

АННОТАЦИЯ

Диссертационной работы **Ким Алины Игоревны** на тему:
**«Разработка и обоснование способа интенсификации процесса
грохочения сыпучих материалов»**
на соискание степени доктора философии (Ph.D.) по специальности
6D071200 – Машиностроение

Общая характеристика работы. В диссертационной работе изучены известные конструкции виброгрохотов, выявлены их основные недостатки; предложены и разработаны новые конструкции виброгрохота с дополнительными возбуждающими элементами, а также разработана математическая модель новой конструкции и проведены экспериментальные исследования на новом виброгрохоте с дополнительными возбуждающими элементами. Предложенные решения позволяют повысить эффективность процесса грохочения и производительность грохота.

Актуальность работы. Процессы грохочения широко применяются в производственной деятельности человека. Почти 95 % добываемого и перерабатываемого сыпучего сырья подвергается классификации по крупности, которое осуществляется на вибрационных грохотах. В настоящее время в мире ежегодно классифицируется более двух миллиардов тонн полезных ископаемых, а по числу занятых людей, производства, использующие дробление, измельчение и грохочение минерального сырья, стоят на втором месте, уступая лишь сельскому хозяйству. От совершенства процесса грохочения зависит себестоимость и качество продукции.

Наиболее широко процессы грохочения применяются в следующих отраслях промышленности: горная промышленность, строительная промышленность, металлургия, химическая промышленность, пищевая промышленность и медицинская промышленность.

От эффективности процесса в значительной степени зависят потребительские характеристики продуктов классификации. Резкий рост объемов перерабатываемых материалов, разнообразие их видов, требований к оборудованию привели к тому, что наработанный в течение столетий эксплуатационный опыт, полученный методом проб, перестал удовлетворять запросам развивающихся производств. Однако теоретические модели, описывающие закономерности процесса грохочения, не могут ответить на многие вопросы, которые возникают при эксплуатации и проектировании виброгрохотов. Поэтому в настоящее время в условиях промышленного производства технологические параметры определяются эмпирически. Сложность физико-механических свойств сыпучих материалов и разнообразие режимов вибровоздействия просеивающих поверхностей на слой материала привели к тому, что строгие уравнения движения частиц сыпучей среды в общепризнанном виде до настоящего времени не сформулированы.

На производительность вибрационных грохотов оказывают влияние большое число факторов, связанных как с конструкцией грохота, так и

характеристиками сортируемого материала. Существует мнение, что при энергичном подбрасывании материала в каждый данный момент времени участвует в работе вся просеивающая поверхность. Практика же показывает, что при подаче на грохот сыпучего материала, наиболее загруженным будет начальная часть просеивающей поверхности. Практически около 30% просеивающей поверхности сит используется не полностью. Вследствие этого происходит нерациональный износ поверхности сита.

В настоящее время наиболее важными являются вопросы энерго- и ресурсосбережения, следовательно, развитие технологии процессов грохочения является чрезвычайно актуальным. Добиться повышения эффективности процессов грохочения можно за счет внедрения нового классифицирующего оборудования с большей производительностью и меньшей энергоемкостью, а так же разработки новых и модернизации существующих конструкций грохотов. Для анализа закономерностей, происходящих с материалом и оборудованием в процессе грохочения, следует разработать новые теоретические модели, которые в полной мере описывают правила поведения материала на сите, зависимые от конструкции и параметров новых вибрационных грохотов.

Таким образом, учитывая всё выше сказанное, тема диссертационной работы, несомненно, является актуальной.

В результате диссертационных исследований были получены результаты:

– В результате теоретических и лабораторных экспериментальных исследований в работе предложены и описаны абсолютно новые конструкции виброгрохотов с дополнительными возбуждающими элементами, на которые получены патенты на изобретения и которые позволят увеличить эффективность процесса грохочения, за счет дополнительного динамического возбуждения материала на сите.

– Описана физическая картина процесса грохочения сыпучих материалов. Создана математическая модель экспериментальной установки нового виброгрохота с дополнительными возбуждающими элементами.

– Согласно математической и ячеечной модели нового виброгрохота и теоретического обоснование физической картины процесса грохочения, применение дополнительных возбуждающих элементов позволяет увеличить производительность процесса грохочения, а также значительно ускорить сампроцесс.

– Усовершенствована, дополнена и доработана математическая модель ячеечного грохочения. Выполнены численные исследования по выявлению влияния параметров процесса на кинетику грохочения и состояние проходных частиц в сыпучем слое.

– Усовершенствованная модель ячеечного грохочения позволяет эффективно моделировать кинетику грохочения, а также позволяет учитывать характер проникновения частиц различной крупности через отверстия сита,

диффузионный и сегрегационный механизмы движения проходových частиц в принудительном виброожигенном слое.

– Теоретические расчеты показали, что введение в поток грохотимого материала дополнительных возбуждающих элементов приводит к возрастанию интенсивности прохождения нижнего класса сыпучего материала к ситy на 6,66% - при статическом положении возбуждающих элементов, на 13,33% - при динамическом положении возбуждающих элементов.

– Результаты экспериментальных исследований показали понижение уровня засоренности верхней фракции до 3,5%, что подтверждает увеличение производительности процесса грохочения, при том же энергопотреблении, что позволяет сделать вывод о его снижении.

– Экспериментальные исследования подтвердили теоретические предпосылки о том, что дополнительное возбуждение материала на сите, при сравнении со стандартным грохочением на плоском сите, обеспечивает повышение производительности процесса грохочения на 2,1%, уменьшение времени прохождения материала по ситy на 4,4%, при сохранении нормативной засоренности материала 5%.

– Определена зависимость засоренности сита от количества возбуждающих элементов, которая показывает, что наиболее рациональное количество ВЭ равно 5, при котором засоренность сита минимальная, а при увеличении количества ВЭ засоренность сита увеличивается.

– Подтверждена зависимость засоренности сита от количества рядов ВЭ, которая показала, что при количестве рядов ВЭ, равном 2, засоренность сита равна 3,5%, то есть наименьшая. Экспериментально доказано, что бесконечное увеличение количества рядов не ведет к уменьшению засоренности сита, а при достижении количества рядов от 3 до 10, происходит снижение производительности и постепенное увеличение засоренности сита.

– Опытные образцы вибрационного грохота с дополнительными возбуждающими элементами внедрены в ТОО «КС РНП» в г. Усть-Каменогорске в 2017 году.

Цель работы – повышение эффективности и обоснование параметров процесса грохочения, на основе создания теоретических основ расчета новой конструкции виброгрохота.

Задачи работы:

– теоретически и экспериментально обосновать основные параметры работы нового виброгрохота с дополнительными возбуждающими элементами;

– разработать математическую модель конструктивно-технологических параметров виброгрохота со сложным возбуждением материала.

– создать и провести экспериментальную апробацию опытного образца нового виброгрохота.

Объектом исследования являются процессы непрерывного вибрационного грохочения сыпучих материалов, реализуемые при помощи новых конструкций виброгрохотов.

Предмет исследования - фракционный состав продуктов грохочения сыпучих материалов, а также поиск возможностей его управлением, с целью повышения эффективности или производительности конструкций новых вибрационных грохотов.

Научной новизной является:

- установление зависимостей, позволяющих повысить эффективность и качество процесса грохочения, за счет использования конструкций виброгрохота с дополнительными возбуждающими элементами, защищенных патентами Республики Казахстан;

- математическая модель нового виброгрохота с дополнительными возбуждающими элементами;

- результаты научно-обоснованных экспериментальных исследований нового виброгрохота с дополнительными возбуждающими элементами, доказывающих эффективность предлагаемых решений.

Практическая значимость исследований заключается в следующем:

- в созданной экспериментальной установке виброгрохота с дополнительными возбуждающими элементами, для исследования эффективности процесса грохочения;

- в разработанных и созданных конструкциях и методиках расчета параметров нового виброгрохота с дополнительными возбуждающими элементами, позволяющих повысить эффективность процесса грохочения;

- в установленных изменяющихся в процессе грохочения параметрах виброгрохота, необходимых для определения уровня засоренности сита, соответственно для определения эффективности процесса грохочения.

На защиту выносятся следующие научные положения:

- конструктивные решения нового виброгрохота с дополнительными возбуждающими элементами, подтвержденные патентами РК (4 патента);

- математическая модель для расчета нового виброгрохота с дополнительными возбуждающими элементами;

- результаты натурных экспериментальных исследований и методика определения эффективности процесса грохочения на виброгрохоте с дополнительными возбуждающими элементами.

Связь с государственными программами. Научные исследования, представленные в диссертации, проводились в рамках г/б НИР по теме «Технологии дробления и сортировки с использованием новых способов обработки сыпучих материалов».

Апробация работы. Результаты исследований докладывались и обсуждались на международных научных конференциях: Международной научно-практической конференции «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана», 12-13 апреля 2017 г. (Усть-Каменогорск, ВКГТУ); XX Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные, путевые и робототехнические комплексы», 14-15 апреля 2016 г. (РФ, г. Москва, МАДИ); Международной научно-технической

конференции «Молодой инженер – основа научно-технического прогресса» 2015 г. (РФ, г. Курск); Международной научно-технической конференции «Страна живет, пока работают заводы» 2015 г. (РФ, г. Курск); Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию выдающегося ученого, академика АН КазССР, лауреата государственной премии СССР Букетова Евнея Арстановича, 2015 г. (г. Караганда).

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 13 научных работ, в том числе 1 статья в журнале индексируемом в базе данных Scopus, 7 работ в изданиях рекомендуемых Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК, 4 работы в сборниках международных конференций, 1 монография в соавторстве.

Реализация результатов исследований. Опытные образцы вибрационного грохота с дополнительными возбуждающими элементами внедрены в ТОО «КС РНП» в г. Усть-Каменогорске в 2017 году.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из обозначений и сокращений, введения, 4 разделов и заключения, списка использованных источников и приложений. Работа изложена на 147 страницах машинописного текста, включает 61 рисунок, 14 таблиц, список использованных источников из 89 наименований и 4 приложений.