

ПРИВОДЫ НТЦ «РЕДУКТОР» НА СЛУЖБЕ В ЭНЕРГЕТИКЕ



По заказу Чебоксарской ГЭС НТЦ «Редуктор» изготовил 2 специальных привода, предназначенных для оборудования специальной тележки, служащей для перевозки, подъема и опускания многотонных затворов секций гидроэлектростанции

А.Е. Кузьмин, заместитель генерального директора НТЦ «Редуктор»

В рамках долгосрочной Программы технического перевооружения и реконструкции, реализуемой в настоящее время на всех гидроэлектростанциях Волжско-Камского каскада, на Чебоксарской ГЭС производились работы по ремонту и модернизации основного и вспомогательного оборудования. В этой связи НТЦ «Редуктор» исполнил заказ на модернизацию и изготовление двух приводов ходовых валов специальной тележки (рис. 1), применяемой для транспортировки, монтажа и демонтажа затворов секций плотины.

Стальные затворы длиной 12 и высотой 4 метра, весящие около 70 тонн каждый, служат для перекрытия

доступа воды к основным гидроагрегатам станции и другому технологическому оборудованию во время проведения ремонтно-восстановительных и плановых работ внутри плотины станции. Со временем сами затворы изнашиваются и требуют проведения капитального ремонта. С этой целью их демонтируют, при помощи подъемного крана устанавливают на тележку под углом 140° к плоскости горизонта и транспортируют в ремонтную зону, расположенную в здании ГЭС. Такой способ доставки затворов применяется из-за ограниченной высоты помещения ремонтной зоны. При помощи двух синхронно работающих приводов ходовых винтов тележки доставленный на требуемое

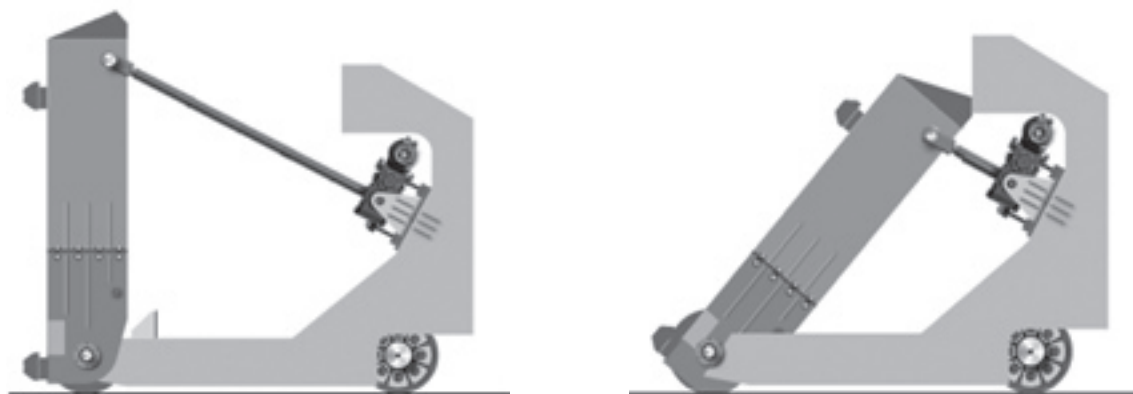


Рис. 1. Схема подъемно-транспортной тележки

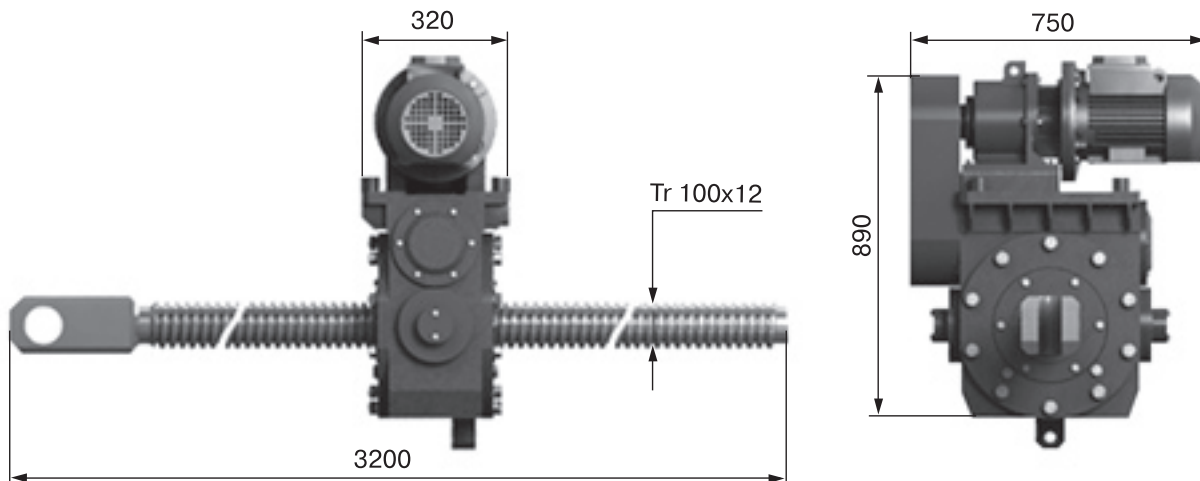


Рис. 2. Основные габаритные размеры привода тележки

место затвор устанавливается на ремонтный стапель в вертикальном положении. После окончания ремонта он вновь опрокидывается на тележку при помощи приводов и транспортируется обратно для использования в требуемой секции электростанции.

Модернизация тележки потребовалась в связи с износом и ненадежной работой механизма линейного перемещения ходового винта привода, являющегося исполнительным элементом монтажа и демонтажа затворов секций.

Зная, что модернизация редукторов и приводов является одним из основополагающих направлений деятельности НТЦ «Редуктор», специалисты станции обратились к нему с предложением принять участие в работе по пересмотру конструкции приводов ходовых винтов тележки, а затем изготовить их по новой конструкторской документации. Заявка была принята, и специалисты двух предприятий приступили к предварительному этапу работ: выявлению причин ненадежного функционирования и ускоренного износа ходового винта.

Для этого они проанализировали конструкцию приводов и тележки, принимая во внимание реальные условия их эксплуатации на объекте заказчика. Проведенный анализ позволил сделать ряд важных выводов, на основании которых принимались дальнейшие решения, связанные с изготовлением новых приводов.

Оказалось, что прежние приводы, самостоятельно изготовленные заказчиком на базе червячных редукторов с $a_w=200$ мм, имели ряд технических недостатков, важнейшим из которых являлась неудачная конструкция узла винтовой передачи редуктора, которая обеспечивает преобразование вращательного движения червячного колеса редуктора в возвратно-поступательное движение рабочего винта привода. Этот узел представлял собой известную передачу типа «винт-гайка», работающую по принципу скольже-

ния, изготовленную из стали, что явилось причиной плохой прирабатываемости и ускоренного износа рабочей пары, появления надиров и т.д. Кроме того, в процессе анализа условий предыдущей эксплуатации приводов выяснилось, что из-за относительно высокой тяговой осевой скорости перемещения ходового винта приводы испытывают слишком большие динамические нагрузки, вследствие чего работают несинхронно и поэтому перегружаются.

Полученные результаты позволили приступить ко второму этапу работ, который заключался в проработке конструкции нового привода, лишенного прежних недостатков и в наибольшей степени отвечающего условиям эксплуатации в составе подъемно-транспортной тележки. В начале этого этапа конструкторский отдел НТЦ «Редуктор» тщательно проверил всю конструкторскую документацию, имевшуюся в распоряжении заказчика. Это было вызвано некоторыми сомнениями в правильности выбора прежней конструкции узла крепления привода к неподвижной части тележки. Дело в том, что во время подъема или опускания задвижки весом 70 тонн верхняя точка ходового винта привода совершает не прямолинейное, а криволинейное движение в вертикальной плоскости, а следовательно, продольная ось винта отклоняется от оси гайки редуктора второй ступени, что может приводить к заклиниванию передачи «винт-гайка». Для того чтобы в максимальной степени скомпенсировать это отклонение и избежать заклинивания передачи «винт-гайка» в конструкции узла крепления привода к неподвижной опоре тележки требовалось предусмотреть дополнительную степень свободы, позволяющую корпусу привода отклоняться в вертикальной плоскости вслед за отклонением оси ходового винта. Эта и другие проблемы были успешно решены, и в результате новый, более совершенный привод был спроектирован.



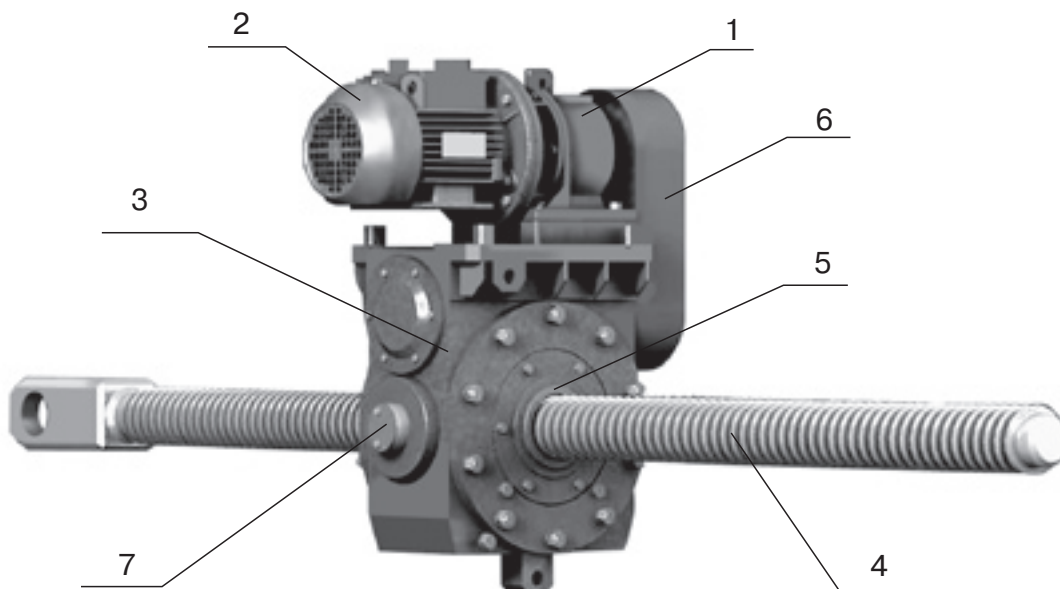


Рис. 3. Общий вид червячно-винтового привода:

Новый привод представляет собой комбинированную планетарно-червячную конструкцию, оснащенную исполнительным винтом, который взаимодействует с бронзовой резьбовой гайкой, расположенной внутри ступицы колеса червячного редуктора. Основные габаритные размеры привода приведены на рис. 2, общий вид привода – на рис. 3.

В качестве первой ступени привода был использован одноступенчатый модернизированный мотор-редуктор ЗМП-40М планетарного типа с передаточным числом $i=6,3$ и выходным крутящим моментом $T_2=230$ Н·м, производства НТЦ «Редуктор» (1). Частота вращения вала электродвигателя $n_1=1450$ мин⁻¹, мощность $P_2=5,5$ кВт (2).

Вторая ступень реализована в виде специального червячного редуктора Ч-180М с межосевым расстоянием в червячной паре $A_w=180$ мм (3). Передаточное число редуктора $i=26$, выходной крутящий момент $T_2=2100$ Н·м.

Надо сказать, что первоначально в качестве второй ступени привода специалисты заказчика хотели применить глобоидный редуктор как более надежный. Но в ответ на это пожелание специалисты НТЦ «Редуктор» предложили изготавливать редуктор не с глобоидной, а с модифицированной червячной парой, являющейся ноу-хау предприятия, превосходящей стандартную глобоидную передачу по техническим характеристикам, в том числе по нагрузочной способности.

Эта передача более совершенна по своим свойствам, так как в технологии ее изготовления учитываются результаты новейших научных исследований в области зубчатых зацеплений. Введение в технологические процессы изготовления таких передач чистовых и от-

- 1 – Мотор-редуктор ЗМП-40М
- 2 – Электродвигатель АИР-112М4У2
- 3 – Специальный редуктор Ч-180М
- 4 – Ходовой винт
- 5 – Гайка выходного вала редуктора
- 6 – Защитный кожух цепной передачи
- 7 – Полуось крепления привода

делочных операций, применение более качественных материалов позволяют добиваться существенного повышения их работоспособности и долговечности по сравнению со стандартными глобоидными передачами. При этом наиболее существенный эффект дает модификация параметров поверхностей зубьев червячного колеса и витка червяка, позволяющая добиваться оптимального расположения начального пятна контакта в зацеплении, сохранять повышенный коэффициент перекрытия, присущий глобоидным передачам, обеспечивать высокую точность, простоту сборки, плавность работы редуктора с такой передачей.

Изучив предложение, заказчик оценил преимущества этой передачи и согласился применить в приводе именно такой редуктор.

Корпус червячного редуктора сварной, разъемный. Для крепления привода к кронштейну, расположенному на неподвижной опоре тележки, в корпусе предусмотрены две полуоси 7. При помощи этих полуосей привод устанавливается в два сферических опорных ложемента кронштейна, что обеспечивает свободу качания привода в вертикальной плоскости тележки. На верхней крышке корпуса предусмотрена специальная привалочная площадка, служащая для крепления планетарного редуктора первой ступени.

Расположение редуктора первой ступени на крышке редуктора второй ступени обусловлено ограничениями по линейным размерам привода и связано со способом его крепления на кронштейне неподвижной опоры тележки.

Выходной вал планетарного редуктора соединяется с входным валом червячного редуктора при помощи цепной передачи с передаточным числом $i=1$. В целях обеспечения безопасности при работе цепная передача закрыта металлическим защитным кожухом 6. Основные технические характеристики привода представлены в таблице.

Исполнительным элементом привода является стальной ходовой винт длиной 3200 мм (4), оснащенный крепежной серьгой. Она служит для крепления винта к подвижной панели тележки, являющейся опорой транспортируемого затвора секции. Винт с трапециевидальной резьбой Tr 100x12 приводится в движение ответной бронзовой резьбовой гайкой, запрессованной в ступицу колеса червячного редуктора. Рабочий ход винта – 2000 мм, тяговое осевое усилие – 2100 Н. Рабочее положение привода, установленного на тележке, – наклонное, под углом 40° к вертикальной плоскости. В связи с этим редукторы, входящие в состав привода, должны быть заправлены увеличенным количеством смазки.

Одним из важных отличий нового привода от предыдущего стало изменение его суммарного передаточного числа. Оно было увеличено, что позволило снизить осевую скорость перемещения ходового винта с 0,167 м/мин, как это было ранее, до 0,112 м/мин. Более чем тридцатипроцентное снижение скорости перемещения ходового винта позволило значительно уменьшить динамические нагрузки, воспринимаемые приводами, и тем самым решить проблему неравномерного распределения нагрузок в процессе их работы. Кроме того, снижение скорости работы приводов и, соответственно, потребляемой ими мощности позволило разработчикам уменьшить типоразмер редуктора второй ступени, входящего в состав комбинированного привода.

Основные технические характеристики привода

Наименование показателя	Значение
Мощность электродвигателя P_1 , кВт	5,5
Суммарное передаточное число i	163
Номинальный крутящий момент на выходном валу T_2 , Н·м	2100
Допускаемое тяговое осевое усилие на выходном валу, кН	210
Частота вращения выходного вала n_2 , мин ⁻¹	9,4
Осевая скорость ходового винта, м/мин	0,112
Расчетный КПД, %	74,2
Масса (без ходового винта), кг, не более	410

Что касается узла винтовой передачи привода, то его конструкция тоже претерпела некоторые изменения. Принимая во внимание небольшую частоту включений и продолжительность работы приводов в период эксплуатации, разработчики решили использовать на выходе все ту же передачу типа «винт-гайка», работающую по принципу скольжения, но изменили материалы, из которых изготавливалась винтовая пара: теперь гайка должна была изготавливаться из бронзы, что позволяло исключить недостатки, присущие первоначальной конструкции узла. И, наконец, для повышения жесткости привода в конструкции было предусмотрено увеличение диаметра ходового винта с Tr 80x10 до Tr 100x12.

Новый проект привода успешно прошел стадию утверждения, после чего привод был запущен в производство. Тележка, оснащенная новыми приводами, изготовленными НТЦ «Редуктор», уже прошла первые испытания на объекте заказчика и сдана в эксплуатацию ремонтной службе Чебоксарской ГЭС. Сотрудничество между предприятиями продолжается.



ВНИМАНИЕ!
НТЦ «Редуктор» принимает заказы на проектирование и изготовление червячных редукторов и мотор-редукторов со свойством самоторможения при любом угле наклона витка и любом передаточном числе червячной передачи

Тел./факс (812) 331-8890, 331-8891 www.reduktorntc.ru

