**Национальная академия наук Кыргызской Республики**

**Институт машиноведения**

**Министерство образования и науки Кыргызской Республики**

**Кыргызский Государственный технический университет**

**им. И. Раззакова**

Диссертационный совет Д. 05. 13. 010

На правах рукописи

УДК 621.01

**Касымалиев Бурканбек Маматкалилович**

**СОЗДАНИЕ, ИССЛЕДОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ механического молота с гидроприводом**

### **05.02.18 - «Теория механизмов и машин»**

### **Автореферат**

**диссертации на соискание ученой степени**

**кандидата технических наук**

**Бишкек - 2014**Работа выполнена в Институте машиноведения Национальной академии наук Кыргызской Республики и Инженерной академии Кыргызской Республики

**Научный руководитель:** доктор технических наук, с.н.с.,

**Абдраимов Эмиль Самудинович**

**Официальные оппоненты:** доктор технических наук, профессор

**Мамасаидов Мухамеджан Ташалиевич**

кандидат технических наук,

**Абдираимов Абдусамад Акматович**

**Ведущая организация:** **Ошский технологический**

**университет им. М.М. Адышева**

(Кыргызская Республика, 714018

г. Ош, ул. Исанова, 81).

Защита состоится «14» марта 2014 г. в 14-00 ч. на заседании Диссертационного совета. Д.05.13.010 при Институте машиноведения Национальной академии наук Кыргызской Республики и Кыргызском государственном техническом университете им. И. Раззакова, по адресу: Кыргызская Республика, г. Бишкек, ул. Скрябина, 23.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института машиноведения НАН КР, по адресу:720055, г. Бишкек, ул. Скрябина, 23, Институт машиноведения НАН КР.

Ваши отзывы на автореферат в двух экземплярах с подписью, заверенной гербовой печатью, просим направлять в адрес диссертационного совета: 720055, г. Бишкек, ул. Скрябина, 23, Институт машиноведения НАН КР, а также по e-mail: [***imash\_kg@mail.ru***](mailto:imash_kg@mail.ru). Тел. (0312)541149, факс (0312)562785.

Автореферат разослан «30» января 2014 г.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ученый секретарь диссертационного совета. Д.05.13.10, к.т.н. | Подпись С | Квитко С.И. |

**Общая характеристика работы**

**Актуальность темы диссертации**. В различных отраслях народного хозяйства есть технологические операции, которые выполняются машинами ударного действия. В горной промышленности машины ударного действия используются при производстве вскрышных работ, добыче и вторичном дроблении горных пород. В строительстве они нашли применение при разрушении бетонных перекрытий и фундаментов, уплотнении грунтов и разработке мерзлых грунтов. В металлургии с помощью ударных машин выполняются такие технологические операции, как очистка ковшей, конверторов и футеровок от шлаков и так далее. Для выполнения вышеперечисленных операций преимущественно используют отбойные молоты с пневматическими, гидравлическими и электрическими приводами. Каждый из указанных типов отбойных молотов имеет свои преимущества и недостатки, рациональную область применения.

Настоящая работа посвящена созданию навесного молота с кривошипно-коромысловым рычажным ударным механизмом переменной структуры (МПС) С. Абдраимова, с так называемым, «наибольшим шатуном», которые отличают: малые габариты, связанный с этим малый вес, а так же высокий коэфициэнт полезного действия; простота конструкции и сравнительно малые затраты на их изготовление.

Благодаря свойствам, присущим этим механизмам, становится возможным удовлетворить потребности практики в данных машинах в более широких объёмах. В связи с этим, создание конкурентоспособных ударных машин с большей энергией удара на основе МПС является актуальной задачей.

Работа выполнена в соответствии с планами научно-исследовательских работ:

- Института машиноведения НАН КР по проектам «Теоретические основы МПС, разработка и создание машин, устройств на их основе» (1999-2003 г.), «Разработка теоретических основ машин на основе МПС с несколькими особыми положениями» (2004-2008 г.) и «Разработка и создание горных и строительных машин на основе начальных механизмов переменной структуры» (2009-2011 г.);

- Инженерной академии КР и Министерства образования и науки КР по теме «Разработка и создание машин для горной промышленности и строительства» (2005-2006 г.) и по проекту «Разработка новых принципов построения высокопроизводительных, многофункциональных машин, аппаратов и устройств для энерго- и ресурсосберегающих технологий» (2009-2011 г.).

**Целью** работы является обоснование параметров и разработка конструкции, создание опытного образца и проведение исследований механического молота с гидроприводом.

**Задачами исследования являются:**

* обзор и анализ конструкций существующих отбойных молотов с различными приводами и ручных отбойных молотков, разработанных на основе механизмов переменной структуры С. Абдраимова;
* разработка конструкции и создание опытного образца механического молота на основе МПС с гидроприводом;
* разработка методики лабораторных испытаний, изготовление стенда и проведение экспериментов механического молота;
* анализ результатов экспериментальных испытаний и разработка методики промышленных испытаний механического молота на базе экскаватора типа ЭО-2621;
* исследование динамики механического молота с учетом инерционных свойств ударной массы коромысла и разработка её математической модели;
* разработка и реализация рекомендаций по совершенствованию конструкций механического молота с гидроприводом.

**Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

1. математическая модель молота с МПС, учитывающая инерционные свойства ударной массы коромысла;
2. закономерности изменения угловой скорости вала двигателя и давления в напорной магистрали от угла поворота вала двигателя (от обобщенной координаты);
3. закономерности изменения коэффицентов неравномерности угловой скорости вала двигателя и давления в напорной магистрали от приведенного момента инерции механизма и подачи жидкости.

**Научная новизна** заключается в следующем:

* разработана динамическая модель механического молота с гидроприводом на основе МПС, отличающаяся от известных тем, что в ней учитывается переменный момент силы тяжести коромысла;
* установлена зависимость угловой скорости вала двигателя и давления в напорной магистрали от угла поворота вала (от обобщенной координаты) при различных диаметрах напорного трубопровода;
* установлены зависимости коэффицентов неравномерности угловой скорости вала двигателя и давления в напорной магистрали от приведенного момента инерции механизма и подачи жидкости.

**Практическая значимость работы** заключается в:

* разработке конструкции опытного образца механического молота типа М-70 с гидроприводом на основе МПС;
* разработке рекомендаций по совершенствованию конструкции механического молота с гидроприводом на основе МПС;
* создании механического молота типа М-100 на основе МПС с увеличенной энергией удара.

**Личный вклад соискателя.** Соискателем разработана математическая модель молота с учетом инерционных свойств ударной массы коромысла; установлена зависимость угловой скорости вала двигателя и давления в напорной магистрали от угла поворота вала (от обобщенной координаты); установлены зависимости коэффицентов неравномерности угловой скорости вала двигателя и давления в напорной магистрали от приведенного момента инерции механизма и подачи жидкости; разработаны рекомендации по дальнейшему усовершенствованию отдельных деталей и узлов молота.

**Апробация работы.** Результаты диссертационной работы докладывались на технической конференции «Новые технологии в Исламских странах» (г. Алматы, 1999г.), научной конференции, посвященной 200-летнему юбилею А.С. Пушкина (г. Бишкек, КРСУ, 2000 г.), международной конференции «Новые наукоемкие технологии и технологические оборудования», посвященной I съезду инженеров Кыргызстана и 10-летию образования ИА КР (г. Бишкек, 2001 г.), международной научно-практической конференции «Повышение эффективных показателей транспортных, строительно-дорожных машин и коммуникаций в условиях высокогорья и жаркого климата»   
(г. Бишкек, КГУСТА, 2002 г.), международной конференции «Проблемы механики современных машин» (г. Улан-Удэ, ВСГТУ, 2006 г.), международной научно-практической конференции «Теория машин и рабочих процессов», посвященной 90-летию со дня рождения академика   
Алимова О.Д. (г. Бишкек, Институт машиноведения НАН КР, 2013 г.).

**Публикации**. По результатам выполненных исследований опубликовано 16 научных работ, в том числе 2 в зарубежных изданиях и 4 единолично.

**Структура и объем работы.** Работа объемом 138 страниц печатного текста состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы из 84 наименований, 3-х приложений и содержит 15 таблиц, 60 рисунков.

**Основное содержание работы**

**Во введении** обоснована актуальность выполненных исследований, дается общая характеристика содержания работы, сформулирована научная новизна, практическая значимость работы.

**В** **первой главе** представлен обзор конструкций отбойных молотов с пневматическими, электрическими и гидравлическими приводами, область их применения и технические характеристики. Приведены недостатки и преимущества этих молотов.

В последние годы в Институте машиноведения Национальной академии наук КР и НИЦ проблем машиностроения им. С.Абдраимова Инженерной академии КР интенсивно развивается новое направление в теории механизмов и машин, связанное с анализом и синтезом ударных механизмов переменной структуры и созданием на их основе принципиально новых машин, отличающихся малой металлоемкостью и энергоемкостью.

Созданию и развитию этого направления посвятил жизнь академик Международной инженерной академии, заслуженный изобретатель, доктор технических наук, профессор С. Абдраимов.

Ударный механизм переменной структуры, являющийся исполнительным механизмом в отбойном молоте, представляет собой кривошипно-коромысловый механизм, который содержит кривошип длиной *L1* (рис. 1), шатун длиной *L2* и коромысло с ударной массой и бойком длиной *L3*. Для получения особого положения длины звеньев механизма должны удовлетворять следующему условию:

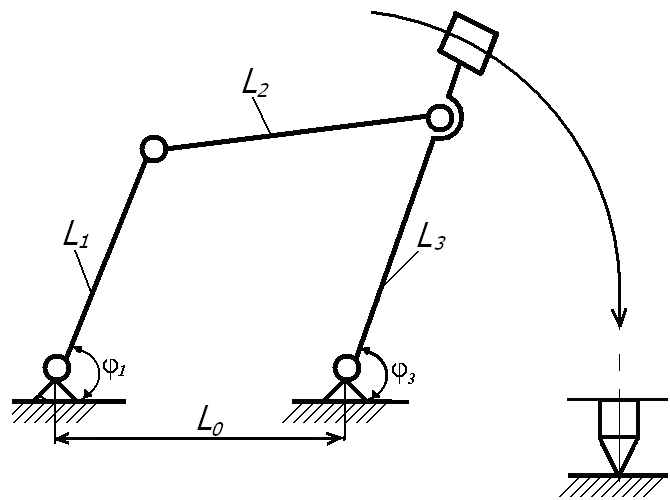


Рисунок 1 - Кинематическая схема ударного механизма

,

где *L0* – расстояние между опорами кривошипа и коромысла.

Для обеспечения рациональной работы ударного механизма определены его оптимальные параметры. В ударном механизме разрабатываемого механического молота эти параметры имеют следую-щие значения: L1 = 48 мм, L2 = 150 мм, L3 = 120 мм, L0 = 78 мм. По из-

вестной методике исследована функция положения и определены передаточные функции механизма. Сформулированы задачи исследований.

**Вторая глава** посвящена созданию, лабораторным исследованиям и промышленным испытаниям механического молота с гидроприводом на основе МПС. Используя свойство МПС и опыт создания отбойных молотков МРГ-1, МРГ-2 и МРГ-3, созданных в ИМаш НАН КР, разработана кинематическая схема (рис. 2) и конструкция механического молота М-70 с гидроприводом (рис. 3).

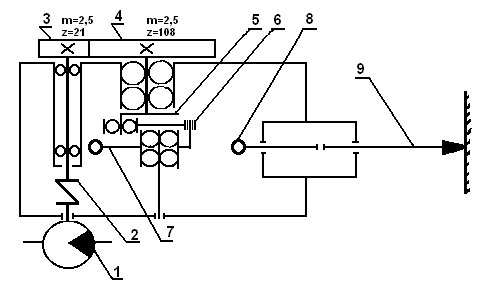


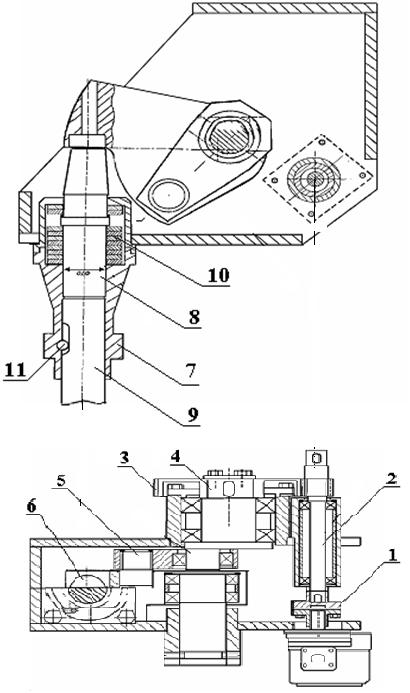
Рисунок 2 - Кинематическая схема механического молота М-70

с гидроприводом

Молот состоит из следующих основных частей: гидромотора 1 (рис. 2), муфты 2, вал-шестерни 3, зубчатого колеса 4, кривошипа 5, шатуна 6, коромысла с бойком 7, волновода 8 и инструмента 9.

Принцип работы механического молота М-70 заключается в следующем: вращающий момент гидромотора через муфту передается на вал-шестерню, которая в свою очередь входит в зацепление с колесом. Колесо посажено на вал кривошипа. Вращательное движение кривошипа через шатун передается к коромыслу и за каждый оборот кривошипа коромысло производит один удар по хвостовику волновода. При этом ударная волна, проходя по волноводу, далее через инструмент переходит к обрабатываемой среде для выполнения полезной работы.

Таким образом, ударная машина на основе МПС с гидроприводом преобразовывает энергию движения жидкости в энергию ударных волн деформаций. Для исследования работоспособности молота были проведены его лабораторные исследования и промышленные испытания на базе экскаватора ЭО-2621.



1-муфта, 2-вал-шестерня, 3-зубчатое колесо, 4-кривошип, 5-шатун,   
6-коромысло, 7-букса, 8-волновод, 9-инструмент, 10-тарельчатые пружины, 11-палец.

Рисунок 3 - Конструкция механического молота с гидроприводом М-70

Лабораторные исследования молота проводились при различных значениях давления и температуры жидкости. При этом решались следующие задачи:

- определение зависимости расхода жидкости, давления в сливной магистрали и частоты ударов от давления в напорной магистрали.

- определение зависимости давления жидкости в напорной и сливной магистрали, расхода жидкости и частоты ударов от температуры масла в системе.

Установлено, что с увеличением давления жидкости в системе увеличиваются расход жидкости *Qл/мин* , давление в сливной магистрали

*P-* и частота ударов *nуд/мин* .С увеличением температуры жидкости уменьшается давление на входе и выходе, однако, увеличивается расход и частота ударов молота.

Для проведения промышленных испытаний молот М-70 навешивался на манипулятор гидравлического экскаватора 2-ой размерной группы вместо предварительно снятого ковша и подключался к его энергосистеме. В ходе промышленных испытаний решались следующие задачи:

- апробация механического молота с гидроприводом на базе экскаватора ЭО-2621 для выявления его функциональной работоспособности;

- выявление узлов и деталей конструкции молота, которые вышли из строя при эксплуатации в промышленных условиях;

-определение причин выхода из строя узлов и деталей и разработка предложений и рекомендаций по дальнейшему усовершенствованию конструкции молота.

Проведенные промышленные испытания показали функциональную работоспособность механического молота с гидроприводом на базе экскаватора ЭО-2621.

В процессе промышленных испытаний были выявлены неравномерное вращение кривошипно-ударного узла и сильная вибрация шлангов молота, а также конструктивные недостатки некоторых узлов молота. Это стало основанием для разработки и анализа динамической модели молота с гидроприводом.

**В третьей главе** изложены основные положения, связанные с по­строением динамической модели молота. На основании исследований кривошипно-коромыслового механиз­ма с гидроприводом динамическая модель молота представлялась в виде одной массы (рис. 4) с приведенным моментом инерции *J*, зависящем от угла поворота вала двигателя *ϕ*. На эту массу действует движущий момент, определяемый напорно-расходной характеристикой гидростанции, и приведенный момент силы тяжести коромысла *Mc*, зависящий от угла поворота вала двигателя.

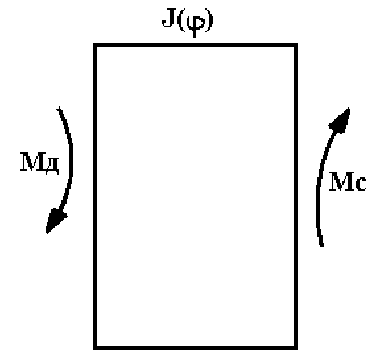


Рисунок 4 - Динамическая модель молота, приведенная к валу двигателя

Уравнения движения записывались в виде:

, (1)

. (2)

В этих уравнениях: *ϕ*, *ω* − соответственно угол поворота и угловая скорость вала двигателя; *J = J(ϕ)* − приведенный момент инерции молота; *p −* давление жидкости в напорной магистрали; *q, η* − соответственно рабочий объем и объемный к.п.д. гидродвигателя; *Qm* − максимальная подача жидкости насосом (теоретическая производительность) гидростанции; *Ak* − коэффициент напорно-расходной характеристики гидростанции; *S, l* − соответственно площадь поперечного сечения и длина напорного трубопровода; *E* – приведенный модуль упругости, учитывающий объемный модуль упругости жидкости и податливость стенок трубопровода; *Mc = Mc(ϕ)* − момент от силы тяжести коромысла.

Первое из этих уравнений представляет собой уравнение движения ротора двигателя. Второе уравнение вытекает из условия неразрывности потока жидкости в гидромагистралях и учитывает напорно-расходную характеристику гидростанции, сжимаемость жидкости и деформацию стенок гибких трубопроводов. Диаграммы зависимостей *J(ϕ)* и *Mc(ϕ)* для механического молота с гидроприводом при отсутствии в его трансмиссии маховика показаны на рисунке 5.

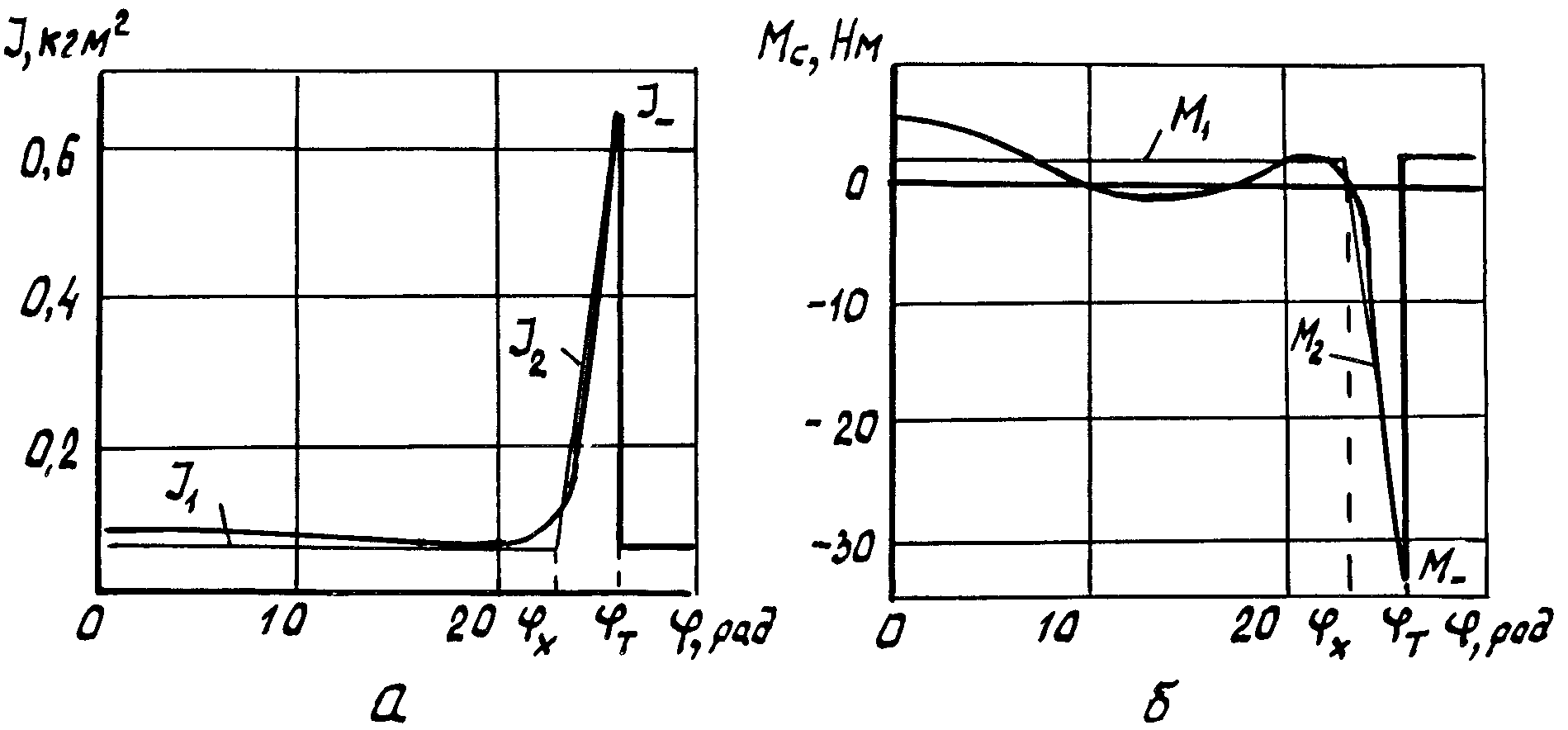


Рисунок 5 - Диаграммы зависимости приведенного момента инерции (а)

и приведенного момента силы тяжести коромысла (б) от угла поворота вала двигателя

Эти диаграммы аппроксимировались кусочно-линейными функциями, состоящими из двух ветвей, одна из которых соответствует холостому ходу коромысла, а другая − разгону коромысла перед ударом:

при холостом ходе коромысла

0*≤ϕ≤ϕX; J(ϕ)=J1=const; Mc(ϕ)=M1=const;* (3)

при разгоне коромысла *ϕX*  ≤ *ϕ* ≤ *ϕT*

,

, (4)

где

, , (5)

*φX*, *φT* – соответственно углы поворота вала гидромотора, соответствующие холостому ходу и полному циклу движения; *J*, *M* − соответственно момент инерции машины и момент от силы тяжести коромысла перед ударом.

Для упрощения анализа динамической модели весь цикл движения машины делился на холостой и рабочий ход коромысла. При холостом ходе момент инерции машины и момент сил сопротивления постоянные, а давление переменное. При этом уравнения движения (1), (2) принимают вид:

, (6)

. (7)

Эти уравнения решаются аналитически при начальных условиях: *ω* (0) *=ω+*; *p*(0) = *p+*, где *ω+, p+* – соответственно угловая скорость вала двигателя и давление в напорной магистрали после удара коромыслом по инструменту.

При разгоне коромысла на интервале изменения угла поворота вала двигателя от *ϕX* до *ϕT*, вследствие малости этого интервала и малого изменения давления на нем, давление жидкости в гидросистеме принималось постоянным и равным некоторому среднему значению. В этом случае уравнения движения (1), (2) с учетом соотношений (4) имеют вид:

, (8)

, (9)

где *pc*, *ωc* – средние значения давления и угловой скорости вала двигателя на данном интервале изменения угла *ϕ*.

Первое из этих уравнений решается аналитически независимо от второго. Начальные условия для его решения имеют вид: *p*(*ϕX*) = *pX*, *ω*(*ϕX*) = *ωX*, где *pX, ωX* – давление жидкости в напорной магистрали и угловая скорость вала двигателя в конце холостого хода коромысла, определяемые из решения уравнений (6), (7).

Второе уравнение (9) служит для определения значения среднего давления в установившемся режиме работы машины.

Решение уравнений (6), (7) для первого интервала движения имеет вид:

, (10)

, (11)

, (12)

где , ; ;

; ;

.

Решения (10) − (12) описывают изменения давления жидкости, скорости и угла поворота вала двигателя в зависимости от времени.

Из них можно определить время холостого хода *tX*, соответствующее

углу поворота вала *ϕX*, значения давления *pX* и угловой скорости *ωX* в этот момент времени. Эти значения являются начальными условиями для следующего интервала движения *ϕX* ≤ *ϕ* ≤ *ϕT*. Решением уравнения (8) при этих начальных условиях является функция:

. (13)

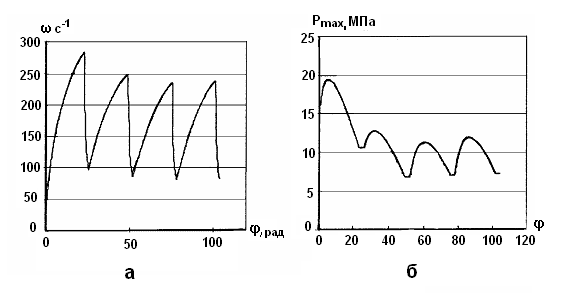
Время одного цикла движения коромысла определяется подстановкой последнего выражения в формулу:

.

Дальнейший анализ полученного решения проводился на ЭВМ в среде Excel по следующему алгоритму. Вначале задавалось значение угловой скорости, равное нулю, и произвольное значение давления. При этих начальных условиях определялись значения скорости и давления в конце цикла.

Поскольку функции угловой скорости и давления от угла поворота вала считались непрерывными, то полученные значения принимались в качестве начальных условий для следующего цикла расчета и так далее. Такие расчеты проводились до тех пор, пока значения угловой скорости и давления в начале и в конце цикла не становились одинаковыми, что соответствовало выходу машины на установившийся режим движения. Обычно это происходило через 4, 5 циклов расчета.

На рисунке 6 показаны диаграммы изменения угловой скорости вала двигателя и давления в напорной магистрали в зависимости от угла поворота вала. Из этих диаграмм для установившегося движения определялись максимальные и минимальные значения угловой скорости и давления (*ωm, ωy, pmax, pmin*). Затем, по приведенным выше формулам, находилось среднее давление *pc* и коэффициенты неравномерности угловой скорости *kω* и давления *δ*. По найденному значению угловой скорости вала двигателя определялась скорость коромысла в момент удара по инструменту и энергия удара *A*, а по найденному значению времени цикла *T* находилась частота ударов *f*.



а) б)

Рисунок 6 - Диаграммы изменения угловой скорости вала двигателя (а) и давления в напорной магистрали (б) в зависимости от угла поворота вала

Путем изменения в исходных величинах момента инерции маховика *Jм* и производительности гидростанции *Qm* были построены   
диаграммы зависимости динамических и рабочих характеристик машины, а также зависимости максимального *pm* и среднего *pc* давления в гидросистеме от этих параметров (рис. 7).

При построении диаграмм зависимости различных характеристик от момента инерции маховика производительность гидростанции принималась постоянной и равной 0,002 м3/с. Из рисунка 7,а видно, что увеличение момента инерции маховика от нуля до 0,05 кг∙м2 приводит к интенсивному снижению коэффициентов неравномерности угловой скорости вала двигателя и давления в напорной магистрали. При дальнейшем увеличении *Jм* его влияние на динамические характеристики механизма существенно снижается. Отсюда можно сделать вывод, что в молоте на основе МПС целесообразно использовать маховик с моментом инерции 0,04-0,05 кг∙м2.

Однако с увеличением момента инерции маховика до указанного предела интенсивно возрастает давление в гидросистеме и энергия удара. При *Jм* = 0,05 кг∙м2 энергия удара достигает 3000 Дж при допускаемом по условию прочности значении 1900-2000 Дж. Максимальное давление возрастает до 17,3 МПа при допускаемом значении 16 МПа.

Уменьшить энергию удара и давление в гидросистеме позволяет снижение производительности гидростанции путем уменьшения числа оборотов вала насоса.

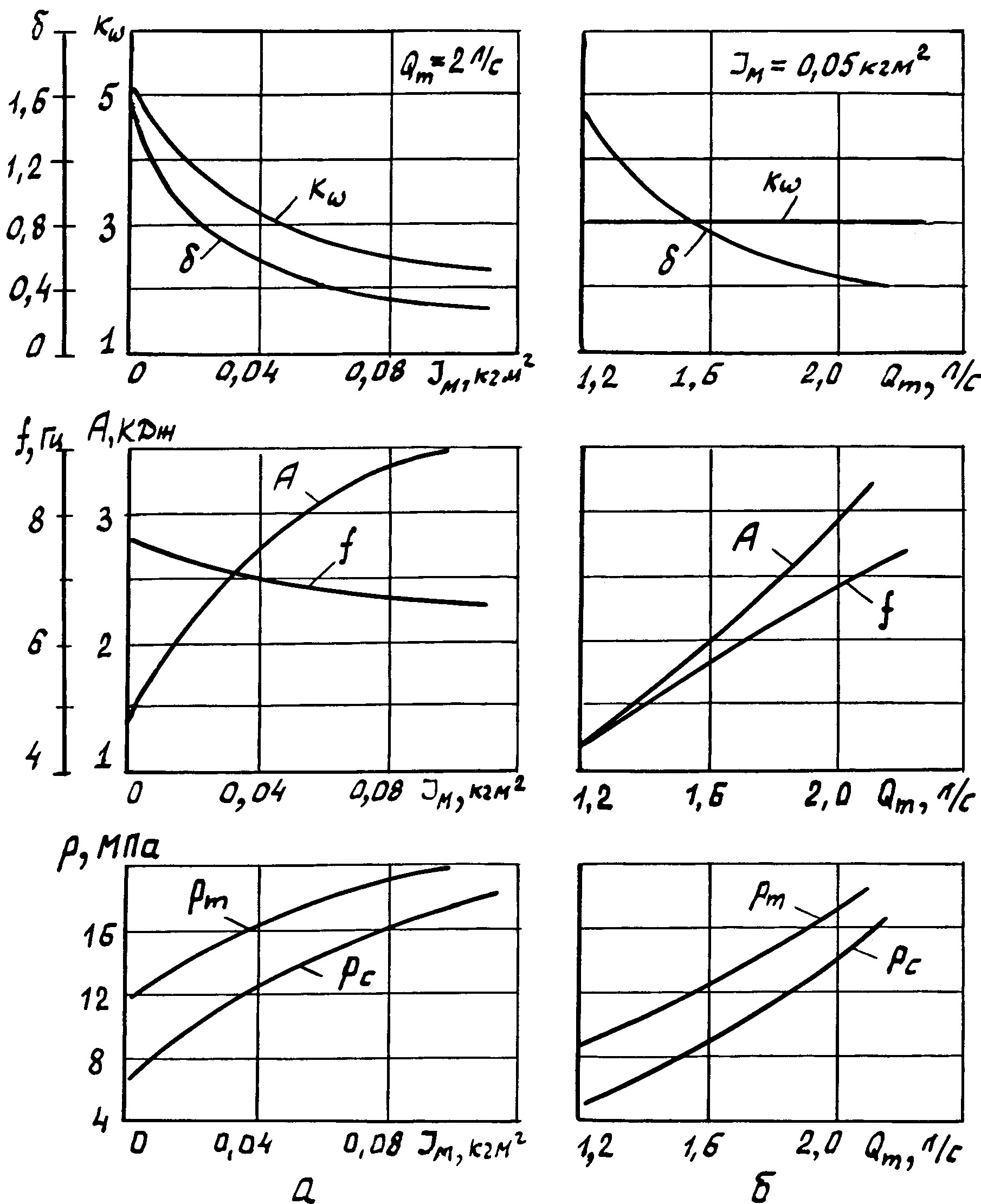


Рисунок 7 - Диаграммы зависимости динамических и рабочих характеристик молота от момента инерции маховика (а) и производительности гидростанции (б)

На рисунке 7,б приведены диаграммы зависимостей различных характеристик от производительности гидростанции, построенные при  
постоянном моменте инерции маховика, равном 0,05 кгּм2. Из них видно, что для обеспечения энергии удара 2000 Дж необходимо уменьшить производительность гидростанции от 2 до 1,6 л/с. Это приведет к уменьшению максимального давления в гидросистеме до 12,7 МПа, а среднего давления − до 9,2 МПа, что близко к номинальному значению,

равному 10 МПа. Коэффициент неравномерности угловой скорости вала двигателя останется неизменным. Но при этом произойдет уменьшение частоты ударов от 6,9 до 5,7 Гц и увеличение коэффициента неравномерности давления от 0,46 до 0,75.

Из результатов анализа можно рекомендовать для улучшения параметров молота установить в его трансмиссии маховик с моментом инерции 0,05 кг∙м2. При этом производительность гидростанции можно уменьшить до 0,0016 м3/с.

Реализация этих рекомендаций позволит увеличить энергию единичного удара молота от 1451 до 2000 Дж (в 1,38 раз) при одновременном уменьшении коэффициента неравномерности угловой скорости вала гидродвигателя от 5,09 до 2,95 (в 1,75 раз) и уменьшении коэффициента неравномерности давления в гидросистеме от 1,58 до 0,75 (в 2,1 раза).

Кроме этого из результатов проведенных исследований следует, что существует возможность дальнейшего снижения коэффициента неравномерности давления в гидросистеме за счет перехода на гибкие рукава с большим диаметром проходного сечения.

В таблице 1 для сравнения приведены характеристики существующего варианта молота без маховика (вариант №1) и варианта, в котором реализованы сделанные выше рекомендации, дополненные увеличением диаметра трубопровода от 16 до 20 мм (вариант №2).

##### Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | *d,* мм | *Jм,*  кгм2 | *Qm,*  м3/мин | *Pmax*, МПа | *Pc*, МПа | *δp* | *kω* | *A*, Дж | *f*, Гц |
| 1 | 16 | 0 | 0,002 | 11,46 | 6,41 | 1,58 | 5,09 | 1451 | 7,51 |
| 2 | 20 | 0,05 | 0,0016 | 11,78 | 9,52 | 0,47 | 2,95 | 2020 | 5,63 |

Из табл. 1 следует, что в последнем случае (вариант №2) коэффициент неравномерности давление жидкости в гидросистеме уменьшился до 0,47, т.е. в 3,36 раз по сравнению с исходным вариантом, при этом среднее давление возросло до 9,52 МПа, при одновременном уменьшении максимального давления до 11,78 МПа.

Обобщая результаты исследований, можно отметить, что разработанные на их основе рекомендации позволяют при снижении расхода жидкости увеличить энергию единичного удара молота в 1,4 раза, при одновременном снижении колебаний скорости вала двигателя в 1,75 раз и колебаний давления в гидросистеме − в 3,36 раз.

На основе этих предложений была разработана новая конструкция механического молота типа М-100 с увеличенной энергией удара и ударной мощностью.

**ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ**

В диссертационной работе решена актуальная задача кинематического и динамического анализа механического молота с гидроприводом с целью разработки рекомендации по совершенствованию его конструкции. По результатам выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Разработана математическая модель рабочего процесса молота, учитывающая силу тяжести коромысла.

2. Установлены зависимости приведенного к валу двигателя момента инерции молота и приведенного момента силы тяжести коромысла от угла поворота вала двигателя.

3. Найдены зависимости угловой скорости вала двигателя и давления жидкости в гидросистеме от угла поворота вала двигателя и от времени.

4. Установлены зависимости выходных характеристик молота, его энергии и частоты ударов, а также коэффициентов неравномерности угловой скорости вала двигателя и давления в гидросистеме, от момента инерции маховика, подачи жидкости в гидросистему и диаметра гибких трубопроводов.

5. Разработаны и реализованы рекомендации по выбору момента инерции маховика, производительности гидростанции и диаметра трубопровода.

6. Разработаны и реализованы рекомендации по совершенствованию конструкции механического молота с гидроприводом, с учетом которого разработана новая конструкция молота модели М-100 с увеличенными по сравнению с М-70 энергией единичного удара и ударной мощностью.

**ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ОПУБЛИКОВАНЫ В СТАТЬЯХ:**

1. Kasymalieb, B.M. Impact waves generalizing by variable structure mechanisms [Text] / V.E. Eremjants, J.A. Fokin, E.S. Abdraimov, N.S. Abdraimova, B.M. Kasymalieb // New technologies in Islamic countries: International scientific and technical conference. 27-30 June 1999. –Almaty. Republic of Kazakstan. -P. 68-70.

2. Касымалиев, Б.М. К созданию гидромолота на основе ударного механизма переменной структуры [Текст] / Ю.А. Фокин, Б.М. Касыма

лиев. Ж.К. Темирбеков // Мат. науч. конф. посв. 200-летнему юбилею А.С. Пушкина в Кыргызстане. – Бишкек, 2000. - С. 21-22.

3. Касымалиев, Б.М. Механический молот на основе механизма переменной структуры с гидроприводом вращательного движения [Текст] / Б.М. Касымалиев, М.У. Аракеев, // Сб. науч. тр. «Машиноведение». Вып. 2. – Бишкек: Илим, 2000. - С. 127-130.

4. Касымалиев, Б.М. Особенности конструкции механического молота на основе механизма переменной структуры с гидроприводом [Текст] / Б.М. Касымалиев, М.И. Алиев, Н.С. Абдраимова // Новые наукоемкие технологии и технологическое оборудование: Мат. конф. − Бишкек: Технология, 2001. - С. 97−101.

5. Касымалиев, Б.М. Момент трогания ударного механизма [Текст] / А.А. Абытов, Б.М. Касымалиев // Новые наукоемкие технологии и технологическое оборудование: Мат. конф. − Бишкек: Технология, 2001. - С. 71−75.

6. Касымалиев, Б.М. Методика экспериментальных исследований механического молота с гидроприводом [Текст] / Б.М. Касымалиев, А.А. Каримов, М.У. Аракеев // Международ. научно-практич. конф. Повышение эффективных показателей транспортных, строительно-дорожных машин и коммуникаций в условиях высокогорья и жаркого климата. КГУСТА. – Бишкек, 2002. -С. 44-48

7. Касымалиев, Б.М. Методика промышленных испытаний механического молота МО-100 с ударным механизмом переменной структуры [Текст] / Б.М. Касымалиев // Международ. научно-практич. конф. Повышение эффективных показателей транспортных, строительно-дорожных машин и коммуникаций в условиях высокогорья и жаркого климата. КГУСТА. – Бишкек, 2003. - С. 58-62

8. Касымалиев, Б.М. Влияние момента инерции маховика и производительности гидростанции на характеристики гидравлического молота [Текст] / В. Э. Еремьянц, Т.В. Атнагулов, Б.М. Касымалиев // Журнал Известия ВУЗов № 6, - Бишкек, 2005. - С.11-15.

9. Касымалиев, Б.М. Анализ динамики кривошипно-коромыслового молота с гидроприводом и выбор его параметров [Текст] / В. Э. Еремьянц, Т.В. Атнагулов, Б.М. Касымалиев // Матер. третьей международной конф. Проблемы механики современных машин. Том 2, ВСГТУ, - Улан-Уде, 2006. - С. 3-6

10. Касымалиев, Б.М. К синтезу механического молота на основе механизма переменной структуры [Текст] / Б.М. Касымалиев // Известия КГТУ им. И. Раззакова №15, - Бишкек. 2009, - С. 48-52.

11. Касымалиев, Б.М. К разработке механического молота МО-100 с гидроприводом на основе механизма переменной структуры [Текст] / Б.М. Касымалиев // Вестник КГУСТА. Вып. № 2 (24), - Бишкек, 2009 – С. 66-70.

12. Касымалиев, Б.М. Опыт повышения конструкционной прочности коромысла ударного узла молота типа М-70 (с рычажным механизмом переменной структуры) [Текст] / Э.С. Абдраимов, Н.С. Абдраимова, Б.М. Касымалиев и др. // Вестник КГУСТА. Вып. №3 (25), - Бишкек, 2009. -С. 20-27.

13. Касымалиев, Б.М. Синтез кривошипно-коромысловых механизмов переменной структуры с наибольшим основанием для ударных машин [Текст] / Б.Б. Бакиров, М.У. Аракеев, Б.М. Касымалиев // Журнал Инженер №1. Инженерная академия КР. - Бишкек, 2010 - С. 74-77.

14. Касымалиев, Б.М. Влияние твердости материала на механические свойства волновода [Текст] / Э.С. Абдраимов, М.У. Аракеев, Б.М. Касымалиев // Сб. науч. тр. Машиноведение. Вып. 8. – Бишкек: Илим, 2012. - С. 94-98.

15.Касымалиев, Б.М. Геометрические параметры коромысла-бойка и их влияние на выходные характеристики молота [Текст] / Б.М. Касымалиев, М.У. Аракеев // Сб. науч. тр. Машиноведение. Вып. 8. – Бишкек: Илим, 2012. - С. 98-101.

16. Касымалиев, Б.М. Лабораторные исследования механического молота с гидроприводом [Текст] / Б.М. Касымалиев // Теория машин и рабочих процессов. Сб. трудов. междунар. научно-практич. конф. посв. 90-летию со дня рождения акад. О.Д.Алимова. ИМаш НАН КР, – Бишкек, 2013. - С. 112-117.

**Касымалиев Бурканбек Маматкалиловичтин техника илимдер кандидаты даражасына ээ болу щчщн, 05.02.18 “Механизмдер жана машиналар назарияты” кесипчилигине тиешелщщ “Гидроиштеткичтщщ механикалык барсканды жасоо, изилдёё жана жакшыртуу” темасында жазылган диссертациясынын**

**КЫСКАЧА МАЗМУНУ**

**Ачкыч сёздёр:** ёзгёрщлмёлщщ структуралуу механизм (ЁСМ), гидроиштеткич, динамикалык щлгщ, тажрыйбаканадагы изилдёё, ёндщрщштщк сыноо, гидроиштеткичтщщ механикалык барскан.

**Изилдёё объектиси** – ёзгёрщлмё структуралуу механизмдин негизинде жасалган гидроиштеткичтщщ механикалык барскан.

**Иштин максаты –** гидроиштеткичтщщ механикалык барсканды изилдёё, тажрыйбалуу щлгщсщн жаратуу, ёлчёммщнёздёгщчтёрщн негиздёё жана конструкциясын иштеп чыгуу.

**Изилдёё ыкмасы жана аппаратурасы –** “Механизимдер жана машинелер назариятынын” жалпы ыкаларынын негизинде изилдёё жщргщзщлдщ; МА-160, МА-25К тщрдщщ басым ёлчёгщчтёрдщн, ТЧ10-Р сааттык тахогенератор, ШЖУ-25-16 тщрдщщ сарп ёлчёгщч менен жабдууланган иштеп чыгарылган сыныманын жардамы менен эксперименталдык изилдёё жщргщзщлдщ.

**Алынган жыйынтыктар жана алардын жаъылыгы:** гидроиштеткичтщщ асмажаъы механикалык ургулагыч машине иштеп чыгарылды; термелгичтин салмак кщчщн эсепке алуучу ургулагыч машиненин динамикалык щлгщсщ иштеп чыгарылды; кысымдуу тщтщктщщ ёткёргщчттщн ар тщрлщщ диаметириндеги октолгоочтун бурулуу бурчуна (жалпыланган координатасынан) байланычтуу кысымдуу негизги тщтщктёгщ басымы кыймылдаткычтын октолгоочунун бурчтук ылдамдыгына кёзкарандуулугу аныкталды; ок толгоочтун бурчтук ылдамдыгынын жана кысымдуу негизги тщтщктёгщ басымынын кёмёк чоъдуктарынын теъёлчём эместиги механизимдин келтирилген инерция моментине жана берилщщчщ суюктуктун кёлёмщнё кёзкарандуулугу аныкталды.

**Колдонууга сунуштар:** жумуштун жыйытыктары ЁСМдщщ ургулагыч машиналарды долборлоодо, аларды жасап чыгарууда жана машиналардын механизмдеринин назарияты боюнча кесипкёйлёрдщ даярдоодо колдонууга мщмкщн.

**Колдонуу тармагы**: гидроиштеткичтщщ механикалык барсканды кинематикалык жана динамикалык изилдёё.

**РЕЗЮМЕ**

**диссертации Касымалиева Бурканбека Маматкалиловича на тему “Создание, исследование и совершенствование механического молота с гидроприводом” на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02. 18 - “Теория механизмов и машин”**

**Ключевые слова:** механизм переменной структуры (МПС), гидропривод, динамическая модель, лабораторные исследования, промышленные испытания.

**Объект исследования** – механический молот с гидроприводом на основе механизма переменной структуры.

**Цель работы** - обоснование параметров и разработка конструкции, создание опытного образца и проведение исследований механического молота с гидроприводом.

**Методы исследования и аппаратура** – исследование выполнялись на основе общих методов анализа и синтеза теории механизмов и машин; экспериментальные исследования проводились с помощью разработанного стенда, оснащенного манометрами типа МА-160, МА-25К, часового тахогенератора ТЧ10-Р, расходомерами типа ШЖУ-25-16.

**Полученные результаты и их новизна**: разработана новая навесная механическая ударная машина с гидроприводом; разработана динамическая модель ударного механизма молота, учитывающая силу тяжести коромысла; установлена зависимость угловой скорости вала двигателя и давления в напорной магистрали от угла поворота вала (от обобщенной координаты) при различных диаметрах напорного трубопровода; установлены зависимости коэффицентов неравномерности угловой скорости вала двигателя и давления в напорной магистрали от приведенного момента инерции механизма и подачи жидкости.

**Рекомендации по использованию:** результаты работы могут быть использованы при конструировании и создании ударных машин с МПС и при подготовке специалистов по теории механизмов и машин.

**Область применения:** кинематическое и динамическое исследование механического молота с гидроприводом.

**SUMMARY**

**dissertation Kasymaliev Burkanbek Mamatkalilovich on "Create, study and improvement of mechanical hydraulic hammer " for the degree of candidate of technical sciences , specialty 05.02 . 18 - "Theory of Mechanisms and Machines"**

**Keywords:** mechanism of variable structure (ICS), hydraulic, dynamic model, laboratory, industrial tests.

**Object of study** - mechanical hammer hydraulic mechanism based on variable structure.

**Purpose** - to study the parameters and design, the development, creation of a prototype and research of a mechanical hydraulic hammer.

**Research methods and apparatus** - Research In progress were based on common methods of analysis and synthesis of the theory of machines and mechanisms, and experimental studies were carried out using time-stand work with a gauge type MA-160, MA-25K, tacho hour PM10-P type flowmeters SHZHU-25-16.

**The results obtained and their novelty** : developed a new mechanical shock mounted hydraulic machine ; dynamic model hammer impact mechanism that takes into account the gravity of the rocker , the dependence of the angular velocity of the motor shaft and the line pressure from the crank angle ( from the generalized coordinates) for different diameters penstock ; dependences ratios in non-uniformity of the angular velocity of the motor shaft and the line pressure from the reduced moment of inertia of the motor and the liquid feed .

**Recommendations for use**: the results can be used in the design and creation of drum machines with the IPU and the training of specialists in the theory of mechanisms and machines.

**Scope**: kinematic and dynamic studies of mechanical hydraulic hammer.

