



**Bài giảng : Kết cấu tính toán ô tô - Hộp
số ô tô**

Tailieu.vn



Chương 3

HỘP SỐ Ô TÔ

1. CÔNG DỤNG - YÊU CẦU - PHÂN LOẠI :

1.1 Công dụng :

Hộp số dùng để thay đổi mô-men truyền đến các bánh xe chủ động đủ thắng sức cản chuyển động của ô-tô máy kéo thay đổi khá nhiều trong quá trình làm việc. Ngoài ra, hộp số còn dùng để thực hiện chuyển động lùi hoặc đứng yên trong thời gian lâu dài mà không cần tắt máy.

1.2 Yêu cầu của hộp số có cấp :

Để bảo đảm công dụng nêu trên, ngoài các yêu cầu chung về sức bền và kết cấu gọn, hộp số có cấp ô-tô máy kéo phải thoả mãn các yêu cầu đặc trưng sau :

① Hộp số ô-tô máy kéo phải có đủ tỷ số truyền cần thiết nhằm bảo đảm tốt tính chất động lực và tính kinh tế nhiên liệu khi làm việc.

② Khi gài số không sinh ra các lực va đập lên các răng nối riêng và hệ thống truyền lực nói chung. Muốn vậy, hộp số ô-tô phải có các bộ đồng tốc để gài số hoặc ống để gài số.

③ Hộp số phải có vị trí trung gian để có thể ngắt truyền động của động cơ khỏi hệ thống truyền lực trong thời gian lâu dài. Phải có cơ cấu chống gài hai số cùng lúc để bảo đảm an toàn cho hộp số không bị gãy vỡ răng.

④ Hộp số phải có số lùi để cho phép xe chuyển động lùi; đồng thời phải có cơ cấu an toàn chống gài số lùi một cách ngẫu nhiên.

⑤ Điều khiển nhẹ nhàng, làm việc êm và hiệu suất cao.

1.3 Phân loại hộp số:

Với các yêu cầu nêu trên, tùy theo tính chất truyền mômen cũng như sơ đồ động học, hiện nay hộp số cơ khí ô-tô máy kéo có thể phân loại như sau:

+ Dựa vào tính chất truyền mômen, có thể phân hộp số ô tô ra làm hai kiểu: Kiểu hộp số vô cấp và kiểu hộp số có cấp. Kiểu hộp số vô cấp có mômen truyền qua hộp số biến đổi liên tục và do đó tỷ số truyền động học cũng thay đổi liên tục. Hộp số vô cấp trên ô tô chủ yếu là kiểu truyền động bằng thủy lực mà trong giáo trình máy thủy lực được gọi là bộ biến mô (*hoặc bộ biến đổi mômen*), kiểu hộp số này sẽ được nghiên cứu trong giáo trình riêng: Truyền động thủy khí trên ô tô và máy công trình. Kiểu hộp số có cấp gồm một số cấp hữu hạn (*thường từ ba đến 20 cấp*). Ứng với mỗi cấp, giá trị mô men và do đó tốc độ truyền qua hộp số là không đổi. Trong giáo trình này chủ yếu nghiên cứu kỹ kiểu hộp số có cấp.

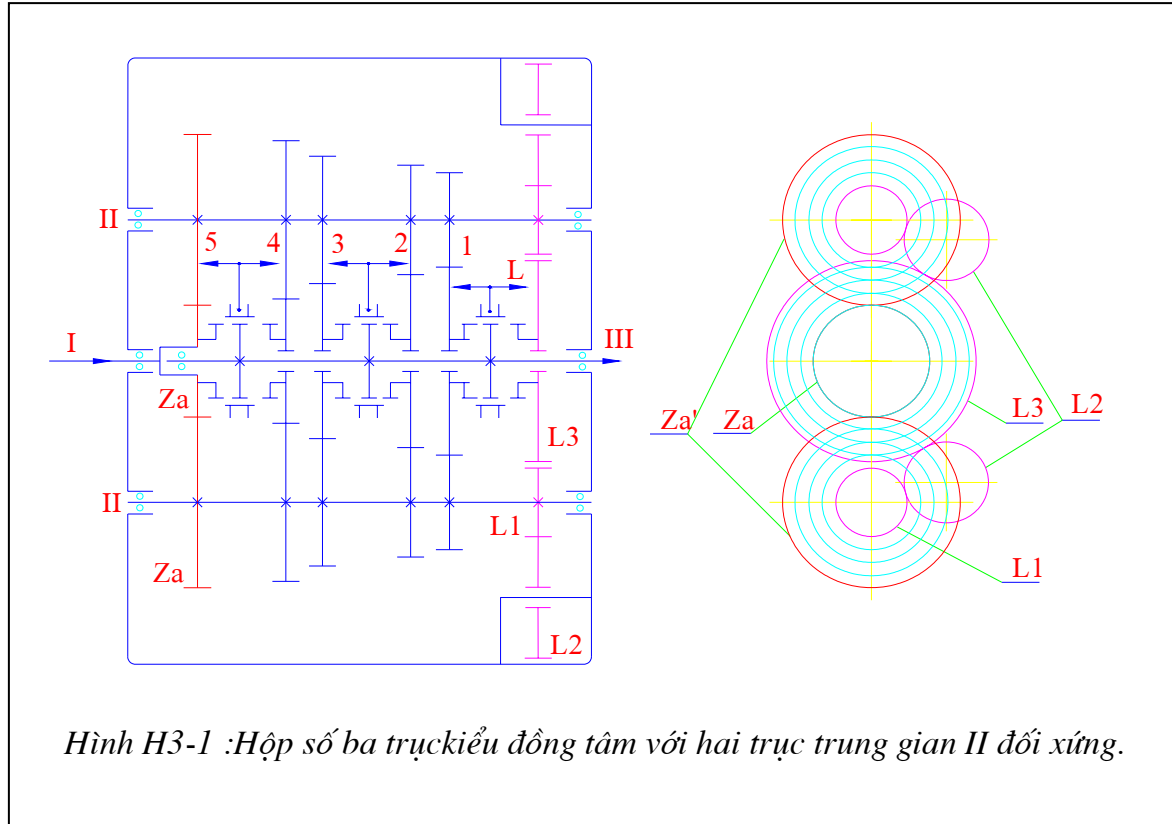
+ Dựa trên số trục chứa các cặp bánh răng truyền số, có thể chia hộp số ô tô ra làm hai loại: loại hộp số hai trục và loại hộp số ba trục. Với kiểu hộp số hai trục gồm có: trục sơ cấp gắn bánh răng chủ động của số truyền, trục thứ cấp chứa bánh răng bị động. Với hộp số ba trục gồm có trục sơ cấp gắn bánh răng chủ động của số truyền, trục trung gian chứa bánh răng trung gian và trục thứ cấp chứa bánh răng bị động. Điều đặc biệt đáng chú ý của hộp số ba trục trên ô tô đó là: trục sơ cấp và trục thứ cấp (*trục thứ ba*) bố trí đồng tâm.

+ Dựa theo số cấp của hộp số, có thể phân chia hộp số ô tô ra làm hai loại: hộp số thường và hộp số nhiều cấp. Kiểu hộp số thường có số cấp nhỏ hơn hoặc bằng 6, còn kiểu hộp số nhiều cấp có số cấp hộp số lớn hơn 6 (*thường từ 8 đến 20 cấp*).

2 PHÂN TÍCH ĐẶC ĐIỂM KẾT CẤU HỘP SỐ Ô TÔ :

2.1 Phân tích đặc điểm kết cấu theo số trục :

2.1.1 Hộp số ba trục (còn có thể gọi là hộp số đồng tâm): Kết cấu hộp số đồng trục thường có ít nhất 3 trục truyền động : trục sơ cấp (I – xem hình H3-1) và thứ cấp (III) lắp đồng trục với trục sơ cấp, ngoài ra còn có thêm trục trung gian (II). Trục trung gian có thể có một, hai, hoặc ba trục bố trí chung quanh trục sơ cấp và thứ cấp (*hình H3-1*) nhằm làm tăng độ cứng vững cho trục thứ cấp, duy trì sự ăn khớp tốt nhất cho các cặp bánh răng lắp trên trục.



Ưu điểm nổi bật của sơ đồ hộp số đồng trục là cho phép tạo ra số truyền thẳng (không qua cặp bánh răng truyền động nào) nên hiệu suất cao nhất (có thể coi như bằng một nếu như bỏ qua các tổn thất khác). Điều này có ý nghĩa rất lớn đối với hộp số ô tô vì phần lớn thời gian làm việc của hộp số là số truyền thẳng (chiếm tỷ lệ đến 50÷80%), cho phép nâng cao hiệu suất truyền của hộp số và do đó giảm tiêu hao nhiên liệu và tăng tuổi thọ chung cho hộp số. Vì vậy hộp số kiểu này được sử dụng phổ biến trên hầu hết các loại ô tô (từ xe du lịch cho đến xe khách và xe tải).

Tuy vậy, hộp số kiểu này có nhược điểm là trục thứ cấp phải bố trí gối lên trục sơ cấp thông qua ổ bi đặt bên trong phần rỗng của đầu ra trục sơ cấp. Do bị khống chế bởi điều kiện kết cấu (kích thước ngoài đầu trục có bánh răng chủ động truyền mômen xuống cho trục trung gian) nên ổ bi này có thể không được chọn theo tiêu chuẩn tính toán ổ bi mà phải tính toán thiết kế riêng. Điều này có thể làm cho ổ bi này dễ bị tình trạng quá

tải. Tuy nhiên, nhờ đặc điểm nổi bật là có khả năng truyền thẳng như đã nêu ở trên, nên thực tế ô tô này có thời gian làm việc không nhiều, ít ảnh hưởng đến tuổi thọ của ổ bi.

Với hộp số đồng tâm có nhiều trục trung gian (hình H3-1), cho phép tăng độ cứng vững của trục thứ cấp, do đó khắc phục được nhược điểm đã nêu. Mặt khác do điều kiện ăn khớp của các bánh răng tốt hơn nên cải thiện được hiệu suất của hộp số một cách đáng kể. Về cấu tạo, kiểu hộp số có nhiều trục trung gian khá kồng kênh và làm phức tạp và nặng thêm hộp số, vì vậy chúng chỉ sử dụng hạn chế trên các ô-tô tải lớn hoặc cực lớn.

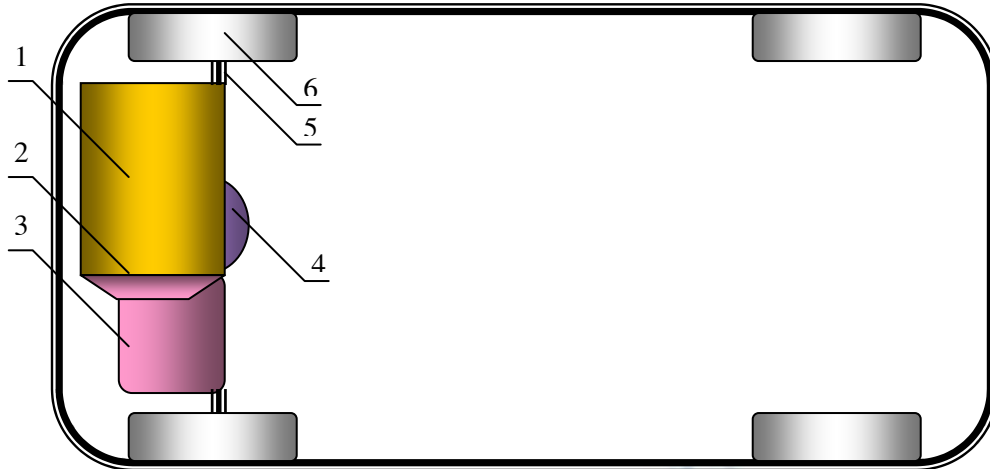
2.1.2 Hộp số hai trục :

Loại hộp số hai trục là kiểu hộp số thông dụng của truyền động hộp số cơ khí nói chung, gồm một trục sơ cấp gắn các bánh răng chủ động và một trục thứ cấp gắn các bánh răng bị động của các cấp số truyền tương ứng. Loại hộp số hai trục không thể tạo ra được số truyền thẳng như hộp số nhiều trục nêu trên mặc dầu rằng tỷ số truyền của một cấp số nào đó bằng một ($i_h = 1$) vì phải thông qua một cặp bánh răng ăn khớp (đĩ nhiên phải có số răng bằng nhau). Điều đó có nghĩa là hiệu suất của mọi cấp số truyền trong hộp số này luôn luôn nhỏ hơn một ($\eta < 1$).

Sơ đồ hộp số kiểu này phù hợp hệ thống truyền lực có cầu chủ động bố trí cùng phía với động cơ (cụm động cơ, ly hợp, hộp số bố trí ngay trên cụm cầu chủ động) như trên một số ô tô du lịch (hình H3-2a và hình H3-2b). Chiều truyền động là ngược nhau: truyền động được dẫn ra của trục thứ cấp có chiều ngược với chiều truyền động dẫn vào đối với trục sơ cấp.

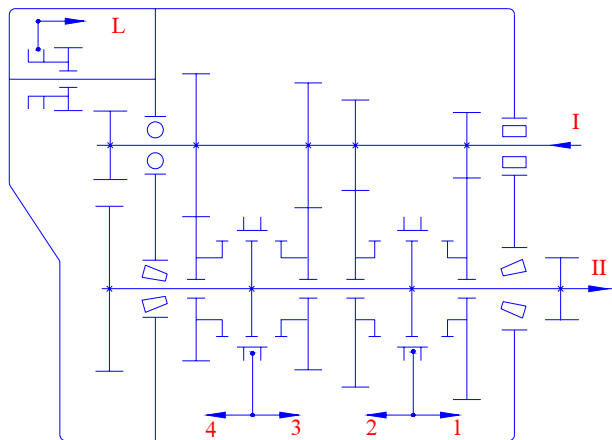
Điều đó thuận lợi cho việc thiết kế truyền lực chính của cầu chủ động với kiểu bánh răng trụ (thay vì bánh răng côn). Hơn nữa với kết cấu này, không cần sử dụng truyền động các-đăng để nối truyền động từ hộp số đến cầu chủ động như các sơ đồ bố trí cổ điển trên ô tô sử dụng hộp số ba trục đồng tâm. Hộp số hai trục cũng được sử dụng phổ biến đối với hệ thống truyền lực của máy kéo hoặc các loại xe chuyên dùng khác.

Ưu điểm của hộp số hai trục là cho phép tạo nên hệ truyền lực gọn như đã nêu trên và vì vậy hiệu suất truyền lực nói chung cao (các số truyền của hộp số hai trục chỉ qua một cặp bánh răng ăn khớp).



Hình H3-2a : Sơ đồ bố trí cụm động cơ (1) hộp số (3) cùng với cầu chủ động (4)

Chú thích: 1: Động cơ, 2: Ly hợp, 3: Hộp số, 4: Cầu chủ động,
5: Trục dẫn động bánh xe. 6: Bánh xe chủ động



Hình H3-2b: Sơ đồ hộp số hai trục.

Chú thích:

- I: Trục sơ cấp của hộp số.
- II: Trục thứ cấp của hộp số.
- 1: Số cấp số 1 của hộp số.
- 2: Số cấp số 2 của hộp số.
- 3: Số cấp số 3 của hộp số.
- 4: Số cấp số 4 của hộp số.
- L: Số cấp số lùi của hộp số.

Nhược điểm cơ bản của hộp số hai trục là kích thước theo chiều ngang lớn hơn hộp số ba trục đồng tâm khi có cùng giá trị tỷ số truyền (ở hộp số đồng tâm, mỗi tỷ số truyền phải qua ít nhất hai cặp bánh răng nên kích thước gọn hơn nhưng hiệu suất thấp hơn, trừ số truyền thẳng). Kích thước hộp số lớn sẽ kéo theo trọng lượng lớn; nhất là khi xe có tỷ số truyền lớn.

2.2 Phân tích đặc điểm kết cấu hộp số theo số cấp :

2.2.1 Hộp số thường (số cấp từ 3 đến 6):

Số cấp của hộp số ảnh hưởng lớn đến tính năng động lực cũng như tính kinh tế nhiên liệu của xe. Số cấp tăng lên thì tính năng động lực cũng như tính kinh tế nhiên liệu đều tăng, công suất sử dụng để lấy đà và tăng tốc cũng nhanh hơn; nhưng lúc đó số lần gài số phải tăng theo làm phức tạp điều khiển và kéo dài một phần thời gian lấy đà.

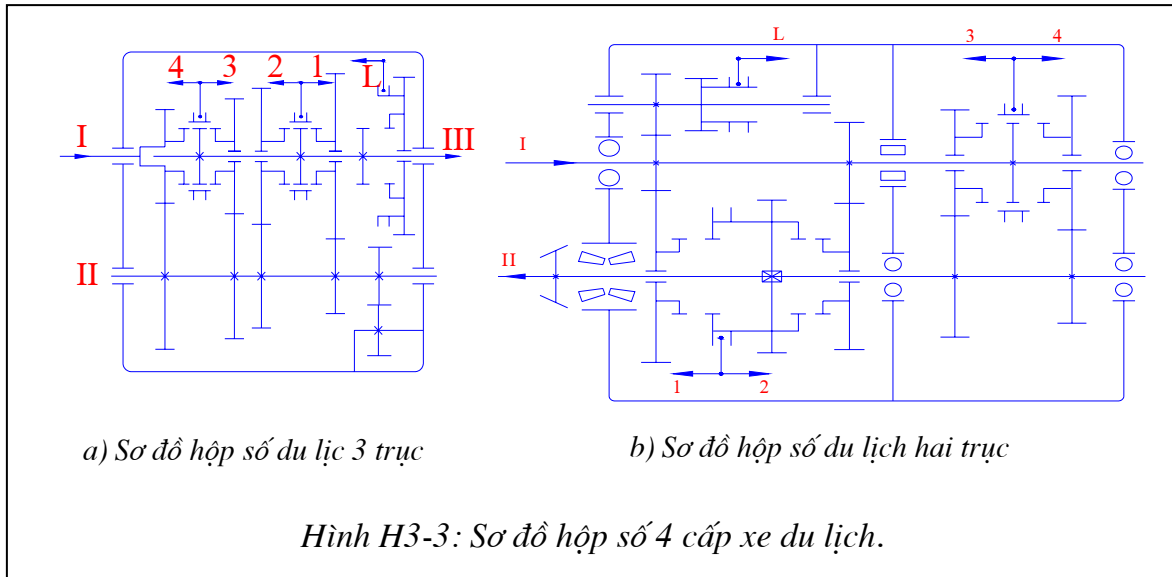
Với ô tô du lịch thường thiết kế với đường đặc tính động lực tốt, tính năng tăng tốc cao, nên phần lớn thời gian làm việc là ở số truyền thẳng, còn các số truyền trung gian khác rất ít sử dụng. Vì vậy hộp số ba cấp được sử dụng cho những xe du lịch có thể tích công tác lớn và vừa ($V_{ct} \geq 2000 \text{cm}^3$).

Với ô-tô du lịch có thể tích công tác nhỏ ($V_{ct} < 2000 \text{cm}^3$) thường dùng hộp số có bốn cấp nhằm sử dụng hợp lý công suất của động cơ và nâng cao tính kinh tế nhiên liệu của xe (xem hình H3-2b và H3-3a, b).

Ngày nay để sử dụng tốt nhất công suất động cơ, nâng cao tính kinh tế nhiên liệu (giảm lượng tiêu hao nhiên liệu) cho xe và để nâng cao tuổi thọ cho động cơ, người ta cũng thiết kế hộp số năm cấp cho xe du lịch (hình H3-4); trong đó số truyền thứ năm thường là số truyền tăng ($i_{h5} < 1$).

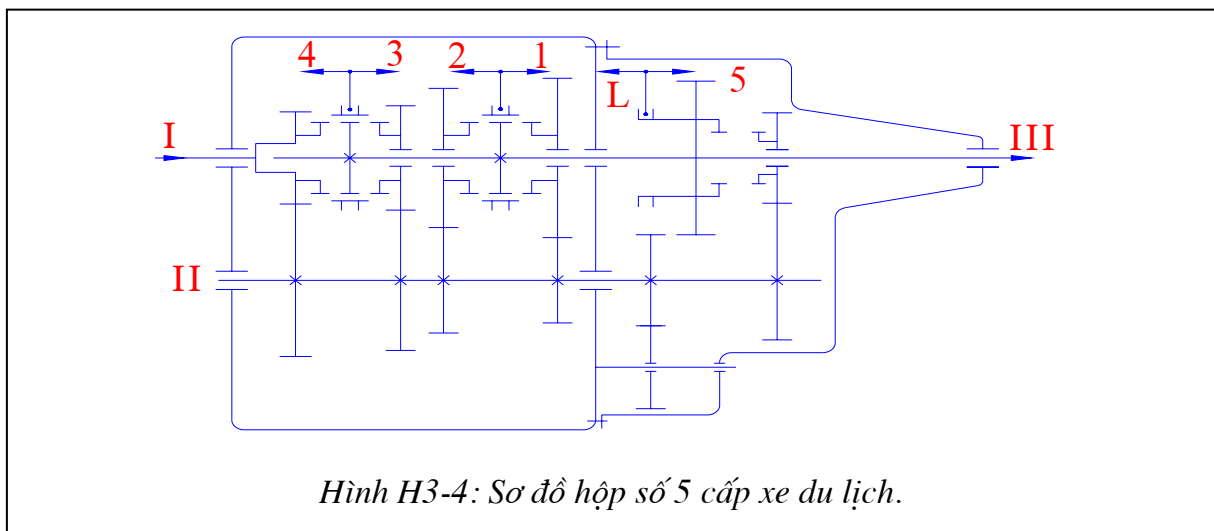
Số truyền tăng được thiết kế cho xe khi chạy trên đường có chất lượng tốt hơn hoặc tải trọng nhỏ hơn so với thiết kế. Sử dụng số truyền tăng không những tiết kiệm nhiên liệu mà còn cho phép nâng cao tính năng động lực một cách hợp lý của xe, tăng tuổi thọ động cơ. Điều này có ý nghĩa hết sức quan trọng đối với ô tô vận tải; vì chúng có trọng lượng toàn bộ thay đổi trong giới hạn khá lớn.

Đối với ô tô vận tải, thường được thiết kế với tiêu chí tiêu hao nhiên liệu thấp, do vậy tính động lực không cao; hơn nữa phạm vi thay đổi trọng lượng toàn bộ của xe nằm trong dải rộng nên hộp số thường phải được thiết kế với số cấp nhiều hơn; phổ biến dùng hộp số năm cấp đến sáu cấp. Với hộp số 5 cấp thì các số từ 2 đến 5 đều có bố trí bộ đồng tốc – số 1 và số lùi chỉ dùng ống gài đơn giản (Hình H3-5a, b).



Chú thích:

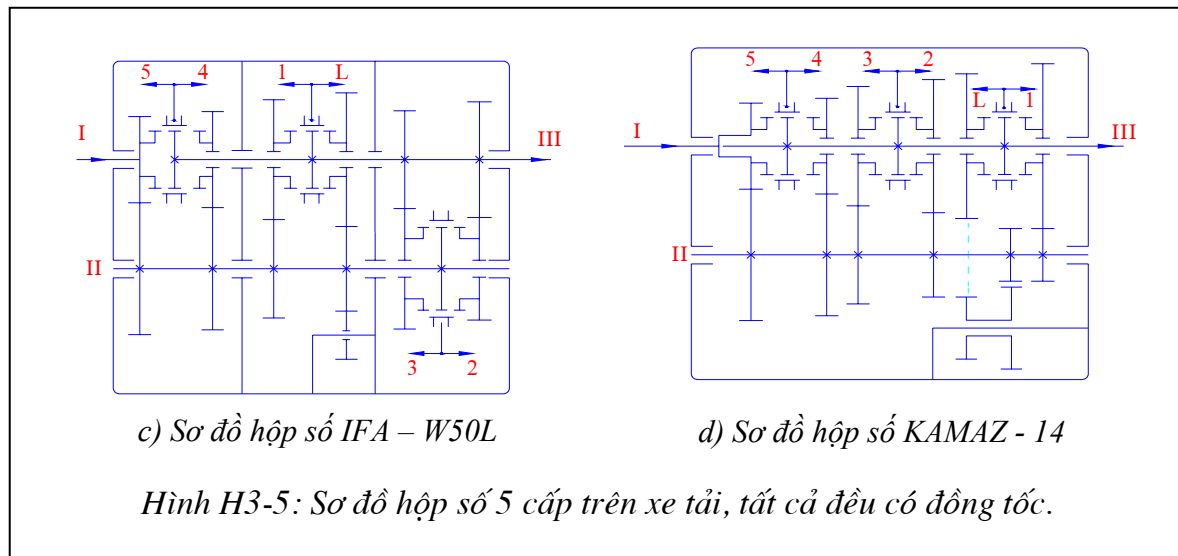
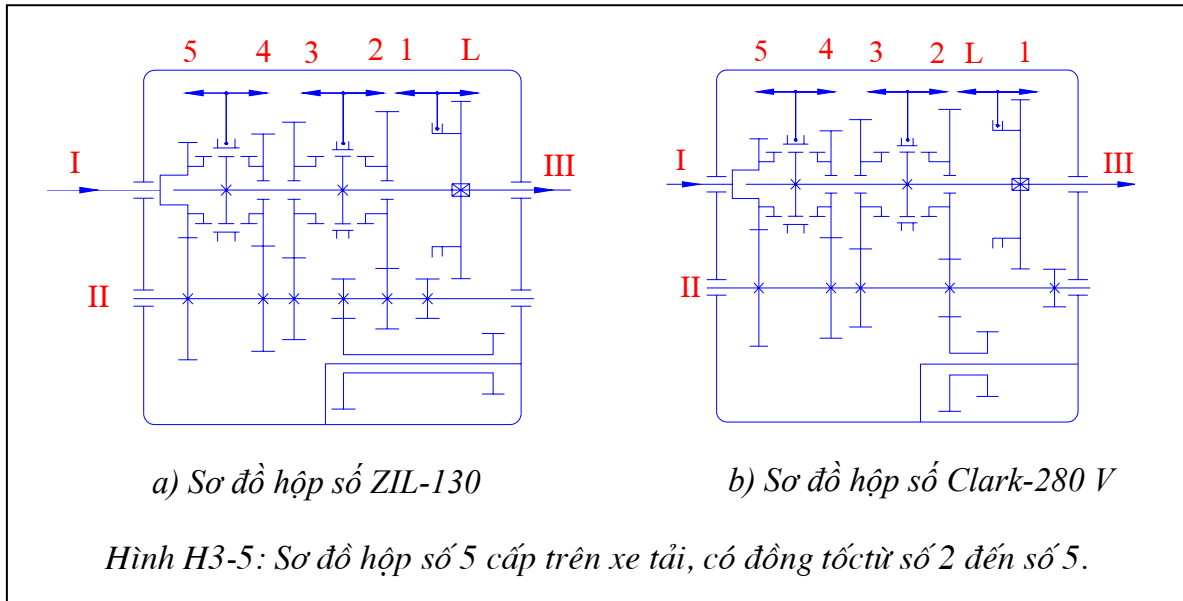
1: Vị trí gài cấp số tiến số 1, 2: Vị trí gài cấp số tiến số 2, 3: Vị trí gài cấp số tiến số 3, 4: Vị trí gài cấp số tiến số 4. L: Vị trí gài cấp số lùi. I: Trục sơ cấp, II: Trục trung gian (đối với hộp số 3 trục) hoặc trục thứ cấp (đối với hộp số 2 trục). III: Trục thứ cấp.



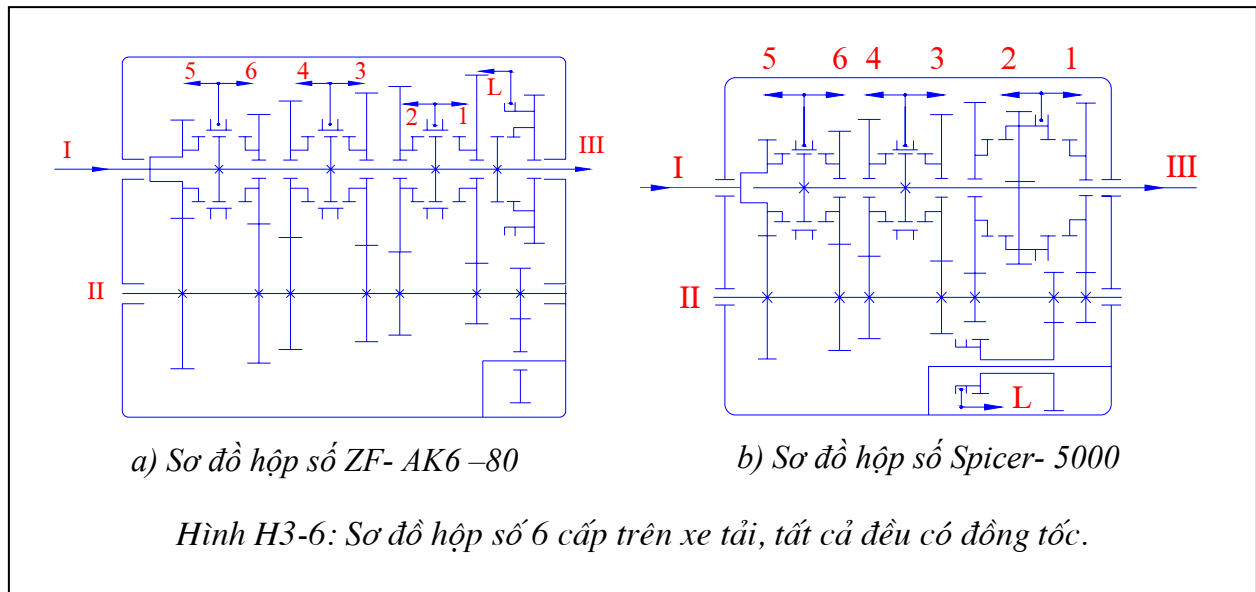
Chú thích:

5: Vị trí gài cấp số tiến số 5. Các thông số khác đã được chú thích ở trên.

Trên hình H3-5c, hình H3-5d cũng là hộp số xe tải 5 cấp nhưng tất cả các cấp đều dùng đồng tốc (*kể cả số lùi*) nhằm bảo đảm tính êm dịu tốt nhất cho hộp số khi gài số kể cả khi gài cấp số lùi để lùi xe.



Ngay cả hộp số sáu cấp, để bảo đảm tính êm dịu tốt nhất cho hộp số khi gài số, tất cả các cấp (từ số 1 đến số 6) đều có đồng tốc – trừ cấp số lùi (*xem hình H3-6a, b*).

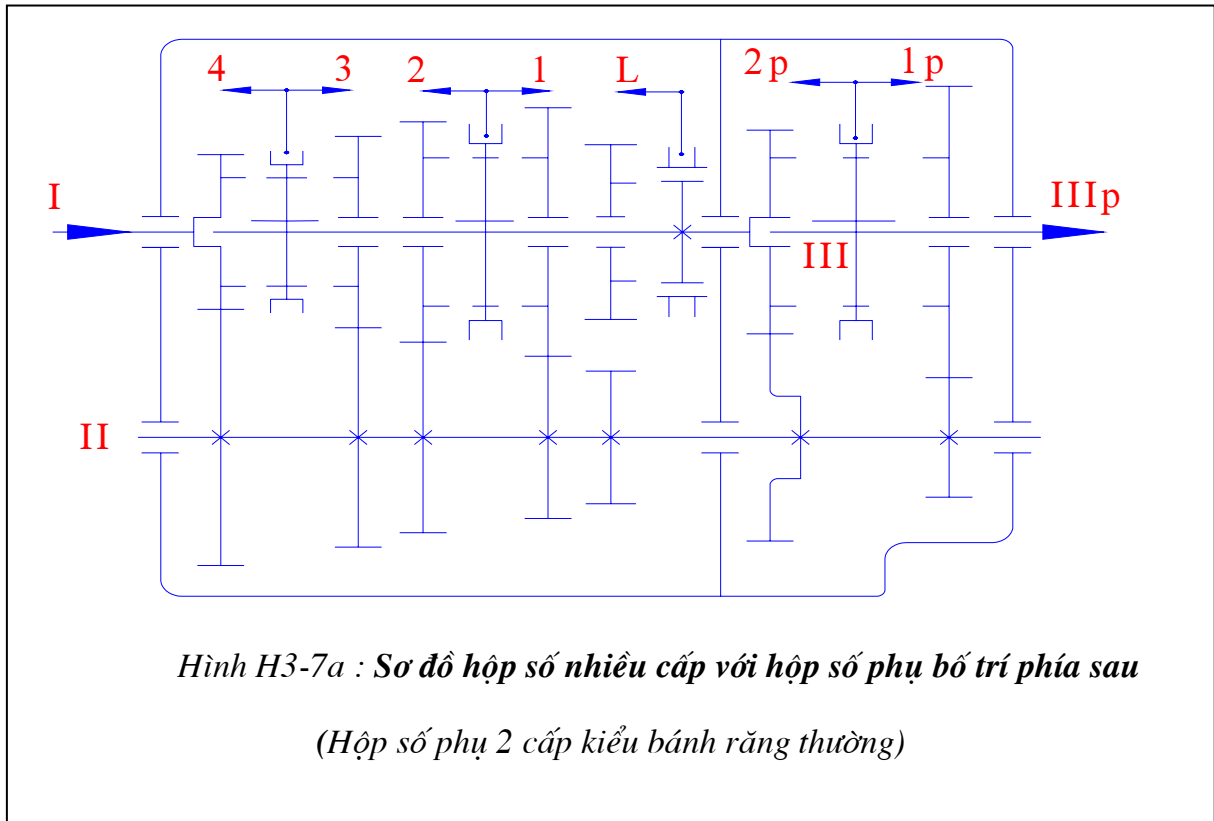


Khi tải trọng càng tăng, số cấp tỷ số truyền tăng theo. Đặc biệt, đối với ô tô tải lớn, làm việc trong điều kiện nặng nhọc (không có đường hoặc chất lượng đường xấu như xe làm việc ở các hầm mỏ, công trường) phải dùng hộp số nhiều cấp (từ 8 đến 20 cấp, xem mục 2.2.2 hộp số nhiều cấp ở phần tiếp theo).

Để nâng cao tính động lực và kinh tế nhiên liệu cũng như tăng tuổi thọ cho động cơ, ngày nay hộp số ô tô vận tải thường thiết kế thêm số truyền tăng ($i_h < 1$) để chạy trên đường tốt hơn hoặc khi chạy non tải hay không tải. Số truyền tăng thường có giá trị nằm trong khoảng $i_{hn} \approx 0,6 \div 0,85$ (xem bảng B3-1 ở phần phụ lục). Hơn nữa, việc sử dụng số truyền tăng không những làm tăng tính động lực và tính kinh tế nhiên liệu mà còn làm gọn kích thước hộp số nhất là hộp số nhiều cấp, cho phép giảm số vòng quay làm việc của động cơ và do đó tăng tuổi thọ của động cơ.

2.2.2 Hộp số nhiều cấp (số cấp từ 8 đến 20):

Đối với ô tô tải lớn và rất lớn hoạt động trong điều kiện nặng nhọc (trong nhiều loại đường khác nhau) hoặc đối với liên hợp máy kéo cỡ lớn thì số cấp của hộp số có thể lên đến 8 cho đến 20 cấp (xem bảng B3-1 ở phần phụ lục). Với hộp số như vậy phải có thêm cơ cấu điều khiển phụ và khi đó kết cấu hộp số được chia làm hai phần : hộp số chính và hộp số phụ (Hình H3-7a, b); trong đó số cấp của hộp số chính thường từ 4÷5 cấp, còn số cấp của hộp số phụ từ 2÷4 cấp.



Chú thích:

III: Trục thứ cấp của hộp số chính (cũng chính là trục sơ cấp của hộp số phụ);

IIIp: Trục thứ cấp của hộp số phụ;

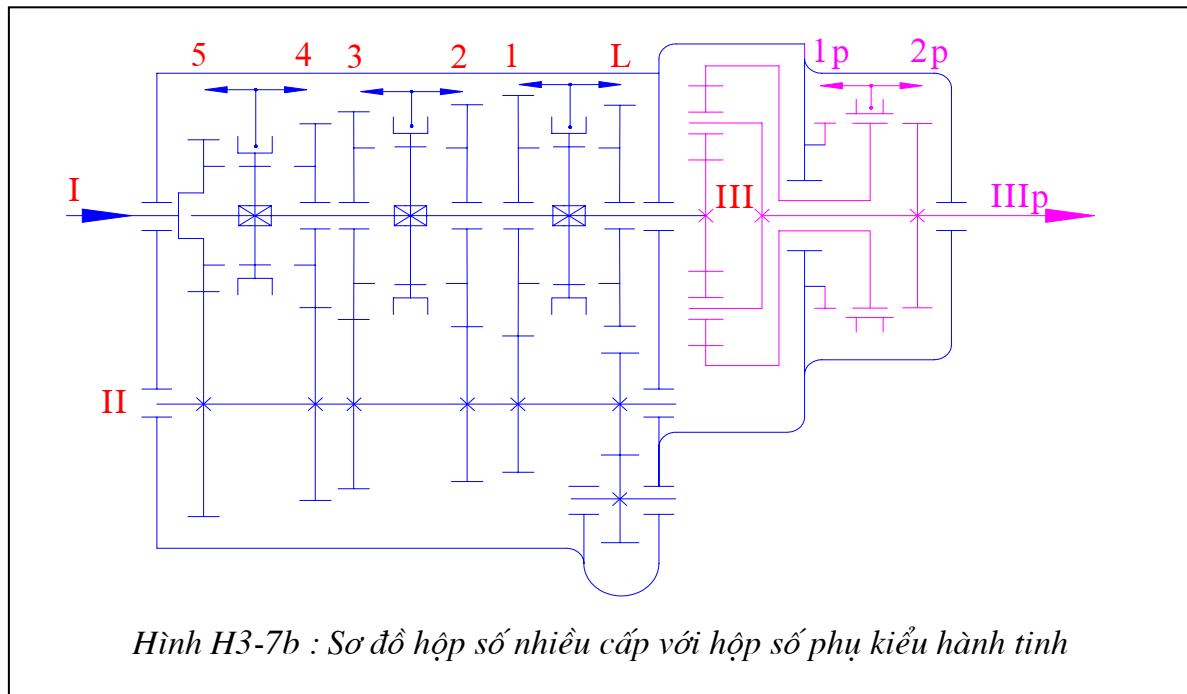
1p: Vị trí gáí cấp số 1 của hộp số phụ;

2p: Vị trí gáí cấp số 2 của hộp số phụ.

Khi sử dụng hộp số nhiều cấp theo sơ đồ động học đơn giản ở hình H3-7a không những hộp số trở nên kông kênh mà hiệu suất của hộp số nói chung cũng giảm do mỗi cấp số truyền phải qua nhiều hơn hai cặp bánh răng ăn khớp - trừ cấp số truyền thẳng (hình H3-7a) không phải qua cặp bánh răng nào (đối với hộp số ba trục kiểu đồng tâm).

Để nâng cao hiệu suất của hộp số nhiều cấp, nếu hộp số từ 8 đến 10 cấp số thì hộp số phụ thường được thiết kế hai cấp theo sơ đồ động học của bộ truyền kiểu hành tinh (hình H3-7b). Bộ truyền bánh răng kiểu hành tinh sẽ cho nhờ hiệu suất cao hơn nhiều so

với các kiểu truyền động bánh răng ăn khớp thông thường. Tuy nhiên, do đặc điểm kết cấu của bộ hành tinh, nên hộp số có cấu tạo phức tạp và lồng kên hơn.



Chú thích:

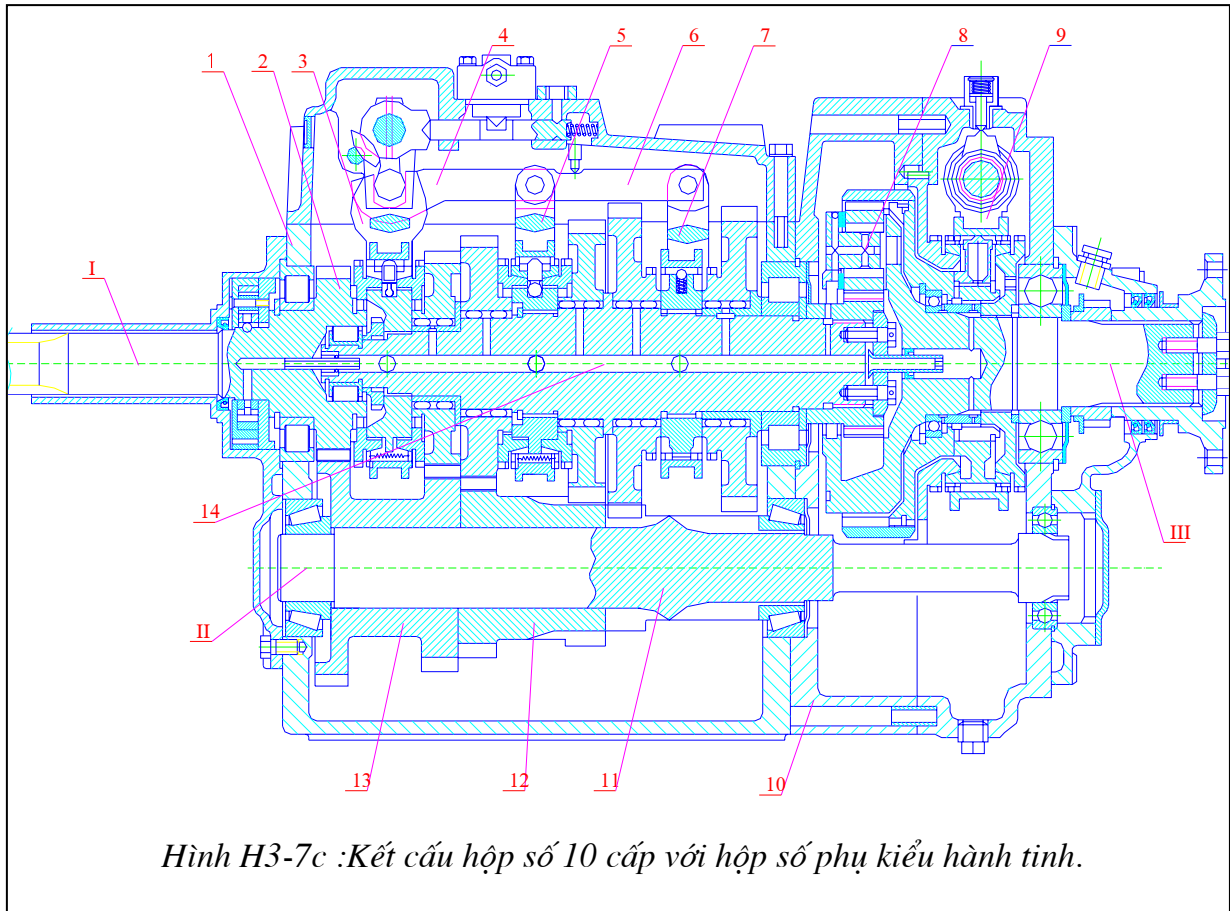
III : Trục thứ cấp của hộp số chính (chính là trục sơ cấp của hộp số phụ hành tinh).

IIIp: Trục thứ cấp của hộp số phụ hành tinh được nối với cần C của cơ cấu hành tinh.

Kết cấu của một hộp số nhiều cấp (10 cấp) với hộp số phụ kiểu hành tinh bố trí phía sau hộp số chính được cho trên hình H3-7c; trong đó cụm hành tinh được dẫn động bởi bánh răng trung tâm gắn trên trục thứ cấp của hộp số chính, còn trục bị dẫn nối với cần C của bộ hành tinh. Bộ hành tinh làm việc với hai tỷ số truyền: hoặc khóa vành răng bao với cần C để tạo thành một khối cứng và cho tỷ số truyền thẳng ($i_{p2} \equiv 1$), hoặc nối cố định vành răng bao với vỏ để tạo ra tỷ số giảm tốc mạnh có giá trị tỷ số truyền:

$$i_{p1} = \frac{\omega_1}{\omega_C} = \frac{Z_2}{Z_1} + 1$$

Ở đây ω_1 là tốc độ góc của bánh răng trung tâm (chính là tốc độ góc trục ra thứ cấp của hộp số chính), ω_C là tốc độ góc của cần C và cũng là trục ra thứ cấp của hộp số phụ; Z_2 , Z_1 tương ứng là số răng của vành răng bao cố định (Z_2) và của bánh răng trung tâm (Z_1).



Hình H3-7c :Kết cấu hộp số 10 cấp với hộp số phụ kiểu hành tinh.

Chú thích hình H3-7c:

I : Trục sơ cấp hộp số chính, II: Trục trung gian, III: Trục thứ cấp hộp số phụ hành tinh.

1: Vỏ hộp số chính; 2: Bánh răng thường xuyên ăn khớp, dẫn động trục trung gian II.

3: Càng gạt số bốn và số năm, 4: Thanh trượt dẫn động càng gạt số ba và số hai.

5: Càng gạt số ba và số hai, 6: Thanh trượt dẫn động càng gạt số một và số lùi.

7: Càng gạt số một và số lùi, 8: Cụm bánh răng hành tinh của hộp số phụ.

9: Càng gạt số thấp và số thẳng ($i_{p2} = 1$) của số phụ, 10: Vỏ hộp số phụ.

11: Khối bánh răng liên trục của số một và số lùi, 12: Khối bánh răng số hai và số ba,

13: Khối bánh răng số bốn và bánh răng dẫn động trục trung gian II,

14: Trục thứ cấp hộp số chính và là trục sơ cấp gắn bánh răng trung tâm cụm hành tinh.

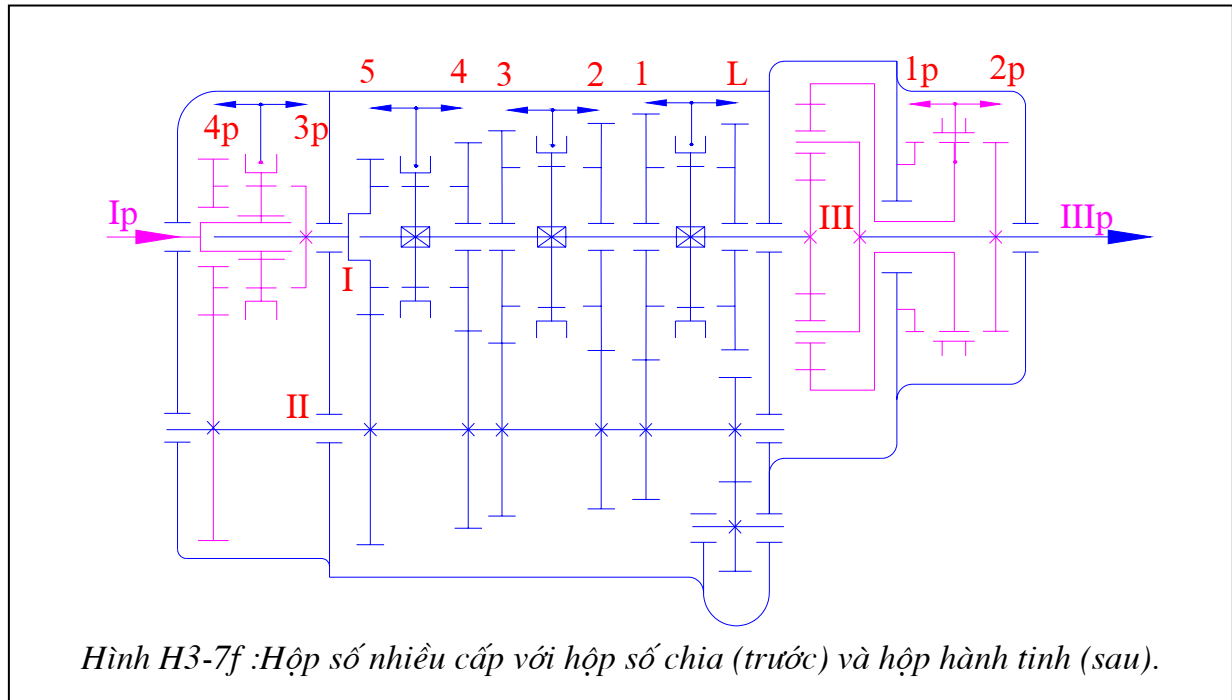
răng truyền động chung (Zac) của hộp số chính. Hoặc gài đồng tốc của hộp số phụ về vị trí 2p để truyền mômen xuống trục trung gian (II) theo cặp bánh răng truyền động chung (Zap) của hộp số phụ. Như vậy, một trong hai cặp bánh răng này sẽ luân phiên thay nhau truyền mômen cho trục trung gian (II), còn cặp kia quay lỏng không (*không mang tải*). Còn khi gài đồng tốc hộp số phụ về vị trí 1p và gài đồng tốc hộp số chính về vị trí 5 (*hình H3-7d*) thì mômen không phải truyền qua bất kỳ cặp bánh răng nào của hộp số chính cũng như số phụ (*truyền thẳng*), do đó sẽ cho hiệu suất truyền của hộp số nhiều cấp cao nhất (*xem như bằng một nếu bỏ qua các tổn thất khác*).

Hình H3-7e :Kết cấu hộp số 10 cấp với hộp số phụ kiểu “chia” bố trí phía trước

Sơ đồ bố trí kiểu này không những cho hiệu suất cao mà còn cho phép giảm nhẹ tải trọng tác dụng lên hộp số chính, tăng tuổi thọ của hộp số chính do mô men truyền đến hộp số chính luôn luôn nhỏ hơn hoặc bằng mômen xoắn của động cơ nhờ giá trị tỷ số truyền của hộp số phụ phía trước chỉ nhỏ hơn hoặc bằng một ($i_{hm} < 1, i_{h(n-1)} = 1$).

Ngoài ra, ***nếu số cấp là 16 hoặc 20 và có số truyền tăng hoặc không có truyền tăng nhưng công bội q nhỏ ($q \approx 1,2 \div 1,3$)***, thì có thể kết hợp ***hộp số phụ kiểu "chia"*** hai cấp phía trước (*như hình H3-7d*) và ***hộp số phụ kiểu hành tinh*** bố trí sau hộp số chính

(hình H3-7b, c) sẽ cho ta hộp số nhiều cấp với số cấp tăng gấp đôi so với sơ đồ H3-7d hoặc H3-7b mà hiệu suất vẫn rất cao (hình H3-7f), nâng cao tuổi thọ chung hộp số và làm việc êm. Tuy nhiên cơ cấu điều khiển lúc này sẽ phức tạp hơn; thường phải kết hợp điều khiển bằng cơ khí và điều khiển bán tự động như trên hình H3-7g.



Hình H3-7g : Sơ đồ điều khiển hộp số phụ của hộp số nhiều cấp.

3 XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ CƠ BẢN CỦA HỘP SỐ:

3.1 Các thông số cơ bản của hộp số :

Việc xác định các thông số cơ bản của hộp số bao gồm việc xác định số cấp, giá trị tỷ số truyền của hộp số nhằm bảo đảm yêu cầu về tính năng động lực cũng như tính nhiên liệu của xe trong mọi điều kiện làm việc.

3.1.1 Số cấp của hộp số :

+ Đối với hộp số ô tô du lịch và ô tô khách : căn cứ vào đặc tính động lực của xe cũng như sự bố trí hệ thống truyền lực mà có thể chọn từ 3 đến 5 cấp và xác định sơ đồ động học thích hợp như đã phân tích ở trên.

+ Đối với hộp số ô tô tải : Số cấp được xác định trên cơ sở bảo đảm tính năng động lực và tính kinh tế nhiên liệu tốt nhất. Đối với ô tô vận tải, có thể xác định số cấp của hộp số dựa vào công bội q của dãy tỷ số truyền hộp số sao cho giá trị của nó không được lớn hơn giá trị giới hạn $[q]$ (nhằm bảo đảm tính động lực và tính kinh tế nhiên liệu của xe).

Ngược lại, q nhỏ thì số cấp sẽ tăng lên nhiều; tính kinh tế và động lực của xe tốt hơn nhưng lại mất thêm thời gian để sang số trong quá trình gia tốc xe - nhất là khi xe khởi hành tại chỗ.

Theo lý thuyết ô tô ta có :

$$q = \sqrt[n-1]{\frac{i_{hl}}{i_{hn}}} \Rightarrow n = \frac{(\log i_{hl} - \log i_{hn})}{\log q} + 1 \quad (3-1)$$

Trong đó :

n : Số cấp của hộp số;

i_{hl} : Giá trị tỷ số truyền số thấp nhất của hộp số;

i_{hn} : Giá trị tỷ số truyền của số cao nhất (*);

q : Công bội của dãy tỷ số truyền, khi tính toán có thể chọn công bội trung bình q theo khoảng kinh nghiệm sau :

+ Đối với hộp số thường : $q = 1,50 \div 1,70$;

+ Đối với hộp số nhiều cấp : $q = 1,20 \div 1,40$;

(Giá trị lớn chọn cho xe có đặc tính động lực tốt)

(*) Khi tính toán cho hộp số ba trục đồng tâm, tỷ số truyền số cao nhất i_{hn} trong công thức (3-1) lấy bằng một ($i_{hn} = 1$, truyền thẳng). Nếu thêm truyền tăng thì số cấp sẽ tăng thêm một đơn vị.

Giá trị tỷ số truyền số thấp i_{hl} được xác định theo các điều kiện kéo, điều khiển bám và tốc độ tối thiểu của ô tô như sau:

$$\begin{cases} i_{hl} \geq \frac{\psi_{\max} G_a r_{bx}}{M_{e\max} i_o \eta_t} \\ i_{hl} \leq \frac{\varphi G_{\varphi} r_{bx}}{M_{e\max} i_o \eta_t} \\ i_{hl} \leq \frac{\omega_{e\min} r_{bx}}{v_{a\min} i_o} \end{cases} \quad (3-1')$$

Trong đó : G_a : Trọng lượng toàn bộ xe, [N]; G_{φ} : Trọng lượng bám của xe, [N];

φ : Hệ số bám giữa lốp với mặt đường, $\varphi = 0,6 \div 0,8$;

ψ_{\max} : Hệ số cản chuyển động lớn nhất của đường;

r_{bx} : Bán kính làm việc của bánh xe chủ động, [m];

$M_{e\max}$: Mo men quay cực đại của động cơ, [N.m];

i_o : Tỷ số truyền của truyền lực chính;

η_t : Hiệu suất hệ thống truyền lực;

$\omega_{e\min}$: Tốc độ góc ổn định nhỏ nhất của động cơ khi đầy tải, [rad/s];

$v_{a\min}$: Tốc độ chuyển động tịnh tiến nhỏ nhất của ô tô, [m/s];

Khi tính toán, có thể chọn :

Loại xe :	ψ_{\max}	$v_{a\min}$ [Km/h]	$\omega_{e\min}$ [v/p]
Du lịch và khách.	0,35 ÷ 0,50	5 ÷ 7	700 ÷ 1000 (**)
Vận tải (không kéo mooc).	0,30 ÷ 0,40	4 ÷ 5	500 ÷ 600
Xe somi rơ-mooc, kéo rơ-mooc	0,18 ÷ 0,30	2 ÷ 3	500 ÷ 600

(**) Giá trị lớn chọn cho xe du lịch với động cơ cao tốc.

Giá trị tỷ số truyền lực chính i_o cùng với tỷ số truyền cao nhất của hộp số i_{hn} được xác định theo tốc độ chuyển động lớn nhất theo thiết kế của xe v_{amax} [m/s] ứng với tốc độ góc lớn nhất của động cơ ω_{emax} [rad/s]:

$$i_o = \frac{\omega_{emax} r_{bx}}{i_{hn} v_{amax}} \quad (3-1'')$$

Trong đó :

i_{hn} : Giá trị tỷ số truyền cao nhất của hộp số, thường $i_{hn} = 1$; nếu có số truyền tăng thì $i_{hn} \approx 0,65 \div 0,85$;

ω_{emax} : Tốc độ góc lớn nhất của động cơ, [rad/s]; được xác định theo loại động cơ và chủng loại xe khi thiết kế :

+ Động cơ Diesel (tải, khách và du lịch) : $\omega_{emax} = \omega_N$;

+ Động cơ Xăng : - Xe tải, khách : $\omega_{emax} = (0,8 \div 1,00)\omega_N$;

- Xe du lịch : $\omega_{emax} = (1,1 \div 1,25)\omega_N$;

(ω_N là tốc độ góc ứng với công suất cực đại của động cơ, [rad/s])

v_{amax} : Tốc độ thiết kế lớn nhất của ô tô, [m/s];

r_{bx} : Bán kính làm việc của bánh xe, [m].

3.1.2 Tỷ số truyền trung gian của hộp số:

+ Đối với ô tô du lịch và khách liên tỉnh, thường làm việc ở các số truyền cao, nên các số truyền trung gian được xác lập theo cấp số điều hoà nhằm sử dụng tốt nhất công suất động cơ khi sang số như sau :

$$\begin{cases} i_{hII} = \frac{i_{hI}}{(1 + a.i_{hI})}; \\ i_{hIII} = \frac{i_{hI}}{(1 + 2a.i_{hI})}; \\ \dots \\ i_{hk} = \frac{i_{hI}}{(1 + (k-1)a.i_{hI})} \end{cases} \quad (3-3)$$

Trong đó :

a : Hằng số điều hoà của dãy tỷ số truyền hộp số, xác định bằng :

$$(n-1).a = \left(\frac{1}{i_{hn}} - \frac{1}{i_{hl}} \right) \quad (3-3')$$

Với : n - là số cấp hộp số;

i_{hn} - là tỷ số truyền cao nhất của hộp số;

i_{hl} - là tỷ số truyền số thấp nhất của hộp số;

i_{hk} : Tỷ số truyền trung gian thứ k của hộp số, $k=2 \div n$ (*)

(*) Riêng đối với hộp số kiểu ba trục đồng tâm :

- Nếu số truyền cao nhất là số truyền thẳng ($i_{hn}=1$) thì chỉ tính các số trung gian $k = 2 \div (n-1)$; tức là :

$$\begin{cases} a = \frac{i_{hl} - 1}{(n-1).i_{hl}} \\ k = 2 \div (n-1) \end{cases} \quad (3-3'')$$

- Nếu số truyền cao nhất là số truyền tăng ($i_{hn} < 1$) thì ta có:

$$\begin{cases} i_{h(n-1)} = 1 \\ a = \frac{i_{hl} - 1}{(n-2).i_{hl}} \\ k = 2 \div (n-2) \\ i_{hn} = \frac{1}{(a+1)} \end{cases} \quad (3-3''')$$

+ Đối với xe tải, buýt, thường làm việc với các số truyền trung gian và thấp, nên số truyền trung gian được xác lập theo cấp số nhân với công bội q như đã trình bày :

$$\begin{cases} i_{hII} = i_{hl} / q; \\ i_{hIII} = i_{hII} / q = i_{hl} / q^2; \\ \dots \\ i_{hk} = i_{hl} / q^{(k-1)} \end{cases} \quad (3-4)$$

Trong đó :

q : Công bội của dãy tỷ số truyền hộp số, xác định theo (3-1);