

00001 001
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ НАН КР

Диссертационный совет Д. 05.06.327

На правах рукописи
УДК 621.01

КАРИМОВ АБУРАЙХАН АБДУРАСУЛОВИЧ

СОЗДАНИЕ ВИБРОУДАРНЫХ МАШИН ДЛЯ
УСТРАНЕНИЯ ЗАДЕРЖЕК В СИСТЕМАХ ПОДАЧИ
ТОПЛИВА И ЗОЛОШЛАКОУДАЛЕНИЯ ТЭЦ

Специальность 05.02.18. «Теория механизмов и машин»

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

19
16-17
15

Бишкек 2007

Работа выполнена в Инженерной академии Кыргызской Республики, Ошском технологическом университете и в Институте машиноведения НАН КР.

Научный руководитель: доктор технических наук
Э.С. Абдраимов

Официальные оппоненты: доктор технических наук
А. Аширалиев

кандидат технических наук
Д.К. Аканов

Ведущая организация:
Кыргызский Государственный технический университет им. И. Раззакова

Защита состоится **30 марта 2007 г.** в **14⁰⁰** ч. на заседании Диссертационного совета Д. 05.06.327 при Институте машиноведения Национальной академии Наук Кыргызской Республики, г. Бишкек, ул. Скрябина, 23.

С диссертацией можно ознакомиться в архиве Института машиноведения НАН Кыргызской Республики.

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. 05.06.327.

Автореферат разослан «13» февраля 2007 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д. 05.06.327,
кандидат технических наук

А.В. Анохин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В настоящее время на большинстве теплоэлектростанций зола и шлак удаляются гидравлическим способом, и складываются в золоотвалах. Широкое распространение гидрозолошлакоудаления (ГЗУ) объясняется рядом присущих ему достоинств. Однако этот способ не лишен недостатков. По мере эксплуатации внутри золошлакопроводов образуется твердый слой золы и шлака, приводящий к понижению его проводимости, в результате чего требуется профилактическая очистка. Процесс очистки золошлакопроводов малоизучен и до настоящего времени еще не механизирован.

Аналогичные предприятия, обременены еще одной проблемой, заключающейся в устранении зависания твердого топлива в бункерах. Для решения данной проблемы используют систему пневмообрушителей, основанную на кратковременный удар струи сжатого воздуха из «стреляющего» сопла. При более сложных случаях «зависания» очистка производится вручную путем нанесения ударов массивной кувалдой или тараном по стенкам бункера или при необходимости приходится вручную производить очистку бункера изнутри.

На основе вышеизложенного, принято решение апробировать технологию очистки золошлакопроводов и бункеров при помощи ударных машин на основе механизмов переменной структуры разработанных в Инженерной академии КР и ИМаш НАН КР, так как решение этих задач ударным способом считается к настоящему времени, наиболее эффективной. Поэтому работы направленные на создание машин применяемых для устранения задержек в системах подачи топлива и золошлакоудаления ТЭЦ, являются актуальными, нацеленными на облегчение физического труда человека и увеличения производительности труда, а также автоматизации процесса работ. Для обеспечения долговечной работы, улучшения качества, выбора оптимальных параметров и минимизации расходов в изготовлении этих машин требуется их исследование.

Изложенное выше послужило основанием для постановки данной работы. **Целью работы** является создание виброударных машин на основе МПС для очистки золошлакопроводов и устранения зависания угля в бункерах в ТЭЦ.

Основные положения, выносимые на защиту:

- динамическая модель виброударной машины на основе МПС, учитывающая в отличие от предыдущих моделей схемы включения ударных механизмов и характеристики её привода.

- методика определения закономерности изменений частоты ударов в зависимости от схемы включения ударных механизмов.

- экспериментальные стенды и соответствующие методики проведения экспериментальных исследований по оценке эффективности разработанных моделей и получение с их помощью достоверных результатов, выводов и рекомендаций;

В работе были получены следующие **новые научные** результаты:

- на основе решения нелинейного уравнения движения упрощенной одно-массовой модели расчета динамики виброударной машины на базе МПС имеющей несколько ударных механизмов, впервые получены выражения, определяющие взаимосвязь между рабочими характеристиками машины в зависимости от схемы включения ударных механизмов;

- определено, что для виброударных машин на основе МПС, с несколькими ударными механизмами, оптимальным режимом работы является последовательное нанесение ударов инструментом по обрабатываемому объекту. При этом ре-

жиме работы обеспечивается более равномерное нагружение приводного двигателя и повышается энергия единичного удара;

- установлено, что при настройке ударных механизмов на одновременный режим ударов по обрабатываемой поверхности частота ударов выше, чем в режиме поочередного удара. Эта закономерность соблюдается для всех частот вращения привода.

Практическая ценность работы:

- разработаны и созданы машины, для очистки золошлакопроводов (МО-10 и МП-1М) и для обрушения слежавшегося угля в бункерах и течках (МБ-10) ТЭЦ;

- разработана технология эксплуатации в оптимальных режимах работы созданных машин.

Результаты работ реализованы на ТЭЦ города Бишкек. Выпуск машин освоен в Инженерной академии Кыргызской Республики. Эффективность работы подобных машин подтверждается актами, приведенными в приложении диссертационной работы. Кроме того, образцы созданных машин постоянно демонстрируются на Республиканских выставках и в странах Содружества Независимых Государств.

Апробация работы. Основные положения работы докладывались и обсуждались на Международных конференциях «Проблемы механики современных машин» - Улан-Удэ, 2003 г., «Новые наукоемкие технологии и технологические оборудования» посвященной I съезду инженеров Кыргызстана и 10-летию образования ИА КР. Бишкек, 2001; «Проблемы строительной отрасли и пути их решения», Бишкек, 2001 г., «Повышение эффективных показателей транспортных, строительно-дорожных машин и коммуникаций в условиях высокогорья и жаркого климата» - Бишкек, 2003 г., «Повышение эксплуатационной эффективности транспортных, строительно-дорожных машин и коммуникаций в горных условиях Кыргызстана» - Бишкек, 2004., ежегодных научных сессиях Института машиноведения НАН КР и Инженерной академии КР.

Публикации. По результатам проведенных исследований опубликовано 15 работ.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, 4-х глав, заключения, списка использованной литературы из 110 наименований, 2-х приложений и содержит 150 страниц, включающих 18 таблиц, 60 рисунков.

При разработке, создании и испытании машин с МПС выполненных в Инженерной академии КР, Институте машиноведения НАН КР, автор принимал непосредственное участие как ответственный исполнитель.

Автор выражает глубокую признательность сотрудникам Инженерной академии, ИМаш НАН КР, Ошскому технологическому университету, ОАО «Электрические станции» и ТЭЦ г. Бишкек, за оказанную поддержку и помощь в подготовке материала диссертации.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

Во введении обоснована актуальность выполненных работ, дается общая характеристика содержания работы, сформулирована научная новизна, практическая ценность работы.

В **первой главе** работы изложены технологические процессы транспортировки топлива и золошлака в ТЭЦ. Золошлакопроводы от багерной насосной до золоотвала выполняются из стальных бесшовных труб с толщиной стенки 10-15 мм и диаметром 420-500 мм Они прокладываются на поверхности земли на

лежневых опорах с уклоном со стороны золоотвала. По мере эксплуатации в золошлакопроводах образуется твердый слой золы 2, толщина которого достигает до $80 \div 120$ мм (рис. 1.а). Таким образом, уменьшается полезный диаметр и тем самым понижается проводимость золошлакопровода.

Процесс очистки золошлакопроводов малоизучен. До настоящего времени не рассмотрена ни одна машина для его механизации. Использование химических, ультразвуковых и др. способов не дали положительного результата. Поэтому очистка производится вручную путем нанесения ударов кувалдой по золошлакопроводу.

Бункера применяются как емкости для кратковременного хранения топлива, сглаживающие неравномерность его поступления и расходования. На рисунке 1.б показана схема заправки бункеров. Угольная мелочь 2 по гибкому конвейеру 1 транспортируется до бункера 4 и заполняется в бункер заправочным устройством 3. Далее, через течки 6 бункера угольная мелочь попадает в нижний конвейер, который транспортирует их в печи.

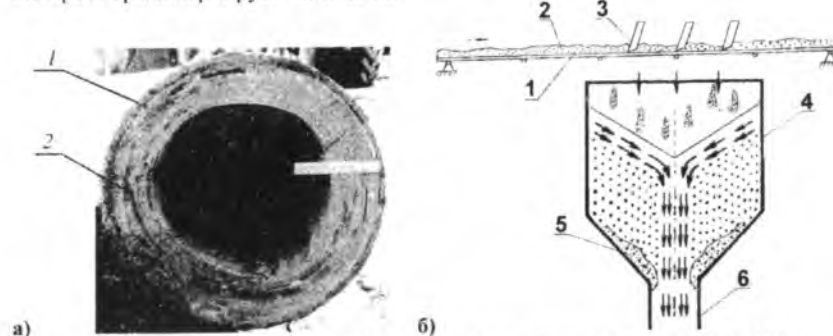


Рис. 1. а) Золошлакопровод (1) с золошлаковым отложением (2),
б) схема заправки бункеров

При истечении сыпучих топлив над входным отверстием бункера постоянно образуются динамические своды, т.е. зависания 5 (рис. 1.б). При свободном истечении они непрерывно разрушаются давлением вышележащих слоев. При уменьшении размеров выходного отверстия устойчивость сводов увеличивается, а при некоторой высоте образуется устойчивый свод, прикрывающий истечение топлива из бункера.

Для обеспечения постоянной подачи угля в пылесистемы бункера сырого угля и торфа котельные снабжаются устройствами пневмообрушения зависшего угля. В качестве таких устройств чаще всего применяется «стреляющее» сопло, разрыхляющее зависшее топливо кратковременно подаваемой под давлением $0,5 - 0,8$ МПа струей сжатого воздуха и дисбалансными вибраторами. Эти два способа эффективны при загрузке бункера сухим углем и при небольших объемах зависшего угля. А при более сложных случаях «зависания» очистка производится вручную путем нанесения ударов массивной кувалдой или болванкой по стенкам бункера.

В Инженерной академии Кыргызской Республики и лабораторий «Теория механизмов и машин» и «Удары и ударные машины» Института машиноведения Национальной академии наук КР (ИМаш НАН КР) проводятся работы по разра-

ботке и созданию ряда ударных машин различного назначения, которые в лабораторных и производственных испытаниях показали работоспособность и эффективность. Все эти машины разработаны на основе принципиально нового ударного механизма, основанного на использовании свойств четырехзвенных механизмов переменной структуры (МПС) и защищены патентами промышленно развитых стран мира. Созданные машины могут быть использованы в сложных эксплуатационных условиях (в средах разряженного воздуха, запыленности) а также в местах, где отсутствуют традиционные источники энергии.

На основе вышеизложенного, принято решение апробировать технологию очистки бункеров при помощи ударных машин на основе механизмов переменной структуры разработанных в ИА КР и ИМаш НАН КР.

Далее в первой главе рассмотрены принципы работы и кинематические характеристики четырехзвенных механизмов переменной структуры с наибольшим шатуном для разработки и создания виброударной машины. Предложены варианты автономных источников питания разрабатываемых виброударных машин и проанализированы технические характеристики трактора «Беларусь» МТЗ-82.1, предлагаемого в качестве базы для виброударной машины.

Вторая глава посвящена созданию стационарной виброударной машины МО-10 на основе МПС, которая состоит из четырех ударных механизмов, собранных в П образной раме (рис. 2.). Привод вращения ударников - от асинхронного двигателя мощностью $P_{ном}=7,5$ кВт с номинальной частотой вращения $n_{ном}=1455$ об/мин, через зубчатую передачу с приводным валом первого ударника, а с валами остальных ударников через цепной контур. На виброударной машине можно производить очистку труб с наружным диаметром 420 и 500 мм.

Производительность виброударных машин определяется ее ударной мощностью, под которой понимается произведение единичного удара на частоту ударов. Эта характеристика в свою очередь зависит от типа применяемого привода и его характеристик, а также схемы работы ударников, т.е. поочередности нанесения ударов. Перечисленные факторы могут оказывать существенное влияние не только на производительность машины, но и на динамические нагрузки, возникающие в ее элементах, а, следовательно, на долговечность этих элементов.

В связи с этим рассмотрена динамика стационарного очистителя золошлакопроводов для исследования колебания угловой скорости вращения ротора электродвигателя при разных схемах работы ударных механизмов и питании двумя разными двигателями мощностью 7,5 и 22 кВт.

Для описания процессов динамики асинхронного электродвигателя воспользуемся формулой Клосса. При работе электродвигателя в режиме близком к номинальному, формулы Клосса можно записать в следующем виде:



Рис. 2. Стационарная машина для очистки золошлакопроводов

$$M_{ii} = \frac{2M_K S}{S_K} = \frac{2M_K}{S_K \omega_c} (\omega_c - \omega) \quad (1)$$

Далее на основании конструкции, построена девятимассовая динамическая модель машины МО-10. Анализируя упругих и инерционных характеристик ее звеньев, динамическая модель машины представлена в виде одномассовой модели с переменным моментом инерции, зависящем от угла поворота ротора двигателя и схемы работы ударных механизмов. Зависимость приведенного момента инерции всей машины от угла поворота вала двигателя при синхронном режиме работы ударников описывается уравнением:

$$J(\varphi) = J_{ii} + J_y(\varphi) \quad (2)$$

А для попарной и поочередной режимах работы ударников эта зависимость описывается уравнениями (3) и (4) соответственно.

$$J(\varphi) = J_{ii} + J_y(\varphi) + J_y(\varphi - \pi) \quad (3)$$

$$J(\varphi) = J_{ii} + J_y(\varphi) + J_y(\varphi - \pi/2) + J_y(\varphi - \pi) + J_y(\varphi - 3\pi/2) \quad (4)$$

Графики зависимостей приведенного момента инерции от угла поворота ротора двигателя в синхронной, попарной и поочередной схемы работы ударников имеют вид показанной на рис. 3.

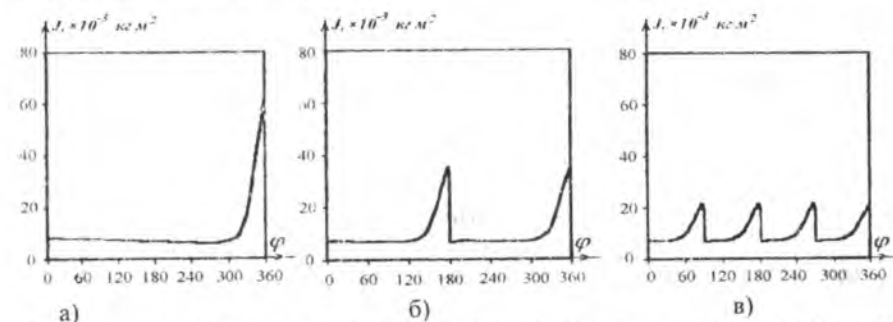


Рис. 3. Зависимость приведенного момента инерции от угла поворота ротора двигателя в синхронной (а), попарной (б) и поочередной (в) схемы работы ударников

Для составления уравнения движения одномассовой модели с переменным моментом инерции воспользуемся уравнением Лагранжа 2-го рода:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{dT}{d\omega} \right) - \frac{dT}{d\varphi} = M_{\partial} - M_c \quad (5)$$

где: $T = J\omega^2/2$ - кинетическая энергия механизма; φ, ω - соответственно угол поворота и угловая скорость ротора двигателя; M_{∂}, M_c - соответственно момент движущих сил и момент сил сопротивления на валу двигателя.

Подставляя выражение для кинетической энергии в уравнении Лагранжа, учитывая, что момент инерции механизма является функцией от угла поворота ротора двигателя и, пренебрегая силами трения в механизмах, получим следующее нелинейное дифференциальное уравнение, учитывающее характеристику приводного двигателя:

$$J\dot{\omega} + \frac{1}{2} \frac{dJ}{d\varphi} \omega^2 = M_{\partial} \quad (6)$$

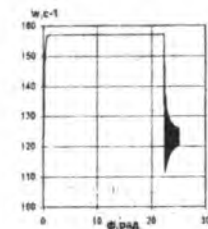
где M_{∂} - движущий момент, определяемый характеристикой двигателя.

Получение аналитического решения уравнения имеет математические трудности. Для упрощения решения аппроксимируем зависимости момента инерции механизма от угла поворота кривошипа, заменив функцию момента инерции ступенчатой с постоянным моментом инерции в каждой ступени.

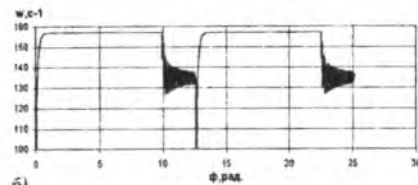
Для получения диаграмм угловой скорости ротора двигателя в зависимости от угла его поворота применялась компьютерная программа, написанная на языке Borland Turbo Pascal 7.0. На рис. 4. приведены графики изменения угловой скорости ротора двигателя в зависимости от угла его поворота $\omega(\varphi)$, для схемы синхронной, попарной и поочередной работы ударников.

Как видно, из приведенных диаграмм для всех схем работы ударных механизмов наблюдается одинаковый характер изменения угловой скорости ротора в зависимости от угла его поворота. Вначале, при холостом ходе коромысла, происходит быстрое увеличение угловой скорости, и она практически выходит на синхронное значение $\omega_{max} = 157 \text{ c}^{-1}$. А после, по мере увеличения момента инерции угловая скорость ротора падает. Вследствие принятой аппроксимации функции $J(\varphi)$, и скачкообразного изменения моментов инерции и угловых скоростей на границах ступеней диаграмма $\omega(\varphi)$, на этом интервале изменения угла поворота также носит скачкообразный характер. Реальная кривая зависимости угловой скорости ротора от угла его поворота представляет собой среднюю линию, проведенную относительно колебаний.

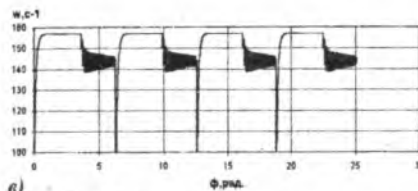
В табл. 1 приведены основные характеристики машины для трех схем работы ударников. В этой таблице M_{max} - максимальный момент на валу двигателя.



а)



б)



в)

Рис. 4. Графики изменения угловой скорости роторов двигателя мощностью 7,5 кВт в зависимости от угла его поворота

Для обеспечения нормальной работы машины в пределах рабочего участка, характеристики двигателя при одновременной схеме работы ударников необходимо установить в её приводе двигатель с мощностью в три раза большей по сравнению с существующим. Исследуем, как изменится динамика машины при использовании в её приводе двигателя 4A180S4Y3, мощностью $P_n = 22 \text{ кВт}$.

В полученных диаграммах характеристик изменения угловой скорости ротора в зависимости от угла его поворота, характер поведения угловой скорости ротора электродвигателя качественно не изменился. Но изменились значения характеристик машины. Эти значения представлены в табл. 2.

Схема	ω, c^{-1}	ω_{max} / ω	f, Гц	$M_{max}, \text{Нм}$	A, Дж	Р, кВт
Одновременная	122,6	1,28	5,89	278,37	106,13	0,63
Попарная	136,3	1,15	5,76	168,00	131,02	0,76
Поочередная	144,6	1,09	5,59	100,76	147,47	0,82

Схема	ω, c^{-1}	ω_{max} / ω	f, Гц	$M_{max}, \text{Нм}$	A, Дж	Р, кВт
Одновременная	148,14	1,06	5,99	418,98	154,87	0,93
Попарная	153,92	1,02	5,69	145,87	167,18	0,95
Поочередная	155,49	1,01	5,23	71,56	170,61	0,89

Сравнение этих значений со значениями мощности двигателя 7,5 кВт (табл. 1) показывает характеристик, полученных при мощности и энергия для одновременной мощностью 22 кВт следующее. Только для попарной и поочередной схемы работы ударников, и менее значительно для всех схем работы ударников, и менее значительно. Можно отметить, что для этого двигателя уменьшилась и стала ближе к единице, что согласуется с принятой моделью.

Как видно из представленных результатов первые две схемы работы ударников, взойшли ее (порядка 6%). Но произошло это не за счёт увеличения угла поворота вала двигателя в момент удара, а за счёт увеличения частоты ударов. Следовательно, большей частоты ударов. Кроме того, в третьей схеме работы ударников, при работе с двигателем мощностью 7,5 кВт, в третьей схеме работы ударников, при использовании более мощного двигателя, увеличение ударной мощности машины на 12,6% ударов не оправдывается значительным увеличением энергии. Значит, наиболее оптимальным является поочередная схема работы ударников мощностью 7,5 кВт. Промышленным испытанием машины МО-10 отработана технология очистки труб с различной толщиной слоя золошлаковых отложений. Процесс очистки трубы осуществляется при шаговой подаче, т.е. подающей. Как показали результаты эксплуатации, в принципе ударники работают в режиме толщине до 30 мм возможна очистка трубы в режиме на отложение не более 10 мм. Скорость подачи, обеспечиваемая приводом перемещения, составляет 1,4 м/мин. Таким образом, очистка отрезка трубы длиной 10 метров с использованием машин МО-10 много времени и средств затрачивается на транс-

ки труб с различной толщиной слоя золошлаковых отложений. Процесс очистки трубы осуществляется при шаговой подаче, т.е. подающей. Как показали результаты эксплуатации, в принципе ударники работают в режиме толщине до 30 мм возможна очистка трубы в режиме на отложение не более 10 мм. Скорость подачи, обеспечиваемая приводом перемещения, составляет 1,4 м/мин. Таким образом, очистка отрезка трубы длиной 10 метров с использованием машин МО-10 много времени и средств затрачивается на транс-

лошлакопроводов. В дальнейшем рекомендовалось создать переносную виброударную машину для очистки золошлакопроводов.

В третьей главе изложены материалы создания и исследования переносной виброударной машины МП-1. Переносная машина МП-1 позволяет очистить золошлакопровод на нити золошлакоудаления и запитывается от автономного источника: или от специальной насосной установки или от гидросистемы любой строительной-дорожной машины. В нашем случае использовался трактор МТЗ-82.1 «Беларусь».

Она состоит из гидравлического привода 1 и двух ударных механизмов 2, закрепленных на общем основании и оказывающих виброударное воздействие на обрабатываемую трубу 4 через специальные инструменты – волноводы и устройством прижима. Основанием, к которому крепятся все механизмы установки, служат две трапециевидные стальные пластины 4 (рис. 5.).

В апробации ударной машины МП-1 обрушение твердого слоя золошлакопровода осуществлялось слабо. Предположительно это из-за малой частоты вращения кривошипа 885–930 об/мин (не более 70 % от номинального значения, которое составляет 1420 об/мин.), коромысло не могло обеспечить достаточную энергию удара. В результате ударная машина модернизирована (МП-1М) увеличением передаточного отношения от привода к кривошипу и тем самым доведена энергия удара до номинального значения и добилась экономического эффекта работы двигателя трактора за счет уменьшения частоты оборотов вала отбора мощности (ВОМ) трактора.

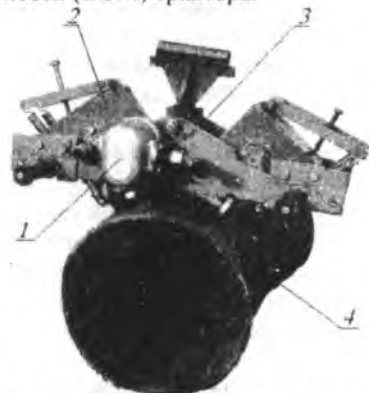


Рис. 5. Переносная машина МП-1 для очистки золошлакопроводов

Для облегчения эксплуатации этой машины сконструирован установочно-подающий механизм, который устанавливается на заднем навесном устройстве трактора. Более подробное внимание в третьей главе уделено исследованию колебания давления в напорной магистрали при питании гидродвигателя НШ-32 ударной машины МП-1 от гидростанции трактора и от специальной гидростанции, приводом которой, является электродвигатель.

Для дистанционного измерения давления в напорной магистрали датчик давления 8 повышенной точности (рис. 6.) типа ДТ-150 подсоединялся к напорной магистрали ударной машины и преобразовывал значения давления рабочей жидкости в электрические сигналы. Полученные электрические сигналы передавались на измерительный магнитофон 9 типа 7005 фирмы «Брюль и Кьер»

Визуальный контроль колебаний давления в напорной магистрали выполнялся с помощью авиационного манометра 5 типа МА-160. Частота оборотов кривошипа ударного механизма измерялась часовым тахометром 7 типа ТЧ-10Р. Питание датчика давления ДТ-150 обеспечивалось источником постоянного тока 10 типа «АГАТ». Датчик и манометр подсоединялись к напорной магистрали с по-

мощью тройника, установленного на расстоянии 1,5 м от гидродвигателя машины. На магнитофон были записаны колебания давления для схемы синхронной и асинхронной работы ударников, при частотах вращения 1600, 1800, 2100 об/мин ВОМ трактора.

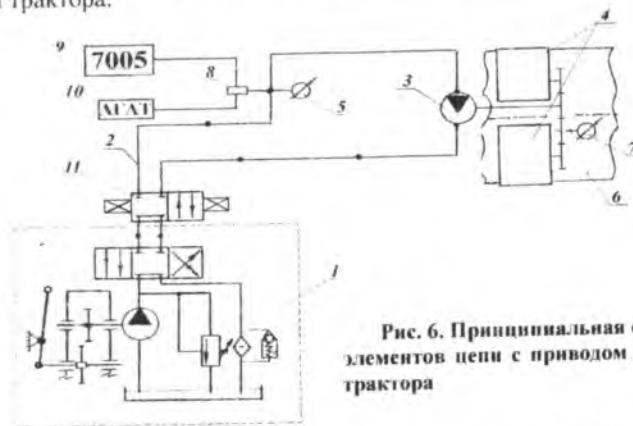


Рис. 6. Принципиальная схема соединения элементов цепи с приводом от гидросистемы трактора

Рассмотрим полученные диаграммы колебаний давления, для схемы синхронной (рис. 7.1.а) и асинхронной (рис. 7.1.б) работы ударников, соответствующей частоте 1600 об/мин ВОМ трактора.

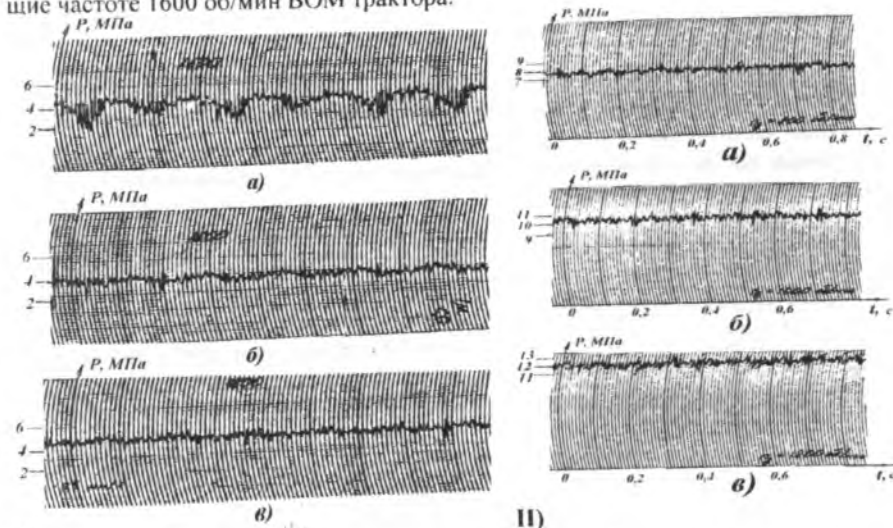


Рис. 7. Диаграммы колебаний давления в напорной магистрали машины МП-1 (I) и МП-1М (II)

Среднее давление для синхронного режима работы составляет 3,8–4 МПа; для асинхронного режима – 4 МПа и явно наблюдается периодический характер колебаний. Но при синхронном режиме работы ударников отклонения от средне-

го давления достигает 21%, а при асинхронном режиме – 10%. Допущение о постоянстве давления рабочей жидкости в напорной магистрали выполняется только для режима асинхронной работы ударников. Как и в предыдущем случае при 1800 об/мин ВОМ трактора в асинхронном режиме работы ударников (рис. 7.1.в) среднее давление составляет 4 МПа. Отклонение от средней величины давления -10%.

Далее эксперимент повторялся в целях исследования характеристики машины после модернизации МП-1М при питании от гидросистемы трактора, с целью установления, каким образом изменения в конструкции машины повлияли на динамические процессы в ее напорной магистрали и обоснования рациональных режимов работы МП-1М с измененными параметрами.

Выведенные диаграммы колебаний давления в напорной магистрали машины в асинхронном режиме при 800 (а); 1000 (б); и 1200 (в) об/мин ВОМ трактора приведены соответственно на рис. 7 II. Данные диаграммы характеризуются существенной постоянной составляющей и малыми колебаниями давления жидкости. В асинхронном режиме при 800 об/мин ВОМ трактора в зависимости от записи диаграммы среднее давление составляет 7 – 8 МПа.

Такое же колебание давления в напорной магистрали и в синхронном режиме машины. При частоте вращения вала тракторного двигателя 1000 об/мин давление жидкости в напорной магистрали изменялось для синхронного режима в пределах 11–12 МПа и для асинхронного режима около 10 МПа.

Получены графики зависимости на базе средних значений измерений частоты вращения кривошипа в трех режимах работы ударной машины МП-1М от частоты вращения ВОМ трактора (рис. 8).

На графике видно, что на малых частотах оборотов ВОМ трактора значения частоты оборотов синхронного и асинхронного режимов существенное различие не замечается, с повышением частоты оборотов ВОМ замечается относительное понижение частоты вращения кривошипа при асинхронном режиме. Существенной разницы по частоте оборотов кривошипов для обоих режимов работы машины не существует, при частоте оборотов вала двигателя до 1200 об/мин.

Если сравнить экспериментальные данные с полученными ранее, частоте вращения ВОМ трактора 1600 об/мин, после модернизации соответствует частота 800 об/мин при почти одинаковом числе оборотов вала кривошипа машины в обоих режимах работы ударной машины. Частоте 2100 об/мин ВОМ трактора в настоящее время соответствует частота 1000 об/мин.

Эксплуатация машины при частоте 1000 об/мин вращения вала тракторного двигателя является оптимальным для асинхронного режима, когда давление жидкости в напорной магистрали достигает 10 МПа.

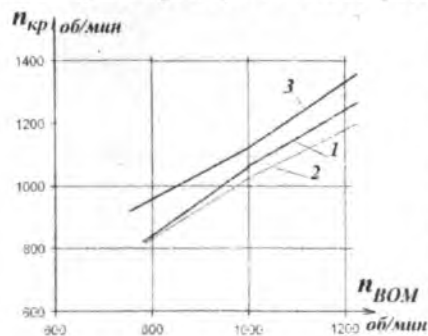


Рис. 8. Графики зависимости частоты вращения кривошипа от частоты вращения ВОМ трактора: 1 – синхронный режим; 2 – асинхронный режим; 3 – один ударник.

Результаты проведения эксперимента с использованием маслостанции несколько отличались от проведенных ранее экспериментальных исследований.

Промышленным испытанием определены производительность и отработана технология эксплуатации машины МП-1М с установочно-подающим механизмом.

В четвертой главе рассмотрены вопросы создания ударной машины МБ-10, учитывая положительные результаты создания вышеназванных машин. Работы были начаты разработкой и началом изготовления ударных машин, которые предполагалось устанавливать на стенках бункеров для обрушения завесаний, возникающих при загрузке угля. В создании ударной машины для устранения завесания в бункерах за основу была принята конструкция ударного механизма стационарной машины для очистки труб золошлакопроводов, показавшей свою работоспособность при очистке труб.

Конструкция созданной ударной машины приведена на рис. 9. На бункере привариваются элементы крепления (шпильки 12), на которых устанавливается сборочная плита 2. Плита 2 служит для установки на нее ударного механизма 1 с устройством прижима и электродвигателя 6. Ударный механизм 1 монтируется в сборочную плиту через болтовое соединение с возможностью относительного углового перемещения, а с другой стороны прижат к стенкам бункера или труб тежки устройством прижима, через волновод 4 установленной в направляющей буксе. Для предохранения стенок бункера между концом волновода, и стенкой устанавливался переходный башмак 5, имеющий большую площадь контакта с поверхностью стенки.

Прижим ударного узла с МПС осуществляется с помощью пружин 7 собранных в пластинах 11. При вращении гайки 9 по шпильке 8 пружины сжимаются, и усилие прижима передается в бобышки корпуса ударного узла, так как верхний конец шпильки зафиксирован в кронштейн 10.

Механизм переменной структуры приводится в движение от электродвигателя 6 серии 4А80В4УЗ, номинальная мощность 1,5 кВт, частота вращения 1420 об/мин.) одноступенчатой понижающей зубчатой передачей 3. Передаточное число зубчатой передачи изменяется путем замены шестерни с числом зубьев $Z_1 = 21, 28, \text{ и } 35$ для частот ударов 6, 8, 10 Гц, соответственно, когда число зубьев колеса $Z_2 = 84$.

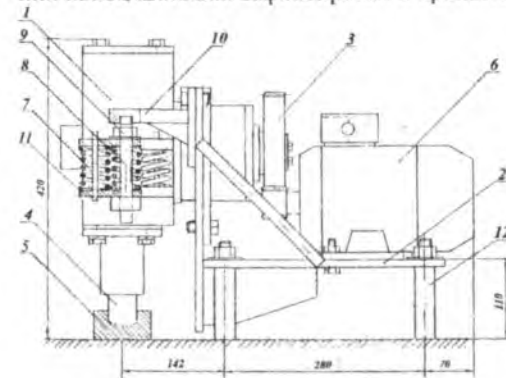


Рис. 9. Ударная машина МБ-10

Испытания данной машины, показали функциональность его использования. Возбуждение вибрации ударным способом более эффективно, чем возбуждение вибрации дисбалансными вибраторами.

На следующем этапе, согласно плана работ ТЭЦ, совместно со специалистами Инженерной академии, решено разработать автоматизированную технологию ликвидации завесаний, для оперативного дистанционного контроля и управ-

ления электрифицированными исполнительными механизмами в целях механизации устранения, как простых, так и сложных случаев зависания.

Реализация данной технологии проведена на котле №19, который имеет три бункера. Установка элементов технологии на бункере указана на рис. 10. Использовались виброударные машины 1 типа МО-10 на основе МПС, вибраторы 2 пневмоударники 3 на верхних краях. На каждом бункере установлены по четыре системы пневмоударников 3 на верхних краях. На выходе бункеров, т.е. в части сужения, установлены четыре виброударные машины МО-10: две машины на бункере 19А на противоположных сторонах, и по одному на бункере 19Б и 19В. Вибраторы 2 устанавливались на бункерах 19Б и 19В, и на рассекателях мельницы.

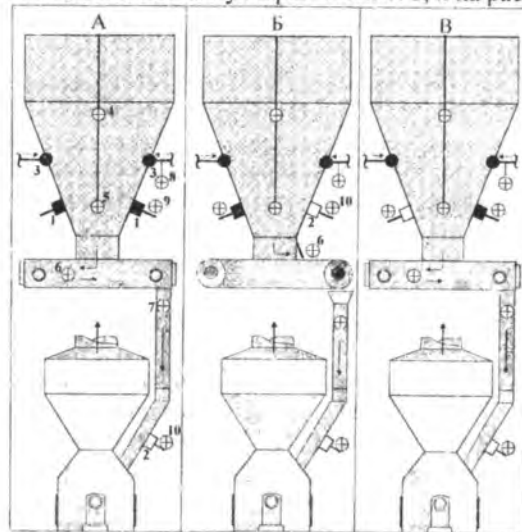


Рис. 10. Система топливоподачи котла №19

механизмов. Вибраторы, установленные на рассекателях мельницы, срабатываются автономно, по сигналу собственных датчиков. Процесс работы системы автоматизированного управления контролируется оператором шитового управления. Датчики 8, 9, 10 показывают срабатывания пневмоударников, ударных машин МО-10 и дисбалансных вибраторов, соответственно.

Апробация разработанной технологии очистки бункеров, показала, что в четвертом режиме, когда включаются в работу все исполнительные механизмы, обрушаются даже сложные виды зависания угля в бункерах.

В следующем этапе работ, на основе договора, заключенного между ОАО «Электрические станции», и Инженерной академии КР для ТЭЦ г. Бишкек, была изготовлена партия виброударных машин типа МБ-10, в количестве 20 (двадцать) штук для узлов топливоподачи. Для проведения промышленного испытания изготовленных машин при обрушении зависшего угля в тече бункера представителем ТЭЦ г. Бишкек, был отобран один экземпляр. Отобранная машина МБ-10 установлена на тече ПСУ – 2А. Размеры течи: диаметр 830 мм, длина 3 м. Имеет угол наклона относительно горизонтальной плоскости 50° . Приводной двигатель 4А 80М4У3 с номинальной мощностью 1,1 кВт, с частотой вращения 1420 об/мин. Частота ударов 6 Гц.

Наличие угля в бункерах контролируется датчиками наличия угля на верхнем уровне 4 и нижнем уровне 5. Наличие движения угля контролируется на податчике сырого угля датчиком 6, и на рассекателе мельницы датчиком 7. По данной технологии, при отсутствии угля в податчике сырого угля (на конвейере), по сигналу датчиков 6, срабатывает первый режим, который включает только пневмоударники. Если датчик 6 после этого не обнаружит движение угля через некоторое время, т.е. зависание не устранено, включается следующий режим, с добавлением исполнительных

Испытания производились периодически как для устранения зависания угля (84% от общего числа включений), так и без необходимости устранения зависания угля. Виброударная машина включалась в момент испытания от 1 до 6 раз – серийно включений, в зависимости от сложности зависания. При этом отмечалась эффективность использования виброударной машины МО-10 при всех случаях устранения зависания угля.

Результаты, испытания проведенных в течение пяти дней, в обобщенном виде приведены в таблице 3.

Табл. 3

Дата	Число испытаний	Число включений	Общее время вкл., с	Сред. продолж. в одном вкл.	Сред. время вкл. в одном испытании
29.09.03	16	41	285	6,95	17,8
30.09.03	18	50	350	7	19,4
1.10.03	14	41	290	7,07	20,7
2.10.03	16	42	360	8,57	22,5
3.10.03	12	45	275	6,11	22,9
Итого:	76	219	1560	7,12	22,5

Анализ данных хронометражных наблюдений работы виброударной машины показывает, что средняя продолжительность времени в одном включении составляет 7,12 секунд, а среднее время включения для одного раза обрушения зависшего угля составляет 22,5 секунд.

Надо отметить, что испытание проводилось и для оценки надежности разработанной машины. Поэтому каждый раз машина включалась продолжительностью 5 или 10 секунд, не зависимо от времени устранения зависания. Визуальное наблюдение показывает, что в большинстве случаев зависание устраняется за 2 – 3 сек., когда производится 12 – 18 ударов.

При осмотре после испытаний, не замечено дефектов и изношенных деталей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе отражены основные этапы решения актуальной задачи – создания и исследования машин, облегчающие процесс очистки золошлакопроводов (МО-10 и МП-1М) и применяющиеся при обрушении зависания угля в бункерах и течах сырого угля (МБ-10) ТЭЦ.

Основными результатами данной работы являются:

1. Выявлены условия, способствующие задержкам в золошлакопроводах и зависания угля в бункерах и течах сырого угля в ТЭЦ. Проанализированы существующие способы их устранения.

2. Обоснованы возможности использования и созданы виброударные машины МО-10 и МП-1 с механизмом переменной структуры для очистки золошлакопроводов ТЭЦ.

3. Разработана динамическая модель стационарной машины МО-10, учитывающая параметры установки, характеристики её привода. На основании решения нелинейного уравнения движения упрощенной одномассовой модели получены выражения, определяющие взаимосвязь характеристик установки.

4. При настройке ударных механизмов машин МО-10 и МП-1 на одновременный режим ударов по обрабатываемой поверхности, частота ударов выше, чем в режиме попеременного удара. Эта закономерность соблюдается для всех частот вращения привода.

5. Установлено, что наиболее оптимальным режимом работы машин МО-10 и МП-1 является последовательное нанесение ударов ударных механизмов по трубе золошлакопровода. При этом режиме работы более равномерно загружен приводной двигатель и производительность очистки труб выше.

6. Разработана и создана виброударная машина с МПС для устранения зависаний угля в бункерах ТЭЦ. Отработана схема установки виброударной машины с МПС МБ-10 для обрушения зависания угля в бункерах.

7. Экспериментом подтверждено, что комбинированной технологией эксплуатации ударных машин МБ-10 в составе с существующими устройствами можно обрушить даже сложные зависания угля. Промышленное испытание показывает, что эксплуатация ударной машины на течке, то есть у выхода угля из бункера дает эффект во всех случаях.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Производственное испытание и исследование ударной машины МП-1. Сборник научных трудов. Выпуск 3 / ИАН КР. Институт машиноведения. – Бишкек, «Илим», 2002. – С. 260-265 (соавтор Абдраимов Э.С.)

2. Механизмы переменной структуры – новые горизонты машиностроения. Проблемы строительной отрасли и пути их решения. / Сб. трудов республиканской научно-практической конференции. Часть I. Бишкек. «Технология» 2001. – С. 301-307. (соавторы: Абдраимов С., Абдраимов Э.С., Абидов А.О., Халмуратов Р.С., Кадыркулов А.К., Абдраимова Н.С.)

3. Результаты экспериментальных исследований рабочих процессов установок МП-1М. / Журнал «Наука и новые технологии» №3 Бишкек, 2004. С. 65-70 (соавторы (соавторы: Еремьянц В.Э., Абдраимов Э.С., Дандыбаев Е.С.)

4. Подъемно-податочный механизм для очистителя золошлакопроводов ТЭЦ; Материалы первой республиканской научной конференции студентов – физиков и молодых ученых. Приложение к журналу «Вестник Иссык-Кульского университета» г. Каракол, 2002. – С.123-127 (соавторы: Абдраимов Э.С., Эркебаев М.Б., Касымалиев Б., Аракеев М.У.)

5. Динамическая модель шарнирно-четырёхзвенного механизма. / Международная научно-практическая конференция «Повышение эффективных показателей транспортных, строительного-дорожных машин и коммуникаций в условиях высокогорья и жаркого климата» КГУСТА. – Бишкек, 2003. – С. 355-359. (соавторы: Абдраимов С., Зиялиев К.Ж., Чинбаев О.К., Тақырбашев А.Б.)

6. Динамический расчет ударного механизма очистителей бункера приема угля ТЭЦ. / Материалы конференции, посвященной I съезду инженеров Кыргызстана и 10-летию образования ИА КР. «Новые наукоемкие технологии и технологические оборудования» Бишкек «Технология», 2001. – С. 54-58. (соавторы: Абдраимов Э.С., Фокин Ю.А., Акышев К.М.)

7. Малогабаритные трамбовки МТ-1. / Международная научно-практическая конференция «Повышение эффективных показателей транспортных, строительного-дорожных машин и коммуникаций в условиях высокогорья и

жаркого климата» КГУСТА. – Бишкек, 2003. – С. 69-74. (соавторы: Абдраимов С., Карымшаков А.Р. Пакирдинов Р.Р. Аракеев М.)

8. Машины для устранения задержек в системах топливоподачи и золошлакоудаления ТЭЦ. / Материалы второй международной конференции «Проблемы механики современных машин» / ВСГТУ. – Улан – Удэ, Издательство ВСГТУ, 2003. Т.2. С. 5-8. (соавторы: Тешебаев А. Дыканалиев К.М.)

9. Методика экспериментальных исследований механического молота с гидроприводом. / Материалы междунар. научно-практич. конф. «Повышение эксплуатационной эффективности транспортных, строительного-дорожных машин и коммуникаций в условиях высокогорья и жаркого климата» КГУСТА - Бишкек, 2002. – С. 44-48. (соавторы: Касымалиев Б., Аракеев М.)

10. Отработка технологии эксплуатации ударной машины МП-1 с манипулятором при очистке золошлакопроводов. / Материалы междунар. научно-практич. конф. «Повышение эксплуатационной эффективности транспортных, строительного-дорожных машин и коммуникаций в горных условиях Кыргызстана / КГУСТА. – Бишкек: Илим, 2004. С. 97-99.

11. Создание специализированной установки очистки бункеров приема угля ТЭЦ. / Материалы конференции, посвященной I съезду инженеров Кыргызстана и 10-летию образования ИА КР. «Новые наукоемкие технологии и технологические оборудования» Бишкек «Технология», 2001. С. 50-54. (соавторы: Абдраимов Э.С., Фокин Ю.А., Эркебаев М.)

12. Ударная машина МО-10 для устранения зависания угля в системах топливоподачи ТЭЦ. / Журнал «Естественные и технические науки» №3 Москва, 2004. С. 122-125. (соавторы: Абдраимов Э.С. Чолпонкулов Ш., Калматов Б.М.)

13. Экспериментальные исследования динамики машины с МПС. / Материалы международной научно-технической конференции «Проблемы механики современных машин» / ВСГТУ. – Улан – Удэ, Издательство ВСГТУ, 2006. С. 15-19. (соавторы: Пакирдинов Р.Р., Жылкычиев М., Тайбакунов Э.)

14. Методика проведения экспериментальных исследований вибрационных характеристик перфоратора ПРЭ-9 / Журнал «Известия Ошского технологического университета» №2 Ош. – С. 42-45. (соавторы: Кошбаев А.А., Калматов Б.М., Пакирдинов Р.Р.)

15. Динамический анализ ручной трамбовки на основе МПС. / Материалы первой международной научно-технической конференции «Мехатроника – пути и перспективы развития на современном этапе». / Филиал БГТУ «ВОЕНМЕХ» - Бишкек 2006. С. 36-39. (соавторы: Пакирдинов Р.Р., Баев М.Д.)

ТУШУНДУРМӨ

Каримов Абурайхан Абдурасулович

«ТЭБдеги отун ташуу жана күл чыгаруу системаларындагы токтоп калууларды жоюучу титиретип урма машиналарын жаратуу»

05.02.18. – «Механизмдердин жана машиналардын теориясы» адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты илимий даражасын изденүүгө

Алчык сөздөр: күл жана шлак өткөөлү, бункер, урма механизм, структурасы өзгөрүлмө механизм, машина жаратуу, ургуулоо режими, өзгөрүлмө инерция моменти, ургуулоо жыштыгы, бир уруунун энергиясы, видириттик сыноо, эксплуатациялоо эрежеси.

Бул жумушта актуалдуу ден эсептелген, күл жана шлак өткөөлдөрүн газалоо иштерин жеңилдетүүдө (МО-10 жана МП-1М), бункердин ички боруна жана чоргосуна жабышып калган көмүр катмырын уратууда (МБ-10) колдонулуучу ургулоочу машиналарды жаратуунун жана изилдөөнүн негизги этаптары чагылдырылган.

Динамикалык жана эксперименталдык изилдөөлөр көрсөткөндөй, МО-10 жана МП-1М машиналарынын ургулоо жыштыгы ургулоочу механизмдердин тең жарышын иштегенде, кезектешип иштегенге караганда жогору. МО-10 жана МП-1М машиналарынын эң оптималдуу иштөө режимин болуп ургулоочу механизмдеринин кезектешип иштөөсү эсептелээри такталды. Бул иштөө режиминде машинаны иштетүүчү кыймылдаткыч салыштырмалуу бир калыпта жүктөлөт жана машинанын тазалоо тездиги жогору. МБ-10 ургулоочу машинасын учурда колдонулган түзүлүштөр менен чогуу иштетүү технологиясы, татаал деп эсептелген бункерге жабышкан көмүрдү да уратаары эксперимент түрүндө тастыкталды. Жаратылган машиналарды эксплуатациялоо эрежелери иштелип чыкты.

РЕЗЮМЕ

Каримов Абурайхан Абдурасулович

«Создание виброударных машин для устранения задержек в системах подачи топлива и золошлакоудаления ТЭЦ»

На соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.18. - «Теория механизмов и машин».

Ключевые слова: *золошлакопровод, бункер, ударный механизм, механизм переменной структуры, создание машины, режим ударов, переменный момент инерции, частота ударов, энергия единичного удара, промышленное испытание, технология эксплуатации*

В работе отражены основные этапы решения актуальной задачи – создания и исследования машин, облегчающие процесс очистки золошлакопроводов (МО-10 и МП-1М) и применяющиеся при обрушении зависания угля в бункерах и течках сырого угля (МБ-10) ТЭЦ.

Динамическое и экспериментальное исследования показывают, что при настройке ударных механизмов машин МО-10 и МП-1М на синхронный режим ударов, частота ударов выше, чем в режиме асинхронного удара. Установлено, что наиболее оптимальным режимом работы машин МО-10 и МП – 1М является последовательное нанесение ударов ударных механизмов по трубе золошлакопровода. При этом режиме работы более равномерно загружен приводной двигатель и производительность очистки труб выше. Экспериментом подтверждено, что комбинированной технологией эксплуатации ударных машин МБ-10 в составе с существующими устройствами можно обрушить даже сложные зависания угля в бункерах. Разработаны технологии эксплуатации созданных машин.

THE SUMMARY

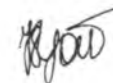
Karimov Aburayhan Abdurasulovich

«Creation of vibrating and shock machines for elimination of delays in systems of submission of fuel and removal of ashes and slag of thermal power station »
On competition of a scientific degree of Cand.Tech.Sci. on a speciality 05.02.18. - «The theory of mechanisms and machines ».

Key words: *a wire of ashes and slag, the bunker, the shock mechanism, the mechanism of variable structure, creation of the machine, a mode of impacts, the variable moment of inertia, frequency of impacts, energy of individual impact, industrial test, technology of operation*

In work the basic stages of the decision of an actual task - creations and the researches of machines facilitating process of clearing of wires ashes and slag (МО-10 and МП-1М) and lags of coal applied at knocking down in bunkers and течках crude coal (МБ-10) thermal power station are reflected.

Dynamic and experimental researches show, that at adjustment of shock mechanisms of machines МО-10 and МП-1М on a synchronous mode of impacts, frequency of impacts above, than in a mode of asynchronous impact. It is established, that the optimal operating mode of machines МО-10 and МП - 1М is consecutive drawing impacts of shock mechanisms on a pipe wires ashes and slag. At this operating mode it is in regular more intervals loaded приводной the engine and productivity of clearing of pipes above. By experiment it is confirmed, that the combined technology of operation of shock machines МБ-10 in structure of with existing devices it is possible to bring down even complex lags of coal in bunkers. Technologies of operation of the created machines are developed.



КАРИМОВ АБУРАЙХАН АБДУРАСУЛОВИЧ

СОЗДАНИЕ ВИБРОУДАРНЫХ МАШИН ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ ЗАДЕРЖЕК В СИСТЕМАХ ПОДАЧИ ТОПЛИВА И ЗОЛОШЛАКОУДАЛЕНИЯ ТЭЦ

Автореферат диссертации

Тех. редактор *Курманалиев Б.К.*

Подписано к печати 07.02.2007г. Формат бумаги 60x84^{1/16}.

Бумага офс. Печать офс. Объем 1,0 п.л. Тираж 100 экз. Заказ 97

г.Бишкек, ул. Сухомлинова, 20. ИЦ "Текник" КГТУ, т.: 56-14-55, 54-29-43

E-mail: ict@ktu.aknet.kg, beknur@mail.ru