

ОСОБЛИВОСТІ КОМПОНОВКИ ЦИЛІНДРИЧНИХ ЗУБЧАСТИХ РЕДУКТОРІВ

Полевода Юрій Алікович к.т.н., ст. викладач

Вінницький національний аграрний університет

Polevoda Yu.

Vinnitsia National Agrarian University

Анотація: розглянуті переваги та недоліки циліндричних зубчастих редукторів виготовлених за різними компоновками. Висвітлені питання розбивки передаточного числа двохступінчастих циліндричних зубчастих редукторів за ступенями у відповідності із заданими умовами оптимізації. Робота стане в нагоді студентам механікам та може бути корисною інженерам механікам при проектуванні електромеханічних приводів.

Ключові слова: редуктор, передаточне число, оптимізація, електромеханічний привод.

Циліндричні зубчасті редуктори - це механізми (вузли), котрі призначені для зменшення кутових швидкостей та збільшення обертових моментів і виготовлені у вигляді окремих агрегатів. Редуктори мають широке застосування, особливо у сільськогосподарському, підйомно-транспортному, металургійному, хімічному машинобудуванні, суднобудуванні тощо. Ми розглянемо редуктори загального призначення та залишимо розгляд редукторів спеціального призначення (для авіа та суднобудування) для іншої роботи. За вибору типу редуктора в електромеханічному приводі високої надійності та довговічності знання особливостей їх компоновки є основним [1-3].

Одноступінчасті редуктори. Циліндричні одноступінчасті зубчасті редуктори (рис. 1 а) застосовують за малих передаточних чисел (до 8), при цьому перевагу віддають максимуму до 5,0...6,3, з метою обмеження габаритів редуктора. Компоновку цих редукторів визначають вимоги до розташування валів у просторі та розмірами валів, якими редуктор приєднують до інших елементів конструкції (схеми складання) [1-3].

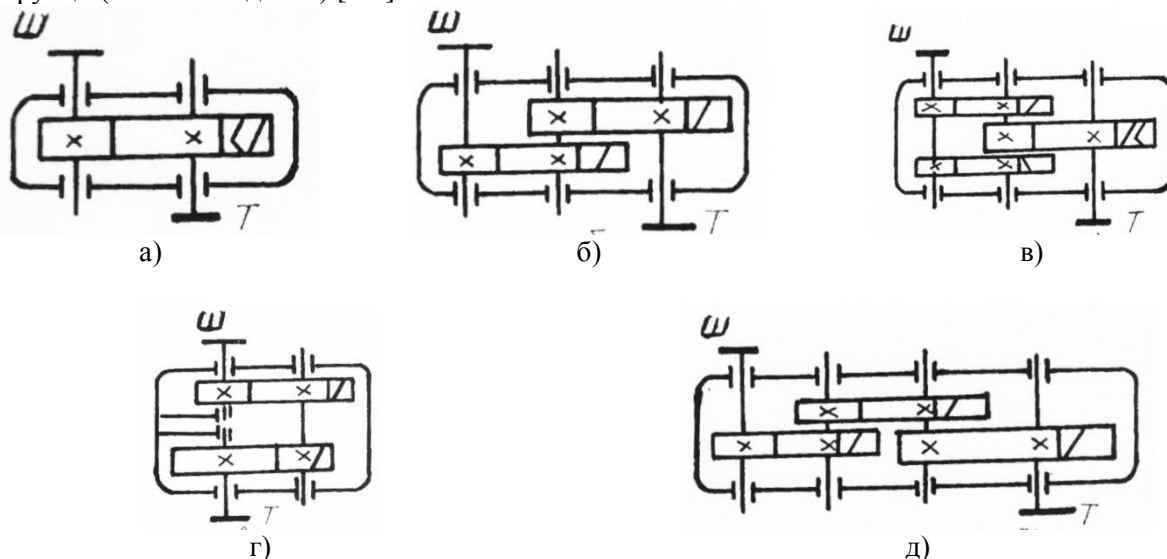


Рис. 1. Кінематичні схеми циліндричних зубчастих редукторів (позначення на схемах: Ш – швидкохідний вал; Т – тихохідний вал)

Двохступінчасті редуктори. Циліндричні двохступінчасті зубчасті редуктори (рис. 1 б, в, г) в наш час найбільш поширені, їх застосовують за передаточних чисел 8...40 (63). З цих редукторів найбільш поширення мають редуктори виготовлені за розгорнутою схемою (рис. 1 б). За цією компоновкою редуктор найбільше простий у виготовленні, вузол має найменшу ширину, при цьому забезпечена раціональна уніфікація деталей. Але несиметричне розташування зубчастих коліс на валах призводить до нерівномірного навантаження опор та концентрації навантаження за довжиною зубців. Цей недолік вимагає підвищеної уваги до жорсткості валів редуктора, матеріалів,

термообробки та виготовлення зубчастих коліс. Крім цього редуктор, виготовлений за розгорнутою схемою має масу на 20% більшу у порівнянні з редуктором виконаним за схемою з роздвоєним швидкохідним ступенем (рис. 1 в), за однакових обертових моментів на вихідному (тихохідному) валу. Разом з тим, собівартість виготовлення редуктора за розгорнутою схемою лише на (5...10)% більше від собівартості виготовлення редуктора за схемою (рис. 1 б), за рахунок менших питомих витрат праці та більшої серійності. Компонівка редуктора за схемою з роздвоєним швидкохідним ступенем покращує умови роботи найбільш навантаженого тихохідного ступеня, значно вирівнюючи навантаження на опори вихідного вала. В цій схемі зубчасті пари швидкохідного ступеня виготовляють косозубими з кутами нахилу зубців (20...40)°, причому одну пару-правою, другу-лівою, що забезпечує їх рівномірне навантаження, а швидкохідний вал уміщують у підшипниках, які забезпечують його осьове самовлаштування. Деформація тихохідного вала не викликає суттєвої концентрації напружень за довжиною зубців у зубчастій парі тихохідного ступеня, оскільки зубчасті колеса розташовані симетрично відносно опор. За схемою (рис. 1 в) редуктор більш компактний і легкий у порівнянні з редуктором за схемою (рис. 1 б), але малу міжосьову відстань, у цій схемі, не завжди можливо використати за умов компонування машини. Найбільш важливою перевагою цієї схеми є більш потужний (приблизно на 25%) швидкохідний ступінь, тому її доцільно використовувати у машинах з повторно - короткочасним режимом роботи. Недоліком редукторів за цією схемою є досить обмежені можливості уніфікації. За співвісною схемою (рис. 1 г) редуктори мають приблизно такі ж габарити, масу і вартість, як редуктори за схемою (рис. 1 в). Суттєвою перевагою співвісної схеми є можливість реалізації в двох ступенях передаточного числа 50, а за необхідності і 63. Завдяки потужному швидкохідному ступеню співвісні редуктори особливо придатні для роботи з механізмами кранів. Широке поширення редукторів за співвісною схемою зумовлене незначною їх масою, технологічністю виготовлення та невисокою вартістю. Якщо порівняти двохступінчастий циліндричний редуктор за співвісною схемою з двохступінчастим планетарним редуктором, то за масою вони будуть приблизно рівними, але планетарний буде мати значно менші габарити та значно вищу вартість.

Відношення міжосьових відстаней тихохідного та швидкохідного ступенів двохступінчастих редукторів приймають $\frac{a_T}{a_{ш}} = 1,12...16$. Більші значення оптимальні за більших передаточних чисел і постійному режимі навантаження.

Загальне передаточне число двохступінчастих редукторів розбивають між ступенями у відповідності із заданими умовами оптимізації. Основною умовою для редукторів загального призначення є мінімум маси і відповідно об'єму. Для двохступінчастих не співвісних редукторів найчастіше приймають рівними ділильні діаметри коліс швидкохідного та тихохідного ступенів. Відповідно передаточне число швидкохідного ступеня:

$$u_{ш} = (0,75...1,0) \cdot \sqrt[3]{u^2}$$

де 0,75 – коефіцієнт, що приймають за змінного режиму роботи;

1,0 – за постійного режиму роботи;

u – загальне передаточне число редуктора.

Існують також інші специфічні критерії оптимізації.

Триступінчасті редуктори. Триступінчасті циліндричні зубчасті редуктори виконують за розгорнутою схемою (рис. 1 д), або за співвісною схемою та схемою з роздвоєним проміжним ступенем (на кресленні не показані). Редуктор, виконаний за розгорнутою схемою, має всі переваги та недоліки своєї базової моделі (рис. 1 б), його вали можуть бути розташовані в одній або в різних площинах. Перший варіант технологічно дещо простіший, але габарити та маса редуктора більші у порівнянні з другим. За розташування швидкохідного вала під проміжним, яке часто звуть кутовим, значно зменшується загальна міжосьова відстань та загальна довжина редуктора. Важливою перевагою кутового розташування швидкохідного вала є можливість уніфікації корпусів та кришок редукторів, йому треба віддавати перевагу. Варіанти конструкцій триступінчастих редукторів, виконаних за іншими базовими схемами компоновки, в цій роботі не розглядаємо.

Останнім часом мають поширення мотор-редуктори, які більш економічні, ніж тихохідні високомоментні електродвигуни, вони мають більш високий **ккд** та пусковий момент.

Редуктори з чотирма та більше парами циліндричних зубчастих коліс застосовують дуже рідко. За великих передаточних чисел у механічних приводах, треба розглянути можливість використання черв'ячних, планетарних та хвильових редукторів [3].

Отже, в електромеханічних приводах широко застосовують циліндричні зубчасті редуктори,

виготовлені за різними кінематичними схемами з різною кількістю пар зубчастих коліс. Найбільш поширеними є двохступінчасті циліндричні зубчасті редуктори, виготовлені за трьома схемами компоновки (рис. 1 б, в, г). Знання переваг та недоліків зазначених схем дозволить проектувальникам створити надійний та довговічний привод.

Список літератури

1. Решетов Д.Н. Детали машин / Д.Н. Решетов. Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1989. - 496 с.
2. Чернавский С.А. Проектирование механических передач / С.А Чернавский. Учеб.пособие для машиностроит. вузов - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1976. - 608 с.
3. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин / В.Т. Павлице. Підручник; науково-метод. центр вищої освіти. - 2-е вид., випр. - Л. : Афіша, 2003. - 558 с.

References

1. Reshetov D.N. Detali mashin / D.N. Reshetov . Uchebnik dlya studentov mashinostroitel'nykh i mekhanicheskikh spetsial'nostey vuzov . - Chetvortyy izd . , Pererab . i dop. - M. : Mashinostroyeniye , 1989. - 496 s.
2. Chernavskiy S.A. Proyektirovaniye mekhanicheskikh peredach / S.A Chernavskiy . Ucheb.posobiye dlya mashinostroit . vuzov - chetvortyy uzi . , pererab . i dop. - M. : Mashinostroyeniye , 1976. - 608 s.
3. Pavlyshche V.T. Osnovy konstruyuvannya ta rozrakhunok detaley mashyn / V.T. Pavlyshche . pidruchnyk ; naukovo- metod . tsentr vyshchoyi osvity . - 2-e vyd . , Vypr . - L. : Afisha, 2003. - 558 s.

ОСОБЕННОСТИ КОМПОНОВКИ ЗУБЧАТЫХ РЕДУКТОРОВ

Аннотация: рассмотрены достоинства и недостатки цилиндрических зубчатых редукторов произведенных за различными компоновками. Освещены вопросы разбивки передаточных чисел двухступенчатых цилиндрических зубчатых редукторов по ступеням в соответствии с заданными условиями оптимизации. Работа предназначена для студентов механиков и может быть полезной инженерам механикам при проектировании электромеханических приводов.

Ключевые слова: редуктор, передаточное число, оптимизация, электромеханический привод.

FEATURES ASSEMBLY CYLINDRICAL GEAR REDUCER

Summary: the advantages and disadvantages of cylindrical gear reducers produced by different layout. The problems of splitting gear ratio double-reduction cylindrical gear reducers in powers in accordance with the set conditions of optimization. The work will be useful to students and mechanics can be useful mechanical engineering in the design of electromechanical drives.

Keywords: reducer, gear ratio, optimization, electromechanical drive.