

Научная статья

Original article

УДК 621.83



**СИНТЕЗ И АНАЛИЗ ГРЕБНОГО МЕХАНИЗМА С ЧЕРВЯЧНОЙ
ПЕРЕДАЧЕЙ**

**SYNTHESIS AND ANALYSIS OF A PROPELLER MECHANISM WITH
A WORM GEAR**

Нестеров Александр Андреевич, Студент 2 курс, факультет «Механико-технологический», Новосибирский Государственных Технический Университет, Россия, Новосибирск

Самченко Никита Дмитриевич, Студент 2 курс, факультет «Механико-технологический», Новосибирский Государственных Технический Университет, Россия, Новосибирск.

Чусовитин Николай Анатольевич, кандидат технических наук, доцент НГТУ, Новосибирский Государственных Технический Университет, Россия, Новосибирск.

Nesterov Alexander Andreevich, 2nd year students, Faculty of Mechanics and Technology, Novosibirsk State Technical University, Russia, Novosibirsk.

Samchenko Nikita Dmitrievich, 2nd year students, Faculty of Mechanics and Technology, Novosibirsk State Technical University, Russia, Novosibirsk.

Chusovitin Nikolay Anatolyevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of NSTU, Novosibirsk State Technical University, Russia, Novosibirsk

Аннотация: Работа посвящена анализу гребного механизма с червячной передачей, вопросам структурного синтеза и принципу работы механизма, разработке 3D модели в программе «SOLIDWORKS», печати физической модели и последующей сборки. Главная цель работы ознакомиться с принципом действия гребного механизма. В статье описывается структурный состав и основные функции комбинированного зубчатого-рычажного гребного механизма с червячным редуктором. Был проведён расчёт степеней подвижности предварительно разделанного механизма на плоский и пространственный, для большего удобства. Так же выделены особенности как самого механизма, так и червячного редуктора, обладающего нестандартным передаточным числом.

Annotation: The work is devoted to the analysis of a propeller mechanism with a worm gear, the issues of structural synthesis and the principle of operation of the mechanism, the development of a 3D model in the "SOLIDWORKS" program, the printing of a physical model and subsequent assembly. The main purpose of the work is to get acquainted with the principle of operation of the comb mechanism. The article describes the structural composition and main functions of a combined gear-lever propeller mechanism with a worm gear. The calculation of the degrees of mobility of the pre-cut mechanism into flat and spatial, for greater convenience, was carried out. The features of both the mechanism itself and the worm gear, which has a non-standard gear ratio, are also highlighted.

Ключевые слова: Синтез, анализ, червячная передача, уключина, изготовление, гребной механизм физическая модель, червячный редуктор.

Keywords: Synthesis, analysis, worm gear, rowlock, manufacture, comb mechanism, physical model, worm gear.

Актуальность

Рабочие аппараты могут быть разными. У велосипеда – колеса, у вертолета - пропеллер, у экскаватора - ковш, а у лодки - вёсла. Название

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

рабочего аппарата происходит от функции, для которой он был спроектирован и помогает человеку выполнять ту работу, ради которой машину изобрели.

Викинги - скандинавские мореходы раннего средневековья, совершавшие морские походы от Винланда до Биармии и от Каспия до Северной Африки. В их распоряжении были простейшие движители гребного судна (драккара). Весло - простейший движитель гребного судна, приводимый в действие мускульной энергией человека.

В эпоху промышленной революции XVIII—XIX века, произошла всемирная механизация (замена ручного труда машинным).

Первоначально человек изобрел элементарные механизмы, ради облегчения своего труда. Пользуясь данными простыми орудиями, он постоянно их совершенствовал. Так появились сложные механизмы, а со временем и машины.

По ходу выполнения данной работы, были приобретены навыки моделирования, конструирования, разработки и написания статьи.

Проблемы, возникшие в процессе разработки:

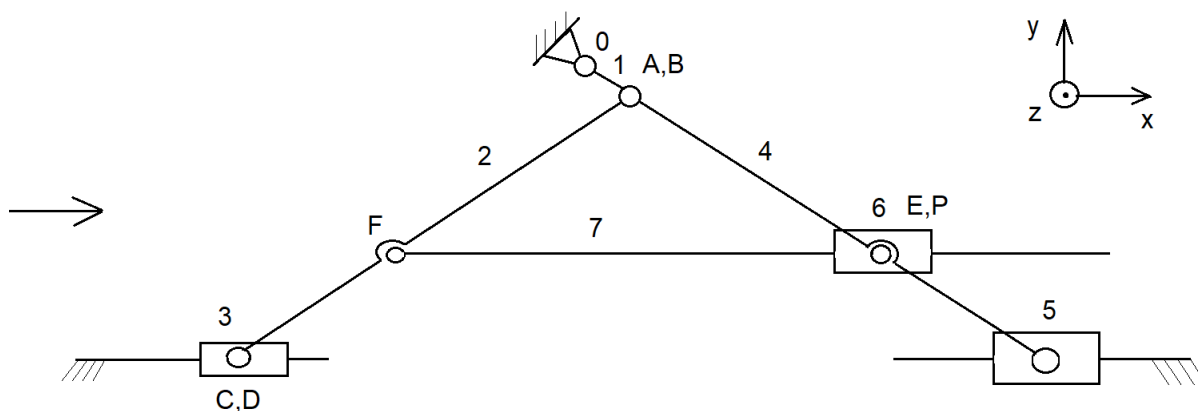
Устройство рабочей части вёсел от веретена до оковки лопасти, компоновка механизма, расчёт подвижности.

Анализ гребного механизма с червячной передачи

Червячная или, как ее также называют, зубчатого-винтовая передача представляет собой механизм, состоящий из червяка, специального винта с резьбой, и зубчатого колеса. Червячное колесо относится к классу колёс косозубого типа. Передача исполняется за счет зацепления конусовидного червяка о зубчатое колесо.

Структура комбинированного зубчатого-рычажного гребного механизма представляет собой: ведущий вал, являющийся червяком (11), передающий движение зубчатому колесу (12), которое осуществляет вращательное движение кривошипа (1). Установленная в механизм

структурная связь: кривошип (1), шатун (2), ползун (3) дублируется
кинематической цепью: кривошип (1), шатун (4), ползун (5) см. рис. 1.



**Рисунок 1. Структурная схема кривошипно-ползунного
оппозитного механизма с добавленной группой Ассур 3 вида**

Звено 2 и звено 4 соединены друг с другом ползунами (6,7), где ползун (7) образуют вращательную пару F со звеном 2, а ползун (6) образует вращательную пару P со звеном 4. Звено 7 является входным для пространственного механизма, далее вёсельного привода (рис. 2). Сообщая знакопеременные плоскопараллельные YOX движения звену 7, создаёт пространственное перемещение весла (9).

Подвижность механизма (рис.1) по формуле Чебышева П.Л. (1821-1894), равна $W=3n-2p_1=21-20=1$. В структурном составе механизма установлены две группы 2 вида (ВВП, так называемая, оппозитная часть механизма), связанные группой Ассур 3 вида (ВПВ).

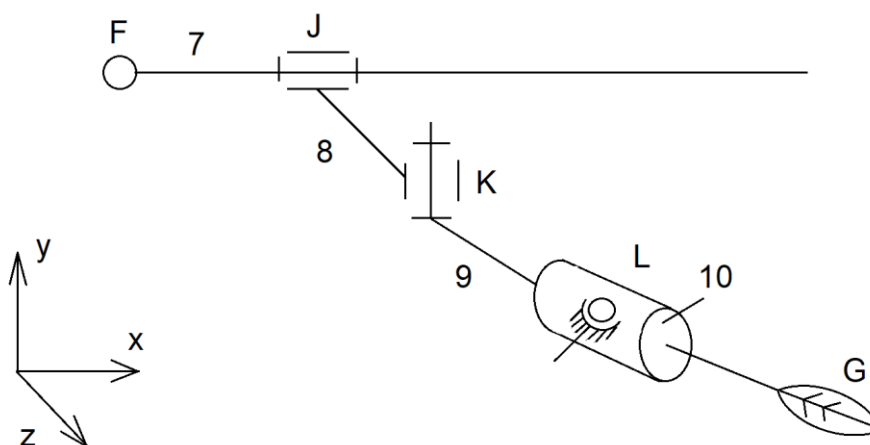


Рисунок 2. Структурная схема пространственного механизма (вёсельный привод)

Для расчёта степени подвижности пространственного механизма (рис.2) используется формула, которая имеет следующий вид: $W=5n-4p_1-3p_2=20-16-3=1$. Формула отличается от формулы Чебышева и Малышева, из-за наличия только 5 движений в механизме.

Условно разделив механизм на плоский и пространственный для расчета степеней подвижности, и выяснив, что у каждого она равна 1, можно отметить, что и общая подвижность тоже равна 1.

Характерной особенностью модели, подчёркивающей необычность конструкции, является так называемая уключина (10). Этот элемент конструкции является двух подвижной кинематической парой «сферическая с пальцем», которая совмещена с поступательной парой.

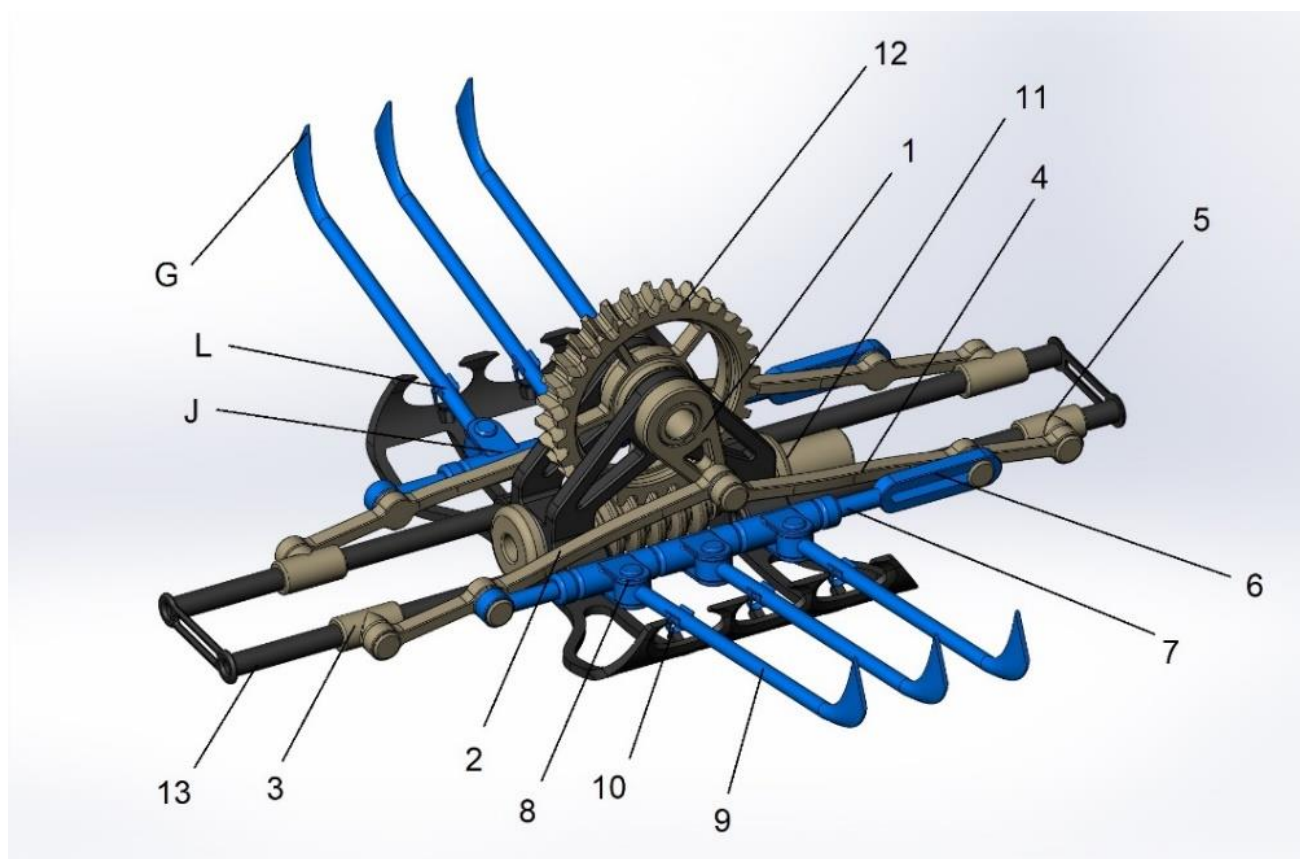


Рисунок 3. Гребной механизм с червячным редуктором

(1-кривошип, 2-шатун, 3-ползуны, 4-шатун, 5-ползун, 6-ползун, 7-ползун, 8- качающийся ползун, 9-вёсло, 10-уключина, 11-ведущий вал (червяк), 12-зубчатое колесо, 13-направляющая)

Уключина делит весло (9) на рабочие части: так называемую внутреннюю JL и внешнюю LG. Вследствие того, что точка J располагается на ползуне (7) и перемещается в плоскости XOZ (рис.4), при движении она занимает 2 крайних положения J1 и J2, при положении J1 расстояние от точки J до уключины (точка L) максимально и внешняя часть весла LG находится над поверхностью воды, при положении F2 расстояние минимально и внешняя часть LG весла находится под водой совершая «гребок».

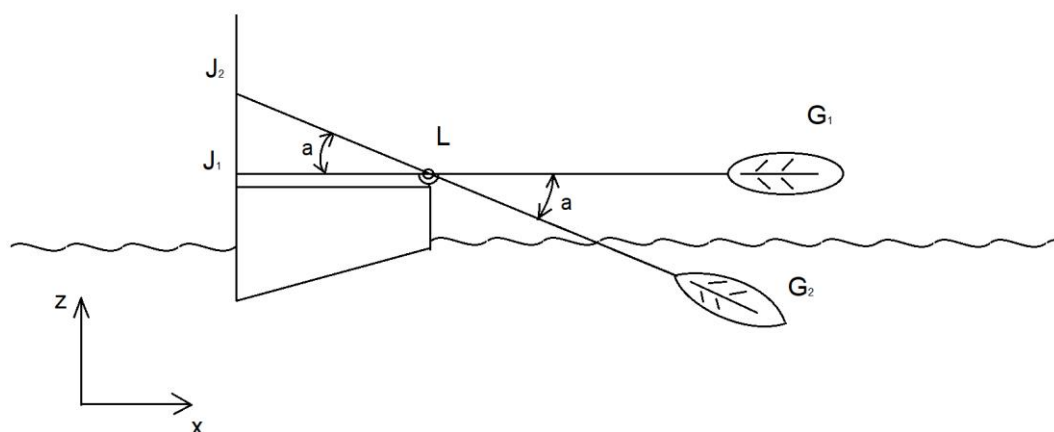


Рисунок 4. Пояснения к изменению внутренней и внешней части весла в плоскости XOZ

Рассматривая перемещение весла в плоскости XOY (рис. 5), она занимает 2 основных положения: J3, J4. При положении J3 весла находятся в начале совершения «гребка», так называемое положение «зацепа», в аналогичном положении J4, весла находятся в крайнем положении после «проводки» под водой проходя положение J2, где расстояние от начало весла (точка J3 и J4) до уключины (точка L) максимально, вследствие чего внешняя часть минимальна. После совершения «гребка» весла возвращаются из положения J4 в положение J3, проходя над водой положение J1.

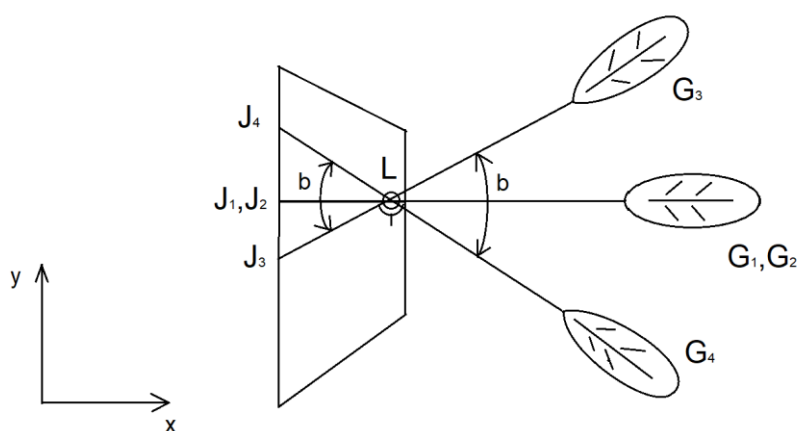


Рисунок 5. Пояснения к изменению внутренней и внешней части весла в плоскости XOY

Одной из особенностей гребного механизма с червячной передачей является передаточное число равное 29, при наименьшем количестве звеньев, обеспечивает высокое передаточное число, по сравнению с другими редукторами. Так же, редуктор обеспечивает плавность хода, что сказывается на равномерном движении вёсел (9).

Передаточное отношение гребного механизма с данной передачей определяется по формуле: $i = \frac{z}{k} = \frac{29}{1} = 29$, где k – число заходов червяка, z – число зубьев червячного колеса. Данное передаточное отношение является нестандартным числом, что является ещё одной особенностью.

Изготовление модели гребного механизма.

Создание модели с помощью программы "SOLIDWORKS" и конструирование полученных элементов механизма, путём печати на 3D принтере с последующей сборкой и проверкой работоспособности.

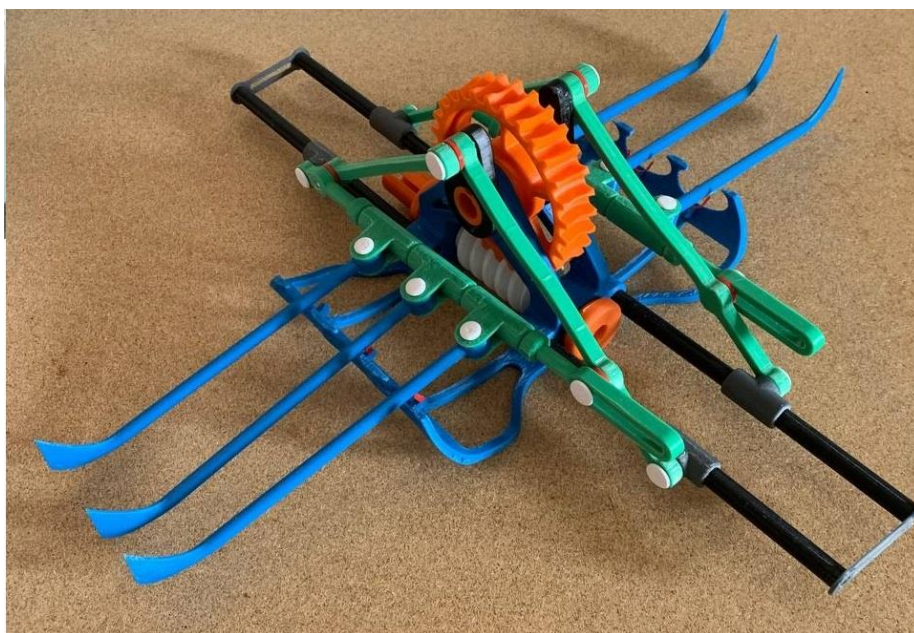


Рисунок 6. Модель механизма, в которой учтены ряд особенности структурного строения

Изделие включает в себя червячный редуктор с передаточным отношением 29:1, в которой используется червячное колесо (12) и червяк (11),

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

оси скрещены перпендикулярно друг с другом. В основу гребневого механизма положены сдвоенные ползунно-кривошипные пары (3,5,8), к которым дополнительно присоединены звенья (6) - кривошип (1), прикрепленный к зубчатому колесу (12) и двигающий звенья механизма по направляющей (13): ползуны (3,5), ползун (7). Вёсла (9), прикрепленные к ползуну (7) и совершающие поступательное и вращательное движение, с помощью качающегося ползуна (10), прикрепленного к основанию направляющей (13).

Вывод: Проведён структурный анализ предложенного механизма, освоены навыки 3D моделирования и 3D печати с дальнейшей сборкой. Были ознакомлены с принципом действия гребневого механизма, основа движения которого осуществляется за счет червячного редуктора с передаточным отношением равным 29. Анализ устройства показал, что червячный редуктор необходимо применять, когда необходимо добиться высокого передаточного отношения при небольших размерах и массе редуктора.

Литература

1. Кудинов, Ю.И. Теория механизмов и машин. Учебно-метод. пос. КПТ / Ю.И. Кудинов, Ф.Ф. Пащенко. - СПб.: Лань КПТ, 2016. - 288 с.
2. Артоболевский, И.И. Теория механизмов и машин. / И.И. Артоболевский. - М.: Альянс, 2016. - 640 с.
3. Гилета В. П. Теория механизмов и машин: учеб. пособие для академ. бакалавриата / В. П. Гилета, Н. А. Чусовитин, Ю. В. Ванаг. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2018. – 179 с.
4. Гребной механизм – Механизмы П. Л. Чебышева: Электронный сайт - патентные данные – Режим доступа: <https://tcheb.ru/paddling-mechanism/>

Literature

1. Kudinov, Yu.I. Theory of mechanisms and machines. Educational method. village KPT / Yu.I. Kudinov, F.F. Pashchenko. - St. Petersburg: Lan KPT, 2016. - 288 p.

2. Artobolevsky, I.I. Theory of mechanisms and machines. / I.I. Artobolevsky. - М.: Alliance, 2016. - - 640с.
3. Gileta V. P. Theory of mechanisms and machines: textbook. a manual for academies. Bachelor's degree / V. P. Gileta, N. A. Chusovitin, Yu. V. Vanag. – 2nd ed., reprint. and additional – Moscow: Yurayt, 2018. – 179 p.
4. Rowing mechanism – Mechanisms of P. L. Chebyshev: Electronic website - patent data – Access mode: <https://tcheb.ru/paddling-mechanism/>

© Нестеров А.А., Самченко Н.Д., Чусовитин Н.А. 2022 Международный журнал прикладных науки и технологий "Integral" №4/2022.

Для цитирования: Нестеров А.А., Самченко Н.Д., Чусовитин Н.А. СИНТЕЗ И АНАЛИЗ ГРЕБНОГО МЕХАНИЗМА С ЧЕРВЯЧНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ// Международный журнал прикладных науки и технологий "Integral" №4/2022.