

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ МЕХАТРОННОГО ПРОФИЛОГРАФА

Федорова А.А.

Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, Чебоксары

Ключевые слова: мехатронный профилограф, структурный анализ механизма, степень подвижности, структурная схема.

Аннотация. В настоящей работе приводится структурный анализ разработанного мехатронного профилографа. В ходе работы была разработана структурная схема механизма, на основе которой приведено описание механизма с указанием основных звеньев, составляющих механизм. Произведен расчет количества степени подвижности, которое соответствует количеству обобщенных координат механизма. Структурный анализ проведен с целью дальнейшего анализа механизма, к примеру, кинематического и силового, а также возможностью использования структурной схемы в механизмах с другими массогабаритными характеристиками и другой областью использования.

STRUCTURAL ANALYSIS OF A MECHATRONIC PROFILER

Fedorova A.A.

Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary

Keywords: mechatronic profiler, structural analysis of the mechanism, degree of mobility, block diagram.

Abstract. This paper presents a structural analysis of the developed mechatronic profiler. In the course of the work, a block diagram of the mechanism was developed, on the basis of which a description of the mechanism was given, indicating the main links that make up the mechanism. The calculation of the amount of the degree of mobility of the mechanism, which corresponds to the number of generalized coordinates of the mechanism, was made. Structural analysis was carried out in order to further analyze the mechanism, for example, kinematic and power, as well as the possibility of using the block diagram in mechanisms with other weight and size characteristics.

Введение. Для исследования особенностей разработанных механизмов проводится структурный анализ механизма, который показывает правильность подбора количества звеньев и кинематических пар (КП) и является необходимым для последующего проведения кинематического, а также силового анализа [1]. Разрабатываемая структурная схема позволяет использовать ее в механизмах с другими массогабаритными характеристиками.

Проведение структурного анализа представляет собой следующие основные этапы:

- перевод реального механизма в структурную схему;
- определение количества подвижных звеньев и КП различного класса;
- определение избыточных связей и местных степеней подвижностей при наличии;
- определение числа степеней подвижностей W (проверка правильности числа обобщенных координат).

Структурный анализ. В работе приводится структурный анализ разработанного мехатронного профилографа [2] для оценки качества поверхностей в различных областях.

На рисунке 1 приведена структурная схема мехатронного профилографа.

Профилограф представляет собой механизм из цилиндрического простого планетарного механизма (ЦППМ) и винтового механизма (ВМ). Функциональное назначение звеньев профилографа приведено ниже:

$$\text{ЦППМ} \begin{cases} 0 - \text{стойка - опорное колесо } (Z_2), \\ 1 - \text{сателлит } (Z_1), \\ 2 - 2' - \text{водило - направляющая,} \end{cases} \quad \text{ВМ} \begin{cases} 3 - \text{винт,} \\ 4 - \text{каретка.} \end{cases}$$

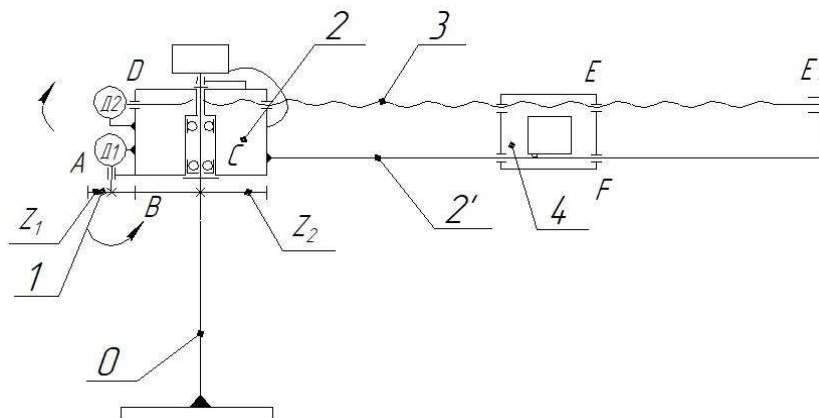


Рис. 1. Структурная схема мехатронного профилографа

Количество обобщенных координат механизма равно количеству двигателей и равно двум. Двигатель Д1 жестко связан с сателлитом 1 и передает движение на водило-направляющую 2-2', обкатываясь по опорному колесу 2. Двигатель Д2 жестко связан с винтом 3 и передает движение каретке 4.

Был проведен расчет степени подвижности устройства W для определения и проверки правильного выбора количества двигателей по формуле Чебышева:

$$W = 3n - 2p_n - p_v, \quad (1)$$

где n – количество подвижных звеньев,

p_n – количество низших КП (пятого класса),

p_v – количество высших КП (четвертого класса),

Таким образом:

$$\begin{cases} n = 4 (1, 2, 3, 4), \\ p_n = 6 (A, C, D, E, E1, F), \\ p_v = 1 (B). \end{cases}$$

Откуда

$$W = 3 \cdot 4 - 2 \cdot 6 - 1 = -1. \quad (2)$$

Рассчитанная степень подвижности показывает, что механизм имеет избыточные связи, добавленные с целью увеличения жесткости механизма в ВМ и уменьшения габаритов ЦППМ. Профилограф имеет следующие связи:

– Дублирующие связи КП E1, D (дублирует КП E).

– Метрическую связь $T=1$ [2], которая накладывает повторяющееся ограничение на относительное движение звеньев. Метрическая связь в данном механизме возникает при непараллельности оси винта 3 и направляющей 2', которая может оказывать влияние на работоспособность механизма. Для устранения этой проблемы в механизме был введен зазор между винтом 3 и кареткой 4.

Следовательно, уточненная степень подвижности:

$$W^{ym} = 3n - 2p_n - p_e - S = 3 \cdot 4 - 2 \cdot 4 - 1 - 1 = 2. \quad (3)$$

Согласно формуле (3) количество степеней подвижности профилографа соответствует количеству обобщенных координат механизма.

Заключение. В научной статье выполнен структурный анализ разработанного мехатронного механизма. Рассчитана степень подвижности W , значение которой равно двум, показывающая, что количество двигателей выбрано верно. Приведенный структурный анализ позволяет провести в последующем кинематический и силовой анализ механизма.

Список литературы

1. Карпычев В.А., Ковин Д.В. К вопросу и методике структурного анализа рычажных передач грузовых вагонов // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №. 1. – С. 117-120.
2. Патент №2724386 РФ. Мехатронный профилограф / Васильев С.А., Александров Р.И., Федорова А.А., Васильев М.А., Мишин С.А., Лимонов С.А. – Оpubл. 23.06.2020, Бюл. №34.
3. Егоров О.Д., Буйнов М.А. Метод структурного анализа механизмов робототехнических и мехатронных устройств // Механика машин, механизмов и материалов. – 2016. – №. 2. – С.15-22.

Сведения об авторе:

Федорова Алена Анатольевна – ассистент.