

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ПЛАНЕТАРНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ЛАБОРАТОРНОГО ВСТРЯХИВАТЕЛЯ

*Азизов Эдуард Юрьевич, аспирант
Мовсисян Мгер Нверович, аспирант
Новицкий Андрей Владимирович, студент
E-mail: 123mger@mail.ru*

*Кубанский государственный технологический университет
г. Краснодар, РФ*

Аннотация. Встряхиватели пробирок – это специальное оборудование, которое используется в лабораторных условиях, предназначенное для перемешивания, инкубирования и суспендирования компонентов жидкостей в клинических, микробиологических, бактериологических, вирусологических и биохимических лабораториях. В данной работе представляется новый планетарный механизм для встряхивателей пробирок и проводится его структурный анализ. В результате анализа было обнаружено, что данный механизм является одноподвижным и имеет корректную структуру.

Ключевые слова. Структурный анализ, структурная математическая модель, планетарный механизм, подвижность, звено, кинематическая пара.

В большинстве случаев в лаборатории биологических испытаний для перемешивания компонентов материалов используют встряхивание образцов. Однако, вручную проводить смешивание в процессе исследования крайне неэффективно. Для достижения требуемого результата рекомендуется использовать специальные встряхиватели, которые позволяют регулировать частоту и амплитуду движений, а также время процесса перемешивания. Такая технология обеспечивает точность и надежность результатов работы лаборатории.

В данном исследовании был создан инновационный механизм для лабораторных встряхивателей, который использует планетарную передачу с эллиптическими прямозубыми зубчатыми колесами (рис. 1).

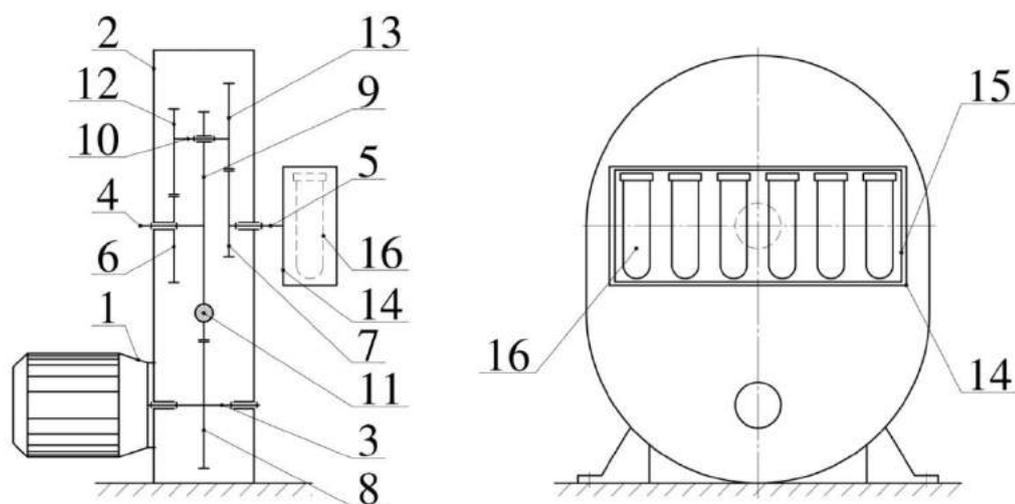


Рис. 1. Лабораторный встряхиватель

Работа лабораторного встряхивателя осуществляется следующим образом [1]: двигатель поз.1 передает вращение на входной вал поз. 3, который, в свою очередь,

передает это движение через цилиндрическое прямозубое зубчатое колесо поз. 8 на водило поз. 9. Затем подвижное эллиптическое прямозубое зубчатое колесо поз. 12 обкатывается по неподвижному эллиптическому прямозубому зубчатому колесу поз. 6, при этом вращение подвижного колеса поз. 12 передается через вал поз. 10 и эллиптическую прямозубую шестерню поз. 13 на эллиптическое прямозубое зубчатое колесо поз. 7 и выходной вал поз. 5. Переменные передаточные отношения двух пар эллиптических колес поз. 12 и 6, а также поз. 13 и 7, обеспечивают возвратно-вращательное движение выходного вала поз. 5. Возвратно-вращательное движение звеньев поз. 5, поз. 14 и держателя поз. 15 с пробирками поз. 16 обеспечивает гомогенизацию лабораторных образцов.

Для проведения структурного анализа предложенного встряхивателя воспользуемся структурной математической моделью, которая была разработана и применена в источниках [2, 3]:

$$\left\{ \begin{array}{l} p = \frac{1}{2} \left(\sum_{t=T-j}^2 m_t + s \right); \\ n = \sum_{t=T-j}^T n_t; \\ W = \sum_{i=1}^{\Pi-1} i p_i - k \Pi; \\ k = p - n; \\ p = \sum_{i=1}^{\Pi-1} p_i; \\ T \leq k + 1, \end{array} \right. \quad (1)$$

где p – количество кинематических пар;

n – количество подвижных звеньев;

n_t – количество подвижных звеньев, которые имеют t вершин;

p_i – количество кинематических пар, которые соответствуют степени подвижности i ;

T – количество вершин, которые присутствуют на базовом звене;

Π – подвижность пространства;

s – количество присоединений к опорным стойкам;

k – количество замкнутых контуров.

Схема встряхивателя (рис. 2) имеет следующий структурный состав:

- четыре одноподвижных кинематических пары A, C, E, G ;
- три двухподвижных кинематических пары B, D, F ;
- два звена, имеющие две вершины 1 и 4;
- два звена, имеющие три вершины 2 и 3;
- четыре точки крепления звена к раме.

Соответственно, получаем следующие значения: $p_1 = 4, p_2 = 3, n_2 = 2, n_3 = 2$ и $s = 4$.

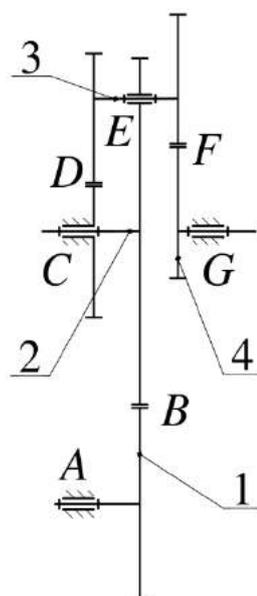


Рис. 2. Структурная схема исполнительного механизма

Подставляя принятые значения в модель (1), получаем следующую систему:

$$\begin{cases} 7 = \frac{1}{2}(3 \cdot 2 + 2 \cdot 2 + 4); \\ n = 2 + 2 = 4; \\ W = 1 \cdot 4 + 2 \cdot 3 - 3 \cdot 3 = 1; \\ k = 7 - 4 = 3; \\ p = 4 + 3 = 7; \\ 3 \leq 4. \end{cases} \quad (2)$$

Таким образом, исследуемая конструкция лабораторного встряхивателя является одноподвижным механизмом ($W=1$), для работы которого требуется один двигатель.

Библиографический список

1. Пат. 2616457 Российская Федерация, МПК F16Н 19/08. Планетарный механизм преобразования вращательного движения в возвратно-вращательное / А. А. Приходько, А. И. Смелягин; заявитель и патентообладатель Кубанский гос. тех. ун-т. – № 2016111033; заявл. 24.03.2016; опубл. 17.04.2017, Бюл. № 11.
2. Смелягин, А. И. Структура машин, механизмов и конструкций / А. И. Смелягин. – Москва : ИНФРА-М, 2019.
3. Prikhodko, A. A. Structural and kinematic analysis of a stirred tank planetary drive // Matec Web of Conferences. – 2018. – Т. 226. – 01012.