

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СТРОИТЕЛЬСТВА, ТРАНСПОРТА И АРХИТЕКТУРЫ
им. Н. Исанова**

**КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Б.Н. Ельцина**

Диссертационный совет Д 05.17.553

На правах рукописи
УДК 621.926.323

Салманова Алина Нуртаевна

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ
ВАЛКОВОЙ ДРОБИЛКИ С ЦИКЛОИДАЛЬНЫМ ДВИЖЕНИЕМ
РАБОЧИХ ОРГАНОВ**

Специальность 05.05.04 - дорожные, строительные
и подъемно-транспортные машины

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Бишкек – 2019

Диссертационная работа выполнена в Казахской автомобильно-дорожной академии имени Л.Б. Гончарова (КазАДИ).

Научный руководитель: доктор технических наук, академик НАН МТ РК **Рабат Ондабек Жанахметулы**, проректор по научной работе КазАДИ имени Л.Б. Гончарова

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор **Кульгильдинов Мурат Сапарбекович**, заведующий кафедрой «Автомобили, дорожная техника и стандартизация» КазАТК имени М. Тынышпаева

кандидат технических наук, доцент **Раджапова Нааркуль Абдрахмановна**, ученый секретарь КГУСТА имени Н.Исанова

Ведущая организация: Казахская головная архитектурно-строительная академия (КазГАСА) по адресу: 050043, Республика Казахстан, г.Алматы, ул. Рыскулбекова, 28.

Защита диссертации состоится «15» марта 2019 г. в 16-00 часов на заседании диссертационного совета Д 05.17.553 при Кыргызском государственном университете строительства, транспорта и архитектуры им. Н.Исанова и Кыргызско-Российском Славянском университете им. Б.Н.Ельцина по адресу: 720020, г. Бишкек, ул. А. Малдыбаева, 34-б, ауд. 1/101, www.ksusta.kg, e-mail: madanbekov_72@mail.ru, тел.: (0312) 548566, факс: (0312) 543561.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова по адресу: 720020, г. Бишкек, ул. А. Малдыбаева, 34-б.

Автореферат разослан «__» _____ 20__ г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 05.17.553,
к.т.н., доцент



Н.Ж.Маданбеков

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. Дробление является основным технологическим процессом при производстве различных строительных и других материалов. Дробильные машины предназначены для дробления строительных материалов, таких как камень, щебень, асфальтобетонные смеси, цемент и др. В настоящее время ощущается острый дефицит в валковых дробилках с малой массой и габаритами, но с достаточно высокой производительностью и сравнительно небольшой энергоемкостью, для переработки объемов строительных и других материалов.

Существующие валковые дробилки имеют ряд недостатков, общим из которых для всех дробилок является большая удельная металлоемкость конструкций и большая энергоемкость. Валковые дробилки сравнительно просты в конструктивном отношении. У валковых дробилок с гладкими валками степень измельчения невелика (обычно $i \approx 4$), поэтому для дробления сравнительно крупных исходных кусков материала требуются валки с большим диаметром, величина которого определяется зависимостью $D = 20 d$, где d – максимальный размер исходных кусков. Увеличение диаметра приводит к увеличению габаритных размеров и массы дробилки в целом.

Основная тенденция совершенствования дробильных машин, как видно из анализа патентных материалов и литературных источников, заключается в разработке прогрессивных энергосберегающих средств и технологий, а также более эффективной конструкции рабочего органа, спроектированного в соответствии с последними достижениями науки.

Таким образом, разработка конструкции малогабаритной валковой дробилки, позволяющая получить минимально возможные энергозатраты, массу и габариты машины для дробления различных материалов, является **актуальной задачей.**

Связь темы диссертации с крупными научными программами и основными научно-исследовательскими работами. Исследования являются составной частью научно-исследовательских работ кафедры «Транспортная техника и организация перевозок» КазАДИ имени Л.Б.Гончарова по теме «Повышение эффективности машин строительного производства на основе совершенствования системы эксплуатации, разработки и создания инновационных машин и их импортнозамещающих рабочих органов» (№ гос. регистрации 0116 РК 00469) в рамках Республиканской целевой научно-технической программы ОЦ.031.

Целью настоящего исследования является обоснование параметров и разработка конструкции валковой дробилки с циклоидальным движением рабочих органов.

Идея работы заключается в разработке дробилки с применением принципиально новых циклоидальных валков, совершающих сложное (циклоидальное) движение, что позволяет уменьшить энергоемкость рабочего процесса, габаритные размеры, массу дробилки и получить качественный дробимый материал.

В соответствии с поставленной целью решались следующие **задачи**:

- выполнить анализ научно-технической и патентной литературы по конструкциям валковых дробилок, выявить основные тенденции их развития;
- обосновать параметры и разработать новую конструкцию малогабаритной валковой дробилки с циклоидальным движением рабочих органов;
- установить основные теоретические зависимости и обосновать геометрические и кинематические характеристики дробилки с циклоидальным движением рабочих органов;
- разработать методику расчета основных технологических характеристик дробилки с циклоидальным движением рабочих органов;
- провести экспериментальные исследования на экспериментальном образце дробилки по определению энергосиловых и технологических параметров дробилки с циклоидальным движением рабочих органов.

Научная новизна работы определяется следующими положениями:

- на основе анализа патентной информации разработана морфологическая классификация по рабочим органам дробилок и обоснована конструкция малогабаритной дробилки с принципиально новым циклоидальным движением циклоидальных валков, защищенная патентом РК №29666 «Валковая дробилка»;
- обоснованы технологические параметры процесса дробления новым типом дробилки с циклоидальным движением циклоидальных валков (авторское свидетельство №87163);
- получены теоретические зависимости для расчета геометрических и кинематических параметров принципиально новой валковой дробилки;
- разработана методика расчета основных технологических характеристик новой дробилки с циклоидальным движением циклоидальных валков;
- экспериментальными исследованиями впервые определены основные технологические параметры дробилки, физико-механические свойства нерудного материала (зерновой состав) на выходе после дробления, сила дробления, производительность, удельный расход энергии и удельная металлоемкость.

Практическая значимость полученных результатов.

Разработанная и предложенная принципиально новая конструкция валковой дробилки с циклоидальным движением рабочих органов с новым научным решением задачи и классификационной характеристикой способствует развитию дорожно-строительного машиностроения, позволяющая повысить качество дробимого материала (кубовидный щебень до 80%).

Разработанные методики и результаты исследований для обоснования параметров валковой дробилки с циклоидальным движением рабочих органов позволяют получить минимально возможную металлоемкость (вес, габариты) и энергоемкость, а также значительно улучшить качество подготовки бакалавров и магистрантов по специальности 5В(6М)071300 «Транспорт, транспортная техника и технологии».

Экономическая значимость полученных результатов. Годовая экономическая эффективность от применения новой дробилки с циклоидальным движением валков значительна и составила в сопоставлении с СМ-12Б – 1104,44 тыс. тенге; ДГ 800х500 – 9384,28 тыс. тенге; ДГ 1500х600 – 61074,68 тыс. тенге.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- морфологическая классификация по рабочим органам дробилок;
- теоретические зависимости для расчета геометрических и кинематических параметров принципиально новой валковой дробилки с циклоидальным движением валков;
- методика расчета основных технологических характеристик новой дробилки с циклоидальным движением циклоидальных валков;
- технологические параметры процесса дробления новым типом дробилки;
- результаты экспериментальных исследований по определению основных параметров дробилки с циклоидальным движением валков (зерновой состав материала на выходе после дробления, сила дробления, производительность и удельные энергозатраты процесса дробления);
- новая конструкция рабочего органа дробилки с циклоидальным движением валков.

Личный вклад соискателя заключается: в постановке задач и выборе методов исследования; в создании методик аналитического и экспериментального обоснования параметров дробилки с циклоидальным движением циклоидальных валков; проведении экспериментальных исследований и их анализ.

Апробация результатов исследования. Результаты проведенных теоретических и экспериментальных исследований реализованы при разработке конструкторской документации по внедрению опытно-промышленного образца дробилки с циклоидальным движением циклоидальных валков, которая принята АО СП «Белкамит» к изготовлению.

Основные результаты исследований доложены, обсуждены и одобрены: на VМеждународной конференции «Проблемы механики современных машин» (Улан-Удэ, 2012г.); VIМеждународной научно-практической конференции «Global science. Development and novelty» (Женева, 2017г.); X международной конференции молодых ученых и студентов «Современная техника и технологии в научных исследованиях» (ФГБУН Научная станция РАН в г. Бишкеке, Кыргызстан, 18-26 апреля 2018г.); XLII Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика» в рамках реализации Послания Президента РК Н. Назарбаева «Новые возможности развития в условиях четвертой промышленной революции» (Алматы, КазАТК им. М.Тынышпаева, 18 апреля 2018г.); Международной научно-практической конференции «Повышение качества образования, современные инновации в науке и производстве» (ЕИТИ им. акад. К. Сатпаева, филиал КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева в г. Прокопьевске, 2018 г.).

Полнота отражения результатов диссертации в публикациях. Материалы диссертации опубликованы в 18 научных трудах, в том числе 1 - в научном издании, входящем в систему индексирования Scopus; 11 - в научных периодических изданиях, включенных в наукометрической базе данных РИНЦ (из них 5 статей опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК КР).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, практических рекомендаций, списка использованной литературы и приложений, изложенных на 155 страницах, содержащих 19 таблиц, 33 рисунков, 101 наименование литературы и 7 страниц приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дана общая характеристика работы, обоснована ее актуальность, связь данной работы с другими научно-исследовательскими работами и государственными программами, приведены цели и задачи исследования, показана научная новизна работы, практическая и экономическая значимость полученных результатов, положения, выносимые на защиту, личный вклад автора, апробация результатов исследований, структура и объем диссертации.

В первой главе содержатся материалы анализа состояния вопроса по существующим конструкциям дробилок, патентной информации и литературных источников по рабочим органам дробильных машин для дробления различных материалов валковыми дробилками.

Основные направления и перспективы создания новых машин для дробления различных материалов произведены на основе анализа технико-технологической и патентной информации. Осуществлен выбор перспективных конструкций рабочих органов (РО) дробилок на основе прогнозных оценок. Вопросы прогнозирования рассматривались в работах В.Г. Гмошинского, Б.М. Глушкова, Г.М. Доброва, Ю.В. Ершова, Н.М. Тимофеевой, Р.А. Кабашева, С.А. Джиенкулова и др. Произведены сбор и классификация патентной информации, исследованы тенденции развития конструкций валковых дробилок в СНГ и за рубежом, что позволило установить пути совершенствования их конструкций. Проанализированы патентные решения по РО дробилок следующих стран: СССР (СНГ), Англии, Франции, Германии, США и Японии с глубиной поиска последних 20 лет.

Последовательность определения прогрессивных направлений развития РО дробильных машин проводилась с использованием ПЭВМ. При этом разработана морфологическая классификация по рабочим органам (РО) дробилок, которая позволила рассматривать дробильные машины как систему, состоящую из ряда подсистем. Для полного анализа и представления объекта в виде совокупности подсистем использовалась матричная система классификации.

Определение коэффициента полноты изобретения, категории перспективности патентных решений и времени вероятного внедрения патента осуществлялась на основании статистической обработки исходных данных.

Анализ существующих конструкций дробильных машин позволил установить, что общим недостатком для всех валковых дробилок является большая удельная металлоемкость конструкции, а основная тенденция совершенствования их заключается в разработке энергосберегающих средств и технологий.

В соответствии с результатами проведенного анализа в развитии конструкций, теоретических и экспериментальных исследований валковых дробилок были сформулированы и определены цель и задачи конкретных исследований.

Вторая глава посвящена аналитическим исследованиям характеристик дробилок с циклоидальным движением циклоидальных рабочих органов.

Вопросы теории дробления и измельчения каменных и других материалов исследовались учеными П. Риттингером, Ф. Киком, В.Л. Кирпичевым, П. Ребиндером, Ф. Бондом, А.К. Рундквистом, В.И. Баловневым, Д.П. Волковым, И.А. Недорезовым, А.А. Дудко, Б.В. Клушанцевым и другими. Благодаря работам этих ученых, достигнуты большие успехи в развитии теории расчета и конструкции дробильных машин. Весомый вклад в исследования землеройных, дробильных и транспортных машин внесли следующие казахстанские ученые: Р.А. Кабашев, С.А. Джиенкулов, А.С. Кадыров, М.С. Кульгильдинов, С.В. Ли, О.Ж. Рабат, С.Н. Нураков, а также ученые из Кыргызстана - Ж.Ж.Тургумбаев, А.И. Джылкичиев, А.А. Асанов, К. Исаков и другие.

Используя свойства циклоидальных кривых и тел постоянной ширины, а также циклоидальное движение рабочих органов, в КазАДИ разработана новая инновационная конструкция дробильной машины с рабочими органами циклоидальной формы и их циклоидальным движением.

В этих машинах применяются РО (тело постоянной ширины) с планетарным (циклоидальным) движением, для получения которого использованы свойства гипоциклоид.

Поперечное сечение рабочего органа машины представляет собой плоскую многоугольную фигуру, точки которой при вращательном движении вокруг двух параллельных осей описывают кривые линии – гипоциклоиды. Такое движение в разрабатываемой дробилке обеспечивается с помощью простейшего планетарного механизма, состоящего из центрального зубчатого колеса внутреннего зацепления и сателлита. Зубчатое колесо является направляющей окружностью, сателлит – производящей. Точки контура поперечного сечения вала являются производящими точками (см. рис. 1).

При вращении рабочих органов вокруг двух параллельных осей вершины каждого из сечений будут описывать одинаковые циклоиды с прямолинейными ветвями, а боковые образующие сечений будут перекашиваться с некоторым скольжением по этим ветвям, как по направляющим. Именно эта особенность движения рабочих органов (по взаимоогibaющим кривым) используется в дробильной машине, что позволило получить минимально возможные энергозатраты по рабочему процессу. Рабочие органы дробильной машины выполнены по циклоидальным кривым (тело постоянной ширины) и они движутся по взаимоогibaемым циклоидальным кривым. Рабочий орган (валок)

имеет больший периметр, чем традиционный валок и, следовательно, будет меньше изнашиваться. Такое движение (планетарное) РО позволяет не только значительно уменьшить вес и габариты машины, но и получить новые технологические возможности. Вследствие изменения скорости движения РО (они движутся не равномерно по определенному закону) получается импульсное (вибрационное) воздействие на обрабатываемый материал, что снижает усилие дробления и соответственно энергозатраты на рабочий процесс.

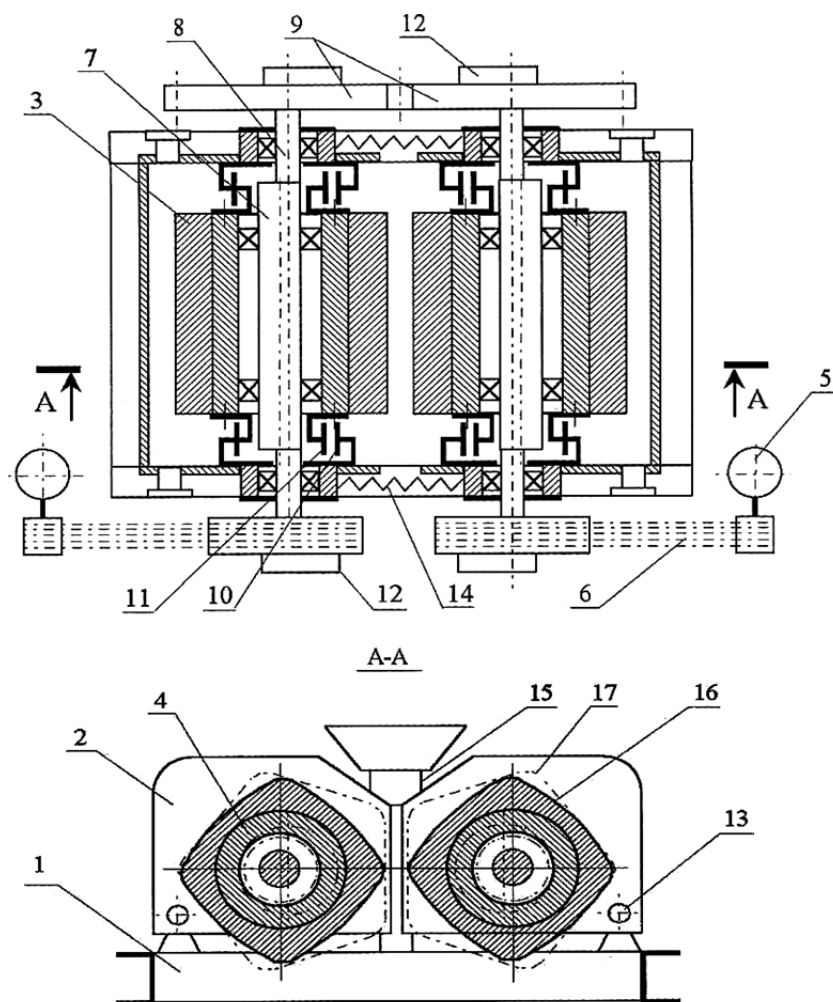


Рис. 1. Схема конструкции дробилки:

1 - рама; 2 - блок; 3 - дробящая плита; 4 - ступица; 5 - электродвигатель; 6 - клиноременная передача; 7 - водило; 8 - приводной эксцентриковый вал; 9 - зубчатые колеса; 10 - коронное колесо планетарного редуктора; 11 - сателлит; 12 - противовесы; 13 - шарнир; 14 - пружина; 15 - упор; 16 - многоугольник (сечение валка); 17 – гипотрохоида.

На рис. 1 представлена схема разработанной авторами, конструкции дробилки с циклоидальными рабочими органами, которые совершают циклоидальное движение. Поперечное сечение РО – циклоидальное тело постоянной ширины, описанное гипотрохоидой. За аналог взята дробилка по авторскому свидетельству Республики Казахстан №87163 от 16.03.2015г. «Валковая дробилка».

В общем случае разработанная нами дробилка содержит корпус 1 (рис. 1), на котором установлены два многогранных циклоидальных валка 2, состоящих из бандажа 3 и ступицы 4 и привод, включающий электродвигатель 5 и клиноременную передачу 6. Циклоидальные валки 2 установлены с возможностью вращения на эксцентриках – водилах 7 приводных эксцентриковых валов 8. Валы 8 кинематически связаны между собой зубчатыми колесами 9, обеспечивающими их встречное синхронное вращение.

Кинематическая связь каждого из циклоидальных валков 2 с приводными двигателями содержит планетарный редуктор, коронное колесо 10, которое с внутренними зубьями жестко закреплено на корпусе 1, а сателлит 11 жестко и соосно связан с циклоидальным валком 2. Приводные валы 8 оснащены противовесами 12 для уравнивания центробежных сил инерции.

Внешний контур поперечного сечения каждого из циклоидальных валков представляет собой равносторонней многоугольник, совпадающий с внутренней огибающей семейства гипоциклоид.

Валки являются РО дробления четырехгранной формы. Внутри валка расположена планетарная передача с внутренним зацеплением. За счет планетарной передачи простое вращательное движение вала преобразует в сложное движение наружных поверхностей плит валка, обеспечивая постоянный зазор между поверхностями отдельных плит, число плит равно $z=4$.

Практически вся рабочая поверхность валка является активной, т.е. взаимодействует с дробимым материалом. Она в несколько, примерно в 2 раза больше, а, следовательно, интенсивность износа во столько же раз меньше, чем в традиционной дробилке при одинаковой производительности. Это позволяет повысить срок службы дробящих плит, что в свою очередь приводит к сокращению затрат, связанных с их заменой и простоем оборудования и в конечном итоге к снижению себестоимости готовой продукции. Криволинейная форма дробящих плит и планетарное движение валков позволяет создать значительные удельные давления на куски материала в зоне дробления, что улучшает условия для их разрушения. Благодаря вращательному движению валков вокруг двух параллельных осей, динамические нагрузки, обусловленные инерционными силами и напряжения в элементах конструкции предлагаемой дробилки, ниже при прочих равных условиях, чем в элементах конструкции щековой дробилки с возвратно-качательным движением щеки, что позволяет снизить металлоемкость, и повысить надежность работы. При одинаковой кривизне рабочих поверхностей размеры поперечного сечения валков в предлагаемой конструкции дробилки примерно в два раза меньше, чем в обычных валковых дробилках.

Исходный материал подается в рабочее пространство через загрузочную воронку и движется плоским потоком между валками. Грани циклоидальных валков 2 накатываются симметрично с двух сторон на поток материала, сближаясь в области зоны дробления и расходясь в области зоны разгрузки. При сближении грани циклоидальных валков 2 воздействует на куски дробимого материала и измельчают их. Положение камеры дробления и разгрузочной щели циклически изменяется, перемещаясь по вертикали. Причем

величина минимального зазора между валками остается постоянной в силу конструктивных особенностей РО (здесь нами использовано свойство кривых постоянной ширины-гипоциклоид). При сближении ребер циклоидальных валков 2 в рабочем пространстве до величины минимального зазора цикл дробления прекращается. Далее ребра циклоидальных валков перемещаются вертикально вниз, а затем расходятся в противоположные стороны. В это время следующая пара рабочих граней циклоидальных валков 2 сближается в зоне дробления и цикл повторяется. За один оборот циклоидального валка происходит z циклов дробления (рис. 2). При циклическом изменении объема камеры дробления, обеспечивается постоянство ширины разгрузочной щели, максимальная производительность и заданная крупность конечного продукта.

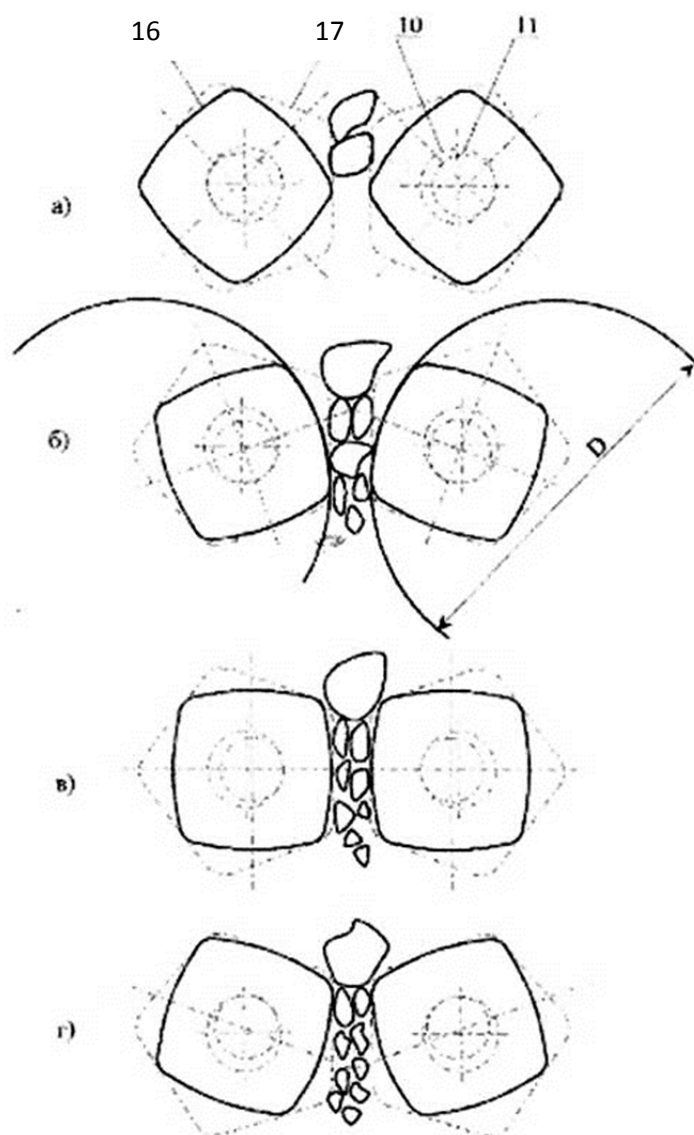


Рис. 2. Положение валков при дроблении

Образование гипо- и эпитрохонд реализуется с помощью планетарного редуктора. Образование гипотрохонды связано с обкатыванием сателлитом 2 с радиусом окружности r неподвижного коронного колеса 3 с радиусом

окружности R . Образование эпитрохоиды связано с обкатыванием колеса 2 внутреннего зацепления неподвижной шестерни 2 внешнего зацепления с радиусом окружности r .

Форма и количество ветвей гипотрохоиды (гипоциклоиды) 1 зависят от величины производящего радиуса a (a – расстояние от центра производящего круга до производящей точки) и от соотношения радиусов R и r .

Если R и r относятся как целые числа, отличающиеся на единицу, например:

$$\frac{R}{r} = \frac{z+1}{z} = 3/2: 4/3: 5/4 \text{ и т.д.}, \quad (1)$$

то каждая из соответствующих гипотрохонд есть замкнутая плоская кривая, у которой $z+1$ конгруэнтных ветвей и столько же вершин (квадрат, пятиугольник и т.д.).

С учетом того, что:

$$\frac{R}{r} = \frac{z+1}{z} \text{ и } e = R - r \quad (2)$$

радиус сателлита равен:

$$r = z \cdot e, \quad (3)$$

а радиус колеса:

$$R = e(z + 1) \quad (4)$$

Наибольший интерес представляет значение параметра формы c , при котором кривизна в середине ветви гипотрохоиды равна нулю, т.е. при значении угла $\psi = \frac{\pi}{z+1}$. При $z=3$, $\psi = 45^\circ$, при $z=4$, $\psi = 6^\circ$; при $z=5$, $\psi = 30^\circ$ и т.д.

Подставляя значение $\psi = \frac{\pi}{z+1}$ в квадратное уравнение (4) и решая его относительно c получим:

$$c = z \quad (5)$$

Так как:

$$a = c \cdot z, \text{ а } r = z \cdot e, \text{ то } a = z^2 \cdot e \quad (6)$$

Преимуществом дробилки с циклоидальным движением циклоидальных валков является более высокая производительность, низкая металлоемкость и энергоемкость, а также получение кубообразного щебня по сравнению с

аналогичной валковой дробилки. Все эти преимущества достигаются тем, что рабочие органы дробильной машины, выполненные в виде циклоидальных тел постоянной ширины, имеют неравномерную скорость при циклоидальном движении.

Важным параметром, от которого зависит производительность машины, является скорость движения рабочего органа. Компоненты скорости точки, описывающей гипотрохиду, можно определить:

$$\left. \begin{aligned} V_x &= -\omega_c \cdot z \cdot e(\sin z\psi + c \sin \psi) \\ V_y &= \omega_c \cdot z \cdot e(-\cos z\psi + c \cos \psi) \end{aligned} \right\}, \quad (7)$$

где $\omega_c = \frac{d\psi}{dt}$ – угловая скорость циклоидального вала (сателлита);

z – число граней вала;

e – эксцентриситет;

ψ – угол поворота сателлита вокруг оси 0;

a – производящий радиус;

$c = \frac{a}{r}$ – параметр формы гипотроиды.

Следовательно:

$$V = \omega_c \cdot z \cdot e \sqrt{1 + c^2 - 2c \cos(z + 1)\psi}. \quad (8)$$

Анализ выражения (8) показывает, что скорость периодически изменяется от минимального значения $V_{\min} = \omega_c r(c - 1)$ при $\psi = 0$ до максимального:

$$V_{\max} = \omega_c z(c + 1) \text{ при } \psi = \frac{\pi}{z + 1}. \quad (9)$$

Средняя скорость точки:

$$V_{cp} = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi/2} V(\psi) d\psi = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi/2} \sqrt{1 + c^2 - 2c \cos(z + 1)\psi} d\psi. \quad (10)$$

Проще и с достаточной для инженерных расчетов точностью среднюю скорость точки рабочего органа можно определить как среднее квадратичное или среднее арифметическое значение максимальной и минимальной скорости.

Выражение для средней квадратичной скорости:

$$V_{cp.kv} = \left[\frac{2}{\pi} \int_0^{\pi/2} V^2(\psi) d\psi \right]^{1/2} = \omega_c z e \sqrt{1 + c^2}. \quad (11)$$

Выражение для средней арифметической скорости:

$$V_{cp.ap} = \frac{V_{max} + V_{min}}{2} = \omega_c \cdot Z \cdot e . \quad (12)$$

Используя полученные выражения, можно определить на стадии проектирования скорость любой точки рабочего органа – валка дробилки.

Ускорение точки, описывающей гипотрохиду равно:

$$w = \omega_c^2 \cdot z \cdot e \sqrt{z^2 + c^2 + 2zc \cos(z+1)\psi} . \quad (13)$$

В отличие от скорости, ускорение точки имеет минимальное значение в серединах ветвей гипотрохиды, а максимальное значение в вершинах ветвей $w_{min} = \omega_c^2 \cdot z \cdot e(c - z)$; $w_{max} = \omega_c^2 \cdot z \cdot e(c + z)$.

Представленные выше упрощенные формулы (9-13) вполне пригодны для инженерных методов определения скоростей и ускорений точек валка. Нами разработан алгоритм расчета на ПЭВМ траекторий, скоростей и ускорений точек валка дробилки, который позволяет рассчитать в начале траекторию движения точек валка при различных значениях z , e и c , и после их анализа и выбора наиболее рационального варианта приступить к расчету скоростей и ускорений точек для этого варианта.

Для определения мощности и удельных давлений рабочего процесса дробилки с циклоидальным движением рабочих органов (валков) в работе использован метод верхней оценки, который основан на известных вариационных принципах математической теории механики, деформируемых тел.

Как и следовало ожидать, удельные давления, определенные по методу верхней оценки, получились выше действительных. Минимум мощности формоизменения в зависимости от оптимального радиуса рабочего органа (валка) можно представить в виде:

$$F = 0,05r_{onm}^2 - 0,66r_{onm} + 2,55 . \quad (14)$$

Таким образом, на начальном этапе работ по созданию новой техники, можно найти требуемую для выполнения рабочего процесса мощность двигателя и определить максимальные усилия, которые развиваются во время работы машины с циклоидальным движением РО. Основные геометрические параметры рабочих органов машин с циклоидальным движением РО необходимо выбирать с точки зрения минимальных затрат энергии, которые могут быть получены из условия оптимального формоизменения материалов. Оптимальное значение радиуса РО с учетом минимума энергозатрат находится в пределах: $r_{onm} = (2,5 \dots 11)$.

Третья глава посвящена расчетно-конструктивным особенностям и установлению параметров дробилок с циклоидальным движением циклоидальных валков. На дробилку с циклоидальным движением

циклоидальных валков разработана конструкторская документация, и она принята АО СП «Белкамит» к изготовлению.

Дробилка с циклоидальным движением циклоидальных валков предназначена для переработки каменных материалов в щебень, а также может быть использована и для дробления других строительных материалов.

На рис. 3 показан общий вид опытно-промышленного образца дробилки, она имеет следующие технические характеристики:

1. Производительность, м³ /ч.....33
2. Питание.....трехфазный ток
напряжение, В.....220/360
частота, Гц.....50
3. Установленная мощность, кВт.....30
4. Прочность исходного материала, Мпа.....не более 160
5. Размеры исходных кусков, мм.....не более 100
6. Размеры дробленого материала, мм регулируемые.....10...40
7. Количество двигателей, шт.....2
тип.....4A16054Y2 ТУ 16-510.776-81
мощность, кВт.....15
частота вращения, об/мин.....1500
8. Частота вращения валков, об/мин.....110
9. Габариты, мм.....2100x1800x1480
10. Масса, кг.....2800

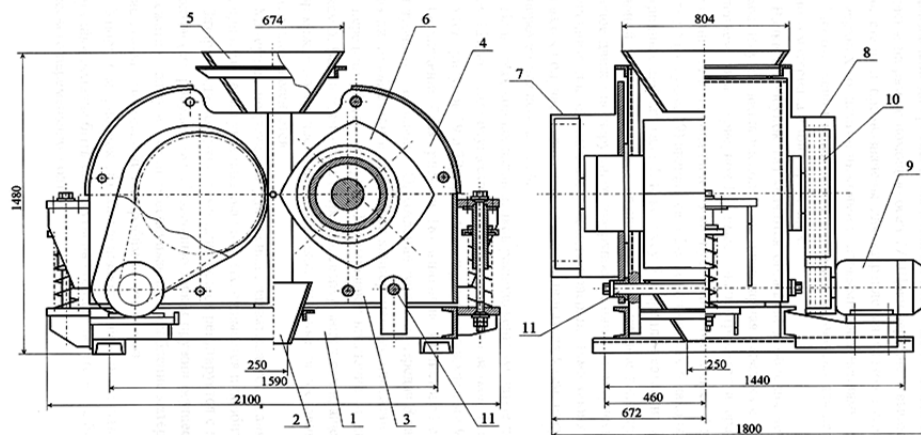


Рис. 3. Дробилка (Общий вид)

1 - рама; 2 - воронка нижняя; 3 - щека нижняя; 4 - щека верхняя; 5 - воронка верхняя; 6 - валок четырехгранной формы; 7 - ограждение зубчатых колес; 8 - ограждение ременных передач; 9 - двигатель привода; 10 - клиноременная передача; 11 - ось.

Исходный материал подается в рабочее пространство (в камеру дробления) через загрузочную воронку и движется плоским потоком между валками. Дробящие плиты накатываются симметрично с двух сторон на поток материала, сближаясь в области зоны дробления и расходясь в области зоны разгрузки, что улучшает условия для разгрузки материала.

Величина минимального зазора (разгрузочной щели) остается постоянной, что обеспечивает определенную максимальную крупность готового продукта дробления. Разгрузочная щель всегда находится ниже области дробления, но ее положение циклически изменяется (перемещается) по вертикали в пределах, обусловленных размерами (длиной дуги) рабочих поверхностей дробящих плит. При сближении дробящие плиты своими рабочими поверхностями воздействуют на куски дробимого материала, измельчая их преимущественно раздавливанием.

Таким образом, по своему устройству дробилка с циклоидальным движением циклоидальных валков приближается к устройству обычной валковой дробилки, а по принципу действия к щековой.

В работе приводится методика расчета основных технологических параметров дробилки:

а) Угол захвата валков дробилки.

Угол захвата в валковых дробилках – это угол между двумя касательными к поверхности валков в точках их соприкосновения и наибольшим куском дробимого материала, еще удерживаемого между валками силами трения.

Кусок затягивается валками, если $2Pf \cos \frac{\alpha}{2} \geq 2P \sin \frac{\alpha}{2}$ или $f \geq \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$.

Здесь $f = \operatorname{tg} \varphi$, φ - угол трения, значит $\frac{\alpha}{2} \leq \varphi$. Следовательно, угол захвата дробилки с многогранными валками также, как и в обычных валковых дробилках не должен превышать двойного угла трения, т.е. $\alpha \leq 2\varphi$.

Соотношение размера $d_{\text{куска}}$, захватываемого валками, и габаритного размера R валка, можно определить из условия, что при известных R , диаметре d и ширине a выходной щели имеет место равенство (из треугольника ОВС см. рис. 4).

$$R + \frac{a}{2} = (R + \frac{d}{2}) \cos \frac{\alpha}{2}, \quad (15)$$

Так как степень измельчения в валковых дробилках в среднем равна 4, то $\frac{a}{d} = 0.25$.

Следовательно:

$$\frac{R}{d} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\cos \alpha / 2 - 0.25}{(1 - \cos \alpha / 2)}. \quad (16)$$

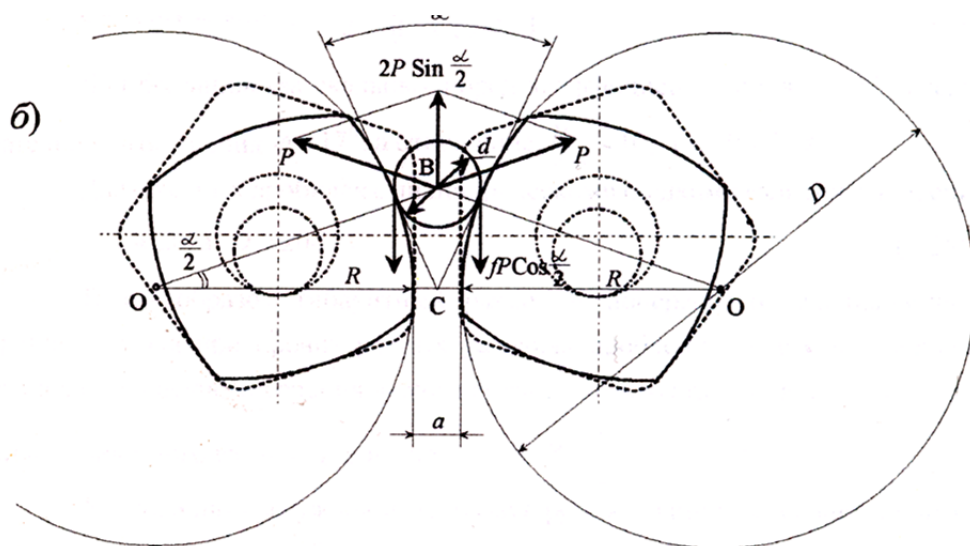


Рис. 4. Схема к определению угла захвата валков

Для большинства скальных пород коэффициент трения $f=0,3$, следовательно, угол трения, $\varphi \approx 17^\circ$, а отношение, $\frac{R}{d} \approx 10$, т.е. $R=10d$.

Для обычных валковых дробилок с цилиндрическими гладкими валками отношение $\frac{D}{d} \approx 20$, а $D=20 d$.

Аналогично рассуждая и используя рекомендации можно прийти к заключению, что для дробилок с многогранными валками, совершающими планетарное движение, имеет место соотношение $R= (5+6) d$, т.е. размеры циклоидальных валков примерно в 2 раза меньше гладких при прочных равных условиях.

Таким образом, можно решить две практически важные задачи: рассчитать предельные размеры загружаемых кусков каменных материалов для конкретной валковой дробилки или найти размеры поперечного сечения валков, если известно какого размера куски материала придется на ней дробить.

б) Частота вращения валка и эксцентрикового вала.

Дробилка с циклоидальным движением валков характеризуется циклической работой. За один оборот валка происходит z цикла дробления. Каждый из циклов включает рабочую и нерабочую (холостую) части.

Рациональной является такая угловая скорость валков, при которой поток материала, падая с высоты головки питающего конвейера или бункера, перемещался бы в угловом рабочем пространстве дробилки в виде сплошной плоской ленты с толщиной, равной максимальному размеру куска.

Время t_1 движения куска по вертикали h_1 , т.е. с головки питающего конвейера до положения 1 (см. рис. 5) под действием силы тяжести:

$$t_1 = \frac{-V_0 \pm \sqrt{V_0^2 + 2gh_1}}{g} . \quad (17)$$

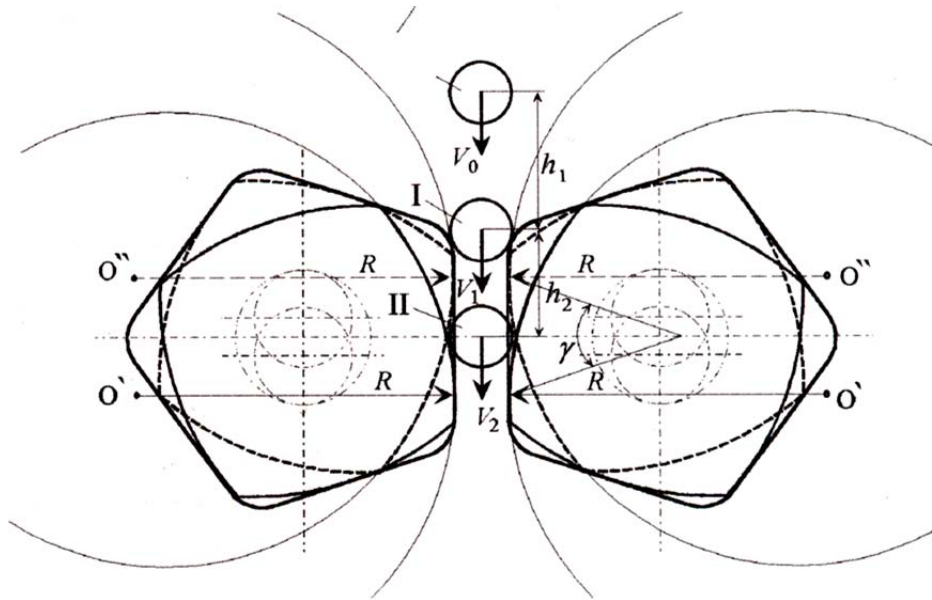


Рис. 5. Схема к определению частоты вращения приводного вала

Скорость куска в положении I равна:

$$V_1 = \sqrt{2gh_1} . \quad (18)$$

Время t_2 движения куска по вертикали в рабочем пространстве дробилки, т.е. из положения I до крайнего нижнего положения II под действием силы тяжести:

$$t_2 = \frac{-V_1 \pm \sqrt{V_1^2 + 2gh_2}}{g} . \quad (19)$$

Скорость куска материала в положении II равна:

$$t_2^1 = \frac{-\sqrt{2gh_1} \pm \sqrt{2gh_1 + 2gh_2}}{g} , \quad (20)$$

$$V_2 = \sqrt{2gh_1} + gt_2^1 \quad (21)$$

Для предотвращения ударов кусков материала о ребра валков, когда они находятся на минимальном расстоянии друг от друга, т.е. в конце процесса дробления должно выполняться условие:

$$V_{\min} \geq V_1 ,$$

где $V_{\min} = \omega_1 r(c-1)$ – минимальная скорость вершин поперечного сечения валка.

Сила дробления, производительность дробилки и мощность привода дробилки с циклоидальным движением валков определяются по известным формулам теории дробления и подробно описаны в диссертации.

В четвертой главе приведены материалы по исследованию экспериментального образца дробилки с циклоидальным движением валков с целью проверки соответствия изделия паспортным данным и технической документации.

Экспериментальная дробилка была установлена на фундаментные блоки в лабораторном корпусе КазАДИ. Вначале были проведены испытания дробилки, после подключения к энергощиту, на холостом ходу без подачи каменного материала. Зерновой состав материала на входе дробилки и на выходе после дробления определялся с помощью ситового анализа.

Забор каменного материала для дробления (с определенной прочностью $\sigma_{сж} = 80 \div 160$ МПа) производился после отсева зерен меньше 45 мм и через лоток подавался в приемную воронку экспериментальной дробилки.

Расход каменного материала задавался при помощи регулировки подачи материала с замером веса партии. Материал после дробления (щебень) на экспериментальной дробилке собирался в измерительный ящик, при этом время работы дробилки фиксировалось при помощи секундомера.

Частота вращения рабочих органов синхронизировалось с помощью «частотника» - регулятора числа оборотов двигателя (INVERTER – частотный преобразователь 7.5 кВт), и проверялась тахометром.

На рис. 6 представлены в табличном и графическом виде соотношение зерен различной крупности (фракций), входящих в состав щебня и выраженное в процентах по отношению к весу испытываемой пробы (табл. 1).

Из анализа результатов экспериментов следует, что зерновой состав фракций, входящих в состав щебня находится в рекомендуемых пределах (СТ РК 1225-2003 т.3).

Таблица 1 – Определение зернового состава фракций

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--|
| | Испытательная лаборатория КазАДИ | | | | | | | | | | | |
| | Рабочий бланк определения зернового состава материала | | | | | | | | | | | |
| | Испытание дробильной установки КазАДИ | | | | | | | | | | | |
| Описание: Каменный материал №3 | | | | | | | | | | | | |
| m-2296,26г. | | | | | | | | | | | | |
| Наименование остатков | Размер сит, мм | | | | | | | | | | | |
| | 20 | 15 | 10 | 5 | 2.5 | 1.25 | 0.63 | 0.315 | 0.16 | 0.071 | <0/071 | |
| Частные остатки гр | 610,5 | 950,6 | 20,15 | 340,7 | 100,6 | 20,27 | 35,6 | 22,1 | 8,33 | 5,31 | 2,13 | |
| Частные остатки, % | 26,59 | 41,4 | 8,72 | 14,84 | 4,38 | 0,88 | 1,55 | 0,96 | 0,31 | 0,23 | 0,14 | |
| Полные остатки, % | 26,59 | 67,99 | 76,71 | 91,55 | 95,93 | 96,81 | 98,36 | 99,32 | 99,63 | 99,86 | 100 | |
| Полные расходы | 98,21 | 89,14 | 76,36 | 49,54 | 35,76 | 27,12 | 17,82 | 12,33 | 8,56 | 5,44 | 0 | |
| Пределы (СТ РК 1225-2003 т3) | 90-100 | 75-100 | 62-100 | 40-50 | 28-38 | 20-28 | 14-20 | 10-16 | 6-12 | 4-10 | | |

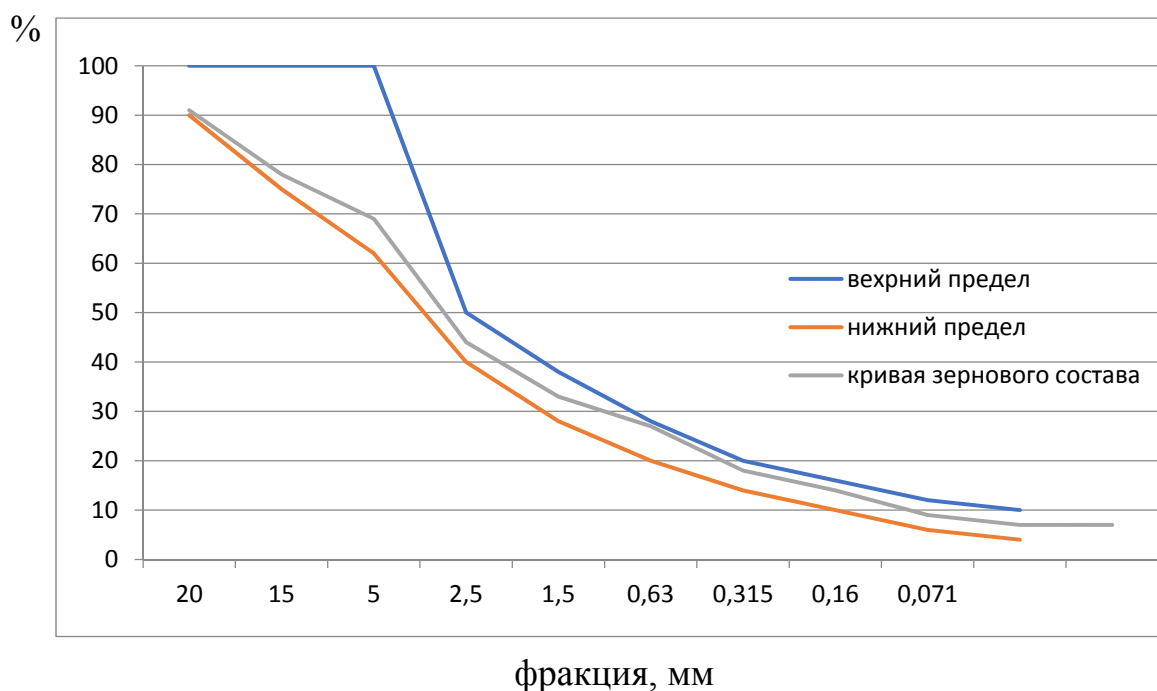


Рис. 6. Определение зернового (гранулометрического) состава фракций, входящих в состав щебня

На рисунке 7 представлена зависимость зернового состава фракций от числа оборотов валков при выходной щели 15 мм.

Оптимальное число оборотов валков лежит в пределах 100-120 об/мин.

Тогда выход щебня фракций 15мм составляет свыше 80% и аппроксимируется уравнением $y = 0,005x^2 + 1,215x + 7,196$.

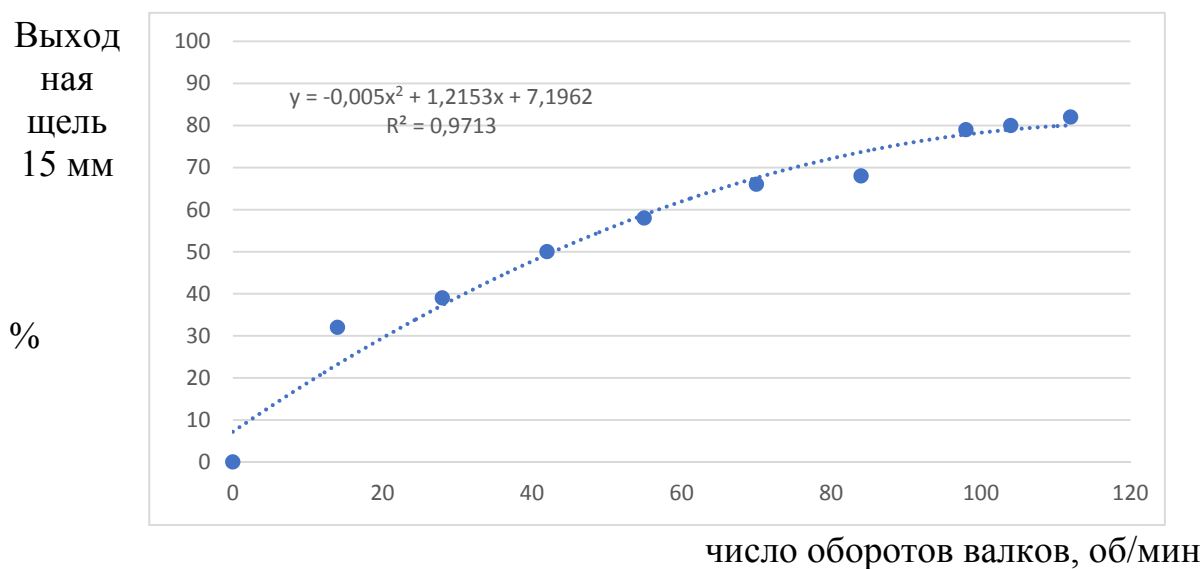


Рис. 7. Зависимость зернового состава фракций от числа оборотов валков

Таким образом, проверена работоспособность экспериментальной дробилки. Установлено, что изделие соответствует паспортным данным и технической документации. Ситовой анализ полученного продукта (щебня) позволил установить, что зерновой состав фракций находится в пределах СТ РК

1225-2003 т.3. В результате экспериментальных исследований определены оптимальные обороты валков для получения качественного кубообразного щебня (свыше 80%).

В пятой главе представлен сопоставительный анализ эффективности создания новой дробилки с циклоидальным движением циклоидальных валков.

Согласно исследованиям, проведенных выше, современные машины строительного производства (машины для дробления строительных и других материалов) имеют достаточную производительность, но ограничение сдерживают рост производительности. Опытно-промышленный образец дробилки с циклоидальным движением циклоидальных валков превышает показатели других базовых машин по производительности и имеет значительно меньшую массу, в силу циклоидального движения циклоидальных валков.

Экономическая эффективность от применения новой дробилки с циклоидальным движением циклоидальных валков значительна и составила в сопоставлении с СМ-12Б, ДГ 800х500, ДГ 1500х600 соответственно: 1104,44; 9384,28 и 61074,68 тыс. тенге.

ВЫВОДЫ

1. На основе анализа патентной информации разработана морфологическая классификация по рабочим органам валковых дробилок и определены перспективные направления конструирования рабочих органов дробилок.

2. На основе экспериментального образца дробилки с циклоидальным движением циклоидальных валков, предложена и разработана новая опытно-промышленная конструкция дробилки с циклоидальным движением циклоидальных валков (авторское свидетельство №87163, патент РК №29666 «Валковая дробилка»). Дробилка по устройству приближается к обычной валковой дробилке, а по принципу работы – к щековой. Эффективность работы дробилки повышается за счет циклоидального (планетарного) движения валков с многогранным профилем, которое позволяет при циклическом изменении объема камеры дробления, обеспечивать постоянство ширины разгрузочной щели, максимальную производительность и заданную крупность конечного продукта дробления кубообразной формы.

3. Для выбора наиболее рациональных форм и размеров поперечного сечения циклоидального валка разработан алгоритм расчета траекторий, скоростей и ускорений точек валка дробилки и составлена программа расчета на ПЭВМ. Основные параметры рабочего органа дробилки при известной форме поперечного сечения валка определяются через величину эксцентриситета e ($r = z \cdot e$; $R = e(z+1)$; $a = z^2 \cdot e$).

4. Выведены теоретические зависимости, позволяющие производить анализ и синтез рабочих органов дробилки с циклоидальным движением валков. Экспериментальная часть работы показала, что эти формулы достаточно достоверны и могут рекомендоваться для инженерных расчетов.

5. Разработана методика расчета и выбора основных технологических параметров новых дробилок с циклоидальным движением валков, позволяющая определить на стадии проектирования ее размерные, режимные и эксплуатационные параметры.

6. Экспериментальные исследования подтвердили, что дробилка с циклоидальным движением рабочих органов и принцип действия, заложенный в основу конструкции работоспособны. Дробилка обеспечивает получение качественного (кубообразного) щебня. Оптимальные обороты валков $n_{\text{опт}} = 110$ об/мин. Дробилка с циклоидальным движением валков обеспечивает минимально возможную энергоемкость процесса дробления.

7. Техничко-экономические сопоставления разработанной дробилки с циклоидальным движением валков с другими валковыми дробилками (СМ-12Б, ДГ 800х500, ДГ 1500х600) подтвердили преимущество дробилки по выработке, удельным показателям, а также высокую экономическую эффективность в сравнении с применением вышеуказанных дробилок. Годовой экономический эффект от внедрения в производство дробилки с циклоидальным движением валков составил по сравнению с использованием СМ-12Б, ДГ 800х500, ДГ 1500х600 соответственно: 1104,44; 9384,28 и 61074,68 тыс. тенге.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Утенов, М.У. Закономерности распределения инерционных сил, матрицы аппроксимации и податливости в подвижных стержневых системах [Текст] / М.У. Утенов, **А.Н. Салманова** // Проблемы механики современных машин: материалы V Международной конференции, Т.3. - Улан-Удэ: ВСГУТУ, 2012. – С. 129-133.

2. **Салманова, А.Н.** Анализ существующих конструкций валковых дробилок [Текст] / А.Н. Салманова // «Globalscience. Development and novelty»: материалы сборника научных трудов VI Международной научно-практической конференции, №6, Часть 3 - Женева: Ed. SPC «L-Journal», 2017. – С.44-47.

3. Исаков, К. Динамика валковой дробилки при нагрузке, зависящей от вращения эксцентрикового вала [Текст] / О.Ж. Рабат, **А.Н. Салманова** // Вестник КГУСТА. – Бишкек, 2017. - №4 (58). – С. 72-76.

4. Исаков, К. Конструктивные особенности дробилки с циклоидальным движением циклоидальных валков [Текст] / О.Ж. Рабат, **А.Н. Салманова** // Вестник КГУСТА. – Бишкек, 2017. - №4 (58). – С. 77-81.

5. Ли, С.В. Дробильная машина со сложным движением рабочих органов [Текст] / С.В. Ли, О.Ж. Рабат, **А.Н. Салманова** // Научный журнал «Znanstvena misel journal», Slovenska cesta 8, 1000 Ljubljana, Slovenia. - 2017. - №13, Vol 1. P. 52-57.

6. **Салманова, А.Н.** Определение основных параметров валковой дробилки с циклоидальным движением рабочих органов [Текст] / А.Н. Салманова // Известия научно-технического общества «Кахак». – Алматы, 2017. - №4 (59). – С. 55-59.

7. **Салманова, А.Н.** Методика расчета предельных размеров загружаемых кусков каменных материалов для дробилки с циклоидальным движением валков [Текст] / А.Н. Салманова // Материалы сборника материалов X Международной конференции молодых ученых и студентов «Современная техника и технологии в научных исследованиях». – Бишкек, 2018. – С. 312-316.
8. Рабат, О.Ж. Определение характеристик дробилки с циклоидальным движением рабочих органов путем натурных экспериментов [Текст] / О.Ж. Рабат, С.В. Ли, **А.Н. Салманова** // Научный журнал «Новости науки Казахстана». – Алматы, 2018. - №1. - С.152-168.
9. Рабат, О.Ж. Экспериментальные исследования характеристик дробилки с циклоидальным движением рабочих органов [Текст] / О.Ж. Рабат, **А.Н. Салманова** // «Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика» в рамках реализации Послания Президента РК Н.А. Назарбаева «Новые возможности развития в условиях четвертой промышленной революции»: материалы XLII Международной научно-практической конференции. - Алматы: КазАТК им. М. Тынышпаева, 2018. - С.323-328.
10. Рабат, О.Ж. Кинематические характеристики рабочих органов дробилки с циклоидальным движением [Текст] / О.Ж. Рабат, **А.Н. Салманова** // Научный журнал «Промышленный транспорт Казахстана». - Алматы, 2018. - №1 (58). - С.67-71.
11. Рабат, О.Ж. Определение рациональной величины частоты вращения вала и эксцентрикового вала [Текст] / О.Ж. Рабат, **А.Н. Салманова** // Научный журнал «Промышленный транспорт Казахстана». - Алматы, 2018. - №1 (58). - С.79-82.
12. Рабат, О.Ж. Энергосиловые параметры дробильных машин с циклоидальным движением рабочих органов [Текст] / О.Ж. Рабат, С.В. Ли, **А.Н. Салманова** // Научный журнал «Thescientificheritage», Budapest, Hungary. - 2018. - №19, P.1, P. 49-54.
13. Рабат, О.Ж. Выявление основных направлений в конструировании рабочих органов дробильных машин на основе анализа патентной информации [Текст] / О.Ж. Рабат, **А.Н. Салманова** // Научный журнал «Вестник КазАТК им. М. Тынышпаева». - Алматы, 2018. - №1(104). - С.98-107.
14. Рабат, О.Ж. Применение циклоидальных кривых и тел постоянной ширины в рабочих органах дробильных машин [Текст] / О.Ж. Рабат, К. Исаков, **А.Н. Салманова** // «ИЗВЕСТИЯ Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова». – Бишкек, 2018. - №1(45). - С.197-205.
15. Rabat, O.Zh. Experimental research characteristics of crushers with cycloidal motion of operating entities [Текст] / Rabat O.Zh., **A.N.Salmanova**. Научный журнал «PERIODICO TCHE QUIMICA». www.periodicotchequimica. Com. Vol. 15 N. 30, Porto Alegre, RS.Brasil. 23 May 2018. – P. 627-639.
16. Рабат, О.Ж. Производительность дробильной машины со сложным движением рабочих органов [Текст] / О.Ж. Рабат, С.В. Ли, **А.Н. Салманова** // «Повышение качества образования, современные инновации в науке и производстве»: материалы сборника трудов Международной научно-

практической конференции, ЕИТИ имени академика К. Сатпаева, филиал КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева. – Прокопьевск, 2018. – С.404-408.

17. Исаков, К. Обоснование геометрических параметров рабочих органов дробильной машины с циклоидальным движением [Текст] / Исаков К., Рабат О.Ж., **А.Н.Салманова** // «ВЕСТНИК Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры имени Н. Исанова». – Бишкек, 2018. - №1(59). - С.45-50.

18. Рабат, О.Ж. Исследование энергосиловых параметров дробильных машин циклоидальным движением с использованием принципов механики [Текст] / Рабат О.Ж., **А.Н. Салманова** // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета, Серия: Естественные-технические науки. – Бишкек, 2018. - Том 18. - №8. - С.54-58.

Салманова Алина Нуртаевнанын 05.05.04 – жол, курулуш жана көтөрүп-ташуучу машиналар адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасын изденүү үчүн «Жумушчу тетиктери циклоидалуу кыймылдаган валчалуу майдалагычтын параметрлерин негиздөө жана конструкциясын иштеп чыгуу» темасындагы диссертациялык ишине берилген

КЫСКАЧА МАЗМУНУ

Негизги сөздөр: валчалуу майдалагыч, өндүрүмдүүлүк, гипоциклоида, циклоидалуу кыймыл, жумушчу тетик, негизги параметрлер, энергия сыйымдуулук, металл сыйымдуулук, өз ара ийилтүүчү ийрилер, сателлит.

Изилдөө объектилери: ар кандай материалдарды майдалоочу валчалуу майдалагыч.

Изилдөө предмети: майдалагыч машинанын иштөө процессинде жумушчу тетиктерге таасир этүүчү сырткыфакторлор.

Иштин максаты: жумушчу тетиктери циклоидалуу кыймылдаган валчалуу майдалагычтын параметрлерин негиздөө жана конструкциясын иштеп чыгуу.

Изилдөө ыкмалары жана аппараттар: изилдөөнүн багытын тандоо азыркы учурда иштеп жаткан валчалуу майдалагычтардын конструкцияларынын негизинде, адабий жана патенттик булактарды талдоонун жана изилдөөлөрдү жалпылоонун негизинде жүргүзүлдү; эсептөө схемаларын жана математикалык моделдерди иштеп чыгуу майдалагычтын жумушчу тетиктерин талдоо жана синтездөө жүргүзүүгө мүмкүнчүлүк берет. Эксперименттик изилдөөлөр циклоидалуу кыймылдаган валчалуу майдалагычтын энергия кубаттуулук жана технологиялык параметрлерин аныктоо боюнча теориялык көз карандылыктарды текшерүү максатында жүргүзүлдү.

Алынган жыйынтыктар жана алардын жаңылануусу:

- патенттик маалыматтарды талдоонун негизинде майдалагычтардын жумушчу тетиктери боюнча морфологиялык классификация иштелип чыккан жана циклоидалуу валчалары принцибинде жаңы циклоидалуу кыймылдаган чакан көлөмдөгү майдалагычтын конструкциясы негизделген;

- принцибинде жаңы валчалуу майдалагычтын геометриялык жана кинематикалык параметрлерин эсептөө үчүн теориялык көз карандылык алынган;

- циклоидалуу валчалары циклоидалуу кыймылдаган жаңы майдалагычтын негизги технологиялык мүнөздөмөлөрүн эсептөөнүн ыкмасы иштелип чыккан жана негизделген;

- майдалагычтын негизги технологиялык параметрлери, кен байлык эмес материалдардын (майдаланган курамы) майдалагандан кийинки физика-механикалык касиеттери, майдалоо кубаттуулугу, өндүрүмдүүлүк, энергия чыгымдоо жана металл сыйымдуулуктар биринчи жолу эксперименттик изилдөөлөр менен аныкталган;

- валчалары циклоидалуу кыймылдаган майдалагычтардын жумушчу тетиктеринин ар кандай конструкцияларын майдаланып жаткан материалдын бекемдигин эске алуу менен иштеп чыгуу жана мындан ары өркүндөтүү үчүн сунуштар берилген.

Пайдалануу даражасы:

Циклоидалуу валчалары циклоидалуу кыймылдаган майдалагычтын эксперименттик үлгүсүнүн негизинде дүйнөлүк практикада кездешпеген майдалагычтын принциптүү жаңы өндүрүштүк конструкциясы иштелип чыккан жана ал материалды түшүрүү тешигинин кенендигинин туруктуулугун, максималдуу өндүрүмдүүлүгүн жана даяр продукт болуп эсептелген куб сымал формадагы шартталганөлчөмүн камсыз кылат.

ТОО «Гамма Сарыколь» казуу жайында, ТОО «АТА-И-АСompany» шагыл комбинатында жана Л.Б. Гончаров атн. КазАЖИнин окуу процессинде илимий-изилдөө ишинин жыйынтыктарын колдонуу боюнча ишке киргизүү актылары бар.

Колдонуу аймагы: жолдорду асфальт-бетон менен жабууда жана катуу пайдалуу байлыктарды (көмүр, акиташ ж.б.) майдалоодо, куб сымал шагылды алууда колдонулат.

РЕЗЮМЕ

диссертации Салмановой Алины Нуртаевны на тему: «Обоснование параметров и разработка конструкции валковой дробилки с циклоидальным движением рабочих органов» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.04 - дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины

Ключевые слова: валковая дробилка, производительность, гипоциклоида, циклоидальное движение, рабочий орган, основные параметры, энергоемкость, металлоемкость, взаимооггибающие кривые, сателлит.

Объектом исследования является валковая дробилка для дробления различных материалов.

Предмет исследования: внешние факторы, действующие на рабочие органы в процессе работы дробильной машины.

Цель работы: обоснование параметров и разработка конструкции валковой дробилки с циклоидальным движением рабочих органов.

Методы исследования и аппаратура: выбор направления исследования проведен по результатам анализа литературных и патентных источников и обобщения исследований на основе существующих конструкций валковых дробилок; разработка расчетных схем и математических моделей позволяют производить анализ и синтез рабочих органов дробилки. Экспериментальные исследования проводилось с целью проверки теоретических зависимостей по определению энергосиловых и технологических параметров дробилки с циклоидальным движением валков.

Полученные результаты и их новизна:

- на основе анализа патентной информации разработана морфологическая классификация по рабочим органам дробилок и обоснована конструкция малогабаритной дробилки с принципиально новым циклоидальным движением циклоидальных валков, защищенная патентом РК №29666 «Валковая дробилка»;

- обоснованы технологические параметры процесса дробления новым типом дробилки с циклоидальным движением циклоидальных валков (авторское свидетельство №87163);

- получены теоретические зависимости для расчета геометрических и кинематических параметров принципиально новой валковой дробилки;

- разработана методика расчета основных технологических характеристик новой дробилки с циклоидальным движением циклоидальных валков;

- экспериментальными исследованиями впервые определены основные технологические параметры дробилки, физико-механические свойства нерудного материала (зерновой состав) на выходе после дробления, сила дробления, производительность, удельный расход энергии и удельная металлоемкость.

Степень использования:

На основе экспериментального образца дробилки с циклоидальным движением циклоидальных валков, предложена и разработана принципиально новая опытно-промышленная конструкция дробилки, не имеющая аналогов в мировой практике, которые обеспечивают постоянство ширины разгрузочной щели, максимальную производительность и заданную крупность конечного продукта дробления кубообразной формы.

Имеются акты внедрения на разрезе «ТОО Гамма Сарыколь», щебеночном комбинате ТОО «АТА-И-АCompanу» и КазАДИ им. Л.Б.Гончарова об использовании результатов НИР в учебном процессе.

Область применения: для получения кубообразного щебня при изготовлении асфальтобетонного покрытия дорог и дробления твердых полезных ископаемых (уголь, известняк и др.).

RESUME

this is Alina Nurtaevna Salmanova's thesis of dissertation on the topic: «Justification of parameters and development of construction of a roller crusher with a cycloidal movement of operating entities» for the degree of candidate of technical sciences in the specialty 05.05.04 - road, construction and handling machineries

Keywords: roller crusher, productivity, hypocycloid, cycloidal movement, operating entity, basic parameters, energy intensity, intensity of metal, mutually curving curves, satellite.

The object of the study: is a roller crusher for crushing various materials.

Subject of research: external factors acting on the operating entities in the process of the crushing machine.

Objective of research: to justify the parameters and development of construction of the roller crusher with cycloidal movement of the operating entities.

Research methods and equipment: the choice of the research direction was carried out according to the results of the analysis of literature and patent sources and the consolidation of researches based on existing designs of roller crushers; the development of calculated schemes and mathematical models allow providing analysis and synthesis of crusher operating entities. Experimental studies were conducted in order to verify the theoretical dependencies to determine the energy and technological parameters of the crusher with the cycloidal movement of the rolls.

The results and their novelty:

- based on the analysis of patent information, a morphological classification for the operating entities of crushers was developed and the construction of a compact crusher with a fundamentally new cycloidal movement of cycloidal rolls was substantiated, which was secured by patent RK №29666 «Roller crusher»;

- technological parameters of process of crushing with a new type of crusher with cycloidal movement of cycloidal rolls (certificate of authorship №87163) were justified;

- theoretical dependences for calculating the geometric and kinematic parameters of a fundamentally new roller crusher were obtained;

- a methodology for calculating the basic technological characteristics of a new crusher with cycloidal movement of cycloidal rolls was substantiated and developed;

- by experimental studies for the first time were determined the main technological parameters of the crusher, the physic mechanical properties of non-metallic material (grain composition) at the outlet after crushing, crushing strength, productivity, specific energy consumption and specific intensity of metal.

Degree of use:

Based on the experimental model of a cycloidal crusher with cycloidal rolls, a fundamentally new experimental-industrial design of the crusher, which has no analogs in world's practice and which supply constancy of width of unloading slot, maximum output and given largeness of end product of splitting of cube shaped form, was proposed and developed.

There are acts of introduction at the mine of Gamma Sarykol LLP, and the macadam plant of ATA-I-A Company LLP and KazADI them. L.B. Goncharov on the use of research results in the educational process.

Scope: for obtaining cubic crushed stone at production of an asphalt concrete covering of roads and crushing of solid minerals (coal, limestone, etc.).

Салманова Алина Нуртаевна

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ
ВАЛКОВОЙ ДРОБИЛКИ С ЦИКЛОИДАЛЬНЫМ ДВИЖЕНИЕМ
РАБОЧИХ ОРГАНОВ**

Специальность 05.05.04 - дорожные, строительные
и подъемно-транспортные машины

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Редактор: *А.Б.Аманкулова*

Подписано в печать 08.02.2019.

Формат 60x84 1/16. Объем 1,5 уч.-изд.л.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

Тираж 100 экз. Заказ 690

720020, г. Бишкек, ул. Малдыбаева, 34, б
Кыргызский государственный университет
строительства, транспорта и архитектуры