

В. И. Гольдфарб, д.т.н., проф., УНПЦ «Механик» (Ижевск),

В. В. Макаров, «ИКАР» (Курган), В. М. Маслов, «Самараволгомаш» (Самара)

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРИВОДНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

**От редакции.** Предлагаемый вашему вниманию материал продолжает тему, которой был посвящен наш третий номер за этот год.

Одним из узлов, определяющих надежность, долговечность, удобство эксплуатации, экономические показатели запорной арматуры трубопроводов, являются приводы, обеспечивающие перемещение рабочих органов с заданной скоростью и в заданном диапазоне перемещения. Особенности работы приводов являются низкие скорости вращения, непродолжительный режим работы, широкий диапазон рабочих температур (от  $+50^{\circ}\text{C}$  до  $-60^{\circ}\text{C}$ ), высокие нагрузочные характеристики и учет особенностей перемещения запирающих элементов при работе арматуры. К приводам предъявляются повышенные требования в отношении их надежности и ресурса.

В качестве основного исполнителя преобразования движения в приводах (зубчатые передачи, винтовые механизмы, пневмо- и гидроприводы) наибольшее применение находили передачи, в частности, червячные передачи, благодаря способности реализовывать большое передаточное отношение в одной паре, большой нагрузочной способности, плавности работы.

Стремление к совершенствованию приводов привело в середине 90-х годов 20-го столетия к разработке нового их поколения на основе спироидной передачи (Рис. 1), которая по способу изготовления относится к передачам типа червячных, а по внешнему геометрическому признаку — положение зоны зацепления — аналогична гипоидной передаче.

Основными достоинствами спироидных передач перед червячными, делающими их предпочтительными для применения в приводах запорной арматуры, являются:

— большой коэффициент перекрытия  $\varepsilon$  в зацеплении (до 10 и более процентов зубьев колеса участвуют

в одновременном зацеплении с витками червяка, то есть, при  $z_2 = 50$ ,  $\varepsilon = 5$ ), обеспечивающий большие нагрузочную и перегрузочную способности передачи, большую плавность хода, меньшую чувствительность к ряду погрешностей изготовления и монтажа;

— более благоприятные геометро-кинематические показатели зацепления (расположение контактных линий, приведенные радиусы кривизны поверхностей), определяющие предпочтительные условия смазывания в зацеплении, меньшие контактные напряжения, большие износостойкость и противозадирную стойкость;

— надежная работа при использовании в качестве материала колеса стали или чугуна вместо дорогостоящей бронзы, что помимо удешевления привода позволяет дополнительно повышать уровень нагрузочной способности передачи;

— технологичность изготовления и сборки, обусловленная торцовым расположением зубьев колеса, более предпочтительным для сборки передачи и регулирования зазора в зацеплении.

Указанные достоинства позволили создать ряд спироидных высоконадежных компактных редукторов приводов трубопроводной арматуры (Рис. 2, Таблица 1). Редукторы имеют принципиально похожую конструкцию, отличаются воспринимаемыми нагрузками присоединительными размерами, габаритами. Для редукторов приводов шаровых кранов (именно с них были начаты работы по созданию спироидных приводов ЗРА) колеса выполнены неполноповоротными, то есть зубья нарезаны на секторе, обеспечивающем поворот рабочего органа ЗРА на  $90^{\circ}$ . Для редукторов, устанавливаемых на шиберные задвижки и другого вида арматуру, в которой поступательное движение рабочего органа передается через пару винт-гайка, колесо сделано полноповоротным. Во всех случаях колеса и червяки выполнены из хромоникелевой стали. Рабочие поверхности зацепляющихся элементов — витков червяка и зубьев колеса — закалены до высокой твердости HRC 60-62. Для исключения погрешностей изготовления и монтажа боковые поверхности зубьев колес выполнены модифицированными.

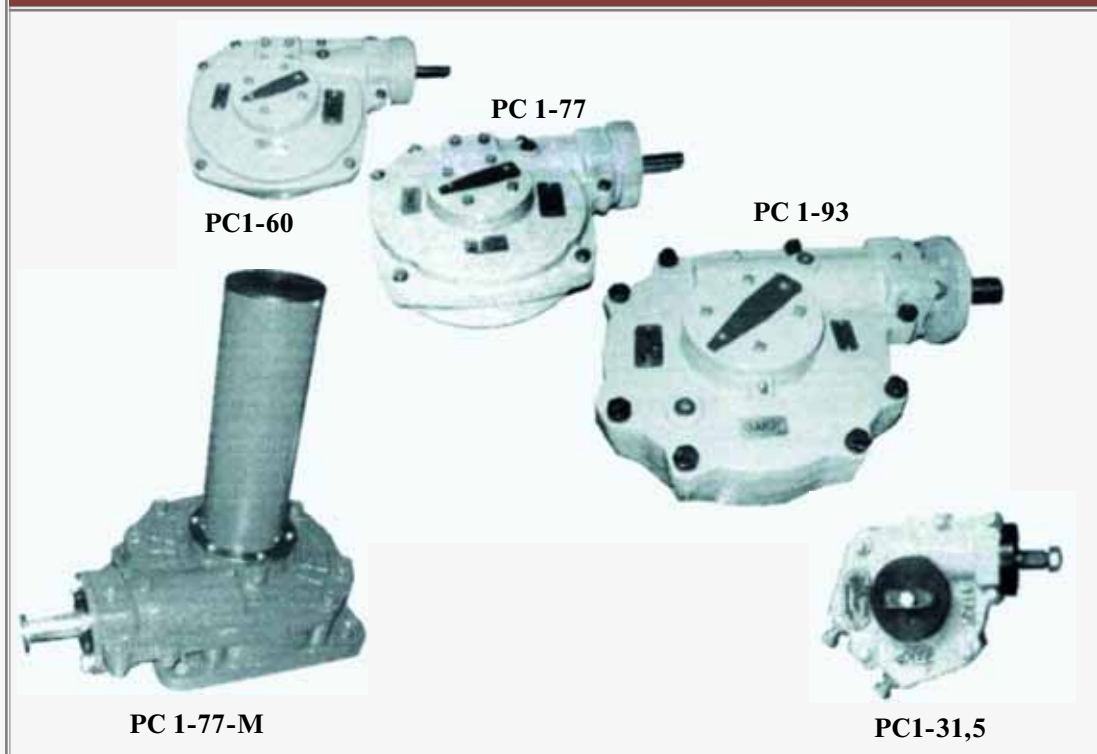
Для редукторов, обеспечивающих поворот рабочего органа арматуры на  $90^{\circ}$ , разработаны варианты ограничения поворота колеса с помощью механических упоров, устанавливаемых в корпусе редуктора (Рис. 3), либо поворот червяка с помощью винтового ограничителя (Рис. 4), кроме того, на крышке редукторов расположен указатель, показывающий текущее положение колеса (рабочего органа арматуры).

Все изделия прошли полный цикл испытаний соответственно установленным техническим требованиям. Испытание на заданное число циклов

Рис. 1. Общий вид спироидной передачи



Рис. 2. Спиroidные редукторы приводов ЗРА



нагрузки проводилось в обычной для помещения температуре, а также в климатической камере, обеспечивающей температуру до  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  и выше  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Проведенные испытания показали высокие износостойкость и надежность, большую долговечность спирoидных редукторов всех типоразмеров по сравнению с аналогичными червячными редукторами,

что для рассматриваемой области применения имеет первостепенное значение.

В настоящее время серийно изготавливаются 3 типоразмера (PC1-60, PC1-77, PC1-93, здесь: Р-редуктор, С-спирoидный, 1-одноступенчатый, 60 (77,93,...) – межосевое расстояние) спирoидных редукторов приводов шаровых кранов. За 8 лет

Рис. 3. Общий вид спирoидного редуктора с ограничителем поворота колеса в виде жестких упоров (технические характеристики см. PC 1-60)

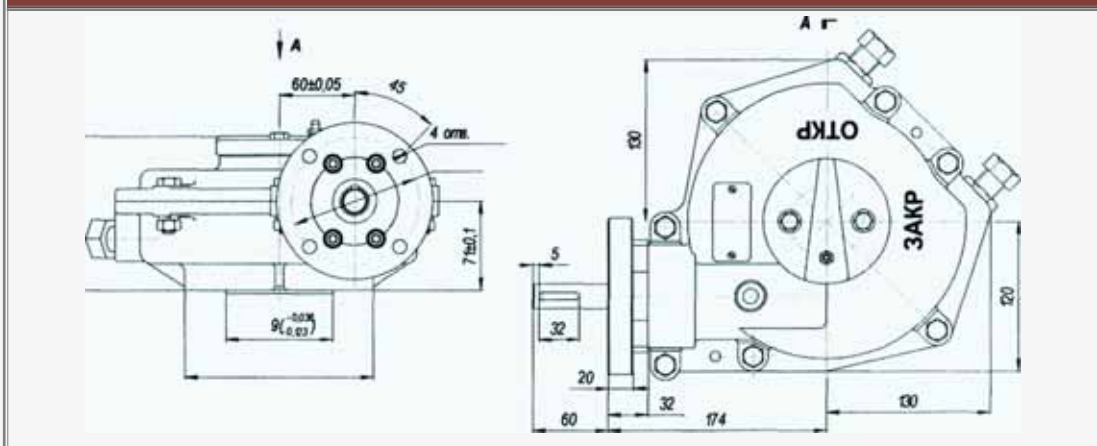


Рис. 4. Общий вид спирoидного редуктора PC1-60-В с винтовым ограничителем поворота червяка

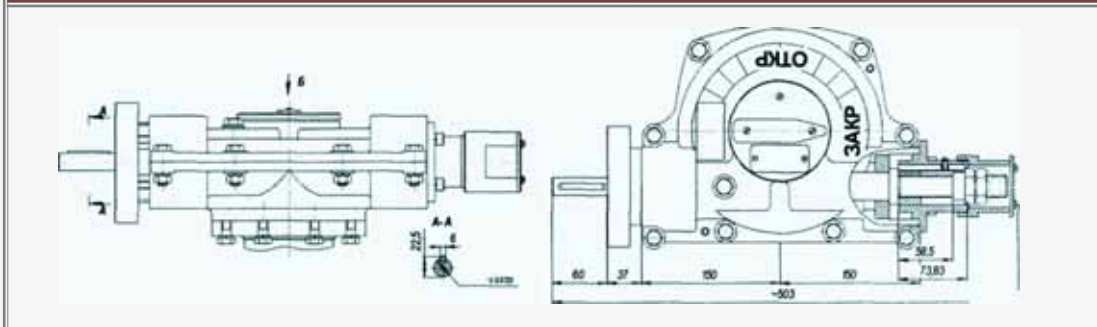


Таблица 1. Технические характеристики редукторов приводов ЗРА

Условное обозначение редуктора	РС 1-31,5	РС 1-60	РС1-77	РС 1-93	РС1-125	РС1-60-В	РС 1-77-М
Ориентировочная масса, кг	6,5	23	42	76	145	46	47
Номинальный крутящий момент, Нм	250	1560	4125	8190	17500	1560	2500
Максимальный крутящий момент, Нм	350	2470	5860	11720	19500	2470	3000
Частота вращения входного вала тах, об/мин	100	30	30	20	20	30	100
Угол поворота выходного вала, град	90°±10°	90°±10°	90°±10°	90°±10°	90°±10°	130°±10°	много-оборотный
Передаточное число*	45	46	72	40	52	46	18
* Передаточное число может быть изменено по требованию заказчика без изменения габаритов и компоновки передачи							

поставки редукторов заказчикам не было ни одного случая выхода передачи из строя. Изготовлены, успешно прошли испытания опытные образцы и находятся в стадии подготовки серийного производства редуктор РС1-77-М ручных приводов шиберных задвижек и редуктор РС1-31,5 затворов. Спроектированы и находятся в стадии изготовления редуктор РС1-125, редуктор РС1-77-В с винтовым ограничителем поворота червяка и редуктор РЦС2-93-М ручного привода шиберной задвижки. Последний выполнен с возможностью обеспечения двухско-

ростного режима работы – тихоходный режим, используемый для начальной и конечной стадий работы, когда действуют повышенные нагрузочные моменты, и быстроходный – для ускорения процесса закрытия/открытия арматуры при пониженных значениях нагрузочного момента.

Дальнейшие перспективы применения спироидных передач в приводной технике для трубопроводной арматуры связаны с созданием на их основе конкурентоспособных на отечественном и зарубежном рынке электроприводов.