

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по науке
Института машиноведения,
автоматики и геомеханики НАН КР,
к.ф.-м.н., с.н.с. Керимкулова Г.К.

« 1 » ноября 2024 г.



ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА № 4

заседания секции ученого совета

Института машиноведения, автоматике и геомеханики НАН КР

по направлению «Машиноведение»

обсуждения диссертационной работы

Кынатбековой Нуржамал Нуржановны

на тему: «Динамика ударного механизма переменной структуры с динамической связью», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук

г. Бишкек

1 ноября 2024 г.

Председатель: Султаналиев Б.С., д.т.н. (05.05.06), профессор, директор

Секретарь: Квитко С.И., к.т.н. (05.05.06), с.н.с., ученый секретарь

Присутствовали: Абдраимов Э.С., д.т.н. (05.02.18), проф.; Анохин А.В., к.т.н. (05.05.06), с.н.с.; Васильев В.Б., к.т.н. (05.13.05), с.н.с., Джуматаев М.С., д.т.н. (05.02.18), проф.; Еремьянц В.Э., д.т.н. (05.05.06), к.т.н. (05.02.18), проф. Касымбеков Р.А., к.т.н. (05.20.01), доцент; Мелис уулу Д. к.т.н. (05.05.06), доцент; Ураимов М., д.т.н. (05.02.18, 05.05.06), проф.; Усубалиев Ж., к.т.н. (05.05.06), проф.; Эликбаев К.Т., к.т.н. (05.05.06), с.н.с.; Абдираимов С., к.т.н. (05.02.18), сотрудники института.

Всего: 24 человека

Повестка дня:

1. Обсуждение диссертационной работы соискателя Кынатбековой Н.Н. на тему: «Динамика ударного механизма переменной структуры с динамической связью», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.06 – горные машины.
2. Утверждение дополнительной программы специальной дисциплины для сдачи кандидатского экзамена по диссертационной работе Кынатбековой Нуржамал Нуржановны на тему: «Динамика ударного механизма переменной структуры с динамической связью».

СЛУШАЛИ

По первому вопросу:

Квитко С.И., секретарь заседания, ознакомила с документами соискателя Кынатбековой Н.Н.

Кынатбекова Нуржамал Нуржановна – образование высшее, закончила Кыргызский Государственный университет строительства транспорта и архитектуры им. Н. Исанова (бакалавриат) и Кыргызский Государственный технический университет имени И. Раззакова (магистратура). В Институте машиноведения НАН КР работает с 2015 года, с 2018 по 2021 гг. училась в аспирантуре Института машиноведения НАН КР на очной форме обучения.

Научный руководитель – Усубалиев Ж., кандидат технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории «Камнедобывающих комплексов» Института машиноведения, автоматики и геомеханики Национальной академии наук КР.

Тема диссертации и научный руководитель утверждены на заседании Ученого совета Института машиноведения НАН КР 18 декабря 2018 г., протокол № 10.

Работа выполнена в Институте машиноведения (ныне Институт машиноведения, автоматики и геомеханики) НАН КР.

Рецензенты:

- Джуматаев М.С. – заведующий лабораторией «Теория механизмов и машин» Института машиноведения, автоматики и геомеханики НАН КР; доктор технических наук, проф.
- Анохин А.В. – заведующий лабораторией «Бурильные машины» Института машиноведения, автоматики и геомеханики НАН КР, кандидат технических наук, старший научный сотрудник.

Кынатбекова Н.Н. выступила с докладом об основных положениях и выводах диссертации.

Вопросы по докладу:

Анохин А.В.: Каков вес разработанного ударного механизма и какова его ударная энергия?

Ответ: Ударный механизм весит до 17 кг, энергия удара составляет 50 Дж.

Анохин А.В.: Масса одного ударника какова?

Ответ: Масса ударника составляет 1,62 кг.

Анохин А.В.: Какова область применения данного механизма?

Ответ: Ударный механизм может найти применение в горном деле для раскола камня, в строительстве и при выполнении дорожно-ремонтных работ.

Анохин А.В.: Что подразумевается под механизмом переменной структуры с динамической связью?

Ответ: Механизмом переменной структуры с динамической связью называется механизм, в котором изменение структуры (количества звеньев и кинематических пар) происходит под действием инерционной силы ударных масс.

Васильев В.Б.: Для чего составлены 3 математические модели?

Ответ: На начальном этапе работы была составлена общая математическая модель, определяющая движение каждого звена ударного механизма с учетом всех действующих сил. Однако, было установлено, что это уравнение включает в себя несколько взаимозависящих переменных, которые не поддаются аналитическому определению. Поэтому было рассмотрено движение данного механизма поэтапно: была составлена система уравнений для определения режимов работы: процесс отскока ударника, затем было составлено уравнение выхода ударной массы на периферию вращения.

Васильев В.Б.: Проводились ли экспериментальные исследования, определяющие долговечность механизма, то есть, сколько часов он может работать непрерывно?

Ответ: Экспериментальные исследования по определению долговечности механизма не проводились, так как это не входило в задачи исследования.

Еремьянц В.Э.: По каким критериям вы предлагаете дополнить классификацию механизмов переменной структуры?

Ответ: Классификацию механизмов переменной структуры предлагается дополнить по характеру преобразования структуры.

Еремьянц В.Э.: Почему в классификации кулачковые механизмы отнесены к механизмам постоянной структуры?

Ответ: Кулачковые механизмы, в основном, являются механизмами переменной структуры. Однако, если при работе кулачкового механизма толкатель движется по его профилю, не отрываясь от кулачка, и при ударе разрыва связей не происходит, то механизм считается механизмом постоянной структуры.

Мелис уулу Д.: Рекомендуете ли вы данный механизм для промышленного производства?

Ответ: Нет, данный механизм является экспериментальным образцом, а для промышленного производства необходимо доводить конструкцию сначала до опытного и далее до промышленного образца.

Квитко С.И.: Вы указали, что оптимальным соотношением длин звеньев является $l_1/l_2 = 0,67$ при частоте вращения ротора $n = 750$ об/мин. По какому критерию выбраны эти параметры?

Ответ: В расчетах принималось, что минимальная частота вращения ротора для раскрытия шатуна за один цикл для всех соотношений длин звеньев не должна быть менее 750 оборотов в минуту.

Квитко С.И.: Выражение «оптимальное» соотношение звучит не корректно, может заменить его на «рациональное»?

Ответ: Согласна, нужно заменить «оптимальное» на «рациональное».

Научный руководитель Усубалиев Ж. ознакомил с отзывом по работе Кынатбековой Н.Н., отметив, что одной из актуальных задач механики машин является исследование и создание механических ударных устройств, обеспечивающих импульсное приложение сил и применяемых в горном деле, строительстве, машиностроении, достаточной мощности и надежности для выполнения технологических процессов.

Известно, что применяемые на практике механические ударные механизмы обладают весьма низкой долговечностью из-за высокого уровня ударных нагрузок, действующих на их элементы. Поэтому поиск конструктивной схемы механизма, где реактивные силы от удара, разрушающие сам механизм минимальны, её исследование и создание на основе этой схемы конструкции ударного устройства является задачей востребованной и актуальной.

С оценкой диссертации выступили рецензенты:

Джуматаев М.С., д.т.н., проф., который отметил актуальность темы диссертации, основные положения, выносимые на защиту, научную новизну, практическую значимость, личный вклад соискателя.

Диссертационная работа Кынатбековой Н.Н. удовлетворяет требованиям НАК ПКР «Положение о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, и предложил рекомендовать к представлению в диссертационный совет (рецензия прилагается).

Анохин А.В., к.т.н., с.н.с., который отметил актуальность темы диссертации, личный вклад соискателя, степень достоверности результатов проведенных исследований, научную новизну и практическую значимость.

По диссертационной работе высказаны следующие замечания:

1. Необходимо уточнить, какой тип ударного механизма с двумя степенями свободы имеет наибольшие перспективы развития с динамическим замыканием и расчётной расфиксацией звена или со свободным положением ударной массы.
2. Необходимо уточнить терминологию, используемую в диссертации, и более чётко сформулировать научные положения.
3. Диссертационную работу и автореферат необходимо оформить по требованиям НАК ПКР.

4. Результаты, полученные в диссертационном исследовании, больше соответствуют специальности 05.02.18 – теория механизмов и машин, тогда как специальность Кынатбековой Н.Н. – 05.05.06 – горные машины. Поэтому, предлагаю либо защищаться по двум специальностям, либо сменить специальность на 05.02.18 - теория механизмов и машин.

В целом содержание диссертации соответствует требованиям НАК ПКР и она может быть рекомендована к защите (рецензия прилагается).

С обсуждением диссертации выступили:

Мелис уулу Д.: Работу Кынатбековой Н.Н. можно охарактеризовать как законченное исследование, имеющее как теоретическую, так и практическую ценность, работа выполнена на современном методическом уровне. Но в докладе, как мне кажется, недостаточно прозвучала актуальность работы. Рассматривался ударный механизм, построенный по оригинальной схеме, которая позволила расширить классификацию ударных механизмов переменной структуры. Предлагаю, поддержать работу, рекомендовать для защиты, но нужно поработать над стилем изложения диссертации и автореферата.

Еремьянц В.Э.: Диссертационная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским работам, актуальность работы не вызывает сомнений. Разработанный ударный механизм очень интересный, проведены и теоретические и экспериментальные исследования. Мне кажется, нужно сделать больше акцент на механизм, чем на ударник, предназначенный для горных работ, так как применение разработанного ударного механизма в горном деле в диссертации не исследовано. Результаты, полученные в диссертационной работе, в основном, соответствуют специальности «теория механизмов и машин», поэтому предлагаю сменить специальность с 05.05.06 – горные машины на 05.02.18 – теория механизмов и машин. Квалификация соискателя соответствует уровню кандидата наук, и после замены специальности работу можно рекомендовать к защите.

Квитко С.И.: Поддерживаю мнение коллег, что представленная работа по объему и содержанию соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. В ней получены интересные зависимости, описывающие особенности кинематики и динамики разработанного механизма, предложены рекомендации по выбору его параметров, проведены экспериментальные исследования, подтверждающие работоспособность механизма. Кынатбекова Н.Н. продемонстрировала свою квалификацию, решая сложные теоретические и практические задачи.

Если работу представлять по двум специальностям, то нужно будет конкретно указывать, какие положения относятся по обеим специальностям. Для

специальности «горные машины», по-моему мнению, затруднительно выделить эти положения, так как изучение закономерностей рабочих процессов нужно связать со свойствами внешней среды. Соискателю необходимо уточнить область исследования в связи со сменой специальности в соответствии с паспортом специальности 05.02.18 – теория механизмов и машин, и после устранения замечаний работу можно рекомендовать к представлению в диссертационный совет для защиты.

Для Кынатбековой Н.Н. была утверждена тема диссертации, научный руководитель и шифр научной специальности в декабре 2018 г. Согласно действующего на тот момент «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного в 2017 г., «Научным руководителем кандидатской диссертации назначается доктор наук по специальности, соответствующей автореферату, либо по смежной специальности».

Так как научный руководитель соискателя имеет труды по предлагаемой специальности 05.02.18, что соответствует требованиям п. 28 ныне действующего «Положения»: «Научным руководителем кандидатской диссертации назначается доктор наук по специальности, соответствующей автореферату, а по другим специальностям – по совокупности опубликованных трудов», кандидатуру научного руководителя можно оставить прежней.

Абдираимов А.А.: Рассматриваемая работа имеет достаточную апробацию и показывает, что тема классификации механизмов переменной структуры, областей их применения еще до конца не изучена. Соискатель показала высокий уровень теоретической подготовки, владения аналитическими методами исследования кинематики и динамики механизма, методами экспериментальных исследований. Я посмотрел работу, в ней много интересных результатов по маховику, но в докладе это не нашло отражения. Думаю, что с учетом замечаний работу можно рекомендовать к защите.

В результате обсуждения доклада Кынатбекова Н.Н. по диссертационной работе и выступления рецензентов, секция ученого совета по направлению «Машиноведение» пришла к следующему **заключению:**

Актуальность темы исследования

В настоящее время в Кыргызстане приняты существенные меры по повышению потенциала регионов в области промышленного и гражданского строительства, развития добывающей горнорудной промышленности (угля, природных камней и т.д.). Развитие строительства и реконструкция автомобильных дорог предусмотрены в программе Правительства КР.

Значительный объем строительных и ремонтных работ выполняется с помощью ручных машин и механизированных инструментов, предназначенных для выполнения технологических операций при кратковременном воздействии

ударных нагрузок на объект. Механические ударные механизмы обладают низкой долговечностью из-за высокой интенсивности ударных нагрузок, значительно превышающих статические нагрузки, действующих на их элементы. Поэтому обоснование конструктивной схемы механизма, где реактивные силы от удара, разрушающие сам механизм, минимальны, и создание на основе этой схемы конструкции ударного устройства является актуальной задачей.

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации. Автором выполнен обзор, сравнительный анализ ударных механизмов переменной структуры и выбрана схема ударного механизма переменной структуры с двумя степенями свободы. Обоснована схема ударного механизма переменной структуры (МПС) с динамической связью с точки зрения его надежности, была расширена классификация ручных ударных механизмов по структуре преобразователя движения. Выполнен анализ кинематики аналогичных, выбранной схеме, т.е. ударных механизмов переменной структуры с динамической связью.

Разработана математическая модель движения ударной массы механизма и проведены исследования кинематики и кинестатики, на основе которых установлены динамические характеристики ударного механизма переменной структуры с динамической связью. Принято участие в разработке конструкции экспериментального образца ударного механизма, разработан стенд и методика экспериментальных исследований. Выполнены экспериментальные исследования параметров ударного МПС с динамической связью для оценки адекватности предложенной математической модели движения ударной массы ударного механизма. Проведен анализ результатов экспериментальных исследований и разработаны рекомендации по совершенствованию конструкции.

Степень обоснованности и достоверности научных результатов

В работе решение задач опиралось на актуальные и авторитетные источники в области теории механизмов и машин, результаты согласуются с примененными методами теоретической механики с соблюдением обоснованных допущений и дополняют их в решении задач кинематического и динамического анализа МПС с двумя степенями свободы.

Достоверность аналитических результатов обеспечивается строгими количественными расчетами и подтверждается актом экспериментальных испытаний на производственной базе Инженерного центра «Аскатеш».

Основные положения диссертации, выносимые на защиту.

1. Расширенная классификация ручных ударных механизмов, позволяющая определить место механизмов переменной структуры.

2. Математическая модель двух массового ударного механизма переменной структуры с динамической связью, описывающая движение звеньев на различных фазах рабочего цикла:
 - процесс отскока ударной массы, определяющий закономерность движения ударной массы в момент соударения и после него;
 - выход ударной массы в предударное положение, определяющий режим выхода ударной массы на периферию вращения.
3. Методика кинетостатического анализа ударного механизма с динамической связью при неравномерном вращении кривошипа с учетом влияния колебания угловой скорости ведущего звена на реактивные силы.
4. Методика расчета параметров ручного ударного МПС с динамической связью, позволяющая определить рациональное соотношение длин звеньев кривошипа и шатуна.

Научная новизна заключается в:

- дополнении классификации ручных ударных механизмов по характеру преобразования структуры;
- разработке математической модели ударного механизма с динамической связью, учитывающей момент сил импульса при движении механизма во время отскока ударной массы и выходе ее на периферию вращения;
- разработке методики определения кинематических, кинетостатических и динамических характеристик ударного механизма, позволяющей определить его рациональные параметры.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

- разработана инженерная методика определения рациональных параметров ударного механизма переменной структуры с динамической связью;
- разработана конструкция экспериментальных образцов двухмассового ударного МПС с динамической связью с энергией удара 50 и 100 Дж;
- разработан стенд для проведения экспериментального исследования ударного МПС с динамической связью;
- разработаны рекомендации по обеспечению устойчивой работы ударного механизма.

Полнота изложения материалов диссертации.

Материалы диссертационного исследования изложены в 16 научных статьях, из них 2 статьи опубликованы в журналах, входящих в базу РИНЦ с ИФ не менее 0,1 и 13 статей – в журналах, входящих в перечень изданий, рекомендуемых НАК ПКР.

1. **Кынатбекова Н.Н.** Механические ударные механизмы переменной структуры [Текст] / Ж. Усубалиев, К.Т. Эликбаев, Н.Н. Кынатбекова // Машиноведение. – 2015. – № 2. – С. 3 – 11.
2. **Кынатбекова Н.Н.** Классификация механических ударных механизмов [Текст] / Усубалиев Ж., Эликбаев К.Т., Кынатбекова Н.Н. // Машиноведение. – 2016. – № 1 (3). – С. 10 -17.
3. **Кынатбекова Н.Н.** Ударный механизм переменной структуры с динамической связью [Текст]: / Усубалиев Ж., Эликбаев К.Т., Кынатбекова Н.Н. // Машиноведение. – 2016. – №2 (4). – С. 3-16.
4. **Кынатбекова Н.Н.** Графоаналитический метод исследования ударного механизма переменной структуры с динамической связью [Текст] / Ж. Усубалиев, К.Т. Эликбаев, Н.Н. Кынатбекова // Известия НАН КР. Международная научно-практическая конференция молодых ученых «Актуальные проблемы современной науки». № 4. 2017. – С. 10 – 16.
5. **Кынатбекова Н.Н.** Динамика ударного механизма переменной структуры с динамической связью [Текст] / Ж. Усубалиев, К.Т. Эликбаев, Н.Н. Кынатбекова // В сборнике: **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.** Сборник материалов X Международной конференции молодых ученых и студентов. – 2018. – С. 292-299.
6. **Кынатбекова Н.Н.** Кинетостатика ударного механизма переменной структуры с динамической связью [Текст] / Ж. Усубалиев, К.Т. Эликбаев, Н.Н. Кынатбекова // **Материалы Междунар. науч-практ. конф. «Актуальные проблемы информатики, механики и робототехники. Цифровые технологии в машиностроении»,** Алма-Ата, 2018. – С.152-154.
7. **Кынатбекова Н.Н.** Результаты экспериментальных исследований ударного механизма с динамической связью [Текст] / Усубалиев Ж., Эликбаев К.Т., Райымбабаев, Т.О., Кынатбекова Н.Н. // Машиноведение. – 2020. – № 1 (11). – С.71-83.
8. **Кынатбекова Н.Н.** Определение динамических параметров ударного механизма переменной структуры с динамической связью методом кинетостатического анализа [Текст]: / Усубалиев Ж., Эликбаев К.Т., Кынатбекова Н.Н. // Вестник Кыргызского Авиационного Института им. И. Абдраимова "Авиатор". – № 2.– 2021. – С. 27-36.
9. **Кынатбекова Н.Н.** Экспериментальный стенд по определению колебаний угловой скорости вала ротора ударного механизма переменной структуры с динамической связью [Текст] / Т.О. Райымбабаев, Н.Н. Кынатбекова // Машиноведение. – 2019. – № 2 (10). – С. 27-38.
10. **Кынатбекова Н.Н.** Предпосылки к разработке ударно-клинового устройства для отделения блока камня от массива ударным способом [Текст] / Ж. Усубалиев, К.Т. Эликбаев, Н.Н. Кынатбекова // Машиноведение. – 2021. – № 2(14). – С.45-53.
11. **Кынатбекова Н.Н.** Результаты уточненного кинетостатического расчета ударного механизма переменной структуры с динамической связью. [Текст] /

- Ж. Усубалиев, К.Т. Эликбаев, Н.Н. Кынатбекова // Машиноведение. – № 2 (12). – С.10-21.
12. **Кынатбекова Н.Н.** Динамическая модель ротационного маятника в поле инерционных сил [Текст] / Ж. Усубалиев, В.Э. Еремьянц, Н.Н. Кынатбекова // Современные проблемы теории машин. – 2021. – № 11. – С.10-15.
 13. **Кынатбекова Н.Н.** Оценка влияния различных параметров на затухание колебаний ротационного маятника [Текст]: / Н.Н. Кынатбекова // Машиноведение. – 2021. – № 1(13). – С. 24-32.
 14. **Кынатбекова Н.Н.** Анализ кинематики ротационно-маятникового ударного механизма [Текст]: / В.Э. Еремьянц, Н.Н. Кынатбекова // Современные проблемы теории машин. – 2021. – № 12. – С.10-15.
 15. **Кынатбекова Н.Н.** Анализ уравнения движения ротационно-маятникового ударного механизма [Текст] / В.Э. Еремьянц, Н.Н. Кынатбекова. // Вестник КРСУ. – 2022. – Том 22, № 4. – С.8-14.
 16. **Кынатбекова Н.Н.** Исследование процесса отскока бойка ударного механизма переменной структуры с динамической связью [Текст] / Ж.Усубалиев, Н.Н. Кынатбекова // Наука. Образование. Техника. – 2024. – № 1(79). – С. 65-72.

Представленная диссертационная работа отвечает поставленным задачам исследования и требованиям НАК ПКР, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Диссертационная работа Кынатбековой Н.Н. после внесения исправлений в соответствии со сделанными замечаниями рекомендуется к представлению в диссертационный совет для защиты на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.18 – теория механизмов и машин.

Заслушав и обсудив диссертационную работу Кынатбековой Н.Н. на тему: «Динамика ударного механизма переменной структуры с динамической связью», решением секции ученого совета Института машиноведения, автоматизации и геомеханики НАН КР по направлению «Машиноведение»

ПОСТАНОВИЛИ:

1.1. Учитывая характер результатов, полученных в диссертационной работе *Кынатбековой Нуржамал Нуржановне* переутвердить научную специальность 05.05.18 – теория механизмов и машин. Научным руководителем оставить профессора Ж. Усубалиева, к.т.н. (05.05.06 – горные машины по реферату, 05.02.18 – по совокупности трудов).

1.2. Диссертационная работа Кынатбековой Нуржамал Нуржановны на тему: «Динамика ударного механизма переменной структуры с динамической связью» является законченным научным исследованием, в котором решена актуальная задача по изучению закономерностей рабочих процессов в ударных механизмах, содержащем новизну и практическое значение, и соответствует

требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» НАК ПКР, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

1.3. Принять положительное заключение по диссертационной работе Кынатбековой Нуржамал Нуржановны на тему: «Динамика ударного механизма переменной структуры с динамической связью» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.18 – теория механизмов и машин.

Результаты голосования:

«за» - 12, «против» - нет, «воздержалось» - нет.

По второму вопросу:

Эликбаев К.Т., заведующий лабораторией «Камнедобывающие комплексы» представил с дополнительную программу кандидатского экзамена по специальности 05.05.18 – теория механизмов и машин для Кынатбековой Н.Н.

Дополнительная программа включает в себя: титульный лист, вопросы по теме диссертации, на один из которых по выбору экзаменаторов, соискатель будет отвечать на экзамене, список новейших источников литературы по тематике вопросов.

ПОСТАНОВИЛИ:

2.1. Утвердить дополнительную программу специальной дисциплины для сдачи кандидатского экзамена по специальности 05.05.18 – теория механизмов и машин Кынатбековой Нуржамал Нуржановны на тему: «Динамика ударного механизма переменной структуры с динамической связью» на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Результаты голосования:

«за» - 12, «против» - нет, «воздержалось» - нет.

Председатель
д.т.н., профессор

Б.С. Султаналиев,

Секретарь
к.т.н., с.н.с.



С.И. Квитко