

УДК 621.01

КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ И ИХ СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ С РЕМЕННЫМИ ПЕРЕДАЧАМИ

Алла Борисовна Лыкова

студент

Марина Владимировна Астафьева

старший преподаватель

mvastafieva@testmail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье проведен сравнительный анализ зубчатых и ременных передач. Были рассмотрены классификации зубчатых передач и области их применения.

Ключевые слова: зубчатая передача, ременная передача, шестерни, машиностроение, зубья, КПД, нагрузка, зубчатые колеса.

В машиностроении практически в любом механизме используются зубчатые передачи. Они применяются в ответственных механизмах, машинах, силовых и энергетических установках, а также в сельском хозяйстве и приборах высокой точности.

Зубчатые передачи – это передачи, в которых два подвижных звена являются зубчатыми колесами, образующими вращательную или поступательную пару [1].

К преимуществам зубчатых передач можно отнести:

1. Постоянство передаточного числа;
2. Большие передаваемые нагрузки;
3. Точность и плавность;
4. Компактные размеры при небольшом межосевом расстоянии;
5. Долговечность и прочность;
6. Работа в заданных углах;
7. Высокий уровень КПД (для одной пары зубчатых колес = 0,97-0,99).

К недостаткам относят:

1. Шум на больших скоростях;
2. Большие габариты при большом межосевом расстоянии валов;
3. Затраты на изготовление;
4. Могут вывести весь механизм из строя при заклинивании;
5. Отсутствие возможности бесступенчатого изменения передаточного отношения;
6. Востребованность высокотехнологичного оборудования;
7. Отсутствие компенсации нагрузок при ударах.

Разберем более подробно каждый пункт.

Зубчатые передачи обеспечивают постоянство передаточного числа, что дает возможность их обширного применения в точных механизмах. Если

сравнить зубчатую и ременную передачи, то в ременной передаче трудно добиться постоянства передаточного числа, так как происходит упругое скольжение в местах, где ремень сбегает с ведущего шкива и происходит проскальзывание, из-за чего теряется скорость и передаточное число становится непостоянным, например 6,32.

В отличие от ременных передач зубчатые из-за жесткости конструкции не могут проскальзывать, что и обеспечивает постоянство передаточного числа, например 5 [1].

Но у зубчатых передач есть большой минус – большой шум, особенно на высоких скоростях. Ремень бесшумен и часто применяется в тех случаях, когда нужен холостой ход. Например, работа станка на холостом ходу при смене заготовки, чтобы не запускать двигатель несколько раз.

Также перекинуть шестеренки, как это можно сделать с ремнем, при перебросе его с одного шкива на другой, невозможно.

При ударных нагрузках или заклинивании шестерни будут до последнего упираться, до того момента пока не сломает зубья или не погнет вал. Ремень в свою очередь может просто соскочить или просто начать проскальзывать, что дает некое преимущество в сохранении целостности механизма.

В процессе изготовления зубчатых колес необходимо соблюдать точный профиль зуба. Профиль зубьев зубчатого колеса бывает круглым и эвольвентным. Эвольвентный профиль зуба (рис.1) был спроектирован специально, так как он обеспечивает практически минимальное трение и затраты на потерю мощности были низкими. Для достижения точности обработки нужны высокотехнологичные станки, работающие в многокоординатных плоскостях. Именно поэтому важно соблюдать высокие требования к изготовлению и сырью [2].

С ремнем, не так все просто. Он представляет собой резиновую основу с внутренним укреплением в виде шнура или ткани. Ремни бывают: плоские, трапециевидные, круглые, клиновые, поликлиновые, зубчатые. Последние

применяются в автомобилестроении и соединяют коленвал с распредвалом для обеспечения высокой точности хода.

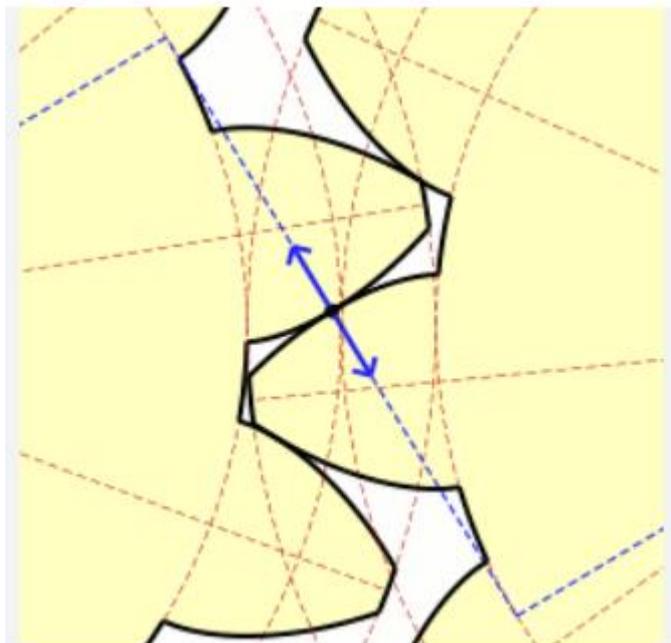


Рисунок 1 – Эвольвентное зацепление.

При поставке зубчатых колес в комплекте идут ведущее и ведомое. Из названия понятно, что ведущему колесу от ведомого передается движение, которое заставляет колесо вращаться. Зубчатые колеса сажают на вал с помощью подшипников. Для эффективной работы колес подшипники нужно регулярно смазывать [2, 3].

О классификации и видах подшипников мы рассказывали в наших других статьях.

Как уже говорилось выше, шестерни сажаются на вал путем запрессовки, благодаря этому исключается свободный ход и прокручивание, а соответственно и потери энергии.

Иногда тот элемент, который несет меньше зубцов, называют шестерней, больше – колесом.

По типу передачи делятся на:

1. Червячные (червячный редуктор);
2. Винтовые;
3. Цилиндрические;

4. Конические.

Червячные передачи принято называть червячной парой (червяка и зубчатого колеса), так как по отдельности они не функционируют. При этом червячное колесо содержит вогнутые зубцы. Червячные передачи способны передавать значительные нагрузки и обладают высоким передаточным отношением от 6,3. Главным образом применяются в подъемно-транспортных оборудованных механизмах разгрузки [4].

У винтовых передач есть заметное преимущество, так как за счет винтового вала и движущегося винтового контура, он может преобразовывать вращательное движение в поступательное, а также работать в обратном режиме. Скорость работы такой передачи зависит от шага передачи.

Цилиндрические передачи применяют при условии параллельности валов. А конические передачи при пересекающихся плоскостях. Для перекрещивающихся плоскостей необходимо выбирать червячные, винтовые или гипоидные передачи (рис. 2).

По расположению зубьев передачи делят на (рис. 2):

1. Прямозубые;
2. Косозубые;
3. Шевронные;
4. Внутренняя.

Прямозубые передачи занимают 70% производства и применяются во всех отраслях машиностроения. Заметным минусом выступает большой шум при работе [5].

Для снижения шума были придуманы косозубые передачи. Благодаря углу наклона винтовой линии удастся снизить шум быстроходных установок. Угол наклона зубьев выбирается из конструкторских соображений в диапазоне от 15° до 30°, но не более 45° - предела безопасной эксплуатации. Минусом этого вида являлась большая осевая нагрузка на подшипник.

Для решения этой проблемы были спроектированы шевронные передачи. Они встречаются крайне редко 1-2%. К преимуществам можно отнести практически полное отсутствие осевой нагрузки на подшипник.

Внутреннее расположение зубьев применяется в планетарных механизмах.

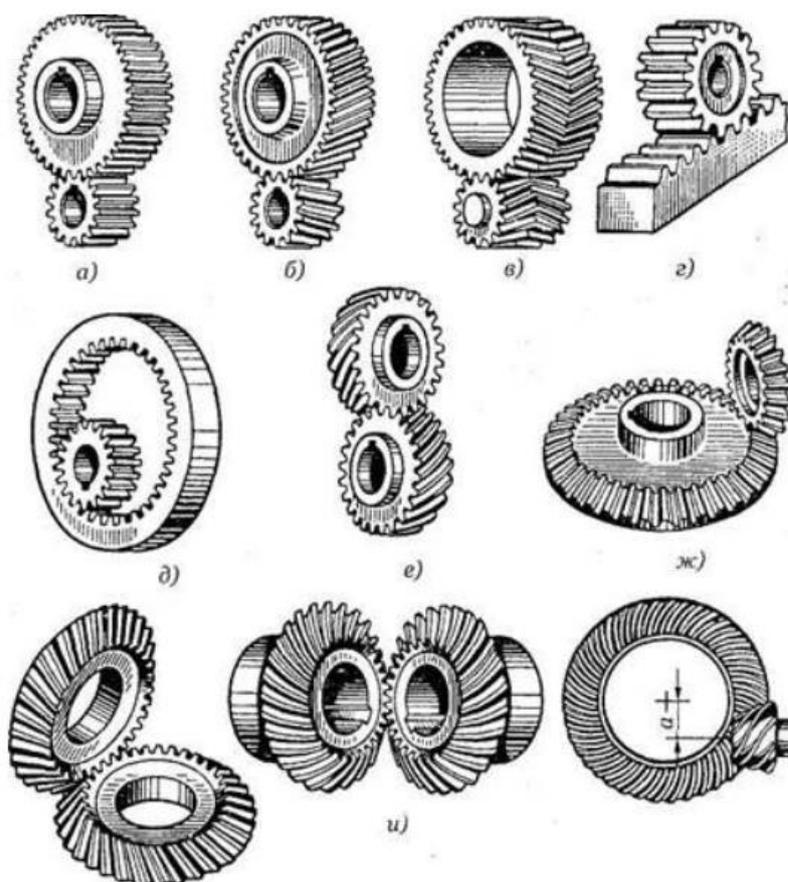


Рисунок 2 - Виды зубчатых передач: а, б, в - цилиндрические зубчатые передачи с внешним зацеплением (прямозубая, косозубая и шевронная); г - реечная передача; д - цилиндрическая передача с внутренним зацеплением; е - зубчатая винтовая передача; ж, з, и - конические зубчатые передачи; к - гипоидная передача.

Реечные передачи состоят из зубчатой рейки и шестерни. Передача крутящего момента осуществляется за счет вращения шестерни двигателем. Шестерня, перекачиваясь по рейке, толкает ее в требуемом линейном направлении. Рейка выполняет роль направляющей для шестерни. Применяется большей степенью в автомобилестроении – в механизмах рулевого управления. Передача может идти с прямыми либо косыми зубцами.

Зубчатые гипоидные колеса имеют аналогичное коническим исполнение. Ось на ведущей шестерне смещается ниже либо выше относительно ведущей

колесной оси. Наклон зубьев всегда больше, чем у колес. Нормальный шаг при этом выходит одинаковым, а у шестерни он увеличенный [5].

Гипоидную передачу отличают чистое скольжение либо качение. Из минусов быстрый износ рабочих поверхностей. Исправить ситуацию может применение смазывающих жидкостей.

Спироидные модификации занимают промежуточную позицию между гипоидами и червячными. Форма коническая, предусмотрено зацепление с колесным элементом с зубцами на торцах.

При изготовлении зубчатых колес используют стали третьей группы (для ответственного назначения). К ним относятся стали марок: 35Л (литейная с содержанием углерода 0,35%), 40Л, 35ХМЛ, 35ХГСЛ. В большинстве случаев основу составляют легированные, литейные и хладостойкие стали [1, 4].

Также нечасто встречаются зубчатые колеса из серого чугуна, текстолита, бронзы и латуни, а также полимерные зубчатые передачи, обладающие небольшим весом. В зависимости от назначения и условий эксплуатации состав сплава может изменяться.

В заключении отметим, что долговечность зубчатых передач зависит не только от технологии изготовления, но и качественного постобслуживания. Необходимо проводить оценку состояния подшипников, до начала серьезных поломок. Так, например, незначительные изгибы могут вызвать износ колес.

Список литературы:

1. Тенденции развития инженерного обеспечения в сельском хозяйстве / Завражнов А.И., Бобрович Л.В., Ведищев С.М., Гордеев А.С., Завражнов А.А., Ланцев В.Ю., Манаенков К. А., Михеев Н.В., Соловьев С.В., Федоренко В.Ф., Щербаков С.Ю. // Санкт-Петербург: Лань. 2021. С. 305.
2. Гинзбург Е.Г. Зубчатые передачи: Справочник. 1980. С 70.
3. Глухарев Е.Г. Зубчатые соединения 1983. С. 99-100.
4. Добровольский В.П. Передачи червячные цилиндрические. 2005.

5. Лопато Г.А. Конические и гипоидные передачи с круговыми зубьями. 1977. С. 117.

UDC 621.01

CLASSIFICATION OF TYPES OF GEAR TRANSMISSIONS AND THEIR COMPARATIVE ANALYSIS WITH BELT TRANSMISSIONS

Alla B. Lykova

student

Marina V. Astafieva

senior lecturer

mvastafieva@testmail.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Abstract. The article provides a comparative analysis of gear and belt transmissions. Classifications of gear transmissions and their areas of application were considered.

Keywords: gear transmission, belt transmission, gears, mechanical engineering, teeth, efficiency, load, gear wheels.

Статья поступила в редакцию 11.11.2024; одобрена после рецензирования 20.12.2024; принята к публикации 25.12.2024.

The article was submitted 11.11.2024; approved after reviewing 20.12.2024; accepted for publication 25.12.2024.