

TRUYỀN ĐỘNG ĐẾN CÁC BÁNH XE CHỦ ĐỘNG

I. CÔNG DỤNG, YÊU CẦU, PHÂN LOẠI:

1.1. Công dụng:

Dùng để truyền mômen xoắn từ truyền lực chính đến các bánh xe chủ động. Nếu cầu chủ động là loại cầu liền (đi kèm với hệ thống treo phụ thuộc) thì truyền động đến các bánh xe nhờ các nửa trục. Nếu cầu chủ động là cầu rời (đi kèm với hệ thống treo độc lập) hoặc truyền mômen đến các bánh dẫn hướng là bánh chủ động thì có thêm khớp các đăng đồng tốc.

1.2. Yêu cầu:

✓ Với bất kỳ loại hệ thống treo nào, truyền động đến các bánh xe chủ động phải đảm bảo truyền kết mômen xoắn.

✓ Khi truyền mômen xoắn, vận tốc góc của các bánh xe chủ động hoặc bánh xe dẫn hướng vừa là chủ động đều không thay đổi.

1.3. Phân loại:

1.3.1. Theo kết cấu của cầu chia ra 2 loại:

- ✓ Cầu liền.
- ✓ Cầu rời.

1.3.2. Theo mức độ chịu lực hướng kính và lực chiều trục chia ra 4 loại:

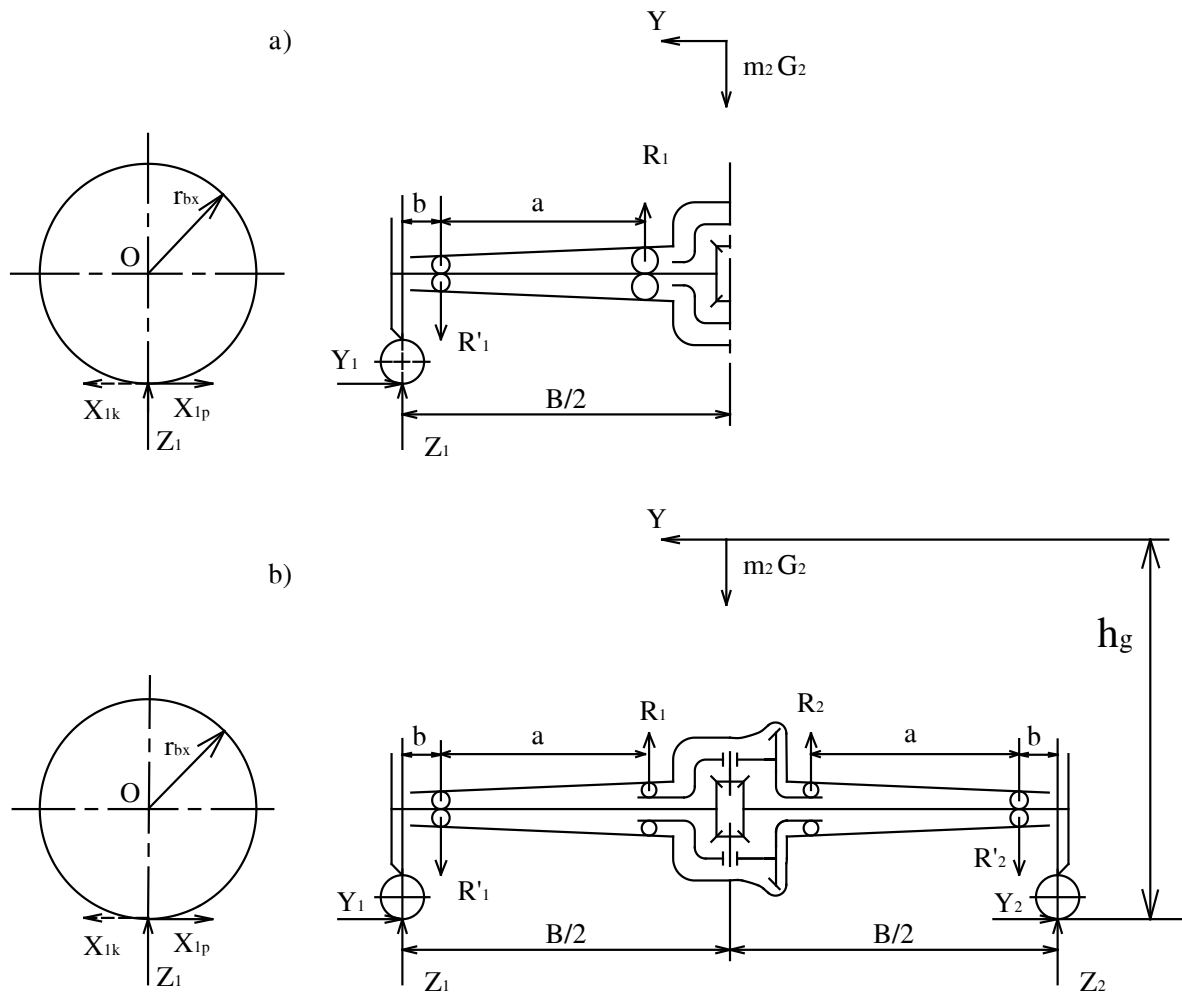
✓ Loại nửa trục không giảm tải (Hình 9.1-a). Ở loại này bạc đạn trong và ngoài đều đặt trực tiếp lên nửa trục. Lúc này nửa trục chịu toàn bộ các lực, các phản lực từ phía đường và lực vòng của bánh răng chấu.

✓ Loại nửa trục không giảm tải ở các xe hiện đại không dùng.

✓ Loại nửa trục giảm tải một nửa (Hình 9.1-b). Ở loại này bạc đạn trong đặt trên vỏ vi sai, còn bạc đạn ngoài đặt ngay trên nửa trục.

✓ Loại nửa trục giảm tải ba phần tư (hình 9.1-c). Ở loại này bạc đạn trong đặt lên vỏ vi sai, còn bạc đạn ngoài đặt trên vỏ cầu và lồng vào trong moayơ của bánh xe.

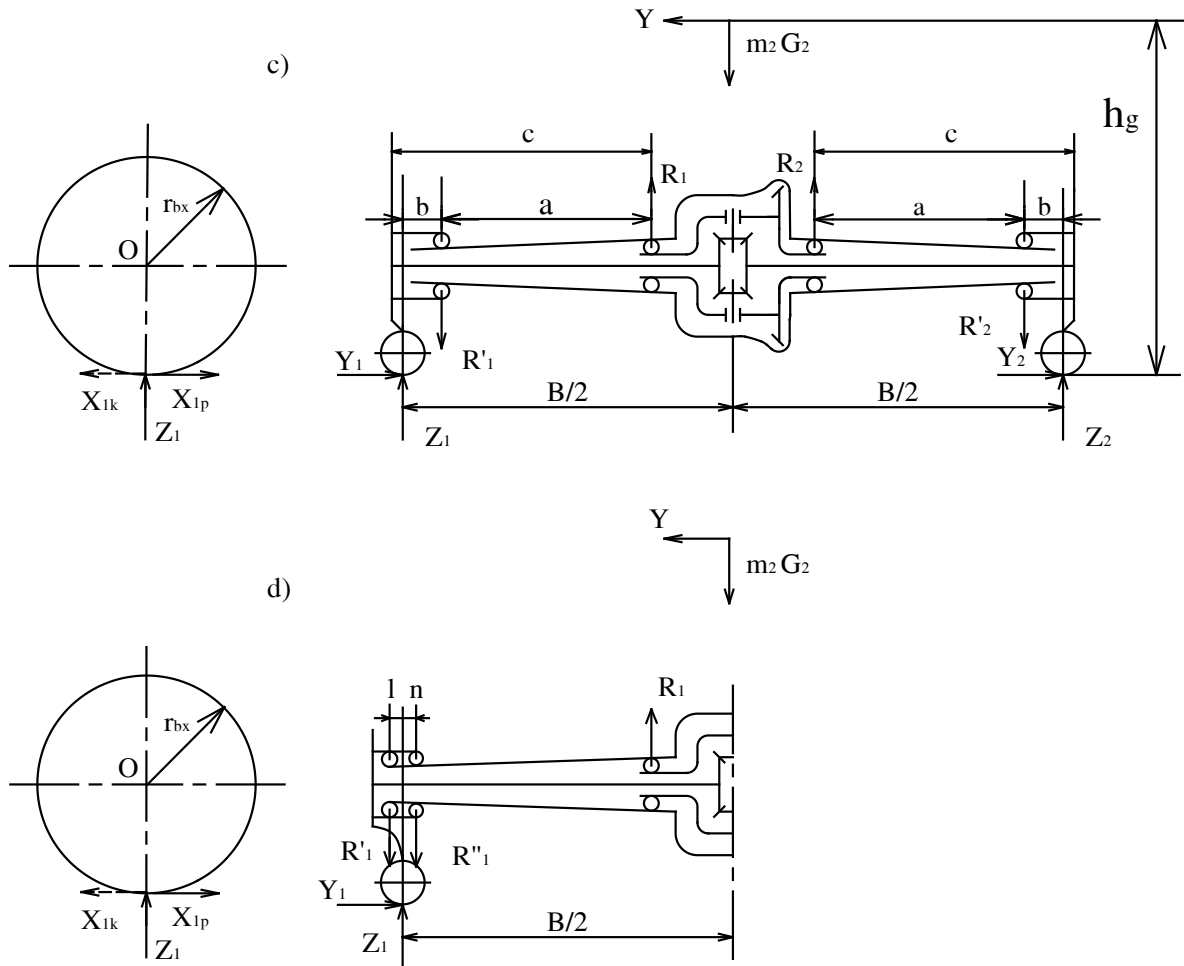
✓ Loại nửa trục giảm tải hoàn toàn (Hình 9.1-d). Ở loại này bạc đạn trong đặt lên vỏ vi sai, còn ở bên ngoài gồm có hai bạc đạn đặt gần nhau (có thể là một bạc đạn côn, một bạc đạn cầu). Chúng được đặt lên dầm cầu và lồng vào trong moayơ của bánh xe.



Hình 9.1: Sơ đồ các loại nửa trục và các lực tác dụng.

a) Nửa trục không giảm tải.

b) Nửa trục giảm tải một nửa.



Hình 9.1: Sơ đồ các loại nửa trục và các lực tác dụng.

c) Nửa trục giảm tải ba phần tư.

d) Nửa trục giảm tải hoàn toàn.

II. TÍNH TOÁN NỬA TRỤC THEO ĐỘ BỀN:

2.1. Xác định các lực tác dụng lên nửa trục:

Để tính toán các nửa trục, trước hết phải xác định độ lớn của các lực tác dụng lên nửa trục. Tùy theo từng trường hợp, các nửa trục có thể chịu toàn bộ hay một phần lực tác dụng lên các bánh xe của cầu chủ động.

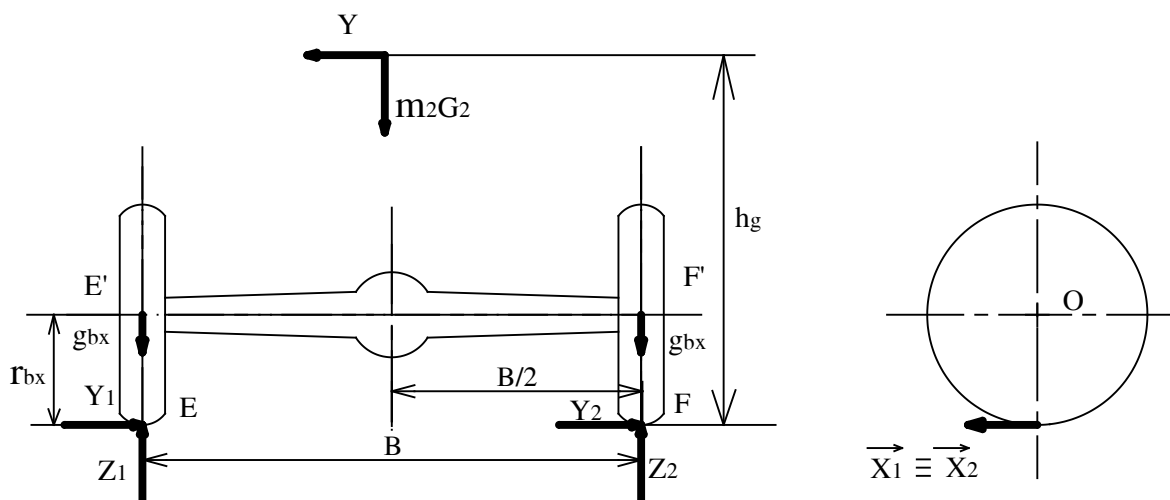
Sơ đồ các lực tác dụng lên cầu sau chủ động ở trên hình 9.2. Ý nghĩa các ký hiệu trên hình vẽ như sau:

Z_1, Z_2 – Phản lực thẳng đứng tác dụng lên bánh xe trái và phải.

Y_1, Y_2 – Phản lực ngang tác dụng lên bánh xe trái và phải.

X_1, X_2 – Phản lực của lực vòng truyền qua các bánh xe chủ động. Lực X_1, X_2 sẽ thay đổi chiều phụ thuộc vào bánh xe đang chịu lực kéo hay lực phanh (X_k hay X_p). lực $X = X_{max}$ ứng với lúc xe chạy thẳng.

$m_2 G_2$ – Lực thẳng đứng tác dụng lên cầu sau.



Hình 9.2: Sơ đồ các lực tác dụng lên cầu sau chủ động

G_2 – phần trọng lượng của xe tác dụng lên cầu sau khi xe đứng yên trên mặt phẳng nằm ngang.

m_2 – hệ số thay đổi trọng lượng tác dụng lên cầu sau phụ thuộc vào điều kiện chuyển động.

✓ Trường hợp đang truyền lực kéo: $m_2 = m_{2k}$ và có thể lấy theo giá trị trung bình sau:

- Cho xe du lịch: $m_{2k} = 1,2 \div 1,4$
- Cho xe tải: $m_{2k} = 1,1 \div 1,2$

✓ Trường hợp xe đang phanh: $m_2 = m_{2p}$ và có thể lấy theo giá trị trung bình sau:

- Cho xe du lịch: $m_{2p} = 0,8 \div 0,85$
- Cho xe tải: $m_{2p} = 0,9 \div 0,95$

Y – Lực quán tính phát sinh khi xe chuyển động trên đường nghiêng hoặc đang quay vòng. Lực này đặt ở độ cao của trọng tâm xe. Ở trạng thái cân bằng ta có:

$$Y = Y_1 + Y_2$$

Ngoài các lực kể trên, nửa trục còn chịu uốn bởi lực sinh ra do má phanh ép lên trống phanh. Khi lực ép ở trống phanh bên trái và bên phải không đều nhau sẽ sinh ra lực phụ làm tăng thêm (hoặc giảm) mômen uốn phụ lên nửa trục. Khi tính toán ta bỏ qua lực này vì giá trị nhỏ.

B – chiều rộng cơ sở của xe (m)

g_{bx} – trọng lượng của bánh xe (N)

h_g – chiều cao của trọng tâm xe (m)

r_{bx} – bán kính bánh xe có tính cả độ biến dạng (m)

Khi xe chuyển động trên đường thẳng, mặt đường không nghiêng và với giả thiết hàng hoá trên xe chất đều cả bên trái và phải, ta có:

$$Z_1 = Z_2 = \frac{m_2 G_2}{2} \quad (9.1)$$

Khi xe chuyển động trên đường cong hoặc mặt đường nghiêng, lập tức xuất hiện lực Y và lúc này $Z_1 \neq Z_2$. Theo hình 9.2, để viết phương trình cân bằng mômen tại F và E ta có:

$$Z_1 = \frac{m_2 G_2}{2} + Y \frac{h_g}{B}$$

$$Z_2 = \frac{m_2 G_2}{2} - Y \frac{h_g}{B}$$
(9.2)

Nửa trục bên trái tại E' chỉ chịu lực: $Z_{1t} = Z_1 - gbx$

Nửa trục bên phải tại F' chỉ chịu lực: $Z_{2t} = Z_2 - gbx$

Trong đó:

B – chiều rộng cơ sở của xe. Nếu bánh xe là bánh đôi ở 1 bên thì B sẽ là khoảng cách giữa hai bánh xe ngoài.

Để tăng dự trữ bền có thể tính gần đúng:

$$Z_{1t} = Z_1; Z_{2t} = Z_2$$
(9.3)

Z_1 đạt giá trị cực đại khi Y đạt giá trị Y_{max} , tức là khi xe bị trượt ngang:

$$Y_{max} = m_2 G_2 \varphi_1$$
(9.4)

Trong đó:

φ_1 – hệ số bám ngang giữa lốp và đường, có thể lấy $\varphi_1 = 1$ khi tính toán

Thay (9.4) vào (9.2) ta có:

$$Z_1 = \frac{m_2 G_2}{2} \left(1 + \frac{2h_g \varphi_1}{B} \right)$$

$$Z_2 = \frac{m_2 G_2}{2} \left(1 - \frac{2h_g \varphi_1}{B} \right)$$
(9.5)

Khi xuất hiện lực Y, đặc biệt khi $Y = Y_{max}$ (xe trượt ngang) thì các bánh xe không thể truyền được lực vòng X lớn. Sự phân bố lại trọng lượng xe lên các cầu theo hệ số $m_2 \neq 1$ sẽ xảy ra khi các bánh xe có lực vòng khá lớn. Cho nên khi $Y \rightarrow Y_{max}$ chúng ta có thể thừa nhận $m_2 = 1$ để tính Z_1 và Z_2 :

$$Z_1 = \frac{G_2}{2} \left(1 + \frac{2h_g \varphi_1}{B} \right)$$

$$Z_2 = \frac{G_2}{2} \left(1 - \frac{2h_g \varphi_1}{B} \right)$$
(9.6)

Các lực Y_1, Y_2 tỉ lệ thuận với Z_1, Z_2 và phụ thuộc vào hệ số bám ngang φ_1 :

$$Y_1 = Z_1 \cdot \varphi_1 = \frac{G_2 \cdot \varphi_1}{2} \left(1 + \frac{2h_g \varphi_1}{B} \right)$$

$$Y_2 = Z_2 \cdot \varphi_1 = \frac{G_2 \cdot \varphi_1}{2} \left(1 - \frac{2h_g \varphi_1}{B} \right)$$
(9.7)

Các lực vòng X_1, X_2 chỉ đạt giá trị cực đại khi $Y = 0$. Các lực vòng X_1, X_2 đạt giá trị X_{1max}, X_{2max} khi cầu đang truyền lực kéo hoặc đang phanh.

Khi đang truyền lực kéo ta có:

$$X_{1kmax} = X_{2kmax} = \frac{M_{cmax} \cdot i_h \cdot i_0}{2r_{bx}}$$
(9.8)

Khi đang truyền lực phanh:

$$X_{1pmax} = X_{2pmax} = \frac{m_{2p} \cdot G_2 \cdot \varphi}{2}$$
(9.9)

Các giá trị $X_{i\max}$ ở (9.8) và (9.9) được tính trong trường hợp xe chuyển động thẳng và trọng lượng phân bố đều trên 2 bánh xe.

Ứng suất cực đại trong các nửa trục của cầu chủ động sinh ra do các lực vòng trên các bánh xe khi truyền lực kéo hoặc khi phanh.

Khi phanh xe các phản lực X_{1p} và X_{2p} rất lớn. Khi phanh đột ngột bánh xe có thể bị siết cứng và trượt lết trên đường (lúc này hệ số bám dọc φ có thể coi gần bằng 1). Khi truyền lực kéo, cả khi truyền ở số truyền thấp nhất của hộp số chính và phụ lực X_{1k} và X_{2k} vẫn nhỏ hơn X_{1p} và X_{2p} . Khi tính nửa trục khi phanh chỉ tính với X_1, X_2, Z_1, Z_2 .

Sau cùng ứng suất trong nửa trục sẽ tăng lên khi xe đi qua các ổ gà và khi mặt đường lồi, lõm không bằng phẳng. Khi đó Z_1, Z_2 sẽ đạt giá trị $Z_{1\max}, Z_{2\max}$.

Như vậy, khi xe chuyển động, các nửa trục, dầm cầu và vỏ cầu có thể gặp 1 trong 3 chế độ tải trọng đặc biệt sau. Đó là cơ sở để tính toán các nửa trục, dầm cầu và vỏ cầu:

2.1.1. Trường hợp 1:

$$X_i = X_{i\max}; Y=0, Z_1 = Z_2.$$

Khi truyền lực kéo cực đại:

$$X_1 = X_2 = \frac{M_{e\max} i_h i_0}{2r_{bx}} \quad Y_1=Y_2 = 0 \quad (9.10)$$

$$Z_1 = Z_2 = \frac{m_{2k} G_2}{2}$$

Khi đang phanh với lực phanh cực đại:

$$X_1 = X_2 = \frac{m_{2p} G_2 \varphi}{2} \quad Y_1=Y_2 = 0 \quad (9.11)$$

$$Z_1 = Z_2 = \frac{m_{2p} G_2}{2}$$

Ở đây:

φ - hệ số bám dọc : $\varphi \approx 0,7 \div 0,8$

i_h - tỉ số truyền của hộp số

Nếu xe chỉ có hộp số chính thì: $i_h = i_{h1}$

Nếu xe vừa có hộp số chính vừa có hộp số phụ thì $i_h = i_{h1} \cdot i_{p1}$

2.1.2. Trường hợp 2:

$$X_i = 0, Y=Y_{\max} = m_2 G_2 \varphi_1; Z_1 \neq Z_2 \text{ (xe bị trượt ngang)}$$

$$X_1 = X_2 = 0$$

$$Z_1 = \frac{G_2}{2} \left(1 + \frac{2h_g \varphi_1}{B} \right) \quad (9.12)$$

$$Z_2 = \frac{G_2}{2} \left(1 - \frac{2h_g \varphi_1}{B} \right)$$

$$Y_1 = \frac{G_2 \cdot \varphi_1}{2} \left(1 + \frac{2h_g \varphi_1}{B} \right) \quad (9.13)$$

$$Y_2 = \frac{G_2 \cdot \varphi_1}{2} \left(1 - \frac{2h_g \varphi_1}{B} \right)$$

Ở đây:

φ_1 – hệ số bám ngang, có thể lấy $\varphi_1 \approx 1$
 $m_2 = 1$ khi xe bị trượt ngang.

2.1.3. Trường hợp 3:

$$\begin{aligned} X_i &= 0, Y=0, Z_i = Z_{i\max} \\ X_1 &= X_2 = 0 \\ Y_1 &= Y_2 = 0 \\ Z_{1\max} &= Z_{2\max} = k_{\tilde{n}} \frac{G_2}{2} \end{aligned} \quad (9.14)$$

Trong đó:

kđ – hệ số động khi xe chuyển động trên đường lồi lõm và xe bị xóc mạnh

Với xe du lịch và xe buýt: kđ \approx 2

Với xe tải: kđ = 3 ÷ 4

Tất cả các lực đã nêu ở trên sẽ gây ra ứng suất uốn, xoắn, nén, và cắt trong các nửa trục. Nhưng vì ứng suất nén và cắt khá nhỏ nên chúng ta bỏ qua khi tính toán.

2.2. Tính toán nửa trục giảm tải một nửa:

Sơ đồ nửa trục giảm tải một nửa ở hình 9.1 – b

2.2.1. Trường hợp 1:

$$X_i = X_{i\max}; Y=0; Z_1=Z_2$$

Mômen uốn do X_1, X_2 gây nên trong mặt phẳng ngang:

$$M_{ux1} = M_{ux2} = X_1 b = X_2 b$$

Mômen xoắn do X_1, X_2 gây nên:

$$M_{x1} = M_{x2} = X_1 r_{bx} = X_2 r_{bx}$$

Nếu đặt giữa bên ngoài nửa trục và vỏ cầu không phải 1 mà là 2 bậc đạn cạnh nhau thì khoảng cách b sẽ lấy đến giữa ổ bi ngoài.

Mômen uốn do Z_1, Z_2 gây lên trong mặt phẳng thẳng đứng.

$$M_{uz1} = M_{uz2} = Z_1 b = Z_2 b$$

Khi truyền lực kéo cực đại:

Ứng suất uốn tại tiết diện đặt bậc đạn ngoài với tác dụng đồng thời các lực X_1 và Z_2 (tương tự như vậy cho nửa trục bên phải)

$$\sigma_u = \frac{\sqrt{M_{ux1}^2 + M_{uz1}^2}}{W_u} = \frac{b\sqrt{X_1^2 + Z_1^2}}{0,1d^3} = \frac{b\sqrt{X_2^2 + Z_2^2}}{0,1d^3} \quad (9.15)$$

Trong đó:

d – đường kính của nửa trục tại tiết diện tính [m]

X_1, X_2, Z_1, Z_2 tính bằng MN

Thay các giá trị X_1, X_2, Z_1, Z_2 từ (9.10) vào biểu thức trên ta có :

$$\sigma_u = \frac{b}{0,2d^3} \sqrt{(m_{2k} G_2)^2 + \left(\frac{M_{e\max} i_h i_o}{r_{bx}} \right)^2} \quad [\text{MN/m}^2] \quad (9.16)$$

Ứng suất tổng hợp cả uốn và xoắn là:

$$\begin{aligned} \sigma_{th} &= \frac{M_{th}}{0,1d^3} = \frac{1}{0,1d^3} \sqrt{M_{ux1}^2 + M_{uz1}^2 + M_{k1}^2} = \\ &= \frac{b}{0,2d^3} \sqrt{(m_{2k} G_2)^2 + \left(\frac{M_{e\max} i_h i_o}{r_{bx}} \right)^2 + \left(\frac{M_{e\max} i_h i_o}{b} \right)^2} \quad [\text{MN/m}^2] \quad (9.17) \end{aligned}$$

Đối với nửa trục bên phải cũng tính tương tự như nửa trục bên trái

Khi truyền lực phanh cực đại:

Ứng suất uốn được xác định theo phương trình (9.15). Thay các giá trị từ (9.11) vào (9.15) ta có:

$$\sigma_u = \frac{bm_{2p}G_2}{0,2d^3} \sqrt{1+\varphi^2} \quad [\text{MN/m}^2] \quad (9.18)$$

2.2.2. Trường hợp 2:

$X_i = 0$; $Y = Y_{\max} = m_2 G_2 \varphi_1$ (xe bị trượt ngang; $m_2 = 1$; $\varphi_1 \approx 1$)

Lúc này nửa trục chịu uốn, nén và kéo. Nhưng vì ứng suất nén, kéo tương đối nhỏ, nên khi tính toán ta bỏ qua. Nửa trục bên phải sẽ chịu tổng số hai mômen uốn sinh ra do lực Z_2, Y_2 . Nửa trục bên trái sẽ chịu hiệu số hai mômen uốn sinh ra do Z_1 và Y_1

$$M_{u1} = Y_1 r_{bx} - Z_1 b \quad (9.19)$$

$$M_{u2} = Y_1 r_{bx} + Z_2 b \quad (9.20)$$

Trong đó:

M_{u1} – Mômen uốn của nửa trục bên trái tại vị trí đặt bạc đạn ngoài.

M_{u2} – Mômen uốn của nửa trục bên phải tại vị trí đặt bạc đạn ngoài.

Thay các giá trị Y_1, Y_2, Z_1, Z_2 từ các biểu thức (9.12) và (9.13) vào (9.19) và (9.20). Sau đó lập tỉ số $\frac{M_{u1}}{M_{u2}}$ để tìm xem $M_{u1} > M_{u2}$ hay $M_{u1} < M_{u2}$

Nếu $M_{u1} > M_{u2}$ thì nửa trục sẽ tính toán theo M_{u1} . Ngược lại nếu $M_{u1} < M_{u2}$ thì nửa trục sẽ tính theo M_{u2} .

$$\frac{M_{u1}}{M_{u2}} = \frac{B + 2h_g \varphi_1}{B - 2h_g \varphi_1} \cdot \frac{\varphi_1 r_{bx} - b}{\varphi_1 r_{bx} + b}$$

Vì $\varphi_1 \approx 1$ nên:

$$\frac{M_{u1}}{M_{u2}} = \frac{B + 2h_g}{B - 2h_g} \cdot \frac{r_{bx} - b}{r_{bx} + b}$$

Trong thực tế b rất nhỏ so với r_{bx} và h_g . Bởi vậy dễ dàng thấy rằng:

$$\frac{M_{u1}}{M_{u2}} > 1 \Rightarrow M_{u1} > M_{u2}$$

Cho nên ở trường hợp này ta tính theo M_{u1} :

$$\begin{aligned} \sigma_u &= \frac{M_{u1}}{W_u} = \frac{Y_1 r_{bx} - Z_1 b}{0,1d^3} = \frac{Z_1 (\varphi_1 r_{bx} - b)}{0,1d^3} \\ &= \frac{G_2}{0,2d^3} \left(1 + \frac{2h_g \varphi_1}{B} \right) (\varphi_1 r_{bx} - b) \end{aligned} \quad (\text{MN/m}^2) \quad (9.21)$$

2.2.3. Trường hợp 3:

$$X_i = 0; Y = 0; Z_i = Z_{i\max} = k_{\bar{n}} \frac{G_2}{2}$$

Lúc này các nửa trục chỉ chịu uốn:

$$M_{u1} = M_{u2} = Z_{1\max} \cdot b = k_d \frac{G_2}{2} \cdot b \quad (9.22)$$

Ứng suất uốn tại tiết diện đặt bạc đạn ngoài:

$$\sigma_u = \frac{M_{ul}}{0,1d^3} = k_d \frac{G_2 b}{0,2d^3} \quad [\text{MN/m}^2] \quad (9.23)$$

2.3. Tính toán nửa trục giảm tải ba phần tư:

Sơ đồ nửa trục giảm tải ba phần tư ở (hình 9.1 – c)

Trường hợp này tiết diện nguy hiểm của nửa trục ở đầu ngoài gắn với moayơ bánh xe. Khoảng cách từ tiết diện này đến điểm đặt phản lực R_1, R_2 của bạc đạn trong là c.

2.3.1. Trường hợp 1:

$$X_i = X_{i\max}; Y = 0; Y_i = 0; Z_1 = Z_2$$

Lúc này các lực tác dụng lên bánh xe bên trái và phải là như nhau, nên chúng ta chỉ cần tính toán cho nửa trục bên trái.

Khi truyền lực kéo cực đại:

Mômen uốn tại tiết diện nguy hiểm bên trái M_{u1} do R_1 gây nên. Vậy trước hết phải tính R_1 . Lực R_1 được tính nhờ điều kiện cân bằng mômen tại vị trí đặt bạc đạn ngoài:

$$R_1 a = \sqrt{X_1^2 + Z_1^2} \cdot b \Rightarrow R_1 = \frac{b}{a} \sqrt{X_1^2 + Z_1^2} \quad [\text{MN}]$$

$$M_{u1} = R_1 c = \frac{bc}{a} \sqrt{X_1^2 + Z_1^2}$$

Ứng suất uốn tại tiết diện nguy hiểm:

$$\sigma_u = \frac{M_{u1}}{0,1d^3} = \frac{bc}{0,1d^3 a} \sqrt{X_1^2 + Z_1^2} \quad (9.24)$$

Thay các giá trị X_1, X_2 ở (9.10) vào (9.24) ta có:

$$\sigma_u = \frac{bc}{0,2d^3 a} \sqrt{\left(\frac{M_{e\max} i_h i_o}{r_{bx}}\right)^2 + (m_{2k} G_2)^2} \quad [\text{MN/m}^2] \quad (9.25)$$

Tại tiết diện nguy hiểm vừa chịu ứng suất uốn vừa chịu ứng suất xoắn, nên ứng suất tổng hợp σ_{th} sẽ là:

$$\sigma_{th} = \frac{M_{th}}{0,1d^3} = \frac{\sqrt{M_{u1}^2 + M_{k1}^2}}{0,1d^3} = \frac{\sqrt{(R_1 c)^2 + (X_{1k} r_{bx})^2}}{0,1d^3}$$

Thay các giá trị X_1, Z_1 ở (9.10) vào biểu thức tính σ_{th} ta có :

$$\sigma_{th} = \frac{bc}{0,2d^3 a} \sqrt{(m_{2k} G_2)^2 + \left(\frac{M_{e\max} i_h i_o}{r_{bx}}\right)^2 + \left(\frac{M_{e\max} i_h i_o a}{bc}\right)^2} \quad [\text{MN/m}^2] \quad (9.26)$$

Khi truyền lực phanh cực đại:

Ứng suất uốn lúc này vẫn được tính theo công thức (9.24), nhưng X_1 và Z_1 được thay bằng các giá trị tính theo biểu thức (9.11):

$$\sigma_u = \frac{bcm_{2p} G_2}{0,2d^3 a} \sqrt{1 + \varphi^2} \quad [\text{MN/m}^2] \quad (9.27)$$

2.3.2. Trường hợp 2:

$$X_i = 0; Y = Y_{\max} = m_2 G_2 \varphi_1; Z_1 \neq Z_2 \text{ (xe bị trượt ngang ; } m_2 = 1; \varphi_1 \approx 1)$$

Lúc này mômen uốn tại tiết diện nguy hiểm bên trái do R_1 gây nên, còn bên phải do R_2 gây nên. Để quyết định các nửa trục tính toán theo R_1 hay R_2 , chúng ta

phải xác định được $R_1 > R_2$ hay $R_1 < R_2$, R_1 được xác định nhờ điều kiện cân bằng mômen tại vị trí đặt bạc đạn ngoài bên trái:

$$R_1 a = Y_1 r_{bx} - Z_1 b \Rightarrow R_1 = \frac{Y_1 r_{bx} - Z_1 b}{a}$$

Tương tự như vậy cho bên phải:

$$R_2 a = Y_2 r_{bx} + Z_2 b \Rightarrow R_2 = \frac{Y_2 r_{bx} + Z_2 b}{a}$$

Chúng ta lập tỷ số:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{Y_1 r_{bx} - Z_1 b}{Y_2 r_{bx} + Z_2 b} = \frac{B + 2h_g \varphi_1}{B - 2h_g \varphi_1} \cdot \frac{\varphi_1 r_{bx} - b}{\varphi_1 r_{bx} + b}$$

Để thấy rằng $\frac{R_1}{R_2}$ có giá trị như $\frac{M_{u1}}{M_{u2}}$ ở trường hợp nửa trục giảm tải một nửa.

Lập luận như trước ta có $\frac{R_1}{R_2} > 1$ tức là $R_1 > R_2$

Vậy ứng suất uốn được tính theo R_1

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W_u} = \frac{R_1 c}{0,1d^3} = \frac{(Y_1 r_{bx} - Z_1 b)c}{0,1d^3 a} \quad (9.28)$$

Thay các giá trị Y_1, Z_1 từ (9.12) và (9.13) vào (9.28) ta có :

$$\sigma_u = \frac{G_2 c}{0,2d^3 a} \left(1 + \frac{2h_g \varphi_1}{B} \right) (\varphi_1 r_{bx} - b) \quad [\text{MN/m}^2] \quad (9.29)$$

Khi ở mỗi bên là bánh đơn, thì điểm đặt của các phản lực từ mặt đường ở giữa bề mặt tiếp xúc giữa bánh xe với đường.

Trường hợp mỗi bên là bánh đôi, thì điểm đặt của các phản lực sẽ ở giữa bề mặt tiếp xúc của bánh xe bên ngoài với mặt đường.

2.4. Tính toán nửa trục giảm tải hoàn toàn:

Sơ đồ nửa trục giảm tải hoàn toàn ở hình 9.1 – d.

Trường hợp này các nửa trục chỉ chịu mômen xoắn $M_{k1} = X_{1k} r_{bx}$ và $M_{k2} = X_{2k} r_{bx}$

Ứng suất xoắn sẽ là:

$$\tau = \frac{M_{k1}}{W_x} = \frac{M_{k2}}{W_x} = \frac{X_{1k} r_{bx}}{0,2d^3} = \frac{M_{e \max} i_{h \max} i_o}{0,4d^3} \quad [\text{MN/m}^2] \quad (9.30)$$

Hệ số dự trữ bền của các nửa trục trong điều kiện chuyển động ở tay số 1 và với $M_{e \max}$ của động cơ lấy từ 2 đến 3.

Các tính toán trên đây đều tính với điều kiện tải trọng tĩnh không thay đổi theo đại lượng và chiều.

Trong thực tế chỉ có mômen xoắn là đúng với điều kiện trên. Còn mômen do lực kéo X_{ik} và mô men do lực ngang Y_i cũng như do tải trọng của xe gây ra trong nửa trục ứng suất đổi chiều. Cho nên, khi tính với mômen tĩnh thường phải lấy dự trữ bền lớn.

Về phương diện thiết kế chế tạo phải tránh những chỗ có thể tập trung ứng suất đổi chiều.

2.5. Vật liệu chế tạo các nửa trục:

Nửa trục được làm bằng thép thanh hay thép rèn. Vật liệu thường là thép cacbon, thép hợp kim cacbon trung bình, thép 40X, 40XHM hay thép cacbon 35; 40. Sau khi thường hoá phải được tôi trong dầu rồi ram. Độ cứng của nửa trục

chế tạo bằng thép hợp kim phải bảo đảm HB 350 ÷ 420, của thép hợp kim cao cấp crôm – mômipđen phải có HB 440 và các nửa trục này được gia công trên các máy công cụ.

Ứng suất cho phép của các nửa trục như sau:

Khi nửa trục chịu uốn và xoắn, thì ứng suất tổng hợp cho phép sẽ là:

$$[\sigma_{th}] = 600 \div 750 \text{ MN/m}^2$$

Khi nửa trục chỉ chịu xoắn thì ứng suất xoắn cho phép là:

$$[\tau] = 500 \div 650 \text{ MN/m}^2$$

Góc xoắn trên 1m chiều dài của nửa trục là $\theta = 9^\circ \div 15^\circ$.