

УДК 621.833.6

А.М. Пашкевич

МАЛОГАБАРИТНЫЕ РАДИАЛЬНО-ПЛУНЖЕРНЫЕ ПЕРЕДАЧИ ДЛЯ ПРИВОДОВ МАШИН, МЕХАНИЗМОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Рассмотрены вопросы расчета параметров шариковых радиально-плунжерных передач. Приведены типовые конструкции таких передач и указаны примеры их практического применения.

При проектировании машины требование снижения материалоемкости машины и ее массы предопределяет необходимость использования малогабаритного привода с малыми размерами и повышенными кинематическими возможностями в части обеспечения высоких передаточных отношений в одной ступени. Этому требованию удовлетворяют кулачково-плунжерные передачи [1]. Эти передачи по принципу работы схожи с планетарными шариковыми и роликовыми, однако имеют существенное отличие - отсутствие звеньев с замкнутыми многопериодными дорожками для сателлитов. Они обладают всеми достоинствами шариковых и роликовых передач (малые вес и габариты, большие передаточные отношения в одной ступени) и, кроме того, они проще в изготовлении и могут обеспечить более высокий КПД. Эти передачи весьма компактны, технологичны, обладают конструктивной простотой, а потому их применение для создания малогабаритных приводов представляется экономически целесообразным и обоснованным.

Наиболее просто построить радиально-плунжерную передачу в том случае, если она содержит ведущий кулачок в виде цилиндрического (дискового) эксцентрика. В полярной системе координат уравнение эксцентричной окружности представляется в виде:

$$\rho = \sqrt{R^2 - e^2 \sin^2 \varphi} + e \cos \varphi,$$

где ρ и φ - полярные координаты; R - средний радиус периодического профиля центрального колеса; e - эксцентриситет эксцентрика.

В этом случае сопряженный периодический профиль, замкнутый на внутренней цилиндрической поверхности центрального колеса, будет описываться соответствующим уравнением:

$$\rho = \sqrt{R^2 - e^2 \sin^2(m\varphi)} + e \cos(m\varphi),$$

где m - число периодов периодического профиля на цилиндрической поверхности.

Наибольшее число плунжеров составляет $n = m_2 + 1$ либо $n = m_2 - 1$. Иногда, с целью повышения прочности сепаратора, при разработке конструкции передачи целесообразно использовать меньшее количество плунжеров, т.е. принять

$$n = (m_2 \pm m_1) / k,$$

где k - целое число, принятое таким, чтобы n было целым. При этом угловой шаг расположения плунжеров увеличивается, т.е. становится равным $\varphi = 2k\pi / (m_2 \pm m_1)$.

При заторможенном центральном колесе и ведущем эксцентрике передаточное отношение $U_{13}^2 = \pm(m_2 \pm 1)$, где верхний знак соответствует прямому, а нижний - обратному вращению ведомого звена по отношению к ведущему.

Из условий контактной прочности была получена формула для определения ра-

диуса шаровых плунжеров:

$$r = 4,85 \cdot 10^{10} \sqrt{\frac{N_{2\max}}{[\sigma_H]^3}},$$

где $N_{2\max} = \frac{3P K_d (\eta u - 1)}{n_A R \sin \alpha_{2\max}}$; K_d - динамический коэффициент; $tg \alpha_{2\max} = m tg \alpha_{1\max}$, $\alpha_{1\max} = 5^\circ \dots 7^\circ$; P - передаваемая мощность; n_A - частота вращения ведущего вала; η - КПД передачи (0,80...0,85).

В передачах с шаровыми плунжерами диаметром d_n величину e ограничивают значением $e = d_n/4$. Тогда формулы для выбора среднего радиуса периодического профиля R (или $D = 2R$) будут иметь вид:

$$R = e / \sin \alpha_{1\max}; D = d_n / 2 \sin \alpha_{1\max}.$$

На основе расчетов основных параметров были подобраны требуемые размеры и спроектированы передачи для различных условий. Так, на рис. 1 представлены конструкция редуктора с $u = 50$ для привода станка монтажа автомобильных шин. Редуктор содержит корпус 1 и крышки 2, 3, 4, в которых установлены детали зацепления. На ведущем валу 5 закреплены эксцентрики 6 и 7 со свободно вращающимися дисками 8 и 9, являющимися ведущими звеньями двух планетарных рядов редуктора. В корпусе при помощи стяжных винтов неподвижно закреплено центральное колесо 10, на внутренней цилиндрической поверхности которого выполнены зубья специального профиля. При вращении ведущего вала 5 диски 8 и 9 перемещают шарики 11 в направляющих отверстиях сепаратора 12, который является ведомым звеном редуктора и связан с ведомым валом 13. На рис. 2 показан станок монтажа-демонтажа автомобильных шин, в котором применяется данный редуктор.

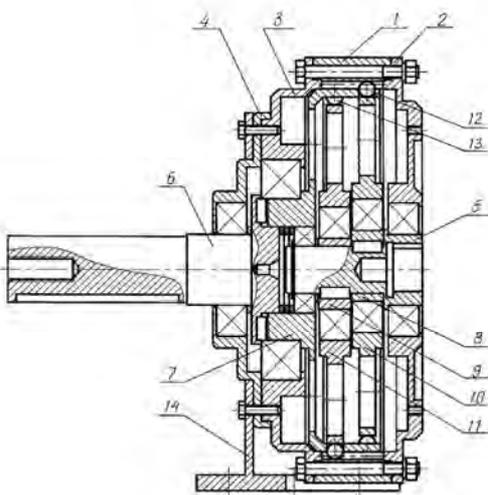


Рис. 1. Редуктор привода станка для монтажа автомобильных шин



Рис. 2. Станок монтажа автомобильных шин

Был также спроектирован и изготовлен кулачково-плунжерный редуктор, рассчитанный на передаточное отношение 34 и предназначенный для привода лебедки (рис. 3).

На рис. 4 показана в 3D - представлении конструкция трехступенчатого редуктора для фрезерного приспособления. Редуктор рассчитан на передаточное отношение

4096 и предназначен для обеспечения медленного вращения детали при фрезеровании пазовых кулачков на цилиндрических поверхностях.

На рис. 5 приведены детали одной из конструкций усилителя момента к машинным тискам. Как видно, наиболее сложной для изготовления является центральное колесо с периодическим профилем на его внутренней поверхности. К достоинствам такого усилителя относятся: минимальные масса и габариты; компактность, низкая металлоемкость; возможность реализации большого передаточного отношения (в опытном образце реализовано передаточное отношение $i = 10$); реверсивность; нечувствительность к перегрузкам; высокая технологичность; простота конструкции и низкая себестоимость.



Рис. 3. Лебедка для перемещения технологических приспособлений



$U = 4096$; $P = 0,5$ кВт
 $B \times H \times L = 125 \times 125 \times 210$

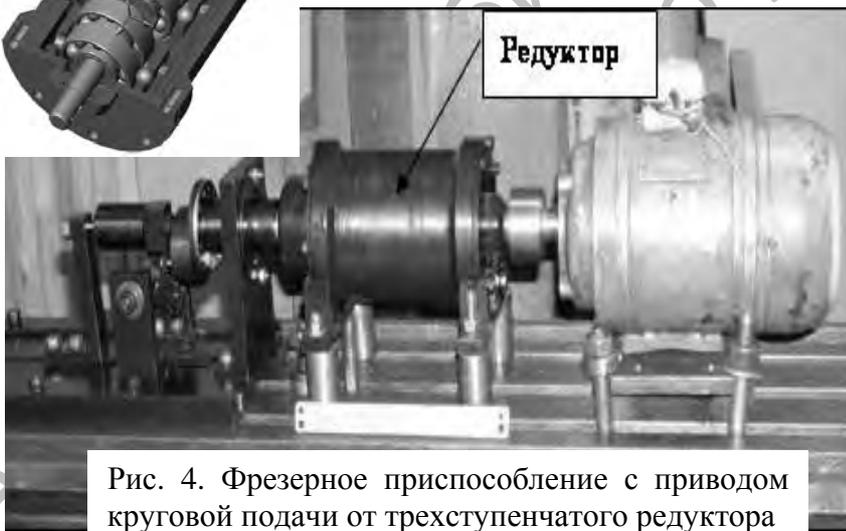


Рис. 4. Фрезерное приспособление с приводом круговой подачи от трехступенчатого редуктора



Рис. 5. Общий вид и детали усилителя момента к машинным тискам



Рис. 6. Общий вид и детали усилителя момента к гаечным ключам

На рис. 6 представлен усилитель момента к гаечным ключам. Усилитель предназначен для использования в качестве редукторной насадки к динамометрическому ключу и создания контролируемых моментов затяжки резьбовых соединений различного назначения (головок ДВС, автомобильных и тракторных колес и др.).

Радиально-плунжерные передачи нашли еще одну область своего эффективного применения – для привода в рабочее движение деформирующих элементов-шариков в инструментах для обработки деталей машин поверхностным пластическим деформированием. При использовании радиально-плунжерных передач привод деформирующих элементов осуществляется от самой вращающейся детали. На рис. 7, 8 и 9 приведены инерционно-импульсный раскатчик отверстий, выглаживатель отверстий и валов.

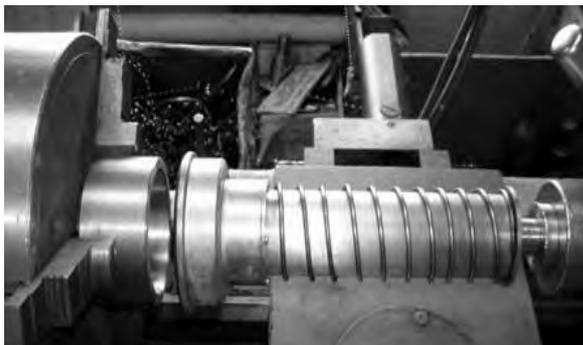


Рис. 7. Инерционно-импульсный раскатчик отверстий

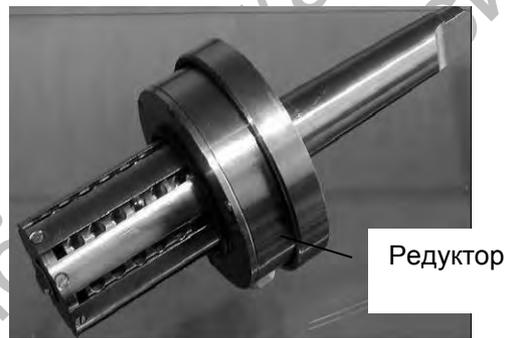


Рис. 8. Выглаживатель отверстий

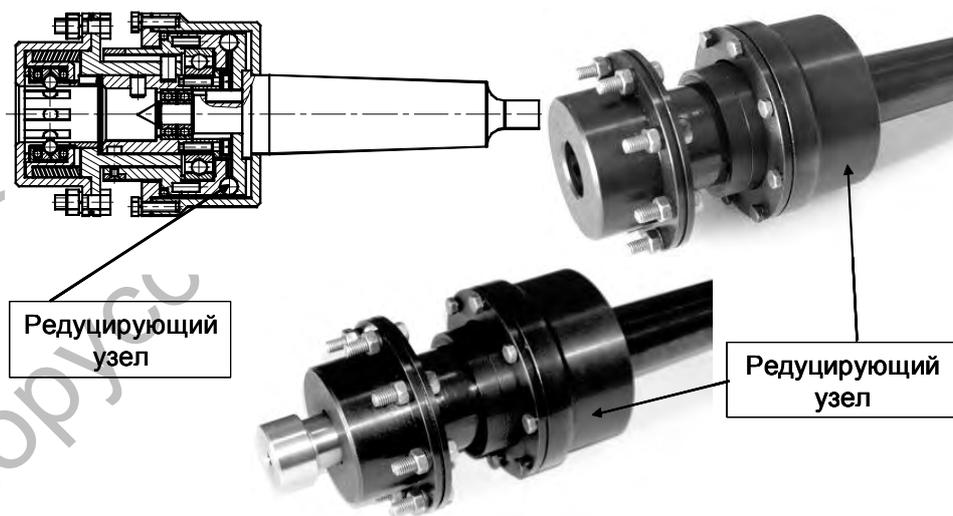


Рис. 9. Конструкция выглаживателей валов

Таким образом, в результате проведенных исследований разработаны инженерные основы расчета радиально-плунжерных редукторов, а также их типовые конструкции, предназначенные для использования в приводах технологического оборудо-

вания, оснастки и специального инструмента. Эти разработки нашли применение в учебном процессе, а также сферах обслуживания и производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Планетарные кулачково-плунжерные передачи. Проектирование, контроль и диагностика / М. Ф. Пашкевич [и др.]. – Могилев : Бел.-Рос. ун-т, 2003. - 221 с.

Белорусско-Российский университет
Материал поступил 14.11.2005

A.M. Pashkevich
Small-sized radial-plunger transmission
for machine drives, mechanisms and
process equipment
Belarusian-Russian University

The questions of account of parameters ball radial – plunger transmission are considered. The typical designs of such transmission are given and the examples of their practical application are specified.