

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАНЕТАРНО-ЦЕВОЧНЫХ (ЦИКЛОИДАЛЬНЫХ) И ВОЛНОВЫХ РЕДУКТОРОВ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМИ ТЕЛАМИ КАЧЕНИЯ В ЭЛЕКТРОПРИВОДАХ «РЭМТЭК»

П.И. Николаев, Инженерно-технический центр ООО НПП «ТЭК»

А.Н. Дубровин, Инженерно-технический центр ООО НПП «ТЭК»

Е.В. Громышев, Инженерно-технический центр ООО НПП «ТЭК»

Редуктор – важнейший компонент электропривода. Он снижает частоту вращения и увеличивает крутящий момент электродвигателя. Его стабильная работа в значительной степени определяет надежность всего электропривода. Применение редукторов с высокими ресурсными характеристиками и КПД в составе электроприводов «РэмТЭК» обеспечивает высокую надежность и сроки службы оборудования, а также повышает энергоэффективность объекта, снижает материальные затраты на его эксплуатацию. В статье рассмотрены преимущества указанного вида передач для управления неполнооборотной (шаровые краны, заслонки) и многооборотной (задвижки, клапаны) арматурой. Приведено сравнение и показаны основные преимущества перед червячными передачами.

На сегодняшний день для управления трубопроводной арматурой используются электроприводы с различными типами редукторов: червячными, планетарными, коническими, планетарно-цевочными (рис. 1), волновыми.

Самыми первыми были редукторы, построенные с применением зубчатых и червячных компонентов, что объясняется простотой их изготовления и актуальной на тот момент степенью развития технологий и оборудования. Сейчас технологический уровень оборудования позволяет изготавливать серийно другие, более надежные и компактные изделия, которые ранее применялись только для решения специализированных

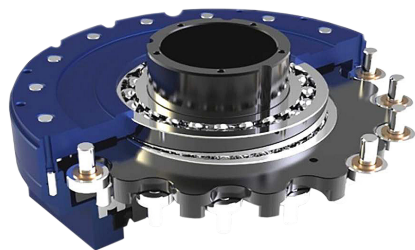


Рис. 1. Модель планетарно-цевочного редуктора с выходным моментом 4000 Нм

задач в робототехнике, космическом оборудовании, управлении столами поворотных антенн и там, где требуется высочайшая жесткость и точность управления.

В составе неполнооборотных (рис. 2) и многооборотных электроприводов «РэмТЭК» применяются редукторы собственной разработки и производства ООО НПП «ТЭК» на основе циклоидальной передачи и передачи с промежуточными телами качения (ПТК). Новаторами в проектировании и серийном изготовлении такого вида передач являются японские компании Sumitomo и Nubtesco, однако и в Российской Федерации сформировался кластер предприятий, использующих данные технологии, – это томские производители механических систем для нефтегазовой и металлургической областей промышленности, которые в 2000-х гг. освоили серийный выпуск такой продукции.

Основные преимущества планетарно-цевочного (циклоидального) редуктора и редуктора с ПТК – долгий срок службы, значительная перегрузочная способность и высокая надежность.



Рис. 2. Электропривод «РэмТЭК» неполнооборотного исполнения с планетарно-цевочным редуктором и выходным моментом 8500 Нм

Отличительными особенностями циклоидальных и ПТК-передач также являются:

- соосность компоновки и компактность конструкции, отсутствие консолей;
- сейсмо- и вибростойкость;
- срок службы;
- высокий КПД;
- энергоэффективность;
- консистентная смазка;

- сниженный объем технического обслуживания;

- точность управления.

Редукторы ООО НПП «ТЭК» позволяют получить большое передаточное отношение в компактном исполнении, а также имеют возможность обеспечить различный КПД редуктора в зависимости от задачи: до 0,9, где требуется максимальная энергоэффективность, или 0,3–0,4, где требуется консервативность механизма без применения дополнительных устройств самоторможения.

ПЛАНЕТАРНО-ЦЕВОЧНЫЙ (ЦИКЛОИДАЛЬНЫЙ) РЕДУКТОР

Редукторы с циклоидальной передачей в электроприводах «РэмТЭК» применяются в том случае, когда необходимо получить большое передаточное отношение на одной ступени (от 40 и выше) и не требуются высокие скорости. Отличие циклоидальной передачи (рис. 3) от планетарно-цевочной (рис. 4) заключается в замене цевок, контактирующих с профилем колеса, на специальный профиль, что дает возможность увеличить передаточное отношение и распределить контакт по большей поверхности.

Планетарно-цевочный редуктор содержит входной вал, на котором эксцентрично размещенный подшипник приводит в движение плавающую шайбу, которая, в свою очередь, отталкиваясь от цевок или профиля, толкает параллельный кривошип, являющийся выходным звеном. Наличие цевок, установленных на оси с консольным закреплением, дает более равномерное распределение усилий в зацеплении и снижает чувствительность к точностям при изготовлении. За счет наличия цевок в месте контакта всегда присутствует трение качения, что снижает износ, увеличивает

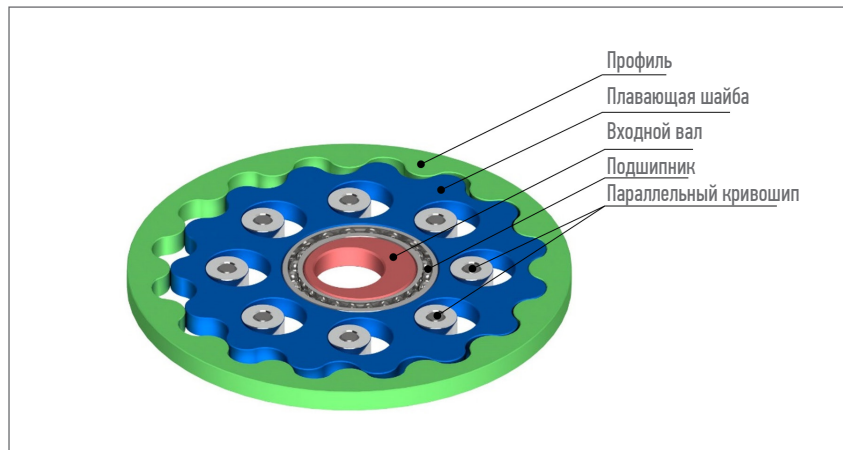


Рис. 3. Циклоидальная передача

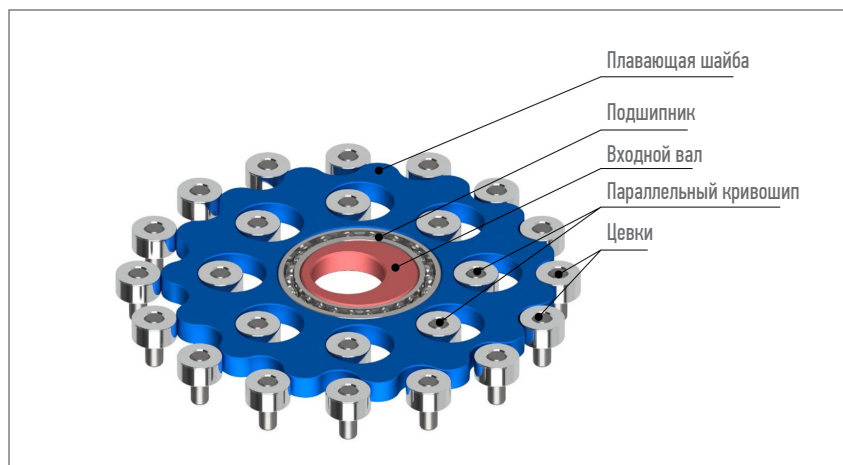


Рис. 4. Планетарно-цевочная передача

нагрузочную способность передачи и делает ее менее чувствительной к качеству смазки. За счет увеличения диаметра цевок значительно снижаются контактные напряжения, а перенос трения в зону контакта цевок с осью позволяет увеличить износостойкость и поднять КПД. Данная конструктивная особенность позволила увеличить допустимое количество циклов и период технического обслуживания, а также продлить срок службы редуктора. Еще одной конструктивной особенностью стало наличие единственного цевочного колеса, на котором выполнены отверстия под параллельный кривошип.

РЕДУКТОР С ПТК

Редуктор на основе волновой передачи с ПТК (рис. 5) состоит из входного вала с эксцентриком, на который надет подшипник сепаратора, в пазах которого размещаются ролики и профили. Входной вал посредством эксцентрика через подшипник толкает ролики, они, в свою очередь, двигаясь по профилю колеса, толкают сепаратор и вызывают его вращение. По соотношению количества волн на профиле и количества пазов на сепараторе можно получить различные направления вращения.

Редуктор с ПТК производства ООО НПП «ТЭК» благодаря своим конструктивным особенностям позволяет получить компактную конструкцию и диапазон передаточных отношений от 8 до 20. Такие редукторы имеют высокий

ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ПЛАНЕТАРНО-ЦЕВОЧНОГО (ЦИКЛОИДАЛЬНОГО) РЕДУКТОРА И РЕДУКТОРА С ПТК – ДОЛГИЙ СРОК СЛУЖБЫ, ЗНАЧИТЕЛЬНАЯ ПЕРЕГРУЗОЧНАЯ СПОСОБНОСТЬ И ВЫСОКАЯ НАДЕЖНОСТЬ.

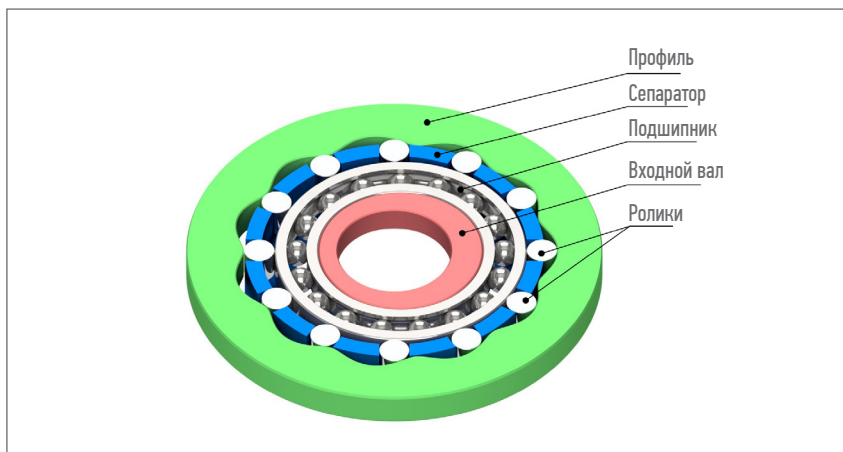


Рис. 5. Волновая передача с промежуточными телами качения

ПРОСТАЯ КОМПОНОВКА, ВЫСОКИЙ КПД, НАДЕЖНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ПЕРЕДАЧ РЕДУКТОРОВ, ПОЗВОЛЯЮТ ЗНАЧИТЕЛЬНО ПРОДЛИТЬ СРОК СЛУЖБЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ «РЭМТЭК», УВЕЛИЧИТЬ ДОПУСТИМОЕ КОЛИЧЕСТВО ЦИКЛОВ УПРАВЛЕНИЯ АРМАТУРОЙ И УМЕНЬШИТЬ ЗАТРАТЫ НА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.

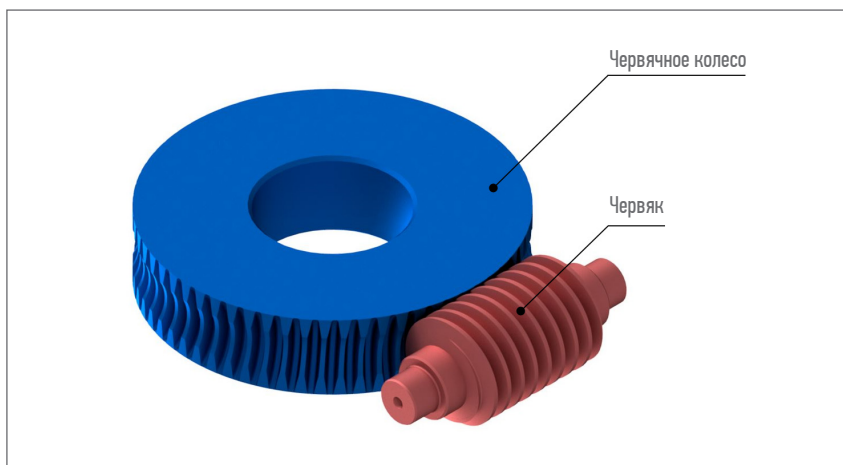


Рис. 6. Червячная передача

КПД (0,85–0,90) и обладают высокой износостойкостью из-за отсутствия в передаче трения скольжения.

При работе на номинальных нагрузках волновая передача обладает низкой вибрацией и практически бесшумна. Преимуществом является компоновка передачи, которая позволяет использовать простые корпусные детали и простую компоновку электропривода. Все элементы передачи имеют большую жесткость и технологичны для изготовления на широко распространенном оборудовании, самый сложный элемент –

профиль – фрезеруется либо вырезается электроэрозионным способом.

Простая компоновка и прочная конструкция передачи позволяют значительно продлить срок службы редуктора. Применение пластичной смазки в конструкции не требует контроля за ее уровнем и значительно уменьшает затраты на техническое обслуживание. Волновой редуктор с ПТК имеет малый момент инерции и высокий уровень динамичности. В конструкции редуктора с высокой скоростью вращается только вал

с эксцентриковым генератором, который имеет незначительную массу и диаметр. Поэтому общий момент инерции масс подвижных звеньев небольшой и сравним с моментом инерции электродвигателя. Это позволяет осуществлять быстрый пуск и торможение редукторов, а также динамичное реверсивное вращение. Редукторы с ПТК обладают высокой надежностью и продолжительным сроком службы. Волновая передача с ПТК в электроприводах «РэмТЭК» применяется в редукторах при нагрузке до 200 Нм либо как первая ступень многоступенчатых редукторов.

ПРЕИМУЩЕСТВА ПЕРЕД ЧЕРВЯЧНЫМИ РЕДУКТОРАМИ

Червячные редукторы, получившие широкое распространение для управления арматурой, имеют ряд характеристик, которые различным образом влияют на выходные параметры электропривода.

Червячная передача (рис. 6) обладает значением КПД от 0,2 до 0,5, причем он снижается с увеличением передаточного отношения. В результате электроприводы с применением таких редукторов более энергоемкие, оснащены двигателями большей мощности, при этом значительная часть мощности электродвигателя расходуется впустую, на нагрев конструкции. Применение более мощных двигателей влечет за собой увеличение сечения подводящих кабелей и генерирующих мощностей энергосети.

За счет низкого КПД и необратимости конструкции (при передаточных отношениях выше 40) редукторы с червячными передачами не требуют применения дополнительных тормозных устройств для обеспечения функции самоторможения. Данное обстоятельство является плюсом этих конструкций.

При применении двухступенчатых редукторов на базе червячных передач конструкция электропривода содержит консольно распо-

Основные модификации электроприводов «РэмТЭК» по управлению арматурой

Тип электропривода	Неполнооборотные	Многооборотные	Линейные
Автоматизируемая арматура	Шаровые краны и дисковые затворы	Шибберные и клиновые задвижки	Клапаны и другие типы арматуры с линейным перемещением
Диаметр арматуры, мм	DN 15–700	DN 25–1200	DN 15–700
Крутящий момент, Нм	64–63 000	40–32 000	3500–220 000
Скорость/время	0,3–60,0 сек	3–220 об/мин	1–110 мм/с
Присоединение к арматуре	Любое, в соответствии с требованиями заказа		

ПРИ ОДИНАКОВЫХ НАГРУЗОЧНЫХ И СКОРОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЯХ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ С ПЛАНЕТАРНО-ЦЕВОЧНЫМИ И ВОЛНОВЫМИ РЕДУКТОРАМИ С ПТК ОБЛАДАЮТ В РАЗЫ МЕНЬШИМИ МАССОГАБАРИТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ, А ТАКЖЕ ЯВЛЯЮТСЯ БОЛЕЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫМИ, ЧЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ С ЧЕРВЯЧНЫМИ РЕДУКТОРАМИ.

ложенные массы, что отрицательно сказывается на устойчивости к вибро- и сеймонагрузкам.

Значительный вес электроприводов с червячными редукторами перегружает трубопроводную арматуру и при работе на большой нагрузке вызывает повышенную вибрацию, тем самым снижая ее ресурс. Величина люфта выходного вала червячных редукторов выше по сравнению с планетарно-цевочными и волновыми редукторами с ПТК и увеличивается по мере износа, что может привести к снижению точности позиционирования выходного звена арматуры.

Червячный редуктор за счет больших потерь на трение скольжения в зацеплении имеет ограниченный ресурс. Для обеспечения его работоспособности необходимо постоянное наличие достаточного количества смазки и точная регулировка зацепления. Не рекомендуется работа червячного редуктора в условиях неравномерных нагрузок на выходном валу, а также при частых пусках и остановках.

При одинаковых нагрузочных и скоростных показателях электроприводы с планетарно-цевочными

и волновыми редукторами с ПТК обладают в разы меньшими массогабаритными характеристиками, чем электроприводы с червячными редукторами. Особенно это проявляется на электроприводах с моментами на выходном звене более 300 Нм, где соосная компоновка позволяет достичь указанных преимуществ. Компактные внешние габариты электроприводов «РэмТЭК» с планетарно-цевочными (циклоидальными) редукторами и редукторами с ПТК обеспечивают простое проектирование технологических узлов и установок. ■



ООО НПП «ТЭК»
634040, Россия, г. Томск,
ул. Высоцкого, д. 33
Тел.: +7 (3822) 63-39-58,
63-41-75, 99-90-11
E-mail: rnd@mail.npptec.ru,
marketing@mail.npptec.ru
www.npptec.ru, www.IDK-10.ru,
www.рэмтэк.рф

О КОМПАНИИ

Научно-производственное предприятие «Томская электронная компания» – современное российское инженеринговое предприятие, занимающееся разработкой и серийным производством инновационных импортозамещающих решений для компаний Группы «Газпром».

Многолетний опыт, постоянное стремление к внедрению новых технологий позволяют команде профессионалов ООО НПП «ТЭК» создавать промышленное оборудование, соответствующее высочайшим мировым стандартам.

Электроприводы «РэмТЭК» предназначены для дистанционного и местного управления запорной, регулирующей и запорно-регулирующей трубопроводной арматурой DN от 25 до 1200 мм с PN от 1,6 до 25 МПа в химической, нефтяной, газовой, энергетической и других отраслях промышленности, на объектах морского транспорта, плавучих буровых установках, в прибрежных зонах (табл.).

Электроприводы «РэмТЭК» включены в Единый реестр материально-технических ресурсов ПАО «Газпром», имеют сертификаты СДС ИНТЕРГАЗСЕРТ (ОГНО.RU. 1102.B00464, ОГНО.RU.1102.B01501) и соответствуют СТО Газпром 2–4.1–212–2008.

Электроприводы «РэмТЭК» имеют сертифицированные показатели отказоустойчивости применительно к функциям безопасности и могут быть использованы в системах с заданным интегральным уровнем функциональной безопасности SIL2 (Safety Integrity Level – SIL), а также в системах пожаротушения и противоаварийной защиты.