

ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ НАН КР

ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ КР

Диссертационный совет Д 05.04.251

**На правах рукописи
УДК 621.01**

ТОКТАКУНОВ ЖОЛДОШБЕК ШАМУКАНБЕТОВИЧ

**СОЗДАНИЕ СТРУКТУРНЫХ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ
МЕХАНИЗМОВ ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ НА ПРИМЕРЕ
КУЛИСНОГО, СИНУСНОГО И КРИВОШИПНО-ПОЛЗУННОГО
МЕХАНИЗМОВ**

Специальность 05.02.18. - Теория механизмов и машин

А в т о р е ф е р а т

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Бишкек 2004

Работа выполнена в Инженерной академии Кыргызской Республики и Ысыккульском государственном университете им. К.Тыныстанова МОН и К КР

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор,
академик МИА и ИА КР **Абдраимов С.**

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Абдылдаев М.Ю.
кандидат технических наук, **Уркунов З.А.**

Ведущая организация: Джалалабатский государственный университет

Защита состоится 24 сентября 2004 года в 14.00 часов на заседании Диссертационного совета Д 05. 04. 251 при Инженерной академии КР и Институте машиноведения НАН КР, г. Бишкек, ул. Скрябина, 23.

С диссертацией можно ознакомиться в архивах Инженерной академии КР и Института машиноведения НАН КР.

Ваши отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные гербовой печатью, просим направлять по адресу: 720055, г. Бишкек, ул. Скрябина, 23, Институт машиноведения НАН КР, Диссертационный совет Д.05.06.251.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2004 г.

Ученый секретарь Диссертационного
Совета Д.05.06.251, к.т.н.

Анохин А.В.

Общая характеристика работы

Актуальность работы: Положение страны в ряде экономически развитых государств определяется, в основном, уровнем развития промышленности, которая в большей степени определяется машиностроением. Современное машиностроение требует разработки новых перспективных механизмов, обладающих высокой производительностью и превосходящие существующие аналоги. К созданию таких механизмов наилучшим образом отвечают механизмы переменной структуры (МПС).

Впервые, механизмы переменной структуры как отдельный вид механизмов, были выделены в первой половине 20-го века в работах В.В.Добровольского, Н.В.Еремеева и С.Н.Кожевникова. Под руководством П.М.Алабужева были разработаны рычажные исполнительные органы ударных машин с механизмом переменной структуры. Исполнительные рычажные механизмы с особыми структурными свойствами были использованы в кузнечнопрессовых машинах, разработанных Бигуном О.П., Кожевниковым В.А. и др.

Новый вид рычажных механизмов переменной структуры был разработан под руководством О.Д.Алимова и С.Абдраимова. На основе этих механизмов были созданы исполнительные механизмы кузнечнопрессовых и ручных ударных машин.

На протяжении ряда лет в Инженерной академии КР и Институте машиноведения НАН КР интенсивно развивается новое направление в теории механизмов и машин, связанное с синтезом и анализом механизмов переменной структуры и созданием на их основе принципиально новых машин различного назначения.

К настоящему времени накоплен большой практический опыт создания машин, в частности, кузнечнопрессового оборудования, ударных машин. Однако теоретические основы создания и исследования машин на основе механизмов переменной структуры развиты еще недостаточно. В связи с этим, развитие теоретических основ создания и исследования механизмов переменной структуры, в качестве главных исполнительных механизмов остается актуальной задачей.

Цель работы заключается в разработке методики получения механизмов переменной структуры, выявлении возможных путей взаимных переходов механизмов друг в друга, облегчающих разработку механизмов переменной структуры и создание механизмов переменной структуры на примере кулисного, синусного и кривошипно-ползунного механизмов.

Методика выполнения работы. В работе приведена методика получения механизмов переменной структуры. Получение МПС

осуществлялось соединением в одноподвижный механизм конверсионного звена, входящего в одноподвижную кинематическую пару со стойкой и исключением подвижности одной из кинематических пар механизма. Кинематические исследования выполнены на основе общих методов теории механизмов и машин.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- разработана методика построения механизмов переменной структуры, на основе которой найдены новые пути переходов механизмов друг в друга;
- выявлены особые положения кулисных механизмов, имеющих смещение камня;
- установлены закономерности работы кулисных механизмов переменной структуры;
- разработаны механизмы переменной структуры на примере кулисного, синусного и кривошипно-ползунного механизмов;
- разработана методика кинематического анализа кулисного и синусного механизмов переменной структуры для всех режимов работ.

Практическая ценность работы: Результаты работы используются при создании машин с механизмами переменной структуры и переданы в Инженерную академию КР и ИГУ им. К.Тыныстанова. По составленной структурной схеме взаимных переходов и схемам МПС разработаны МПС на примере синусного и кулисного и кривошипно-ползунного механизмов в качестве главных исполнительных механизмов кузнечнопрессовых машин.

Реализация результатов работы:

Изготовлен макетный образец синусного механизма переменной структуры на примере кузнечнопрессового оборудования с механизмом регулирования длины хода ползуна.

Результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс по спецкурсу «Теория механизмов переменной структуры» для специальности «Профессиональное обучение», по курсу «Теория механизмов и машин» для специальностей «Эксплуатация и обслуживание транспортных и технологических машин и оборудования», «Организация и безопасность движения» ИГУ им. К.Тыныстанова.

Апробация работы. Основные положения работы докладывались: на Международной научно-теоретической конференции, посвященной 5-летию образования КРСУ «Проблемы и перспективы интеграции образования» (г.Бишкек, Кыргызстан, 1998 г.); на Международной научной конференции, посвященной 45-летию организации Кыргызского Технического университета им. И.Раззакова «Технологии и перспективы современного инженерного образования, науки и производства» (г.Бишкек, Кыргызстан.

1998 г.); на Международной конференции «Механизмы переменной структуры и виброударные машины» (г.Бишкек, Кыргызстан. 1999 г.); на конференции, посвященной I съезду Инженеров Кыргызстана и 10-летию образования Инженерной академии КР «Новые наукоемкие технологии и технологическое оборудование» (г.Бишкек, Кыргызстан. 2001 г.); в работе II республиканской летней школы инженеров-механиков, посвященной 2200-летию Кыргызской Государственности (г.Каракол, Кыргызстан. 2003 г.).

Публикации результатов исследования. По результатам проведенных исследований опубликовано 9 статей, 1 тезис, получены 2 евразийских патента на изобретения.

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и содержит 147 страниц машинописного текста, 168 рисунка, 2 таблицы, библиографию из 125 наименований и приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении показана актуальность темы диссертации, дана краткая характеристика работы, сформулирована цель диссертационной работы и задачи исследования.

В первой главе приведен обзор существующих механизмов переменной структуры, изменяющие закон движения выходного звена в особых положениях и машин, созданных на их основе, рассмотрены определения и теоремы по механизмам переменной структуры.

Создание механизмов с переменной структурой в первую очередь основывается на особые зоны, которые определяются графическим методом. В особых зонах наилучшим образом возможно изменение структуры или класса механизма. Определение особых зон зависит от выбора ведущего звена, т.к. в особых зонах не всегда возникают неопределенность движений звеньев.

В Инженерной академии КР и Институте машиноведения НАН КР совместно с ОшГУ, ЖАГУ, ЖАГТИ, ИГУ, КРСУ, КУУ, КТУ, КГ-МИ, проводятся научно-исследовательские работы в области механизмов переменной структуры, которые позволили создать множество схем механизмов и машин. На основе шарнирно-четырёхзвенного, кулисного, кривошипно-ползунного, синусного механизмов переменной структуры созданы различные машины и устройства такие, как буровые устройства, пресс-автоматы, импульсные генераторы, отбойные молотки, перфораторы и ряд других.

К настоящему времени теория механизмов переменной структуры разработана еще недостаточно полно, что в ряде случаев не позволяет

достаточно глубоко изучать закономерности работы таких механизмов для обоснования их рациональных параметров.

На основе этого, в задачи исследования входило:

- выявление особых положений и взаимных переходов механизмов друг в друга, облегчающих разработку механизмов переменной структуры;
- разработка методики получения механизмов переменной структуры;
- разработка схем механизмов переменной структуры;
- определение особых положений механизмов и создание механизмов переменной структуры на примере кулисного, синусного и кривошипно-ползунного механизмов;

Во второй главе приведена методика создания механизмов переменной структуры, на основе которой найдены новые пути перехода механизмов друг в друга и получены новые схемы механизмов переменной структуры.

По существующим схемам видно, что каждый механизм имеет свое место и пути перехода в другие схемы механизмов, а также определенное количество и порядок расположения вращательных и поступательных кинематических пар, где «В» и «П» - соответственно вращательная и поступательная кинематические пары (рис.1).

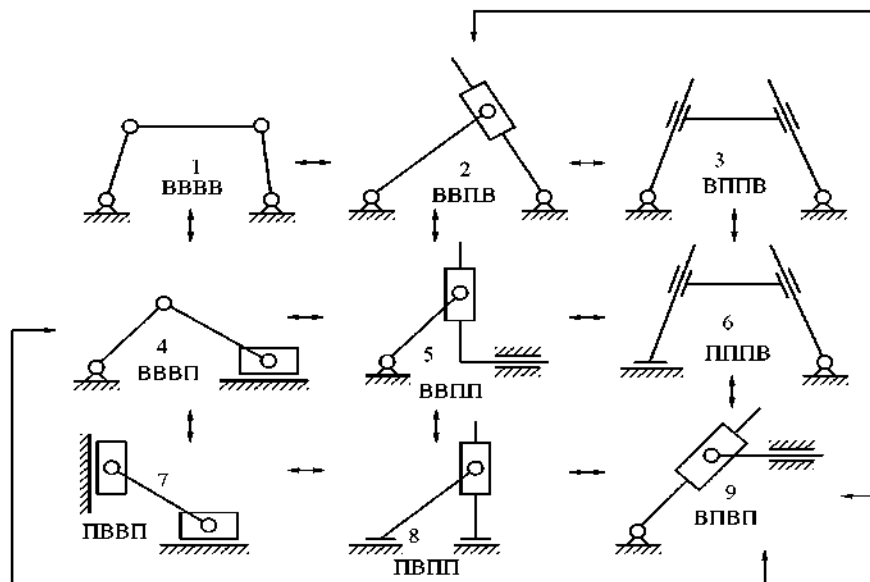


Рис.1. Место и пути перехода механизмов друг в друга: 1-шарнирно-четырёхзвенный механизм, 2-кулисный механизм, 3- механизм Ольдгейма, 4-кривошипно-ползунный механизм, 5-синусный механизм, 6,8-механизмы Добровольского с шарнирной развязкой, 7- механизм эллипсографа, 9-тангенсный механизм.

Для рассмотрения взаимных переходов механизмов друг в друга, необходимо выбрать два близких по структуре механизма и включением к

одному из них конверсионного звена, входящего во вращательную или поступательную пару со стойкой, создать пятизвенный механизм, содержащий структуры этих механизмов.

Близкими по структуре механизмами являются механизмы, структуры которых отличаются друг от друга только одной кинематической парой по типу или местом расположения ее при наличии ведущих звеньев с одинаковой кинематической парой.

Получены всего 21 пара близких по структуре механизмов, ими являются: 1 - шарнирно-четырёхзвенный и кулисный механизмы; 2 - шарнирно-четырёхзвенный и кривошипно-ползунный механизмы; 3 - кулисный и кривошипно-ползунный механизмы; 4 - кулисный и синусный механизмы; 5 - кулисный механизм и механизм Ольдгейма; 6 - кулисный и тангенсный механизмы; 7 - механизм Ольдгейма и синусный механизм; 8 - механизм Ольдгейма и механизм № 6; 9 - механизм Ольдгейма и тангенсный механизм; 10 - кривошипно-ползунный и синусный механизмы; 11 - кривошипно-ползунный механизм и механизм эллипсограф; 12 - кривошипно-ползунный и тангенсный механизмы; 13 - синусный механизм и механизм № 6; 14 - синусный и тангенсный механизмы; 15 - синусный механизм и механизм № 8; 16 - синусный механизм и механизм эллипсограф; 17 - механизм № 6 тангенсный механизм; 18 - механизмы № 6 и № 8; 19 - механизм эллипсограф и механизм № 8; 20 - механизм эллипсограф и тангенсный механизм; 21 - механизм № 8 и тангенсный механизм, где № 6 и № 8 - порядковые номера механизмов Добровольского с вращательной развязкой.

По результатам анализа взаимных переходов механизмов получено всего 52 схемы пятизвенных механизмов переменной структуры, содержащие конверсионные звенья, входящие во вращательную или поступательную пару со стойкой (рис.2).

Из каждого пятизвенного механизма, исключая подвижности поочередно трех одноподвижных кинематических пар, можем получить по три разные механизмы переменной структуры. В таблице 1 представлены полученные механизмы переменной структуры и их количество вариантов. На первой графе таблицы показаны схемы из рис.2, на второй, третьей и четвертой графах - порядковые номера, соответственно базового механизма МПС, основ МПС и МПС. Базовыми механизмами для создания МПС называются те механизмы, к которым включены конверсионные звенья, основой МПС - тот механизм, из которого переходит в другой, а названию

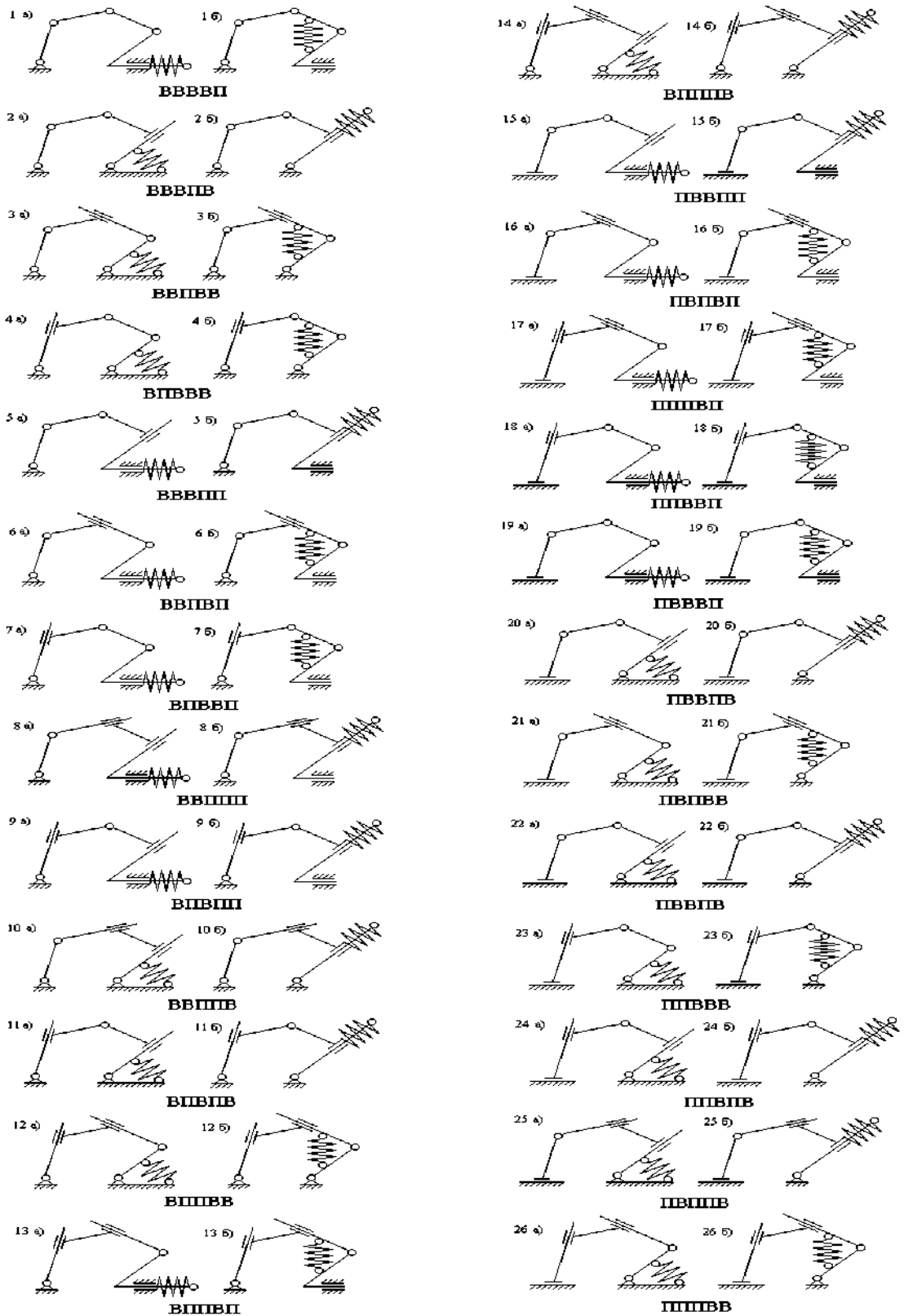


Рис. 2. Полученные схемы механизмов переменной структуры

МПС носят полученные механизмы. Четвертая графа показывает количеству вариантов механизмов переменной структуры, полученных из схем пятизвенных механизмов.

Таблица 1. Полученные варианты механизмов переменной структуры.

Схемы пятизв. мех.	Базовые механизмы	Основы МПС	МПС	Колич. вариантов
1 а	1	1	4	3
1 б	1	4	1	1
		4	4	2
2 а	4	4	1	1
		4	2	2
2 б	4	1	4	1
		1	2	2
3 а	2	2	1	1
		2	2	2
3 б	2	1	2	3
4 а	2	2	1	1
		2	2	2
4 б	2	2	1	1
		2	2	2
5 а	4	4	4	1
		4	5	2
5 б	4	4	4	1
		4	5	2
6 а	2	2	4	1
		2	5	1
		2	9	1
6 б	2	5	2	1
		5	4	1
		5	9	1
7 а	2	2	9	2
		2	4	1
7 б	2	9	4	1
		9	9	1
		9	2	1
8 а	5	5	6	1
		5	5	2
8 б	5	5	6	1
		5	5	2
9 а	9	9	5	1
		9	6	1
		9	9	1
9 б	9	9	5	1
10 а	5	5	3	1
		5	2	2
		2	3	1
10 б	5	2	3	1
		2	2	1
		2	5	1
11 а	9	9	2	2
		9	3	1
		2	2	1
11 б	9	2	2	1
		2	3	1
		2	9	1
12 а	3	3	2	2
		3	3	1
12 б	3	3	2	2
		3	3	1
13 а	3	3	9	2
		3	6	1
13 б	3	6	9	2
		6	3	1
14 а	6	6	3	3
14 б	6	3	3	2
		3	6	1
15 а	7	7	8	2
		7	7	1
15 б	7	7	8	2
		7	7	1
16 а	9	9	8	2
		9	7	1
16 б	9	8	8	1
		8	7	1
		8	9	1
17 а	6	6	8	2
		6	*	1
17 б	6	*	8	2
		*	6	1
18 а	5	5	7	1
18 б	5	5	8	2
		8	7	1
		8	8	1
19 а	4	4	7	3
		7	7	2
19 б	4	7	7	2
		7	4	1
20 а	7	7	9	2
		7	4	1
20 б	7	4	9	2
		4	7	1
		9	5	1
21 а	9	9	5	1
		9	4	1
		9	9	1
21 б	9	9	5	1
		9	4	1
		9	9	1
22 а	7	7	9	2
		7	4	1
22 б	7	4	9	2
		4	7	1
23 а	5	5	4	1
		5	5	2
23 б	5	5	4	1
		5	5	2
24 а	8	8	9	1
		8	6	1
		8	5	1
24 б	8	5	9	1
		5	6	1
		5	8	1
25 а	6	8	6	1
		8	9	2
25 б	6	9	6	1
		9	9	1
		9	8	1

Где * - четырехзвенный механизм с поступательными кинематическими парами ПППП.

Как видно из таблицы, основу механизма переменной структуры составит тот механизм, к которому включено конверсионное звено со звеном восстановления, соединенным со стойкой (варианты а) на рис.2).

При соединении звена восстановления с подвижным звеном, основой механизма переменной структуры может быть другой механизм (варианты б) на рис.2). Также, получены механизмы переменной структуры двойного действия, изменяющие закон движения выходного звена (табл.1). Такие МПС легко заметить в таблице, где на третьей и четвертой графах расположены порядковый номер одного механизма.

Таким образом, получены возможные переходы девяти одноподвижных механизмов друг в друга, т.е. к ранее известным 14 переходам механизмов добавлены 7 переходов, которые показаны на рис.3 тонкими двойными стрелками.

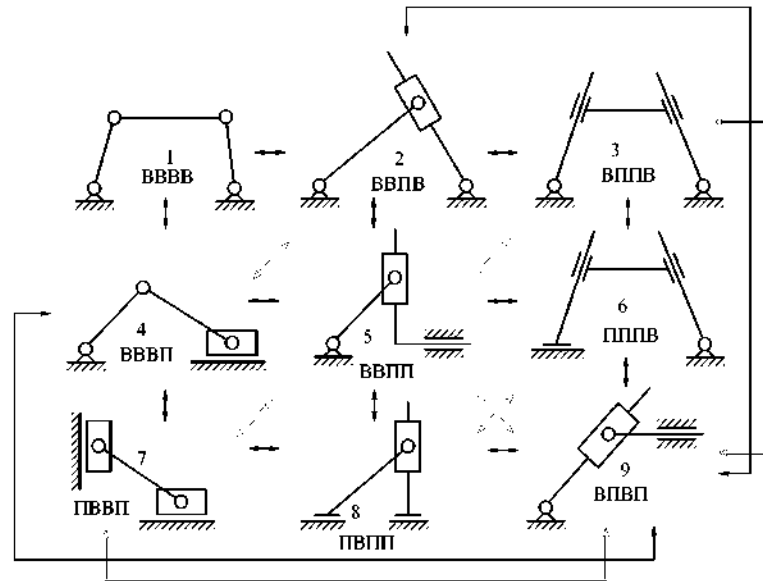


Рис.3. 1-шарнирно-четырёхзвенный механизм, 2-кулисный механизм, 3- механизм Ольдгейма, 4-кривошипно-ползунный механизм, 5-синусный механизм, 6,8-механизмы Добровольского с вращательной развязкой, 7- механизм эллипсографа, 9-тангенсный механизм.

Если, все механизмы располагаем в зависимости от структуры и соединяем переходящие друг в друга механизмы линиями, то получим структурную схему расположения механизмов и их переходы друг в друга (рис.4).

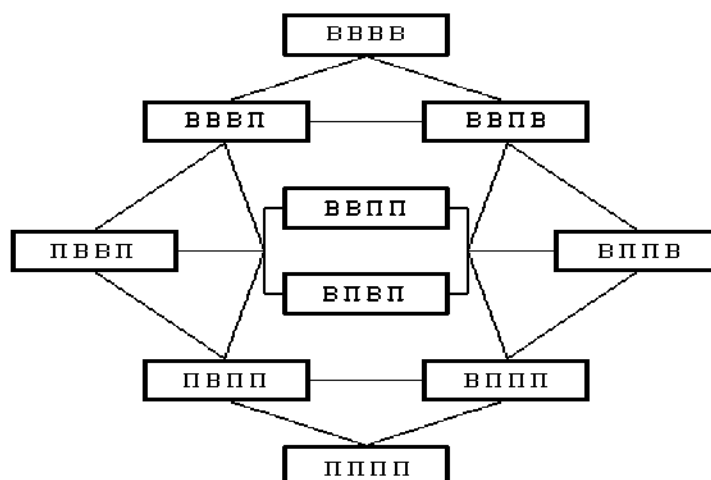


Рис.4. Структурная схема расположения механизмов и пути их взаимных переходов: ВВВВ - шарнирно-четырёхзвенный механизм; ВВВП - кривошипно-ползунный механизм; ВВПВ - кулисный механизм; ПВВП - механизм эллипсографа; ВВПВ - синусный механизм; ВВПВ - тангенсный механизм; ВППВ - механизм Ольдгейма; ПВПП и ВППП - механизмы, которые не носят названия; ПППП - четырёхзвенный механизм с поступательными кинематическими парами.

В третьей главе рассмотрены особенности кулисного механизма переменной структуры, имеющего смещение камня.

Как известно, в наиболее распространенных схемах кулисных механизмов, в которых кулисный камень не имеет длину ($l_2=0$). Если будем иметь механизм, у которого $l_2 \neq 0$ (рис.5), то звено 1 не всегда может стать кривошипом. Оно может стать кривошипом только тогда, когда выполняются условия

$$l_4 \geq l_1 + l_2 \quad (1)$$

и $l_4 \leq l_1 - l_2$, при условии $l_1 \geq l_2$, (2)

где l_1, l_2, l_4 – соответственно длины кривошипа, камня и основания.

В случае, когда неравенства (1) и (2) превращаются в равенства, в крайнем правом положении звена 1, звенья 1 и 2 располагаются в одну линию (рис.6 и 7). В результате появится неопределенность движения выходного звена 3 (оно сможет двигаться либо в одном, либо в другом направлении), так как звено 2 сможет двигаться либо вверх, либо вниз от оси вращения кулисы 3.

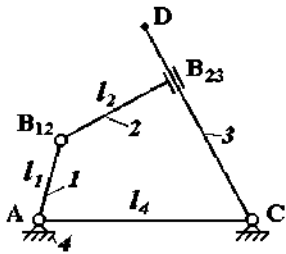


Рис.5. Схема кулисного механизма

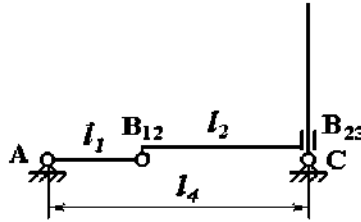


Рис.6. Кулисный механизм с соотношением $l_4=l_1+l_2$

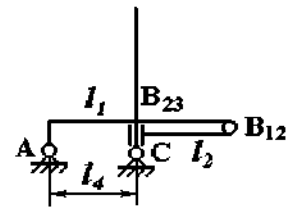


Рис. 7. Кулисный механизм с соотношением $l_4=l_2-l_1$

Таким образом, разработана диаграмма, характеризующая условия существования кривошипа и коромысла в кулисном механизме, где «в» – вращающееся звено, «к» – качающееся звено (рис.8).

Как видно из диаграммы, линии $l_4=l_1+l_2$, $l_4=l_1-l_2$, $l_4=l_2-l_1$ являются линиями особых положений механизма, т.е. разделяют границы перехода механизма из одного режима в другой, а ниже линии $l_4=l_2-l_1$ механизм не существует.

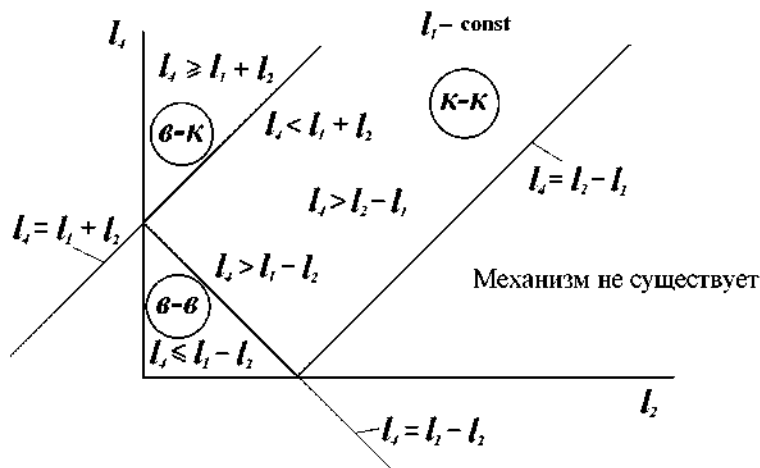


Рис. 8. Диаграмма, характеризующая режимы работ кулисных механизмов переменной структуры.

Рассмотрев изменения режимов работы кулисного механизма, имеющего смещение, при изменении длины кулисного камня устанавливаются закономерности преобразования механизмов:

1. Механизм **не может работать**, если длина кулисного камня равна сумме длин кривошипа и основания, т.е. $l_2 = l_4 + l_1$;

2. Механизм работает в **качательно-качательном** режиме, если длина кулисного камня больше разницы длин кривошипа и основания и меньше их суммы, т.е. $l_1 - l_4 < l_2 < l_4 + l_1$ или $l_4 - l_1 < l_2 < l_4 + l_1$;

3. Механизм работает во **вращательно-качательном** режиме, если длина кривошипа меньше длины основания и длина кулисного камня меньше или равна разнице длин кривошипа и основания, т.е. $l_2 \leq l_4 - l_1$ при $l_4 > l_1$;

4. Механизм работает во **вращательно-вращательном** режиме, если длина кривошипа не меньше длины основания и длина кулисного камня колеблется от нуля до разности длин кривошипа и основания, т.е. $0 \leq l_2 \leq l_1 - l_4$ при $l_4 \leq l_1$.

С использованием особых положений кулисного механизма, имеющего смещение камня, разработана конструктивная схема механизма переменной структуры, переходящего из кулисного механизма в синусный (рис.9).

Кулиса выполнена в виде круга с вырезанным пазом для камня и установлена внутри ползуна. Кривошип в виде эксцентрика расположен внутри камня, а камень расположен внутри кулисы и может перемещаться по пазу. Паз, вырезанный внутри кулисы, имеет смещение, равное длине камня от оси вращения кулисы.

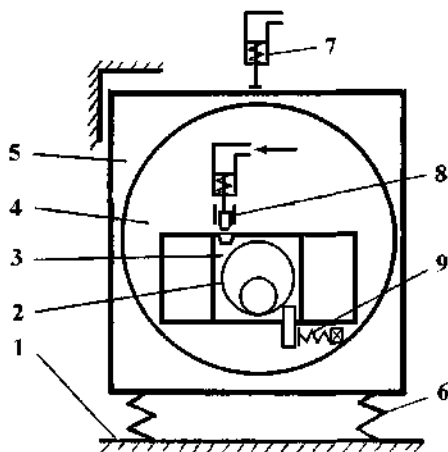


Рис. 9. Конструктивная схема кривошипно-кулисного МПС.

Кривошипно-кулисный механизм переменной структуры с круговыми звеньями состоит из основания 1, кривошипа 2 (в виде эксцентрика), кулисного камня 3 (в виде ползуна внутри кулисы), кулисы 4 (в виде круга, расположенного внутри ползуна), ползуна 5, упругих элементов 6, механизмов переключения 7 и 8.

В холостом режиме механизм существует как кулисный, а в рабочем режиме - как кривошипно-ползунный механизм.

Проведен кинематический анализ кулисного механизма переменной структуры. Направляющий угол звена 3 определяется из плана положений звеньев механизма (рис.10) по следующей формуле:

$$\varphi_3 = \arctg\left(-\frac{\sin\varphi_1}{\lambda_4 - \cos\varphi_1}\right) + \arccos\frac{\sqrt{1 + \lambda_4^2 - \lambda_2^2 - 2\lambda_4\cos\varphi_1}}{\sqrt{1 + \lambda_4^2 - 2\lambda_4\cos\varphi_1}}; \quad (3)$$

где $\lambda_2=l_2/l_1$, $\lambda_4=l_4/l_1$.

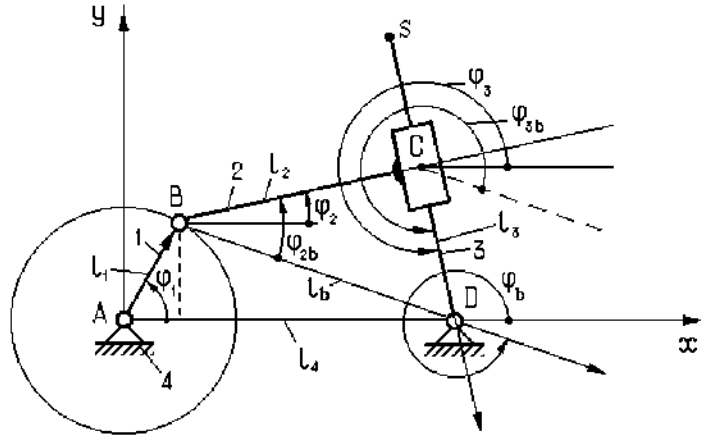


Рис.10. Расчетная схема кулисного механизма, имеющего смещение камня.

Из плана скоростей и плана ускорений (рис.11 и 12) определяем передаточное отношение U_{31} :

$$U_{31} = l_1 \sin\left[\varphi_1 - \arctg\left(-\frac{\sin\varphi_1}{\lambda_4 - \cos\varphi_1}\right) - \arccos\frac{\lambda_2}{\sqrt{1 + \lambda_4^2 - 2\lambda_4\cos\varphi_1}}\right]. \quad (4)$$

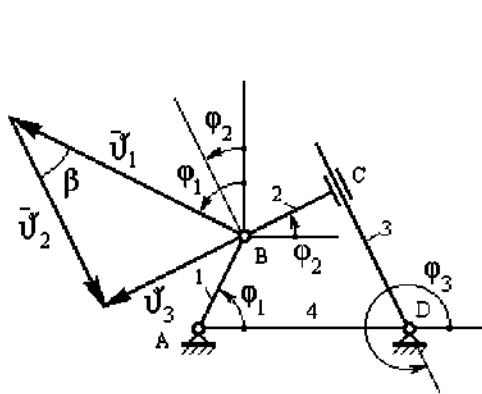


Рис.11. План скоростей.

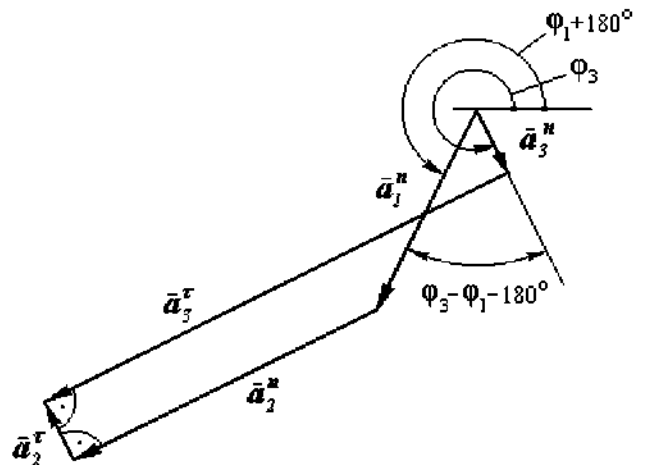


Рис.12. План ускорений.

Числовые значения нормальных ускорений звеньев 2 и 3 определяем соответственно по формулам:

$$a_2^n = \frac{g_2^2}{l_2}, \quad (5)$$

$$a_3^n = \frac{g_3^2}{l_3} = \frac{g_3^2}{l_1 \sqrt{1 + \lambda_4^2 - \lambda_2^2 - 2\lambda_4 \cos \varphi_1}}. \quad (6)$$

Из плана ускорений определяем тангенциальное ускорение звена 2:

$$a_2^\tau = a_1^n \cos(\varphi_3 - \varphi_1 - 180^\circ) - a_3^n.$$

Учитывая, что $\cos(\varphi_3 - \varphi_1 - 180^\circ) = -\cos(\varphi_3 - \varphi_1)$,

$$\text{имеем} \quad a_2^\tau = -a_1^n \cos(\varphi_3 - \varphi_1) - a_3^n. \quad (7)$$

Тангенциальное ускорение звена 3 определяем по формуле

$$a_3^\tau = a_2^n + a_1^n \cos(\varphi_3 - \varphi_1 - 90^\circ).$$

Учитывая, что $\cos(\varphi_3 - \varphi_1 - 90^\circ) = -\sin(\varphi_3 - \varphi_1)$,

$$\text{окончательно имеем} \quad a_3^\tau = a_2^n - a_1^n \sin(\varphi_3 - \varphi_1). \quad (8)$$

Результаты вычислений некоторых кинематических функций приведены в виде графиков: на рис.13-16 графики изменения передаточного отношения $U_{31} = \omega_3/\omega_1$ угловых скоростей звеньев от угла φ_1 при фиксированном значении кривошипа l_1 и ползуна, но разных относительных значениях λ_2 и λ_4 .

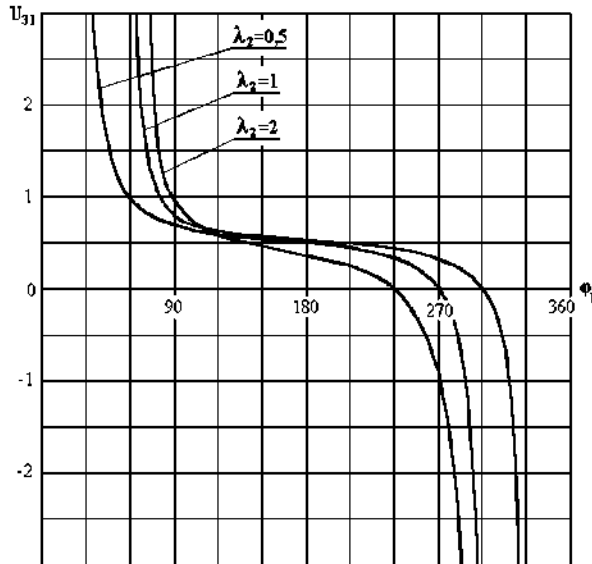


Рис.13. Зависимость передаточного отношения U_{31} от угла φ_1 для условий $\lambda_4 < 1 + \lambda_2$.

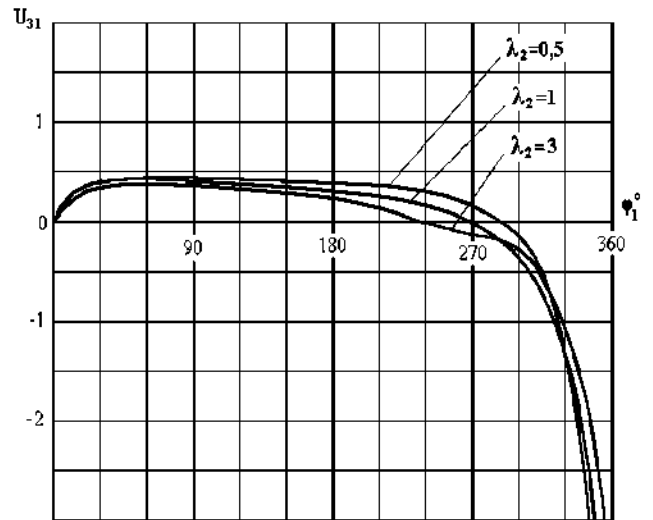


Рис.14. Зависимость передаточного отношения U_{31} от угла φ_1 для условий $\lambda_4 = 1 + \lambda_2$.

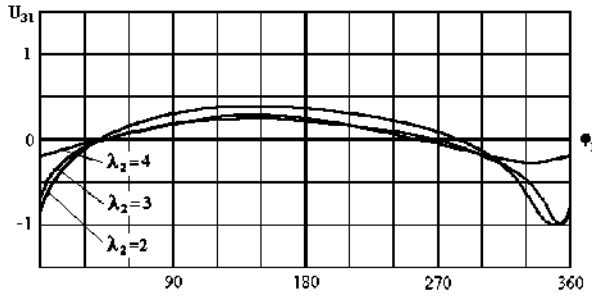


Рис.15. Зависимость передаточного отношения U_{31} от угла φ_1 для условий $\lambda_4 > 1 + \lambda_2$

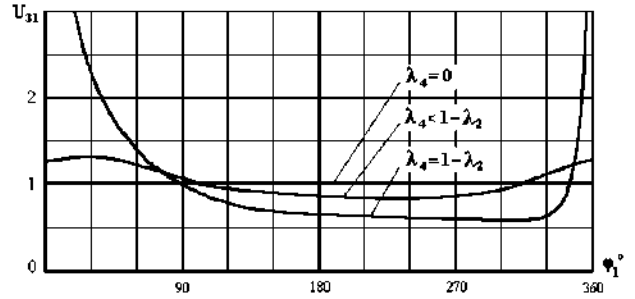


Рис.16. Зависимость передаточного отношения U_{31} от угла φ_1 при $\lambda_2 = 0,5$.

В четвертой главе разработаны механизмы переменной структуры на основе взаимного перехода кривошипно-ползунного и синусного механизмов.

Предложена конструктивная схема синусного МПС в качестве исполнительного органа кузнечнопрессовых машин с регулируемой длиной хода ползуна (рис.17). Механизм состоит из кривошипного вала 1, шатуна 2, камня 3, регулируемой части ползуна 4, ползуна 5, механизма регулирования 6, звена восстановления 7, механизмов включения 8 и отключения 9 и основания 10. Однако изменение угла α между направляющими камня и ползуна синусного механизма приводит к изменению длины перемещения ползуна относительно стойки (рис.18).

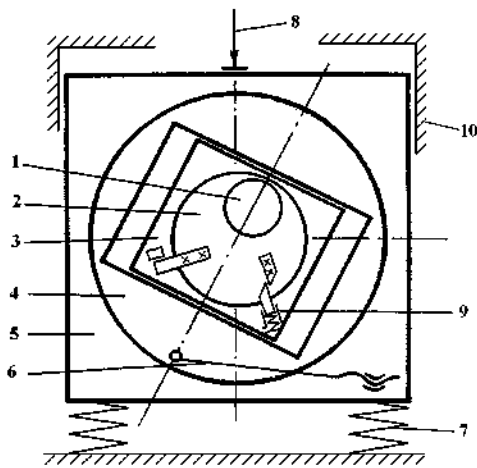


Рис.17. Конструктивная схема синусного МПС

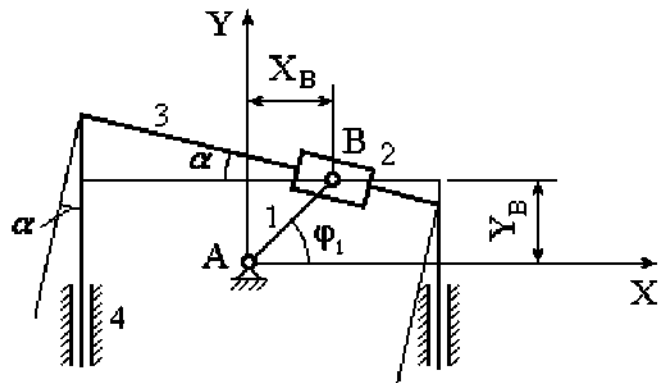


Рис.18. Кинематическая схема синусного механизма

Длину перемещения Y_3 ползуна в зависимости от угла наклона α определяем по формуле:

$$Y_3 = \frac{l_1 \sin \varphi_1}{\cos \alpha} \quad (9)$$

Скорости и ускорения выходного и передаточного звеньев определены соответственно из расчетных схем (рис.19 и 20) следующим образом:

$$\mathcal{V}_3 = \omega_1 l_1 (\cos \varphi_1 - \sin \varphi_1 \operatorname{tg} \alpha), \quad (10)$$

$$\mathcal{V}_{32} = \frac{\omega_1 l_1 \sin \varphi_1}{\cos \alpha} \quad (11)$$

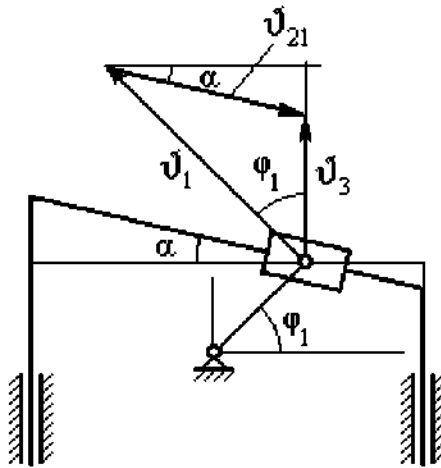


Рис.19. План скоростей.

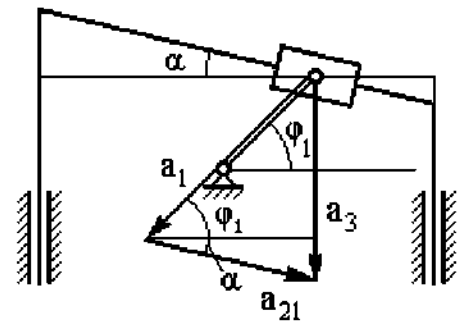


Рис.20. План ускорений.

Передаточное отношение U_{31} определяется по формуле:

$$U_{31} = \frac{dY_3}{d\varphi_1} = \frac{dY_3}{dt} \frac{dt}{d\varphi_1} = \frac{\mathcal{V}_3}{\omega_1} = l_1 (\cos \varphi_1 - \sin \varphi_1 \operatorname{tg} \alpha) \quad (12)$$

Абсолютное и относительное ускорения звена 3 определяются по формулам:

$$a_3 = \omega_1^2 l_1 (\sin \varphi_1 + \cos \varphi_1 \operatorname{tg} \alpha) \quad (13)$$

$$a_{32} = \frac{\omega_1^2 l_1 \cos \varphi_1}{\cos \alpha} \quad (14)$$

Эта теория дает возможность увеличить длину перемещения Y_3 ведомого звена до *max*. На основе такой возможности механизм можно использовать в машинах и устройствах, где требуется регулируемая длина перемещения ведомого звена.

Результаты вычислений некоторых кинематических функций приведены в виде графиков (рис.21-22).

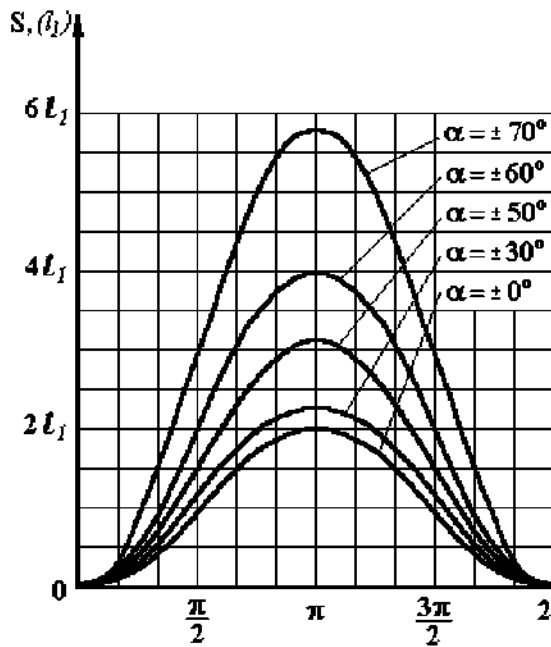


Рис.21. График зависимости перемещения ползуна от угла поворота кривошипа

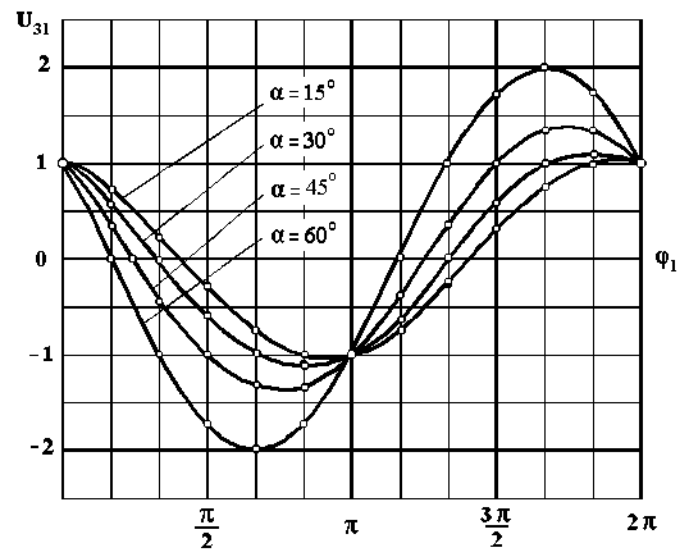


Рис.22. График зависимости передаточного отношения ползуна от угла поворота кривошипа

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ:

1. Разработана методика получения механизмов переменной структуры, по которой получено всего 21 взаимных переходов механизмов друг в друга, семь из них являются новыми переходами. В виде таблицы предложены и показаны 52 варианта схем пятизвенных механизмов для разработки необходимых механизмов переменной структуры, составлена структурная схема взаимного расположения механизмов и их переходов друг в друга.

2. Определены условия существования кривошипа и коромысла в кулисном механизме, когда длина кулисного камня $l_2 \geq 0$. Составлена диаграмма, характеризующая режимы работ механизма. Установлены особые положения кулисного механизма. Установлены зависимости кинематических характеристик звеньев механизма от угла поворота кривошипа.

3. На основе геометрического анализа установлены четыре закономерности движений звеньев кулисных механизмов переменной структуры.

4. Разработаны механизмы переменной структуры на примере кулисного, синусного и кривошипно-ползунного механизмов в качестве главного исполнительного органа кузнечнопрессовых машин;

5. Разработана методика аналитического определения кинематических характеристик механизмов переменной структуры. Установлено, что с изменением угла α между направляющими ползуна и камня синусного механизма изменяется длина перемещения ползуна.

6. Методика создания механизмов переменной структуры внедрена в учебный процесс по спецкурсу «Теория механизмов переменной структуры» для специальности «Профессиональное обучение» ИГУ им. К.Тыныстанова. Изготовлен макетный образец конструктивного исполнения синусного механизма переменной структуры с механизмом регулирования длины перемещения ползуна.

**Основные положения диссертации опубликованы
в следующих работах:**

1. Перспективы создания механизмов переменной структуры. // Проблемы и перспективы интеграции образования - Тез. Докл. конф., посвященной 5-летию образования КРСУ.- Бишкек, 1998. - с.10 – 11.

2. Аналитическое определение кинематики синусного механизма переменной структуры. // Вестник ИГУ. – Каракол, 1999. №1 - с. 38 - 43. (соавтор: Абдраимов С.).

3. Граничные (крайние) положения звеньев кулисных механизмов. // Вестник ИГУ – Каракол, 1999. №2 - с. 91 - 94. (соавтор: Абдраимов С.).

4. Ударный узел на основе МПС с круговыми звеньями. // Материалы международной конференции «Механизмы переменной структуры и виброударные машины». – Бишкек, 1999. с. 324 – 328. (соавтор: Мамытов А.Б.).

5. Синусный механизм переменной структуры. // Материалы международной конференции «Механизмы переменной структуры и виброударные машины». - Бишкек, 1999.- с. 84 – 89.

6. Кулисный механизм переменной структуры // Материалы международной конференции «Механизмы переменной структуры и виброударные машины». – Бишкек, 1999. - с. 153 – 158.

7. Анализ движений звеньев кулисных МПС, имеющих длину камня. // Материалы международной конференции, посвященной 45-летию образования КТУ им. И.Раззакова. Математика. Физика. Механика. – Бишкек, 2000. – с. 125 – 131. (соавторы: Абдраимов С., Чинбаев О.К.).

8. Режимы движений звеньев кулисных механизмов переменной структуры, имеющих смещение камня *e*. // Материалы конференции, посвященной I съезду Инженеров Кыргызстана и 10-летию образования Инженерной академии КР «Новые наукоемкие технологии и технологическое оборудование». – Бишкек, 2001. – с. 140 – 144. (соавторы: Чинбаев О.К., Такырбашев А.Б.)

9. Влияние параметров шатуна на формирование ударного импульса в опоре коромысла (ударного элемента). // Машиноведение. Сборник научных трудов.- Бишкек, 2002. – Вып. 3. - с. 123 - 128. (соавт.: Зиялиев К.Ж., Чинбаев О.К., Абдраимова Н.С., Такырбашев А.Б.).

10. Расчет коромысла, состоящего из массивной ударной части и стержня. // Машиноведение. Сборник научных трудов. – Бишкек, 2002. – Вып. 3. - с. 129 - 134. (соавт: Зиялиев К.Ж., Чинбаев О.К., Абдраимова Н.С., Такырбашев А.Б.).

11. Патент № 004346. Синусный механизм.- Бюллетень ЕАПВ. – Москва, 2004. - №2. (соавторы: Абдраимов С., Кидибаев М.М.).

12. Патент № 004348. Кривошипно-кулисный механизм для передачи возвратно-поступательного движения. - Бюллетень ЕАПВ. – Москва, - 2004, - №2. (соавторы: Абдраимов С., Кидибаев М.М.).

Токтакунов Жолдошбек Шамуканбетович

Резюме

В диссертационной работе рассмотрены вопросы взаимного перехода механизмов друг в друга и получения на их основе механизмов переменной структуры. Найдены новые пути перехода механизмов друг в друга и разработаны механизмы переменной структуры на примере кулисного, синусного и кривошипно-ползунного механизмов. Обосновано возможность создания машин с принципиально новыми механизмами переменной структуры. Проведен кинематический анализ механизмов переменной структуры, составлены уравнения для определения кинематических характеристик механизмов. Разработан и изготовлен макетный образец синусного механизма переменной структуры с механизмом регулирования длины хода ползуна на примере прессовых машин.

Резюме

Диссертациялык иште механизмдердин бири-бирине етїсі жана алардын негизинде өзгерме структуралуу механизмдерди алуу маселелери каралган. Механизмдердин бири-бирине етїсїнїн жаўы жолдору табылып, кулисалуу, синустук жана муунактуу-ползун механизмдеринин мисалында өзгерме структуралуу механизмдер иштелип чыкты. Өзгерме структуралуу принципалдуу жаўы механизмдери бар машиналарды тїзїї мїмкїнчїлїгї негизделди. Өзгерме структуралуу механизмдерге кинематикалык анализ жїргїзїлїп, механизмдердин кинематикалык мїнездемелерїн аныктоо ічїн теўдемелер тїзїлдї. Пресстеечї машиналардын мисалында ползундун жїрїї жолун женге салгычы бар өзгерме структуралуу синустук механизм иштелип чыгып, анын макеттик ілгїсї даярдалды.

Toktakunov Joldoshbek Shamukanbetovich

The resume

In dissertational work questions of mutual transition of mechanisms each other and receptions on their basis of mechanisms of variable structure are considered. New ways of transition of mechanisms each other are found and developed connecting link (crank) and sinus mechanisms of variable structure. It is proved an opportunity of creation of machines with essentially new mechanisms of variable structure. The kinematics analysis of mechanisms of variable structure is lead; the equations for definition of kinematics characteristics of mechanisms are made. The model sample of the sinus mechanism of variable structure with the mechanism of regulation of length of a course sliding bar (slide block) on an example press machines is developed and made.