

4.1 Những vấn đề chung

Nguồn động lực trong một hệ thống TĐĐ là động cơ điện. Các yêu cầu kỹ thuật, độ tin cậy trong quá trình làm việc và tính kinh tế của HT TĐĐ phụ thuộc chính vào sự lựa chọn đúng động cơ điện và phương pháp điều khiển động cơ.

Chọn một động cơ điện cho một HT TĐĐ bao gồm nhiều tiêu chuẩn phải đáp ứng:

- Động cơ phải có đủ công suất kéo.
- Tốc độ phù hợp và đáp ứng được phạm vi điều chỉnh tốc độ với một phương pháp điều chỉnh thích hợp.
- Thỏa mãn các yêu cầu mở máy và hãm điện.
- Phù hợp với nguồn điện năng sử dụng (loại dòng điện, cấp điện áp...).
- Thích hợp với điều kiện làm việc (điều kiện thông thoáng, nhiệt độ, độ ẩm, khí độc hại, bụi bặm, ngoài trời hay trong nhà...).

Tại sao phải chọn đúng công suất động cơ?

Việc chọn đúng công suất động cơ có ý nghĩa rất lớn đối với hệ TĐĐ. Nếu nâng cao công suất động cơ chọn so với phụ tải thì động cơ sẽ kéo dễ dàng nhưng giá thành đầu tư tăng cao, hiệu suất kém và làm tụt hệ số công suất $\cos\varphi$ của lưới điện do động cơ chạy non tải. Ngược lại nếu chọn công suất động cơ nhỏ hơn công suất tải yêu cầu thì động cơ hoặc không kéo nổi tải hay kéo tải một cách nặng nề, dẫn tới các cuộn dây bị phát nóng quá mức, làm giảm tuổi thọ động cơ hoặc làm động cơ bị cháy hỏng nhanh chóng.

Chọn công suất động cơ như thế nào?

Việc tính công suất động cơ cho một hệ TĐĐ phải dựa vào sự phát nóng các phần tử trong động cơ, đặc biệt là các cuộn dây. Muốn vậy, tính công suất động cơ phải dựa vào đặc tính phụ tải và các quy luật phân bố phụ tải theo thời gian. Động cơ được chọn đúng công suất thì khi làm việc bình thường cũng như khi quá tải ở mức cho phép, nhiệt độ động cơ không được tăng quá trị số giới hạn cho phép τ_{cp} .

4.2 Phát nóng và nguội lạnh của động cơ

Khi máy điện làm việc, phát sinh các tổn thất ΔP và tổn thất năng lượng $\Delta W = \int_0^t \Delta P dt$.

Tổn thất này sẽ đốt nóng máy điện.

Đối với vật thể đồng nhất ta có quan hệ:

$$\Delta P dt = C dv + A \cdot \Delta v \cdot dt$$

Trong đó: Δv - Là nhiệt sai giữa máy điện và nhiệt độ môi trường 0°C .

C - Là nhiệt dung của máy điện, là nhiệt lượng cần thiết để nâng nhiệt độ của máy điện lên 1°C .

A - Là hệ số tỏa nhiệt (W/độ) phụ thuộc vào tốc độ truyền nhiệt của không khí làm mát máy điện (ở máy điện có quạt làm mát, hệ số A phụ thuộc vào tốc độ quay).

Giải phương trình ta nhận được:

$$\Delta v = \Delta v(0) + [\Delta v_{\infty} - \Delta v(0)] \cdot (1 - e^{-t/\tau}).$$

Trong đó: $\Delta v(0)$ - Là nhiệt sai ban đầu.

$$\Delta v_{\infty} - \text{Là nhiệt sai ổn định.} \quad \Delta v_{\infty} = \frac{\Delta P}{A}$$

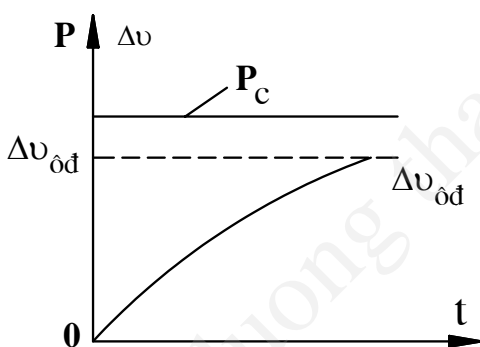
τ - Là hằng số thời gian phát nóng (s).

4.3 Các chế độ làm việc của truyền động điện

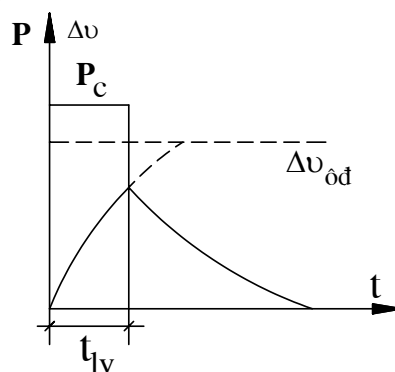
Căn cứ vào đặc tính phát nóng và nguội lạnh của máy điện, người ta chia chế độ làm việc của truyền động thành 3 loại: Dài hạn, ngắn hạn và ngắn hạn lặp lại.

a) **Chế độ dài hạn:** Do phụ tải duy trì trong thời gian dài, cho nên nhiệt độ của động cơ đủ thời gian đạt tới trị số ổn định.

b) **Chế độ ngắn hạn:** Do phụ tải duy trì trong thời gian ngắn, thời gian nghỉ dài, cho nên nhiệt độ động cơ chưa kịp đạt tới giá trị ổn định và nhiệt độ động cơ sẽ giảm về giá trị ban đầu.



Hình 4.1 - Chế độ làm việc dài hạn.



Hình 4.2 - Chế độ làm việc ngắn hạn.

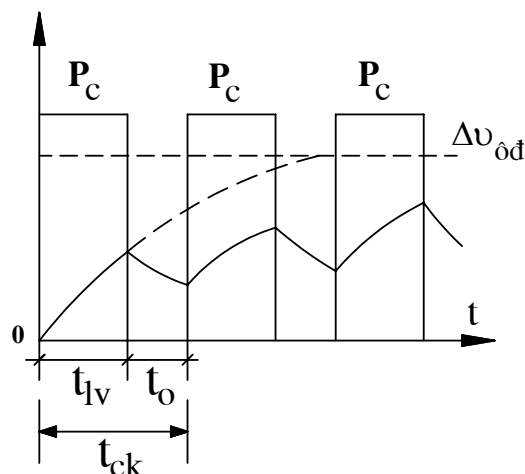
c) **Chế độ ngắn hạn lặp lại:** Phụ tải làm việc có tính chất chu kỳ, thời gian làm việc và thời gian nghỉ xen kẽ nhau. Nhiệt độ động cơ chưa kịp tăng đến trị số ổn định thì được giảm do mất tải, và khi nhiệt độ động cơ suy giảm chưa kịp về giá trị ban đầu thì lại tăng lên do có tải. Do vậy người ta đưa ra khái niệm thời gian đóng điện tương đối:

$$\varepsilon\% = \frac{t_{lv}}{t_{c.ky}} \cdot 100\%$$

Trong đó: t_{lv} : Là thời gian làm việc có tải.

$t_{c.ky} = t_{lv} + t_{nghe}$: Là thời gian của một chu kỳ.

Hình 4.3 - Chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại.



4.4 Tính chọn công suất động cơ cho những truyền động không điều chỉnh tốc độ

Để chọn công suất động cơ, chúng ta cần phải biết đồ thị phụ tải $M_C(t)$ và $P_C(t)$ đã quy đổi về trục động cơ và giá trị tốc độ yêu cầu.

Từ biểu đồ phụ tải, ta tính chọn sơ bộ động cơ theo công suất; tra ở trong sổ tay tra cứu ta có đầy đủ tham số của động cơ. Từ đó tiến hành xây dựng đồ thị phụ tải chính xác (trong các chế độ tĩnh, khởi động và hãm).

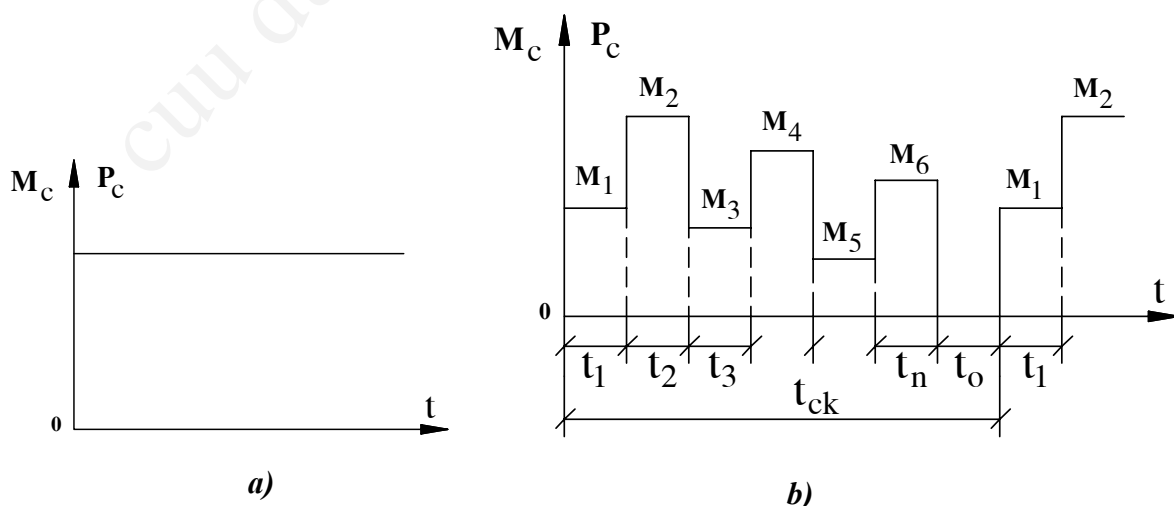
Dựa vào đồ thị phụ tải chính xác, tiến hành kiểm nghiệm động cơ đã chọn.

4.4.1 Chọn công suất động cơ làm việc dài hạn

Đối với phụ tải dài hạn có loại không đổi và loại biến đổi.

a) Phụ tải dài hạn không đổi:

Động cơ cần chọn phải có công suất định mức $P_{dm} \geq P_c$ và ω_{dm} phù hợp với tốc độ yêu cầu. Thông thường $P_{dm} = (1 \div 1,3)P_c$. Trong trường hợp này việc kiểm nghiệm động cơ đơn giản: Không cần kiểm nghiệm quá tải về mômen, nhưng cần phải kiểm nghiệm điều kiện khởi động và phát nóng.



Hình 4.4 - Đồ thị phụ tải: a) Phụ tải dài hạn không đổi; b) Phụ tải dài hạn biến đổi.

b) Phụ tải dài hạn biến đổi:

Để chọn được động cơ phải xuất phát từ đồ thị phụ tải tính ra giá trị trung bình của mômen hoặc công suất.

$$M_{tb} = \frac{\sum_0^n M_i t_i}{\sum_0^n t_i}, \quad P_{tb} = \frac{\sum_0^n P_i t_i}{\sum_0^n t_i}$$

Động cơ chọn phải có: $M_{dm} = (1,3)M_{tb}$ hoặc $P_{tb} = (1,3)P_{tb}$.

Điều kiện kiểm nghiệm: kiểm nghiệm phát nóng, quá tải về mômen và khởi động.

4.4.2 Chọn công suất động cơ làm việc ngắn hạn

Trong chế độ làm việc ngắn hạn có thể sử dụng động cơ dài hạn hoặc sử dụng động cơ chuyên dùng cho chế độ làm việc ngắn hạn.

a) Chọn động cơ dài hạn làm việc với phụ tải ngắn hạn:

Trong trường hợp không có động cơ chuyên dùng cho chế độ ngắn hạn, ta có thể chọn các động cơ thông thường chạy dài hạn để làm việc trong chế độ ngắn hạn. Nếu chọn động cơ dài hạn theo phương pháp thông thường có $P_{dm} = (1,3)P_c$ thì khi làm việc ngắn hạn trong khoảng thời gian t_{lv} nhiệt độ động cơ mới tăng tới nhiệt độ τ_1 đã nghỉ làm việc và sau đó hạ nhiệt độ đến nhiệt độ môi trường τ_{mt} . Rõ ràng việc này gây lãng phí vì không tận dụng hết khả năng chịu nhiệt (tới nhiệt độ τ_{od}) của động cơ.

Vì vậy khi dùng động cơ dài hạn để làm việc ở chế độ ngắn hạn, cần chọn công suất động cơ nhỏ hơn để động cơ phải làm việc quá tải trong thời gian đóng điện t_{lv} . Động cơ sẽ tăng nhiệt độ nhanh hơn nhưng khi kết thúc thời gian làm việc, nhiệt độ của động cơ không được quá nhiệt độ τ_{od} cho phép.

Như vậy, để chọn động cơ dài hạn làm việc với phụ tải ngắn hạn, ta phải dựa vào công suất làm việc yêu cầu P_{lv} và giả thiết hệ số quá tải công suất x để chọn sơ bộ công suất động cơ dài hạn ($P_{lv} = x.P_{dm}$ hay $M_{lv} = x.M_{dm}$). Từ đó có thể xác định được thời gian làm việc cho phép của động cơ vừa chọn. Việc tính chọn đó được lập lại nhiều lần làm sao cho t_{lv} tính toán $\leq t_{lv}$ yêu cầu.

b) Chọn động cơ ngắn hạn làm việc với phụ tải ngắn hạn:

Động cơ ngắn hạn được chế tạo có thời gian làm việc tiêu chuẩn là 15, 30, 60, 90 phút. Như vậy ta phải chọn $t_{lv} = t_{chuẩn}$ và công suất động cơ $P_{dm\ chọn} \geq P_{lv}$ hay $M_{dm\ chọn} \geq M_{lv}$.

Nếu $t_{lv} \neq t_{chuẩn}$ thì sơ bộ chọn động cơ có $t_{chuẩn}$ và P_{dm} gần với giá trị t_{lv} và P_{lv} . Sau đó xác định tổn thất động cơ ΔP_{dm} với công suất và ΔP_{lv} với P_{lv} . Quy tắc chọn động cơ là:

$$\Delta P_{dm} \geq \frac{1 - e^{t_{lv}/T}}{1 - e^{-t_{ch}/T}} \Delta P_{lv}$$

Đồng thời tiến hành kiểm nghiệm động cơ theo điều kiện quá tải về mômen và mômen khởi động cũng như điều kiện phát nóng.

4.4.3 Chọn công suất động cơ làm việc ngắn hạn lặp lại

Cũng tương tự như trong trường hợp phụ tải ngắn hạn, ta có thể chọn động cơ dài hạn làm việc với phụ tải ngắn hạn lặp lại, hoặc chọn động cơ chuyên dụng ngắn hạn lặp lại.

Động cơ ngắn hạn lặp lại, được chế tạo chuyên dụng có độ bền cơ khí cao, quán tính nhỏ (để đảm bảo chế độ khởi động và hãm thường xuyên) và khả năng quá tải lớn (từ 2,5÷3,5). Đồng thời được chế tạo chuẩn với thời gian đóng điện $\varepsilon\% = 15\%, 25\%, 40\%$ và 60%.

Động cơ được chọn cần đảm bảo 2 tham số:

$$P_{dm\text{ chọn}} \geq P_{lv}$$

$\varepsilon\%_{dm\text{ chọn}}$ phù hợp với $\varepsilon\%$ làm việc.

Trong trường hợp $\varepsilon_{lv}\%$ không phù hợp với $\varepsilon\%_{dm\text{ chọn}}$ thì cần hiệu chỉnh lại công suất định mức theo công thức:

$$P_{dm\text{ chọn}} = P_{lv} \sqrt{\frac{\varepsilon_{lv}\%}{\varepsilon\%_{dm\text{ chọn}}}}$$

Sau đó phải kiểm tra về mômen quá tải, mômen khởi động và phát nóng.

Chọn động cơ dài hạn làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại:

Trường hợp này, động cơ chạy dài hạn được chọn với công suất nhỏ hơn để tận dụng khả năng chịu nhiệt. Động cơ chạy dài hạn được coi là có thời gian đóng điện tương đối 100% nên công suất động cơ cần chọn sẽ là:

$$P_{dm\text{ chọn}} = P_{lv} \sqrt{\frac{\varepsilon_{lv}\%}{100\%}}$$

4.5 Tính chọn công suất động cơ cho truyền động có điều chỉnh tốc độ

Để tính chọn công suất động cơ trong trường hợp này cần phải biết những yêu cầu cơ bản sau:

- Đặc tính phụ tải $P_{yc}(\omega)$, $M_{yc}(\omega)$ và đồ thị phụ tải: $P_c(t)$, $M_c(t)$, $\omega(t)$;
- Phạm vi điều chỉnh tốc độ: ω_{max} và ω_{min} .
- Loại động cơ (một chiều hoặc xoay chiều) dự định chọn.
- Phương pháp điều chỉnh và bộ biến đổi trong hệ thống truyền động cần phải định hướng xác định trước.

Hai yêu cầu trên nhằm xác định những tham số P_{ycmax} và M_{cymax} . Ví dụ đối với phụ tải truyền động yêu cầu trong phạm vi điều chỉnh, $P =$ hằng số. Ta có công suất yêu cầu cực đại $P_{max}=P_{dm} = \text{const}$, nhưng mômen yêu cầu cực đại lại phụ thuộc vào phạm vi điều chỉnh

$$M_{max} = \frac{P_{dm}}{\omega_{min}}.$$

Đối với phụ tải truyền động yêu cầu trong phạm vi điều chỉnh $M = \text{const}$. Ta có công suất yêu cầu cực đại $P_{max}=M_{dm} \cdot \omega_{max}$.

Hai yêu cầu về loại động cơ và loại truyền động có ý nghĩa đặc biệt quan trọng. Nó xác định kích thước công suất lắp đặt truyền động, bởi vì hai yêu cầu này cho biết hiệu suất truyền động và đặc tính điều chỉnh $P_{dc}(\omega)$, $M_{dc}(\omega)$ của truyền động. Thông thường các đặc tính này thường phù hợp với đặc tính phụ tải yêu cầu $P_{yc}(\omega)$, $M_{yc}(\omega)$.

Tuy vậy có trường hợp, người ta thiết kế hệ truyền động có đặc tính điều chỉnh không phù hợp chỉ vì mục đích đơn giản cấu trúc điều chỉnh.

Ví dụ: Đối với tải $P = \text{const}$, khi sử dụng động cơ một chiều, phương pháp điều chỉnh thích hợp là điều chỉnh từ thông kích từ. Nhưng ta dùng phương pháp điều chỉnh điện áp phản ứng thì khi tính chọn công suất động cơ cần phải xét yêu cầu M_{\max} . Như vậy công suất động cơ lúc đó không phải là $P_{dm} = P_{yc}$ mà là:

$$P_{dm} = M_{\max} \cdot \omega_{\max} = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}} \cdot P_{y/c} = D \cdot P_{y/c}$$

Như vậy công suất đặt sẽ lớn hơn D lần so với $P_{y/c}$.

Mặt khác việc tính chọn công suất động cơ còn phụ thuộc vào phương pháp điều chỉnh tốc độ, ví dụ cùng một loại động cơ như động cơ không đồng bộ, mỗi phương pháp điều chỉnh khác nhau có đặc tính hiệu suất truyền động khác nhau, phương pháp điều chỉnh điện áp dùng Thyristor có hiệu suất thấp so với phương pháp điều chỉnh tần số dùng bộ biến đổi Thyristor. Vì vậy khi tính chọn công suất động cơ bắt buộc phải xét tới tổn thất công suất ΔP và tiêu thụ công suất phản kháng Q trong suốt dải điều chỉnh.

Do vậy việc tính chọn công suất động cơ cho truyền động có điều chỉnh tốc độ cần gắn với một hệ truyền động cho trước để có đầy đủ các yêu cầu cơ bản cho việc tính chọn.

4.6 Kiểm nghiệm công suất động cơ

Việc tính chọn công suất động cơ ở các phần trên được coi là giai đoạn chọn sơ bộ ban đầu. Để khẳng định chắc chắn việc tính chọn đó là chấp nhận được ta cần kiểm nghiệm lại việc tính chọn đó.

Yêu cầu về kiểm nghiệm việc tính chọn công suất động cơ gồm có:

- Kiểm nghiệm phát nóng: $\Delta u \leq \Delta u_{cf}$.
- Kiểm nghiệm quá tải về mômen: $M_{dm, đc} > M_{cmax}$
- Kiểm nghiệm mômen khởi động: $M_{kd, đc} \geq M_{c \text{ mở máy}}$

Ta thấy rằng việc kiểm nghiệm theo yêu cầu quá tải về mômen và mômen khởi động có thể thực hiện dễ dàng. Riêng về yêu cầu kiểm nghiệm phát nóng là khó khăn, không thể tính toán phát nóng động cơ một cách chính xác được (vì tính toán phát nóng của động cơ là bài toán phức tạp).