

## КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕХАТРОННОГО ПРОФИЛОГРАФА

*Федорова А.А.*

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

**Ключевые слова:** мехатронный профилограф, кинематический анализ механизма, обобщенная координата, кинематические характеристики.

**Аннотация.** В настоящей работе приведен кинематический анализ спроектированного мехатронного профилографа для оценки качества поверхностей в различных отраслях. В ходе работы были отмечены две обобщенные координаты устройства, выведены зависимости кинематических характеристик подвижных частей приводных механизмов от кинематических характеристик исполнительных актуаторов.

## KINEMATIC ANALYSIS OF A MECHATRONIC PROFILER

*Fedorova A.A.*

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

**Keywords:** mechatronic profiler, kinematic analysis of the mechanism, generalized coordinate, kinematic characteristics.

**Abstract.** This paper presents a kinematic analysis of the designed mechatronic profiler for assessing the quality of surfaces in various industries. In the course of the work, two generalized coordinates of the device were noted, the dependences of the kinematic characteristics of the moving parts of the drive mechanisms on the kinematic characteristics of the actuators were derived.

В работе показан кинематический анализ спроектированного мехатронного профилографа [1, 2], используемый для оценки качества поверхностей в различных отраслях. На рисунке 1 приводится кинематическая схема мехатронного профилографа.

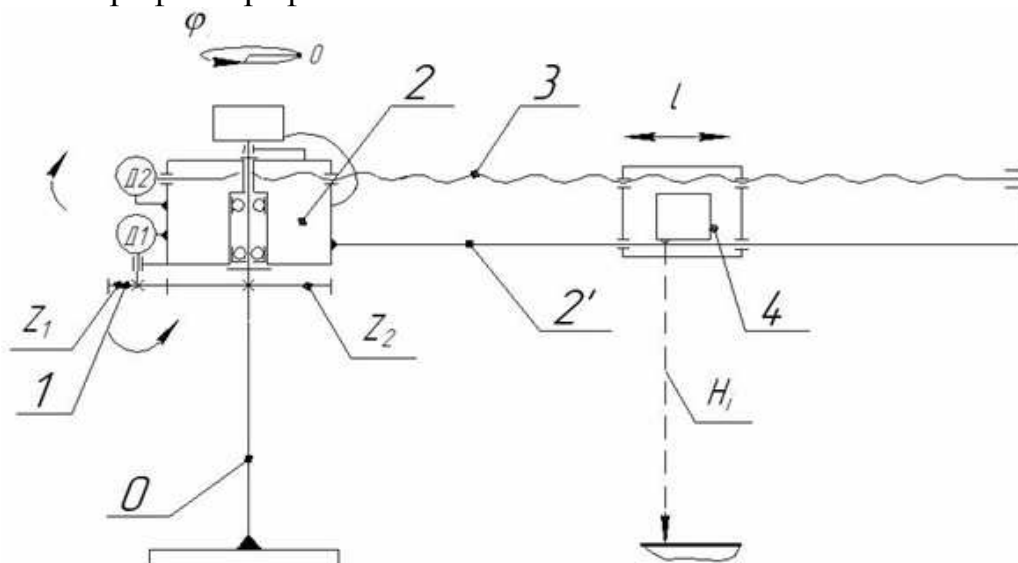


Рис. 1. Кинематическая схема мехатронного профилографа

Профилограф представляет собой механизм, состоящий из двух ступеней: цилиндрического простого планетарного механизма (ЦППМ) и винтового механизма (ВМ), структурный анализ которого приведен в [3]:

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

Обобщенными координатами мехатронного профилографа являются: линейное перемещение каретки 4  $l(t)$  и вращение водила (2-2') –  $\varphi(t)$ , за счет которых можно обеспечивать перемещения датчика сканирования, расположенного на каретке 4 по различным траекториям.

Линейное перемещение каретки 4  $l(t)$  обеспечивается за счет преобразования винтовой передачи вращательного движения, обеспечиваемого двигателем Д2, а вращательное движение водила (2-2') –  $\varphi(t)$  за счет преобразования планетарной передачей вращательного движения, обеспечиваемого двигателем Д1. Ниже приведена зависимость линейной скорости каретки  $V_{\text{кар}}(t)$  и угловая скорость водила  $\omega_{\text{вод}}(t)$  от угловых скоростей двигателей:

$$V_{\text{кар}}(t) = i_{43} \cdot \omega_{\text{дв}2}(t), \tag{1}$$

$$\omega_{\text{вод}}(t) = i_{21}^0 \cdot \omega_{\text{дв}1}(t) \tag{2}$$

где  $\omega_{\text{дв}1}$  – частота вращения двигателя Д1,

$\omega_{\text{дв}2}$  – частота вращения двигателя Д2,

$i_{43}$  – передаточное отношение от каретки 4 к винту 3,

$i_{21}^0$  – передаточное отношение от водила 2 к сателлиту 1 ( $Z_1$ ) при опорном колесе 0 ( $Z_2$ ).

Передаточные отношения  $i_{43}$  и  $i_{21}^0$  в свою очередь определяются по формулам [4]:

$$i_{43} = \frac{2\pi}{S_{\text{винт}}}, \tag{3}$$

$$i_{21}^0 = \frac{1}{1 - i_{10}^2} = \frac{1}{1 + \frac{Z_2}{Z_1}}, \tag{4}$$

где  $i_{10}^2$  – передаточное отношение от сателлита 1 ( $Z_1$ ) к опорному колесу 0 ( $Z_2$ ) при остановленном водиле,

$Z_1$  – количество зубьев сателлита 1,

$Z_2$  – количество зубьев опорного колеса 2.

В итоге были получены зависимости кинематических характеристик подвижных частей приводных механизмов от кинематических характеристик исполнительных актуаторов:

$$V_{\text{кар}}(t) = \frac{2\pi}{S_{\text{винт}}} \cdot \omega_{\text{дв}2}(t), \tag{5}$$

$$\omega_{\text{вод}}(t) = \left(1 + \frac{Z_2}{Z_1}\right) \cdot \omega_{\text{об1}}(t). \quad (6)$$

На основе проведенного расчет возможен подбор оптимальных параметров винта и зубчатых колес профилографа для обеспечения необходимых скоростных характеристик и оптимальных габаритов конструкции профилографа.

#### Список литературы

1. Патент №2724386 С1 РФ. МПК G01N 33/24. Мехатронный профилограф / С.А. Васильев, Р.И. Александров, А.А. Федорова и др. – Заявка №2020107081 от 14.02.2020; опубл. 23.06.2020.
2. Патент №2770800 С1 РФ. Полевой мехатронный профилограф / С.А. Васильев, Р.И. Александров, А.А. Федорова и др. – Заявка №2021113237 от 06.05.2021; опубл. 21.04.2022.
3. Федорова А.А. Структурный анализ мехатронного профилографа // Мехатроника, автоматика и робототехника. – 2022. – № 9. – С. 14-16. – DOI 10.26160/2541-8637-2022-9-14-16.
4. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин: Учеб. для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 640 с.

#### Сведения об авторах:

*Федорова Алена Анатольевна* – ассистент.