

Lời nói đầu

Trong thời đại ngày nay, nền khoa học tiên tiến đang phát triển mạnh mẽ trên toàn thế giới. Các máy móc càng trở nên phổ biến và từng bước thay thế dần con người trong những công việc phức tạp, nguy hiểm.

Đảng và nhà nước ta đã chỉ rõ muốn kinh tế nước nhà phát triển phải xem khoa học kỹ thuật là then chốt. Và với một nền công nghiệp phát triển và hiện đại thì đòi hỏi chúng ta phải chế tạo được những máy móc phục vụ cho các ngành sản xuất cũng như trong sinh hoạt.

Trong bối cảnh đó ngành công nghiệp nặng càng trở nên cần thiết và quan trọng hơn bao giờ hết. Ngành chế tạo máy nói chung và việc thiết kế nguyên lý máy là rất quan trọng. Việc thiết kế kết hợp giữa tin học và vẽ tay truyền thống giúp ta trực quan hơn về nguyên lý làm việc của máy. đồ án nguyên lý máy sẽ giúp sinh viên làm quen và tìm hiểu bộ môn nguyên lý máy sâu sắc hơn.

Sau một thời gian làm việc cùng với sự giúp đỡ của các thầy cô giáo và bạn bè cộng với sự nỗ lực của bản thân, em đã hoàn thành đồ án môn học với đề tài “thiết kế nguyên lý hoạt động của động cơ đốt trong song hành”.

Vì thời gian có hạn tài liệu cũng như trình độ bản thân có hạn đồ án của em không tránh khỏi những sai sót, em rất mong nhận được những sự chỉ bảo góp ý của thầy cô.

Em xin chân thành cảm ơn.

Sinh viên :

TRUONG DINH BAN

PHẦN 1 CẤU TRÚC VÀ ĐỘNG HỌC CƠ CẤU

A TỔNG HỢP CƠ CẤU

1. phân tích cấu trúc cơ cấu.

Cơ cấu chính của động cơ đốt trong 4 kỳ nói chung và cơ cấu động cơ đốt trong hành nói riêng là cơ cấu tay quay con trượt. Dùng cơ cấu này trong động cơ để biến chuyển động qua lại của động cơ thành chuyển động quay của trục khuỷu và từ chuyển động này để dẫn đến máy công tác.

Vậy trong động cơ đốt trong song hành này khâu dẫn (trục khuỷu) có chuyển động là chuyển động quay mà giả thiết là quay đều với số vòng quay đã cho. Con trượt 3 và con trượt 5 (piston) chuyển động tịnh tiến thẳng. Thanh truyền 2 và 4 chuyển động song phẳng. Nói tóm lại đối với động cơ đốt trong này piston là khâu phát động nó truyền chuyển động cho thanh truyền 2 hay thanh truyền 4 và truyền tiếp chuyển động cho trục khuỷu quay.

2. bậc tự do của cơ cấu.

Ta có công thức tính bậc tự do của cơ cấu là:

$$W=3n-(c+2t)+Rtd-S$$

W: số bậc tự do của cơ cấu

n=5 : số khâu động

t=7 : số khớp thấp

c=0 : số khớp cao

Rtd=0: số ràng buộc thụ động

S=0: số bậc tự do thừa.

$$W= 3.5-(0+2.7)+0-0=1.$$

Vậy cơ cấu có một bậc tự do.

2. Khâu dẫn và phân loại cơ cấu.

Từ lược đồ cơ cấu ta thấy khâu 1 quay quanh khớp 01 với vận tốc góc ω_1 và ta chọn khâu 1 làm khâu dẫn.

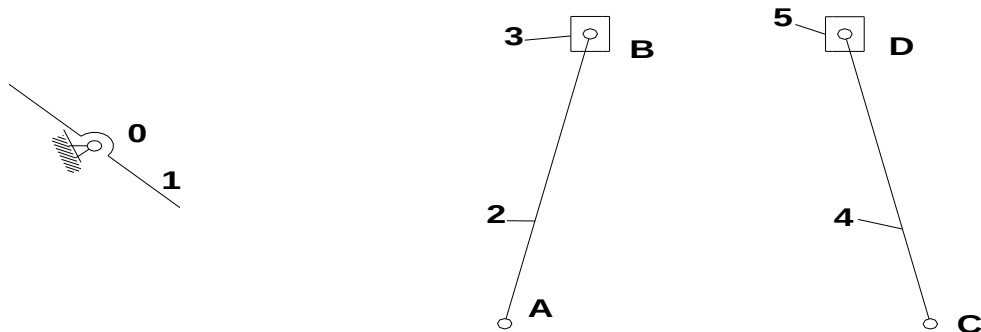
Phân loại cơ cấu.

Ta thấy cơ cấu bao gồm khâu 1 và 2 nhóm a xua loại 2

Nhóm 1: gồm 2 khâu- khâu 2 và khâu 3

Nhóm 2: gồm 2 khâu – khâu 4 và khâu 5

Đây là cơ cấu loại 2



4. Xác định các thông số cơ bản của cơ cấu :

Xác định hành trình H của cơ cấu

Từ thông số đã cho ta có :

$$H = 2R = 90 \text{ (mm)} \quad R = \frac{90}{2} = 45$$

$$\text{ta có :} \quad \frac{R}{L} = \frac{1}{3,4} \quad L = 3,4 \cdot 45 = 153 \text{ (mm)}$$

5. Dựng cơ cấu

Để vẽ được cơ cấu ta chọn đoạn biểu diễn với tỉ lệ xích chiều dài $L = \frac{\text{giá trị thực}}{\text{đoạn biểu diễn}}$

$$= \frac{0,045}{50} = 0,0009$$

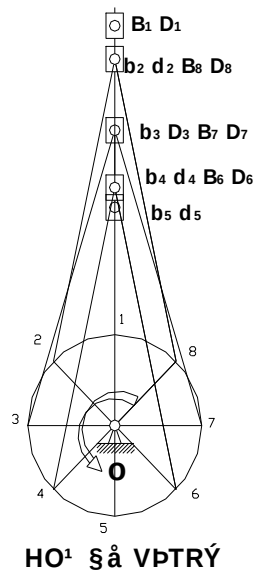
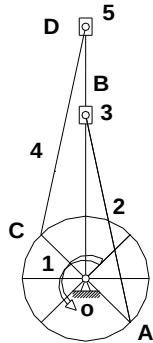
bảng 1 kích thước các khâu

Đoạn biểu diễn	0 ₁ A	AC	AB	CD
Giá trị thực	0,045	0,09	0,153	0,153
Giá trị biểu diễn	50	100	170	170

CÁCH DỰNG CƠ CẤU :

Vẽ đường tròn tâm O đường kính 100 mm . Trên đường tròn lấy một điểm A. từ A vẽ cung tròn bán kính AB có độ dài L=170 mm . cắt đường thẳng đứng tại B. Ta được cơ

cấu tay quay con trượt OAB. Trên đường tròn có đường kính 100mm lấy điểm C đối xứng điểm A qua tâm O (đường kính AC chính là tay quay) vẽ cung tròn đường kính CD với độ dài =170mm. Ta cũng đã dung được cơ cấu tay quay con trượt OCD.



B PHÂN TÍCH ĐỘNG HỌC CƠ CẤU

1. HOẠ ĐỒ VỊ TRÍ

Với cơ cấu đã dựng được ta thấy tay quay AC có trọng tâm O_1 và quay quanh O_1 tạo thành đường tròn đường kính AC. Trên đường tròn ta chia đường tròn thành 8 phần bằng nhau ứng với các điểm từ $A_1; A_2; A_3; A_4; A_5; A_6; A_7; A_8$. (các điểm từ $C_1..C_8$ lần lượt đối xứng). Với 8 vị trí trên xi lanh thì có 2 điểm chết đó là đó là vị trí 1 và vị trí 5. Do động cơ là song hành nên piston 3 và piston 5 cùng ở những điểm chết. Piston 3 ở trên thì piston 5 ở dưới và ngược lại. Ở trên ta gọi là điểm chết trên còn ở dưới ta gọi là điểm chết dưới.

2. HOẠ ĐỒ VẬN TỐC

Chọn tỷ lệ xích vận tốc

$$v = \frac{1 \cdot L_{OA}}{Pa_1} = \frac{1 \cdot O_1 A \cdot L}{Pa_1}$$

Để tiện lợi ta chọn $Pa_1 = O_1 A$ $v = 1 \cdot L$
Ta lần lượt vẽ họa đồ vận tốc cho 8 vị trí:

$$\begin{aligned} \text{Ta có: } \omega_1 &= \frac{2\pi n}{60} = 324,47 \text{ (Rad/s)} \\ v &= 324,47 \cdot 0,0009 = 0,292 \text{ (m/mm)} \\ V_{A1} = V_{A2} &= 1 \cdot O_1 A = 324,47 \cdot 0,045 = 14,6 \\ V_{B2} &= V_{A2} + V_{B2A2} \quad (1) \\ V_{B3} &= V_{B2} \quad (2) \end{aligned}$$

Dựa vào 2 phương trình trên ta có thể xác định được V_{B2} vẽ được họa đồ vận tốc vì:

V_{A2} đã biết phương chiều và độ lớn.

V_{B2A2} biết phương vuông góc với AB.

V_{B2} có phương thẳng đứng

Ta chọn điểm P làm gốc họa đồ vận tốc, dựng pa_1 biểu diễn $V_{A1} = V_{A2}$ có chiều cùng chiều quay với ω_1 từ điểm a_1 a_2 kẻ phương của véc tơ V_{B2A2} từ gốc P kẻ phương của $V_{B3} = V_{B2}$ hai đường thẳng này cắt nhau ở đâu đó chính là điểm b_2 b_3 nối pb ta có véc tơ pb_1 pb_2 biểu diễn vận tốc của điểm B.

Xét nhóm axua (4-5)

$$V_{C1} = V_{C4} = L_{OC} = 324,47 \cdot 0,045 = 14,6$$

V_{C1} : phương vuông góc oc và có chiều theo chiều ω_1 .

Xét điểm D:

$$V_{D4} = V_{D5} = V_{C4} + V_{C4D4} \quad (*)$$

V_{D4} : có phương là phương trượt của piston 5, độ lớn chưa xác định được.

V_{C4D4} : có phương vuông góc với CD độ lớn chưa xác định.

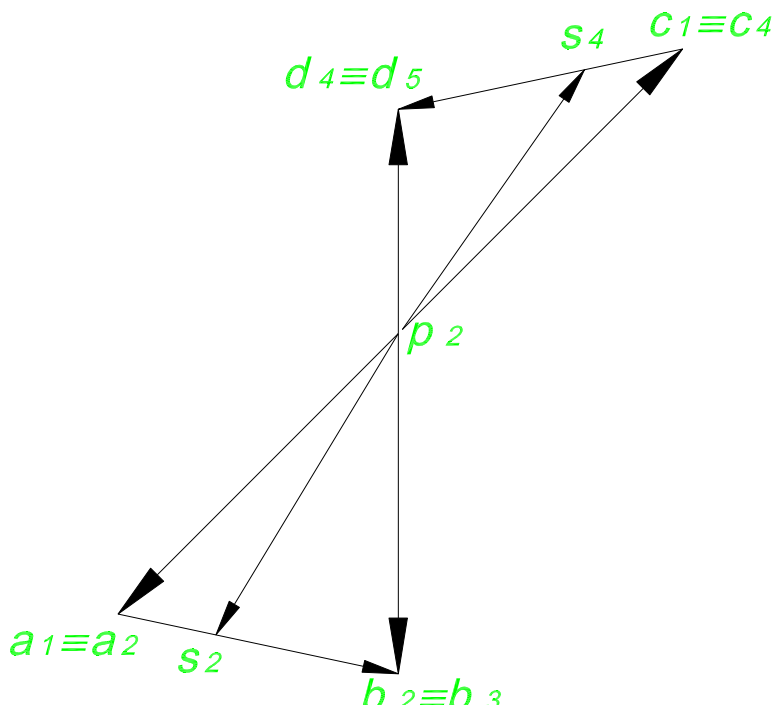
V_{C4} : đã xác định cả phương chiều và độ lớn.

Ta thấy (*) có 2 ẩn ta dùng phương pháp vẽ để giải.

Ta chọn điểm P làm gốc họa đồ vận tốc, dựng pa₁ biểu diễn $V_{C1} = V_{C4}$ có chiều cùng chiều quay với ω_1 , từ điểm c₁ c₄ kẻ phương của véc tơ V_{C4D4} , từ gốc P kẻ phương của $V_{D5} = V_{D4}$ hai đường thẳng này cắt nhau ở đâu đó chính là điểm d₅ d₄ nối pd ta có véc tơ pd₁ pd₄ biểu diễn vận tốc của điểm B.

Ta có thể thấy rằng

$$V_{C1} = V_{C4} = \omega_1 \cdot L_{OC} = V_{A1} = V_{A2} = \omega_2 \cdot L = \frac{14,6}{0,292} = 50$$



Vị trí	1	2	3	4	5	6	7	8
P_{a1-2}	50	50	50	50	50	50	50	50
V_{a1-2}	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6
P_{b2-3}	0	43,29	50	27,48	0	27,48	50	42,87
V_{b2-3}	0	12,64	14,6	8,02	0	8,02	14,6	12,52
P_{s2}	32,53	44,41	32,5	40	32,5	27,84	32,5	42,87
V_{s2}	9,5	12,97	9,49	11,68	9,49	8,13	9,49	12,52
2	95,42	68,98	0	68,98	95,42	68,98	0	68,98
P_{d4-5}	0	27,76	50	42,87	0	43,3134	50	27.838
V_{d4-5}	0	8,1	14,6	12,65	0	12,648	14,6	8,129
$C_4 d_4$	50	36,1457	0	36,1457	50	36,1457	0	36,1457
$V_{c_4 d_4}$	14,6	10,5545	0	10,5545	14,6	10,5545	0	10,5545
$b_2 a_2$	50	36,1457	0	36,1457	50	36,1457	0	36,1457
$V_{B_2 A_2}$	14,6	10,5545	0	10,5545	14,6	10,5545	0	10,5545
4	95,42	68,98	0	68,98	95,42	68,98	0	68,98
P_{S_4}	32,5	40,72	32,5	44,4	32,5	43,31	32,5	27,84
V_{S_4}	9,49	11,89	9,49	12,97	9,49	12,65	9,49	8,13

3. HOẠ ĐỒ GIA TỐC

Xác định hoạ đồ gia tốc tại vị trí số 2 và vị trí số 4
Xét điểm A ta they

$$\mathbf{a}_{A_1} = \mathbf{a}_{A_2} = \mathbf{a}_{A^n} = \dots \quad L_{OA} = (324.47)^2 \cdot 0,045 = 4737,64 \quad (\text{m/s}^2)$$

có chiều từ A hướng tới o
xét điểm B:

$$\mathbf{a}_{B_2} = \mathbf{a}_{B_3} = \mathbf{a}_{A_2} + \mathbf{a}^n_{B_2 A_2} + \mathbf{a}^t_{B_2 A_2} \quad ()$$

$\mathbf{a}_{A_2} = 4737,64 \text{ m/s}^2$ chiều từ A về 0

$\mathbf{a}^n_{B_2 A_2} = \dots \quad L_{AB} = (68,98)^2 \cdot 0,153 = 728,01 \text{ (m/s}^2)$ chiều từ B về A

$\mathbf{a}^t_{B_2 A_2}$ chưa biết độ lớn, chiều vuông góc AB

\mathbf{a}_{B_2} độ lớn chưa xác định phương thẳng đứng theo phương trượt của piston.

Ta thấy () có 2 ẩn do đó ta giải bằng phương pháp vẽ .

Xét điểm C ta có $a_1 = \text{const}$ do đó

$a_{C1} = a_{C4} = a^n_C = a_1^2$. LOC = $(68,98)^2 \cdot 0,153 = 728,01$ (m/s²) có chiều từ C về O
xét điểm D

có $a_{D4} = a_{D5} = a_{C4} = a^n_{C4D4} = a^t_{C4D4}$ ()

a_{D4} có độ lớn chưa xác định. Có phương cùng thẳng đứng theo chiều trượt của piston 5

a^n_{C4D4} có độ lớn = a_4 . LCD = $(68,98)^2 \cdot 0,153 = 728,01$ (m/s).

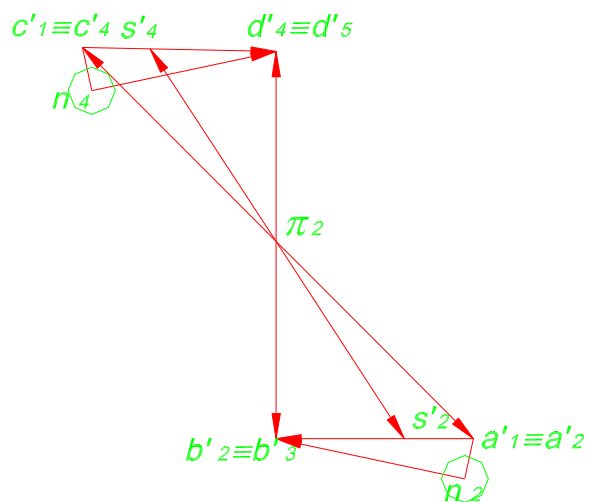
a^t_{C4D4} có độ lớn chưa xác định, phương vuông góc với CD
ta thay () chỉ còn 2 ẩn do đó ta dùng phương pháp vẽ để giải.

/ PHƯƠNG PHÁP VẼ:

chọn tỉ lệ xích gia tốc $a = a_1^2$. $L = (324,47)^2 \cdot 0,0009 = 94,75$

ta chọn một điểm làm gốc tọa độ gia tốc dựng véc tơ $a_1 = a_2$ biểu diễn $a_{A1} = a_{A2}$ từ
mút a_{12} dựng véc tơ n có phương song song AB chiều từ B về A để biểu diễn a^n_{B2A2} từ
mút véc tơ n tabiểu diễn véc tơ a^t_{A2B2} bằng cách dựng một đoạn thẳng vuông góc với
véc tơ n đường thẳng này cắt trục thẳng đứng ở đâu đó chính là điểm $b_2 = b_3$ cần phải
tìm. đoạn $b_2 = b_3$ biểu diễn véc tơ gia tốc $a_{b2} = a_{b3}$.

Từ ta dựng véc tơ $c_1 = c_4$ biểu diễn các véc tơ $a_{C1} = a_{C4}$ từ nút c ta dựng véc tơ c_{1n}
biểu diễn véc tơ gia tốc a^n_{C4D4} . từ nút n ta dựng một đoạn thẳng vuông góc với c_{1n} cắt
trục thẳng đứng ở đâu đó chính là $d_4 = d_5$ cần tìm .
Xác định vị trí khác cũng tương tự.



BẢNG THÔNG SỐ CÁC GIÁ TRỊ $a = 94,75$

Vị trí	2	4
$a_{1,2}$	50	50
$a_{A1,2}$	4737,5	4737,5
$b_{2,3}$	35,3553	35,01
a_{B2A2}	3349,92	3317,2
a_{1n}	7,3552	7,3552
a_{B2A2}^n	696,91	696,91
nb_2	34,4015	34,4015
a_{B2A2}^t	3259,54	3259,54
S_2	42,1678	42,1678
as_2	3995,4	3995,4
d_{4-5}	35,01	35,3553
a_{D4-5}	3317,2	3349,92
c_{1-4}	50	50
ac_{1-4}	4737,5	4737,5
nc_{1-4}	7,3552	7,3552
a_{C4D4}^n	696,91	696,91
nd_{4-5}	34,4015	34,4015
a_{C4D4}^t	3259,54	3259,54
S_4	42,1678	42,1678
as_4	3995,4	3995,4

2	21894,87	21894,87
4	21894,87	21894,87

PHÂN TÍCH LỰC

$$\text{Ta có : } m_2 = m_4 = \frac{G_2}{9,81} = \frac{G_4}{9,81} = \frac{16}{9,81} = 1,63 \text{ (kg)}$$

$$m_2 = m_4 = \frac{G_3}{9,81} = \frac{G_5}{9,81} = \frac{19}{9,81} = 1,94 \text{ (kg)}$$

$$\text{ta lại có } L_{S_2K_2} = \frac{J_{S_2}}{m_2 \cdot l_{A_2S_2}} = \frac{m \cdot l^2}{12 \cdot \text{mm}0,351} = 36,43 \text{ (mm)}$$

ta đã xác định được tâm và đập K của khâu 2

$$\text{từ hoạ đồ gia tốc ta có : } \mathbf{a}_{S_2} = \mathbf{a}_{S_2A_2} + \mathbf{a}_{A_2}$$

nhân cả 2 vế của phương trình với $(-m_2)$ ta được

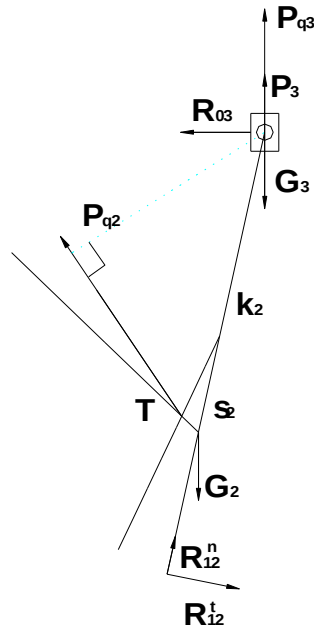
$$-m \mathbf{a}_{S_2} = -m_2 (\mathbf{a}_{S_2A_2} + \mathbf{a}_{A_2})$$

$P_{q_2}^t = -m_2 \cdot \mathbf{a}_{S_2}$ là lực quán tính tịnh tiến của khâu 2 và lực này có điểm đặt tại S_2 và có

phương song song với thanh truyền OA

$P_{q2}^n = -m_2 \cdot a_{S2A2}$ là thành phần quán tính của khâu 2 trong chuyển động quay quanh điểm

A nó có điểm đặt tại K và theo chiều a_{S2A2}



ta
dùng
họa
đồ
lực
theo
vị trí
của

nhóm axua tạo bởi khâu 2 và khâu 3

$$a_{B2A2}^t = b_{2a} \cdot a = 35,3553 \cdot 94,75$$

ta có $\omega = \frac{a}{LAB} = \frac{3353,55}{94,75} = 21894,87 \text{ (rad/s}^2\text{)}$

$$LAB = LAB = 0,153$$

Do đó $a_{S2A2}^t = \omega^2 \cdot L_{A2B2} = 21894,87^2 \cdot 0,05355 = 1172,47 \text{ (m/s}^2\text{)}$

$$a_{S2A2}^n = \omega^2 \cdot L_{A2S2} = 21894,87^2 \cdot 0,05355 = 254,8 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

vậy : $a_{S2A2} = (a_{S2A2}^n)^2 + (a_{S2A2}^t)^2 =$

ta giả sử điểm đặt của lực quán tính P_{q2} là điểm T thì ta xác định điểm T như sau:

tại trọng tâm S_2 của khâu 2 ta kẻ phương song song với $0A$. tại tâm va đập K_2 ta kẻ phương song song với gia tốc $a_{S_2A_2}$. 2 phương này gặp nhau ở đâu thì đó chính là điểm đặt lực T

tách nhóm axua 2-3 đặt các lực ta có phương trình cân bằng lực :

$$R_{03} + P_{q3} + P_3 + G_3 + G_2 + P_{q2} + R_{1-2} = 0 \quad ()$$

Xác định lực tác động lên piston (3) P_3 .

Để xác định lực này ta phải dựa vào biểu đồ công và quá trình làm việc của động cơ. Ta biết

cứ sau 2 vòng quay của trục khuỷu động cơ hoàn thành một chu kỳ sinh công.

Vậy khi piston (3) đi từ điểm chết trên B_1 xuống điểm chết dưới B_5 là hành trình hút. Từ B_5 đến B_{10} là hành trình nén. từ B_{10} đến B_{15} là hành trình nổ. Từ B_{15} đến B_{20} là hành trình xả. vì đây là động cơ đốt trong song hành do đó :

Với vị trí số 2 ở vòng quay thứ nhất P_3 ứng với áp suất $3,3 \text{ N/cm}^2$

$$.D^2 \quad 3,14 \cdot 8,2^2$$

Ta có $P_3 = \quad . 3,3 = \quad . 3,3 = 175,77 \text{ (N)}$

$$4 \quad 4$$

chiều của P_3 đi lên vì ngược chiều với chiều chuyển động của piston.

Ta thấy () còn 4 ẩn đó là chiều và độ lớn của R_{03} và R_{1-2} .

để khử tiếp ẩn của phương trình () ta phân tích:

$$R_{1-2} = R_{1-2}^n + R_{1-2}^t$$

Và ta viết phương trình mô men cho điểm B ta được:

$$M_B = -R_{1-2}^t \cdot l + P_{q2} \cdot h_1 - G_2 \cdot h_2 = 0.$$

$$68,74.81,896 - 23,5945 \cdot 16$$

$$- R_{1-2}^t \cdot l + P_{q2} = G_2 \cdot h_2 \quad R_{1-2}^t = \quad = 30,89$$

170

với nhóm A xua được tách ra từ khâu 2 và khâu 3 thì phương trình lực được viết lại là:

$$R_{03} + P_{q3} + P_3 + G_3 + G_2 + P_{q2} + R_{1-2}^n + R_{1-2}^t = 0 \quad ()$$

R_{03} có trị số chưa xác định phương vuông góc với phương trượt của piston 3.

P_{q3} có trị số : $P_{q3} = 68,59$ (N).

Có chiều với chiều của d_3 .

P_3 có trị số : $P_3 = 175,77$ (N) . có phương thẳng đứng có chiều hướng lên

$G_3 = 19$ hướng thẳng đứng xuống dưới.

P_{q2} có trị số : $P_{q2} = - 1,63 \cdot 42,1702 = - 68,74$ (N).

Cùng phương ngược chiều với a_{S2} .

G_2 có trị số : $G_2 = 16$ có chiều hướng thẳng đứng xuống dưới.

R_{1-2}^t có trị số : $R_{1-2}^t = 23,5945$ (N). có phương vuông góc với AB chiều như hình vẽ.

R_{1-2}^n có trị số chưa biết có phương vuông góc với R_{1-2}^t . do đó phương trình () chỉ còn 2

ẩn là giá trị của R_{03} và giá trị của R_{1-2}^n .

Ta tách nhóm axua thứ 2 gồm khâu 4 và khâu 5. hoàn toàn tương tự như nhóm thứ 1 ta có phương trình cân bằng lực của nhóm là:

$$R_{05} + P_5 + P_{q5} + P_{q4} + G_4 + G_5 + R_{1-4}^t + R_{1-4}^n = 0 \quad ()$$

Tách riêng khâu 4 và viết phương trình mô men cho điểm D.

$$\text{ta có : } M_D = G_4 \cdot h_2 + P_{q4} \cdot h_1 - R_{1-4}^t \cdot l = 0$$

$$16.23,6 + 67,14.51,71$$

$$R_{1-4}^t = \frac{\quad}{170} = 22,64$$

$$170$$

Với vị trí B₂ piston 3 đang ở hành trình hút thì piston 5 ở hành trình nén ta dóng sang đồ thị

công ta được giá trị áp suất là 1,027 p₅ = 54,208 (N). có phương thẳng đứng chiều

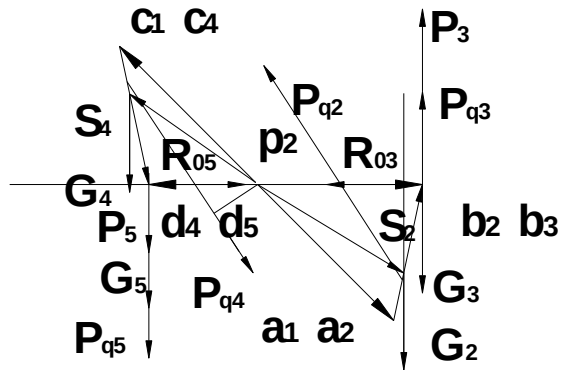
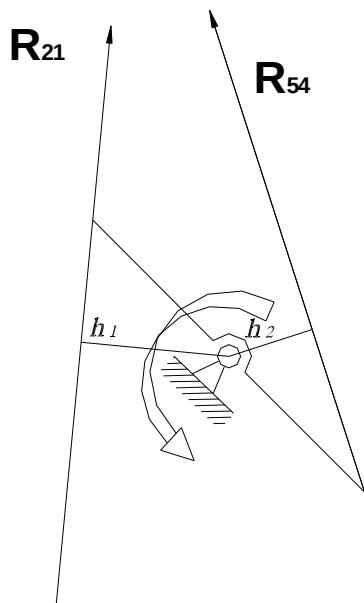
hướng xuống.

$$P_{q4} = - m_4 \cdot a_{s4} = - 1,63 \cdot 41,19 = 67,14 \text{ (N)}. \text{ chiều ngược với } a_{s4}$$

G₅ có trị số : G₅ = 19 phương thẳng đứng chiều hướng xuống.

G₃ có trị số : G₄ = 16 phương thẳng đứng chiều hướng xuống.

P_3	175,77	133,22	175,77	133,22
P_{q3}	68,59	51,99	67,92	51,84
$G_2 = G_4$	16	12,13	16	12,13
$G_3 = G_5$	19	14,4	19	14,4
R_{03}	62,56	47,4173	127,52	96,6519
R_{1-2}^t	30,89	23,42	32,13	24,35
R_{1-2}^n	267,07	202,42	49,58	37,58
P_5	54,208	41,086	733,69	556,08
P_{q4}	67,14	50,89	68,43	51,86
P_{q5}	65,97	50	67,33	51,03
R_{1-4}^t	22,64	17,16	39,54	29,97
R_{1-4}^n	220,76	167,32	666,55	505,19
R_{05}	31,08	23,556	140,38	106,4



-Tính mô men cân bằng của khâu dẫn (theo 2 phương pháp cổ điển và đòn bẩy) nhóm axua 2-6

$$+) M_x - R_{21} \cdot 38,63 - R_{41} \cdot 24,96 - L = 0$$

$$M_x = (203,78 \cdot 38,63 + 387,33 \cdot 24,96) \cdot 0,0009 = 15,79$$

$$+) M_x = (P_3 + P_{q3} - G_3) \cdot 42,87 - G_2 \cdot 37,98 + P_{q2} \cdot 18,29 +$$

$$+ G_4 \cdot 33,26 + (G_5 + P_5 + P_q) \cdot 28,29 + P_{q4} \cdot 13,61 =$$

$$= (132,22 + 51,99 - 14,4) \cdot 42,87 - 12,13 \cdot 37,98 + 52,1 \cdot 18,29 + \quad + 12,13 \cdot$$

$$33,26 + (14,4 + 268,04 + 50) \cdot 28,29 + 50,89 \cdot 13,61 =$$

$$= 16,23$$

$$16,23 - 15,74$$

$$= \quad \cdot 100 = 2,71$$

$$16,23$$

nhóm axua 4 - 8

$$M_x + R_{21} \cdot 15,3 \cdot L - R_{41} \cdot 41,69 \cdot L = 0$$

$$M_x = (42,96.707,57 - 59,48 \cdot 14,3) \cdot 0,0009 = 26,59$$

$$+) M_x = (P_3 - P_{q3} - G_3) \cdot 26,6 - G_2 \cdot 33,72 + P_{q2} \cdot 0,80 +$$

$$+ G_4 \cdot 36,99 + (G_5 + P_5 - P_q) \cdot 40,87 - 17,75 \cdot P_{q4} = 26,79$$

$$26,79 - 26,59$$

$$= \frac{\quad}{26,79} \cdot 100 = 0,75$$

$$26,79$$

THIẾT KẾ BÁNH ĐÀ

Khi làm việc dưới tác động của các lực máy sẽ có một chuyển động nhất định gọi là chuyển động thực của máy dưới tác động của các lực là một vấn đề cơ bản của động lực học máy.

Vì chuyển động của các khâu trong máy phụ thuộc vào chuyển động các khâu dẫn .nên muốn biết chuyển động thực của máy chỉ cần xác định chuyển động thực của các khâu dẫn .trong thực tế khâu dẫn chuyển động không đều do tác dụng của nhiều yếu tố. Một trong những phương pháp làm đều chuyển động của máy là tính toán thiết kế bánh đà.

1 vẽ đồ thị mômen động thay thế :

$$M_{dt} = (P_k.V_k)/\omega = \{ (G_3 - P_3)h_1 - G_2 h_2 - G_4 h_3 - (P_5 - G_5)h_4 \} \cdot L$$

Cách làm xoay hoặ đồ vận tốc đi 1 góc 90° rồi đặt các lực vào nút các véc tơ vận tốc các điểm đặt lực và lấy mô men theo phương pháp đòn ta được trị số mô men động thay thế tại các vị trí.

TRỊ SỐ CỦA LỰC TÁC ĐỘNG P

Vị trí	1	2	3	4	5	6	7	8
P ₃	0	133,22	174,19	133,22	0	54,208	225,23	556,078
P ₅	0	54,208	225,23	556,078	0	2111,34	2111,34	675,627
Vị trí	9	10	11	12	13	14	15	16
P ₃	938,49	2111,34	2111,34	675,81	0	174,185	174,185	174,185
P ₅	0	174,185	174,185	174,185	174,185	174,185	174,185	174,185

Ta có bảng trị số mô men thay thế.

Vị trí	1	2	3	4	5	6	7	8
--------	---	---	---	---	---	---	---	---

$h_1(\text{mm})$	0	42,87	50	27,84	0	43,31	50	42,87
$h_2(\text{mm})$	0	37,98	32,5	32,72	0	32,72	32,5	37,99
$h_3(\text{mm})$	0	33,26	32,5	37,99	0	38,55	32,5	32,72
$h_4(\text{mm})$	0	28,28	50	42,87	0	27,84	50	27,84
M_{ctt}	0	6606,24	- 0249,94	27829,41	0	-92664,69	105,15	42928,94

Vị trí	9	10	11	12	13	14	15	16
h_1	0	43,29	50	27,84	0	43,31	50	42,87
h_2	0	38,5	32,5	32,72	0	32,72	32,5	37,99
h_3	0	33,26	32,5	37,99	0	38,55	32,5	32,72
h_4	0	27,76	50	42,87	0	27,84	50	27,84
M_{ctt}	0	86,359	102,848	-25275	0	-12099,95	17418,5	12597,34

Vẽ đồ thị M_{ctt} từ những giá trị tìm được

Trục tung biểu thị M_{ctt} với tỷ lệ xích $M = 1$ (Nm/mm)

Trục hoành biểu diễn góc với tỷ lệ xích $=0,0628$ (rad/mm)

b) vẽ đồ thị công A_c, A_d và mô men phát động M_d

Tích phân đồ thị M_{ctt} ta được đồ thị công cần , chọn cực tích phân $H=70$ mm

$$A = M \cdot . H = 1 \cdot 0,0628 \cdot 70 = 4,396 \text{ (Nm/mm)}$$

Phương pháp tích phân :

Trên trục hoành của đồ thị M_{ctt} chia làm 16 đoạn bằng nhau. tại các trung điểm của các đoạn dóng song song với trục tung cắt đường cong tại các điểm $a_1, a_2, a_3, \dots, a_{16}$ trên đường cong M_{ctt} , lấy một điểm H trên trục 0 cách o một khoảng 70 mm gọi là cực tích phân ,từ các điểm $a_1, a_2, a_3, \dots, a_{16}$. ta dóng song song trục hoành cắt trục tung tại các vị trí tương ứng $b_1, b_2, b_3, \dots, b_{16}$, nối các vị trí tương ứng này với đầu mút H ta được các đường thẳng có độ nghiêng khác nhau .

Trên biểu đồ vẽ A_c cũng chia trục hoành như biểu đồ M_{ctt} .

Từ điểm gốc 1 và trong phạm vi khoảng chia đầu tiên ta vẽ một đoạn $1C_1$ song song Hb_1 cắt đường thẳng song song với trục tung kẻ từ 2 tại C_1 . sau đó từ C_1 lại lặp lại cho hết 16 khoảng chia cuối cùng ta vẽ được A_c .

Nối điểm đầu và điểm cuối của đồ thị công cần $A_c=f(\alpha)$ ta được đồ thị công phát động $A_d=f(\alpha)$ vì rằng mô men động thay thế là hằng số: $M_d=const$ (chưa biết trị số mô men động). Nhưng công của mô men không đổi bằng

$$A_d = M_d \cdot \alpha$$

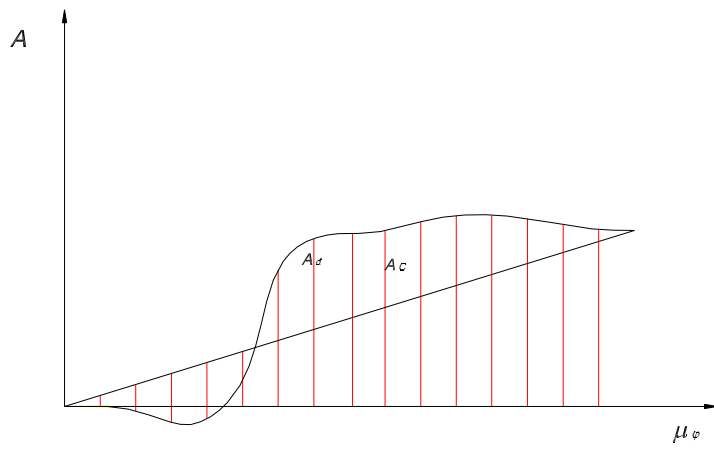
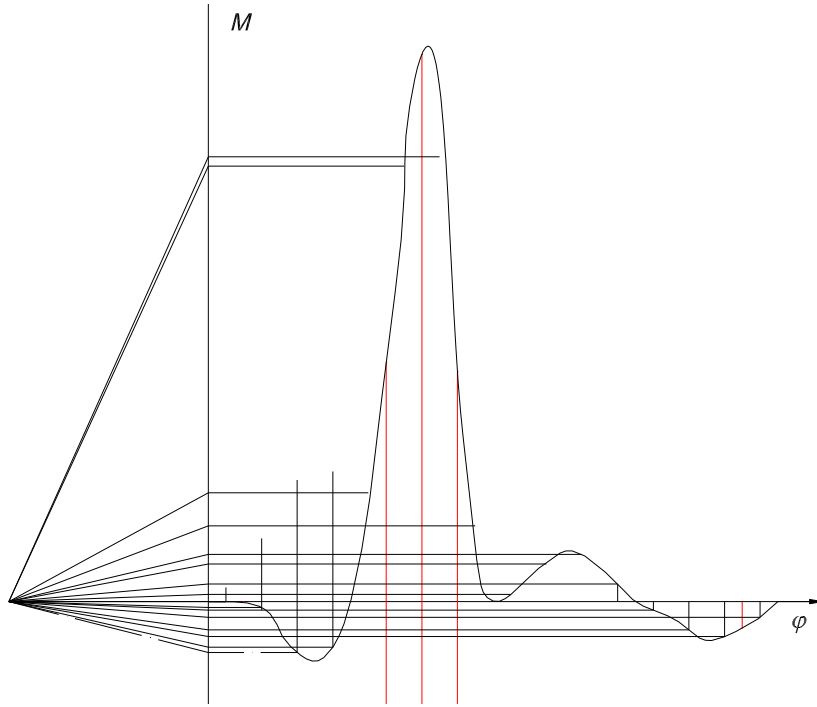
Nghĩa là công của lực phát động A_d tỷ lệ với góc ngoài ra, sau toàn bộ chu kỳ làm việc của máy, công động bằng công cần: $A_d=A_c$

Vì vậy đường thẳng $A_d=f(\alpha)$ sẽ nối điểm đầu và điểm cuối đường cong $A_c=f(\alpha)$ (ở đầu và ở cuối chu kỳ $A_d=A_c$).

Trị số của mô men phát động xác định bằng cách vi phân đồ thị.

$$A_d=f(\alpha)$$

Muốn thế, từ điểm p của đồ thị $M=f(\alpha)$ ta kẻ tia song song với đường thẳng $A_d=f(\alpha)$ tới cắt trục M. Tung độ sẽ biểu thị mô men phát động M_d với tỷ lệ xích M .



c) Xây dựng đồ thị đồ thị $E = f()$:

$$E = A = A_d - A_c .$$

Bằng cách trừ các đồ thị chú ý rằng nếu $A_d > A_c$ thì E dương và nếu A_d

$< A_c$ thì E âm. Xây dựng đồ thị $E = f()$ với tỷ lệ xích $E = A = 4,396 \frac{jun}{m.m}$

2) Vẽ biểu đồ mô men quán tính thay thế :Jtt

a) Vẽ đồ thị Jtt

Xác định độ lớn của mô men quán tính thay thế đối với tất cả các vị trí của nó

Theo công thức :

$$J_{tt} = \sum_k m_k \cdot \frac{V_{sk}^2}{1} + J_{sk} \cdot \frac{k}{1}$$

Biến đổi $= \frac{V_{ij}}{l_{ij}} = \frac{ij}{l_{ij}}$ v ta được :

J_{tt}

$$m_2 \cdot \frac{V_{S_2}^2}{1} \quad J_{S_2} \cdot \frac{2}{1} \quad m_3 \cdot \frac{V_{S_3}^2}{1} \quad J_{S_3} \cdot \frac{3}{1} \quad m_4 \cdot \frac{V_{S_4}^2}{1} \quad J_{S_4} \cdot \frac{3}{1} \quad m_5 \cdot \frac{V_{S_5}^2}{1}$$

$$J_{S_5} \cdot \frac{5}{1} \quad m_1 \cdot \frac{V_{S_1}^2}{1} \quad J_{S_1} \cdot \frac{1}{1}$$

Ta có: $J_1 = 1/12 m_1 \cdot L_{O_1 A}^2 = 0$

$$J_{S_2} = 1/12 \cdot m_2 \cdot L_{AB}^2 = 1358,33 \text{ (kg.m}^2\text{)}$$

$$J_{S_2} = J_{S_4} = 1358,33$$

$$J_{S_3} = J_{S_5} = 1/12 m_3 \cdot L_{AB}^2 = 1616,67 \text{ kg.m}^2$$

$$m_2 = m_4 = 1,63 \text{ kg} \quad ; \quad m_3 = m_5 = 1,94 \text{ kg}$$

$$I_1 = 324,47 \quad ; \quad I_2 = I_4 = 95,42 \quad ; \quad I_3 = I_5 = 0$$

$$V_{S_4} = V_{S_2} = 32,5 \text{ m/s} \quad ; \quad V_{S_3} = V_{S_5} = 0$$

Các kết quả tính toán đối với các thành phần của công thức và toàn bộ, nêu trong bảng. dựa vào bảng số liệu xây dựng đồ thị $J_{tt} = J_{tt}(\omega)$

Lập hệ trục tọa độ với tỷ lệ xích $J = 0,7833 \text{ kg.m}^2/\text{mm}$

$$\omega = 0,0628 \text{ rad/mm}$$

Bảng giá trị của J_{tt}

Vị trí	1	2	3	4
V_{S_2}	32.5	44.4087	32.5	39.9883
V_{S_3}	0	42.8726	50	27.838
V_{S_4}	32.5	40.7216	32.5	44.3973
V_{S_5}	0	28.2846	50	42.8726
1	324.47	324.47	324.47	324.47
Vị trí	5	6	7	8

2	95.42	68.98	0	68.98
3	0	0	0	0
4	95.42	68.98	0	68.98
Jtt	117.50	61.50	0.12	61.49
Jtt(vẽ)	150.01	78.51	0.16	78.51
Vị trí				
V_{S2}	32.5	39.988	32.5	44.3973
V_{S3}	32.5	39.988	32.5	44.3973
V_{S4}	32.5	44.519	32.5	39.9883
V_{S5}	0	43.2688	50	27.838
1	324.47	324.47	324.47	324.47
2	95.42	68.98	0	68.98
3	0	0	0	0
4	95.42	68.98	0	68.98
Jtt	117.52	61.51	0.10	61.50
Jtt (vẽ)	150.04	78.53	0.13	78.51

b) Xây dựng đồ thị khối năng $E = f(J_H)$ bằng cách khử của các đồ thị $E = f(\)$ và $J_{tt} = f(\)$. Sau đó khi xác định các điểm ứng với các vị trí, ta nối các điểm đó bằng đường cong trơn. Tỷ lệ xích E và J của đường cong khối năng $E = f(J_{tt})$ cũng là tỷ lệ xích E của đường cong $E = f(\)$ và J của đồ thị $J_{tt} = f(\)$.

c) Xác định mô men quán tính bánh đà.

1

$$[] =$$

125

Ta tính vận tốc góc cho phép lớn nhất và nhỏ nhất của khâu một

$$\omega_{\max} = \omega_1 \left[1 + \frac{[]}{2} \right] = 324,47 \left[1 + \frac{1}{2(125)} \right] = 325,77 \text{ (rad)}$$

$$i_{\min} = i_1 \left[1 - \frac{1}{2} \right] = 324,47 \cdot [1 - 1/(2 \cdot 125)] = 323,17 \quad (\text{rad})$$

Tính các góc nghiêng α_{\max} và α_{\min} hợp với tiếp tuyến của đồ thị.

$E = f(Jtt)$ với trục Jtt.

$$\tan(\alpha_{\max}) = \frac{J}{2 \cdot E} \cdot i_b^2 \cdot (1 + [\quad]) = \frac{0,7833}{2 \cdot 4,396} \cdot (324,47)^2 \cdot (1 + 1/125) =$$

$$= 9454,75 \quad \alpha_{\max} = 82^\circ 3'$$

$$\tan(\alpha_{\min}) = \frac{J}{2 \cdot E} \cdot i_b^2 \cdot (1 - [\quad]) = \frac{0,7833}{2 \cdot 4,396} \cdot (324,47)^2 \cdot (1 - 1/125) =$$

$$= 9304,68 \quad \alpha_{\min} = 80^\circ 9'$$

Dựa vào các góc đó, ta kẻ các tiếp tuyến tương ứng với đường cong $E = f(Jtt)$ tới cắt trục và đo đoạn $\overline{a-b}$ giới hạn bởi hai giao điểm của 2 tiếp tuyến với trục

$$\text{tung}(\quad); \overline{a-b} = 824,14 \quad (\text{mm})$$

Cuối cùng ta tính được mômen quán tính của vô lăng:

$$ab \cdot j = 824,14 \cdot 0,783$$

$$J_d = \quad = \quad = 4,3 \text{ (kg.m}^2\text{)}$$

$$\tan(\alpha_{\max}) - \tan(\alpha_{\min}) = 9454,75 - 9304,68$$

Chọn đường kính bánh đà là $D = 0,7 \text{ (m)}$ khối lượng của bánh đà là:

$$4 \cdot J_d = 4 \cdot 4,3$$

$$M = \quad = \quad = 35,1 \text{ (kg)}$$

$$D^2 = (0,7)^2$$

THIẾT KẾ BÁNH RĂNG

a) tính toán để vẽ bánh răng và vẽ đường cong trượt:

Thiết kế cặp bánh răng hình trụ, răng thẳng, được cắt với chế độ dịch chỉnh đều bằng dao thanh răng có góc $\alpha = \alpha_0 = 20^\circ$,

.Biết mô đun $m = 3,5$ mm và số răng $Z_1 = 15$, $Z_2 = 22$

Tra bảng ứng với Z_1 và Z_2 có hệ số dịch dao: $y_1 = 0,775$; $y_2 = 0,463$; $y = 0,19$ (hệ số giảm đỉnh răng)

Ta có hệ số dịch dao tổng: $y_c = y_1 + y_2 = 1,238$

$$Z_c = Z_1 + Z_2 = 37$$

Hệ số phân ly: $\lambda = y_c - y = 1,238 - 0,19 = 1,049$

Góc ăn khớp ta dựa vào phương trình ăn khớp:

$$\text{inv } \alpha_L = 2 \cdot y_c \cdot \text{tg } \alpha / Z_c + \text{inv } \alpha \quad \text{với } \alpha = 20^\circ$$

$$\text{inv } \alpha_L = 2 \cdot y_c \cdot \text{tg } 20^\circ / Z_c + \text{inv } 20^\circ = 2 \cdot 1,049 \cdot 0,364 / 37 + 0,014904 = 0,035524 \text{ tra bảng ta được } \alpha_L = 26^\circ 22'$$

Thiết kế phải thoả mãn:

-Mô đun chọn theo tiêu chuẩn

-Tỷ xích của bản vẽ phải sao cho chiều cao răng lớn hơn 50mm

-mỗi bánh răng vẽ ít nhất là 3 răng đang trong giai đoạn ăn khớp, biên dạng răng phải bảo đảm đúng đường thân khai.

-tính toán và vẽ lên bản vẽ cặp bánh răng đang ăn khớp:

+chiều dài đường ăn khớp lý thuyết

+chiều dài đường ăn khớp thực

+Chiều dài cung ăn khớp

+Hệ số trùng khớp

+Chiều dày răng trên các vòng

+Biểu đồ hệ số trượt biên dạng răng μ_1 , μ_2

Khoảng cách trục:

$$A_0 = A = m \cdot (Z_C/2 + \dots) = 3,5 \cdot (37/2 + 1,049) = 68,42159 \text{ (mm)}$$

Tính kích thước của hai bánh răng:

-Bước răng trên vòng chia $t = m \cdot \dots = 3,5 \cdot \dots = 10,9949$

-Bán kính vòng chia $R_1 = m \cdot Z_1/2 = 3,5 \cdot 15/2 = 26,25 \text{ (mm)}$

$$R_2 = m \cdot Z_2/2 = 3,5 \cdot 22/2 = 38,5 \text{ (mm)}$$

- Bán kính vòng lăn: $R_{L1} = R_1 \cdot (1 + 2 \cdot \dots / Z_C) = 26,25 \cdot (1 + 2 \cdot 1,049/37) = 27,74 \text{ (mm)}$

$$R_{L2} = R_2 \cdot (1 + 2 \cdot \dots / Z_C) = 38,5 \cdot (1 + 2 \cdot 1,049/37) = 40,68 \text{ (mm)}$$

-Bán kính vòng cơ sở

$$R_{01} = R_1 \cdot \cos \alpha_0 = 26,25 \cdot \cos 20^\circ = 24,667 \text{ (mm)}$$

$$R_{02} = R_2 \cdot \cos \alpha_0 = 38,5 \cdot \cos 20^\circ = 36,178 \text{ (mm)}$$

Chiều dày trên vòng chia :

$$S_1 = m \cdot \dots / 2 + 2 \cdot \dots \cdot m \cdot \tan \alpha_0 = 3,5 \cdot 3,14/2 + 2 \cdot 3,5 \cdot 0,775 \tan 20^\circ = 7,47 \text{ (mm)}$$

$$S_2 = m \cdot \dots / 2 + 2 \cdot \dots \cdot m \cdot \tan \alpha_0 = 3,5 \cdot 3,14/2 + 2 \cdot 0,463 \cdot 3,5 \cdot \tan 20^\circ = 6,6746 \text{ (mm)}$$

Bán kính vòng chân:

$$R_{i1} = R_1 - m \cdot (f'' - \dots) = 26,25 - 3,5(1,25 - 0,775) = 24,5875 \text{ (mm)}$$

$$R_{i2} = R_2 - m \cdot (f'' - \dots) = 38,5 - 3,5(1,25 - 0,463) = 35,7455 \text{ (mm)}$$

Chiều cao răng: $h = m \cdot (f' + f'' - \dots) = 3,5 \cdot (1 + 1,25 - 0,19) = 7,21 \text{ (mm)}$

Bán kính vòng đỉnh

$$R_{e1} = R_{i1} + h = 24,5875 + 7,21 = 31,7975 \text{ (mm)}$$

$$R_{e2} = R_{i2} + h = 35,7455 + 7,21 = 42,9555 \text{ (mm)}$$

Để kiểm tra việc thiết kế ta tính các thông số sau :

- hệ số dịch chỉnh răng nhỏ nhất để tránh hiện tượng cắt chân răng

với bánh 1: $\dots_1 > \dots_{1min}$

$$17 - Z_1 \quad 17 - 15$$

$$\dots_{1min} = \dots = \dots = 0,1176$$

17 17
 mà $i_1 = 0,775$ thỏa mãn.

với bánh 2: $i_2 > i_{2min}$

$$i_{2min} = \frac{17 - Z_2}{17} = \frac{17 - 22}{17} = -0,2941$$

mà $i_2 = 0,463 > -0,2941$ thỏa mãn

Chiều dày răng trên vòng đỉnh:

$$\cos \alpha_{e1} = \frac{R_{01}}{R_{e1}} = 24,667/31,7975 = 0,77575 \quad ; \quad \alpha_{e1} = 39,12^\circ = 39^\circ 7'$$

$$S_{e1} = 2 \cdot R_{e1} \cdot \left(\frac{S_1}{2R_1} + \text{inv } \alpha_0 - \text{inv } \alpha_{e1} \right) = 2 \cdot 31,7975 \cdot (0,1423 + 0,014904 - 0,13006 -$$

$0,000384) = 1,71078 > 0,3 \cdot 3,5 = 1,05$ (thỏa mãn)

$$\cos \alpha_{e2} = \frac{R_{02}}{R_{e2}} = 36,178/42,9555 = 0,8422 \quad ; \quad \alpha_{e2} = 32,6247^\circ = 32^\circ 37'$$

$$S_{e2} = 2 \cdot R_{e2} \cdot \left(\frac{S_2}{2R_2} + \text{inv } \alpha_0 - \text{inv } \alpha_{e2} \right) = 2 \cdot 42,9555 \cdot (0,0867 + 0,014904 - 0,07043 -$$

$0,0002384) = 1,05$ (thỏa mãn)

Chiều dày trên vòng cơ sở:

$$S_{01} = 2 \cdot R_{01} \cdot \left(\frac{S_1}{2 \cdot R_1} + \text{inv } \alpha_0 \right) = 2 \cdot 24,667 \cdot (7,47/52,5 + 0,01904) = 7,96 \text{ (mm)}$$

$$S_{02} = 2 \cdot R_{02} \cdot \left(\frac{S_2}{2 \cdot R_2} + \text{inv } \alpha_0 \right)$$

$$=2. 36,178(0,0867 +0,014904) =7,35 \text{ (mm)}$$

Hệ số trùng khớp:

$$= \frac{\sqrt{R_{e1}^2 - R_{o1}^2} \sqrt{R_{e2}^2 - R_{o2}^2} A \cdot \sin L}{m \cdot \cos 0}$$

$$= \frac{24,667 \cdot 23,16 \cdot 68,418 \cdot 0,457}{10,99 \cdot 0,939} = 4,63$$

Vậy với $\epsilon = 4,63$ và $S_{e1} = 1,05$ thoả mãn $\epsilon > 1,1$ và $S_{e1} > 0,3m$

là điều kiện đảm bảo sự làm việc tốt của bộ truyền.

Cách vẽ bánh răng:

Vẽ biên dạng răng:

Từ điểm ăn khớp P ta vẽ 2 vòng tròn lần bán kính R_{L1} , R_{L2} , vẽ 2 vòng tròn cơ sở R_{o1} , R_{o2} xác định đoạn ăn khớp lý thuyết N_1N_2 , từ N_1 đặt một cung N_1P' trên vòng cơ sở R_{o1} có chiều dài bằng đoạn N_1P . Ta chia đoạn N_1P thành bốn phần bằng nhau: $P1 = 12 = 23 = 34$. Sau đó qua N_1 đặt thêm các đoạn 45, 56 có chiều dài bằng các đoạn trước, tương tự cũng chia cung N_1P' thành các phần bằng nhau: $P'1' = 1'2' = 2'3' = 3'4' = 4'5' = 5'6'$. Từ các điểm $1', 2', 3', 4', 5', 6'$ kẻ các tiếp tuyến với vòng cơ sở R_{o1} , trên tiếp tuyến đặt những đoạn $1'1''$; $2'2''$ bằng đoạn $1P$; $2P$ Nối các điểm P' , $1'', 2''$ ta được biên dạng thân khai của bánh răng 1. Biên dạng còn lại của bánh răng 1 được xác định bằng cách xác định chiều dày răng trên vòng chia và trên vòng đỉnh rồi vẽ đối xứng với biên dạng răng trước. Khi đó ta vẽ được 1 răng ta tiến hành đo bước răng trên vòng chia rồi vẽ các răng tiếp theo.

Làm tương tự ta cũng vẽ được biên dạng răng của bánh răng số 2

Vẽ vòng tròn đỉnh răng: Dựa vào bán kính R_{e1} , R_{e2} ta vẽ được vòng tròn đỉnh răng, giao điểm của các vòng tròn này với đường thân khai xác định được điểm tận cùng của đỉnh răng.

Vẽ vòng tròn chân răng:

Từ bán kính R_{i1} , R_{i2} ta vẽ được vòng tròn chân răng, ta có R_{i1} , $R_{i2} > R_{o1}$, R_{o2} song dù thế nào thì dạng chân răng cũng gồm hai phần là phần thân khai và phần chuyển tiếp. Trong đó phần chuyển tiếp là phần thân khai với cung tròn chân răng bằng một cung tròn có bán kính $r = 0,2 m = 0,2 \cdot 6 = 1,2$ ta được đoạn chuyển tiếp chân răng. Sau khi vẽ được đoạn chuyển tiếp ta có một răng đầy đủ lấy làm mẫu để vẽ các răng tiếp theo.

1. Vẽ đoạn ăn khớp thực và cung ăn khớp, cung làm việc:

Dựa vào chiều quay của bánh răng chủ động ta xác định đoạn ăn khớp lý thuyết N_1N_2 , xác định đoạn ăn khớp thực ab (giao điểm của đường ăn khớp lý thuyết với vòng đỉnh của hai bánh sẽ là đoạn ăn khớp thực).

Cung ăn khớp là cung trên vòng tròn lăn của 2 bánh răng lăn không trượt với nhau trong thời gian ăn khớp của một đôi răng: $a_1b_1 = a_2b_2$, phần làm việc của cặp răng là phần

cạnh răng tiếp xúc nhau trong quá trình ăn khớp. Đoạn ăn khớp thực ab từ O₁ vẽ vòng tròn tâm O₁ bán kính R = O₁a cắt cạnh răng của bánh một tại A₁ tương tự vẽ cung O₂b ta xác định được B₂, các cung A₁B₁, A₂B₂ là phần làm việc của cạnh răng.

Xác định cung ăn khớp:

Qua điểm A₁, B₁ của phần làm việc của bánh răng 1 ta vẽ các pháp tuyến A₁a'₁, B₁b'₁ tiếp xúc với vòng tròn cơ sở của bánh 1 các đường thẳng này cắt vòng tròn lăn bánh 1 tại a₁ và b₁ cung a₁b₁ chính là cung ăn khớp trên bánh 1, tương tự ta cũng xác định được cung a₂b₂ cho bánh răng 2:

b) Hệ số trượt :

vì phần làm việc của các cạnh răng lăn và trượt với nhau sự trượt tương đối dẫn đến mài mòn cạnh răng. Để đặc trưng sự trượt người ta dùng hệ số trượt. cụ thể được tính theo công thức:

$$i_1 = 1 - i_{21} \frac{N_2 K}{N_1 K}; \quad i_2 = 1 - i_{12} \frac{N_1 K}{N_2 K};$$

Vị trí	N ₁	N ₂	a	b	P
1	-	1	0,4665	-1,321	0
2	1	-	-0,875	0,569	0

Nhận xét : Định rằng hệ số trượt mang dấu dương, chân răng hệ số trượt mang dấu âm, tại P thì hệ số trượt = 0. Đường cong ở chân răng dốc hơn đường cong ở đỉnh răng, ta thấy bánh 1 có đường cong 1 dốc hơn 2 nên sự trượt của bánh 1 lớn hơn bánh 2.

c) Hệ số áp lực riêng :

Hệ số này có ý nghĩa trong khi tính sức bền của răng nó được xác định theo công thức:

$$= m / \text{ với } = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2} : \text{ là bán kính cong của cạnh răng tại điểm ăn khớp K}$$

$= m \cdot (r_1 + r_2) / (r_1 \cdot r_2) = m \cdot N_1 N_2 / (r_1 (N_1 N_2 - r_2))$ ứng với điểm ăn khớp K khác nhau ta có khác nhau. Hệ số có giá trị cực tiểu tại trung điểm đường ăn khớp lý thuyết N₁N₂

tài liệu tham khảo :

Bài tập nguyên lý máy (Tạ Ngọc Hải xuất bản 1965)

Nguyên lý máy(giáo trình của ĐHBK xuất bản 1971)

Hướng dẫn thiết kế đồ án nguyên lý máy (Trường ĐHKTCN)

Và một số giáo trình nguyên lý máy khác.

Mục lục

Trang

Lời nói đầu	1
Chương I..... Cơ cấu dẫn động bằng tải lắc.....	2
ChươngII.....Vẽ hoạ đồ vận tốc	4
ChươngIII.....Vẽ hoạ đồ gia tốc.....	6
ChươngIV	9
.....Phân tích lực cơ cấu.....	9
Chương V	13
.....Thiết kế bánh đà.....	13
ChươngVI	18
.....Thiết kế bánh răng.....	18