

9. **Исманов, М.М.** Условия рационального рабочего положения канатного органа камнерезной машины [Текст] / М.М. Исманов, А.Т. Нурмаматов // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУУ, 2020. – №1. – С. 5 – 1.
10. **Исманов, М.М.** Определение рационального положения цепного рабочего органа камнерезной машины [Текст] / М.М. Исманов // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУУ, 2018. – № 1. – С. 14 – 19.
11. **Исманов, М.М.** Зависимости силы натяжения режущего каната от режимных параметров алмазно-канатной машины АКМ-1 [Текст] / М.М. Исманов // Приволжский научный вестник. – Ижевск: Фаворит, 2016. - № 6 (58). – С. 14 – 21.
12. **Исманов, М.М.** Зависимости режимных и конструктивных параметров цепного рабочего органа камнерезных машин [Текст] / М.Т. Мамасаидов, М.М. Исманов // Машиноведение. – Бишкек: ИМаш НАН КР, 2018. - № 2. – С. 45 – 58.
13. **Мамасаидов, М.Т.** Условия динамической прочности канатного рабочего органа камнерезной машины [Текст] / М.Т. Мамасаидов, М.М. Исманов // Машиноведение. – Бишкек: ИМаш НАН КР, 2019. - № 2. – С. 39 – 44.
14. **Исманов, М.М.** Условия динамической прочности цепного рабочего органа камнерезной машины [Текст] / М.М. Исманов // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУУ, 2019. – № 2. – С. 64 – 68.
15. **Исманов, М.М.** Разработка динамической модели и получение уравнений движения алмазно-канатной машины АКМ-1 [Текст] / М.М. Исманов // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – Екатеринбург: УГГУ, 2016. - № 5. – С. 60 – 69.
16. **Мамасаидов, М.Т.** Камнерезная машина с канатным рабочим органом [Текст] / М.Т. Мамасаидов, М.М. Исманов. – Бишкек: Улуу Тоолор, 2023. – 196 с.
17. **Исманов, М.М.** Разработка обобщенной динамической модели и получение уравнений движения цепного рабочего органа камнерезных машин [Текст] / М.М. Исманов, И.Э. Исаев // Инновационная наука. – Уфа: АЭТЕРНА, 2016. - № 10 (часть 2). – С. 48 – 56.
18. **Першин, Г.Д.** Методика расчета геометрических параметров режущего канатно-алмазного инструмента [Текст] / Г.Д. Першин // Изв. вузов. Горный журнал. – 1992. - № 7. - С. 77-82.
19. **Першин, Г.Д.** Канатные пилы. Обоснование конструктивных параметров и режимов работы: [Текст] / Г.Д. Першин, М.Ю. Гуров, Г.И. Чеботарев.- Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова». - 2006. – 126 с.
20. **Ицкович, Г.М.** Руководство к решению задач по сопротивлению материалов [Текст]: учеб. пособ. для вузов / Г.М. Ицкович, Л.С. Минин, А.И. Винокуров. – М.: Высшая школа, 2001. – 592 с.

DOI: <https://doi.org/10.54834/vi2.373>

Поступила в редакцию: 16.04.2024 г.

УДК 621.01

**Кошбаев А.А.***к.т.н., доцент Жалал-Абадского госуд. универ. им. Б.Осмонова, Кыргызская Республика*

## ТЕРМЕЛМЕ ТЕСТИН АТКАРУУЧУ МЕХАНИЗМИНИН ЭКСПЕРИМЕНТАЛДЫК ҮЛГҮСҮН КИНЕМАТИКАЛЫК ТАЛДОО УСУЛУ

*Бул жумушта термелме тестин аткаруучу механизмдин эксперименталдык үлгүсү изилдөөнүн предмети болуп саналат. Изилдөөнүн максаты - термелме тестин аткаруучу механизмдин эксперименталдык үлгүсүн кинематикалык талдоо усулун иштеп чыгуу. Изилдөөлөрдө эксперименталдык - кинофототасмага тартуу жана моделдештирүү методдору колдонулган. Эксперименталдык изилдөө өтө көп эмгекти талап кылган жана чыгымдуу процесс, ири материалдык-техникалык, каржы жана башка ресурстарды талап кылары белгиленген. Ошондуктан изилдөө процессин жеңилдетүү жана аны өткөрүүгө кеткен чыгымдарды азайтуу максатында математикалык же компьютердик моделдөө кеңири колдонулары көрсөтүлгөн, бирок, көпчүлүк учурда, моделдөө натыйжалары ар дайым эксперименталдык тастыктоону талап кылары тастыкталган. Кээ бир учурда, эксперимент жалгыз мүмкүн болгон жана жеткиликтүү изилдөө ыкмасы, аз чыгымдуу изилдөө ыкмаларын иштеп чыгууга арналган жумуш дайыма актуалдуу болуп саналары белгиленген. Эксперименталдык изилдөөлөрдүн көптөн бери колдонулуп келген классикалык*

ыкмаларынын бири – кинофототасмага тартуу. Заманбап шарттарда тасманын ордуна санариптик видеого тартуу колдонулары көрсөтүлгөн. Бул жумушта видеотасмага тартуу жолу менен кинематикалык параметрлерди аныктоо ыкмасын иштеп чыгуунун натыйжалары берилген. Өзгөрмө түзүмдөгү механизм негизиндеги термелме тестин аткаруучу механизмдин эксперименталдык үлгүсү видеотасмага тартылган.

**Негизги сөздөр:** усул; кинематикалык параметрлер; өзгөрмө түзүмдөгү механизм; термелме тес.

## МЕТОДИКА КИНЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА СТАНКА-КАЧАЛКИ

*В данной работе предметом исследования является экспериментальный образец исполнительного механизма станка-качалки. Цель исследования – разработка методики кинематического анализа экспериментального образца исполнительного механизма станка-качалки. В исследованиях использованы экспериментальные – кинофотосъемки, а также методы моделирования. Выявлено, что экспериментальные исследования являются весьма трудоемким и затратным процессом. При этом требуются большие материально-технические, финансовые и другие ресурсы. Поэтому в целях облегчения процесса исследований и снижения затрат на их проведение широко применяется математическое или компьютерное моделирование. Однако в большинстве случаев результаты моделирования всегда требуют экспериментального подтверждения. В некоторых же случаях эксперимент является единственно возможным и доступным методом исследования. Одним из давно применяемых классических методов экспериментальных исследований является кинофотосъемка. В современных условиях вместо киноплёнки используется цифровая видеозапись. В настоящей работе представлены результаты разработки методики определения кинематических параметров с использованием видеосъемки. Видеосъемке подлежит экспериментальный образец исполнительного механизма станка-качалки на основе механизма переменной структуры.*

**Ключевые слова:** методика; кинематические параметры; механизм переменной структуры; станок-качалка.

## TECHNIQUE FOR KINEMATIC ANALYSIS OF AN EXPERIMENTAL SAMPLE OF ACTUATING MECHANISM OF THE BEAM PUMPING UNITS

*In this paper, the subject of research is an experimental sample of the actuating mechanism of a rocking machine. The purpose of the study is to develop a technique for the kinematic analysis of an experimental sample of the executive mechanism of a rocking machine. The research uses experimental film photography, as well as modeling methods. It has been revealed that experimental research is a very time-consuming and costly process. At the same time, large logistical, financial and other resources are required. Therefore, in order to facilitate the research process and reduce the cost of conducting them, mathematical or computer modeling is widely used. However, in most cases, the simulation results always require experimental confirmation. In some cases, the experiment is the only possible and accessible method of research. One of the long-used classical methods of experimental research is film photography. In modern conditions, digital video recording is used instead of film. This paper presents the results of the development of a technique for determining kinematic parameters using video recording. An experimental sample of the actuating mechanism of a rocking machine based on a variable structure mechanism is subject to video shooting.*

**Key words:** technique; kinematic parameters; variable structure mechanism; Beam Pumping Units.

Известно, что экспериментальные исследования являются весьма трудоемким и затратным процессом. При этом требуются большие материально-технические, финансовые и др. ресурсы. Поэтому в целях облегчения процесса исследований и снижения затрат на их проведение широко применяется т.н. “машинный эксперимент” (математическое или компьютерное моделирование). Однако любое моделирование является по сути имитацией процесса, поэтому в большинстве своем результаты моделирования всегда требуют экспериментального подтверждения. В некоторых же случаях эксперимент является единственно возможным и доступным методом исследования.

Автор занимается исследованием плоских шарнирно-четырёхзвенных механизмов переменной структуры (МПС). Поэтому рассмотрим некоторые работы посвященные экспериментальным исследованиям рычажных ударных МПС, например [1-8].

Работа [1] посвящена экспериментальному исследованию ударных нагрузок на элементы ударного механизма. В ходе исследований кроме нагрузок экспериментально определялись, также и кинематические параметры, например угловая скорость коромысла-бойка ударного МПС. Здесь необходимо отметить, например, большую трудоемкость при установке тензометрических датчиков. Данные датчики требуют при наклейке на объект особые условия (температура, влажность и т.п.) и продолжительное время выдержки каждого слоя специального покрытия. И таких слоев требуется далеко не один, как и точек установки датчиков.

Работы [2-4] посвящены разработке и созданию различных ударных машин на основе МПС. В экспериментальной части работ [2-3] также определялись кинематические параметры, в частности угловые скорости звеньев ударных МПС. В целом методики проведения данных экспериментальных работ схожи за исключением объектов исследований. Поэтому все трудности и затраты при проведении экспериментов аналогичны.

В работе [4] использовалась другая методика, так как объектом исследований являлись ударные машины на основе МПС с гидроприводом. Соответственно, здесь также имеются свои особенности. Например, для приведения в действие ударных машин использовалось давление гидросистемы трактора МТЗ-82 «Беларусь». Известно, что экспериментальные исследования проводятся сериями из многократных измерений. И этот процесс может продолжаться не час и не два, а может и не дней. То есть, специальная машина (трактор) вместо того, чтобы выполнять свою функциональную работу простаивала «привязанной» к экспериментальному стенду.

В связи с вышеизложенным работы посвященные разработке малозатратных методик экспериментальных исследований являются всегда актуальными.

Настоящая работа посвящена разработке методики кинематического анализа экспериментального исполнительного механизма станка-качалки (СК) на основе механизма переменной структуры.

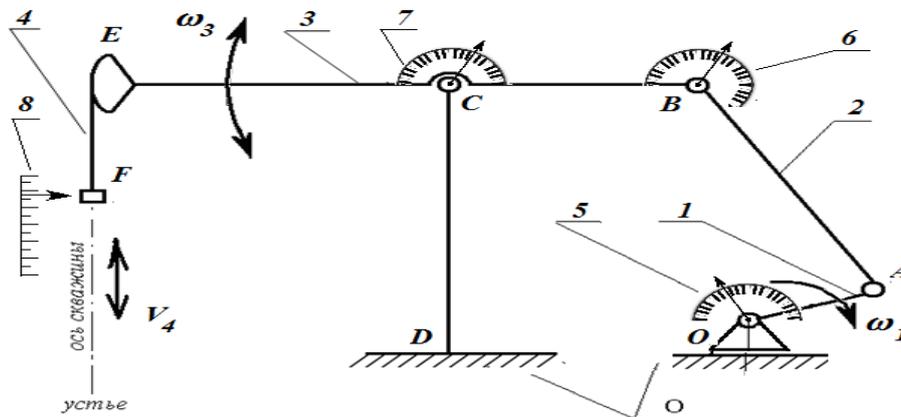
Возможность создания станка-качалки на основе механизма переменной структуры впервые была высказана автором в работе [9].

Экспериментальный образец исполнительного механизма СК является уменьшенной точной копией (без учета нововведений) серийного станка-качалки типа СК8-3,5-4000 [6], и изготовлен в масштабе М1:10. Структурно исполнительный механизм СК представляет собой шарнирный кривошипно-коромысловый механизм. Состоит из: кривошипа с длиной  $l_1$ ; шатуна с длиной  $l_2$ ; двухплечего коромысла-балансира с длиной  $l_3$  и основания с длиной  $l_0$ . Вращательное движение кривошипа 1 посредством шатуна 2 преобразуется в качательное движение коромысла-балансира 3, которое посредством гибкой подвески 4 приводит в прямолинейное движение плунжер находящегося в скважине глубинного насоса. Общий вид экспериментального образца исполнительного механизма СК приведен на рисунке 1.

**Методика проведения видеосъемки.** Одним из давно применяемых классических методов экспериментальных исследований является кинофотосъемка. В современных условиях вместо киноплёнки используется цифровая видеозапись.

Видеосъемке подлежит экспериментальный исполнительный механизм станка-качалки для определения кинематических параметров (рисунок 1).

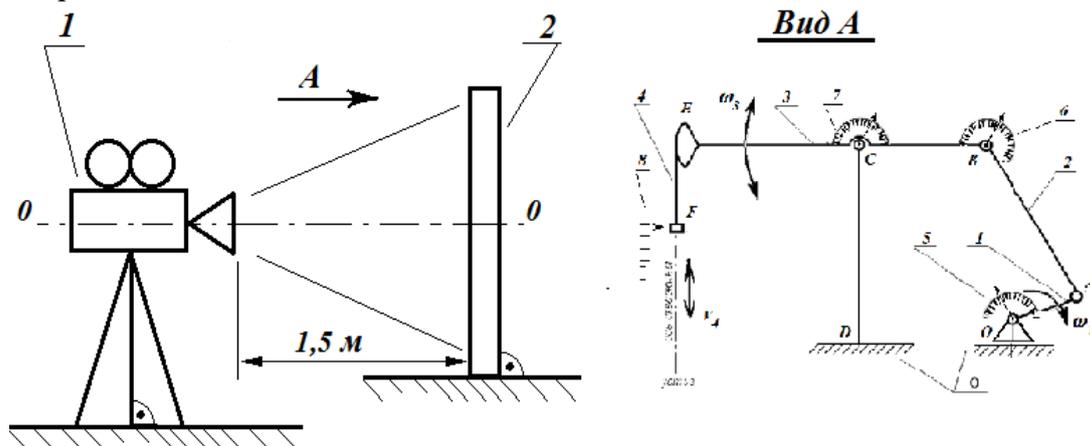
Видеозапись движения экспериментального исполнительного механизма производится профессиональной цифровой видеокамерой модели HVR-HD1000E. Режим видеосъемки стандартный 24 кадра в секунду.



1-кривошип; 2-шатун; 3-коромысло-балансир; 4-гибкая (канатная) подвеска; 5,6,7 и 8-указатели угловых и линейных перемещений, соответственно

Рисунок 1 - Кинематическая схема экспериментального образца исполнительного механизма станка-качалки

Схема проведения видеосъемки приведена на рисунке 2. Видеокамера и центр объекта располагаются строго на одном уровне от горизонта. Для определения кинематических параметров (углов поворота и перемещений) звеньев при движении, на исполнительном механизме СК установлены угловые шкалы 5,6,7 циферблатного типа и линейная шкала 8. При видеосъемке движения механизма камера записывает одновременно показания всех 4-х шкал. Так как исполнительный механизм станка-качалки является достаточно тихоходным (6-12 качаний в минуту или 5-10 секунд на 1 полный оборот кривошипа), то для отсчета и фиксации продолжительности движения механизма достаточно встроенного таймера видеокамеры.



1 - камера; 2 – объект (СК)

Рисунок 2 - Схема проведения видеосъемки

Экспериментальный образец исполнительного механизма СК обладает способностью изменять геометрические размеры звеньев во время движения, без остановки двигателя. Причем геометрические размеры всех звеньев механизма могут изменяться по отдельности или одновременно. Видеосъемка производится сериями по 3 записи минимум для каждого

значения геометрических размеров звеньев механизма, продолжительностью не менее минуты. Общее число записей зависит от количества размеров, которые необходимо проверить по результатам теоретических исследований.

**Обработка результатов видеосъемки.** Значения показаний шкал 5-8 снимаются непосредственно с видеозаписи и заносятся в таблицу специально разработанной формы. Затем по полученным значениям строятся функции положения, скорости и при необходимости функции ускорения. Далее полученные результаты сравниваются с теоретическими расчетами.

#### Выводы:

1. Выявлено, что разработанная методика кинематического анализа экспериментального образца исполнительного механизма станка-качалки позволяет снизить затраты на проведение экспериментального исследования кинематики тихоходных плоских шарнирно-четырёхзвенных механизмов, в частности исполнительного механизма станков-качалок;

2. Предложенная методика позволяет определить рациональные значения геометрических размеров и кинематических параметров звеньев для обеспечения оптимального режима работы станков-качалок на основе механизма переменной структуры.

#### Список литературы:

1. **Белеков, Т.Э.** Исследование элементов ударных механизмов переменной структуры [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.18 / Т.Э. Белеков.- Бишкек: ИМаш НАН КР, 2000.
2. **Абидов, А.О.** Научно-методические основы применения механизмов переменной структуры для создания ударных машин [Текст]: дис. ... д-ра. техн. наук: 05.02.18 / А.О. Абидов. - Бишкек: ИМаш НАН КР, 2002.
3. **Халмуратов, Р.С.** Разработка и создание отбойного молотка на основе механизма переменной структуры [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.18 / Р.С. Халмуратов. - Бишкек: ИМаш НАН КР, 2002.
4. **Каримов, А.А.** Создание виброударных машин для устранения задержек в системах подачи топлива и золошлакоудаления ТЭЦ [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.18 / А.А. Каримов. - Бишкек: ИМаш НАН КР, 2007.
5. **Касымбеков, С.Н.** Лабораторные испытания перфоратора с ручным приводом [Текст] / [С.Н. Касымбеков, М.М. Исманов, Б.М. Касымалиев, Т.Т. Толонбаев] // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУМУ, 2021. – №2. – С. 5 – 13.
6. **Абдраимов, Э.С.** Построение динамической модели ударного механизма виброплиты на основе механизма переменной структуры с ременной передачей [Текст] / [Э.С. Абдраимов, М.М. Исманов, Р.Р. Пакирдинов, Абсамат кызы Г.] // Машиноведение. – Бишкек: ИМаш НАН КР, 2021. – № 2 (14). – С. 10 – 17.
7. **Исманов, М.М.** Особенности конструкций ручных трамбовочных машин [Текст] / М.М. Исманов, Р.Р. Пакирдинов, Г. Абсамат кызы // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУМУ, 2022. – №2. – С. 5 – 13.
8. **Исманов, М.М.** Динамика ударного механизма трамбовочной машины с гидравлическим приводом [Текст] / [М.М. Исманов, Э.С. Абдраимов, Р.Р. Пакирдинов, Г. Абсамат кызы] // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУМУ, 2022. – №3. – С. 15 - 21.
9. **Кошбаев, А.А.** Механизмы станков-качалок [Текст] / А.А.Кошбаев // Вестник ЖАГУ.– Жалал-Абад: ГУ, 2013. – №1(27). - Ч.II. - С. 213 - 216.
10. **ГОСТ 5866-76.** Станки-качалки - М.: Изд-во стандартов, 1987.

DOI: <https://doi.org/10.54834/vi1.272>

Поступила в редакцию: 17.04.2024 г.