

УДК 621.83.06

**Анализ существующих конструкций малогабаритных передач и
областей их применения****Бодунова А.Д.** (*магистрант группы МАГ-201 машиностроительного
факультета*)Научный руководитель: к.т.н., доцент А.П. Прудников (*доцент
автомеханического факультета*)

МОУВО «Белорусско-Российский университет»

Республика Беларусь, г. Могилев

prudnikov_a@tut.by, bodunok.98@mail.ru

Аннотация. Выполнен обзор существующих сфер промышленности, требующих применения малогабаритных передач. Проанализированы существующие малогабаритные передачи. Предложена конструкция передачи, отвечающая требованиям рассмотренных областей применения.

Ключевые слова: малогабаритные передачи, конструкция передачи, приводная техника.

В промышленности существуют сферы применения приводной техники требовательные к ограниченным габаритным размерам используемых редукторов. К таким сферам относятся изготовление мотор-редукторов, буровой техники, механизированных приспособлений.

Мотор-редуктор – это агрегат, объединяющий редуктор и электродвигатель. Основным отличием мотор-редукторов от сборочных компоновок редукторов с электродвигателями, являются компактность, более высокий КПД, дешевизна в обслуживании и при выполнении монтажных операций, а также меньшая материалоемкость фундаментной рамы. При этом от редукторов, используемых при создании мотор-редукторов, требуются малые габаритные размеры и обеспечение соосности вала электродвигателя и ведомого вала редуктора [1].

Бурение с использованием электробура – один из самых перспективных методов бурения, так как на частоту вращения долота электробура не влияет изменение вращающего момента, вызванное свойствами горной породы. Главным элементом электробура является

редуктор, габариты которого ограничены диаметром обсадной трубы.

При ликвидации прихватов буровых и обсадных колонн, возникающих при бурении, применяются механизмы на базе малогабаритных редукторов. С помощью которых осуществляется развинчивание прихваченной части обсадной колонны.

Механизированный ручной инструмент должен быть компактным и иметь высокие эксплуатационные характеристики. Соответственно малогабаритные редукторы незаменимы при производстве ручных лебедок, ключей, приводов станочных приспособлений, запорной арматуры.

Особенно широко используемыми в промышленности среди малогабаритных передач являются зубчатые планетарные передачи. Зубчатые планетарные передачи отличаются высокой нагрузочной способностью, КПД и надежностью. Несмотря на это существенный изъян данной передачи – высокая трудоемкость изготовления и сборки. Вдобавок существует прямая зависимость диаметральных габаритных размеров от передаточного отношения, что также является недостатком и сужает их область применения для разрешения приведенных выше задач.

Волновые передачи в отличие от планетарных зубчатых позволяют реализовывать большие передаточные отношения в одной ступени при малых габаритных размерах. Однако из-за деформации гибкого звена возникают потери на трение, что снижает КПД передачи и вследствие ограничения по прочности для гибкого звена в волновой передаче невозможно реализация малых передаточных чисел.

Устранить недостатки волновой передачи можно заменой гибкого звена на совокупность тел качения (шариков или роликов), которые перемещаются вдоль беговых дорожек, выполненных на ведущем, заторможенном и ведомом звеньях. Полученная передача названа передачей с промежуточными телами качения.

Передачи с промежуточными телами качения обладают малыми габаритными размерами вследствие распределения нагрузки между телами качения, они позволяют реализовывать как малые, так и большие передаточные отношения. Недостатком, ограничивающим их применение, является невысокий КПД, вызванный возникаемым трением скольжения при взаимодействии тел качения одновременное с тремя звеньями передачи (ведущим, ведомым, заторможенным). Применение в качестве промежуточных тел качения составных роликов (элементы составных роликов взаимодействуют с разными звеньями передачи) [2], призванное заменить их скольжение при перемещении вдоль указанных звеньев передачи на качение, не приводит к значительному увеличению КПД. Поскольку возникающие зазоры между контактирующими элементами передачи

при приложении нагрузки приводят к перекосу роликов. К недостатку передачи также необходимо отнести снижение нагрузочной способности при больших передаточных числах, так как вследствие увеличившегося при этом подрезания вершин многопериодной беговой дорожки значительно уменьшается число промежуточных тел качения передающих нагрузку.

Указанные недостатки передачи с промежуточными телами качения могут быть устранены путем фиксации тел качения на ведомом звене и использовании других кривых для образования беговых дорожек на ведущем и заторможенном звеньях.

В качестве кривых, для образования беговых дорожек, предложено использовать Архимедову спираль, расположенную на торовой поверхности, образуемой рабочими поверхностями ведущего и заторможенного звеньев [3]. Соответственно полученную передачу предложено называть планетарная торовая винтовая передача.

В зависимости от профиля рабочей поверхности ведущего и заторможенного звеньев можно создать цилиндрическую и радиальную компоновки предложенной передачи.

Кривые, образующие беговые дорожки, для обеих компоновок передачи приведены на рис. 1.

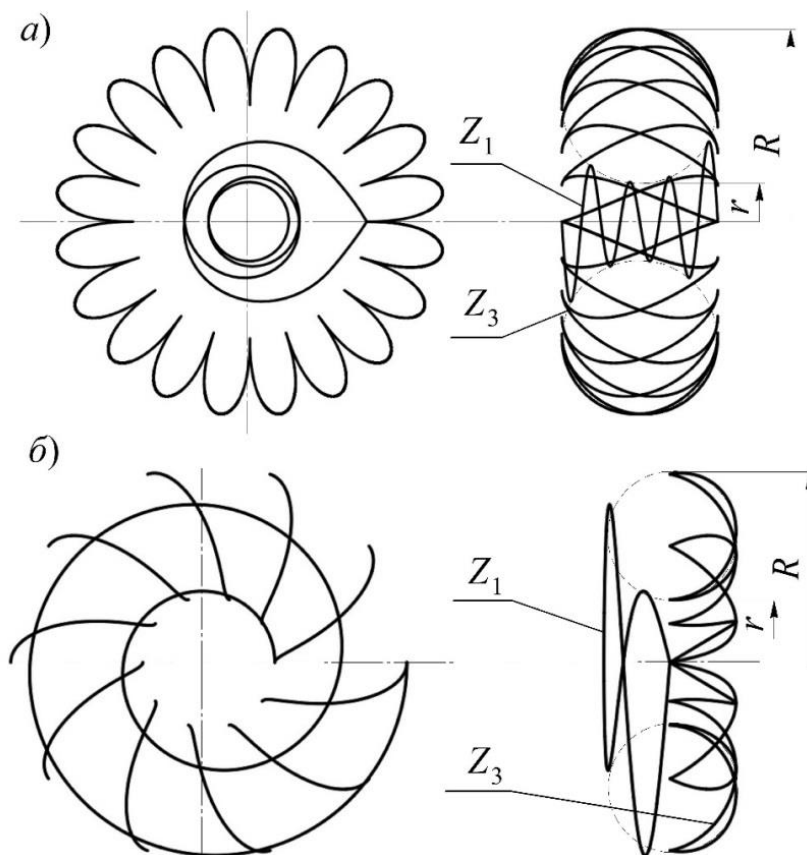


Рис. 1. Кривые, образующие беговые дорожки:
а – цилиндрическая компоновка; б – радиальная компоновка

На ведущем звене планетарной торовой винтовой передачи выполнена незамкнутая беговая дорожка, образованная винтовой линией (Архимедова спираль), расположенной на половине торой поверхности, которая имеет целое число витков Z_1 (на рис. 1, а $Z_1 = 4$; на рис. 1, б $Z_1 = 2$). На заторможенном звене выполнены незамкнутые беговые дорожки, нарезанные с равным шагом, представляющие собой часть винтовой линии (Архимедова спираль), количеством Z_3 (целое число). Беговая дорожка на ведущем звене соединяется своими концами с беговыми дорожками на заторможенном звене. Торговая поверхность, образуемая ведущим и заторможенным звеньями, имеет параметры r и R .

Таким образом, конструкция планетарной торовой винтовой передачи состоит из ведущего и заторможенного звена, кривые на которых образуют замкнутую беговую дорожку. Промежуточные тела качения зафиксированы на ведомом звене и представляют собой составные ролики, которые одним концом (пальцем) взаимодействуют с беговой дорожкой на ведущем звене, а другим – с беговой дорожкой на заторможенном звене. Вращение ведущего звена вынуждает поворачиваться составной ролик. Наложённые связи приводят во вращение с редукцией ведомый вал.

Передаточное отношение определяется как $Z_1 \cdot Z_2 + 1$ и может достигать 100 в одной ступени при сохранении малых радиальных габаритных размеров передачи (до 200 мм). Высокая нагрузочная способность обеспечивается распределением силовых потоков между составными роликами. Причем число пальцев может увеличено в 2 раза, что соответственно приведет к росту нагрузочной способности передачи.

Таким образом, разработанная передача может с успехом применяться при изготовлении мотор-редукторов, буровой техники, механизированных приспособлений.

Список литературы

1. Прудников А. П. Мотор-редуктор на базе передачи с промежуточными телами качения / А. П. Прудников, С. Л. Шостак // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы междунар. науч.-техн. конф./ М-во образования Респ. Беларусь, М-во образования и науки Рос. Федерации, Белорус. – Рос. ун-т; редкол.: И. С. Сазонов (гл. ред.) [и др.]. – Могилев: Белорус. – Рос. ун-т, 2018. – С. 104.
2. Прудников, А. П. Результаты экспериментальных исследований цилиндрической кулачковой роликовой передачи / А. П. Прудников, М. Е. Лустенков, Е. С. Фитцова// Вестник Белорусско-Российского университета. – 2013. – №3(40). – С. 37 – 45

3. Прудников А. П. Сферическая передача с фиксированным расположением промежуточных тел качения / А. П. Прудников // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы междунар. науч.-техн. конф./ М-во образования Респ. Беларусь, М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Белорус. – Рос. ун-т; редкол.: М. Е. Лустенков (гл. ред.) [и др.]. – Могилев: Белорус. – Рос. ун-т, 2019. – С. 100.

Статья принята к публикации 10.03.2021