

РАЗРАБОТКА ЗУБЧАТО-РЫЧАЖНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ПЕРЕДАТОЧНОГО МЕХАНИЗМА

*Мадаминов Санжарбек Махмуджон угли¹,
Сотимов Хусниддин Рустам угли¹
Мирзаев Отабек Тохир угли¹
Машарибов Анвар Рашидович¹
msanjarm1994@mail.ru*

Аннотация: В статье приведены устройства, принцип работы и структурный анализ зубчато-рычажного дифференциального передаточного механизма применяемых в валичных машинах в машиностроительной промышленности.

Ключевые слова: Механизм, дифференциал, валичный машин, зубчатые колеса, рычаг, ползун.

Интерес к дифференциальным передаточным механизмам во всем мире стремительно увеличивается [1-13].

Научная работа относится к машиностроительной промышленности, а именно к технологическим машинам, содержащих пару рабочих валов, синхронность вращения которых при изменении межосевого расстояния этих рабочих валов (при пропускании между ними обрабатываемого материала, например, кожу для отжима) очень важна [14].

На рисунке 1А изображены схематические чертежи предлагаемый передаточный механизм, на рисунке 1Б тот же, разрез А-А.

Зубчато-рычажного дифференциального передаточного механизма (ЗРДПМ) с симметричным перемещением центров вращения ведущих и ведомых зубчатых колес [15], установленный на двухвалковой технологической машине, например, на машине для обработки мокрых кож, состоящий из двух рабочих валов 1 и 2 (фиг.1) на поверхность которых надеты покрышки 3 и 4, где оба рабочих вала имеют возможность вращаться вокруг собственных осей O_1 и O_4 и перемещаться с помощью рычагов 5, 6, 7 и 8, по прямой линии проходящий через оси вращения (9, 10), рабочих валов (1, 2) и состоит: из жестко установленных на выходных концах рабочих валов 1 и 2 ведущих и ведомых зубчатые колёс 11 и 12 и шарнирно установленных рычагов 13, 13', 14 и 14', которые являются опорами осей 9 и 10. На осях 9 и 10 установлены промежуточные зубчатые колёса 15 и 16. Оси 9 и 10 вращения промежуточных зубчатых колёс 15 и 16 между собой кинематически связаны рычагом 17, который расположен параллельно к линии, проходящей по оси вращения рабочих валов 1, 2. Рычаг 17 по своей середине жестко закреплен с ползуном 18 под прямым углом.

Механизм работает следующим образом:

Крутящий момент от рабочего вала 1 на рабочий вал 2 передается посредством зубчатых колёс ведущих 11, промежуточных 15, 16 и ведомых 12. Когда между рабочими валами 1 и 2 попадает обрабатываемый материал с переменной толщиной, меняется межосевое расстояние O_1O_4 (рисунок 1А). При этом ползун 18 обеспечивает рычагу 17 (O_2O_3) движение

¹ Ургенский государственный университет



перпендикулярное к линии проходящий через оси вращения (O_1 и O_4) рабочих валов 1 и 2. Система рычагов и зубчатые колёса обеспечивает синхронное перемещение и вращения рабочих валов 1 и 2, так как оси вращения промежуточных зубчатых колёс (O_2 и O_3 т.е. 9 и 10) получают относительную скорость равную по величине и параллельную по направлению, а промежуточные зубчатые колёса (15 и 16) получают углы вращения равные по величине и противоположные по направлению, тем самым компенсируют углы поворота друг друга.

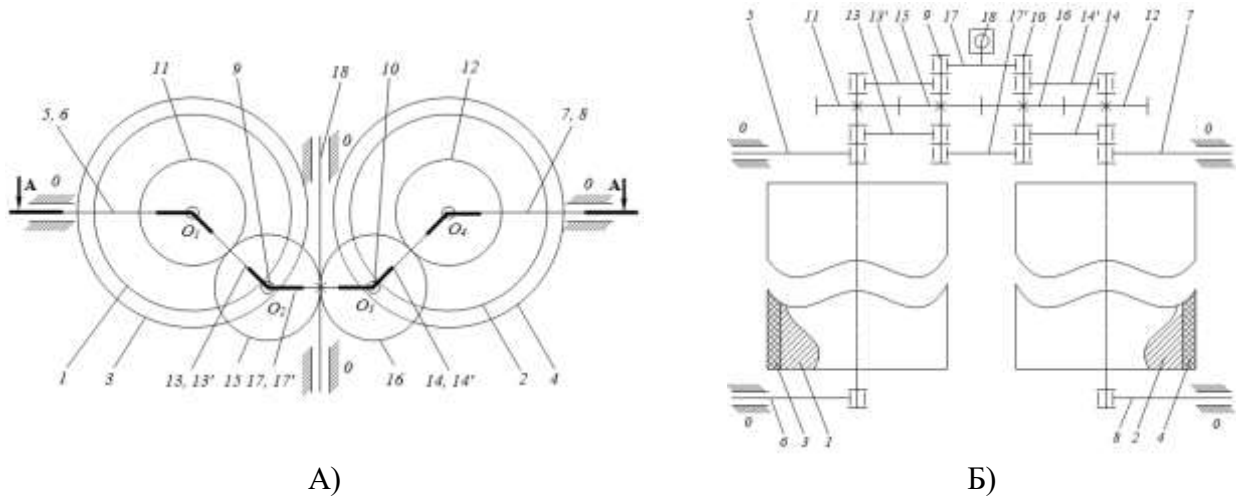


Рисунок – 1. Зубчато-рычажный дифференциальный передаточный механизм с симметричным перемещением центров вращения ведущих и ведомых зубчатых колес

Следовательно, с изменением межосевого расстояния O_1O_4 не возникает разницы в углах поворота зубчатых колес ведомых 12 и ведущих 11 и обеспечивается синхронность вращения этих зубчатых колес. Так как, зубчатые колёса, ведомые 12 и ведущие 11 жестко закреплены в выходных концах рабочих валов 1 и 2, то эти рабочие валы тоже будут вращаться синхронно.

Усилия в контактах зубьев зубчатых колец 11, 15, 16 и 12, которые в свою очередь передаются рычагам 13, 13', 14, 14', 17, и 17' рычаги воспринимают усилие на сжатие и на растяжение, а не на изгиб. Если рычаги 13, 14, 17 рычажного контура работают на растяжения то рычаги 13', 14', 17' могут работать на сжатия или все рычаги могут работать на растяжения, также все рычаги могут работать на сжатия.

Применение предлагаемого передаточного механизма в валковых машинах увеличивает надежность машины.

Структурный анализ нового дифференциального передаточного механизма симметричным перемещением центров вращения ведущих и ведомых зубчатых колес

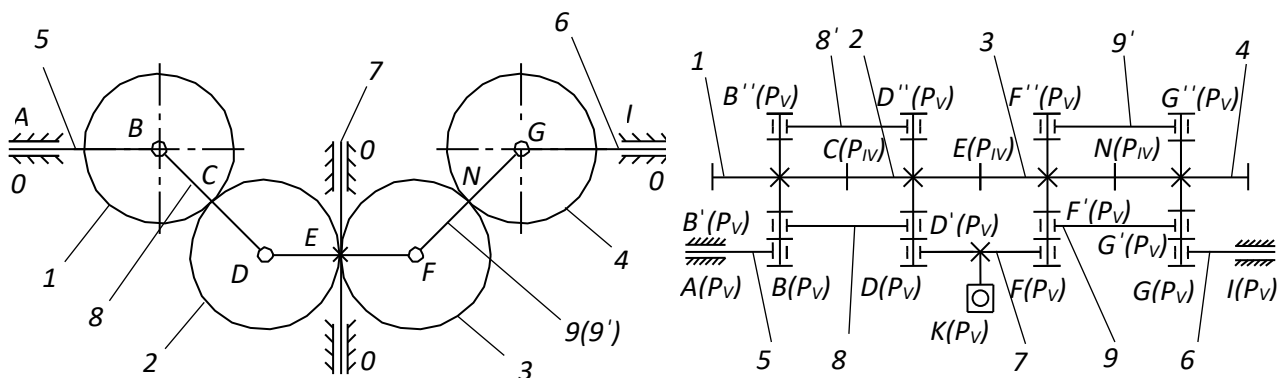
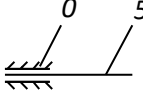
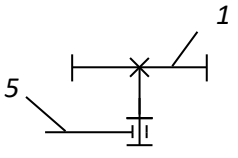
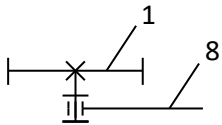

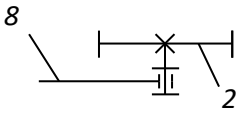
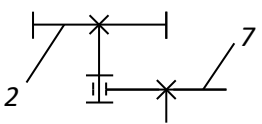
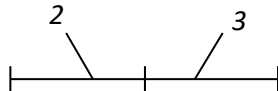
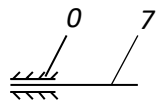
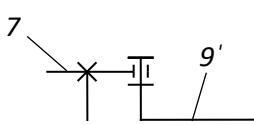
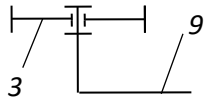


Рисунок-2. Схема ЗРДП механизма

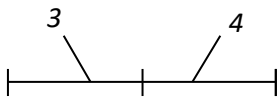
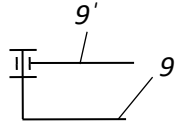
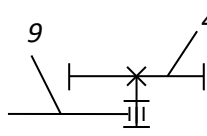
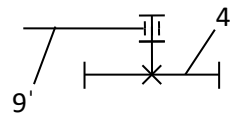
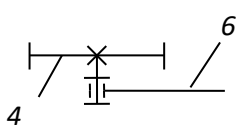
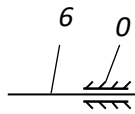
Рисунок-3. Структурная схема ЗРДП механизма



Таблица 1–Кинематические пары, схемы и классы кинематических пар седьмой модификации механизма.

№	Кинематической пары	Схема кинематической пары	Класс кинематической пары
1	$0 \rightarrow 5$		P_V
2	$5 \rightarrow 1$		P_V
3	$1 \rightarrow 8$		P_V
4	$1 \rightarrow 2$		P_{IV}
5	$8 \rightarrow 2$		P_V
6	$2 \rightarrow 7$		P_V
7	$2 \rightarrow 3$		P_{IV}
8	$7 \rightarrow 0$		P_V
9	$7 \rightarrow 9'$		P_V
10	$3 \rightarrow 9$		P_V



11	$3 \rightarrow 4$		P_{IV}
12	$9' \rightarrow 9$		P_V
13	$9 \rightarrow 4$		P_V
14	$9' \rightarrow 4$		P_V
15	$4 \rightarrow 6$		P_V
16	$6 \rightarrow 0$		P_V

По результатам схем и таблиц определена подвижность рассматриваемого механизма.

Подвижность этого механизма определяется по формуле (1) для определения подвижности плоских механизмов

$$W = 3n - 2P_V - P_{IV} + q \quad (1)$$

По данным таблицы

$$n=11; \quad P_V=13; \quad P_{IV}=3 \quad (2)$$

Следовательно

$$W = 3n - 2P_V - P_{IV} + q = 3 \cdot 11 - 2 \cdot 13 - 3 = -2, \quad (3)$$

где,

W - подвижность механизма;

n - число подвижных звеньев;

q - число избыточных связей в механизме

P_{IV} , P_V , - число кинематических пар IV и V классов.



Вышеуказанного ЗРДПМ двухподвижный, теперь мы определяем избыточных связей этого механизма.

$$q = W - 3n + \sum_{i=4}^5 (i - 3)P_i \quad (4)$$

$$q = 2 - 3 \cdot 11 + (5 - 3) \cdot 16 + (4 - 3) \cdot 3 = 4 \quad (5)$$

В этом механизме имеется 4 избыточных связей.

1 Выполнен структурный анализ ЗРДПМ с симметричным перемещением центров вращения ведущих и ведомых зубчатых колес.

3 В структуре этого ЗРДПМ имеются избыточные, что требует высокой точности изготовления механизма.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Abdulkarimov, A., Alimukhamedov, S., Saidakulov, I., & Madaminov, S. (2022, June). Analysis of a two-roll module with an arcuate displacement of the center of rotation of the movable shaft. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2467, No. 1, p. 030029). AIP Publishing LLC.
2. Abdulkarimov, A., Madaminov, S. M., & Rozaxinov, A. S. (2022, October). Kinematics of a ten-link gear-lever differential transmission mechanism with antiparallelogram lever contour. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2637, No. 1, p. 060007). AIP Publishing LLC.
3. Wang, Y.; Li, K.; Qiao, B.; Shen, Z.; Chen, X. Theoretical Investigation of Mesh Relationship and Mesh Stiffness of Internal Spur Gears with Tooth Wear. Appl. Sci. 2023, 13, 2022. <https://doi.org/10.3390/app13032022>
4. Sh.R. Khurramov, A. Abdulkarimov, F.S. Khalturaev and F.Z. Kurbanova Modeling of friction forces in an asymmetric two-roll module//ModTech 2020 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 916 (2020) 012051 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/916/1/012051
5. Abdulkarimov, A., Abdullajonov, A., Madaminov, S., Rozaxinov, A., & Achilov, G. (2022, June). Graph-analytical study of a tooth-lever differential transmission mechanism. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2467, No. 1, p. 030025). AIP Publishing LLC.
6. Yang X, Zhang C, Yu W, Huang W, Xu Z, Nie C. A Refined Dynamic Model for the Planetary Gear Set Considering the Time-Varying Nonlinear Support Stiffness of Ball Bearing. Machines. 2023; 11(2):206. <https://doi.org/10.3390/machines11020206>
7. Bahadirov G.A., Ravutov Sh.T., Abdulkarimov A. And Toshmatov E. Development of the methods of kinematic analysis of elliptic drum of vertical-spindle cotton harvester// 1st International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering 2021 14 January 2021, Tashkent, Uzbekistan. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science **1030 (2021) 012160** IOP Publishing [doi:10.1088/1755-899X/1030/1/012160](https://doi.org/10.1088/1755-899X/1030/1/012160).
8. Khurramov Sh. R. *, Abdulkarimov A., Khalturaev F.S., Kurbanova F.Z. Modeling the Shape of the Roll Contact Curves in Two-Roll Modules// ICEMP 2021 IOP Publishing Journal of Physics: Conference Series **1789 (2021) 012008** [doi:10.1088/1742-6596/1789/1/012008](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1789/1/012008)
9. Amanov, A., Khurramov, S.R., Bahadirov, G.A. [A. Abdulkarimov](#) & [T. Y. Amanov](#) . Modeling of strain and filtration properties of a semi-finished leather product. *J Leather Sci Eng* **3**, 14 (2021). <https://doi.org/10.1186/s42825-021-00056-1>



10. Abdugarimov, A., & Madaminov, S. (2021, October). To the theory and practice of creating modern roller machines. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1182, No. 1, p. 012001). IOP Publishing.
11. Abdugarimov, A., Madaminov, S., & Abdullajonov, A. (2021). Synthesis of a ten-link tooth-lever differential roller transmission mechanism. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 304, p. 02010). EDP Sciences.
12. J.D. Smith, Effects of dynamics in gear tooth contact, *Tribology International*, Volume 13, Issue 3, 1980, Pages 133-135, ISSN 0301-679X, [https://doi.org/10.1016/0301-679X\(80\)90058-4](https://doi.org/10.1016/0301-679X(80)90058-4)(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0301679X80900584>)
13. Abdugarimov A., Abdullajanov A.A., Abdugarimov A. Kinematics of the transmission gear mechanism for roller machines with different diameters of drive shaft// *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Volume **1182 (2021) 012002**, ModTech International Conference: Modern Technologies in Industrial Engineering IX (ModTech 2021) 23rd-26th June 2021, Eforie Nord, Romania. [doi:10.1088/1757-899X/1182/1/012002](https://doi.org/10.1088/1757-899X/1182/1/012002).
14. Оборудование предприятий по производству кожи и меха: Учебник/ А.Г. Бурмистров и др. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981 г. стр.151, 214-215.2.
15. Решение о выдаче патента РУз №FAP20220080 Зубчато-рычажный дифференциальный передаточный механизм с симметричным перемещением центров вращения ведущих и ведомых зубчатых колес// Абдукаримов А., Мадаминов С.М., Розахинов А.С. 10.03.2022

