**ГАПОУ КО "Калужский технический колледж"**

**Проектная работа**

**По дисциплине “техническая механика”**

**Тема “**Редукторы и их применение в технологии машиностроении”

Выполнили: студенты

2 курса группы 2тм4

Сизов Дмитрий

Мельник Степан

Специальность “технология машиностроения”

Проверила: Копышева Ольга Викторовна

Калуга 2023

**Оглавление**

[**Основная часть** 5](#_Toc1)

[**Устройство редуктора** 5](#_Toc2)

[**Принцип работы** 7](#_Toc3)

[**Технические параметры** 8](#_Toc4)

[**Передаточное отношение** 10](#_Toc5)

[**Разновидности редукторов** 12](#_Toc6)

[**Цилиндрические редукторы** 13](#_Toc7)

[**Конические** 15](#_Toc8)

[**Червячные** 16](#_Toc9)

[**Планетарные** 17](#_Toc10)

[**Комбинированные редукторы** 18](#_Toc11)

[**Рекомендации по выбору редуктора** 19](#_Toc12)

[**Распространенные неисправности** 20](#_Toc13)

[**Маркировка редукторов** 21](#_Toc14)

**Введение**

В связи с санкциями и нестабильной политическое обстановкой и ухода многих компаний производителей навсегда, переставая поставлять свои товары. В настоящее время в России идет большой упор в технические специальности. Финансируются учебные заведения вводятся новые программы профисионалитета, цель которых в краткое время выучить и сформировать специалистов. Мы решили выбрать специальность технолог машиностроения по причинам: нехватка специалистов, высокие заработные платы интересное обучение с большим количеством практик и все и обучение сокращено на 1 год сумароное время обучения 2 года 10 месяцев.

**Цель:** исследовать редукторы их класификации виды.
**Задачи:**

* Рассмотреть устройства редуктора
* Рассказать Принцип работы;
* Рассмотреть технические параметры и передаточные отношения;
* Изучить маркировку редукторов;

## **Основная часть**

## **Устройство редуктора**

Рассматривая Простейшее устройство редуктора то можно заметить что представляет собой сочетание зубчатого колеса и шестерни. Крутящий момент передается благодаря непосредственному контакту между зубьями – элементами детали. Шестерня и колесо перемещаются с одинаковой линейной скоростью, но с различной угловой скоростью. Количество оборотов шестерни и колеса в единицу времени разное и зависит от диаметров деталей и количества зубьев.

Шестерни и колеса бывают неподвижно закреплены на валах или произведены с ними вместе. В корпусе может быть от одной до нескольких пар зубчатых зацеплений. Структура редуктора включает в себя следующие элементы:

* корпус;
* крышка корпуса;
* пары зацеплений;
* валы;
* подшипники;
* уплотнительные кольца;
* крышки.

В нижней части корпуса редуктора расположено отверстие для слива масла и контроля уровня смазочных материалов. Для этого используют глазок или щуп. Разъем с крышкой выравнивается с плоскостью расположения осей.

На кинематической схеме редуктора показаны зубчатые соединения, положения валов и направление вращения. Тип зубьев, прямой или наклонный, также указывается на схеме. Используя кинематическую схему, можно определить количество ступеней, передаточное число и другие характеристики работы данного редуктора.

Принцип работы механического редуктора заключается в передаче вращающего момента от одного вала к другому с помощью взаимодействия зубчатых деталей, которые закреплены на них неподвижно. Линейная скорость зубьев остается одинаковой и не может быть разной, так как контакт между зубьями жесткий.

Действие редуктора основано на принципе силы зуба, который передает усилие, двигающее ведомое колесо, на поверхность аналогичной смежной детали. Это приводит к уменьшению скорости вращения. На выходном валу создается усилие, способное привести в движение исполнительный механизм.

Главная пара всегда состоит из первой, быстроходной шестерни или червяка, связанного с двигателем, и соответствующего ему колеса. От типа главной пары зависят и характеристики всего узла. Количество ступеней равно числу зацеплений, которые имеют передаточное число больше 1.

Кроме рабочих шестерен, могут использоваться паразитные, которые не изменяют крутящий момент, а лишь направление вращения колеса и соответственно вала, на котором оно расположено.

## **Принцип работы**

[**Редуктор**](https://mirprivoda.ru/katalog/motor-reduktory/), газовый или гидравлический, представляет собой механическое устройство, способное изменять угловую скорость и крутящий момент. Его работа основана на Золотом правиле, согласно которому передаваемая вращательная мощность практически не меняется, однако снижается из-за коэффициента полезного действия (КПД).

## **Технические параметры**

Технические параметры редукторов могут различаться по внешним размерам и форме корпуса, но объединяют их общие технические характеристики, которые позволяют подобрать наиболее подходящий для конкретной машины или станка. Основные параметры редуктора включают в себя передаточное число, передаточное отношение, крутящий момент, расположение, количество ступеней и другие. Передаточное число определяется для всех передач, и таблица передаточных чисел указывается, если у редуктора есть 2 и более ступеней. Значение крутящего момента на выходном валу также важно для определения достаточности мощности для приведения в движение агрегата.

Передаточное число – основная характеристика зубчатых зацеплений, от которой зависят все другие параметры. Оно показывает, на сколько оборотов меньше ведомое колесо делает относительно ведущей шестерни. Формула передаточного числа:

U = Z2/Z1;

где U – передаточное число;

Z1 – количество зубьев ведущей шестерни;

Z2 – количество зубьев ведомого колеса.

Модуль зубьев шестерни и колеса одинаковый, и количество их зубьев зависит от диаметра. Поэтому можно использовать формулу:

U = D2/D1;

Где D1 и D2 – диаметры ведущей шестерни и ведомого колеса соответственно.

Общее передаточное число определяется как произведение передаточных чисел всех зубчатых пар:

Uр = U1 × U2 × … × Un;

Где Uр – общее передаточное число;

U1, U2, Un – передаточные числа зубчатых пар.

При расчете передаточного числа в цилиндрических и червячных передачах используется отношение количества зубьев ведомого колеса к числу заходов червяка.

В цепных передачах расчет передаточного числа производится по количеству зубьев на звездочках и диаметрам деталей.

## **Передаточное отношение**

Передаточное отношение определяется на основе формулы, которая связывает мощность и угловые скорости ведущего и ведомого колес. Обратное направление вращения колеса и вала обозначается знаком минус. Если количество передач нечетное, то ведомое колесо крутится в противоположном направлении по отношению к ведущему. В случае четного количества зацеплений конических колес вращение обоих валов происходит в одном направлении. Для изменения направления вращения можно использовать паразитку, которая имеет количество зубьев, равное количеству зубьев шестерни и изменяет только направление вращения, сохраняя все остальные характеристики.

Для определения мощности на выходе редуктора необходимо знать крутящий момент на выходном валу. Он вычисляется как произведение крутящего момента на входном валу и передаточного отношения редуктора. Чтобы получить более точное значение, нужно учесть КПД редуктора, который зависит от количества ступеней и типа зацепления. Например, для прямозубой конической пары КПД составляет около 98%.

Передаточный механизм в машине и механизме выполняет важную роль. Он изменяет число оборотов и угловую скорость, что позволяет снизить скорость вращения двигателя и увеличить крутящий момент на выходе. Таким образом, редуктор может увеличить силу, с которой вал воздействует на исполняющий механизм.

Для примера, скорость вращения электродвигателя может достигать 1500 об/мин, что не подходит для работы станка или другого оборудования. Если же прикрепить груз к шкиву мотора напрямую, он не сможет сдвинуть его с места. В этом случае редуктор выполняет функцию уменьшения скорости вращения и увеличения крутящего момента в десятки раз, чтобы машина могла совершать работу. Зубчатый передаточный механизм также может использоваться для изменения давления газа и жидкости в газовых баллонах, трубопроводах и на распределительных подстанциях.

## **Разновидности редукторов**

[Редуктор](https://mirprivoda.ru/katalog/reduktory/) - это механизм, который передает крутящий момент. Простейшими механическими узлами, передающими крутящий момент, являются ременные и цепные передачи. Они передают вращение с одной детали на другую, изменяя угловую скорость.

Самая обширная группа редукторов, широко применяемых во всех механизмах, от кофемолок до доменных печей, это механические зубчатые редукторы. Они делятся на группы по нескольким параметрам:

* типу зубчатого зацепления;
* количеству передач;
* способу монтажа;
* пространственному положению осей и зубчатых соединений.

Обычно ведущий вал редуктора быстроходный. Он жестко соединен с двигателем и вращается с такой же скоростью, до 1500 об/мин. При обратном отношении, когда ведущим является колесо и скорость вращения на выходе возрастает, а крутящий момент падает, узел называют понижающим.

По типу зубчатого зацепления и форме шестерни они бывают:

* [цилиндрические](https://mirprivoda.ru/katalog/reduktory/soosno-cilindricheskie-reduktory/);
* [конические](https://mirprivoda.ru/katalog/reduktory/konichesko-cilindricheskie-reduktor/);
* [червячные](https://mirprivoda.ru/katalog/reduktory/chervyachnye-reduktory/);
* [планетарные](https://mirprivoda.ru/katalog/reduktory/planetarnye-reduktory/);
* комбинированные;
* волновые.

## **Цилиндрические редукторы**

[Цилиндрические редукторы](https://mirprivoda.ru/katalog/reduktory/soosno-cilindricheskie-reduktory/) являются наиболее распространенными. Рабочая поверхность колеса и шестерни имеет форму цилиндра. Они отличаются высоким КПД, простотой конструкции и большим разнообразием деталей. Одноступенчатые узлы называют передаточными редукторами. Они компактные, понижают скорость вращения и передают крутящий момент.

Цилиндрические модели делятся по форме зуба на:

* Прямозубые
* Косозубые
* Шевронные

По кинематической схеме они бывают прямолинейные и разветвленные.

Прямой зуб имеет закругленную поверхность, что обеспечивает максимально возможную площадь контакта. При зацеплении зубья контактируют по всей длине. Трение сводится к минимуму. КПД прямозубого зацепления наиболее высокий - 99%.

К достоинствам прямозубых передач относятся минимальная нагрузка на подшипники, малое трение и отсутствие нагрева механизма.

Однако, недостатком является сильный шум во время работы и невысокая мощность. Чтобы обеспечить большое усилие, колеса надо делать широкими и крупногабаритными.

Зубья косозубых передач расположены под углом, что обеспечивает большую площадь контакта при одинаковой ширине обода колеса. В связи с этим зубья заходят в зацепление плавно, постепенно, и косозубая пара работает тихо, эффективно выдерживая значительные нагрузки.

Однако площадь трения по эвольвенте у косозубых передач выше, что приводит к нагреву деталей. КПД косозубого зацепления составляет 98% и ниже. Изготовление деталей с косым зубом более сложное, особенно фрезеровка зубьев, и требует большой точности при настройке режущего инструмента. Кроме того, наклонное положение зуба создает дополнительные осевые нагрузки на подшипники и сокращает срок их работы.

Для компенсации отрицательных осевых усилий косозубых передач были созданы шевронные передачи, представляющие собой два колеса на одном валу с наклоном зубьев в противоположную сторону. Это позволяет еще больше увеличивать мощность. Шевронные зацепления работают более тихо, но их производство требует более сложной и длительной технологии нарезания зубьев.

Количество передач может быть любым, а расположение валов - параллельным, горизонтальным или вертикальным в одной плоскости. При большом числе зубчатых зацеплений в одном корпусе возможно двурядное расположение валов. Цилиндрические модели широко применяются в различных областях, начиная от бытовой техники, кофемолок и дрелей, и заканчивая металлургической и горнорудной промышленностью, где на каждом станке установлен один или несколько редукторов. В особо тяжелых условиях используют шевронные передачи.

## **Конические**

[Конические](https://mirprivoda.ru/katalog/reduktory/konichesko-cilindricheskie-reduktor/) передачи представляют собой шестерню и колесо с конической поверхностью. Валы, на которых они установлены, расположены под углом. Зуб на шестерне прямой и радиальный. Они часто используются в комбинированных или понижающих узлах. Вращение может быть направлено в любую сторону. Колесо может использоваться в качестве ведущего.

Количество передач в коническом передаточном механизме зависит от его назначения, но обычно они используются одна за другой. Наиболее известный пример конической передачи - дифференциал заднего моста, который является понижающим узлом, распределяющим крутящий момент на оба задних колеса. Два шестерня синхронно вращаются в одном направлении, что позволяет справляться с большими нагрузками.

## **Червячные**

[Червячные](https://mirprivoda.ru/katalog/reduktory/chervyachnye-reduktory/) передачи используются вместо ведущей шестерни в зубчатых зацеплениях. Они имеют нарезанную резьбу с одной, двумя или четырьмя нитями. Оси валов расположены перпендикулярно в разных плоскостях.

При вращении червяка происходит взаимодействие с несколькими зубьями колеса. Сильное трение под углом приводит к возникновению тормозящего момента. Это предотвращает провертывание колеса и сдвиг червяка. Самоторможение используется в грузоподъемных механизмах, где подвешенный груз не должен падать вниз. Червячная передача может перемещать колесо и связанный с ним механизм с высокой точностью, что находит свое применение в приборах и станках для точной настройки положения инструмента.

Червячные редукторы создаются с одной или двумя передачами и часто комбинируются с коническими зацеплениями.

У [червячного редуктора](https://mirprivoda.ru/katalog/reduktory/chervyachnye-reduktory/) тихий и плавный ход, и максимальное передаточное число одной пары составляет 80 единиц. Недостатки заключаются в низком КПД и значительном нагреве во время работы, поэтому требуется система охлаждения.

## **Планетарные**

Планетарные передачи конструктивно выделяются среди всех остальных моделей. В таких передачах колесо зафиксировано и неподвижно в корпусе. Четыре сателлита, то есть зубчатые колеса, находятся в зацеплении с ним и синхронно вращаются вокруг центральной шестерни.

Водило, соединенное с выходным валом, вращается вокруг солнечной шестерни. Валы сателлитов закреплены в нем через подшипники.

Хотя конструкция планетарного редуктора сложнее, это компенсируется его высокой мощностью, компактными размерами и плавным ходом. Планетарные передачи применяются в шахтах, металлургии и горнодобывающей промышленности.

## **Комбинированные редукторы**

Комбинированные редукторы - это передаточные механизмы, в которых сочетаются передачи различных типов. Чаще всего в одном корпусе устанавливаются цилиндрические пары с червячными или коническими.

Мотор-редуктор - это устройство, объединяющее двигатель и передаточный механизм в одном корпусе. Привод обычно оснащен коническими или червячными передачами, количество передач в таких редукторах может быть одной или двумя.

В волновых моделях для передачи крутящего момента используются колебания расположенной внутри колеса шестерни. Несмотря на свою инновационность, эта модель пока не получила широкого распространения.

## **Рекомендации по выбору редуктора**

Основной параметр - мощность на выходном валу, которая рассчитывается на основании оборотов двигателя и передаточного числа.

Важно обратить внимание на расположение валов, которое в цилиндрических моделях может быть односторонним. Крепление редуктора осуществляется с помощью фланца непосредственно к валу двигателя или на платформе с помощью отверстий в подошве.

В маркировке указано межцентровое расстояние между валами, которое имеет конструктивное значение при установке узла и соединении его с двигателем и валом рабочего механизма.

При выборе редуктора необходимо обратить внимание на первую пару, передаточное число и тип зацепления. Также следует учесть расположение валов в пространстве, которые могут быть под прямым углом и в разных плоскостях. Тип подшипников и срок эксплуатации указаны в технической документации.

При проектировании машины, подбор червячного редуктора осуществляется по мощности и расположению зацепления. При нижнем зацеплении пара хорошо смазывается и способна работать длительное время без дополнительного охлаждения. Однако, следует учитывать рабочий режим, так как червячное соединение быстро перегревается.

## **Распространенные неисправности**

Для того чтобы избежать поломок редуктора, необходимо правильно эксплуатировать его и регулярно проводить техническое обслуживание. Периодичность видов техобслуживания указана в паспорте, который следует внимательно изучить. Необходимо также регулярно менять масло и следить за его уровнем. Соблюдение режима работы позволит сохранить агрегат в исправном состоянии.

Одной из основных неисправностей редуктора является его перегрев, который может произойти при недостатке смазки или использовании не соответствующего масла. При перегреве агрегат может выйти из строя, а зубчатые зацепления могут заклинить.

Подшипники также имеют свой запас прочности, период эксплуатации которых указан в паспорте. Если их не заменить вовремя, то узлы начнут разваливаться, шарики выпадут, а вал будет вращаться с большим усилием и рывками.

При сборке редуктора на плоскости разъема между корпусом и крышками (верхней и боковой) необходимо закладывать герметик. Он не даст маслу вытекать наружу. Но если герметик не менять вовремя, то масло потечет со всех разъемов.

Перегрузки и резкое включение приводят к разрушению зубьев. Если передаточный механизм не соответствует двигателю, то он не выдержит нагрузку в течение длительного времени.

## **Маркировка редукторов**

Редукторы имеют условное обозначение, которое состоит из ряда цифр и букв, указывающих на его параметры и тип. Первая цифра обозначает количество ступеней передач и тип зубчатого зацепления:

* [цилиндрическое – Ц;](https://mirprivoda.ru/katalog/reduktory/plosko-cilindricheskie-reduktory/)
* [червячное – Ч;](https://mirprivoda.ru/katalog/reduktory/chervyachnye-reduktory/)
* [коническое – К;](https://mirprivoda.ru/katalog/reduktory/konichesko-cilindricheskie-reduktor/)
* глобоидное – Г;
* волновое – В;
* [планетарное – П](https://mirprivoda.ru/katalog/reduktory/planetarnye-reduktory/).

Комбинированные модели обозначаются несколькими буквами, начиная с первой пары:

* цилиндрически-червячные – ЦЧ;
* [червячно-цилиндрические – ЧЦ](https://mirprivoda.ru/katalog/reduktory/chervyachnye-reduktory/);
* [конически-цилиндрические – КЦ](https://mirprivoda.ru/katalog/reduktory/konichesko-cilindricheskie-reduktor/).

За цифрой, обозначающей количество передач, может следовать буква В, если редуктор установлен вертикально, или Б, если это быстроходная модель. После этого ставится условное числовое обозначение варианта сборки.

Далее указывается расстояние между осями ведущего и выходного вала, передаточное число цифрами и форма выходного вала буквенным обозначением, например, Ц – цилиндрический хвостовик, К – конический.

Маркировка может также содержать указание на климатическое исполнение, например, для тропиков или северных районов, и указание на государственный стандарт, по которому выполнен редуктор.

Электрический привод – мотор и передаточный узел в одном корпусе – имеет свою маркировку. Сначала уккзывается буквенное обозначение марки сборного привода, затем указывается скорость вращения выходного колеса, поскольку она постоянна и соединена с одним электродвигателем.