

Bánh răng - Quy trình kiểm FZG -

Phần 2: Phương pháp kiểm tải nhiều mức A10/16,6 R/120 cho dầu bôi trơn EP cao theo quy trình FZG để xác định khả năng chịu tải tróc rỗ tương đối

Gears - FZG test procedures –

Part 2: FZG step load test method A10/16,6 R/120 for relative scuffing load-carrying capacity of high EP oils

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp kiểm bằng máy kiểm theo chu trình kín FZG¹⁾ để xác định khả năng mang tải tương đối của dầu bôi trơn EP cao dựa trên sự hư hỏng của bề mặt bánh răng do tróc rỗ. Phương pháp kiểm này là phương pháp thích hợp để đánh giá khả năng chịu tải tróc rỗ của các loại dầu thường được sử dụng cho truyền động bánh răng trụ ứng suất cao trong nhiều phương tiện vận tải và ứng dụng tĩnh. Phương pháp này không thích hợp cho việc xác định khả năng chịu tải tróc rỗ của các loại dầu sử dụng trong các truyền động bánh răng xoắn chịu tải cao.

CHÚ THÍCH : Phương pháp này tương đương về mặt kỹ thuật với các phương pháp quy định tại CEC L-84-02.

2 Tài liệu viện dẫn

Trong tiêu chuẩn có viện dẫn các tài liệu sau. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng bản dưới đây. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi.

TCVN 7577-1:2007 (ISO 1328 -1:1995), Bánh răng trụ - Hệ thống độ chính xác ISO - Phần 1: Định nghĩa và giá trị cho phép của sai lệch các mặt răng tương ứng của răng bánh răng.

¹⁾ FZG = Trung tâm nghiên cứu bánh răng, Trường Đại học kỹ thuật Munich

TCVN 7695 -2 : 2007

TCVN 7695 -1:2007 (ISO 14635 - 1:2000), Bánh răng - Quy trình thử FZG - Phần1: Phương pháp thử A/8,3/90 cho dầu bôi trơn theo quy trình FZG để xác định khả năng chịu tải tróc rỗ tương đối

TCVN 6910 -2:2001 (ISO 5725-2), Độ chính xác của phương pháp đo và kết quả đo - Phần 2: Phương pháp cơ bản để xác định tính lặp lại và sự tái tạo lại của phương pháp đo tiêu chuẩn.

ISO 4287, Geometrical Product Specifications (GPS) - Surface texture: Profile method - Terms, definitions and surface texture parameters (Đặc tính hình học của sản phẩm – Nhám bề mặt: Phương pháp prôfin - Thuật ngữ, định nghĩa và các thông số nhám bề mặt).

ISO 4964, Steel - Hardness conversions (Thép - Chuyển đổi độ cứng).

ASTM D 235, Specification for Mineral Spirits (Petroleum Spirits) (Hydro-carbon Dry Cleaning Solvent) (Quy định kỹ thuật về cồn khoáng (cồn có nguồn gốc dầu mỏ) (Dung môi hydro-carbon làm sạch bằng phương pháp khô).

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau đây :

3.1

Tróc rỗ (Scuffing)

Dạng hư hỏng bề mặt răng bánh răng đặc biệt nghiêm trọng dẫn đến việc xuất hiện sự kẹt hoặc kẹt cứng các vùng của bề mặt răng do không có hoặc hỏng màng dầu bôi trơn giữa các mặt răng tiếp xúc của các bánh răng ăn khớp với nhau thường do nhiệt độ cao và áp suất cao gây ra.

CHÚ THÍCH 1: Tróc rỗ thường xảy ra khi tốc độ trượt trên bề mặt cao và cũng có thể xảy ra ở tốc độ trượt tương đối giữa hai bề mặt thấp khi các áp lực bề mặt răng đủ lớn hoặc thường do tải trọng không đều và hình dạng bề mặt gồ ghề ở các vùng riêng rẽ.

3.2

Khả năng chịu tải tróc rỗ (Scuffing load-carrying capacity)

<của dầu bôi trơn> tải trọng lớn nhất có thể chịu được trong tập hợp các điều kiện xác định.

CHÚ THÍCH: Đó là mức tải nhỏ nhất tại đó đạt tới chỉ tiêu hư hỏng nêu ở Điều 4. Xem Bảng 1.

3.3

Điều kiện kiểm A10/16,6 R/120 theo quy trình FZG (FZG test condition A10/16,6 R/120)

Điều kiện kiểm trong đó A10 là dạng răng cụ thể của bánh răng kiểm theo các Bảng 2 và Bảng 3, 16,6 là tốc độ tại vòng tròn chia, tính bằng m/s, "R" biểu thị hướng đảo chiều quay (Bánh răng lớn dẫn động bánh răng nhỏ) và 120 là nhiệt độ ban đầu của dầu, tính bằng độ C, kể từ mức tải 4 trở đi trong bình hứng dầu

3.4

Mức tải gây hư hỏng (Failure load stage)

Mức tải đạt được khi tổng hư hỏng của 16 răng bánh răng nhỏ vượt quá 100 mm² trên tổng diện tích bị hư hỏng.

CHÚ THÍCH: Xem Điều 4 và Bảng 1.

3.5**Dầu EP cao (High EP oils)**

Dầu bôi trơn chứa phụ gia hoá học thích hợp cho việc nâng cao khả năng chịu tải tróc rỗ.

CHÚ THÍCH 1: EP = áp suất cực trị

CHÚ THÍCH 2: Các loại dầu này thường vượt những giới hạn của phép kiểm theo quy trình FZG quy định tại TCVN 7695-1

4 Chỉ tiêu hư hỏng

Nguy cơ hư hỏng do tróc rỗ thay đổi theo tính chất của vật liệu bánh răng, loại dầu bôi trơn được sử dụng, độ nhám của mặt răng, vận tốc trượt và tải trọng. Hệ quả của tróc rỗ có xu hướng làm tăng cao mức tải trọng động do sự gia tăng rung thường dẫn đến sự hư hỏng tiếp tục do tróc rỗ, bề mặt răng bị rỗ hoặc răng bị gãy.

Do cấu trúc cụ thể của bánh răng và các tải trọng kiểm được sử dụng, vùng giao nhau bị ảnh hưởng thường ở đỉnh của răng bánh răng nhỏ và chân răng của bánh răng đối tiếp. Vùng này thường có độ dài 1 mm (hướng profin) trên bánh răng nhỏ và kéo qua toàn bộ bề rộng mặt răng. Ví dụ về các mức hư hỏng khác nhau xuất hiện trong phép kiểm này được nêu tại Phụ lục A. Hiệu ứng của hư hỏng bề mặt tại hai vùng này như sau:

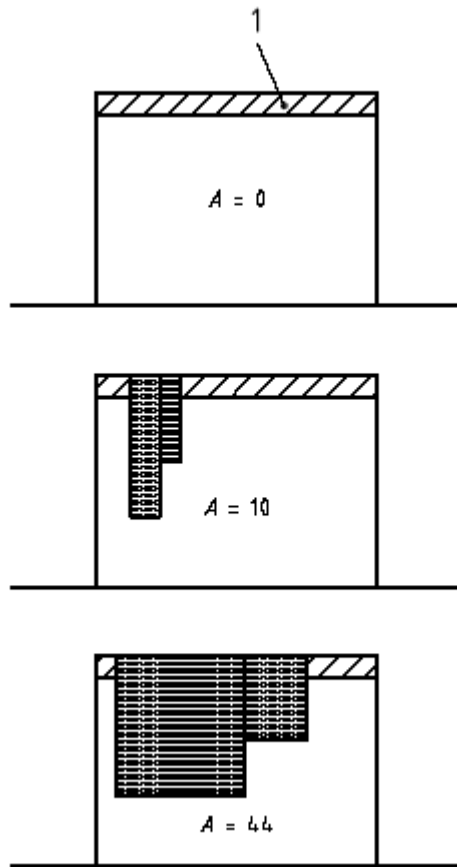
- a) Để đánh giá sự tróc rỗ bằng mắt, không đánh giá vùng có chiều dài 1mm trên đỉnh răng bánh răng nhỏ cho đến khi sự hư hỏng mở rộng ra bên dưới mức này. Vùng hư hỏng được đánh giá thể hiện là tổng diện tích bị tróc rỗ trên toàn bộ 16 răng của bánh răng (xem Hình1). Mức tải hư hỏng đạt tới khi tổng hư hỏng đối với 16 răng bánh răng vượt quá 100 mm² trên tổng diện tích bị hư hỏng.
- b) Đối với phép kiểm hợp lệ, bánh răng phải được kiểm tra bằng mắt về mòn quá mức sau mỗi mức tải vì điều này có thể làm thay đổi kết quả của phép kiểm. Nếu có bằng chứng về mòn trên chiều cao chân răng của bánh răng lớn, khi đó bánh răng phải được cân để xác định khối lượng chính xác đến mg gần nhất (0,001g) [Xem d) trong Phụ lục A]. Phép kiểm chỉ có thể được coi là hợp lệ khi sự mất mát khối lượng $\leq 20\text{mg}$: nếu sự mất mát khối lượng của bánh răng lớn vượt quá 20mg thì phép kiểm phải được coi là không hợp lệ. Xem Bảng 1.

Bảng 1 - Các chỉ tiêu của phép kiểm

Vùng bị hư hỏng của bánh răng nhỏ, A mm ²	Độ mòn của bánh răng lớn Δm mg	Kết quả
≤ 100	≤ 20	Đạt
≤ 100	> 20	Không hợp lệ ^{a)}
> 100	Không yêu cầu	Không đạt

^{a)} Có thể không công bố về tải trọng rỗng.

Diện tích tính bằng milimét vuông



CHÚ DẪN:

1 vùng loại trừ (1 mm)

Hình 1 – Biểu đồ về xác định mức độ hư hỏng của bánh răng nhỏ

5 Mô tả tóm tắt về phương pháp kiểm

5.1 Nguyên tắc chung

Một bộ bánh răng kiểm quy định tại Bảng 2 và Bảng 3 được vận hành với dầu bôi trơn tại tốc độ không đổi với số vòng quay xác định và sử dụng chế độ nhúng ngập trong dầu bôi trơn. Đặt tải trên răng bánh răng tăng lên theo các bước kiểm mô tả tại Bảng 4. Bắt đầu từ mức tải 4, nhiệt độ ban đầu của dầu được kiểm soát trong khoảng từ 117 °C đến 123 °C. Trong thời gian kiểm của mỗi mức tải, cho phép nhiệt độ của dầu tăng tự do. Sau mức tải 5, kiểm tra sự hư hỏng bề mặt răng của bánh răng nhỏ tại lúc kết thúc của mỗi mức tải và ghi lại các thay đổi trên bề mặt ngoài. Phép kiểm được coi là hoàn thành khi các chỉ tiêu về hư hỏng đã được đáp ứng hoặc khi mức tải 10 đã được hoàn thành mà không đáp ứng được những chỉ tiêu về hư hỏng này.

Người thực hiện phép kiểm có trách nhiệm bảo đảm tuân thủ các yêu cầu quy định về pháp luật hiện hành có liên quan.

CHÚ THÍCH : Phương pháp kiểm này yêu cầu bất cứ người nào tiến hành công việc kiểm phải được đào tạo hoặc có kiến thức, trình độ thích hợp về thực hành kỹ thuật và thực hành kiểm hoặc tiến hành kiểm dưới sự giám sát trực tiếp của người đáp ứng yêu cầu nêu trên.

CẢNH BÁO : Khi thực hiện phép kiểm, các trục dài đã được chất tải và các bánh răng kiểm chịu ứng suất cao sẽ quay với vận tốc cao, do đó phải thực hiện những biện pháp phòng ngừa cần thiết để bảo vệ những người ở vị trí xung quanh.

Đặc biệt lưu ý đến biện pháp chống ồn.

5.2 Độ chính xác

Độ chính xác của phương pháp này được đánh giá theo TCVN 6912-2 với 2 loại dầu chuẩn. Mức tải gây hư hỏng của các loại dầu này nằm trong phạm vi từ mức tải 5 đến mức 10 cho bước kiểm tải.

Các giá trị của độ lặp lại (r) và độ tái tạo lại (R) quy định tại TCVN 6912-2 cho quy trình kiểm này là:

Mức tải $r = 1$;

Mức tải $R = 2$.

6 Vật liệu kiểm

6.1 Bánh răng kiểm

Sử dụng một cặp bánh răng loại "A10" có tính năng kỹ thuật theo Bảng 2 và Bảng 3 để kiểm. Mỗi cặp bánh răng kiểm có thể sử dụng 2 lần để kiểm, sử dụng cả hai mặt răng làm mặt răng chịu tải.

6.2 Dung môi làm sạch

Cần có nguồn gốc từ dầu mỏ phù hợp với ASTM D 235.

Bảng 2 - Đặc điểm của các bánh răng loại A10 kiểm theo quy trình FZG

Kích thước		Ký hiệu	Trị số	Đơn vị
Khoảng cách trục		a	91,5	mm
Chiều rộng vành răng	Bánh răng nhỏ	b_1	10	mm
	Bánh răng lớn	b_2	20	mm
Đường kính vòng lăn	Bánh răng nhỏ	d_{w1}	73,2	mm
	Bánh răng lớn	d_{w2}	109,8	mm
Đường kính vòng đỉnh răng	Bánh răng nhỏ	d_{a1}	88,77	mm
	Bánh răng lớn	d_{a2}	112,5	mm
Mô đun		m	4,5	mm
Số răng	Bánh răng nhỏ	z_1	16	
	Bánh răng lớn	z_2	24	
Hệ số dịch chỉnh prôphin	Bánh răng nhỏ	x_1	0,853 2	
	Bánh răng lớn	x_2	- 0,50	
Góc áp lực		α	20	độ
Góc áp lực làm việc		α_w	22,5	độ
Vận tốc dài theo đường kính vòng lăn		v_w	16,6	m/s
Chiều cao ăn khớp đầu răng	Bánh răng nhỏ	e_{a1}	14,7	mm
	Bánh răng lớn	e_{a2}	3,3	mm
Tốc độ trượt tại đỉnh răng	Bánh răng nhỏ	v_{ga1}	11,16	m/s
	Bánh răng lớn	v_{ga2}	2,50	m/s
Hệ số trượt tại đỉnh răng	Bánh răng nhỏ	ζ_{E1}	0,86	
	Bánh răng lớn	ζ_{A2}	0,34	
Hệ số trượt tại chân răng	Bánh răng nhỏ	ζ_{A1}	- 0,52	
	Bánh răng lớn	ζ_{E2}	- 5,96	
Ứng suất tiếp xúc Hertz		p_c	$20,8 \sqrt{F_{nt} a}$	N/mm ²
a) F_{nt} = Tải trọng danh nghĩa tính bằng Newton (xem Bảng 3)				

Bảng 3 - Đặc điểm chế tạo của các bánh răng loại A10 kiểm theo quy trình FZG

Vật liệu	<p>Thép thấm cac bon có độ thấm tới đến 2/3 của dải khuếch tán</p> <p>Thành phần vật liệu:</p> <p>C = 0,13 % đến 0,20 % Mo = 0,12 % (tối đa)</p> <p>Si = 0,40 % (tối đa) Ni = 0,30 % (tối đa)</p> <p>Mn = 1,00 % đến 1,30 % Al = 0,02 % đến 0,05 %</p> <p>P = 0,025 % (tối đa) B = 0,001 % đến 0,003 %</p> <p>S = 0,020 % đến 0,035 % Cu = 0,30 % (tối đa)</p> <p>Cr = 0,80 % đến 1,30 %</p>
Nhiệt luyện	<p>Các bánh răng kiểm được thấm cacbon và tôi bề mặt, làm cứng vỏ hộp. Chiều sâu của lớp thấm tôi có độ cứng 550 HV10 phải từ 0,6 mm đến 0,9 mm. Độ cứng bề mặt sau khi tôi: 60 HRC đến 62 HRC, sức bền tại lõi ở chân bánh răng: từ 1.000 N/mm² đến 1.250 N/mm² (độ cứng Brinen xác định theo ISO 4964).</p> <p>Auxtenit còn lại thường là 20 %.</p>
Cấp chính xác của bánh răng	Q5 theo TCVN 7577-1
Độ nhám trung bình số học của mặt răng R_a	<p>Ra được xác định riêng biệt cho mặt răng phải và mặt răng trái, được đo tại 3 mặt răng đối với mỗi bánh răng ở giữa chiều cao răng song song với đường sinh của mặt trụ chia (đường lẩn); các thông số đo theo ISO 4287:</p> <p>Chiều dài đo được $l_t = 4,8$ mm,</p> <p>Chiều dài cắt đi $\lambda_c = 0,8$ mm;</p> <p>Vận tốc $v_t = 0,5$ mm/s;</p> <p>sử dụng dụng cụ chặn.</p> <p>Độ nhám trung bình (với loạt chế tạo có tối thiểu là 100 bánh răng)</p> <p>Bánh răng nhỏ: $R_a = 0,35 \mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$</p> <p>Bánh răng lớn: $R_a = 0,30 \mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$</p> <p>Độ nhám tối đa (trung bình của 3 phép đo theo phương pháp đã được mô tả và có giá trị đối với 95 trong số 100 bánh răng được kiểm).</p> <p>Bánh răng nhỏ và bánh răng lớn $R_a = 0,5 \mu\text{m}$</p>
Mài	Mài chéo chữ chi (phương pháp 15 ⁰), tốc độ của đầu mài 154 vòng/min
Biến thể mặt răng	Không

7 Thiết bị

7.1 Thiết bị kiểm bánh răng trụ răng thẳng theo quy trình FZG

7.1.1 Máy kiểm bánh răng trụ thẳng theo quy trình FZG vận dụng nguyên lý chu trình kín, còn được gọi là dạng khối vuông, để tạo mô men xoắn (tải) cố định đối với cặp bánh răng kiểm độ chính xác. Sơ đồ của thiết bị kiểm được nêu ở các Hình 2 và 3. Hộp số chủ động và hộp số kiểm được kết nối với nhau thông qua hai trục xoắn. Trục 1 gồm khớp nối chất tải được dùng để tạo ra mô men xoắn thông qua việc sử dụng các tải trọng đã biết quy định trong Bảng 4 treo trên cần (giá) đặt tải.

7.1.2 Hộp số kiểm gồm các chi tiết gia nhiệt để duy trì và kiểm soát nhiệt độ tối thiểu của dầu. Một bộ cảm biến nhiệt độ đặt ở bên cạnh hộp số kiểm được sử dụng để kiểm soát hệ thống gia nhiệt đúng theo yêu cầu của điều kiện tiến hành kiểm.

7.1.3 Máy kiểm được dẫn động bởi động cơ điện có công suất tối thiểu là 7,4 kW với vận tốc khoảng 2.900 vòng/min. Hướng truyền động theo chiều ngược lại (ngược chiều kim đồng hồ khi nhìn vào trục động cơ), nghĩa là bánh răng truyền động cho bánh răng nhỏ như nêu ở Hình 3. Đây là chiều quay ngược với chiều quy định tại TCVN 7695-1.

7.2 Thiết bị gia nhiệt

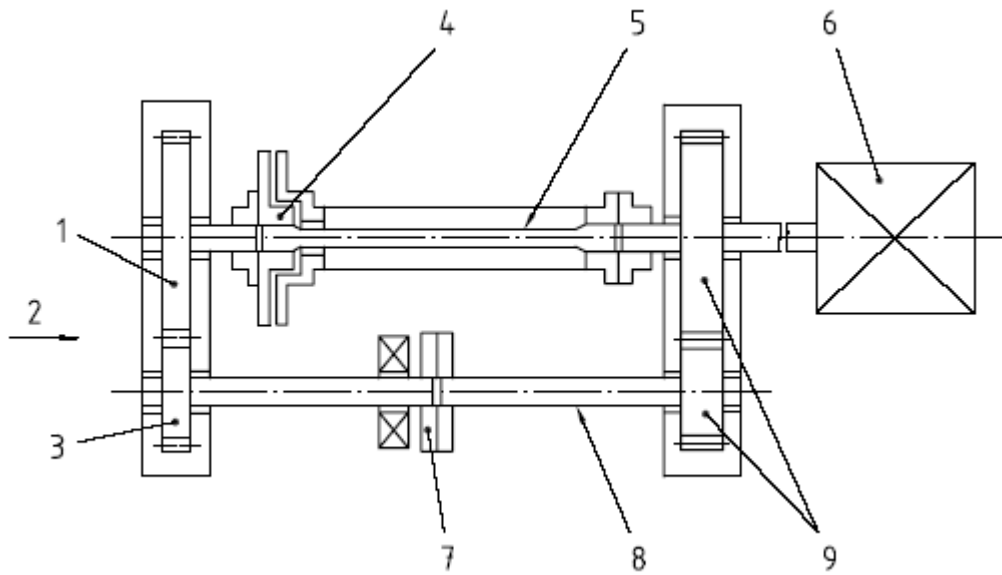
Cần có một lò hoặc thiết bị gia nhiệt thích hợp để sấy nóng các bánh răng kiểm đến nhiệt độ từ 60°C đến 80°C khi lắp với các trục.

7.3 Bộ đếm số vòng quay

Phải sử dụng một bộ đếm số vòng quay thích hợp để kiểm soát số vòng quay trong từng mức tải (chu kỳ) của phép kiểm. Bộ đếm này cần có khả năng tắt máy kiểm khi đạt số vòng quay thích hợp.

7.4 Cân

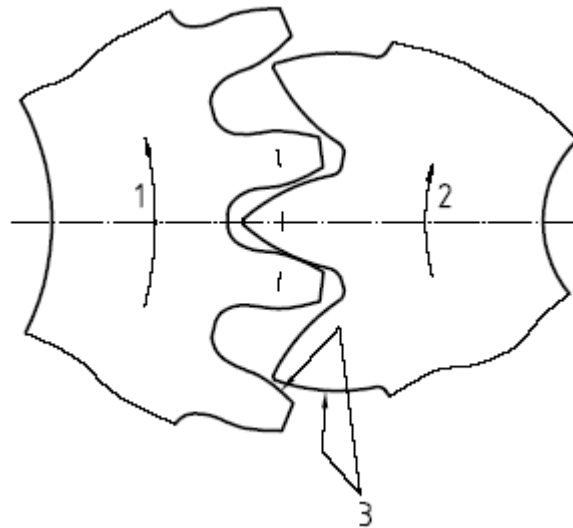
Sử dụng cân thích hợp có khả năng cân tối thiểu là 1,3kg và có độ chính xác đến 0,001g gần nhất để xác định khối lượng của bánh răng kiểm.



CHÚ DẪN:

- | | |
|-----------------------|---------------------------------|
| 1 Bánh răng lớn | 6 Động cơ dẫn động |
| 2 Hình chiếu A | 7 Khớp nối chất tải |
| 3 Bánh răng nhỏ | 8 Trục 1 |
| 4 Khớp đo mô men xoắn | 9 Bánh răng của hộp số chủ động |
| 5 Trục 2 | |

Hình 2 - Sơ đồ máy kiểm bánh răng theo quy trình FZG



CHÚ DẪN:

- | |
|---------------------|
| 1 Bánh răng lớn |
| 2 Bánh răng nhỏ |
| 3 Mặt răng làm việc |

Hình 3 - Lắp đặt các bánh răng loại A10 kiểm theo quy trình FZG (hình chiếu A)

8 Chuẩn bị kiểm

- 8.1** Đồ cần có nguồn gốc dầu mỡ vào hộp số kiểm hai lần để đảm bảo rằng các ổ trượt được làm sạch dầu và sấy khô bằng luồng không khí khô.
- 8.2** Làm sạch các bánh răng kiểm trong cần có nguồn gốc dầu mỡ và sấy khô, sử dụng găng tay bảo hộ.
- 8.3** Kiểm tra các bánh răng bằng mắt thường xem có bị mòn, gỉ sét hoặc hư hỏng gì không. Loại bỏ các bánh răng bị hư hỏng.
- 8.4** Cân bánh răng với độ chính xác đến 0,001g gần nhất.
- 8.5** Để lắp dễ hơn, sấy nóng các bánh răng đến nhiệt độ từ 60⁰ C đến tối đa 80⁰ C bằng thiết bị gia nhiệt thích hợp.
- 8.6** Lắp hộp số kiểm (không lắp nắp đậy) bằng bánh răng nhỏ vào trục 1 (bên tay phải) và lắp bánh răng lớn vào trục 2 (bên tay trái) khi nêu tại Hình 3.
- 8.7** Bật van xả sang vị trí đóng.
- 8.8** Đổ 1,25 lít dầu kiểm vào hộp số kiểm.
- 8.9** Bật thiết bị gia nhiệt.
- 8.10** Lắp và kẹp chặt nắp hộp số kiểm.
- 8.11** Chốt tải mức tải 12 xem TCVN 7695-1 bằng cách sử dụng vị trí có bán kính 0,5 m (xem Bảng 3) trong 2 min đến 3 min mà không cho chạy động cơ để đưa các bánh răng kiểm và các khe hở của hệ thống vào đúng vị trí làm việc .

9 Quy trình kiểm

- 9.1** Chốt tải mức tải thứ nhất (xem Bảng 4). Vận dụng các điều kiện nêu trong Bảng 5, khởi động động cơ, bật thiết bị gia nhiệt và cho trục động cơ chạy 21.700 vòng (khoảng 7,5 min). Lắp lại quá trình cho các mức tải 2 và 3.
- 9.2** Khi kết thúc mức tải 4, đảm bảo rằng nhiệt độ dầu trong hộp số kiểm trong khoảng từ 117⁰ C đến 123⁰ C như quy định tại Bảng 5.
- 9.3** Khi kết thúc mức tải 4, kiểm tra bánh răng nhỏ xem có bị hư hỏng gì không mà không tháo bánh răng kiểm. Ghi lại trạng thái của răng, tham khảo các ví dụ nêu ở Hình 1 và Phụ lục A. Nếu không đạt được các chỉ tiêu hư hỏng thì tiếp tục phép kiểm.
- 9.4** Nếu tiếp tục phép kiểm đến mức tải cao hơn tiếp sau, đảm bảo rằng nhiệt độ dầu trong hộp số kiểm trong khoảng từ 117⁰ C đến 123⁰ C. Điều này có thể thực hiện bằng cách sử dụng nước làm mát.

Khi nhiệt độ hạ thấp đến khoảng từ 117 °C đến 123 °C, có thể tiếp tục phép kiểm. Không được ngừng làm mát bằng nước trong suốt quá trình kiểm.

9.5 Tiếp tục phép kiểm với các mức tải tiếp sau (Bảng 4), kiểm tra toàn bộ răng bánh răng nhỏ sau mỗi mức tải và làm nguội đến khoảng từ 117 °C đến 123 °C như quy định tại 9.4 trước khi tiến hành mức tải cao hơn tiếp sau.

9.6 Quy trình kiểm này được tiếp tục cho đến khi đạt được mức tải gây hư hỏng theo quy định tại Điều 4 nhưng nếu sự hư hỏng không thích hợp (tróc rỗ < 100 mm²) xảy ra thì ngừng phép kiểm khi kết thúc mức tải 10.

9.7 Nếu máy kiểm bị ngừng vào lúc kết thúc mức tải vì bất kỳ lý do nào trong quá trình kiểm, trong khoảng thời gian trước khi phép kiểm kết thúc và nhiệt độ dầu kiểm hạ thấp xuống dưới 117 °C, tiến hành những công việc sau đây trước khi tiếp tục lại phép kiểm:

- a) Chất tải mức tải 1, khởi động động cơ, bật thiết bị gia nhiệt và chạy thiết bị này cho đến khi nhiệt độ dầu đạt nhiệt độ trong khoảng từ 117 °C đến 123 °C;
- b) Dừng động cơ, tắt thiết bị gia nhiệt và chất tải tiếp sau khi máy kiểm đã ngừng làm việc;
- c) Tiếp tục phép kiểm theo quy định tương ứng tại 9.5 và 9.6.

9.8 Khi kết thúc phép kiểm, cân bánh răng với độ chính xác đến 0,001 mg gần nhất và tính toán sự mất mát khối lượng, Δ m.

Bảng 4 - Các mức tải theo quy trình FZG

Mức tải Số.	Mô men xoắn bánh răng nhỏ N·m	Tải danh nghĩa của răng N	Ứng suất Hert tại tâm ăn khớp N/mm ²	Khớp nối chất tải được đặt tải với:
1	3,3	99	206	H ₁
2	13,7	407	417	H ₂
3	35,3	1 044	670	H ₂ + K
4	60,8	1 799	878	H ₂ + K + W ₁
5	94,1	2 786	1093	H ₂ + K + W ₁ + W ₂
6	135,5	4 007	1314	H ₂ + K + W ₁ + W ₂ + W ₃
7	183,4	5 435	1527	H ₂ + K + W ₁ + W ₂ + W ₃ + W ₄
8	239,3	7 080	1730	H ₂ + K + W ₁ + W ₂ + W ₃ + W ₄ + W ₅
9	302,0	8 949	1960	H ₂ + K + W ₁ + W ₂ + W ₃ + W ₄ + W ₅ + W ₆
10	372,6	11 029	2176	H ₂ + K + W ₁ + W ₂ + W ₃ + W ₄ + W ₅ + W ₆ + W ₇

Các móc treo tải phải được đặt tại vị trí bán kính 0,5 m.

H₁ = tay đòn tải H₁ (nhẹ)

H₂ = tay đòn tải H₂ (nặng, mức 0,5 m)

K = thanh đỡ tải

W₁ đến W₇ = các tải để chất tải

Bảng 5 - Điều kiện kiểm

Thời gian chịu tải cho mỗi mức tải:	21.700 vòng quay của động cơ (khoảng 7,5 min)
Tốc độ động cơ:	2.910 vòng/min \pm 3 %
Chiều quay:	Ngược chiều kim đồng hồ ^a
Nhiệt độ ban đầu của dầu khi bắt đầu mức tải 4 và mỗi mức tải tiếp sau:	(120 \pm 3) °C
^a Chiều quay của bánh răng được nêu tại Hình 3.	

10 Lập báo cáo kết quả

Lập báo cáo về mức tải và mô men xoắn tương ứng tại bánh răng nhỏ gây hư hỏng như quy định tại Điều 4. Nêu rõ các điều kiện kiểm là A10/16,6 R/120. Nếu phép kiểm hoàn thành mà không có hư hỏng nào thì ghi rõ trong báo cáo "Mức tải gây hư hỏng lớn hơn 10" và sự mất mát khối lượng, tính bằng mg. Nếu phép kiểm bị dừng lại do tróc rỗ trước khi đạt đến mức tải 5 thì ghi rõ trong báo cáo "mức tải gây hư hỏng nhỏ hơn 5". Ví dụ về các trường hợp hợp lệ của phép kiểm, xem Bảng 6.

Bảng 6 - Các kết quả ví dụ về điều kiện kiểm

Ví dụ	1	2	3
Mức tải gây hư hỏng	8	> 10	-
Mất mát khối lượng bánh răng lớn sau mức tải 10	-	16 mg	30 mg
Tính hợp lệ của phép kiểm	Hợp lệ	Hợp lệ	Không hợp lệ

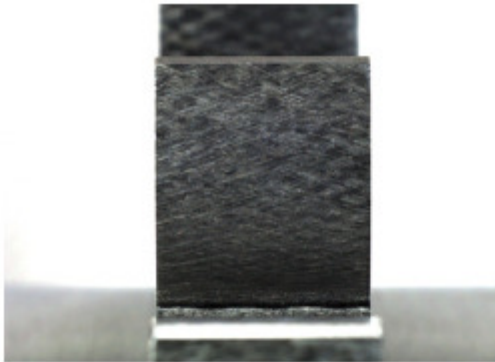
Các thay đổi cũng có thể được ghi lại bằng phương pháp chụp ảnh. Trong báo cáo kiểm cần nêu rõ các thông tin liên quan đến sự ăn mòn hoặc gỉ sét (xem Phụ lục B).

Phụ lục A

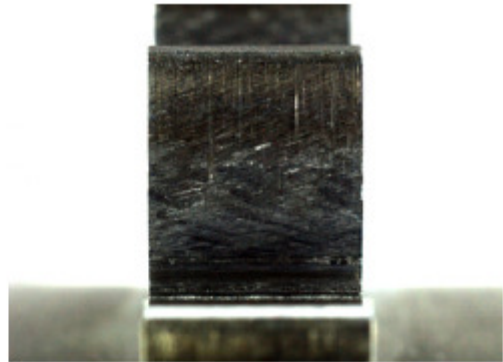
(tham khảo)

Các thay đổi trên mặt răng bánh răng kiểu A10 kiểm theo quy trình FZG

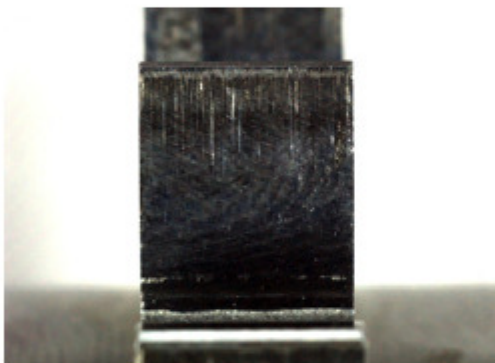
(các hư hỏng của mặt răng)



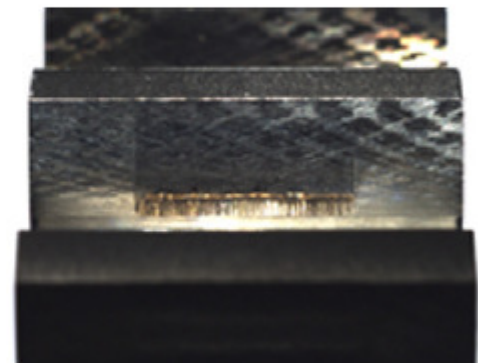
a) Mặt răng của bánh răng nhỏ mới



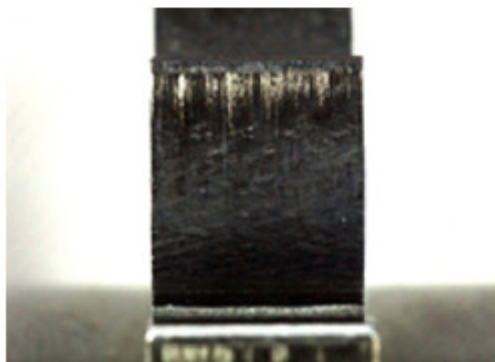
b) Không bị hư hỏng



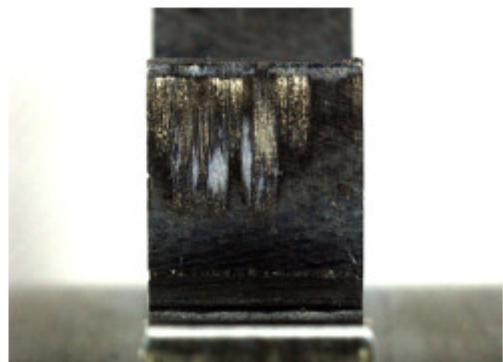
c) Không bị hư hỏng



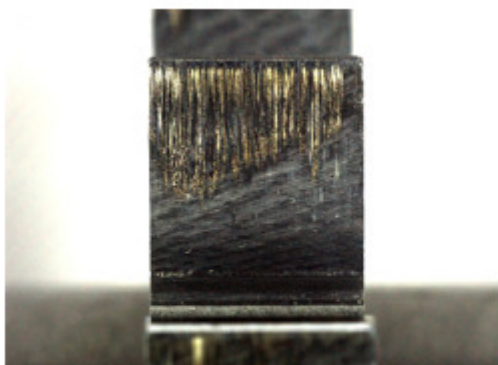
d) Dấu hiệu mòn trên chiều cao chân răng bánh răng: phép thử không hợp lệ nếu sự mất mát khối lượng > 20 mg



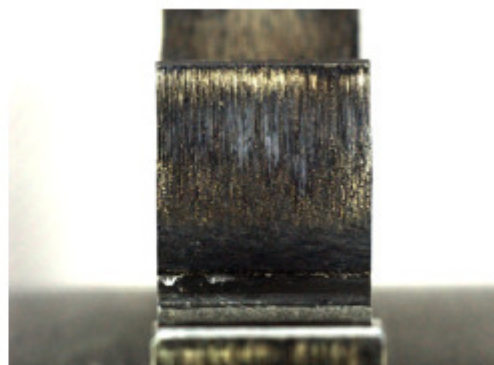
e) $A = 16 \text{ mm}$



f) $A = 40 \text{ mm}^2$



g) $A = 45 \text{ mm}^2$



h) $A = 70 \text{ mm}^2$

Phụ lục B

(tham khảo)

Mẫu báo cáo kiểm theo quy trình FZG**Tên công ty****Lô gô công ty**

TCVN 7695 -2:2007

(ISO 14635 - 2:2000)

Bánh răng - Quy trình kiểm FZG -

Phần 2: Phương pháp kiểm tải nhiều mức A10/16,6 R/120 cho dầu bôi trơn EP cao theo quy trình FZG để xác định khả năng chịu tải tróc rỗ tương đối

BÁO CÁO KIỂM

Dầu bôi trơn:.....

Nguồn gốc:

Số hiệu Phép kiểm theo quy trình FZG:

Số hiệu Bánh răng kiểm theo quy trình FZG:

Mặt bánh răng kiểm theo quy trình FZG:

KẾT QUẢ KIỂM:

Phép kiểm hợp lệ (Hợp lệ/Không hợp lệ):

Mức tải gây hư hỏng:

Mô men xoắn T_1 tại bánh răng nhỏ tại mức tải gây hư hỏng:..... N.m

Sự mất mát khối lượng của bánh răng lớn vào cuối mức tải 10 mg

Ghi chú:

.....

Ngày tháng năm:**Ký tên:**

Phụ lục C

(tham khảo)

Danh mục kiểm tra cho bảo dưỡng thiết bị kiểm bánh răng theo quy trình FZG

C.1 Xác nhận sự hư hỏng

C.1.1 Phân bố các dấu hiệu tróc rỗ

Chỉ báo về bảo dưỡng máy kiểm thường được thể hiện bởi sự phân bố các dấu hiệu tróc rỗ ngang qua chiều rộng mặt răng của mỗi răng bánh răng và xung quanh chu vi sau mỗi phép kiểm dầu bánh răng.

Sự phân bố không đồng đều các dấu hiệu tróc rỗ ngang qua chiều rộng mặt răng biểu thị sự phân bố tải trọng không đồng đều và do các biến dạng đàn hồi nên điều này thường xảy ra tại các mức tải thấp chứ ít khi xảy ra tại các mức tải cao. Hình C.1 cho thấy sự phân bố các dấu hiệu tróc rỗ ứng với trường hợp hoạt động tốt của bánh răng cũng như trường hợp không thẳng hàng và trường hợp lỗi do lệch, đảo.

C.1.2 Dạng tiếp xúc răng

Theo thời gian (ví dụ: sau mỗi chu kỳ gồm 20 phép kiểm) hoặc sau khi chỉ báo về phân bố tải không đồng đều, cần kiểm tra dạng tiếp xúc răng của bánh răng bằng cách sử dụng muội than hoặc phẩm màu xanh phổ (xanh đậm). Trong điều kiện không tải, dạng tiếp xúc răng bánh răng cần phân bố đều và cần phủ 70 % hoặc lớn hơn diện tích mặt răng làm việc.

C.1.3 Kiểm bằng dầu chuẩn

Theo thời gian (ví dụ: sau phép kiểm thứ 40), nên thực hiện phép kiểm lặp lại về tróc rỗ bằng ít nhất là một trong số hai loại dầu chuẩn. Các sai lệch so với mức tải tróc rỗ điển hình của dầu chuẩn, độ phân tán cao giữa hai phép kiểm này và sự gia tăng hoặc suy giảm thường xuyên của mức tải tróc rỗ khi so sánh với các phép kiểm dầu chuẩn trước đây có thể chỉ báo sự không phù hợp chức năng của dầu được sử dụng.

Các tổ chức liên quan trong đó có CEC đã xác định các loại dầu chuẩn dùng để kiểm so sánh.

C.1.4 Các biểu hiện khác

Cần kiểm tra các yếu tố khác như: tiếng ồn, rung, nhiệt độ, độ gợn của ổ lăn, độ mòn, v.v..

C.2 Các bộ phận cần bảo dưỡng

C.2.1 Hộp số kiểm

C.2.1.1 Trục

Ổ lăn phải được lắp ép nóng nhẹ với trục. Ổ lăn không được trượt trên hoặc ra ngoài trục tại cùng một nhiệt độ (xung quanh) của ổ lăn và trục. Biểu hiện của việc lắp lỏng theo chu vi hoặc các dấu vết xước đều trên trục và đường kính bên trong của ổ khi vòng trong của ổ lăn bị trượt trên trục trong quá trình làm việc.

Các bánh răng phải được lắp ép nóng nhẹ với trục. Các bánh răng không được trượt nhẹ trên hoặc ra ngoài trục tại cùng một nhiệt độ của bánh răng và trục. Sự ăn mòn nhẹ trên các trục không gây hư hỏng trục và có thể làm nhẵn trục, ví dụ, bằng cách mài bóng lớp crôm. Không cho phép có các dấu hiệu mòn nhìn thấy được trên trục.

Các trục làm bằng crôm cứng có khuynh hướng bị nứt vỡ tại vùng lân cận các then. Cho phép có vết nứt dọc then với chiều rộng đến 5 mm.

Rãnh mòn nhìn thấy được phía dưới vòng vít của trục dẫn đến sự rò rỉ ngay cả khi các vòng vít đã được thay thế.

C.2.1.2 Ổ lăn

Các ổ lăn phải có độ gờ nhỏ thích hợp. Thời gian sử dụng ổ lăn thường không bị giới hạn bởi sự rỗ nhưng sẽ bị ảnh hưởng do bị mòn quá mức quy định.

Ổ lăn phải được lắp ép nóng nhẹ với trục (xem thêm C.2.1.1) và lắp trượt với khe hở nhỏ trên lỗ (xem C.2.1.5).

C.2.1.3 Then

Các then không được mòn hoặc bị biến dạng dẻo. Chúng phải được lắp khớp vào trục với khe hở nhỏ, không cho phép then bị nghiêng trên trục.

C.2.1.4 Vòng đệm

Vòng đệm giữa các ổ lăn và bánh răng cần được tôi cứng và phải mài phẳng. Bề mặt của chúng không được có dấu hiệu bị ăn mòn hoặc bị xước cũng như không được có vết rạch hoặc gờ sắc.

Do kết cấu của ổ lăn, ống lót hoặc vòng đệm quá rộng có thể gây ra lực nén trong các ổ lăn.

Kiểm sự quay dễ dàng các trục của máy không chịu tải, kiểm tra lực hướng trục của các vòng cách bên trong của ổ lăn. Kiểm tra nhiệt độ trong bình hứng dầu sau mỗi mức tải của phép kiểm tiêu chuẩn A/8,3/90; thường nhiệt độ không được quá 90⁰ trong sáu mức tải đầu.

C.2.1.5 Hộp số và nắp trước

Vòng ngoài của ổ lăn trong hộp số và nắp trước phải có độ trượt song không được có khe hở hướng tâm nhìn thấy được.

Bề mặt làm kín (bên ngoài và bên trên, hộp số và nắp đậy) phải phẳng mà không được có gờ sắc hoặc vết xước. Nhất thiết không được để bề mặt làm kín bị bẩn trong quá trình lắp ráp.

TCVN 7695 -2 : 2007

Toàn bộ các đường ren trong hộp số đều phải ở trạng thái làm việc tốt.

C.2.1.6 Vòng vít

Trong trường hợp rò rỉ, kiểm tra các vòng vít và vòng chặn vòng vít trên các trục (xem C.2.1.1). Các vòng vít không được trượt trên trục với các rãnh then không được bảo vệ; nếu không vành vít có thể bị phá huỷ.

C.2.2 Trục nối và bích nối

C.2.2.1 Khớp nối chất tải

Hai nửa của khớp nối chất tải phải dễ dàng vận được vào nhau. Nếu không thể vận được vào nhau thì cần kiểm tra then định tâm của các trục, bề mặt của khớp nối chất tải và rãnh dẫn hướng chữ T của các bu lông. Cạo gỉ và tra dầu các bộ phận nếu cần thiết.

Vặn chặt các bu lông bằng chia vận có đồng hồ chỉ thị mô men xoắn với lực $T = 100N.m$. Thay thế ngay các bu lông bị hỏng. Không vận hành thiết bị trong tình trạng thiếu bu lông.

C.2.2.2 Thiết bị đo mô men xoắn

Phải dễ quay với ma sát thấp. Kiểm tra ổ lăn trong khớp nối đo.

Ổ lăn không được có dấu hiệu gợn sâu. Ổ lăn phải trượt dễ dàng, do đó cần kiểm tra trạng thái bôi trơn.

C.2.2.3 Ổ đỡ của khớp nối chất tải

Kiểm tra để đảm bảo sự chuyển động không ma sát và sự bôi trơn đúng quy định. Chỉ thay đổi trong trường hợp thực cần thiết.

C.2.2.4 Trục xoắn

Chỉ thực hiện việc thay thế khi có biến dạng dẻo.

Sau khi bị gãy răng của bánh răng hoặc quá tải, phải kiểm tra trục xoắn về sự thẳng hàng của các rãnh then.

Kiểm tra sự lắp chặt các vít của ống ở trên trục xoắn.

C.2.2.5 Bích

Tất cả các mặt bích cần được lắp ép nhẹ trên trục. Cho phép sử dụng các bích bị gỉ chút ít.

C.2.3 Hộp số chủ động

Đối với các trục, vòng vít, then, v v... , xem C.2.1.

C.2.3.1 Bánh răng của hộp số

Kiểm tra về rỗ, tróc rỗ hoặc mòn của các bánh răng hộp số lưu động. Thay thế hoặc xoay các bánh răng này khi quan sát thấy các vết rỗ, tróc rỗ hoặc khi xuất hiện các dấu hiệu mòn đáng kể.

C.2.3.2 Dầu bôi trơn

Kiểm tra mức dầu và đổ dầu đến khoảng tâm trục nếu cần.

Sử dụng dầu bánh răng chất lượng công nghiệp với các thành phần áp suất cực trị (EP) loại CKC hoặc CKD như quy định trong ISO 6743-6, đáp ứng các yêu cầu quy định trong ISO 12925-1. Nên sử dụng loại có cấp độ nhớt ISO là 220.

Cũng có thể sử dụng dầu bôi trơn SAE J 306 cấp 90 có chất lượng API GL 4.

Việc thay dầu tùy thuộc vào số giờ vận hành, ít nhất là một lần trong một năm.

C.2.4 Các bộ phận khác**C.2.4.1 Gia nhiệt**

Kiểm tra sự làm việc đúng quy định các phần tử gia nhiệt. Kiểm tra các chức năng "bật" và "tắt" của thiết bị đo nhiệt độ.

C.2.4.2 Khớp nối đàn hồi

Kiểm tra xem các khối chất dẻo của khớp nối đàn hồi có ở trạng thái làm việc tốt hay không.

C.2.4.3 Động cơ

Kiểm tra khi có bất kỳ sự gia tăng tiếng ồn nào của động cơ. Tra dầu bôi trơn hoặc thay thế ổ lăn nếu cần.

C.2.4.4 Khoảng thời gian gần đúng

Với giả định thực hiện 60 đến 80 lần kiểm tra trong năm, khoảng thời gian gần đúng sau đây được áp dụng cho việc thay thế bộ phận, phụ tùng:

Trục:.....2 năm

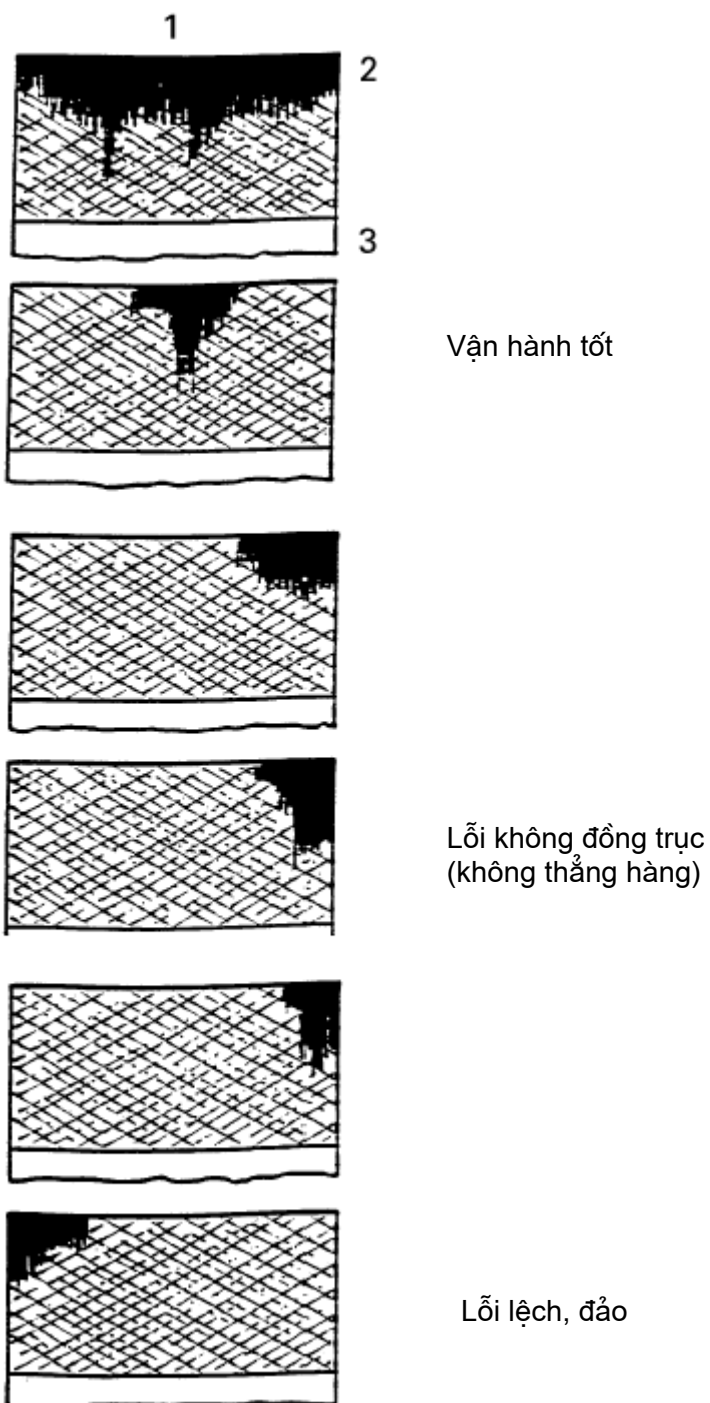
Ổ trục: thực hiện các phép kiểm dầu: 1 đến 2 năm;

thực hiện các phép kiểm mỡ bôi trơn: 2 tháng;

Vòng bít: cao su chịu nhiệt/ 1 năm

Hộp số: 5 đến 10 năm;

Các số liệu nêu trên có thể có sai lệch nhiều hoặc ít tùy thuộc vào điều kiện vận hành và điều kiện bôi trơn.



CHÚ DẪN:

- 1 Răng bánh răng nhỏ
- 2 Đỉnh răng
- 3 Chân răng

Hình C.1 - Các dấu hiệu tróc rỗ chỉ báo sai lỗi của máy

Thư mục mục tài liệu tham khảo

- (1) ISO 1122-1:1998 Vocabulary of gear terms - Part 1: Definitions related to geometry (Thuật ngữ về bánh răng - Phần 1: Các định nghĩa liên quan đến hình học).
- (2) ISO/TR 10064-4, Cylindrical gears - Code of inspection practice - Part 4: Recommendations relative to surface texture and tooth contact pattern checking (Bánh răng trụ - Quy tắc kiểm thực tế - Phần 4: Khuyến nghị về kiểm tra cấu trúc bề mặt và mẫu tiếp xúc răng).
- (3) ISO 10825:1995, Gears - Wear and damage to gear teeth - Terminology (Bánh răng - Mòn và hư hỏng răng - Thuật ngữ).
- (4) ISO 6743-6:1990 Lubricants, industrial oils and related products (class L) - Classification - Part 6: Family C (Gears) (Dầu bôi trơn, dầu công nghiệp và sản phẩm liên quan (cấp L) - Phân loại - Phần 6: Họ C (Bánh răng)).
- (5) ISO/TR 13989-1:2000, Gears - Calculation of scuffing load capacity of cylindrical, bevel and hypoid gears - Part 1: Flash temperature method. (Bánh răng - Tính toán khả năng tải tróc rỗ của bánh răng trụ, bánh răng côn và bánh răng hypoid - Phần 1: Phương pháp xác định nhiệt độ bắt cháy).
- (6) ISO/TR 13989-2:2000, Gears - Calculation of scuffing load capacity of cylindrical, bevel and hypoid gears - Part 1: Integral temperature method. (Bánh răng - Tính toán khả năng tải tróc rỗ của bánh răng trụ, bánh răng côn và bánh răng hypoid - Phần 1: Phương pháp xác định nhiệt độ thích hợp).
- (7) ASTM D 5182, Standard test method for evaluating the scuffing load capacity of oils (FZG visual method). (Phương pháp kiểm tiêu chuẩn để đánh giá khả năng tải tróc rỗ của dầu (Phương pháp quan trắc theo quy trình FZG)).
- (8) CEC L-07-A-95, Load-carrying capacity test for transmission lubricants FZG gear machine. (Kiểm khả năng mang tải của dầu truyền động bằng máy kiểm bánh răng FZG).
- (9) DIN 4768:1990, Determination of values of surface roughness parameters R_a , R_z , R_{max} using electrical contact (stylus) instruments; concepts and measuring conditions. (Xác định giá trị thông số nhám bề mặt R_a , R_z , R_{max} bằng thiết bị tiếp xúc điện; khái niệm và điều kiện kiểm).
- (10) DIN 17210, Case hardening steels; technical delivery conditions (Thép tôi; Điều kiện kỹ thuật giao nhận).
- (11) DIN 50150:1976, Testing of steel and cast steel; Conversion table of Vickers hardness, Brinell hardness, Rockwell hardness and tensile strength. (Kiểm thép và thép đúc; Bảng chuyển đổi độ cứng Vicke, Brinen, Roc-oen và độ bền kéo).
- (12) DIN 51354-2:1990, Testing of lubricants; FZG gear test rig; method A/8,3/90 for lubricating oils. (Kiểm dầu; Thiết bị kiểm bánh răng theo quy trình FZG; Phương pháp A/8,3/90 cho dầu bôi trơn).

TCVN 7695 -2 : 2007

- (13) IP 334/90, Determination of load-carrying capacity of lubricants, FZG gear machine method.
(Xác định khả năng mang tải của dầu bôi trơn. Phương pháp sử dụng máy kiểm bánh răng FZG).
 - (14) CEC L-84-02, FZG Scuffing Load-carrying capacity Test for High EP Oils (Kiểm khả năng mang tải tróc rỗ đối với dầu EP cao).
-