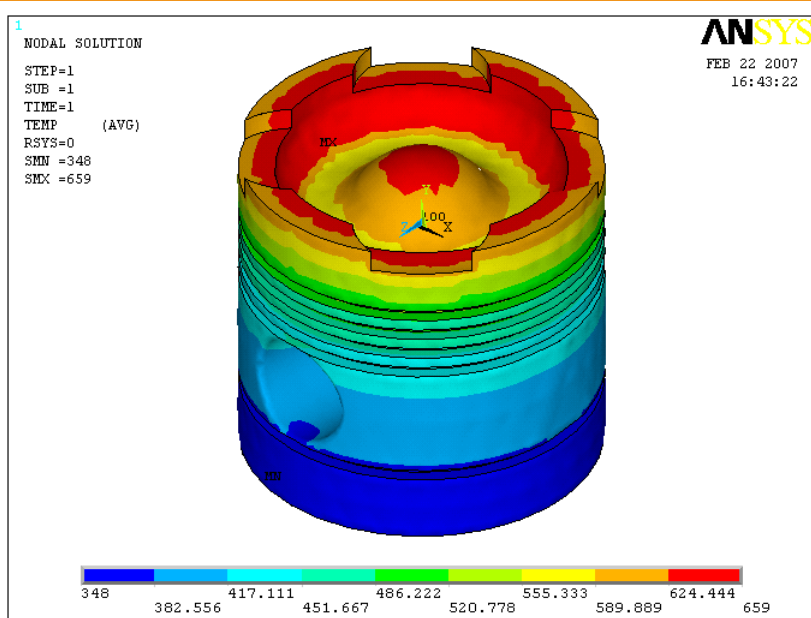


TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP
KHOA KỸ THUẬT Ô TÔ VÀ MÁY ĐỘNG LỰC
BỘ MÔN KỸ THUẬT Ô TÔ

TÍNH TOÁN THIẾT KẾ
ĐỘNG CƠ ĐỐT TRONG



THÁI NGUYỄN 2020

CHƯƠNG 1: ĐỘNG HỌC VÀ ĐỘNG LỰC HỌC CƠ CẤU TRỤC KHUYỬ – THANH TRUYỀN

1.1. Động học của cơ cấu khuỷu trục - thanh truyền giao tâm.

1.1.1. Động học pittông

Để tính gần đúng, cần phải loại góc β ra khỏi các công thức chính xác, người ta sử dụng mối quan hệ: $R \sin \alpha = l \sin \beta$

suy ra : $\sin \beta = \lambda \sin \alpha \quad \Rightarrow \quad \beta = \arcsin (\lambda \sin \alpha)$

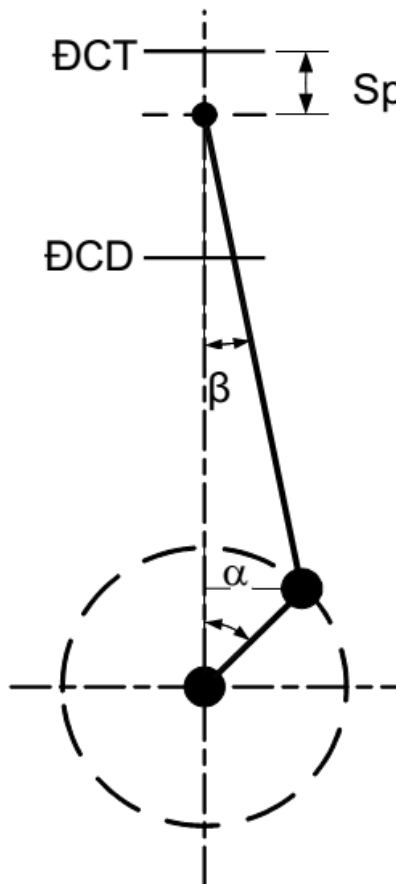
Nghĩa là: $\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha} \approx 1 - \frac{1}{2} \lambda^2 \sin^2 \alpha \quad (*)$

- Trong các tài liệu kỹ thuật, người ta thường phân tích các biểu thức gần đúng thành các thành phần cấp 1 và cấp 2:

$$S_p = S_p(I) + S_p(II)$$

$$v_p = v_p(I) + v_p(II)$$

$$j_p = j_p(I) + j_p(II)$$



Hình 1.1.

a/ Biến thiên của chuyển vị:

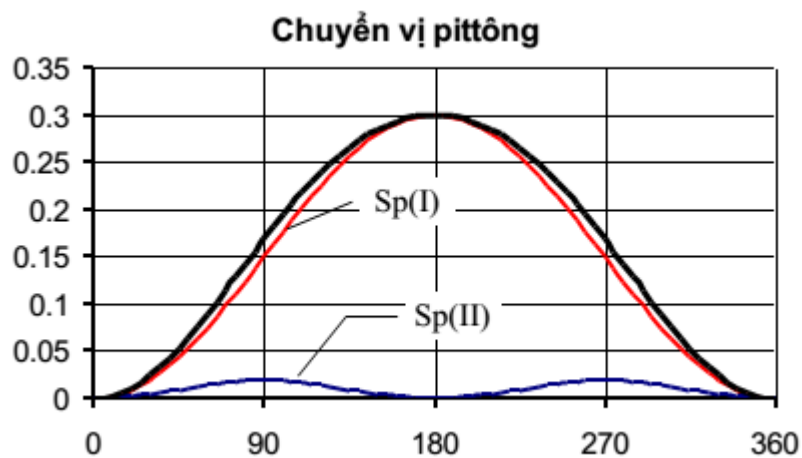
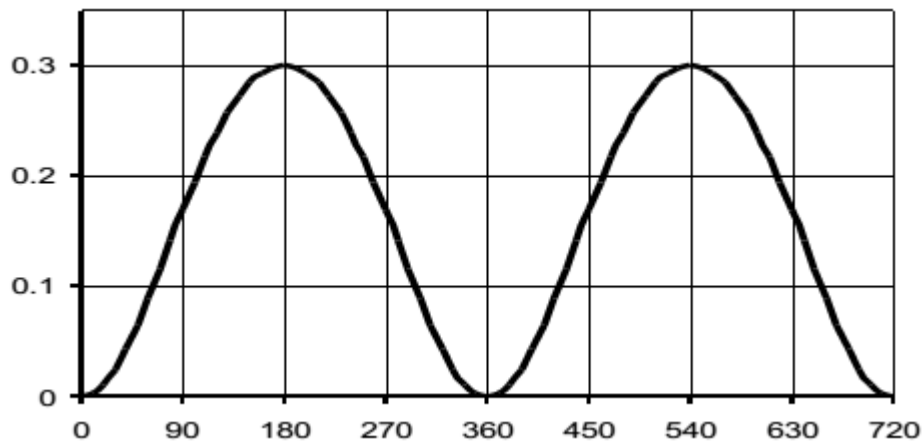
$$Sp = R \left[\left(1 + \frac{1}{\lambda} \right) - \left(\cos \alpha + \frac{1}{\lambda} \cos \beta \right) \right]$$

công thức chính xác

Sau khi thay (*) vào và biến đổi, ta nhận được công thức gần đúng:

$$Sp = R \left[(1 - \cos \alpha) + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos 2\alpha) \right]$$

$$\Rightarrow Sp_{\max} = 2R; Sp_{\min} = 0$$



b/ Biến thiên của vận tốc:

Cực trị của vp có thể tìm khi lấy đạo hàm của biểu

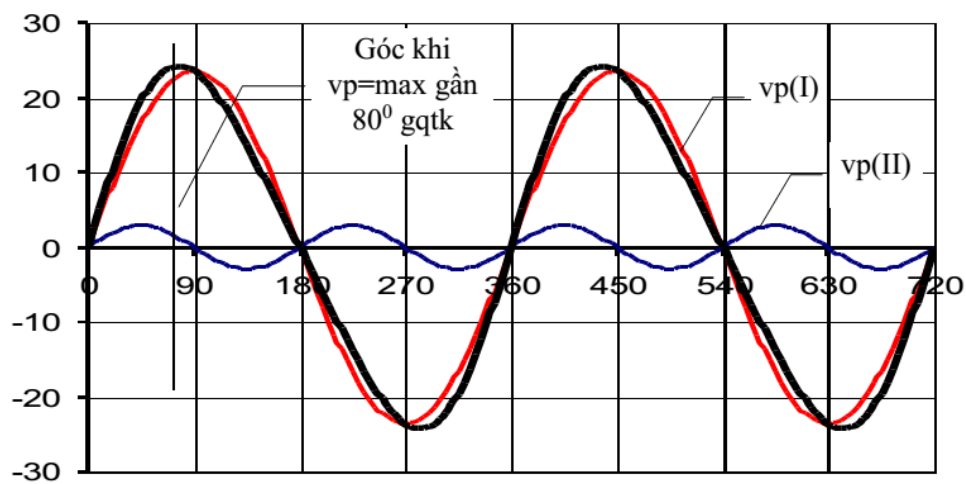
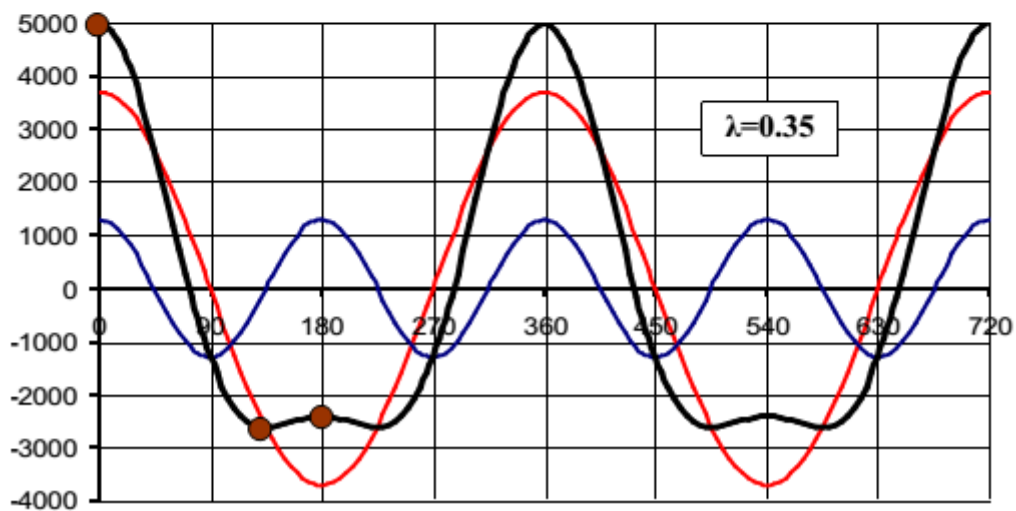
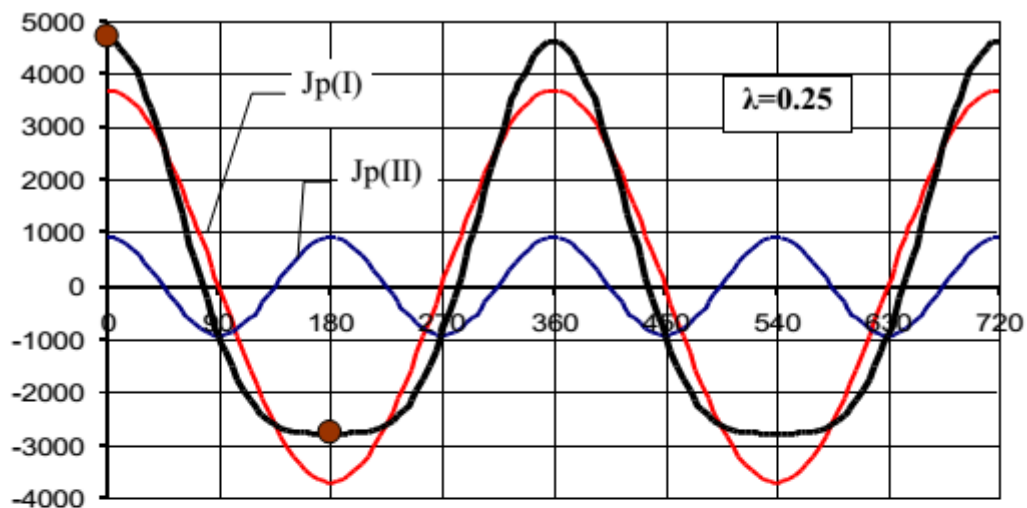
$$\text{thức: } v_p = R \omega \left(\sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha \right)$$

$$\Rightarrow 2\lambda \cos^2 \alpha + \cos \alpha - \lambda = 0 \Rightarrow \text{tìm được } \alpha \text{ đạt cực trị.}$$

Trong thực tế người ta chú ý đến tốc độ trung bình: $v_{ptb} = 2S_n/60 = S_n/30$

ĐC chậm tốc: $v_{ptb} = 4-6\text{m/s}$; ĐC trung tốc: $v_{ptb} = 6-9\text{m/s}$; ĐC cao tốc:

$v_{ptb} = 9-13\text{m/s}$;



Cực trị của J_p có thể tìm khi lấy đạo hàm của biểu thức :

$$j_p = R\varpi^2 (\cos\alpha + \lambda \cos 2\alpha)$$

$$\Rightarrow \frac{dJ_p}{d\alpha} = -R\varpi^2 \sin\alpha (1 + 4\lambda \cos\alpha) = 0$$

$$\Rightarrow \sin\alpha = 0 \quad \Rightarrow \alpha = 0 \text{ \& } \alpha = 180$$

$$\Rightarrow (1+4\lambda\cos\alpha)=0 \Rightarrow \alpha = \arccos(-1/4\lambda)$$

$$\Rightarrow \text{Trong điều kiện } (-1 \leq (-1/4\lambda) \leq 1 \Rightarrow \lambda \geq 1/4$$

Khi $\lambda \geq 1/4$ sẽ có cực trị thứ ba

Các thông số	Công thức chính xác	Công thức gần đúng
Chuyển vị	$S_p = R \left[\left(1 + \frac{1}{\lambda}\right) - \left(\cos \alpha + \frac{1}{\lambda} \cos \beta\right) \right]$	$S_p = R \left[(1 - \cos \alpha) + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos 2\alpha) \right]$
Vận tốc	$v_p = R \varpi \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\cos \beta}$	$v_p = R \varpi \left(\sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha \right)$
Gia tốc	$J_p = R \varpi^2 \left[\frac{\cos(\alpha + \beta)}{\cos \beta} + \lambda \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^3 \beta} \right]$	$j_p = R \varpi^2 (\cos \alpha + \lambda \cos 2\alpha)$

1.1.2. Động học thanh truyền

Thanh truyền thực hiện chuyển động song phẳng phức tạp:

- Đầu nhỏ TT chuyển động tịnh tiến cùng pittông
- Đầu to TT chuyển động quay quanh đường tâm trục khuỷu.
- Thân TT chuyển động lắc quanh đường tâm chốt pittông.

a/ Chuyển vị góc:

$$\text{Từ trên ta có: } R \sin \alpha = l \sin \beta \Rightarrow \beta = \arcsin(\lambda \sin \alpha)$$

Dễ dàng thấy: $\beta = \max$ khi $\alpha = 90^\circ$ và $\alpha = 270^\circ$

$$\beta_{\max} = 12 \div 18^\circ$$

b/ Vận tốc góc:

$$\varpi_T = \frac{d\beta}{dt} = R \varpi \frac{\cos \alpha}{l \cos \beta} = \lambda \varpi \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$\text{Công thức gần đúng: } \varpi_T \approx \lambda \varpi \frac{\cos \alpha}{\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha}}$$

$$\text{Các cực trị: } \omega_{T\max} = \pm \lambda \omega ; \quad \omega_{T\min} = 0$$

c/ Gia tốc góc:

$$\varepsilon_T = \frac{d\varpi_T}{dt} = \frac{d\varpi_T}{d\alpha} * \frac{d\alpha}{dt} = \varpi \frac{d\varpi_T}{d\alpha} \approx -\lambda \varpi^2 \frac{(1 - \lambda^2) \sin \alpha}{(1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha)^{3/2}}$$

$$\text{Các cực trị: } \varepsilon_{T\max} = \pm \lambda \omega^2 ; \quad \varepsilon_{T\min} = 0$$

1.2. Động học của cơ cấu khuỷu trục - thanh truyền lệch tâm

Định nghĩa: Là CCKTTT khi đường tâm xylanh không cắt đường tâm trục khuỷu.

Một số khái niệm:

e - Khoảng lệch tâm.

$k=e/R$ - Hệ số lệch tâm. (khoảng $0,05 \div 0,2$)

α_1 – Góc quay của TK khi Pittông ở ĐCT

α_2 – Góc quay của TK khi Pittông ở ĐCD

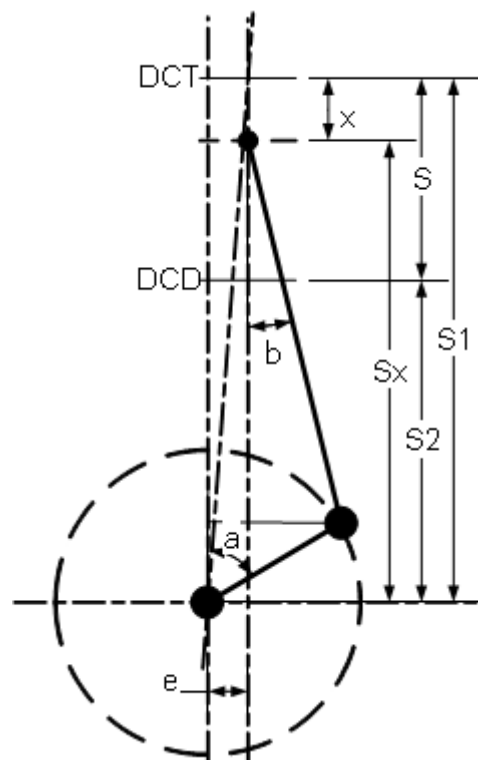
Vị trí “0” được coi là vị trí khi đường tâm khuỷu trục nằm // với đường tâm xylanh.

Dễ dàng nhận thấy một số quan hệ:

$$\sin \alpha_1 = \frac{e}{l + R} = \frac{\lambda k}{1 + \lambda}; \quad \sin \alpha_2 = \frac{-e}{l - R} = -\frac{\lambda k}{1 - \lambda}$$

$$(R \sin \alpha - e) = l \sin \beta \quad \Rightarrow \quad \sin \beta = \lambda (\sin \alpha - k);$$

$$\cos \beta \approx 1 - \frac{1}{2} \lambda^2 (\sin \alpha - k)^2$$



Hình

1.2.1. Động học của pittông:

a/ Chuyển vị:

$$S_1 = \sqrt{(l+R)^2 - e^2} = R \sqrt{\left(\frac{1}{\lambda} + 1\right)^2 - k^2};$$

$$S_2 = \sqrt{(l-R)^2 - e^2} = R \sqrt{\left(\frac{1}{\lambda} - 1\right)^2 - k^2}$$

Ngoài ra có : $S_x = R \cos \alpha + l \cos \beta$

$$x = S_1 - S_x$$

$\Rightarrow$ Chuyển vị :

$$x = Sp = R \left[\sqrt{\left(\frac{1}{\lambda} + 1\right)^2 - k^2} - \left(\cos \alpha + \frac{1}{\lambda} \cos \beta \right) \right]$$

Biểu thức gần đúng:

$$x = Sp \approx R \left[(1 - \cos \alpha) + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos 2\alpha) - k\lambda \sin \alpha \right]$$

*** Hành trình của pittông:**

$$S = S_1 - S_2 = R \left[\sqrt{\left(\frac{1}{\lambda} + 1\right)^2 - k^2} - \sqrt{\left(\frac{1}{\lambda} - 1\right)^2 - k^2} \right] \approx 2R \left[1 + \frac{k^2}{2\left(\frac{1}{\lambda^2} - 1\right)} \right] > 2R$$

b/ Tốc độ pittông:
$$v_p \approx R \omega \left(\sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha - k\lambda \cos \alpha \right)$$

c/ Gia tốc pittông:
$$J_p \approx R \omega^2 (\cos \alpha + \lambda \cos 2\alpha + k\lambda \sin \alpha)$$

1.2.2. Động học thanh truyền:

a/ Chuyển vị góc:

$$\sin \beta = \lambda (\sin \alpha - k)$$

Do $\alpha_2 > \alpha_1 \Rightarrow$ Góc quay của TK ở hành trình pittông đi xuống lớn hơn 180° ;

$\Rightarrow$ Góc quay của TK ở hành trình pittông đi lên nhỏ hơn 180° ;

$$\text{Góc } \beta = \max \text{ khi } \sin \alpha = \pm 1$$

$$\text{Góc } \beta = \min \text{ khi } \sin \beta = 0 \Rightarrow (\beta = 0) \text{ và } (\sin \alpha = k)$$

b/ Tốc độ góc:

$$\varpi_T \approx \lambda \varpi \frac{\cos \alpha}{\sqrt{1 - \lambda^2 (\sin \alpha - k)^2}}$$

c/ Gia tốc góc:

$$\varepsilon_T \approx \lambda \varpi^2 \left[\frac{\lambda^2 \cos^2 \alpha (\sin \alpha - k) - \sin \alpha [1 - \lambda^2 (\sin \alpha - k)^2]}{[1 - \lambda^2 (\sin \alpha - k)^2]^{3/2}} \right]$$

1.2.3. Các đặc điểm của cơ cấu KTTT lệch tâm:

- San đều lực ngang tác dụng lên thành xylanh: Giảm lực ngang ở hành trình cháy giãn nở (pittông đi xuống); Tăng lực ngang ở hành trình nén (pittông đi lên).
- Do hành trình S của pittông lớn hơn so với ở CCKTTT kiểu giao tâm, cho nên sẽ làm tăng V_h , tăng công suất ĐC.
- Do góc quay tương ứng hành trình đi xuống của pittông ở quá trình nạp lớn hơn, sẽ cải thiện chất lượng quá trình nạp.
- Cho phép tăng khoảng cách giữa TK và trục cam, không làm ảnh hưởng đến quỹ đạo đầu to TT.

1.3. Động lực học của cơ cấu khuỷu trục thanh truyền.

1.3.1. Quy dẫn khối lượng nhóm pittông :

Các chi tiết của nhóm pittông tham gia chuyển động tịnh tiến.

$$m_{np} = m_p + m_{xm} + m_{ch} + m_k + m_g \quad [\text{kg}]$$

Ngoài ra có thể xét thêm các khối lượng của phần dầu nhờn có trong khoang làm mát pittông, khối lượng các chi tiết trong cơ cấu thay đổi tỷ số nén ...

1.3.2. Quy dẫn khối lượng nhóm thanh truyền :

Do TT thực hiện chuyển động phức tạp, cho nên người ta thường quy dẫn khối lượng TT thành 2 hoặc 3 khối lượng.

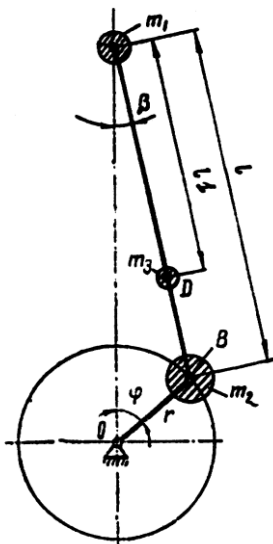
a/ Các giả thiết khi quy dẫn:

Tổng các khối lượng thành phần bằng khối lượng của TT.

Không làm thay đổi trọng tâm của TT.

Coi TT là thanh có độ cứng tuyệt đối.

Các thành phần khối lượng được gắn vào thanh ở các điểm được tính toán.



b/ Quy dẫn về 3 điểm:

$$m_{TT} = m_1 + m_2 + m_3$$

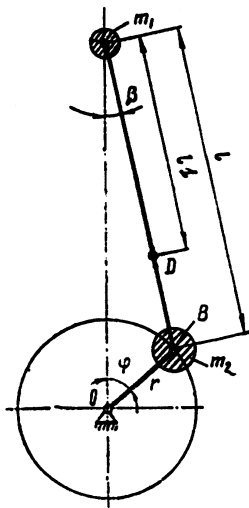
$$m_1 l_1 = m_2 (l - l_1)$$

$$\text{Ta có : } J_0 = m_1 l_1^2 + m_2 (l - l_1)^2$$

$$\Rightarrow m_1 = \frac{J_0}{l l_1}; \quad m_2 = \frac{J_0}{l(l - l_1)};$$

$$m_3 = m_{TT} - (m_1 + m_2)$$

Do khối lượng m_3 thường nhỏ hơn rất nhiều so với m_1 và m_2 cho nên trong tính toán thực tế, để đơn giản, người ta thường chỉ quy dẫn về 2 khối lượng.



c/ Quy dẫn về 2 điểm:

$$m_{TT} = m_1 + m_2$$

$$m_1 l_1 = m_2 (l - l_1)$$

$$\Rightarrow m_1 = m_{TT} \frac{(l - l_1)}{l}; \quad m_2 = m_{TT} \frac{l_1}{l};$$

Cần chú ý rằng, khi quy dẫn về 2 điểm thì **mômen quán tính của hệ thay thế sẽ lớn hơn mômen quán tính thật của TT.**

$$\text{Thực tế cho thấy: } m_1 = (0,27 \div 0,35) m_{TT};$$

$$m_2 = (0,65 \div 0,73) m_{TT};$$

d/ Quy dẫn Thanh truyền ĐC chữ V:

Xét trường hợp TT kiểu chính-phụ.

Thanh truyền chính được quy dẫn bình thường, như trên đã trình bày.

$$m_{TT} = m_1 + m_2; \quad m_1 l_1 = m_2 (l - l_1)$$

Thanh truyền phụ được quy dẫn theo nguyên tắc trên:

$$m_{ph} = m_{1ph} + m_{2ph}$$

Sau đó m_{2ph} được quy dẫn tiếp về hai đầu của TT chính thành m'_{2ph} và m''_{2ph}

- Gọi b_1 là khoảng cách từ tâm chốt phụ đến tâm đầu nhỏ TT chính.
- Gọi b_2 là khoảng cách từ tâm chốt phụ đến tâm đầu to TT chính.

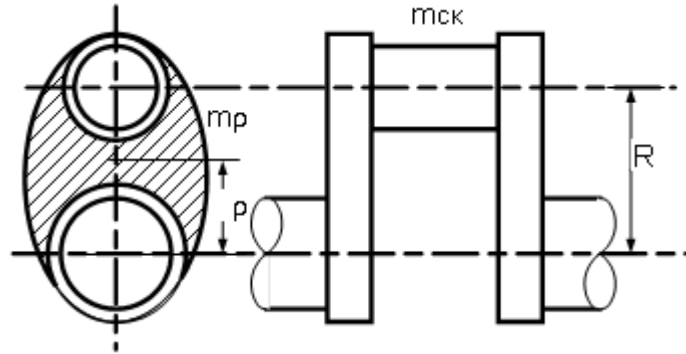
Khi đó : $m'_{2ph} = m_{2ph} \frac{b_2}{l}$; $m''_{2ph} = m_{2ph} \frac{b_1}{l}$

Tổng hợp lại: KL quy dẫn của đầu nhỏ TT chính là **($m_1 + m'_{2ph}$)**

KL quy dẫn của đầu to TT chính là **($m_2 + m''_{2ph}$)**

1.3.3. Quy dẫn khối lượng khuỷu trục :

Khi quy dẫn người ta thường chia ra:



- Phần KL chốt khuỷu m_{CK} quay theo bán kính R.
- Phần khối lượng m_p của má khuỷu quay theo bán kính ρ .

Nếu quy dẫn các khối lượng này cùng quay theo bán kính R thì ta có:

$$m_p \cdot \rho \omega^2 = m_m R \omega^2; \Rightarrow$$

$$m_m = m_p \frac{\rho}{R} = \frac{a_2}{b^2} = \frac{\alpha^2}{\beta} = \frac{a^2}{b_2} d_1^2 = \alpha \beta \lambda;$$

Như vậy ta có KL quay của khuỷu trục là:

$$m_K = m_{CK} + 2m_m$$

Kết luận :

- KL quy dẫn của nhóm chi tiết chuyển động tịnh tiến: $m_j = m_{np} + m_1$
- KL quy dẫn của nhóm chi tiết chuyển động quay: $m_r = m_K + m_2$

Trong tính toán người ta thường tính KL trên một đơn vị diện tích đỉnh pittông: m_j/F ; m_K/F ;

1.3.4. Hợp lực và mômen tác dụng lên CCKTTT động cơ 1 xi lanh

Lực quán tính:

a/ Lực quán tính của KL chuyển động tịnh tiến:

Công thức tính: $P_j = -m_j \cdot J = -m_j R \omega^2 (\cos \alpha + \lambda \cos 2\alpha)$

Đặc điểm: Luôn tác dụng theo phương đường tâm xylanh.

Chiều dương của lực là chiều hướng về tâm quay của trục khuỷu.

b/ Lực quán tính của KL chuyển động quay:

Công thức tính: $P_r = -m_r.R\omega^2 = const$

Đặc điểm: Luôn tác dụng theo phương đường tâm má khuỷu.

Theo chiều ly tâm.

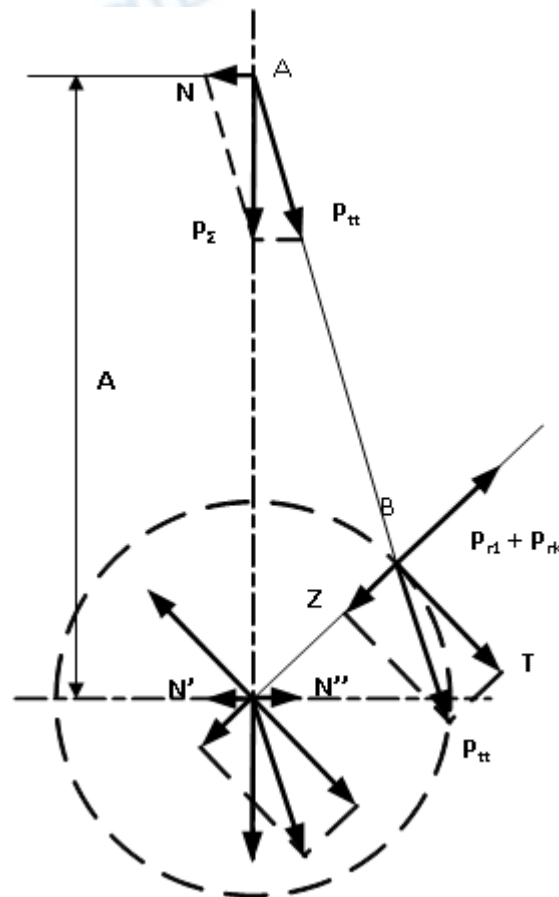
Lực khí thể:

- Theo kết quả tính nhiệt chu trình công tác ta có đồ thị (p-V).
- Triển khai đồ thị (p-V) theo góc quay α ta biến thiên của áp suất p theo góc α .
- Khi tính toán thường dùng áp suất tương đối: $p_{kh} = p - p_0$

Ta có công thức xác định lực khí thể : $P_{kh} = p_{kh} \cdot F = p_{kh} \frac{\pi D^2}{4}$

Hợp lực và mômen tác dụng lên CCKTTT:

Các lực và mômen tác dụng lên CCKTTT được thể hiện trên hình vẽ.



Tổng lực P_Σ của lực khí thể và lực quán tính được xác định:

$$P_\Sigma = P_{kh} + P_j$$

Lực P_Σ được chia thành hai thành phần: lực ngang N và lực thanh truyền P_{tt}

.

Ta có: $P_{tt} = \frac{P_{\Sigma}}{\cos \beta}$; $N = P_{\Sigma} \tan \beta$

Khi dời lực thanh truyền P_{tt} tới điểm B, ta có thể phân tích lực này thành 2 thành phần là lực Z và T:

$$T = \frac{P_{\Sigma} \sin(\alpha + \beta)}{\cos \beta}; Z = \frac{P_{\Sigma} \cos(\alpha + \beta)}{\cos \beta}; (2)$$

Sau khi biến đổi và dịch chuyển các lực, ta có thể rút ra các kết luận sau:

Lực áp suất khí thể tác dụng lên tất cả các bề mặt mà nó tiếp xúc, như nắp xy lanh, thành xy lanh, đỉnh pittông ...

Hợp lực của lực khí thể và lực quán tính của nhóm pittông (trừ lực quán tính do khối lượng của chốt pittông gây ra) tác dụng lên vùng bề mặt của hai đầu chốt, từ đó tạo phản lực tác dụng lại vùng bề mặt chốt.

Hợp lực của lực khí thể và lực quán tính của cả nhóm pittông tác dụng lên đầu nhỏ thanh truyền và tạo phản lực tác dụng ngược lại vùng bề mặt tiếp xúc với bạc của chốt.

Hợp lực của lực khí thể và lực quán tính của khối lượng m_j gây nên sẽ tạo thành lực tổng P_{Σ} . Lực tổng này được phân tích thành 2 lực: lực ngang N (có tác dụng ép pittông vào thành xy lanh) và lực thanh truyền P_{tt} (có tác dụng lên bề mặt cổ khuỷu qua bạc đầu to thanh truyền).

Lực thanh truyền P_{tt} thông qua hai má khuỷu sẽ truyền về hai bạc ổ đỡ và làm quay khuỷu trục bằng mômen xoắn: $M_x = T.R$

Lực ngang N khi truyền về ổ đỡ sẽ gây ra mômen lật: $M_R = N.A = N(l \cos \beta + R \cos \alpha)$

Có thể chứng minh được: $M_x = - M_R$

Mômen lật tác dụng lên thân máy, tác dụng lên các bộ đỡ động cơ qua các gối tựa.

Mômen xoắn ($M_x = T.R$) có tác dụng làm quay trục khuỷu, đưa công suất ra ngoài. Khi động cơ làm việc, mômen này được cân bằng bởi:

- mômen cản của ngoại lực tại bánh đà;
- mômen cản của các lực ma sát của các chi tiết chuyển động tương đối trong ĐC;
- mômen cản được tạo thành bởi mômen quán tính J_0 của các chi tiết chuyển động quay quy về đường tâm TK.

1.3.5. Lực và mômen tác dụng lên trục khuỷu động cơ một hàng XL.

a. Góc công tác và góc lệch khuỷu của động cơ.

Trong động cơ nhiều xy lanh thì trục khuỷu gồm nhiều khuỷu trục.
Để đảm bảo tính cân bằng và độ đồng đều của mômen quay $\Rightarrow$

- các khuỷu trục phải bố trí lệch nhau theo một góc nhất định.
- các xy lanh phải làm việc lệch pha nhau, theo trình tự nhất định.

Các khái niệm:

Thứ tự làm việc các xy lanh: là trình tự làm việc của các xy lanh, cố định cho mỗi động cơ.

Góc công tác δ : là góc lệch pha giữa 2 xy lanh làm việc liên tiếp nhau (tính bằng độ gqtk).

Góc lệch khuỷu δ_k của động cơ: là góc tạo bởi 2 khuỷu của 2 xy lanh kề nhau (độ gqtk).

Các yêu cầu đối với trục khuỷu:

- Đảm bảo góc công tác đồng đều (một giá trị δ cho động cơ). Đối với ĐC có 1 góc công tác thì có thể tính: $\delta = \frac{180^\circ \tau}{i}$ (trong đó τ - số kỳ; i - số xy lanh)
- Có tính tự cân bằng tốt.
- Kết cấu đơn giản, dễ chế tạo.
- Đảm bảo hiệu suất nạp tốt nhất.
- Đảm bảo sự làm mát đồng đều giữa các xy lanh.

b. Đồ thị véc tơ phụ tải tác dụng lên chốt khuỷu.

Bề mặt cổ khuỷu chịu tác dụng của:

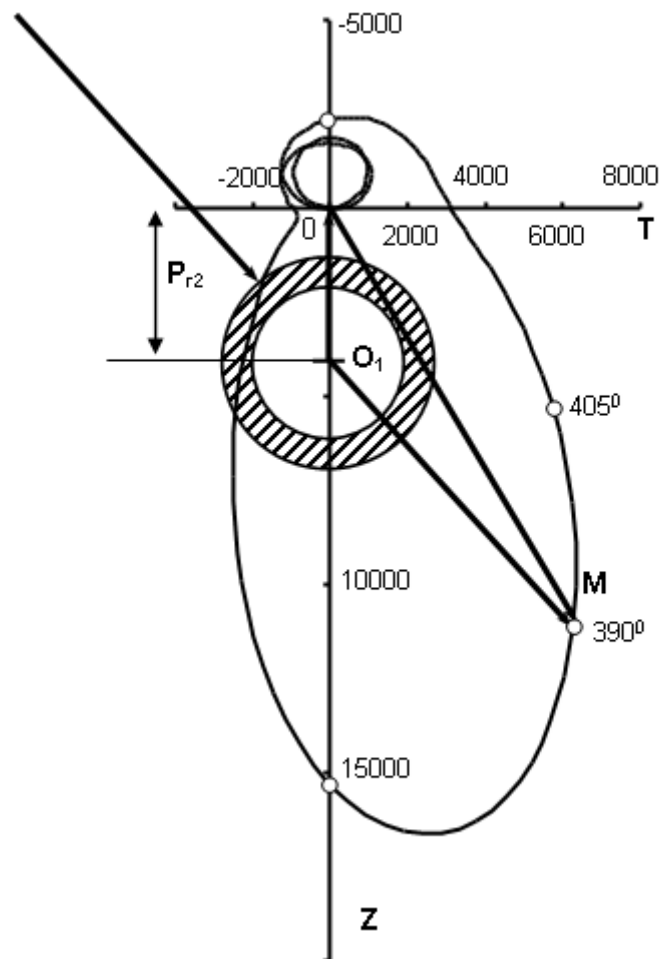
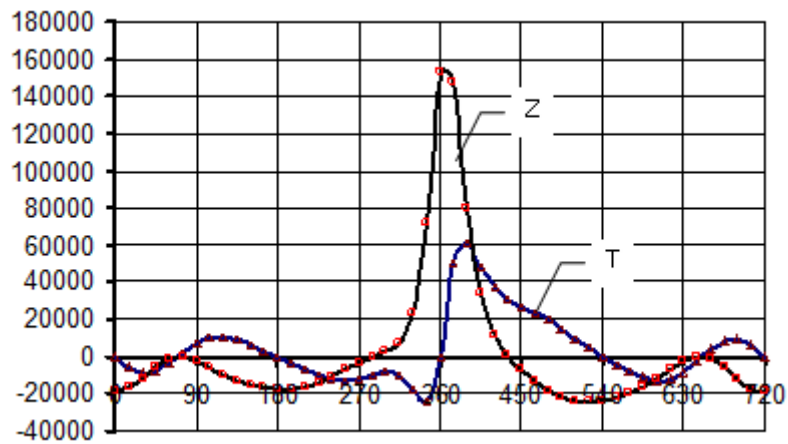
lực thanh truyền,

lực quán tính ly tâm của TT quy dẫn về đầu to (P_{r2}):

$$\overline{Q}_{ck} = \overline{T} + \overline{Z} + \overline{P}_{r2}; (3)$$

Do các thành phần lực có tính chu kỳ, cho nên vectơ $\overline{Q}_{ck}$ cũng thay đổi theo đúng chu kỳ tương ứng các lực trên.

Ta có thể biểu diễn sự biến thiên của $\overline{Q}_{ck}$ theo đồ thị được xây dựng theo cách sau:



- Giả thiết trục khuỷu đứng yên, còn xylanh quay với tốc độ ω nhưng theo chiều ngược lại.

- Dựng hệ tọa độ TOZ như hình vẽ dưới đây.

- Lấy điểm O_1 về phía chiều dương của trục OZ, cách O một khoảng bằng Pr_2 . Nghĩa là:

$$O_1O = m_2 \cdot r \omega_2$$

theo tỷ lệ xích đã chọn.

- Vẽ đường tròn bán kính tùy ý, tâm O_1 tượng trưng cho bề mặt cổ khuỷu.

- Vẽ tượng trưng dạng má khuỷu về phía chiều dương của trục OZ.
- Lập bảng biến thiên của các lực T và Z trong một chu kỳ.
- Đưa các cặp giá trị của T và Z lên hệ tọa độ TOZ, xác định giao điểm của các đường kẻ vuông góc từ hoành và tung độ nêu trên.
- Nối các giao điểm nhận được bằng một đường cong khép kín
- Đường cong nhận được với tâm O1 chính là Đồ thị véc tơ phụ tải tác dụng lên cổ khuỷu.

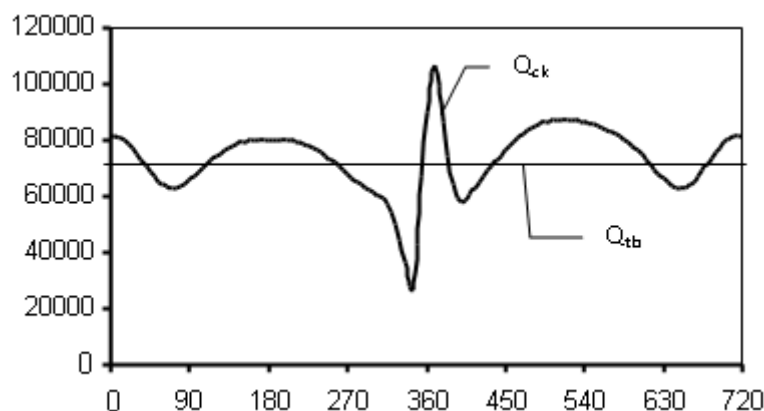
- Thí dụ: Véc tơ $\overline{Q}_{ck}$ tác dụng lên cổ khuỷu khi TK quay được 3900, chính là véc tơ có gốc tại O1, mũi là điểm M (3900). Điểm tác dụng của véc tơ này nằm tại giao điểm của đường thẳng biểu diễn phương tác dụng của vector với đường tròn tượng trưng cho cổ khuỷu.

Trên hình có đồ thị biểu diễn sự biến thiên của các lực T và Z theo góc quay α của TK. Khi triển khai $\overline{Q}_{ck}$ theo góc quay trục khuỷu ta nhận được đồ thị $\overline{Q}_{ck}=f(\alpha)$.

Đồ thị này có thể xây dựng bằng cách xác định trị số $\overline{Q}_{ck}$. Có thể tính $\overline{Q}_{ck}$ từ công thức lượng giác, khi giải tìm cạnh của tam giác (trong tam giác OO1M):

Khi đó ta có:
$$\overline{Q}_{ck} = \sqrt{T^2 + Z^2 + P_{r2}^2 - 2ZP_{r2}}; (4)$$

$(a = \sqrt{b^2 + c^2 - 2bc \cos A}; \text{ trong đó } b \cos A = Z)$



Do lực $\overline{Q}_{ck}$ tác dụng lên bề mặt cổ khuỷu qua bạc lót đầu to TT cho nên tại mỗi thời điểm sự tiếp xúc không phải chỉ qua 1 điểm mà là một giao tuyến. Đồ thị tương tác ở mỗi thời điểm của cặp bề mặt này là rất phức tạp, phụ thuộc vào nhiều yếu tố.

- Từ đồ thị triển khai ta dễ dàng xác định được Qmax và Qtb.

- Phụ tải riêng trung bình: $q_{tb} = \frac{Q_{tb}}{d_{kh} l_{kh}}$; Phụ tải riêng lớn nhất:
- $$q_{\max} = \frac{Q_{\max}}{d_{kh} l_{kh}};$$

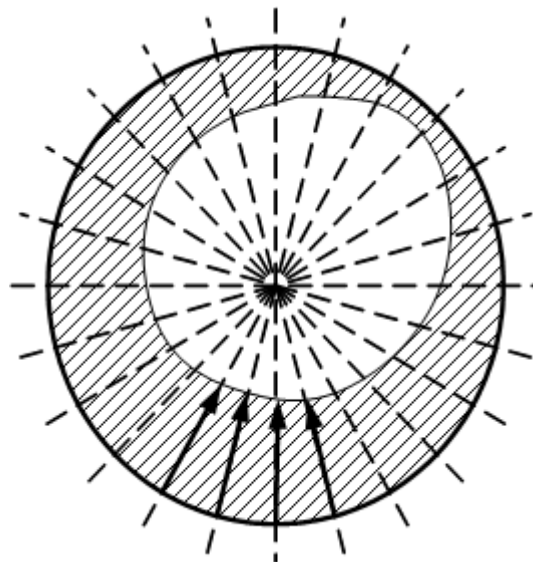
trong đó d_{kh} - đường kính ngoài cổ khuỷu; l_{kh} - chiều dài tiếp xúc bạc đầu to.

- Hệ số va đập: $\chi = \frac{q_{\max}}{q_{tb}}$. Thông thường $\chi \leq 4$.
- Trong các tài liệu có cho biết các trị số q_{tb} và $q_{\max}$ các loại động cơ.

1.3.6. Đồ thị mài mòn cổ khuỷu.

a/ Tính chất:

- Đồ thị mài mòn cổ khuỷu thể hiện trạng thái mòn của bề mặt cổ trục sau sau chu kỳ biến thiên đầu tiên của lực tác dụng ($\overline{Q_{ck}}$).
- Qua đồ thị này có thể xác định vị trí khoan lỗ dầu bôi trơn hợp lý, là nơi chịu tải nhỏ nhất, ít bị mài mòn nhất.
- Đồ thị này có độ chính xác rất thấp vì sau chu kỳ biến thiên đầu tiên của lực tác dụng, cặp bề mặt tác dụng đã bị mòn, tới chu kỳ tiếp thì rất khó xác định được ảnh hưởng của độ mài mòn này tới sự phân bố áp suất trên bề mặt.



Cách thứ nhất: Vẽ bằng 2 vòng tròn (xem sách).

Cách thứ hai: Lập bảng sau đó vẽ

Các bước thực hiện như sau.

- Giả thiết phụ tải tác dụng lên cổ trục không chỉ tại 1 điểm mà tác dụng đều lên tất cả các điểm trong phạm vi 600 về mỗi phía (hai bên) của vị trí đang xét.
- Vẽ vòng tròn tượng trưng cho bề mặt cổ khuỷu, tâm O1 trên đtvtpt của cổ khuỷu
- Chia vòng tròn này thành $2n$ phần đều nhau (thường là 24 phần). Đánh dấu các điểm 0, 1, 2 ...
- Lập bảng xác định tổng lực tác dụng lên bề mặt cổ khuỷu (với lưu ý trên) tại các điểm 0, 1, 2 nói trên.
- Dùng một tỷ lệ xích thích hợp đặt các tổng lực tương đương lên các điểm chia, chiều bán kính hướng tâm, ta được các điểm mút của các vector tổng lực.
- Nối các điểm mút này lại ta được đồ thị mài mòn.

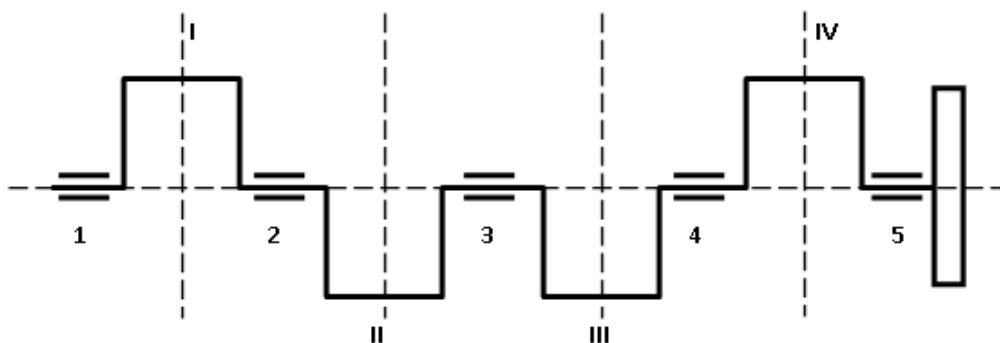
1.3.7. Đồ thị véc tơ phụ tải tác dụng lên cổ trục động cơ nhiều xy lanh một hàng

a/ Nhận xét:

Đồ thị có dạng phức tạp hơn so với trường hợp 1 xy lanh do các nguyên nhân:

- Các xy lanh làm việc lệch pha nhau.
- Các khuỷu trục ứng với hai xy lanh liền kề lệch nhau một góc δk .
- Các cổ trục chịu tải khác nhau
- Trục khuỷu có thể đủ hoặc thiếu cổ trục.

Xét trường hợp TK đủ cổ trục, động cơ 4 xy lanh.



b/ Giả thiết khi vẽ đồ thị:

Các cổ trục và ổ đỡ là cứng tuyệt đối, đồng tâm.

Lực từ mỗi khuỷu chỉ truyền tới hai cổ trục của khuỷu đó, tác dụng vào bạc tới ổ đỡ, không gây ảnh hưởng tới các ổ xa hơn.

[illegible]

...											
720											

Chú ý:

Góc α_i lấy theo thứ tự công tác của xylanh thứ i trong ĐC đang xét.

Góc α_{i+1} lấy theo thứ tự công tác của xylanh thứ $(i+1)$ trong ĐC đang xét.

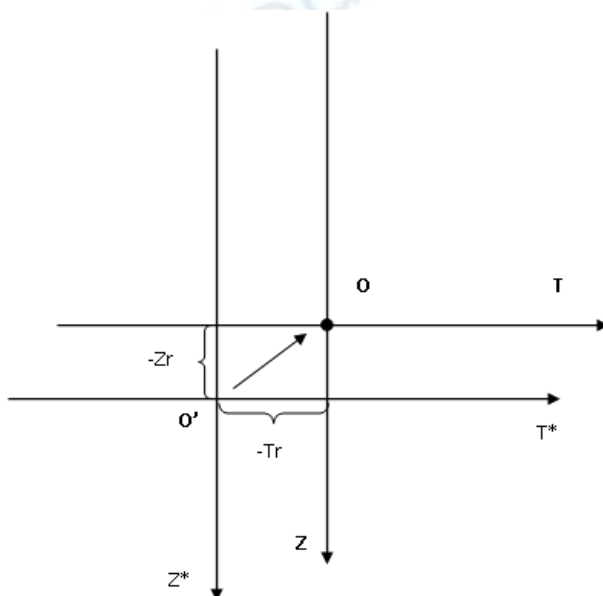
Lực T_i và Z_i được xác định theo công thức (2);

Sau đó tính T và Z theo công thức (5, 6) trên cơ sở bảng biến thiên nêu trên;

Vẽ đồ thị VTPT trên hệ tọa độ $(Z^*-O'-T^*)$.

Sau đó dịch chuyển hệ tọa độ sang một khoảng $(-Z_r, -T_r)$. Ta nhận được hệ tọa độ mới (T, O, Z) ;

Đồ thị trên hệ tọa độ mới là đồ thị cần tìm;



1.4. Động học và động lực học của cơ cấu khuỷu trục thanh truyền của động cơ chữ V

1.4.1. Các đặc điểm của CCKTTT kiểu chữ V:

a/ Phân loại:

- Loại CCKTTT chữ V có thanh truyền kiểu đồng dạng.
- Loại CCKTTT chữ V có thanh truyền kiểu hình nạng-trung tâm.
- Loại CCKTTT chữ V có thanh truyền kiểu chính-phụ.

b/ Đặc điểm:

- Quy luật động học của pittông dây chính và dây phụ trong hai loại đầu là như nhau.

- Quy luật động học của pittông dây chính và dây phụ của loại thứ ba là khác nhau.

Trường hợp góc $\eta > \gamma$

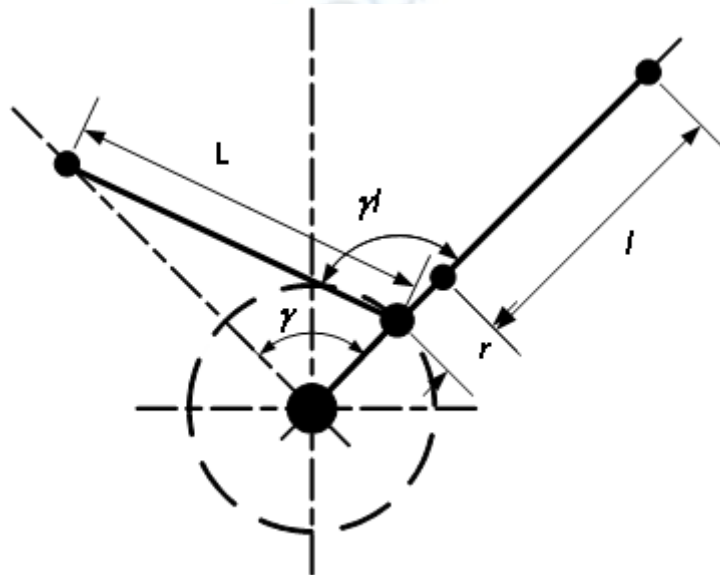
Góc η thường chọn sao cho khi pittông của xylanh phụ ở ĐCT thì đường tâm của thanh truyền phụ và đoạn thẳng nối chốt phụ với đầu to TT chính (đoạn r) trùng với đường tâm XL phụ.

Nghĩa là thỏa mãn điều kiện:

$$L = l + r$$

Có các công thức gần đúng để xác định chuyển vị, vận tốc, gia tốc của pittông.

Công thức chính xác rất phức tạp, có thể tra cứu trong các tài liệu tham khảo



*** Trường hợp góc $\eta = \gamma$**

Khi này có thể xảy ra trường hợp có thời điểm, khi có quá trình cháy trong xylanh phụ thì đường tâm thanh truyền phụ không cắt đường tâm chốt khuỷu. Như vậy sẽ xuất hiện mômen phụ gây uốn đối với TT chính.