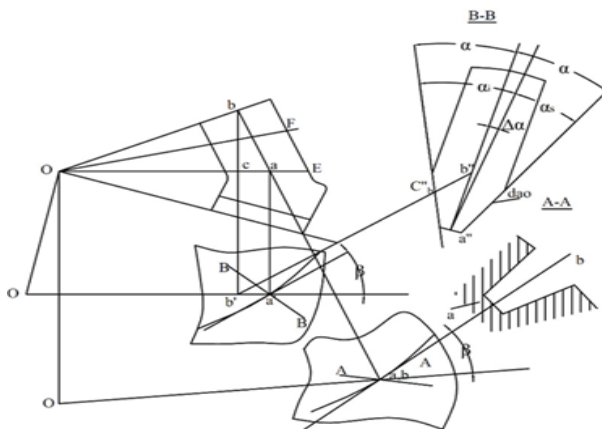
răng. Bản chất như sau: dao cắt là răng của bánh răng sinh đỉnh dẹt. Đỉnh của nó nằm trong mặt phẳng thẳng góc với trục quay của giá lắp lư. Đường sinh của mặt côn lăn OF (hình 1) nghiêng với mặt phẳng này theo góc chân răng của phôi γ , hoặc trục đối xứng của profin dao nghiêng với đường sinh mặt côn lăn một góc cũng như vậy. Hình 3 trình bày đường cong của răng phôi tương ứng với mặt côn lăn và mặt côn đáy cùng các tiết diện của chúng AA và BB. Góc ăn khớp của cặp profin tiếp xúc phải lấy trên mặt côn lăn. Như vậy, trong tiết diện AA, rãnh phải đối xứng với trục ab.

Để đảm bảo điều đó, cần có profin không đối xứng của rãnh đối với trục α'' (mặt cắt BB), lấy theo mặt côn trong. Dao cắt ngoài để cắt mặt lõm của răng phôi, cần có góc profin a_e , còn dao cắt trong, cắt mặt lồi - góc profin a_i . Những góc này khác với góc profin α - là góc ăn khớp lý thuyết của các profin tiếp xúc - một lượng $\Delta\alpha$, nghĩa là:

$$a_e = \alpha - \Delta\alpha \text{ và } a_i = \alpha + \Delta\alpha$$

Góc $\Delta\alpha$ được xác định như sau:

$$\tan \Delta\alpha = \frac{a''c''}{b''c''} = \frac{a'b \sin \beta}{bc} = \tan \gamma \sin \beta$$



Hình 1. Nguyên tắc hình thành góc điều chỉnh lưỡi cắt

Vì $\Delta\alpha$ nhỏ, có thể lấy $\tan \Delta\alpha = \Delta\alpha$. Đối với các bánh răng tiếp xúc z_1 và z_2 , ta có:

$$\Delta\alpha_1 = \tan \gamma_1 \sin \beta; \Delta\alpha_2 = \tan \gamma_2 \sin \beta.$$

Như vậy, góc profin ở mặt lõm và lồi của bánh răng nhỏ và lớn sẽ tương ứng bằng:

$$a_{e1} = \alpha - \Delta\alpha_1; a_{i1} = \alpha + \Delta\alpha_1 \\ a_{e2} = \alpha - \Delta\alpha_2; a_{i2} = \alpha + \Delta\alpha_2$$

Hai bánh răng z_1 và z_2 khác nhau về trị số hiệu chỉnh profin dao, còn đối với dao cắt ngoài và trong thì ngược dấu nhau. Như vậy, khi cắt cặp bánh răng côn răng cong bằng một số hiệu đầu dao thì điểm ăn khớp không còn ở điểm ăn khớp lý thuyết nữa, mà nó sẽ nằm ở lân cận điểm ăn khớp lý thuyết. Do đó mà vùng tiếp xúc sẽ không còn được như mong muốn.

2. NỘI DUNG

2.1. Phương pháp gia công hiện nay (Một số hiệu dao cắt)

Để giảm bớt số lượng chủng loại dao, trị số hiệu chỉnh sẽ lấy theo số trung bình số học và như nhau đối với cả hai bánh răng. Trong trường hợp đó, góc ăn khớp thực sẽ phân nào đó khác góc lý thuyết, do đó:

$$\pm \Delta\alpha = \pm \frac{\Delta\alpha_1 + \Delta\alpha_2}{2} = \frac{\tan \gamma_1 + \tan \gamma_2}{2} \sin \beta$$

Vì trị số $\gamma_1; \gamma_2$ nhỏ, nên $\tan \gamma = \gamma$.

$$\pm \Delta\alpha = \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2} \sin \beta$$

Số hiệu đầu dao:

$$N = \frac{\pm \Delta\alpha}{10} = \pm \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2} \sin \beta$$



Như vậy, khi cắt cặp bánh răng côn răng cong bằng một số hiệu đầu dao thì điểm ăn khớp không còn ở điểm ăn khớp lý thuyết, mà nó sẽ nằm ở lân cận điểm ăn khớp lý thuyết và góc ăn khớp thực, không còn đúng với góc ăn khớp thiết kế nữa. Do đó mà vùng tiếp xúc sẽ không còn được như mong muốn.

2.2. Phương án nâng cao độ chính xác ăn khớp

Như phân tích ở trên, vết tiếp xúc sẽ không được như mong muốn khi ta cắt bằng một số hiệu đầu dao. Để cải thiện vết tiếp xúc, các tác giả đề xuất phương án cắt cặp bánh răng côn răng cong trên các số hiệu đầu dao khác nhau.

Đối với các bánh răng z_1 và z_2 , ta có:

$$\Delta\alpha_1 = \tan \gamma_1 \sin \beta \approx \gamma_1 \sin \beta$$

$$\Delta\alpha_2 = \tan \gamma_2 \sin \beta \approx \gamma_2 \sin \beta$$

Khi sử dụng với hai số hiệu đầu dao như vậy thì bản chất khi tạo hình được trả về đúng bản chất của quá trình bao hình bánh răng. Do đó, về mặt lý thuyết, bộ bánh răng sẽ ăn khớp đúng hơn trong trường hợp sử dụng chung một số hiệu đầu dao, bộ bánh răng sẽ được vùng tiếp xúc (hay vùng ăn khớp gần với điểm ăn khớp lý thuyết hơn) như mong muốn.

3. THỰC NGHIỆM

Không mất tính tổng quát, các tác giả xét một bộ bánh răng cần gia công có các thông số như bảng 1 dưới đây:

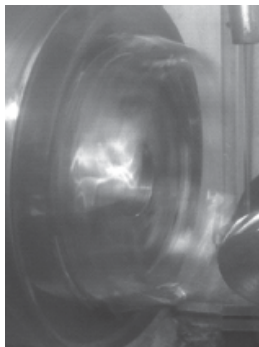
Bảng 1. Thông số cặp bánh răng côn răng cong hệ Gleason

Thông số bánh răng			
Thông số	Ký hiệu	BR vành chậu	BR quả dứa
Mô đun	m_n	4,75	4,75
Số răng	Z	26	12
Bề rộng	B	30	30
Góc nghiêng răng trung bình	β	35°	35°
Góc ăn khớp	α	20°	20°
Dạng răng	-	Gleason	Gleason
Dạng dọc răng	-	Dạng 2	Dạng 2
Góc côn chia	δ	$65^\circ 13' 29''$	$24^\circ 46' 31''$
Góc chân răng	γ	$6^\circ 20' 13''$	$4^\circ 42' 7''$
Hệ số dịch chỉnh	x_n	-0.32	+0.32

Phương án thí nghiệm: Tất cả các thông số gá đặt, thông số chế độ cắt và các thông số bao hình không thay đổi đối với cả hai phương án. Chỉ thay đổi các số hiệu dao khác nhau như bảng 2:

Bảng 2. Thông số thí nghiệm.

Phương án thí nghiệm		
Thông số	Cắt bánh răng với một số hiệu đầu dao	Cắt bánh răng với hai số hiệu đầu dao
Số hiệu dao	$N = \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{20'} \sin \beta$ $\beta = 18,99$ Chọn số hiệu dao $N^\circ 18 \ 1/2$ $\Delta\alpha = 10N = 185' = 3^\circ 5'$	Bánh răng vành chậu Mài dao $\Delta\alpha_1 = \tan \gamma_1 \sin \beta = 3^\circ 40' 6''$ Chọn $\Delta\alpha_1 = 3^\circ 40'$ Bánh răng quả dứa Mài dao $\Delta\alpha_2 = \tan \gamma_2 \sin \beta = 2^\circ 42' 47''$ Chọn $\Delta\alpha_2 = 2^\circ 42'$
Đầu dao	7'	
Máy	ZFTKawtsK 250x5 dùng chung	



Hình 2. Gia công các bánh răng trên máy ZFTKK250x5



Khi cắt cùng hai số hiệu dao $\Delta\alpha_1 = 3^\circ 40'$; $\Delta\alpha_2 = 2^\circ 42'$ (Phương án cắt 2)

Kiểm tra vết tiếp xúc: Trên máy kiểm tra bao hình.



Khi cắt cùng một số hiệu dao $\Delta\alpha = 3^\circ 5'$ (Phương án cắt 1)

Kết quả: Khi kiểm tra bao hình các thông số điều chỉnh dọc V_z , điều chỉnh thẳng đứng H giữ không đổi. Kết quả cho thấy như bảng 3:



Bảng 3. Kết quả kiểm tra vết tiếp xúc

Khi cắt cùng một số hiệu dao $\Delta\alpha = 3^\circ 5'$ (Phương án cắt 1)	Khi cắt cùng hai số hiệu dao $\Delta\alpha_1 = 3^\circ 40'$; $\Delta\alpha_2 = 2^\circ 42'$ (Phương án cắt 2)
- Diện tích của vết tiếp xúc nhỏ hơn khi cắt bằng 2 số hiệu dao (khoảng 50 -55%). - Vết tiếp xúc chủ yếu nằm đầu rộng. - Vết tiếp xúc trên vành chấu thì nằm ở đầu rộng, còn vết tiếp xúc trên quả dứa thì nằm ở gần với điểm ăn khớp lý thuyết. - Vết tiếp xúc phân bố trên đỉnh răng nhiều hơn ở bánh lớn. - Ở sườn răng (sườn lõm, lồi), các vết tiếp xúc trên các sườn răng này nằm lệch nhau (ở sườn lồi bánh răng quả dứa vết nằm nhiều về phần rộng của răng, ở sườn lõm vết tiếp xúc nằm gần với điểm chính giữa của sườn răng lõm).	- Diện tích của vết tiếp xúc lớn hơn khi cắt bằng 1 số hiệu dao (khoảng 60%). - Vết tiếp xúc nằm gần với điểm ăn khớp lý thuyết hơn khi cắt bằng một số hiệu dao (nằm chính giữa sườn răng hơn). - Vết tiếp xúc trên vành chấu và quả dứa nằm gần ở điểm ăn khớp lý thuyết hơn. - Vết tiếp xúc phân bố gần sát với đường côn chia hơn. - Ở sườn răng (sườn lõm, lồi), các vết tiếp xúc trên các sườn răng này nằm cân đối nhau.

4. KẾT LUẬN

- Khi cắt bằng hai số hiệu dao cho kết quả vết tiếp xúc đều hơn, tốt hơn nhiều so với khi cắt bằng một số hiệu đầu dao.

- Vết tiếp xúc được mở rộng đều hơn trên chiều cao Profile răng và điều đó giúp khả năng tải của bánh răng được cải thiện đáng kể.

- Phương pháp cắt trên một số hiệu dao đơn giản và không phải chế tạo dao nhiều. ❖

Ngày nhận bài: 17/02/2025

Ngày phản biện: 11/3/2025

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Faydor L. Litvin, “*Development of Gear technology and Theory of Gearing*”. NASA RP 1406.
- [2]. Faydor L. Litvin, Alfonso Fuentes, “*Gear Geometry and Applied Theory*”. Cambridge University Press, New York.
- [3]. Bành Tiên Long, Trần Thế Lục, Nguyễn Chí Quang, “*Công nghệ tạo hình các bề mặt dụng cụ công nghiệp*”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [4]. Bành Tiên Long, Trần Thế Lục, Trịnh Minh Tứ, “*Thiết kế dụng cụ gia công bánh răng - Tập 1, 2*”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1987.