

Кыргыз Республикасынын билим берүү жана илим министрлиги  
Россия Федерациясынын илим жана жогорку билим берүү министрлиги

Россия Федерациясынын биринчи Президенти Б.Н. Ельцин атындагы Кыргыз-Россия Славян университети жогорку кесиптик билимдин мамлекеттик билим берүү мекемеси

720021, Кыргыз Республикасы,  
Бишкек ш., Киев көч. 44  
Тел.: (+996 312) 66-25-67  
Факс: (+996 312) 43-11-69  
E-mail: [krsu@krsu.edu.kg](mailto:krsu@krsu.edu.kg)



Министерство образования и науки  
Кыргызской Республики  
Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
Кыргызско-Российский Славянский университет имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

720021, Кыргызская Республика,  
г. Бишкек, ул. Киевская, 44  
Тел.: (+996 312) 66-25-67  
Факс: (+996 312) 43-11-69  
E-mail: [krsu@krsu.edu.kg](mailto:krsu@krsu.edu.kg)



УТВЕРЖДАЮ

Ректор Кыргызско-Российского Славянского университета им. Б.Н. Ельцина  
академик НАН КР д.т.н., проф.  
Нифадьев В.И.

«21» июня 2022 г.

**ВЫПИСКА из ПРОТОКОЛА № 10  
РАСШИРЕННОГО ЗАСЕДАНИЯ КАФЕДРЫ Механики им. Я.И. Рудаева  
Кыргызско-Российского Славянского университета им. Б.Н. Ельцина (КРСУ)  
от «20» июня 2022 г.**

**г. Бишкек**

**Председатель заседания:** заведующий кафедрой механики им. Я.И. Рудаева,  
к.ф.-м. н., Комарцов Н.М.

**Секретарь заседания:** зав. лаб. «Механические испытания и экспериментальное исследование материалов, конструкций и машин» Пахомова Н.А.

**ПРИСУТСТВОВАЛИ:**

**Сотрудники кафедры механики им. Я.И. Рудаева:**

Комарцов Н.М., к.ф.-м.н., зав. кафедрой;  
Жумабаев Б., д.т.н., профессор кафедры;  
Еремьянц В.Э., д.т.н., профессор кафедры;  
Пахомова Н.А., зав. лабораторией кафедры;  
Джаманкулов А.К., к.т.н., доцент кафедры;  
Герман К.А., к.ф.-м.н., доцент кафедры;  
Рычков Б.А. д.ф.-м.н., профессор кафедры;  
Сулайманова С.М., д.ф.-м.н, профессор кафедры;  
Пазылов Ш.Т., к.ф.-м.н., доцент кафедры  
Райымбекова Г.М., соискатель кандидата технических наук

**Приглашенные:** д. т. н. по специальности 05.02.18 – теория механизмов и машин Турсунов К. Д. – генеральный директор ОСО Микродим; к. т. н. по специальности 05.02.18 – теория механизмов и машин Каримов А. А.  
Всего присутствовали 12 человек, из них 5 докторов наук, 5 кандидатов наук.

**Повестка дня:**

1. Обсуждение диссертации соискателя Райымбековой Гулмиры Муктарбековны на тему: «Динамическая модель манипулятора отбойного агрегата с навесным молотом», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.18 – теория механизмов и машин;

2. Рекомендация к защите диссертации соискателя Райымбековой Гулмиры Муктарбековны на тему: «Динамическая модель манипулятора отбойного агрегата с навесным молотом», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.18 – теория механизмов и машин.

**Соискатель** Райымбекова Г.М. – образование высшее, закончила аспирантуру в Кыргызско-Российском славянском университете, в Институте машиноведения НАН КР работает с 2020 года, в качестве научного сотрудника в лаборатории «Теория механизмов и машин».

**Научный руководитель** – Еремьянц В.Э., доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Института машиноведения Национальной академии наук КР, профессор КРСУ.

Работа выполнена на кафедре «Механика» КРСУ.

**Рецензенты:**

доктор технических наук Турсунов К.Д., генеральный директор ОСО Микродим;  
кандидат технических наук Каримов А.А.

**Слушали:**

Доклад Райымбековой Г.М., в котором она изложила цели и задачи, научную новизну и основные результаты диссертации «Динамическая модель манипулятора отбойного агрегата с навесным молотом» по специальности 05.02.18 – теория механизмов и машин.

После доклада были заданы вопросы:

**Комарцов Н.М.**

Будет ли работать отбойный агрегат с навесным молотом без усилия прижатия молота?

**Ответ:** Не будет. Потому что со стороны молота на манипулятор действуют динамические нагрузки, из-за которых молот не будет прижиматься к обрабатываемой поверхности.

**Герман К.А.**

Как определяете оптимальные параметры процесса? Критерии?

**Ответ:** На основании выявленных закономерности колебаний манипулятора с молотом.

**Жумабаев Б.**

У вас динамическая модель, как выводите аналитические зависимости?

**Ответ:** Уравнение составлялось на основе уравнения Лагранжа второго рода, а затем путем изменения различных параметров (жесткости гидросистем, давления в ней, положение

молота относительно шасси) определялись зависимости для амплитуды колебаний (перемещение, скорость, ускорение).

#### **Рычков Б.А.**

Раскройте постановку задачи: приведение упругих и инерционных характеристик манипулятора к рабочему органу - молоту.

**Ответ:** поскольку молот взаимодействует с обрабатываемой средой производительность машины определяется работой этого молота, то мы считали необходимым все параметры модели привязывать к этому молоту.

**Научный руководитель Еремьянц В.Э.:** Постановка диссертационной работы Райымбековой Г.М. была связана с наблюдаемыми на практике поломками звеньев стрелы экскаватора ЭО-2621 с навесным шарнирно-рычажным молотом МО-100. Решение этой проблемы было актуальным и требовало разработки соответствующей динамической модели, учитывающей как геометрические и инерционные параметры звеньев манипулятора, его гидросистемы, так и силовых воздействий на манипулятор при работе навесного молота.

Эту задачу Райымбекова Г.М. начала решать, будучи студенткой третьего курса Кыргызско-Российского Славянского университета, сначала в курсовых проектах, затем в дипломной работе, а позже – обучаясь в аспирантуре КРСУ.

Ею был проведен анализ гидросистемы манипулятора экскаватора ЭО-2621, установлено влияние положения манипулятора на упругие и демпфирующие свойства гидросистемы. Описан рабочий процесс шарнирно-рычажного молота и определены усилия, действующие на манипулятор при работе молота. На основании этих исследований предложена динамическая модель манипулятора с навесным молотом и проведен её анализ. Полученные при этом результаты позволили разработать рекомендации по уменьшению нагрузок, действующих на звенья манипулятора и молота.

Таким образом, можно отметить, что в диссертационной работе Г.М. Райымбековой решена актуальная задача, имеющая как научное, так и практическое значение.

При выполнении диссертационной работы соискатель на протяжении двух лет работала в лаборатории «Теория механизмов и машин» института машиноведения и автоматики НАН КР в должности научного сотрудника и имеет опыт практической работы. Считаю, что диссертант за время выполнения работы вырос в научном плане, показал себя как способный исследователь и научный работник, материалом владеет в полной мере, поэтому считаю, что можно рекомендовать работу к защите и призываю членов расширенного заседания ее поддержать.

#### **С рецензией диссертации выступили:**

**Турсунов К.Д., д.т.н.,** который отметил актуальность темы диссертации, основные положения диссертации, выносимые на защиту, научную новизну, практическую значимость, личный вклад соискателя.

Диссертационная работа Райымбековой Г.М. удовлетворяет требованиям НАК КР «Правила присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.02.18 – теория механизмов и машин, я предлагаю рекомендовать к представлению в диссертационный совет.

**Каримов А.А., к.т.н.,** в своей рецензии отметил актуальность темы, личное участие автора, степень обоснованности научных положений, полноту публикаций, научную и практическую значимость полученных результатов, научную новизну, соответствие темы диссертации заявленной специальности.

Диссертация Райымбековой Г.М., посвящена разработке динамической модели манипулятора отбойного агрегата и представляет собой законченную научно-исследовательскую работу.

#### **С обсуждением диссертации выступили:**

**К.т.н., доцент Джаманкулов А.К.:** «Диссертация Райымбековой Г.М. является новой и вносит вклад в совершенствование отбойных агрегатов с кривошипно коромысловым молотом. Реализация сформулированных рекомендаций позволит существенно увеличить долговечность манипулятора отбойного агрегата»

**Д.ф.-м.н., профессор Рычков Б.А.:** «Работа, представленная Райымбековой Г.М., соответствует специальности 05.02.18 и отвечает требованиям новизны и актуальности. Она изложена доступно и главным ее достоинством является разработка динамической модели манипулятора отбойного агрегата с навесным молотом. Результаты работы могут быть применены на практике».

По результатам обсуждения диссертацию Райымбековой Г.М. на тему: «Динамическая модель манипулятора отбойного агрегата с навесным молотом» проведено голосование по вопросу рекомендации работы к представлению к защите в , диссертационный совет.

**Результаты голосования:**

«за» – 11 , «против» – нет, «воздержалось» – нет. Проголосовали единогласно.

**Постановили:**

1. Рекомендовать к представлению в диссертационный совет диссертацию Райымбековой Г.М. на тему: «Динамическая модель манипулятора отбойного агрегата с навесным молотом» по специальности 05.02.18 – теория механизмов и машин.
2. Дать заключение в следующей редакции.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

кафедры механики им. Я.И. Рудаева Кыргызско-Российского Славянского университета им. Б.Н. Ельцина  
по кандидатской диссертации Райымбековой Г.М.  
на тему: «Динамическая модель манипулятора отбойного агрегата с навесным молотом»  
по специальности 05.02.18 – теория механизмов и машин

(тема диссертации и шифр специальности были утверждены на заседании Ученого совета Кыргызско – Российского Славянского университета 22 декабря 2015 г., протокол №5 и переутверждена на заседании Ученого совета Кыргызско-Российского Славянского университета 24 сентября 2019 г., протокол №2).

Диссертация «Динамическая модель манипулятора отбойного агрегата с навесным молотом» выполнена на кафедре механики им. Я.И. Рудаева Кыргызско-Российского Славянского университета им. Б.Н. Ельцина. В период подготовки диссертации соискатель обучалась в аспирантуре Кыргызско-Российского Славянского университета им. Б.Н. Ельцина.

В 2015 г. окончила Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б.Н. Ельцина по специальности 071100 – «Динамика и прочность машин».

Научный руководитель – д.т.н., профессор Еремьянц Виктор Эдуардович, кафедра механики им. Я.И. Рудаева Кыргызско-Российского Славянского университета им. Б.Н. Ельцина, профессор кафедры.

По итогам обсуждения диссертации «Динамическая модель манипулятора отбойного агрегата с навесным молотом» принято следующее **заключение**.

### **Актуальность темы исследования**

В Инженерной академии КР и Институте машиноведения НАН КР проводятся интенсивные работы по созданию кривошипно коромысловых ударных механизмов различного назначения. В числе этих механизмов был создан молот МО-10 предназначенный для разрушения железобетонных покрытий, твердых грунтов и горных пород. Этот молот навешивается вместо ковша на манипуляторе экскаватора-бульдозера ЭО-2621 и питается от гидравлической системы экскаватора. Полученная таким образом машина представляет собой отбойный агрегат.

Эксплуатация этого отбойного агрегата, как и других агрегатов, оснащенных молотами различного принципа действия, показала, что использование молотов на экскаваторах приводит к быстрому износу шарниров манипулятора, его гидроцилиндров, а в ряде случаев и к разрушению стрелы или рукояти манипулятора.

Очевидно, что это происходит из-за больших динамических нагрузок, действующих на элементы манипулятора при работе ударного механизма. В связи с этим одной из актуальных задач является определение этих нагрузок и разработка мероприятий по их устранению или уменьшению.

**Личное участие соискателя в получении научных результатов**, изложенных в диссертации и автореферате, автору принадлежит – разработанная методика динамической модели манипулятора, проведении кинематического и динамического анализа манипулятора отбойного агрегата, и разработки рекомендаций по рациональным зонам работ манипулятора с навесным молотом.

### **Степень обоснованности и достоверности научных результатов**

В работе были использованы методы теории механизмов и машин. Все расчеты проводились в оболочке программ Excel, а также математического пакета MathCAD.

Достоверность научных результатов подтверждается использованием известных хорошо отработанных методов кинематического и динамического анализа.

**Новизна.** В диссертации рассмотрена разработка динамической модели манипулятора отбойного агрегата с навесным молотом, позволяющей установить влияние различных факторов на динамические нагрузки в звеньях манипулятора с целью разработки рекомендаций по их снижению.

**Практический результат** заключается в разработке рекомендаций по рациональным рабочим зонам, в пределах которых нагрузки на манипулятор со стороны молота минимальные.

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

1. Установлено влияние положения манипулятора на максимальное усилие прижатия молота к обрабатываемой поверхности. Определены предельные значения реакций в кинематических парах манипулятора при максимально возможной статической нагрузке и давления в гидроцилиндрах.
2. Установлена закономерность изменения функций положения и кинематических передаточных функций звеньев манипулятора от его положения. Доказано, что из-за малых колебаний манипулятора в процессе работы отбойного агрегата можно считать, что в каждом определенном положении манипулятора кинематические передаточные функции его звеньев являются постоянными величинами.
3. Установлены зависимости реактивных сил, действующих на корпус молота, от времени и проведена аппроксимация аналитической функцией.
4. Установлены зависимости упругих и демпфирующих характеристик гидросистемы манипулятора от его положения, давления и температуры рабочей жидкости в гидросистеме.

5. Установлено, что в диапазоне изменения давления в гидросистеме от 6 до 12 МПа при его колебании на  $\pm 2$  МПа в первом приближении можно считать коэффициент жесткости гидромагистралей постоянным. В рабочем диапазоне изменения температуры жидкости от 40 до 60°C её влиянием на коэффициент жесткости гидромагистралей можно пренебречь.
6. Установлены зависимости приведенной массы и приведенной жесткости манипулятора к рабочему органу от положения манипулятора.  
Доказано, что рациональной зоной расположения рабочего инструмента является зона от 2,7 до 3,8 м. В этой зоне колебания манипулятора минимальны.
7. Разработана динамическая модель манипулятора отбойного агрегата в виде одномассовой системы, с приведенной массой  $M$ , связанной с неподвижной опорой упругим элементом с приведенным коэффициентом жесткости  $c$ .
8. Разработана математическая модель, описывающая колебания манипулятора с кривошипно коромысловым молотом, позволяющая определять динамические нагрузки в звеньях манипулятора с целью разработки рекомендаций по их уменьшению.

#### **Полнота содержания материалов диссертации в опубликованных работах.**

Основные результаты диссертации опубликованы соискателем в 15 научных статьях, в том числе 3 статья - в международных журналах, входящих в базу РИНЦ, и 5 статья – в журналах, входящих в перечень изданий, рекомендуемых НАК КР.

#### **Основные значимые работы по теме диссертации:**

1. Еремьянц В.Э., Муктарбекова Г.М. Модель оснащенного стержня с конечным числом степеней свободы. /Современные проблемы механики сплошных сред. Вып. 16. Бишкек: НАН КР, 2012. С. 280 – 285.
2. Еремьянц В.Э., Дроздова И.С., Муктарбекова Г.М. Расчет собственных форм и частот колебаний оснащенного стержня, описываемого различными моделями. /Труды международной научной конференции «Современные проблемы механики сплошной среды». Бишкек: КГТУ, 2012. С. 374 – 378.
3. Муктарбекова Г.М. Влияние положения манипулятора отбойного агрегата на максимальное усилие прижатия молота к обрабатываемой поверхности. /Современные техника и технологии в научных исследованиях. Материалы 5-й международной конференции молодых ученых. Бишкек: Научная станция РАН, 2013. С. 239–242.
4. Муктарбекова Г.М. Силовой анализ манипулятора молота для разрушения асфальтобетонных покрытий. /Материалы 17-й Московской международной межвузовской конференции молодых ученых «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные, путевые машины и робототехнические комплексы. Москва: МГСУ, 2013. С. 24-25. (научный рук. В.Э. Еремьянц)
5. Муктарбекова Г.М. Предельные значения реакций в кинематических парах манипулятора отбойного агрегата. /Современные техника и технологии в научных исследованиях. Материалы 6-й международной конференции молодых ученых. Бишкек: Научная станция РАН, 2014. С. 190–193.
6. Муктарбекова Г.М. Функции положения и передаточные функции звеньев манипулятора отбойного агрегата /Современные техника и технологии в научных исследованиях. Материалы 7-й международной конференции молодых ученых. Бишкек: Научная станция РАН, март 2015. – С. 163–167.
7. Еремьянц В.Э., Муктарбекова Г.М. К построению модели манипулятора отбойного агрегата на базе экскаватора ЭО-2621. //Труды Международной научно-практической

конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации плана Нации» (Сагиновские чтения №8), 23–24 июня, 2016 г. В 4-ч частях. Часть 4. МОН РК, КарГТУ, 2016. – С. 161–163.

8. Еремьянц В.Э., Райымбекова Г.М. Упругие характеристики гидромагистралей манипулятора экскаватора ЭО-2621 //Машиноведение. Вып. 2(6), Бишкек, 2017.– С. 12–21.

9. Еремьянц В.Э., Райымбекова Г.М. Демпфирующие характеристики гидромагистралей манипулятора экскаватора ЭО-2621 //Машиноведение. Вып. 2(6), Бишкек, 2017.– С. 22–28.

10. Еремьянц В.Э., Райымбекова Г.М. Динамическая модель манипулятора отбойной машины //Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – Санкт-Петербург: СПбФ НИЦ МС. № 3, 2019. – С. 7–13.

11. Еремьянц В.Э., Райымбекова Г.М. Математическая модель колебаний манипулятора отбойной машины с кривошипно-коромысловым молотом //Машиноведение, №1(9), 2019. – С. 12 – 20.

12. Еремьянц В.Э., Райымбекова Г.М. К разработке динамической модели манипулятора экскаватора с навесным молотом //Вестник КРСУ, 2020, Т.20, №4. – С. 33–38.

13. Еремьянц В.Э., Райымбекова Г.М. Определение реактивных сил, действующих на манипулятор экскаватора ЭО-2621 с навесным молотом МО-100 //Вестник КРСУ, 2020, Том 20, №4, – С. 39–46.

14. Еремьянц В.Э., Райымбекова Г.М. Динамика манипулятора экскаватора ЭО-2621 с навесным молотом МО-100 //Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. –2020.–№8.–С. 33–40.

15. Райымбекова Г.М. Влияние положения манипулятора отбойного агрегата на его массу, приведенную к рабочему органу //Машиноведение, Имаш НАН КР. №2(12), 2020. – С. 22–28.

Основные результаты диссертационной работы использованы в практической деятельности института машиноведения и автоматики НАН КР.

### Общее заключение и рекомендации

Диссертация Райымбековой Гулмиры Муктарбековны на тему: «Динамическая модель манипулятора отбойного агрегата с навесным молотом», представленная к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.18 - теория механизмов и машин, отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным № 12 от 18 января 2022 года НАК при Президенте КР, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук:

- по пункту 9: диссертация является индивидуальной научно-квалификационной работой и написана единолично соискателем, содержит совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых автором для публичной защиты, имеет внутреннее единство, обусловленное определенной направленностью работы, наличием связей результатов между собой в рамках актуальной задачи разработки динамической модели манипулятора отбойного агрегата ЕО -2621, с навесным кривошипно коромысловым молотом МО -100, и свидетельствует о личном вкладе соискателя в науку. При определении конкретного личного участия соискателя в получении результатов, изложенных в

диссертации и автореферате, ей принадлежит проведение анализа состояния проблемы, идея разработки динамической модели манипулятора, проведении кинематического и динамического анализа манипулятора отбойного агрегата, и разработки рекомендаций по рациональным зонам работы манипулятора с навесным молотом.

- по пункту 11: диссертация является индивидуальной научно-квалификационной работой, представленной в виде специально подготовленной рукописи, и ее содержание отвечает следующему квалификационному признаку - решению задач, имеющих существенное значение для отрасли знаний в области технологии машиностроения.

Диссертация Райымбековой Гулмиры Муктарбековны на тему: «Динамическая модель манипулятора отбойного агрегата с навесным молотом», представленная к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.18 - теория механизмов и машин, рекомендуется для защиты в Диссертационном совете Д 05.21.642 на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.18 – теория механизмов и машин.

*Председатель заседания,  
заведующий кафедрой механики им. Я.И. Рудаева  
Кыргызско-Российского  
Славянского университета, к.ф.-м.н.*



*Комарцов Н.М.*

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.