

*Зиялиев К. Ж., докт. техн. наук, профессор,
ziialiev@mail.ru*

*Чинбаев О. К., ст. преподаватель
ochinbaev@gmail.com*

*Дюшембаев Ж. Ж., преподаватель
zheenbek@iksu.kg*

ИГУ им. К. Тыныстанова, Кыргызстан

СИНТЕЗ НОВЫХ СХЕМ МЕХАНИЗМОВ НА ОСНОВЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИАГРАММЫ ШАРНИРНО- ЧЕТЫРЕХЗВЕННОГО МЕХАНИЗМА

В данной статье рассмотрены основные принципы построения пространственной диаграммы шарнирно-четырёхзвеного механизма с использованием методов аналитической геометрии. Отмечены основные механизмы с особыми положениями, которые получили практическое применение в разработке и создании виброударных машин различного назначения. Рассмотрены методы синтеза новых механизмов на основе механизмов, схемы и кинематические характеристики определены с использованием пространственной диаграммы.

***Ключевые слова:** механизм переменной структуры, пространственная диаграмма, аналитическая геометрия, шарнирно-четырёхзвённый механизм, виброударная машина.*

Зиялиев К. Ж., *тех. илим. докт.*
ziialiev@mail.ru

Чинбаев О. К., *ага окутуучу*
ochinbaev@gmail.com

Дюшембаев Ж. Ж., *окутуучу*
zheenbek@iksu.kg

К. Тыныстанов ат. БИМУ, Кыргызстан

ШАРНИРЛУУ-ТӨРТ ЗВЕНОЛУУ МЕХАНИЗМДИН МЕЙКИНДИКТҮҮ ДИАГРАММАСЫНЫН НЕГИЗИНДЕ ЖАҢЫ СХЕМАЛАРДЫ СИНТЕЗДӨӨ

Макалада аналитикалык геометриянын методдорун колдонуу менен шарнирлүү-төрт звенолуу механизмдин мейкиндиктүү диаграммасын түзүүнүн негизги принциптери каралган. Ар кандай ургулоочу машиналарды жасоодо практикалык колдонууга ээ болгон звенолору өзгөчө абалдуу механизмдердин негизгилери белгиленип көрсөтүлгөн. Мейкиндиктүү диаграмманы колдонуу менен, схемасы жана кинематикалык мүнөздөмөсү аныкталган механизмдердин негизинде жаңы механизмдерди синтездөөнүн ыкмасы каралган.

Өзөктүү сөздөр: *өзгөрүлмөлүү структуралык механизм, мейкиндиктүү диаграмма, аналитикалык геометрия, шарнирлүү-төрт звенолуу механизм, виброуруу машинасы.*

Ziialiev K. Zh., doctor of technical science, professor,
ziialiev@mail.ru

Chinbaev O. K., ochinbaev@gmail.com
Dyushembaev Zh. Zh., zheenbek@iksu.kg

ISU K. Tynystanov, Kyrgyzstan

SYNTHESIS OF NEW SCHEMES OF MECHANISMS ON THE BASIS OF A SPATIAL DIAGRAM OF A HINGED-FOUR-LINK MECHANISM

This article discusses the basic principles of constructing a spatial diagram of a four-link mechanism using the methods of analytical geometry. The main mechanisms with special provisions are noted, which have received practical application in the development and creation of vibro-impact machines for various purposes. Methods for the synthesis of new mechanisms based on mechanisms are considered, schemes and kinematic characteristics are determined using a spatial diagram.

Keywords: *Mechanism of variable structure, spatial diagram, analytical geometry, hinged-four-link mechanism, vibroimpact machine*

В работе [1] подробно описана методика построения пространственной диаграммы шарнирно-четырёхзвенного механизма с использованием методов аналитической геометрии и применение данной диаграммы для исследования шарнирно-четырёхзвенных механизмов с

различными соотношениями длин звеньев. Основная суть данной методики заключалась в том, что используя относительные размеры:

шатуна $\lambda_2 = \frac{\ell_2}{\ell_1}$, правого подвижного звена $\lambda_3 = \frac{\ell_3}{\ell_1}$, входящего в

кинематическую пару со стойкой и стойки $\lambda_4 = \frac{\ell_4}{\ell_1}$ шарнирно-четырёхзвенного механизма (рис. 1), и рассматривая его в трехмерной прямоугольной системе координат с осями λ_2 , λ_3 и λ_4 представим данный механизм в виде точки $M(\lambda_2; \lambda_3; \lambda_4)$ (рис. 2).

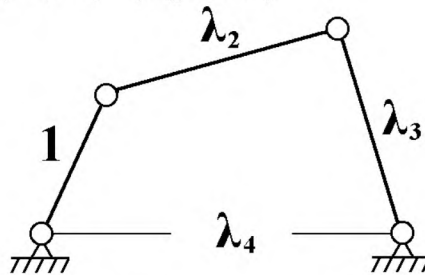


Рис. 1. Структурная схема шарнирно-четырёхзвенного механизма с относительными размерами звеньев

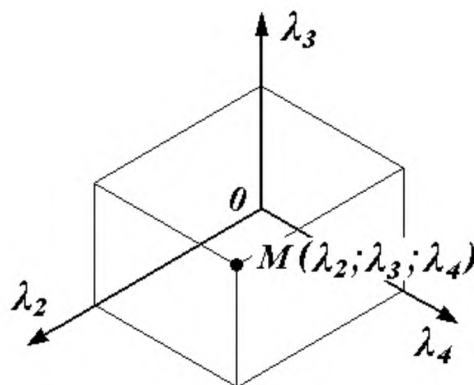


Рис. 2. Шарнирно-четырёхзвенный механизм с относительными размерами звеньев λ_2 , λ_3 и λ_4 , представленный в виде точки в пространстве

Далее описывая математически в виде систем неравенств условия существования шарнирно-четырёхзвенного механизма, а также условия существования его основных видов (двухкривошипного, кривошипно-коромыслового и двухкоромыслового) с использованием теоремы Грасгофа, и решив их методами аналитической геометрии, получим пространственную диаграмму шарнирно-четырёхзвенного механизма (рис. 3) [1].

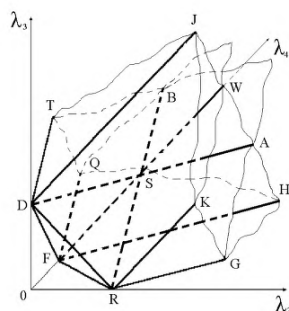


Рис. 3. Пространственная диаграмма шарнирно-четырёхзвенного механизма

Как видно из рис. 3, пространственная диаграмма разделена на несколько объемных фигур, которые являются областями существования определенных видов шарнирно-четырёхзвенного механизма. Плоскости и грани, которые разделяют эти фигуры, относятся к механизмам с особыми положениями (все звенья располагаются в одной линии).

Из всех механизмов с особыми положениями особый интерес вызывают те механизмы, которые получили название «ударные механизмы», т.к. на их основе на базе Инженерной академии КР и Института машиноведения и автоматики НАН КР созданы виброударные машины различного назначения. Так, например, на грани BSA, который разделяет области существования кривошипно – коромысловых и двухкоромысловых механизмов (рис.3), расположены механизмы, называемые ударными механизмами с наибольшим основанием, т.к. в этих механизмах наибольшую длину имеет основание (рис. 4).

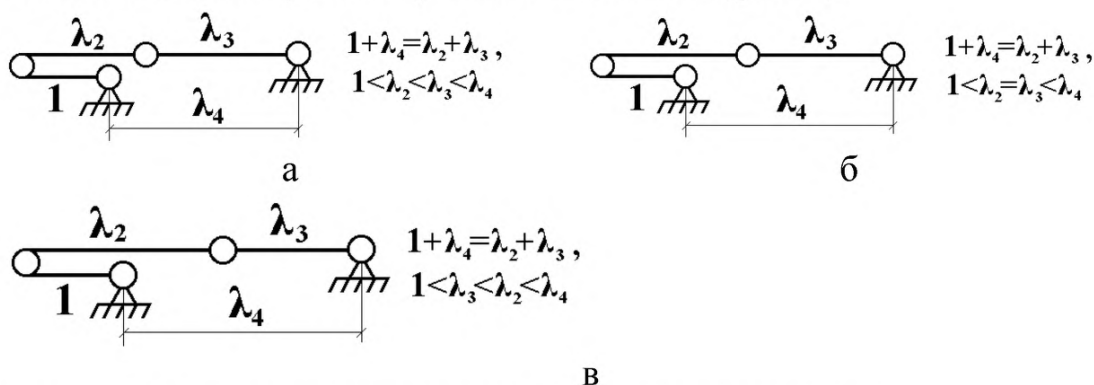


Рис. 4. Ударные механизмы с наибольшим основанием

Механизмы, приведенные на рис. 5а, 5б, 5в, называются ударными механизмами с наибольшим шатуном и соответствуют грани WSA, которая также разделяет область существования кривошипно-

коромысловых и дукхкоромысловых механизмов (рис. 3). Именно эти механизмы получили наибольшее применение при создании виброударных машин.

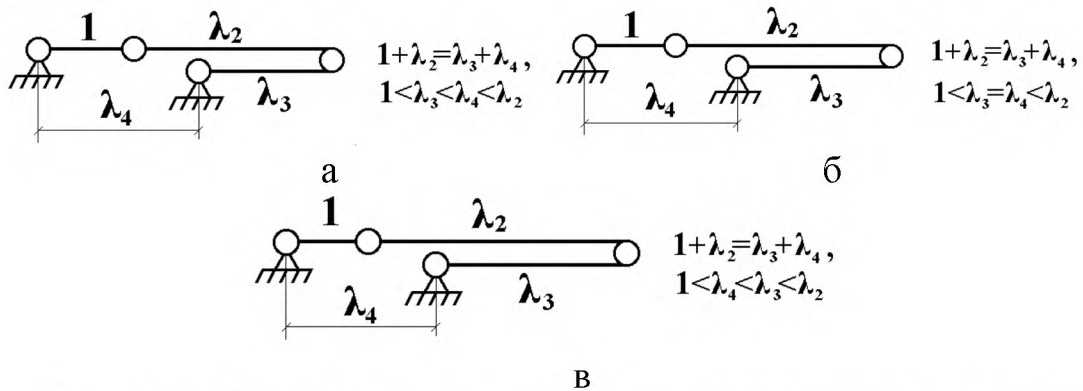


Рис. 5. Особые положения кривошипно-коромысловых механизмов с наибольшим шатуном

В плоскости BSW пространственной диаграммы (рис. 3) сосредоточены ударные механизмы с наибольшим коромыслом, которые представлены на рис. 6.

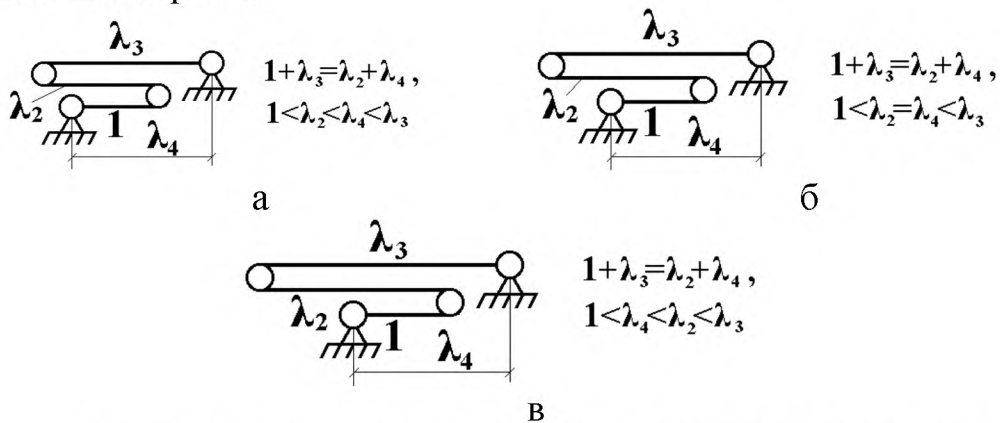


Рис. 6. Ударные механизмы с наибольшим коромыслом

Исследования показали, что эти механизмы по своим кинематическим характеристикам наиболее лучше приспособлены для создания ударных машин с высокой энергией единичного удара. В связи с этим на основе механизма с соотношением длин звеньев $1 < \lambda_2 < \lambda_4 < \lambda_3$, $1 + \lambda_3 = \lambda_2 + \lambda_4$ (рис 6,а) на базе Инженерной академии КР была создана механический генератор ударных импульсов высокой мощности ГУИМ-1 с энергией удара $P = 22,7 \text{ КДж}$ и частотой удара $\nu = 0,35 \text{ Гц}$.

На рис. 7 представлены все виды шарнирно-четырёхзвенных механизмов с особыми положениями, а также показаны пути последовательного перехода шарнирно-четырёхзвенных механизмов с особыми положениями из одного вида в другие при одновременном варьировании длин двух звеньев. Варьирование длин звеньев условно

обозначено стрелками, направленными вверх (увеличение) и стрелками, направленными вниз (уменьшение). Например, $\bullet_3 \star \bullet_2 \star$ – означает увеличение относительной длины \bullet_3 звена 3 с одновременным уменьшением относительной длины \bullet_2 звена 2.

Следует также отметить, что на основе механизмов с особыми положениями, схемы и кинематические характеристики определены пространственной диаграммой, можно синтезировать новые механизмы с новыми кинематическими характеристиками.

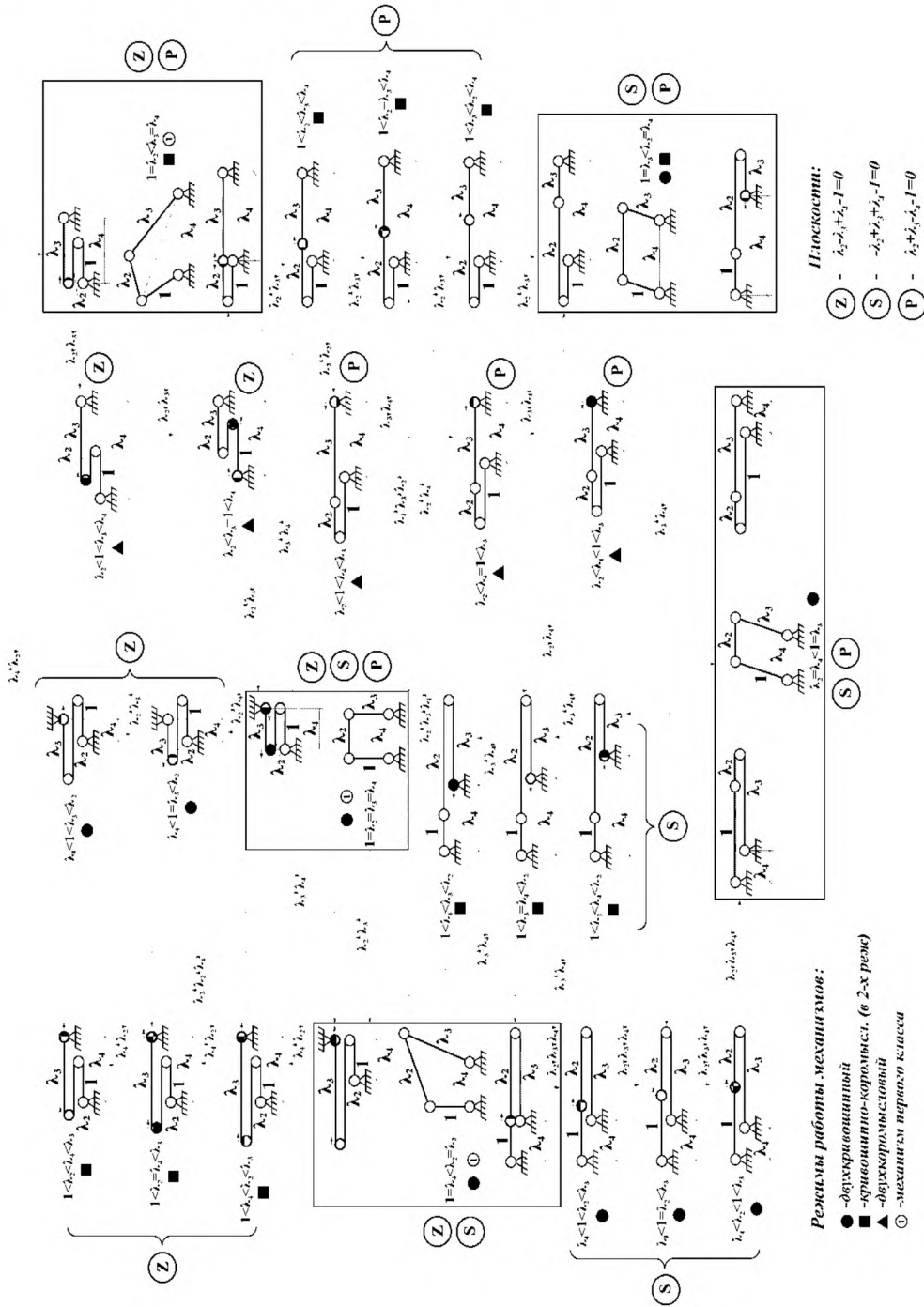
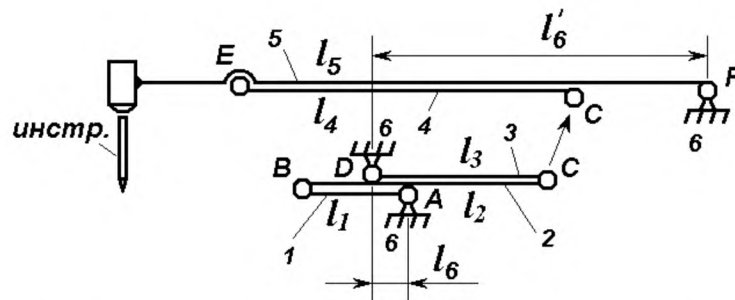


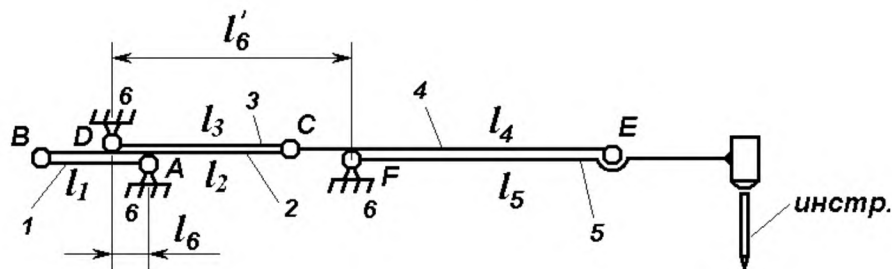
Рис. 7. Шарнирно-четырёхзвенные механизмы с особыми положениями.

Так, например, на основе структурного соединения механизмов, приведенных на рис. 5,а и 6,а, с механизмом с соотношением длин звеньев $1 < \lambda_3 < \lambda_2$, $\lambda_2 - \lambda_3 < 1$, $\lambda_4 = 1 - \lambda_2 + \lambda_3$, приведенным на рис. 7, синтезированы шестизвенный ударный механизм с наибольшим коромыслом (рис. 8) и шестизвенный ударный механизм с наибольшим шатуном (рис. 9), на которые получены Евразийские патенты на изобретения [2,3].



$$l_1 < l_3 < l_2; l_2 - l_3 < l_1; l_6 = l_1 - l_2 + l_3; l_3 < l_4 < l_5; l'_6 = l_5 - l_4 + l_3$$

Рис. 8. Шестизвенный ударный механизм с наибольшим коромыслом



$$l_1 < l_3 < l_2; l_2 - l_3 < l_1; l_6 = l_1 - l_2 + l_3; l_3 < l_5 < l_4; l'_6 = l_3 + l_4 - l_5$$

Рис. 9. Шестизвенный ударный механизм с наибольшим шатуном

Литература:

1. Построение пространственной диаграммы шарнирно-четырёхзвенного механизма. Мат. межд. конференции «Механизмы переменной структуры и виброударные машины». - Бишкек, 1999.
2. Структурный синтез шестизвенного ударного механизма с наибольшим коромыслом. //Известия Национальной Академии наук Кыргызской Республики. - Бишкек, 2022. ISSN 0002-3221
3. Структурный синтез шестизвенного ударного механизма с наибольшим шатуном. //Известия Национальной Академии наук Кыргызской Республики. - Бишкек, 2022. ISSN 0002-3221