

ЦЕВОЧНЫЕ РЕДУКТОРЫ КАК АЛЬТЕРНАТИВА ЧЕРВЯЧНЫМ

Е.В. Громышев, гл. специалист по механике ООО НПП «ТЭК», г.Томск

В последние годы рынок электроприводов трубопроводной арматуры развивается быстрыми темпами. Электроприводы становятся всё более интеллектуальными, внедряются новые информационные технологии. Например, контроль текущего состояния, сбор данных в процессе работы, ранняя диагностика привода и арматуры. Но всё то, что касается изменений в «железе», происходит очень и очень медленно. Ведь все конструктивные решения отточены до мелочей и проверены временем.



Рис.1. Червячная передача

В этой статье попробуем рассмотреть электропривод с точки зрения применяемых редукторов как основополагающего элемента. Беглого взгляда на современные электроприводы трубопроводной арматуры будет достаточно, чтобы увидеть и понять, что основная их часть построена на базе червячных редукторов. Впрочем, эта ситуация на самом деле и не удивительна. Исторически сложилось так, что при появлении первых электроприводов для арматуры использование червячного редуктора было чуть ли не самым оптимальным решением. А достоинств у него и правда много: малые габариты при большом крутящем моменте, простота конструкции, технологическая доступность, возможность получения больших передаточных отношений и эффекта самоторможения передачи. Вдобавок ко всему, достаточно легко реализуемая возможность измерения крутящего момента посредством контроля перемещения подпружиненного скользящего червяка. И к настоящему времени все эти качества постепенно обрастают современными технологиями.

Но, несмотря на все имеющиеся плюсы, отметим и один существенный недостаток, который наиболее ярко проявляется у многооборотных электроприводов. Речь идет о достаточно низком КПД червячной переда-

чи. При наиболее часто используемых передаточных отношениях он составляет порядка 40% и лишь в редких случаях, в высокоскоростных приводах с малым передаточным отношением, он может достигать 85%. А ведь низкий КПД это не только бесполезная трата электроэнергии, – в то время когда весь мир стремится к «зеленой» энергетике, – но и целая цепочка других неприятных последствий. Таких, как: увеличение габаритов редуктора для лучшего охлаждения, увеличения мощности электродвигателя и системы управления, а далее увеличенное сечение кабелей и большая мощность систем электропитания. Можно даже сказать, что редуктор является тем «краеугольным камнем», от которого в большой степени зависят характеристики привода.

Для наглядности рассмотрим два электропривода. У одного КПД будет 40%, у другого – 80%. Принимаем КПД электродвигателей одинаковым, равным 85%. Так вот, из простого расчета получаем, что у электропривода с КПД редуктора равным 40% две трети всей энергии расходуется на нагрев. И там, где для привода с КПД 80% хватило бы двигателя мощностью 5,5 кВт, приводу с червячным редуктором уже потребуется электродвигатель на 11 кВт.

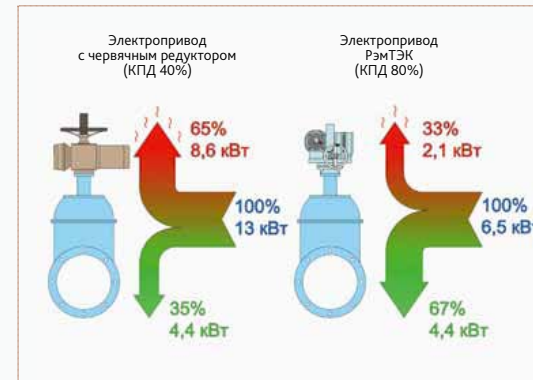


Рис.2. Распределение потоков мощности

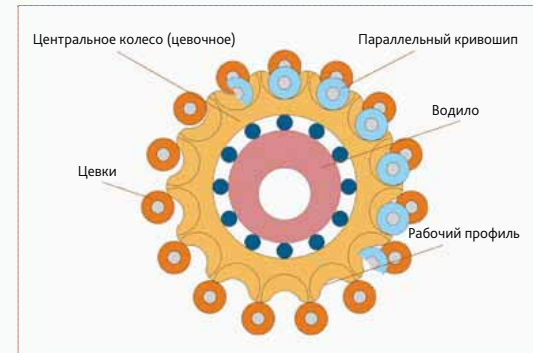


Рис.3. Схема цевочного редуктора

Следовательно, более рационально использовать редукторы с КПД не менее 80%, а по возможности и с более высоким. Но не менее важно сохранить при этом достаточно высокое передаточное отношение и малые габариты редуктора. И не следует забывать, что редуктор должен быть технологично и достаточно простым в изготовлении.

При разработке своей линейки электроприводов мы не были ограничены какими-то определенными направлениями и постарались учесть современные тенденции и мировой опыт. Принимая во внимание всё вышеописанное, разработали свое оригинальное решение. Сейчас Томская электронная компания предлагает многооборотные и неполноповоротные электроприводы, построенные на базе цевочного редуктора и продаваемые под торговой маркой «РэмТЭК». Главной отличительной особенностью наших планетарно-цевочных редукторов является высокий КПД, более 80%, которого удалось добиться, применив несколько интересных конструктивных решений, о которых скажем ниже. Но для начала немного теории.

Что же такое цевочный редуктор? Обычно – это классический планетарный редуктор, построенный по схеме K-H-V. Основными достоинствами такой схемы являются возможность получения большого передаточного отношения, соосное расположение входного и выходного валов, а также многопарность зацепления. Следствием того, что зацепление происходит в нескольких точках, является большая нагрузочная способность, и благодаря этому редукторы оказываются легче аналогичных червячных. Для преобразования сложного планетарного движения центрального колеса во вращение выходного вала, как наиболее надежное решение, в основном, используется схема на основе параллельных кривошипов.

Если рассматривать классическую схему построения такого типа редукторов, то в ней два или более цевочных колеса, установленных на диаметрально противоположных эксцентриках, обкатываются по цевкам, в качестве которых используются закаленные до высокой твердости стержни. Данные стержни, в свою очередь, располагают в пазах корпуса, а крутящий момент снимается с параллельного кривошипа посредством пальцев, запрессованных в выходной вал.

Рассмотрев различные варианты конструкций, проведя глубокий патентный анализ, мы отошли от классической схемы построения и пришли к своему конструктивному решению. Первой отличительной особенностью являются ролики, установленные на оси и выполняющие роль цевок. Наличие роликов, установленных на оси с консольным креплением, позволяет получить более равномерное распределение усилий в зацеплении и снизить чувствительность к погрешностям при изготовлении. За счет увеличения диаметра цевок мы снизили контактные напряжения, а перенос трения в зону контакта цевки с осью позволило значительно увеличить износостойкость и поднять КПД. Вторая особенность – это наличие единственного цевочного колеса, на котором отверстия под параллельный кривошип выполнены глухими и смещенными ближе к профилю, ввиду чего они частично вскрываются. Увеличение диаметра, на котором расположены отверстия, приводит к увеличению КПД и позволяет сделать более компактную конструкцию, а для многооборотных приводов выполнить отверстие, необходимое для прохода винта арматуры. В качестве смазочного материала мы применяем консистентную смазку с широким температурным диапазоном, от -60 до +120 °С, которая закладывается на весь срок службы и не требует замены.



Рис.4. Неполноповоротный электропривод РэмТЭК-02 с крутящим моментом 250 Нм



Рис.5. Поворотный электропривод РэмТЭК-02.П.250, Блок редуцирования газа, площадка Боатасино

Стоит упомянуть и о такой широко используемой возможности планетарного редуктора, как применение его в качестве дифференциальной передачи. Данный принцип был применен в неполповоротном электроприводе РэмТЭК-02 с моментом 250 Нм, преимуществом применения такой схемы явилось уменьшение габаритов и веса, а также отсутствие рычага включения ручного дублера. Причем управление от ручного дублера возможно даже во время работы электродвигателя.

В настоящее время в линейке многооборотных электроприводов Томской электронной компании цевочные редукторы применяются для крутящих моментов от 300 до 15000 Нм и максимальной мощности до 11 кВт. Редукторы неполповоротных электроприводов имеют крутящие моменты от 125 до 10000 Нм.

Большой ресурс, который составляет не менее 15 тыс. циклов, и длительный опыт применения этих редукторов показывают их высокую надежность при работе в составе электроприводов РэмТЭК для управления трубопроводной арматурой.



Научно-производственное предприятие

ТОМСКАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПАНИЯ

+7 (3822) 63-39-63
+7 (3822) 63-38-37

ppp@mail.npptec.ru
www.npptec.ru
нпптэк.рф

Электроприводы РэмТЭК

Взрывозащищенные электроприводы РэмТЭК предназначены для управления клиновыми, шиберными задвижками, шаровыми кранами, поворотными заслонками, клапанами, отсечной арматурой и др. во взрывоопасных зонах классов 1 и 2, в жестких условиях эксплуатации с температурным диапазоном окружающей среды от -60 до +50°С.



РэмТЭК-01
многооборотный
Арматура
Ду 150...1200мм
Ру от 1,6 до 16 МПа



РэмТЭК-02
многооборотный / линейный / поворотный
Арматура
Ду 15...500мм
Ру от 1,6 до 16 МПа



РэмТЭК-03
многооборотный
Арматура
Ду 150...1200мм
Ру от 1,6 до 16 МПа