

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ

Диссертационный совет Д 05.11.043

На правах рукописи
УДК 622.233

Баялиев Алтынбек Жакыпбекович

**РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ОТБОЙНОГО МОЛОТА
С ДВУХКРИВОШИПНО-ПОЛЗУНЫМ МЕХАНИЗМОМ
ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ С ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКОЙ**

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 2012

Работа выполнена в «Институте машиноведения Национальной академии наук Кыргызской Республики»

Научный руководитель:

доктор технических наук,
профессор, академик НАН КР
Джуматаев М.С.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук,
профессор **Каримов А.**

кандидат технических наук
Каримов А. А.

Ведущая организация:

Кыргызский Государственный
Технический Университет
им. И. Раззакова
(г. Бишкек, пр. Мира, 66).

Защита состоится « » ----- 2012 г. в 14-00 на заседании диссертационного совета Д 05.11.043 при Институте машиноведения Национальной академии наук Кыргызской Республики, по адресу: 720055, г. Бишкек, ул. Скрябина, 23.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института машиноведения НАН КР.

Отзыв на автореферат в 2-х экземплярах с подписью, заверенной гербовой печатью организации, просим направлять в адрес диссертационного совета: 720055, г. Бишкек, ул. Скрябина, 23, Институт машиноведения НАН КР, Диссертационный совет Д 05.11.043, а также по e-mail: *imash_kg@mail.ru*. Тел. (0312) 541149, факс (0312) 562785.

Автореферат разослан « _____ » _____ 2011 г.

Ученый секретарь диссертационного
совета Д.05.11.043 к.т.н.



Квитко С.И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Ударные машины широко применяются для механизации тяжелых и трудоемких работ в горном деле, в строительстве, в ремонтно-восстановительных работах коммунальных хозяйств, при ремонте и текущем содержании дорог и аэродромов. Для дальнейшего развития этого направления и достижения конечной цели – получения импортозамещающей и конкурентоспособной виброударной техники, следует перейти к изготовлению, а затем к широким ресурсным и производственным испытаниям созданных машин и на их основе разработать новые, более совершенные конструкции виброударных машин, имеющих наиболее массовое применение в различных отраслях промышленности. В Институте машиноведения НАН КР созданы опытные образцы и малые партии ударных машин, их лабораторные и промышленные испытания показали работоспособность рычажных ударных механизмов переменной структуры, ремонтпригодность и удобство эксплуатации.

Однако проведенные испытания показали, что в процессе работы на опорные узлы ударного механизма и на привод машины действуют значительные нагрузки, снижающие надежность и долговечность машины. В связи с этим исследования, направленные на уменьшение динамических нагрузок на опоры и на шарнирные соединения звеньев ударного механизма являются актуальными.

Связь темы с планом научных работ. Работа выполнена в рамках проекта НИР Института машиноведения НАН КР «Разработка основ расчета, проектирования и создания энерго- и материалосберегающих машин для горнодобывающей промышленности, гидротехнического строительства и строительства.

Цель работы – создание отбойного молота на основе двухкривошипно-ползунного механизма переменной структуры с воздушной подушкой, позволяющей минимизировать динамические нагрузки на опоры и на привод машины.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- схема ударного механизма с двухкривошипно-ползунным механизмом переменной структуры с воздушной подушкой;
- закономерности взаимодействия поводка и ползун-бойка в полости исполнительного органа отбойного молота с двухкривошипно-ползунным механизмом переменной структуры (ДКП МПС) с воздушной подушкой;
- математическая модель, описывающая динамические процессы в трансмиссии отбойного молота с ДКП МПС;
- методика экспериментального исследования отбойного молота с ДКП МПС.

Научная новизна работы:

- обоснована возможность применения воздушной подушки для уменьшения динамических нагрузок на опоры и на привод ударных машин;
- разработана методика кинематического и динамического анализа отбойного молота на основе двухкривошипно-ползунным механизмом переменной структуры с воздушной подушкой;
- разработана методика экспериментальных исследований отбойного молота с двухкривошипно-ползунным механизмом переменной структуры с воздушной подушкой.

Практическая значимость полученных результатов заключается:

- разработана конструкция опытного образца отбойного молота с ДКП МПС с воздушной подушкой;
- рекомендованы рациональные параметры воздушной камеры ударного механизма;
- рекомендованы предельные значения зазоров в кинематических парах и боковых зазоров зубчатого зацепления, конструкции отбойного молота.

Личный вклад соискателя в получении результатов.

- выполнено обоснование параметров и разработана конструкция отбойного молота с ДКП МПС с воздушной подушкой;
- разработана инженерная методика расчета и выбора параметров ударного механизма и воздушной подушки;
- разработана методика экспериментальных исследований;
- проведены экспериментальные исследования, для оценки достоверности предложенной динамической модели ударной машины.

Апробация работы. Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на III-ей международной конференции «Проблемы естественно-технических наук, информационных технологий и управления на современном этапе» (Кыргызское отделение международной академии энергетики им. А. Эйнштейна, Бишкек, 2009 г.); на международной научно-практической конференции «Информационные технологии в образовании: состояние проблемы и перспективы» (Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова, Бишкек, 2011 г.); на международной научно-практической конференции «Проблемы инновационного развития нефтегазовой индустрии» (Казахстанско-Британский технический университет, Алматы, 2012 г.); на международной научной конференции, посвященной памяти академика М.Я. Леонова, «Современные проблемы механики сплошной среды» (Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, 2012 г.); на всероссийской конференции с участием иностранных ученых «Фундаментальные проблемы формирования техногенной геосреды» (Институт горного дела им. Н. А. Чинакала Сибирского отделения Российской Академии наук, Новосибирск 2012 г.).

Полнота отражения результатов диссертации в публикациях. По результатам выполненных исследований опубликовано 16 печатных работ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, содержит 137 страниц машинописного текста, включающего 5 таблиц, 94 рисунка и библиографический список из 43 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, отражена научная новизна и практическая ценность и дана краткая аннотация диссертационной работы.

В первой главе проведен обзор ударных механизмов на основе МПС. Исследованиями ударных машин на основе механизмов переменной структуры занимались ученые Кыргызстана О. Д. Алимов, В. К. Манжосов, С. Абдраимов, М. С. Джуматаев, Т.О. Невенчанная, М. З. Алмаматов, А. К. Каримов, Т. Т. Каримбаев, Э. С. Абдраимов, З. А. Уркунов, И. А. Абдрахманов и другие.

В институте машиноведения НАН КР были созданы серии ручных ударных машин с электромеханическим приводом, электромеханические молотки и перфораторы, отбойные молоты с энергией удара до 1200 Дж с гидроприводом. В диссертации рассмотрены преимущества и недостатки вышеуказанных механизмов. С целью усовершенствования ударного механизма с двухкривошипно-ползунным механизмом переменной структуры (ДКП МПС) и снижения динамических нагрузок на привод была разработана новая схема ударного механизма с ДКП МПС с воздушной подушкой, представленная на рисунке 1. Обоснована кинематическая схема механизма с ДКП МПС с воздушной подушкой для уменьшения динамических нагрузок на привод ударной машины. Определены цели и задачи исследований.

Вторая глава посвящена кинематическому анализу двухкривошипно-ползунного механизма, разработке и созданию конструкции отбойного молота с ДКП МПС с воздушной подушкой. Выявлены особенности взаимодействия поводка и ползуна-бойка в полости ползуна-бойка исполнительного органа отбойного молота с ДКП МПС с воздушной подушкой. Исследование влияния параметров воздушной подушки на скорость и ускорение исполнительного звена, с учетом утечки воздуха из воздушных камер, выполнена по разработанной программе на языке программирования Паскаль. На основе проведенных анализов разработана конструкция отбойного молота с двухкривошипно-ползунным механизмом переменной структуры с воздушной подушкой.

Рассматриваемый механизм представляет собой два кривошипно-ползунных механизма с одинаковыми размерами кривошипов и шатунов,

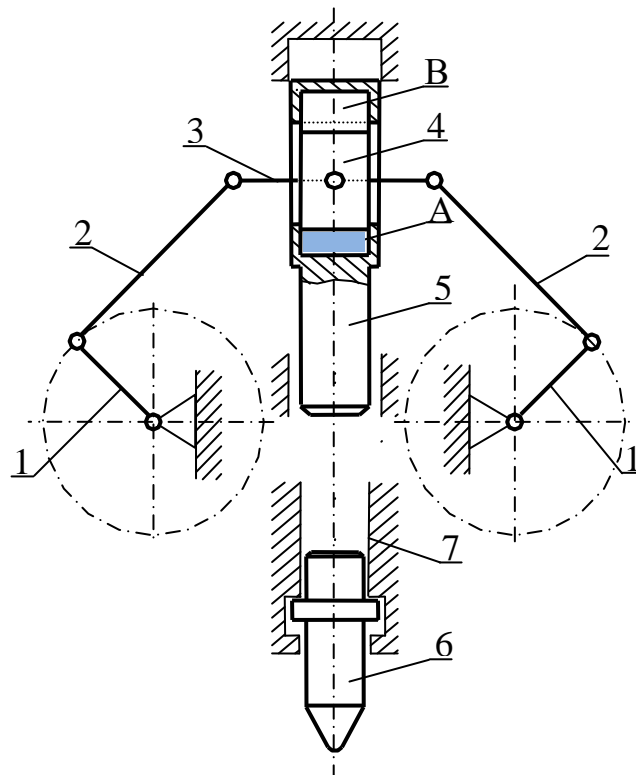


Рис.1 Кинематическая схема ДКП МПС с воздушной подушкой
 А, В – воздушные камеры, 1 – кривошип, 2 – шатун, 3 – поводок,
 4 – поршень, 5 – ползун-бок, 6 – инструмент, 7 – ствол.

имеющих общий ползун. Кинематический анализ проводится для одной половины двукривошипно-ползунного механизма кинематическая схема которая показана на рисунке 2.

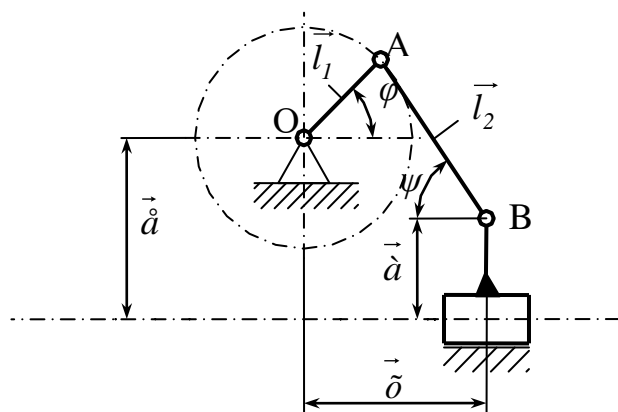


Рис. 2. К исследованию кинематики с
 ДКП МПС

Проектируя векторы на оси координат, получим

$$l_1 \cos \varphi + l_2 \cos \psi - x = 0 \quad (1)$$

$$e + l_1 \sin \varphi - l_2 \sin \psi - a = 0 \quad (2)$$

Из соотношения (1) находим положение ползуна

$$x = l_1 \cos \varphi + l_2 \cos \psi \quad (3)$$

Величину $\sin \psi$ найдем из соотношения (2)

$$\sin \psi = \frac{l_1 \sin \varphi + e - a}{l_2} \quad (4)$$

Подставляя (4) в (3), определим положение ползуна

$$x = l_1 \cos \varphi + \sqrt{l_2^2 - (l_1 \sin \varphi + e - a)^2} \quad (5)$$

После дифференцирования соотношения (5) получены аналогов скорости и ускорения ползуна

$$\frac{dx}{d\varphi} = -l_1 \sin\varphi - \frac{l_1 \cos\varphi (l_1 \sin\varphi + e - a)}{\sqrt{l_2^2 - (l_1 \sin\varphi + e - a)^2}} \quad (6)$$

$$\frac{d^2x}{d\varphi^2} = -l_1(\cos\varphi + \frac{q(l_1 \cos^2\varphi - r \sin\varphi) + l_1 r^2 \cos^2\varphi}{q^{\frac{3}{2}}}) \quad (7)$$

где $r = l_1 \sin\varphi + \dot{a} - a$ $q = l_2^2 - r^2$

Связь между ползуном и бойком осуществляется посредством воздушных подушек, образующихся в передней или задней полости бойка. Для описания движения бойка требуется знание взаимного положения бойка и ползуна. Расчетная схема для моделирования движения бойка представлена на рисунке 3.

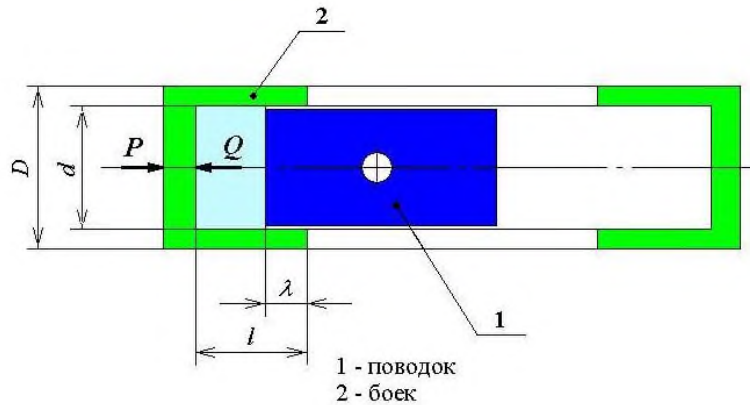


Рис.3. Расчетная схема для моделирования движения бойка

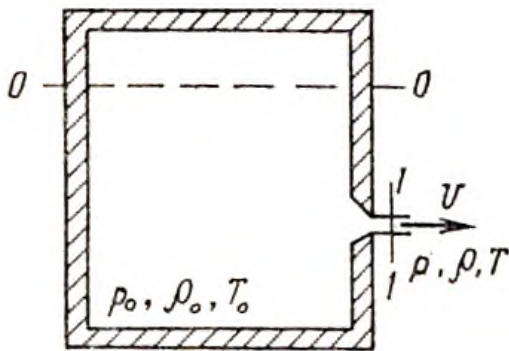


Рис. 4. Истечение газа из отверстия в тонкой стенке

Зазор между соответствующими сопрягаемыми поверхностями поводка и бойка можно представить в виде круглого отверстия в поводке, площадь которого равна площади зазора (рис. 4).

Скорость истечения газа из отверстия и расхода вытекающего газа определяются по следующим формулам:

$$v = \varphi \sqrt{\frac{2k}{k-1} \frac{p_0}{\rho_0} \left[1 - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}; \quad (8)$$

$$M = \mu \omega_0 \sqrt{\frac{2k}{k-1} p_0 \rho_0 \left[\left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]} \quad (9)$$

где $k = 1,4$ – показатель адиабатного изменения состояния воздуха
 ω_0 – площадь сечения отверстия

При наличии воздушной подушки боек находится под действием двух противоположно направленных сил: силы, образуемой воздушной подушкой, и силы, образуемой внешним окружающим воздухом. Силы, с которыми воздушная подушка и атмосфера будут действовать на боек, соответственно равны:

$$Q = \frac{p_0 \pi d^2}{4} \quad (10)$$

и

$$P = \frac{p_{атм} \pi D^2}{4}, \quad (11)$$

где: p_0 – давление, создаваемое воздушной подушкой;

$p_{атм}$ – давление атмосферы.

Ускорение бойка определяется, как

$$a_{\dot{a}} = \frac{Q - P}{m_{\dot{a}}}, \quad (12)$$

где: $m_{\dot{a}}$ – масса бойка.

Давление в воздушной подушке зависит от массы содержащегося в ней воздуха и объема самой подушки.

$$p_0 = \frac{m_{\dot{a}\dot{c}\dot{a}}}{V_{\dot{a}\dot{c}\dot{a}}} = \frac{4m_{\dot{a}\dot{c}\dot{a}}}{\pi d^2 (l - \lambda)}. \quad (13)$$

Величина λ зависит от взаимного положения поводка и бойка. Учитывая то, что зависимость положения бойка от времени имеет нелинейный характер, то движение бойка будет описываться нелинейным дифференциальным уравнением второго порядка. При его решении воспользуемся численным методом Рунге-Кутты IV порядка.

На рисунках 5 и 6 приведены графики скоростей поводка и ползуна-

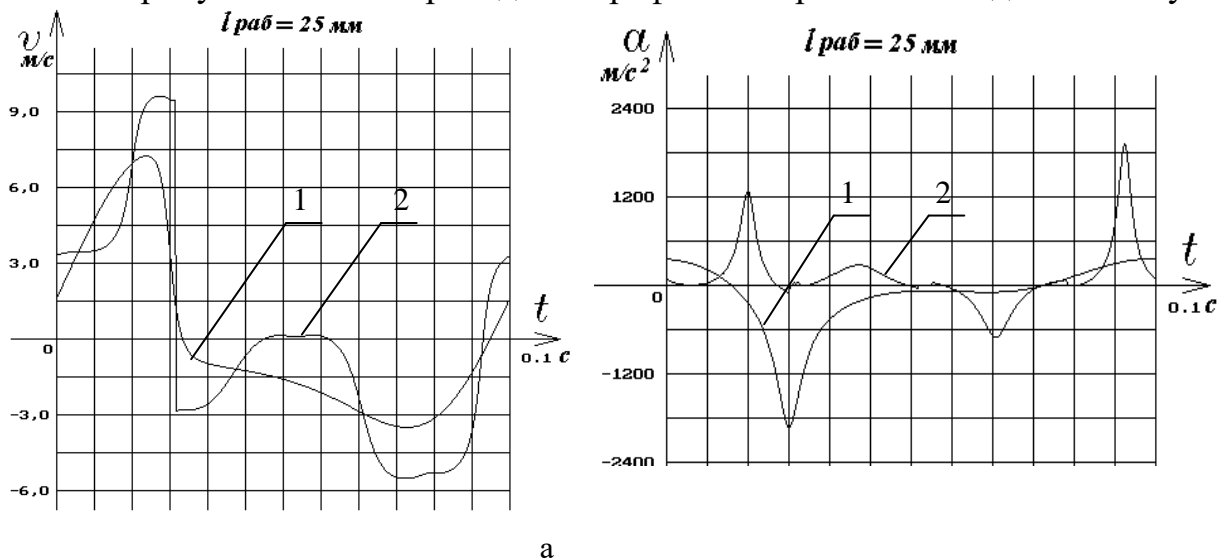


Рис.5 Графики зависимости скоростей и ускорений поводка (1) и ползуна бойка (2) от времени для различных длин камер рабочего хода.

бойка увеличения и уменьшения длины камеры рабочего и холостого ходов. Из графиков видно, что воздушные камеры оказывают существенное влияние на скорость ползун-бойка.

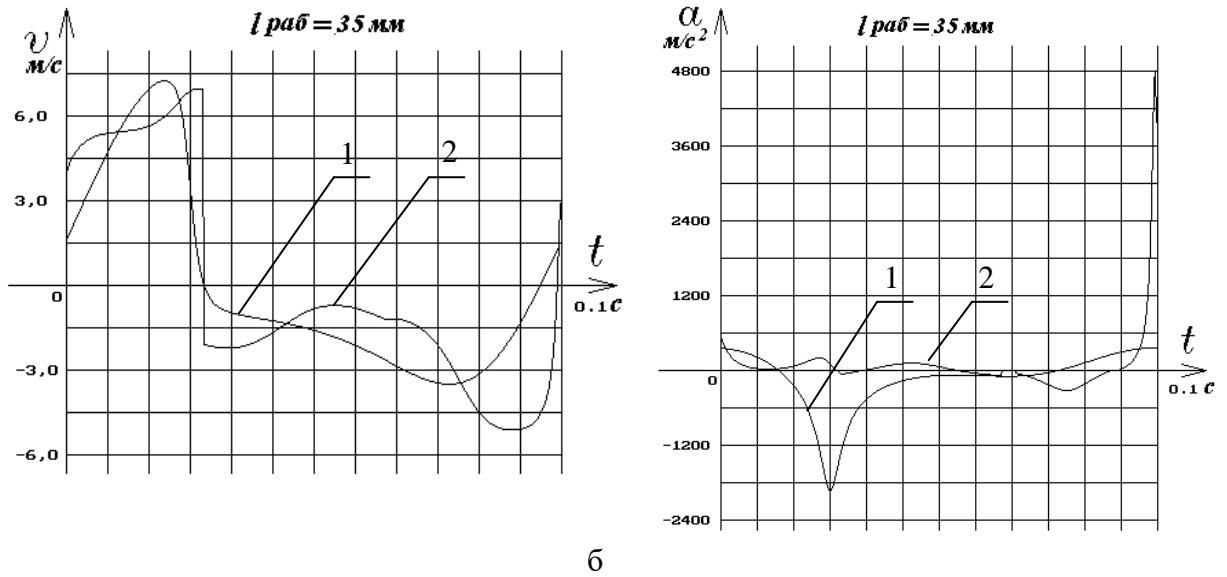


Рис.5 Графики зависимости скоростей и ускорений поводка (1) и ползуна бойка (2) от времени для различных длин камер рабочего хода.

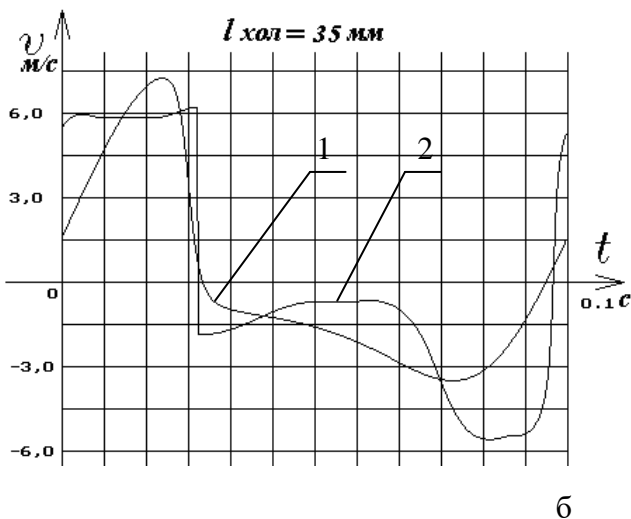
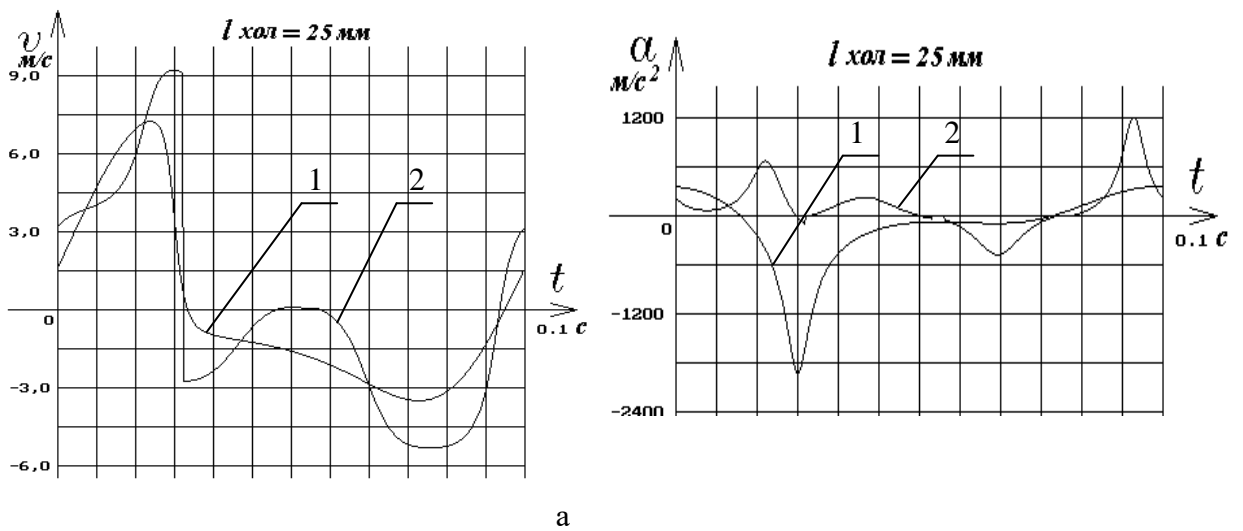


Рис.6 Графики зависимости скоростей и ускорений поводка(1) и ползуна бойка(2) от времени для различных длин камер холостого хода.

Выявленные особенности взаимодействия поводка и ползуна-бойка для различных параметров исполнительного органа и результаты проведенного анализа позволяют оптимизировать конструктивные параметры механизма.

Для обеспечения устойчивости синхронности работы двухкривошипно-ползунного механизма проведен анализ движения звеньев механизма с учетом зазоров в кинематических парах (рис. 7).

Увеличение зазоров с одной стороны ДКП-МПС приводит к несинхронному движению поводка, поворачивая рычаг поводка на угол α . В свою очередь α увеличивается с увеличением угла ψ . Из геометрических соотношений определяем угол α .

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l_2' \cdot \cos \psi' - l_2 \cdot \cos \psi}{2 \cdot a} . \quad (14)$$

Отсюда углы ψ и ψ' определяются из формул

$$\begin{aligned} l_2 \cdot \sin \psi &= l_1 \cdot \sin \varphi + (e - \delta), \\ l_2' \cdot \sin \psi' &= l_1 \cdot \sin \varphi + (e - \delta), \end{aligned} \quad (15)$$

где l_2' - размер шатуна зазорами

$$l_2' = l_2 + k_1 + k_2.$$

где k_1, k_2 - зазоры соответственно в шарнирах A' и B' .

Установлены оптимальные зазоры в кинематических парах для синхронного вращения ДКП МПС, определены предельные значения зазоров

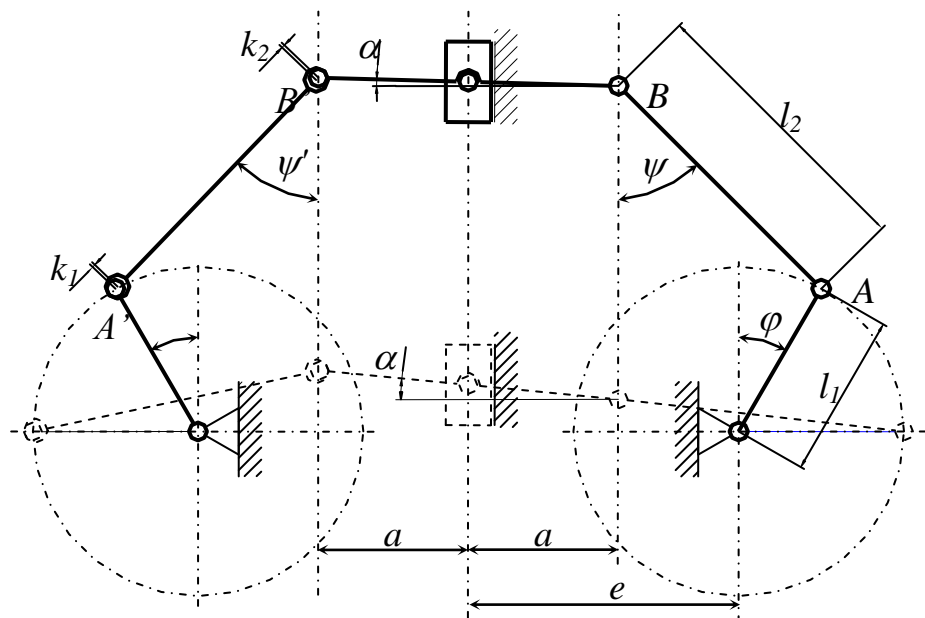


Рис.7. Кинематическая схема ДКП МПС отличающимися друг от друга зазорами в шарнирах

в кинематических парах и боковых зазорах зубчатого зацепления, обеспечивающие работоспособность механизма.

По итогам выполненных работ была разработана конструкция отбойного молота с двухкривошипно-ползунным механизмом переменной структуры с воздушной подушкой представленная на рисунке 8.

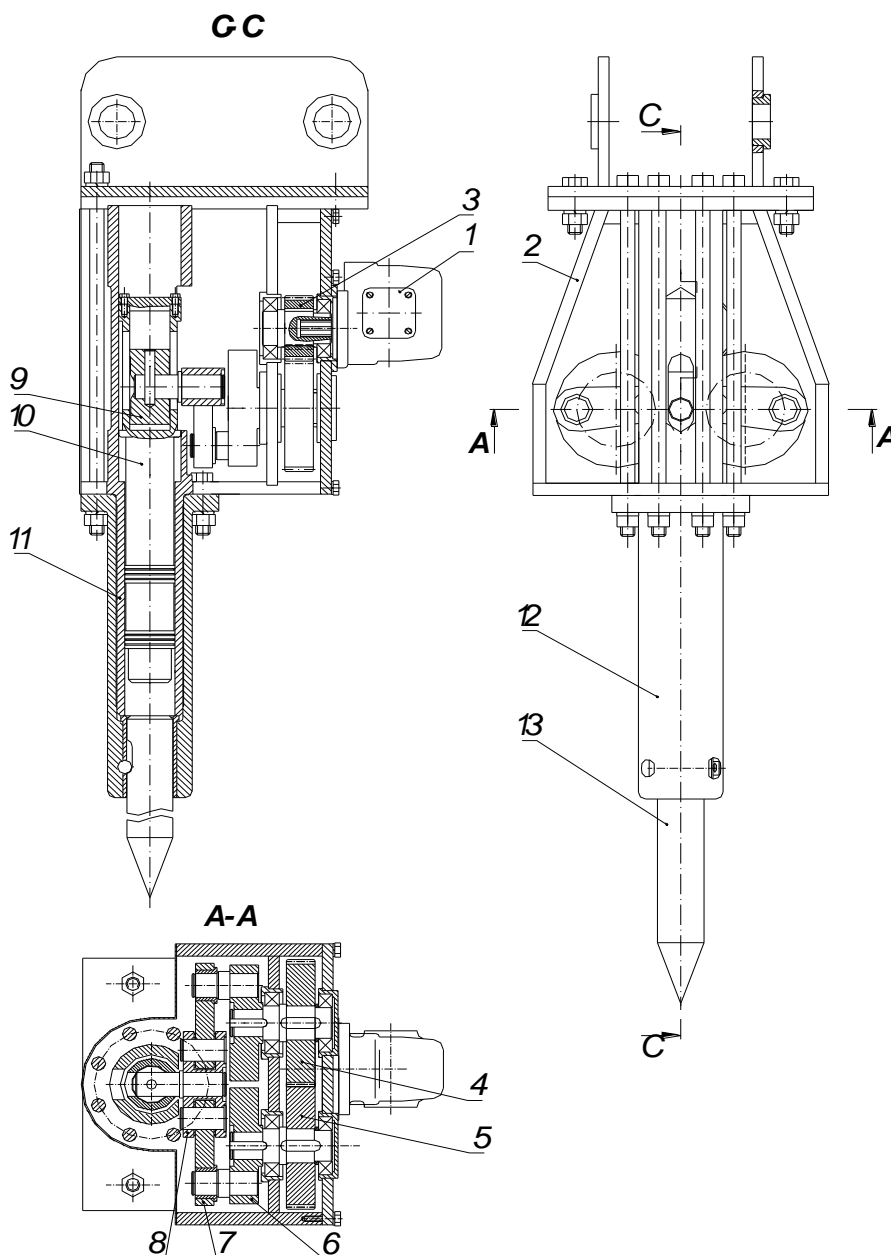


Рис. 8 Конструкция отбойного молота с ДКП – МПС с воздушной подушкой

1 – гидродвигатель, 2 – корпус, 3, 4, 5 – зубчатые колеса, 6 – кривошип маховик, 7 – шатун, 8 – поводок, 9 – поршень, 10 – ползун-боек, 11 – гильза, 12 – букса, 13 - инструмент

В третьей главе разработана математическая модель отбойного молота с ДКП МПС. Обобщенная математическая модель трансмиссии молота представлена в виде много массовой динамической системы (рис. 9). Методика исследований основана на результатах исследований буровых

устройств, безмуфтовых прессов-автоматов, перфораторов и отбойных молотков, проведенных ранее в Институте машиноведения НАН КР.

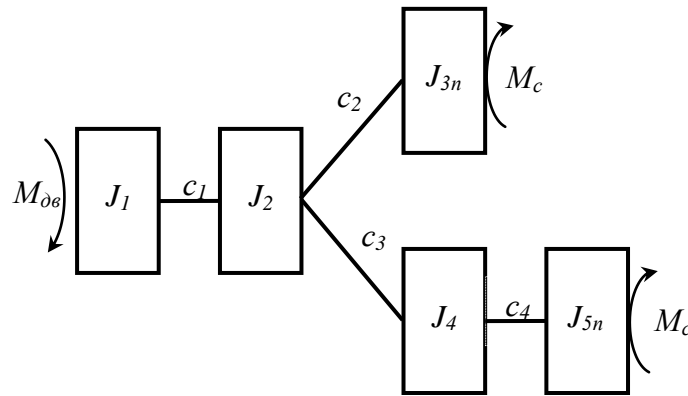


Рис. 9 Динамическая расчетная схема отбойного молота

Уравнение движения отбойного молота имеют следующий вид

$$\begin{cases} J_1 \ddot{\varphi}_1 = \frac{a}{\dot{\varphi}_1} - c_1(\varphi_1 - \varphi_2) \\ J_2 \ddot{\varphi}_2 = c_1(\varphi_1 - \varphi_2) - c_2(\varphi_2 - \varphi_3) \\ J_{3n} \ddot{\varphi}_3 = c_2(\varphi_2 - \varphi_3) - \frac{\dot{\varphi}_3^2}{2} \cdot \frac{dJ_{3n}}{d\varphi_3} - M_c \\ J_4 \ddot{\varphi}_4 = c_3(\varphi_2 - \varphi_4) - c_4(\varphi_4 - \varphi_5) \\ J_{5n} \ddot{\varphi}_5 = c_4(\varphi_4 - \varphi_5) - \frac{\dot{\varphi}_3^2}{2} \cdot \frac{dJ_{3n}}{d\varphi_3} - M_c \end{cases} \quad (16)$$

Где J_1, J_2, J_4 – моменты инерции элементов; c_1, c_2, c_3, c_4 – коэффициенты жесткости; $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4, \varphi_5$ – углы поворота соответствующих масс; J_{6n}, J_{9n} – моменты инерции приведенные соответственно к кривошип-маховикам; $\frac{dJ_{6n}}{d\varphi_6}; \frac{dJ_{9n}}{d\varphi_4}$ – составляющие, характеризующие изменение

инерционных свойств механизма в зависимости от положения кривошипов; M_δ – вращающий момент двигателя; M_c – момент сопротивления со стороны обрабатываемой среды.

Расчет уравнений движения (16) осуществляется методом Рунге-Кутты. Решения уравнений для исследований динамики машины производилась в математической среде MathCAD использованием функции `rkfixed` (y_0, t_0, t_1, N, F), с постоянным шагом решения, где y_0 – матрица начальных условий, t_0, t_1 – начальное и конечное время периода движения N – количество шагов, F – матрица с системой уравнений.

Предлагаемая математическая модель позволяет проводить анализ влияния на рабочие характеристики машины таких факторов как, параметры упругой связи между сосредоточенными массами, установить

закономерности движения элементов трансмиссии отбойного молота и изменение их скоростей, определить собственные частоты колебаний сосредоточенных масс, динамические нагрузки элементов трансмиссии отбойного молота. Результаты этого анализа используются для выбора и обоснования рациональных параметров элементов трансмиссии машины и ее привода.

На рисунке 10 представлены зависимости угловых скоростей элементов трансмиссии от времени при следующих начальных условиях:
 $\varphi_1=0,00047 \text{ рад}$; $\varphi_2=0,000954 \text{ рад}$; $\varphi_3=0,011 \text{ рад}$; $\varphi_4=0,00102 \text{ рад}$; $\varphi_5=0,011 \text{ рад}$;

$$\dot{\varphi}_1 = \dot{\varphi}_2 = \dot{\varphi}_3 = \dot{\varphi}_4 = \dot{\varphi}_5 = 110 \text{ с}^{-1},$$

Из рисунка 10 видно, что изменение угловых скоростей имеет колебательный характер, угловые скорости элементов силовой трансмиссии достигают значительных величин, которые с течением времени постепенно уменьшаются.

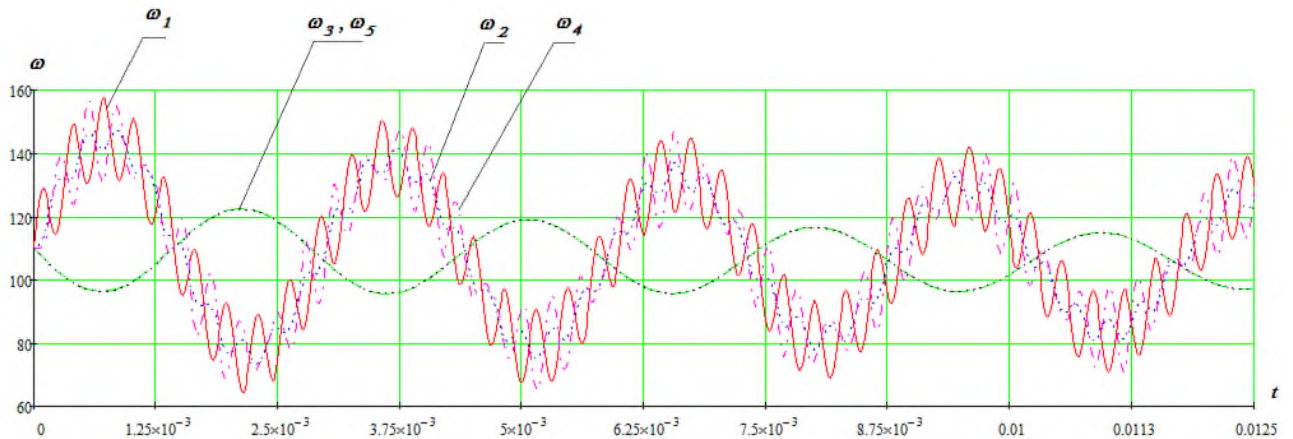


Рис. 10. Диаграмма угловой скорости элементов силовой трансмиссии в зависимости от времени

ω_1 – угловая скорость двигателя; ω_2 – угловая скорость цилиндрического зубчатого колеса;
 ω_3 – угловая скорость кривошип маховика; ω_4 – угловая скорость цилиндрического зубчатого колеса; ω_5 – угловая скорость кривошип маховика.

Анализ свободных колебаний показал, что движение элементов трансмиссии осуществляется по сложным законам. Все элементы трансмиссии подвержены колебаниям. Наибольшие по амплитуде колебания возникают у гидродвигателя и у цилиндрических зубчатых передач ω_2 , ω_4 . В связи с малыми значениями упругостей свободные колебания кривошип маховиков ω_3 , ω_5 низкочастотны. На рис. 11. показаны фазовые портреты зависимостей угловых скоростей гидродвигателя ω_1 цилиндрических зубчатых передач ω_2 , ω_4 и кривошип маховиков ω_3 , ω_5 от углов поворота соответствующих элементов трансмиссии ударных машин. Наглядно можно заметить высокоамплитудные элементы трансмиссии отбойного молота.

Для математического описания возмущающего момента на кривошипном валу рассмотрим кривошипно-ползунный механизм, приложив

на него все действующие силы (рис. 12).

Обозначим через F – возникающее при соударении ползуна бойка со инструментом, $R_{ш}$ – сила действующая по шатуну l_2 , R – составляющая действующая перпендикулярно кривошипу l_1 .

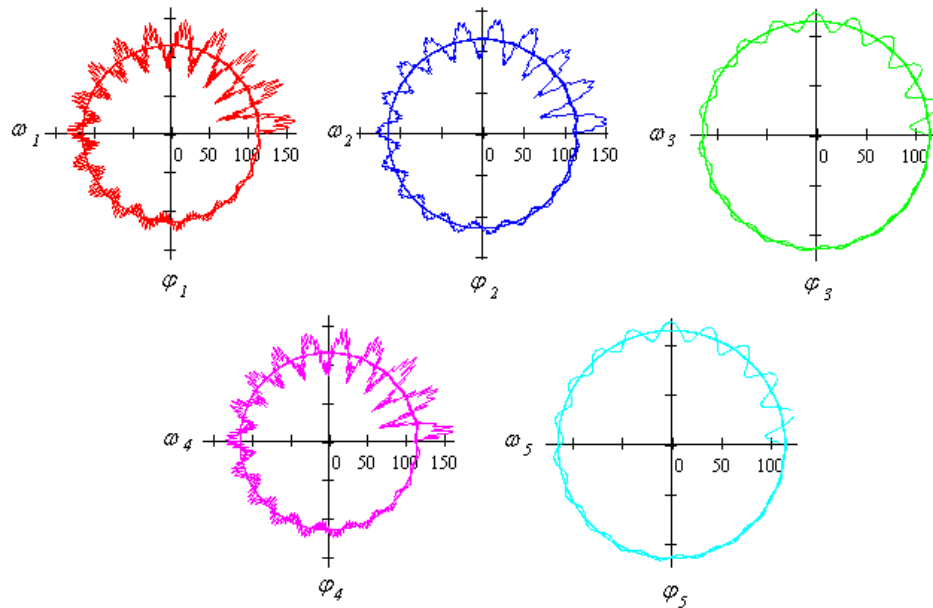


Рис. 11 Фазовые портреты элементов трансмиссии отбойного молота от углов поворота соответствующих элементов

Крутящий момент на кривошипном валу равен

$$M_c = R \cdot l_1 \quad (17)$$

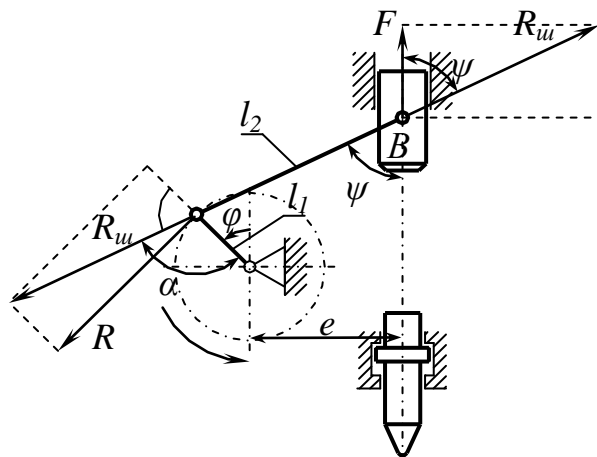


Рис. 12 Силы действующие на кривошипно-ползунном механизме

Откуда $R = R_{ш} \cdot \sin \alpha$

Зная, что $R_{ш} = \frac{F}{\cos \psi}$

где $\cos \psi = \sqrt{1 - \sin^2 \psi}$,

$$\sin \psi = \frac{e + l_1 \cdot \sin \varphi}{l_2}$$

$$\text{Тогда } R_{ш} = \frac{F}{\sqrt{l_2^2 - (e + l_1 \cdot \sin \varphi)^2}}$$

Для кривошипно – ползунного механизма существует соотношение

$$\alpha - \varphi = \psi$$

$$\text{где } \alpha = \arcsin \left(\frac{e + l_1 \cdot \sin \varphi}{l_2} \right) + \varphi$$

Окончательно имеем:

$$M_c = \frac{F \cdot l_1}{\sqrt{l_2^2 - (e + l_1 \cdot \sin \varphi)^2}} \cdot \sin \left(\arcsin \left(\frac{e + l_1 \cdot \sin \varphi}{l_2} \right) + \varphi \right) \quad (18)$$

Для описания импульсного возмущения в математической среде

программирования MathCAD используем следующую зависимость:

$$M_c := \begin{cases} 0 & \text{if } |\varphi| > \frac{\pi}{2} \\ M_c(\varphi) & \text{if } |\varphi| = \frac{\pi}{2} \\ 0 & \text{if } |\varphi| < 2\pi \end{cases} \quad (19)$$

Результаты расчета представлены на рис. 13, на которых приведены зависимости угловых скоростей гидродвигателя ω_1 , цилиндрических

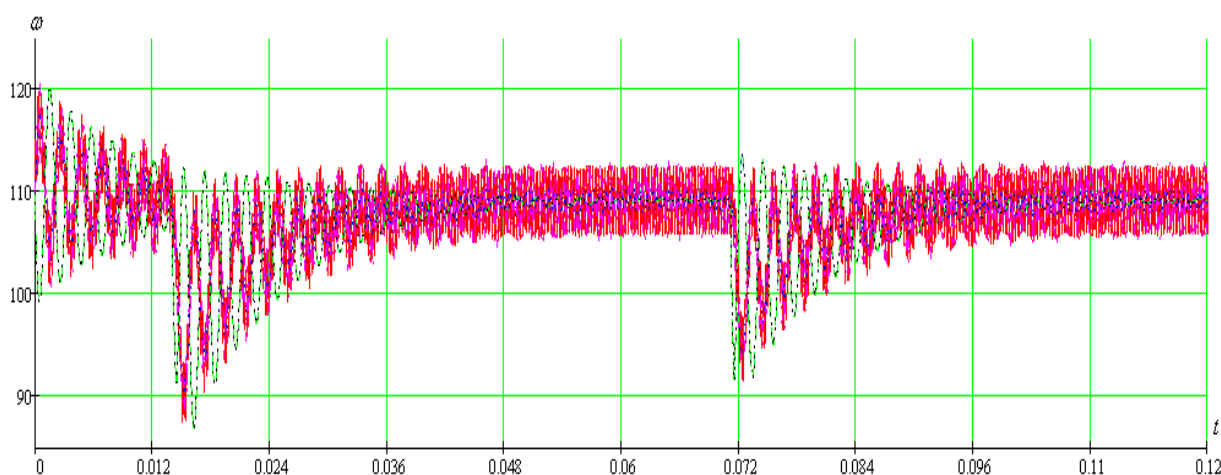


Рис. 13 Диаграмма угловой скорости элементов силовой трансмиссии в зависимости от времени

зубчатых колес ω_2 , ω_4 и двух маховик кривошипов ω_3 , ω_5 , к которым приведены массы звеньев кривошипно-ползунного механизма. Периодические увеличения амплитуд угловых скоростей трансмиссии отбойного молота объясняется влиянием возмущающих нагрузок в момент удара ползун-бойка об инструмент

В четвертой главе представлена методика проведения экспериментальных исследований динамики отбойного молота с ДКП МПС, тарировка датчиков и результаты экспериментальных исследований. Основной целью экспериментальных исследований является изучение динамических процессов, протекающих в отдельных элементах трансмиссии, влияние режимов работы машины на ее динамику и оценка адекватности разработанной динамической модели.

Для экспериментального исследования был разработан экспериментальный стенд на базе экскаватора ЭО-2621 (рис.14). Экспериментальный стенд включает отбойный молот с ДКП МПС, самопишущий прибор НЗ38-4П, тахогенератор для измерения угловой скорости вращения маховик-кривошипов, расходомер для регистрации расхода рабочей жидкости.



Рис.14

1 – отбойный молот; 2 – самопищущий прибор; 3 – тахогенератор;
4 – расходомер.

На рис. 15 показаны экспериментальные диаграммы угловой скорости маховика кривошипа отбойного молота с ДКП МПС при давлении в напорной магистрали гидросистемы $P=10 \text{ МПа}$. Как видно из рисунка амплитуда колебаний угловой скорости маховика при давлении в напорной магистрали гидросистемы $P=10 \text{ МПа}$ составляет 32 с^{-1} .

С целью оценки достоверности принятых гипотез и допущений при составлении математической модели отбойного молота приведено сравнение теоретических и экспериментальных исследований.

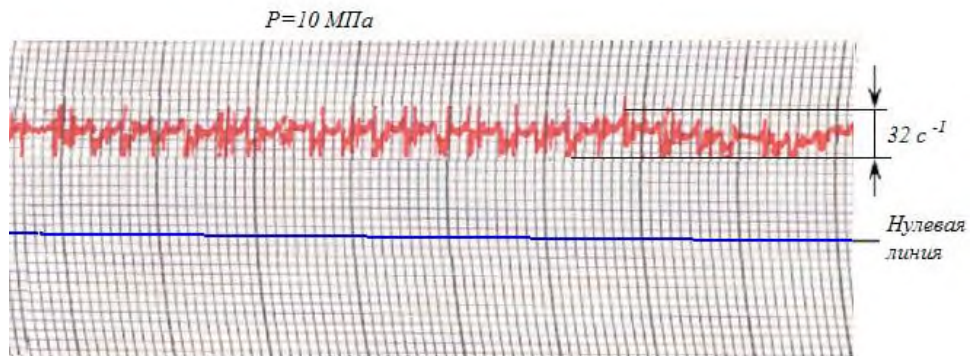


Рис.15 Экспериментальные диаграммы параметра кривошип маховика отбойного молота

На рисунке 16 приведены зависимости угловых скоростей маховик-кривошипа, полученные теоретическим и экспериментальным путями. Результаты теоретического исследования обозначены цифрой 1, а экспериментального исследования цифрой 2. Как видно из рисунка, можно отметить качественное совпадение результатов расчета и эксперимента. А

количественные сравнения зависимостей угловой скорости маховик-кривошипа показывают, что экспериментальные значения превышают теоретические. Наименьшее расчетное значение угловой скорости при этом составляет $\omega_{min}=29,4 \text{ c}^{-1}$, а экспериментальное значение – $\omega_{min}=32 \text{ c}^{-1}$, т.е. разница составляет 8%.

Причина расхождения полученных результатов, на наш взгляд, состоит в том, что при теоретическом исследовании было принято допущение о пренебрежении демпфирующих свойств элементов передачи и исполнительного механизма.

Таким образом, можно отметить, что разработанные в работе модели для исследования динамики трансмиссий отбойного молота адекватно описывают динамические явления, происходящих в трансмиссии в процессе ее работы

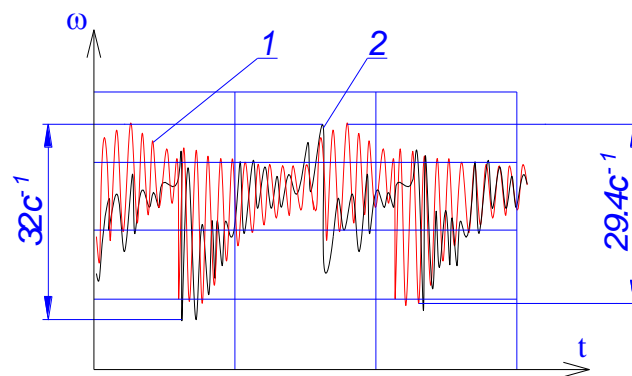


Рис.16. Зависимости угловой скорости маховик-кривошипа:
1 – теоретические; 2 – экспериментальные.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа посвящена решению актуальной задачи – уменьшению динамических нагрузок на опоры и на шарнирные соединения звеньев ударного механизма.

В целях этого выполнены комплексные научно-исследовательские работы по разработке и созданию отбойного молота с двухкривошипно-ползунным механизмом переменной структуры.

В диссертационной работе обоснована возможность применения механизма с ДКП МПС с воздушной подушкой для уменьшения динамических нагрузок на привод ударной машины.

Разработана математическая модель, описывающая динамические процессы в трансмиссии отбойного молота, которая позволяет изучить закономерности движения элементов трансмиссии, влияние ее упругих и инерционных параметров на процесс крутильных колебаний, а также действующие динамические нагрузки на элементы трансмиссии отбойного молота.

Создан опытный образец отбойного молота с ДКП МПС с воздушной подушкой. Разработана методика экспериментальных исследований для

изучения динамических процессов протекающих в трансмиссии отбойного молота с ДКП МПС и приведены результаты экспериментальных исследований.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ОТРАЖЕНЫ В СЛЕДУЮЩИХ ПУБЛИКАЦИЯХ:

1. Баялиев А.Ж. Энергетические показатели электромеханического молотка [Текст]: / М.С. Джуматаев, А.Ж. Баялиев // Вестник КГУСТА. Вып. №2 (12). – Бишкек, Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры, 2006. С. – 110-113.
2. Баялиев А.Ж. Двухкривошипно – ползунный ударный механизм с воздушной подушкой [Текст]: / М.С. Джуматаев, Т.Т. Каримбаев, З.А. Уркунов, А.Ж. Баялиев // Сб. научных трудов Института машиноведения, вып.5, - Бишкек, Илим. 2006, С.20-25.
3. Баялиев А.Ж. Молот с воздушной подушкой М.С. Джуматаев, Т.Т. Каримбаев, З.А. Уркунов, А.Ж. Баялиев // М.С. Джуматаев, З.А. Уркунов, А.Ж. Баялиев // Сб. научных трудов Института машиноведения, вып.6, - Бишкек, Илим. 2008, С.65-70.
4. Баялиев А.Ж. Моделирование движения звеньев ударной машины с двухкривошипно-ползунным механизмом переменной структуры с воздушными подушками в полости бойка [Текст]: / М.С. Джуматаев, Т.Т. Каримбаев, З.А. Уркунов, А.Ж. Баялиев // Вестник Кыргызского отделения Международной Академии энергетики имени А. Эйнштейна. №1 (9).- Бишкек, 2009. С.- 37-41.
5. Баялиев А.Ж. Динамическая модель ударной машины с двухкривошипно-ползунным механизмом переменной структуры с воздушной подушкой с гидравлическим приводом [Текст]: / Каримбаев Т.Т., А.Ж. Баялиев // Вестник Кыргызского отделения Международной Академии энергетики имени А. Эйнштейна. №1 (9),- Бишкек, Авангард, 2009. С.- 41-45.
6. Баялиев А.Ж. К вопросу синхронности движения двухкривошипно-ползунного механизма переменной структуры [Текст]: / А.Ж. Баялиев // Сб. научных трудов Института машиноведения, вып.7, - Бишкек, Илим. 2010, С.77-83.
7. Баялиев А.Ж. Моделирование движения звеньев с учетом зазора между сопрягаемыми поверхностями поводка и бойка [Текст]: / М.С. Джуматаев, Т.Т. Каримбаев, З.А. Уркунов, А.Ж. Баялиев // Сб. научных трудов Института машиноведения, вып.7, - Бишкек, Илим. 2010, С.83-91.
8. Баялиев А.Ж. Влияние воздушной подушки на скорость и ускорение исполнительного звена с учетом утечки воздуха из воздушных камер [Текст]: / М.С. Джуматаев, Т.Т. Каримбаев, З.А. Уркунов, А.Ж. Баялиев // Сб. научных трудов Института машиноведения, вып.7, - Бишкек, Илим. 2010, С.91-95.
9. Баялиев А.Ж. Применение информационных технологий при исследовании ударной машины с двухкривошипно – ползунным механизмом переменной структуры [Текст]: / М.С. Джуматаев, Т.Т. Каримбаев, З.А.

Уркунов, А.Ж. Баялиев // Вестник КГУСТА Информационные технологии в образовании: состояние проблемы и перспективы Т. 1 - Бишкек, 2011, С.102-107.

10. Баялиев А.Ж. Методика и результаты экспериментальных исследований отбойного молота с двухкривошипно-ползунным механизмом переменной структуры с воздушной подушкой с гидроприводом [Текст]: / А.Ж. Баялиев // Т. 2 «Проблемы инновационного развития нефтегазовой индустрии» Сб. тр. междунар. науч.-практ. конф.: - Алматы: КБТУ, 2012 С.159-162.

11. Баялиев А.Ж. К составлению математической модели ударной машины с двухкривошипно-ползунным механизмом переменной структуры [Текст]: / М.С. Джуматаев, А.Ж. Баялиев // «Проблемы инновационного развития нефтегазовой индустрии» Т. 2 Сб. тр. междунар. науч.-практ. конф.: - Алматы: КБТУ, 2012 С.191-196.

12. Баялиев А.Ж. Модель возмущающей нагрузки в трансмиссии отбойного молота [Текст]: / А.Ж. Баялиев // Вестник КГУСТА. №1 (35).- Бишкек, 2012. С.- 92-96.

13. Баялиев А.Ж. Результаты предварительных промышленных испытаний отбойного молота с двухкривошипно-ползунным механизмом переменной структуры с воздушной подушкой [Текст]: / А.Ж. Баялиев // Вестник КГУСТА. №1 (35).- Бишкек, 2012. С.- 96-101.

14. Баялиев А.Ж. Влияние расхода сжатого воздуха на движение ползуна-бойка [Текст]: / А.Ж. Баялиев // Вестник Казахского Национального Технического Университета. №4 (92).- Алматы: КазНТУ им. К.И. Сатпаева, 2012 С.129-132.

15. Баялиев А.Ж. Применение информационных технологий при исследовании динамики ударной машины с двухкривошипно-ползунным механизмом переменной структуры [Текст]: / М.С. Джуматаев, Т.Т. Каримбаев, А.Ж. Баялиев // «Современные проблемы механики сплошной среды» Тр. междунар. науч.- конф. НАН КР:- Бишкек, 2012. С.- 383-387.

16. Баялиев А.Ж. Механизмы переменной структуры – основа для создания ударных машин [Текст]: / М.С. Джуматаев, А.Ж. Баялиев // «Фундаментальные проблемы формирования техногенной геосреды» Труды всероссийской конф. с участием иностранных ученых. Т. 2 Машиноведение:- Новосибирск ИГД СО РАН, 2012. С.- 11-15.

РЕЗЮМЕ

Баялиев Алтынбек Жакыпбековичтин техникалык илимдер кандидаты даражасына ээ болуу щщщ, 05.2.18 Механизмдер жана машиналар теориясы кесипчилигине тиешелщщ «Кошийримуунактуу-жылгычтуу ёзгёрщлмё структуралуу аба жаздыктуу ургу балканы негиздёё жана тцщщщ» темасында жазылган диссертациясынын негизги пикири.

Ачкыч сөздөр: кошийримуунактуу-жылгычтуу ёзгёрщлмё структуралуу, аба жаздык, урумсуз ажырым, ургу балка.

Изилдөө объектиси – кошийримуунактуу-жылгычтуу өзгөрүшлө структуралуу аба жаздыктуу ургу балка.

Бул ишти аткаруунун максаты ургу машинанын тирөөчтөрүндөгү иштеткичиндеги динамикалык жүктөрдү азайтуу үчүн аба жаздыктын өлчөмдөрүн аныктоо, ошондой эле ургу механизмдин жана аба жаздыктын өлчөмдөрүн тандоо жана эсептөө үчүн инженердик ыкманы иштеп чыгуу.

Эркин, аргасыз термелүүлөрдү жана динамикалык нагрукаларды изилдегенге ургу балканын узаткычынын жалпы динамикалык модели түзүлдү. Ургу балканы изилдөөгө эксперимент жүргүзүшү ыкмасы иштелип чыкты.

РЕЗЮМЕ

диссертации Баялиева Алтынбека Жакыпбековича на тему: «Разработка и создание отбойного молота с двухкривошипно-ползунным механизмом переменной структуры с воздушной подушкой» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.18 – «Теория механизмов и машин»

Ключевые слова: двухкривошипно-ползунный механизм переменной структуры, воздушная подушка, безударная развязка, отбойный молот.

Объект исследования – отбойный молот на основе двухкривошипно-ползунного механизма переменной структуры с воздушной подушкой.

Целью выполнения данной работы является обоснование параметров воздушной подушки для уменьшения динамических нагрузок на опоры и на привод ударной машины, а также разработка инженерной методики расчета и выбора параметров ударного механизма и воздушной подушки.

Составлена обобщенная динамическая модель трансмиссии отбойного молота, позволяющая исследовать свободные, вынужденные колебания и динамические нагрузки. Разработана методика проведения экспериментальных исследований отбойного молота.

RESUME

the dissertation of Bayaliev Altynbek Jakyzbekovich on a subject: "Development and creation jack hammer with twocrank-crawler air pillow mechanism of the variable structure" on competition degree candidate of the technical sciences on profession 05.02.18 - "Theory of mechanism and machines"

Keywords: twocrank-crawler mechanism of the variable structure, air pillow, unaccented uncoupling, jack hammer.

The object of the study - jack hammer with twocrank-crawler air pillow mechanism of the variable structure.

The Purpose of the execution given work is a motivation parameter by air pillow for reduction of the dynamic loads on full tilts and on drive of the striking machine, as well as development of the engineering methods of the calculation and choice parameter striking mechanism and air pillow.

It Is Formed generalised dynamic model transmission jack hammer, allowing research free, compelled fluctuations and dynamic loads. The Designed methods of the undertaking the experimental studies jack hammer.