

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАТОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ В КОНСТРУКЦИЯХ РОБОТОВ, ПОСТРОЕННЫХ НА ПЛАТФОРМАХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКТОРОВ

К. Решетов¹⁾, Л.А. Горovenko²⁾

1) студент Армавирского механико–технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия.

2) к.т.н., доцент Армавирского механико–технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, lgorovenko@mail.ru

Аннотация. В статье дан анализ основных передаточных механизмов, используемых при проектировании роботов на базе образовательных конструкторов.

Ключевые слова: образовательная робототехника, конструктор, передаточный механизм, передаточное число.

ANALYSIS OF EFFICIENCY OF TRANSFER MECHANISMS IN THE CONSTRUCTION OF ROBOTS , BUILT ON PLATFORMS OF EDUCATIONAL DESIGNERS

Konstantin Reshetov¹⁾ Lyubov A. Gorovenko²⁾,

1) the student Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia

2) Ph. D., associate Professor, Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, lgorovenko@mail.ru

Abstract: The article analyzes the main transfer mechanisms used in the design of robots based on educational designers.

Key words: educational robotics, designer, transfer mechanism, transfer number.

Ни один «хороший» робот не может быть построен без использования передаточных механизмов. Под «хорошими» будем понимать таких роботов, в которых используется хотя бы один

передаточный механизм для придания конструкции робота некоторых двигательных функций. Таким образом, хорошее понимание того, как зубчатые колеса влияют на такие параметры, как крутящий момент и скорость, очень важно при разработке схем сборки роботов на платформе образовательного конструктора Lego Mindstorms.

Механизмы работают по принципу механического преимущества. Это означает, что используя различные диаметры зубчатых колес, можно обмениваться между скоростью вращения (или перемещения) и крутящим моментом.

Для всех двигателей, просматривая технические характеристики (ТХ), можно узнать выходную скорость и крутящий момент. Но, к сожалению, для роботов, которые используются в образовательных целях, коммерчески доступные двигатели обычно не имеют желаемого отношения скорости к крутящему моменту. Например, вы действительно хотите, чтобы колеса вашего робота вращались со скоростью 10000 об / мин при низких моментах? В робототехнике крутящий момент важнее скорости. С шестернями можно поменять скорость на лучший крутящий момент.

Предположим, что двигатель выдает крутящий момент 3 кН/м при 2000 об/мин в соответствии с ТХ, но необходимо только 300 об/мин. Вот как будет выглядеть уравнение:

$$3 \text{ кН} * 2000 \text{ об/мин} = X * 300 \text{ об/мин}$$

Получаем 20кН/м.

Теперь предположим, что с тем же мотором нужно 5 кН/м. Но, предположим также, что также нужна минимальная скорость 1500 об/с.

$$3 \text{ кН} * 2000 \text{ об/мин} = 5 \text{ кН/м} * Y$$

$$Y = 1200 \text{ об/мин}$$

Так мы определили, что при 1200 об/мин выбранный двигатель не соответствует спецификации.

А как же механически меняется крутящий момент и скорость? Используются две шестерни (иногда больше) разных диаметров, чтобы иметь определенное передаточное число. В любой паре шестерен большая шестерня будет двигаться медленнее, чем меньшая, но она будет двигаться с большим крутящим моментом. Таким образом, чем больше разница в размерах (или передаточное число) между двумя передачами, тем больше разница в скорости и крутящем моменте (рис.1).

Передаточное число - это величина, при которой меняется скорость и крутящий момент. Передаточное число - это лишь доля, на которую умножается скорость и крутящий момент.

Предположим, передаточное число составляет $3/1$. Это будет означать, что крутящий момент умножается на 3, а скорость на обратную или $1/3$.

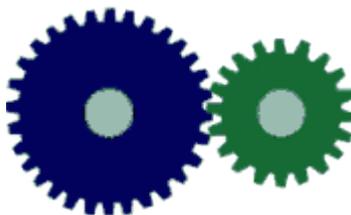


Рис.1 – Зубчатая передача

Для точного способа расчета передаточного числа рассчитывается соотношение зубьев на зубчатых передачах. Если у одной шестерни 28 зубьев, а у другой 13, то $(28/13 = 2,15$ или $13/28 = 0,46)$ 2,15 или 0,46 - передаточное число.

К сожалению, использование шестерни, снижает вклад в выходную мощность. Это связано с очевидными факторами, такими как трение, несовпадение углов давления, люфт шестерни (расстояние между зубьями зубчатой передачи между двумя шестернями) и угловой момент и т. д. Различные настройки зубчатых колес, различные типы зубчатых колес, различные материалы зубчатых колес и износ, все будут иметь разную эффективность. Возможные комбинации слишком велики, чтобы перечислять их.

При проектировании зубчатой передачи необходимо понимать, как передача изменяет направление вращения. Вращение шестерен всегда будет противоположным, то есть если одна вращается по часовой стрелке, другая всегда будет вращаться против часовой стрелки. Но что, если необходима цепочка, скажем, из 6 шестерен? Правило гласит, что нечетное число шестерен всегда вращается в одном и том же направлении, а четное число шестерен встречно-вращательное (рис.2).

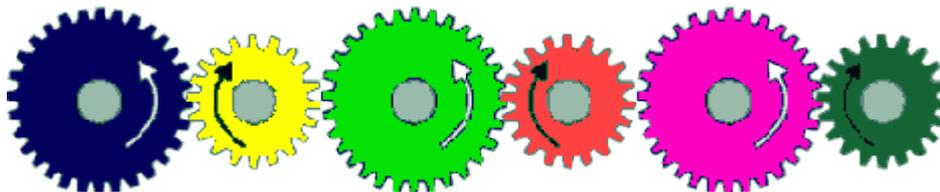


Рис.2 – Встречно-вращательное движение чётного числа шестерен

Для расчета передаточного числа цепочки шестерен (как на рис. 2), не обращают внимания на все шестерни между самой первой и самой последней. Если диаметр первой шестерни составляет 2 см, а диаметр

последней - 1 см, соотношение равно 2:1. Механизмы между ними не имеют значения.

Все механизмы, независимо от типа, работают по тем же принципам. Однако некоторые типы зубчатых колес имеют высокую эффективность, или высокие передаточные числа, или работают, например, под разными углами. Рассмотрим основные распространенные типы таких механизмов.

Цилиндрические зубчатые колеса (**эффективность ~ 90%**) являются наиболее часто используемыми из-за их простоты и того факта, что они имеют *максимально возможную эффективность* среди всех типов зубчатых колес. Не рекомендуется для очень высоких нагрузок.



Рис. 3 - Цилиндрические зубчатые колеса

Винтовые зубчатые колеса (эффективность ~ 80%) работают так же, как цилиндрические зубчатые колеса, но обеспечивают более плавную работу (рис. 4). Можно управлять ими под углом.



Рис.4 - Винтовые зубчатые колеса

Зубчатые колеса с цепями (эффективность ~ 80%) представлены на рис. 5.

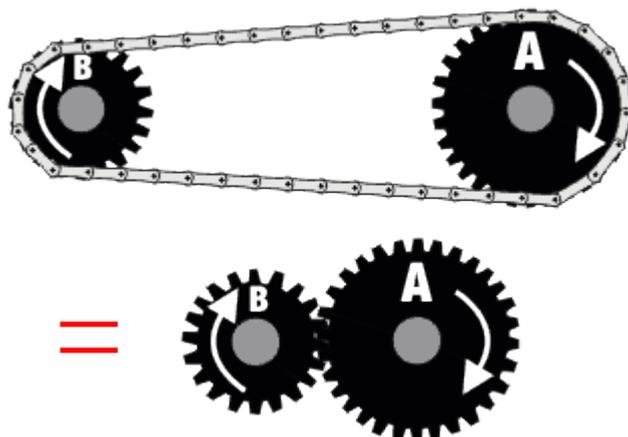


Рис.5 - Зубчатые колеса с цепями

Две передачи с цепью можно рассматривать как три отдельные передачи. Поскольку существует нечетное число, направление вращения одинаково. Они работают в основном как цилиндрические зубчатые колеса, но из-за увеличенной площади контакта увеличивается трение (следовательно, снижается эффективность).

Конические зубчатые колеса (эффективность ~ 70%) хороши для изменения угла поворота (рис.6). К сожалению, они страдают низкой эффективностью.



Рис. 6 - Конические зубчатые колеса

Реечный механизм (эффективность ~ 90%) - тип передачи, найденный в системах рулевого управления (рис.7). Эта передача отлично подходит, если вы хотите преобразовать вращательное движение в поступательное.

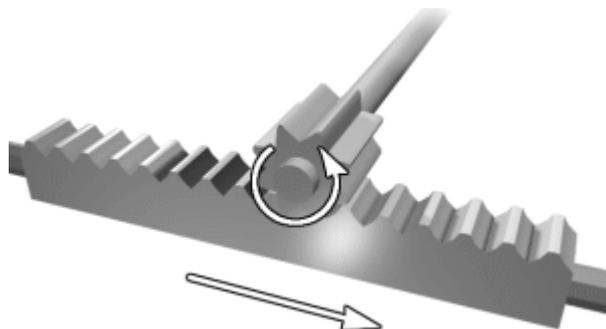


Рис. 7 - Реечный механизм

Червячные передачи (эффективность $\sim 70\%$) имеют очень высокое передаточное число (рис. 8). Еще одним преимуществом червячной передачи является то, что она не имеет **заднего хода**. Это означает, что только мотор может вращать основную передачу, поэтому такие вещи, как гравитация или противодействие, не будут вызывать никакого вращения. Это хорошо, если есть рука робота, держащая что-то тяжелое, и вы не хотите тратить силы на удержание крутящего момента.



Рис. 8 – Червячная передача

Планетарные передачи (эффективность $\sim 80\%$) имеют самые высокие передаточные числа (рис. 9). Более того, некоторые планетарные передачи предлагают несколько передаточных чисел, которые настраиваются пользователем.



Рис. 9 – Планетарный редуктор

Рассмотренные системы передач являются основными, применяемыми в образовательной робототехнике. Многочисленные их сочетания дают возможность приводить в движение любые достаточно сложные механизмы роботов на базе образовательных конструкторов.

Список использованных источников:

1. Зеленко Н.В., Зеленко Г.Н. Образовательная робототехника в системе развития технологического образования школьников // Образовательная робототехника в научно-техническом творчестве школьников и студенческой молодежи: опыт, проблемы, перспективы. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2017. С. 54-58.

2. Алексанян Г.А. LEGO MINDSTORMS EV3 КАК ПЕРВЫЙ ШАГ В ОБУЧЕНИИ ПРОГРАММИРОВАНИЮ И РОБОТОТЕХНИКЕ // Материалы IV Всероссийской конференции с международным участием (25-26 апреля 2019 г.) . – Армавир: РИО АГПУ, 2019. С. 14-19.

3. Горовенко Л.А., Сушков В.С. Некоторые аспекты проектирования механизмов стопоходящих роботов // Материалы IV Всероссийской конференции с международным участием (25-26 апреля 2019 г.) . – Армавир: РИО АГПУ, 2019. С. 107-112.

4. Горовенко Л.А., Москвитин А.А. Роль прикладных исследований в развитии новых технологий и основные проблемы развития инноваций в России // Прикладные вопросы точных наук: Материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей.- Армавир: ООО «Типография имени Г. Скорины», 2017. – С. 13-15. <https://elibrary.ru/item.asp?id=30491189>

5. Щемелева Ю.Б., Омелаев С.Д. РЕАЛИЗАЦИЯ СЕТЕВОГО ПРОЕКТА "ИНЖЕНЕРИЯ": ОБУЧЕНИЕ ШКОЛЬНИКОВ РОБОТОТЕХНИКЕ // Научно-методический журнал "Наука и образование: новое время". 2018. № 4 (11). С. 116-119.