

УДК.621.833

© Маргулис М.В.¹, Прокопчук А.А.²**РАЗРАБОТКА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ СИЛОВОЙ ВОЛНОВОЙ
ПРЕЦЕССИОННОЙ ПЕРЕДАЧИ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМИ ТЕЛАМИ
КАЧЕНИЯ**

В статье приведены теоретические положения, на основании которых разработана новая конструкция волновой передачи с промежуточными телами качения. Обоснована целесообразность применения новых элементов передачи. Использование данной конструкции передачи позволяет уменьшить массогабаритные параметры и себестоимость изготовления, а также увеличить КПД и надежность.

Ключевые слова: силовая волновая передача, рациональность конструкции, себестоимость, надежность.

Маргуліс М.В., Прокопчук А.А. Розробка нової конструкції силової хвильової передачі з проміжними тілами качення. У статті приведені теоретичні положення, на основі яких розроблена нова конструкція для хвильової передачі з проміжними тілами качення. Обґрунтовано доцільність застосування нових елементів передачі. Використання даної конструкції передачі дозволяє зменшити масогабаритні параметри, а також збільшити ККД і надійність.

Ключові слова: силова хвильова передача, раціональність конструкції, собівартість, надійність.

M.V. Margulies, A.A. Prokopchuk. Development of a new design of power transmission harmonic drive wave with intermediate rolling bodies. In the article the theoretical principles on which county-developed a new design for harmonic drive with intermediate rolling bodies were described. Investigated was rationality of the design. The use of new transmission elements proved to be beneficial. The use of the given design will reduce transmission, manufacturing costs, increase efficiency and reliability.

Keywords: power end harmonic gear, the rationality of the design, production technology, method of calculation.

Постановка проблемы. Минимизация массогабаритных параметров и себестоимости изготовления приводов машин связана с усовершенствованием передаточных механизмов за счет применения новых прогрессивных конструкций передач, таких как волновые передачи с промежуточными телами качения, обладающие малыми массогабаритными параметрами в сравнении с неволновыми передачами аналогичного назначения [1]. Учитывая актуальность разработки нового механизма с минимизированными массоемкостью и трудоемкостью, и была написана данная статья.

Анализ последних исследований и публикаций. В опубликованных статьях [2] и патентах [3] приведены конструктивные решения волновой передачи с промежуточными телами качения (ВПТК), в которых узел входного вала (рис. 1) представляет собой совокупность эксцентрикового вала с двумя наклонными шейками, на которых установлены диски, передающие прецессионное движение прецессионному колесу.

Это решение недостаточно технологично и весьма трудоемко, так как включает в себя большое число сопряженных деталей, что уменьшает надежность этого узла и связано со значительной механической обработкой и сборкой сопрягаемых звеньев. Кроме того, с точки зрения минимизации динамических нагрузок, возникающих при разгоне и торможении массивных движущихся частей узла входного вала, которые могут привести к поломкам механизма должны быть минимизированы статическим и динамическим уравниванием за счет минимизации массы вращающихся частей узла входного вала.

¹ д-р техн. наук, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

² инженер-конструктор, ООО «МАГМА», г. Мариуполь

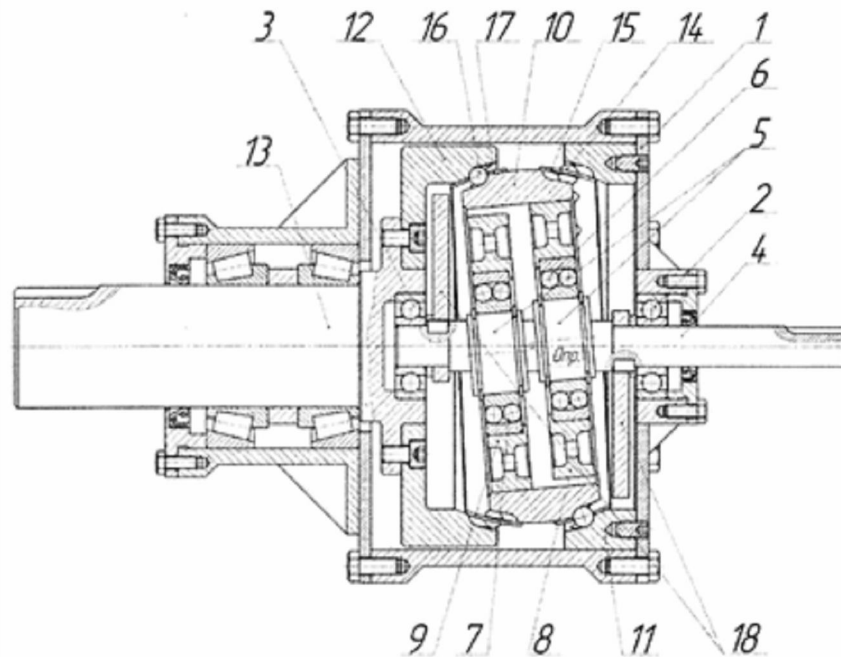


Рис. 1 – Конструктивная схема ВППТК: 1 – корпус; 2, 3 – подшипники качения; 4 – ведущий вал; 5 – эксцентриковые шейки; 6, 7 – самоустанавливающиеся подшипники качения; 8, 9 – диски; 10 – прецессионное колесо; 11 – неподвижное колесо; 12 – подвижное колесо; 13 – выходной вал; 14, 16 – промежуточные тела качения; 15, 17 – сепараторы; 18 – уравнивающие диски

Цель статьи – разработка новой усовершенствованной конструкции силовой волновой передачи с промежуточными телами качения.

Изложение основного материала. С целью исключения указанных недостатков в рассмотренной конструкции ВППТК было разработано новое конструктивное решение с усовершенствованным узлом входного вала.

Данный узел в новой конструкции ВППТК включает: гладкий вал 4, втулку 6, неподвижно установленную на нем и крепежное фланцевое устройство для крепления одного конца гибкой резинокордной оболочки 8 на валу 4, а второй ее конец крепится с помощью фланца 9 к внутренней поверхности прецессионного колеса 11. Принцип работы разработанной конструкции ВППТК следующий (рис. 2). Электродвигатель через соединительную муфту (на рис. 2 они отсутствуют) вращает вал 4, передающий вращающий момент через оболочку 8 прецессионному колесу 11, которое прецессионным движением посредством периодических криволинейных дорожек качения, выполненных на ее наружной сферической поверхности, обеспечивает перемещение тел качения в двух зацеплениях (ступенях) с остановленным колесом 10 (первая ступень) и подвижным колесом 14 (вторая ступень), которое посредством шлицевого соединения связано с выходным валом 16, передавая ему вращение с редукцией, полученное от двух ступеней механизма. Выходной вал обеспечивает передачу вращающего момента исполнительному устройству, связанному с ним (на рис. 2 отсутствует).

Оригинальным элементом в данной ВППТК является гибкая оболочка, обеспечивающая передачу вращающего момента от входного вала и самоустановку прецессионного колеса, а также тел качения в периодических криволинейных дорожках неподвижного 10 и подвижного 14 колес, сопряженных с прецессионным. Ее использование в качестве передающего входной момент к прецессионному колесу, вместо эксцентрикового вала с массивными дисками в вышерассмотренной конструкции (рис.1), позволило существенно снизить инерционные нагрузки вращающихся масс и улучшило динамику работы механизма.

Надежная работа оболочки без потери ее устойчивости конфигурации (требуемой крутильной жесткости), которая наступает при превышении в 2,5 – 3,5 раза предельно допустимого вращающего момента либо предельно допустимого момента сил трения в узлах ее крепления

на валу и прецессионном колесе. При выборе типоразмера оболочки должно выполняться условие непревышения предельных нагрузок в приводе величины момента устойчивости конфигурации оболочки более чем в 3,5 раза.

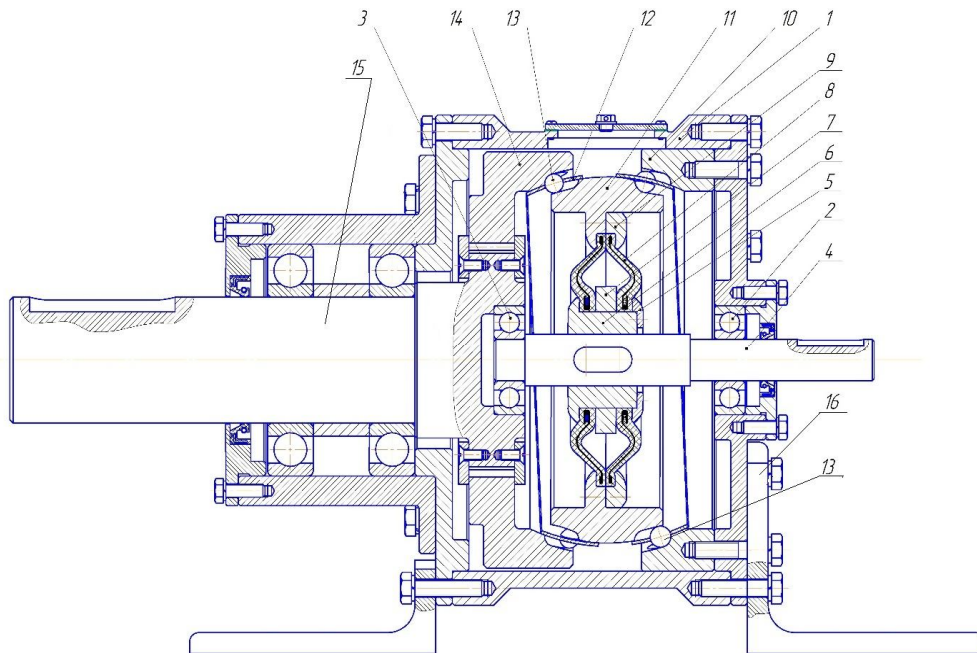


Рис. 2 – Конструктивная схема разработанной ВППТК: 1 – корпус; 2, 3 – подшипники качения; 4 – ведущий вал; 5 – фланец; 6 – втулка; 7 – промежуточное кольцо; 8 – упругая оболочка; 9 – фланец прецессионного колеса; 10 – неподвижное колесо; 11 – прецессионное колесо; 12 – сепаратор; 13 – тела качения (шарики); 14 – неподвижное колесо; 15 – выходной вал; 16 – опоры

Устойчивость оболочки обеспечивается необходимой крутильной жесткостью ее, определяемой как:

$$j_{кр} = G \cdot D^3 \cdot k_{кр},$$

где G – модуль упругости резины при сдвиге, ГПа;
 D – диаметр оболочки, м;
 $k_{кр} = 0,082$ – безразмерный коэффициент.

При передаче вращающего момента упругой оболочкой на нее действуют центробежные силы, создающие симметричное нагружение. Действие центробежных сил является причиной появления осевых сил, нагружающих упругую оболочку, которые можно определить по зависимости [4]:

$$F_u = k_u \cdot \rho \cdot D^4 \cdot n^3,$$

где $k_u = 4,5 \times 10^{-5}$ – безразмерный коэффициент;
 $\rho = 1200 \text{ кг/м}^3$ – плотность резины;
 D – диаметр оболочки, м;
 n – число оборотов оболочки, об/мин.

Совокупность перечисленных нагрузок, включая нагрузки в местах крепления оболочки фланцевым соединением, должна учитываться при выборе необходимого типоразмера оболочки [1, 4].

Выводы

На основе анализа ранее разработанных конструкций волновых передач с промежуточными телами качения выявлены их недостатки. Разработана рациональная конструкция силовой волновой передачи с усовершенствованным узлом входного вала.

Список использованных источников:

1. Пелех Б.Л. Теория оболочек с конечной сдвиговой жесткостью / Б.Л. Пелех. – Киев: Наукова думка, 1973. – 248 с.
2. Маргулис М.В. Силовой передаточный механизм с промежуточными телами качения / М.В. Маргулис, А.С. Шайда // Захист металургійних машин від поломок. – Маріуполь, 2006. – Вип. №9. – С. 257-261.
3. Патент № 92297 Україна МПК F 16 H 25/00. Передавальний механізм / М.В. Маргуліс; Приазовський державний технічний університет. – № а200913223; заявл. 18.12.09; опубл. 11.10.10, Бюл. №19.
4. Авдонин А.С. Прикладные методы расчета оболочек и тонкостенных конструкций / А.С. Авдонин. – М.: Машиностроение, 1969. – 402 с.

Bibliography:

1. Pelekh B.L. Shell theory with finite shear stiffness / B.L. Pelekh. – Kiev: Naukova Dumka, 1973. – 248 p. (Rus.)
2. Margulies M.V. The power transmission mechanism with intermediate rolling bodies / M.V. Margulies, A.S. Shaida // Zahist metalurgiynih mashin vid polomok.-Mariupol, 2006. – Vip. №9. – P. 257-261. (Rus.)
3. Patent № 92297 Ukraine МПК F 16 H 25/00. Transmission mechanism / M.V. Margulies; Azov State Technical University. – № а200913223; stated 18.12.09; published 11.10.10, Bull. №19. (Ukr.)
4. Avdonin A.S. Applied methods of analysis of shells and thin-walled structures / A.S. Avdonin. – M.: Mashinostroenie, 1969. – 402. (Rus.)

Рецензент: С.С. Самотугин
д-р техн. наук, проф. ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 05.12.2013

УДК 621.923

© Андилахай А.А.*

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ОБРАЗОВАНИЯ МИКРОСРЕЗОВ ПРИ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ ЗАТОПЛЕННЫМИ СТРУЯМИ

Установлено, что отделение металла в процессе обработки происходит в результате образования микростружек и пластического оттеснения металла. Это указывает на возможность аналитического представления рассматриваемого процесса обработки с позиции теории резания металлов с учетом закономерностей перехода от процесса пластического деформирования металла к процессу резания (стружкообразования).

Ключевые слова: латунь, абразивная обработка, зернистость абразива, процесс резания, процесс стружкообразования, микросрез.

Андилахай О.О. Дослідження закономірностей утворення мікродрізів при абразивній обробці затопленими струменями. Установлено, що відділення металу в процесі обробки відбувається в результаті утворення микростружок і пластичного відтискування металу. Це вказує на можливість аналітичного подання розглянутого процесу обробки з позиції теорії різання металів з урахуванням закономірностей переходу від процесу пластичного деформування металу до процесу різання (стружкоутворення).

Ключові слова: латунь, абразивна обробка, зернистість абразиву, процес різання, процес стружкоутворення, мікросріз.

* д-р техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь