



Задания, ответы и критерии оценивания

Пояснения к заданию

Трансмиссия автомобиля имеет свои характерные технические характеристики. Одно из них – передаточное отношение. Для определения передаточного числа шестеренчатого механизма нужно знать угловые скорости (числа оборотов) или количество зубьев на ведомой и ведущей шестернях.

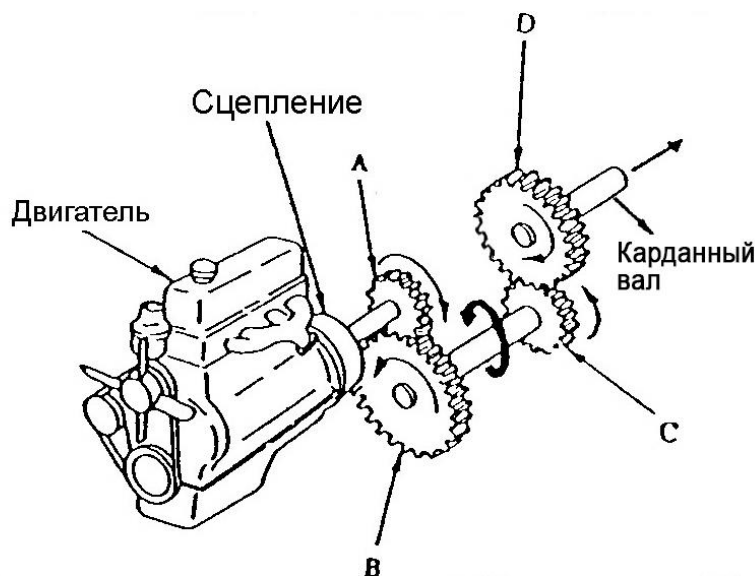
Таким образом, получаем соотношение:

$$i = \frac{w_1}{w_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1},$$

где i – передаточное число; w_1 – угловая скорость ведущей шестерни, w_2 – угловая скорость ведомой шестерни, n_1 – число оборотов ведущей шестерни, n_2 – число оборотов ведомой шестерни, z_1 – число зубьев на ведущей шестерне, z_2 – число зубьев на ведомой шестерне.

Общее передаточное отношение (число) механизма (редуктора) равно произведению частных передаточных отношений.

Если угловая скорость (частота вращения) ведущего элемента на входе в трансмиссию автомобиля превышает угловую скорость ведомого элемента, то такая передача называется понижающей, если угловая скорость ведущего элемента на входе в трансмиссию автомобиля меньше угловой скорости ведомого элемента, то такая передача называется повышающей. Если угловая скорость ведущего и ведомого элементов совпадает, то такая передача называется прямой.



Условия задачи

На рисунке изображена схема привода какого-то транспортного средства, состоящего из двигателя, сцепления, коробки передач, представленной двумя парами шестерен и карданным валом. Вращение от карданного вала передается непосредственно на ведущие колеса.

Известно:

- частота вращения коленчатого вала двигателя – 800 об/мин;
- радиус качения ведущего колеса транспортного средства – 0,38 м.

Задача 1 (25 баллов)

Определите скорость движения транспортного средства (в км/ч) для случая прямой передачи в его трансмиссии.

Решение:

1. Из пояснения к задаче известно, что в случае прямой передачи в трансмиссии транспортного средства, угловые скорости ведущего и ведомого элемента трансмиссии совпадают. Таким образом, частота вращения коленчатого вала двигателя транспортного средства ($n_{кв}$) равна частоте вращения карданного вала транспортного средства ($n_{крв}$) и равна 800 об/мин.

2. Скорость движения транспортного средства можно определить из формулы:

$$V_{тс} = 2\pi R_k \cdot n_{крв}, \quad (1)$$

где $V_{тс}$ – скорость движения транспортного средства, м/мин; $\pi = 3,14$; R_k – радиус качения ведущего колеса транспортного средства, м; $n_{крв}$ – частота вращения карданного вала двигателя, об/мин.

3. Подставим в выражение (1) известные из условий задачи числовые значения:

$$V_{тс} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,38 \cdot 800 = 1904 \text{ м/мин} \quad (2)$$

4. Переводим полученный в выражении (2) результат в требуемую размерность (км/ч):

$$1904 \cdot \frac{60}{1000} = 114,2 \text{ км/ч} \quad (3)$$

Ответ: скорость транспортного средства 114,2 км/ч.

Задача 2 (75 баллов);

Ваша задача завершить проектирование трансмиссии транспортного средства для трех случаев:

- 1) чтобы на выходе (на карданном валу) была обеспечена замедляющая передача с максимально возможным передаточным числом (25 баллов);
- 2) чтобы на выходе (на карданном валу) была обеспечена ускоряющая передача с минимально возможным передаточным числом (25 баллов);
- 3) чтобы на выходе (на карданном валу) была обеспечена прямая передача (25 баллов).

Для этого необходимо провести подбор шестерен А; В; С и Д для коробки передач. В распоряжении разработчиков имеются только шестерни и числом зубьев – 20, 30 и 40, из числа которых и требуется сделать выбор.

Решение:

1. Из рисунка в условиях задачи видно, что в данном случае трансмиссия транспортного средства состоит из двух передач, поэтому общее передаточное число трансмиссии равно произведению частных передаточных отношений и будет определяться по формуле:

$$i_{тр} = i_1 \cdot i_2 = \frac{z_B}{z_A} \cdot \frac{z_D}{z_C}, \quad (1)$$

где $i_{тр}$ – передаточное число трансмиссии транспортного средства; i_1 – передаточное число первой зубчатой передачи; i_2 – передаточное число второй зубчатой передачи; z_B – число зубьев шестерни В; z_A – число зубьев шестерни А; z_D – число зубьев шестерни D; z_C – число зубьев шестерни С.

2. Для обеспечения в трансмиссии понижающей передачи с максимально возможным передаточным числом необходимо обеспечить следующее условие:

$$i_{\text{тр}} = i_1 \cdot i_2 \rightarrow \max,$$

$$i_1 = \frac{z_B}{z_A} \rightarrow \max, \quad (2)$$

$$i_2 = \frac{z_D}{z_C} \rightarrow \max$$

3. Учитывая набор имеющихся шестерен, условие (2) может быть выполнено в случае:

$$z_B = 40; z_A = 20; z_D = 40; z_C = 20 \quad (3)$$

4. Для обеспечения в трансмиссии ускоряющей передачи с минимальное возможным передаточным числом необходимо обеспечить следующее условие:

$$i_{\text{тр}} = i_1 \cdot i_2 \rightarrow \min,$$

$$i_1 = \frac{z_B}{z_A} \rightarrow \min, \quad (4)$$

$$i_2 = \frac{z_D}{z_C} \rightarrow \min$$

5. Учитывая набор имеющихся шестерен, условие (4) может быть выполнено в случае:

$$z_B = 20; z_A = 40; z_D = 20; z_C = 40 \quad (5)$$

6. Для обеспечения в трансмиссии прямой передачи необходимо обеспечить следующее условие:

$$i_{\text{тр}} = i_1 \cdot i_2 = 1, \quad (6)$$

$$i_{\text{тр}} = \frac{z_B}{z_A} \cdot \frac{z_D}{z_C} = 1$$

7. Учитывая набор имеющихся шестерен, условие (6) может быть выполнено при различных сочетаниях чисел зубьев шестерен, например:

а) $z_B = 40; z_A = 20; z_D = 20; z_C = 40 \quad (7)$

$$i_{\text{тр}} = \frac{40}{20} \cdot \frac{20}{40} = 1$$

б) $z_B = 30; z_A = 40; z_D = 40; z_C = 30 \quad (8)$

$$i_{\text{тр}} = \frac{30}{40} \cdot \frac{40}{30} = 1$$

в) $z_B = 20; z_A = 30; z_D = 30; z_C = 20 \quad (9)$

$$i_{\text{тр}} = \frac{20}{30} \cdot \frac{30}{20} = 1$$

В данном случае имеем пример классической конструкторской задачи, когда существует несколько вариантов решений, удовлетворяющих ее условиям. Конечный выбор производится с учетом множества других факторов – технологических, экономических и т.д.

Ответы: 1. $z_A = 20$; $z_B = 40$; $z_C = 20$; $z_D = 40$

2. $z_A = 40$; $z_B = 20$; $z_C = 40$; $z_D = 20$

3 а) $z_A = 20$; $z_B = 40$; $z_C = 40$; $z_D = 20$

б) $z_A = 40$; $z_B = 30$; $z_C = 30$; $z_D = 40$

в) $z_A = 30$; $z_B = 20$; $z_C = 20$; $z_D = 30$