

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

Кафедра металлургических процессов, теплотехники и технологии специальных
материалов

Мартыненко Егор Викторович

Исследование и оптимизация механохимической активации алюминиевых
сплавов (силуминов) в планетарно-центробежной мельнице динамического
действия

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

специальность 5В070900 – Металлургия

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

Кафедра металлургических процессов, теплотехники и технологии
специальных материалов

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующая кафедрой МПТ и ТСМ

Ассос. проф. Канд. техн. наук

 Чепуштанова Т.А.

"30" апреля 2019 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: " Исследование и оптимизация механохимической активации
алюминиевых сплавов (силуминов) в планетарно-центробежной мельнице
динамического действия"

по специальности 5В070900 – Металлургия

Выполнил

Мартыненко Е.В.

Руководитель от РГП ИПГ

Магистр технических наук

 Осеров Т.Б.

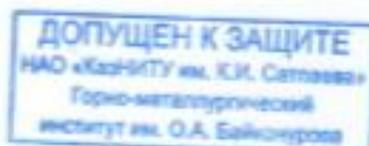
"30" апреля 2019 г

Научный руководитель

Ассос. проф. Канд. техн. наук

 Гусейнова Г.Д.

"30" апреля 2019 г



Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

Кафедра металлургических процессов, теплотехники и технологии
специальных материалов

5B070900 – Металлургия

УТВЕРЖДАЮ



Заведующая кафедрой МПТ и ТСМ

Ассоц. проф. Канд. техн. наук

Чепуштанова Т.А.

“30” апреля 2019 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся Мартыненко Егор Викторович

Тема: Исследование и оптимизация механохимической активации алюминиевых сплавов (силуминов) в планетарно-центробежной мельнице динамического действия.

Утверждена приказом Ректора Университета № 1113-б от «8» октября 2018 г.

Срок сдачи законченной работы: «2» мая 2019 г.

Исходные данные к дипломной работе: Алюминиевые сплавы – силумины, лабораторное оборудование (центробежно-планетарная мельница);

Краткое содержание дипломной работы:

а) алюминиевые сплавы - силумины, характеристика, свойства и их применение, механохимическая обработка твердых веществ, механоактивация, аппараты для механической обработки твердых веществ;

б) технологическая оценка алюминиевых сплавов для получения порошков, механическая обработка твердых веществ в энергонапряженных мельницах, моделирование ударно-фрикционного взаимодействия мелющих тел и обрабатываемого материала;

в) экономическая часть: расчет затрат на проведение исследований, расчеты себестоимости и рентабельности, определение технико-экономических показателей;

г) безопасность и охрана труда: анализ опасных производственных факторов и расчет защитных мероприятий.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): представлены 15 слайдов презентации работы

Рекомендуемая основная литература: из 12 наименований

ГРАФИК
подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Введение	5.02.2019 г.	
Литературный обзор	20.02.2019 г.	
Экспериментальная часть	18.03.2019 г.	
Экономическая часть	19.04.2019 г.	
Безопасность и охрана труда	25.04.2019 г.	
Заключение	27.04.2019 г.	
Нормоконтроль	02.05.2019 г.	

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу (проект) с указанием относящихся к ним разделов работы (проекта)

Наименования разделов	Консультанты И.О.Ф (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Экономическая часть	канд. техн. наук, ассоц. проф. Гусейнова Г.Д.	19.04.2019 г.	
Охрана труда	канд. техн. наук, ассоц. проф. Гусейнова Г.Д.	25.04.2019 г.	
Нормоконтролер	канд. техн. наук Комаратбекова С.С.	02.05.2019 г.	

Научный руководитель


подпись

Гусейнова Г.Д.

Задание принял к исполнению обучающийся


подпись

Мартыненко Е.В.

Дата

15 сентября 2018 г.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс тапсырмадан, кіріспеден, негізгі бөлімнен, қорытындыдан және қолданылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс 36 беттік компьютерлік теруден, 21 суреттен, 6 кестеден тұрады. Қолданылған әдебиеттер тізімі 12 атаудан құралған.

Жұмыстың мақсаты: силуминдердің механикалық өңдеуінің оптималдық режимін таңдау.

Зерттеу нысаны, динамикалық жүрісті планетарлық-тепкіш тартқышта механохимиялық өңдеуді өткен, алюминий қорытпалары – силуминдер болды.

Жұмыста планетарлық-тепкіш тартқыштың параметрлерінің есептері келтірілген. Механикалық өңдеу кезіндегі ұнтақтағыш зат және өңделген материалдың өзара іс-қимылының математикалық модельдеуі өткізілген. Силумин ұнтағының ұзақтығына қарай активтену деңгейі белгіленді.

Жұмыста, сондай-ақ, қауыпсіздік және еңбек қорғау бөлімдері қарастырылған, зерттеудің экономикалық көрсеткіштері есептелген.

Таңдалған материалдардың фазалық және құрылымдық сипаттамалары зерттелді. Центрифугалы планетарлы диірмендегі материалдарды механикалық өңдеудің оңтайлы режимдері анықталды.

Бұл әсер түрі ғана емес (әсер, абразивті), сонымен қатар тегістеу органдарының әсер ету жиілігі. Нәтижесінде жоғары дисперсті белсендірілген ұнтақ қоспалары алынды.

Тегістеу формаларының нысанын ұнтақтарды белсендіру дәрежесіне әсері зерттелді.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из задания, введения, основной части, заключения и списка использованной литературы. Работа изложена на 36 страницах компьютерного набора, включает 21 рисунок, 6 таблиц. Список использованной литературы содержит 12 наименований.

Цель работы: подбор оптимального режима механической обработки силуминов.

Объектом исследования являлись алюминиевые сплавы – силумины, прошедшие механохимическую обработку в планетарно-центробежной мельнице динамического действия.

В работе приведены расчеты параметров центробежно-планетарной мельницы. Проведено математическое моделирование взаимодействия мелющего тела и обрабатываемого материала при механической обработке. Определена степень активации порошка силумина от продолжительности обработки.

В работе также рассмотрены разделы, касающиеся безопасности и охраны труда, рассчитаны экономические показатели проведенных исследований.

Исследованы фазовые и структурные характеристики выбранных материалов. Определены оптимальные режимы механической обработки материалов в центробежно-планетарной мельнице.

Отмечено, что при механической обработке важен не только вид воздействия (удар, истирание), но и частота соударения мелющих тел. В результате были получены высокодисперсные активированные порошки силуминов при обработке их в мельнице центробежно-планетарного типа. Изучено влияние формы мелющих тел на степень активации порошков.

ANNOTATION

The thesis consists of a task, introduction, main part, the conclusion and the list of the used literature. Work is stated on 36 pages of a computer set, includes 21 drawings, 6 tables. The list of the used literature contains 12 names.

Objective: the selection of the optimal mode of machining silumins.

The object of the study were aluminum alloy - silumin past mechanochemical treatment in planetary centrifugal mill dynamic action.

The paper presents calculations of the parameters of a centrifugal planetary mill. Mathematical modeling of the interaction between the body and the grinding of the processed material during machining. The degree of activation powder silumin on the duration of treatment.

In work also discussed topics relating to health and safety, and economic indicators are designed studies.

The phase and structural characteristics of the selected materials are investigated. Certain optimal modes of mechanical processing of materials in a centrifugal planetary mill.

This is not only the type of impact (impact, abrasion), but also the frequency of impact of the grinding bodies. As a result, highly dispersed activated powder additives were obtained.

The influence of the shape of grinding bodies on the degree of activation of powders was studied.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	9
1	Критический обзор	11
2	Экспериментальная часть	13
2.1	Подбор объекта исследования путем анализа диаграмм состояния алюминиевых сплавов	13
2.2	Механическая обработка твердых веществ в энергонапряженных мельницах	19
2.2.1	Характеристика механических реакторов	19
2.2.2	Механохимическая обработка силуминов в центробежно- планетарной мельнице	20
2.3	Моделирование ударно-фрикционного взаимодействия мелющих тел и обрабатываемого материала	26
2.3.1	Расчет процесса механической активации силуминов в центробежно-планетарной мельнице	26
2.3.2	Исследование степени активации алюминиевых сплавов	28
2.4	Горение предварительно активированных систем на основе алюминиевых сплавов	30
2.4.1	Горение твердых веществ, образующих твердые продукты	30
2.4.2	Особенности горения предварительно активированных систем	31
3	Экономическая часть	33
4	Безопасность и охрана труда	35
	Заключение	37
	Список использованной литературы	38

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современное состояние научно-технической проблемы

Цветная металлургия является старейшей ведущей отраслью промышленности, развитие которой базируется на колоссальных ресурсах полезных ископаемых и оказывает огромное влияние на формирование всего промышленного комплекса республики Казахстан.

Наряду с чистым алюминием большое значение имеют и алюминиевые сплавы, в которых сохраняется основное свойство алюминия — малый удельный вес и имеются новые ценные для целей практического применения свойства, отсутствующие или недостаточно развитые у чистого алюминия. Из многочисленных алюминиевых сплавов наиболее распространенный — силумин, который представляет собой сплав алюминия с кремнием (12—13 %), отличающийся малой усадкой при затвердевании. Поэтому силумин является хорошим литейным сплавом, применяющимся для приготовления сложных отливок, в которых небольшой вес должен сочетаться с высокой механической прочностью.

Материалы на основе оксида алюминия широко применяют в разных отраслях промышленности. Их уникальность состоит в сочетании высокой твердости, термостойкости, износостойкости, химической инертности и теплопроводности. Механическая активация (МА) является одним из эффективных методов повышения активности порошков оксида алюминия и может быть совмещена с химической обработкой в присутствии поверхностно-активных веществ (ПАВ) и различных добавок.

Обладая высокими литейными свойствами, силумины являются основным исходным материалом для создания технологичных и, в то же время, высокопрочных литейных алюминиевых сплавов, которые могут подвергаться упрочняющей термической обработке. При создании таких сплавов используют дополнительное легирование силуминов с целью образования в структуре силумина новых фаз, способных приводить к упрочнению при термической обработке. В качестве таких элементов применяют Mg, Cu и Mn. На основе такого легирования в настоящее время созданы и используются литейные алюминиевые сплавы: АЛ4 (9 % Si, 0,25 % Mg и около 0,4 % Mn) и АЛ5 (5 % Si, 1,2 Cu и 0,5 % Mg). Основной областью применения алюминия и его сплавов, в которой выгодно используется их главная особенность — малый и удельный вес — является производство транспортных средств.

Актуальность работы

По своим ценным свойствам сплавы алюминия занимают второе место после сплавов железа, причем области применения их неуклонно расширяются. Особенно возросло их применение в транспорте и строительном деле. Силумины обладают хорошими литейными качествами и механическими свойствами. Применяются для литья деталей в авто-, мото- и авиастроении скульптурной технике.

Основными проблемами горно-металлургического комплекса являются: истощение сырьевой базы, низкая комплексность используемого сырья, высокая

степень износа основных производственных фондов, высокая степень загрязнения окружающей среды и технологическое отставание, отсутствие интегрированных комплексов с полным циклом производства от добычи до выпуска продукции с высокой степенью товарной готовности, малая емкость и рассредоточенность внутреннего рынка, высокая энерго-, трудо- и материалоемкость продукции.

В этой связи актуальность представленной работы определяется во-первых, возможностью замены алюминия на силумины, и во-вторых, использованием отработанных поршней автомобильных двигателей, изготовленных из силуминов.

Цель: подбор оптимального режима механической обработки силуминов.

Объект исследования: алюминиевые сплавы – силумины, прошедшие механохимическую обработку в планетарно-центробежной мельнице динамического действия.

Задачи работы:

- исследование возможностей описания механохимической обработки с использованием методов математического моделирования;
- поиск оптимальных режимов механической обработки силуминов.

Научная новизна: Исследованы фазовые и структурные характеристики выбранных материалов. Определены оптимальные режимы механической обработки материалов в центробежно-планетарной мельнице. Отмечено, что при механической обработке важен не только вид воздействия (удар, истирание), но и частота соударения мелющих тел. В результате были получены высокодисперсные активированные порошки силуминов при обработке их в мельнице центробежно-планетарного типа. Изучено влияние формы мелющих тел на степень активации порошков.

Теоретическая основа – анализ литературных данных, промежуточные научные отчеты РГП «Институт проблем горения».

Методологическая основа – рентгенофазовый и спектральный анализ, ситовой метод определения дисперсности, определение удельной поверхности, волюметрический метод.

Практическая база написания - РГП «Институт проблем горения».

Обоснованием для написания работы послужили выполненные дипломантом эксперименты и лабораторные испытания, которые показали принципиальную возможность осуществления предлагаемой технологии.

1 Критический обзор

Алюминиевые сплавы — сплавы, основной массовой частью которых является алюминий. Самыми распространенными элементами в составе алюминиевых сплавов являются: медь, магний, марганец, кремний и цинк. Все алюминиевые сплавы можно разделить на две основные группы: термически обработанные и термически не обработанные [1].

В зависимости от способа получения полуфабрикатов и изделий алюминиевые сплавы можно разделить на три группы: деформируемые, литейные и порошковые.

Порошковые алюминиевые сплавы: спеченные алюминиевые порошки (САП) и спеченные алюминиевые сплавы (САС) изготавливаются методами порошковой металлургии с последующей обработкой давлением. Поэтому порошковые алюминиевые сплавы в общем случае можно рассматривать как разновидность деформируемых [2-5].

Деформируемые и литейные сплавы подразделяются на термически упрочняемые и термически не упрочняемые. Термическое упрочнение может осуществляться закалкой с последующим естественным и искусственным старением [6].

Деформируемые алюминиевые сплавы сначала разливают в слитки (круглые или прямоугольные), а потом обрабатывают их давлением в горячем или холодном состоянии до придания им нужной формы:

- прокаткой – для получения листов и фольги;
- прессованием – для получения профилей, труб и прутков;
- формовкой – для получения более сложных форм из катанных или прессованных полуфабрикатов;
- ковкой для получения сложных форм с повышенными механическими свойствами.

Силумин — сплав алюминия с кремнием (до 14 %). По своей прочности не уступает стали, но значительно легче ее, обладает высокими литейными свойствами [7].

Химический состав - 4-22 % Si, основа — Al, незначительное количество примесей Fe, Cu, Mn, Ca, Ti, Zn, и некоторых других металлов [8].

Механические свойства.

Плотность большинства силуминов 2650 кг/м^3 , т.е. меньше плотности чистого алюминия (2700 кг/м^3). Они хорошо свариваются [9].

Химические свойства.

В отличие от дюралюминия, силумины устойчивы к коррозии во влажной атмосфере и морской воде, в слабокислой и щелочной среде.

Применение.

Применяются для литья деталей в авто-, мото- и авиастроении (напр., картеров, блоков цилиндров, поршней), и для производства бытовой техники (теплообменников, мясорубок) [10], в скульптурной технике. Силумин используют в машиностроении для отливки корпусов, цилиндров, моторов, поршней, коробок скоростей и других деталей [11].

Механическая активация.

Тонкое и сверхтонкое измельчение всегда сопровождается увеличением запаса свободной (внутренней и поверхностной) энергии измельченного продукта. Эту энергию с успехом можно использовать для увеличения эффективности последующих технологических процессов (ускорения химических реакций, повышения извлечения ценных компонентов, получения новых материалов и т. п.). Согласно определению, данному академиком Ребиндером, который активно занимался механохимическими реакциями, сопровождающими процессы измельчения, «цель механохимии состоит в использовании или предотвращении тех химических реакций, которые вызываются или ускоряются механической активацией».

Особый интерес представляет механическая активация твердых тел и реакций с их участием, так как установлено, что часть механической энергии, подведенной к твердому телу во время активации, усваивается им в виде новой поверхности, линейных и точечных дефектов. Кроме того, известно, что химические свойства кристаллов определяются наличием в них дефектов, их природой и концентрацией. С помощью механической активации удается использовать в химии ряд физических явлений, происходящих в твердых телах при больших скоростях деформации. К ним относятся: изменение структуры твердых тел; ускорение процессов диффузии при пластической деформации; образование активных центров на свежееобразованной поверхности; возникновение импульсов высоких локальных температур и давлений и т. д. Впервые к использованию этих эффектов в химии подошли исследователи, изучавшие влияние ударных волн и высоких давлений со сдвиговыми деформациями на свойства твердых тел.

Ярким примером усложнения принципа работы шаровой мельницы являются планетарные мельницы различных конструкций, в которых рабочие тела движутся по цилиндру под действием центробежных сил вместо (или вместе) силы земного тяготения. В планетарной мельнице цилиндры с рабочими телами и обрабатываемым веществом вращаются не только вокруг собственной оси, но и движутся по круговой орбите вокруг главной оси механизма.

Благодаря такой конструкции на рабочие тела воздействует суперпозиция двух сил: центробежной силы от вращения цилиндров вокруг главной оси и центробежных сил от вращения цилиндров вокруг собственной оси. Соотношение центробежных сил напрямую зависит от размеров цилиндров и радиуса орбитального вращения (длины рычага, станины, на которой закреплен цилиндр), поэтому подбором геометрических размеров планетарной мельницы можно значительно увеличить механическую энергию шаров и частоту воздействий на твердое вещество [12].

2 Экспериментальная часть

2.1 Подбор объекта исследования путем анализа диаграмм состояния алюминиевых сплавов

Методами порошковой металлургии создаются новые материалы с комплексом специальных физико-химических свойств. Известны способы получения порошков практически всех металлов и их сплавов, многих неметаллов и соединений - карбидов, боридов, нитридов, силицидов, оксидов металлов. Созданы такие способы получения порошков, как восстановление оксидов в газовой среде, металлотермическое восстановление, электролитическое осаждение, механическое измельчение, распыление расплавов, автоклавное восстановление, разложение карбониллов и другие. Развиваются методы формования изделий из порошков. Наряду с прессованием порошков холодным способом в стальных пресс-формах, разработаны процессы горячего прессования,ковки и штамповки заготовок, прокатки порошков, что позволяет получать изделия из порошков как в виде отдельных деталей различной сложности, так и заготовок под прокатку их в виде листов, полос, проволоки.

Методом порошковой металлургии изготавливаются компактные алюминиевые сплавы, содержащие небольшие добавки Cu, Mn, Mg, Si. Сплавы подвергаются упрочнению термической обработкой. После закалки и старения прочность сплава достигает 400-420 МПа, а деформация сохраняется на уровне 10-15 %, что обусловлено образованием в матрице сначала твердого раствора легирующих элементов, а затем выделения фазы типа Cu_2Al , Mg_5Al_8 .

Порошки алюминия применяют в алюмотермических методах восстановления металлов из оксидов, в производстве ферросплавов и жаропрочных сплавов, в качестве раскислителей в металлургической промышленности. Алюминиевые порошки и пудра выпускаются промышленностью различных видов. Крупные порошки (крупки) используют для производства ферросплавов, для алюмотермического восстановления. Пудру используют в виде красок и для производства материалов типа САП, порошки - для производства порошковых деталей. Алюминиевую пигментную пудру применяют для окраски металлоконструкций, станин, деревянных изделий. Каждый вид порошка, крупки или пудры выпускается по соответствующему ГОСТу или ТУ (таблица 1). Основную массу порошков алюминия изготавливают распылением расплава.

Таблица 1 – Химический и гранулометрический составы, методы изготовления и применение алюминиевых порошков

Порошок, ГОСТ или ТУ	Марка	Метод изготовления, исходное сырье	Основное применение	Массовая доля, %				Гранулометрический состав
				Al	Fe	Si	Cu	
Крупка алюминиевая, ТУ 48-21-202- 72	КАР	Распыление жидкого металла. Первичный алюминий марки не ниже А5	Алюмотермическ ое восстановление бария из его оксида	Основа	0,35	0,3	0,03	Уд. поверхность не менее 1600 см ² /г
То же	АКП	Распыление жидкого металла. Первичный алюминий марки не ниже А5	Производство ферросплавов	97,0	0,5	0,3	0,05	Остается на сите №1, 25 (по ГОСТ 3584-73) не более 10%, проходит через сито №01 не более 15%
Алюминиевый первичный, ТУ 48-05-80-73	АП	Распыление жидкого металла. Первичный алюминий марок 15- А7 (по ГОСТ 110069- 74)	Металлургическая промышленность	98,0	0,4	0,3	0,03	На сетке №2 (по ГОСТ 3584-73) остаток не должен превышать 5% и полностью проходить через сетку №2,5
Алюминиевый вторичный, ТУ 48-5-152-78	АПВ	Распыление жидкого металла. Вторичный алюминий чушковой (по ГОСТ 295-73) или из алюминиевого лома	То же	85,00	На сетке №2 остаток не должен превышать 5%

Продолжение таблицы 1

Порошок, ГОСТ или ТУ	Марка	Метод изготовления, исходное сырье	Основное применение	Массовая доля, %				Гранулометрический состав
				Al	Fe	Si	Cu	
Алюминиевый с добавкой титана, ГОСТ 5-16667-72	АСД-Т	Распыление расплавленного металла нагретым азотом. Алюминий первичный марки не ниже А6 (по ГОСТ 11069-74). Титан губчатый марки ТГ тв. НВ не выше 1200МПа	Для синтеза алюминийорганиче ских соединений	99,00	Остаток на сите №0125 не более 0,25% (по массе). Уд. поверхность 0,10-0,16 м ² /г. Форма частиц сферическая.
Алюминиевый первичный, ТУ 48-5-36-78	АПЖ	Распыление расплавленного металла. Первичный алюминий марки А8 (по ГОСТ 11069-74)	Для производства жаропрочных сплавов	96,00	0,2	0,12	0,01	Порошок должен полностью проходить через сито №2,5 по ГОСТ 3584-73
Алюминиевый дисперсный, ТУ 48-01-82-71	ПАД	Распыление расплавленного алюминия азотом. Первичный алюминий марки А7 (по ГОСТ 11069-74)	Для использования в качестве наполнителя в смесях со смолами	99,0	0,2	0,17	...	Остаток на сите №01 не более 5%; на сите №014 не более 0,5% (номер сеток по ГОСТ 3584-73)

Из анализа диаграмм состояния двойных сплавов: Al-Cu, Al-Si, Al-Zn, Al-Mg (рисунок 1-4) следует, что во всех важнейших двойных сплавах алюминия, за исключением сплавов в системе Al-Si образуются интерметаллические соединения, которые очень сложно измельчать. Эвтектика (механическая смесь двух компонентов) в системе Al-Si достаточно хрупкая и твердая, является хорошим материалом для диспергирования и активирования в высоконапряженных мельницах.

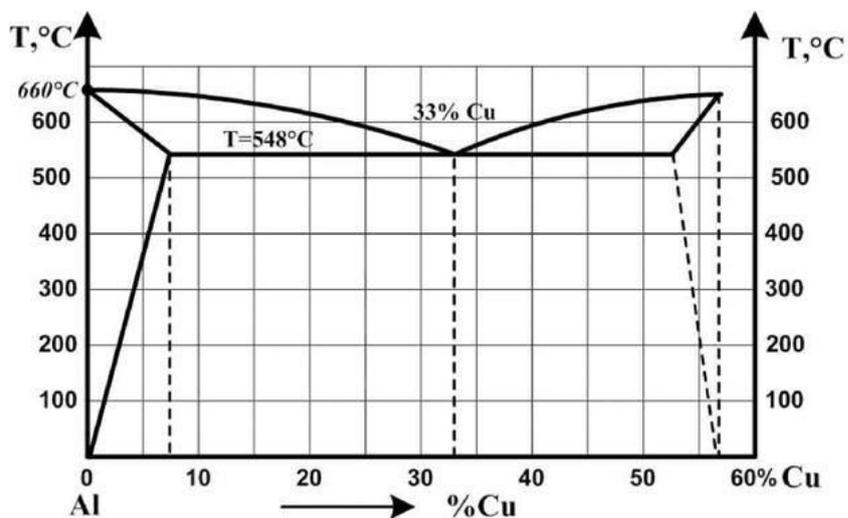


Рисунок 1 – Диаграмма состояния Al – Cu

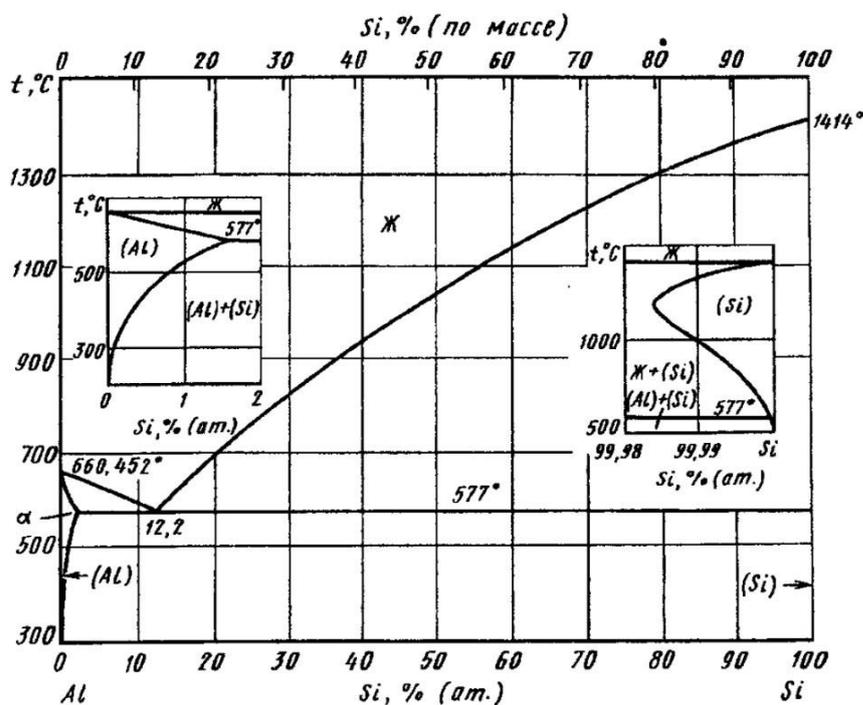


Рисунок 2 – Диаграмма состояния Al – Si

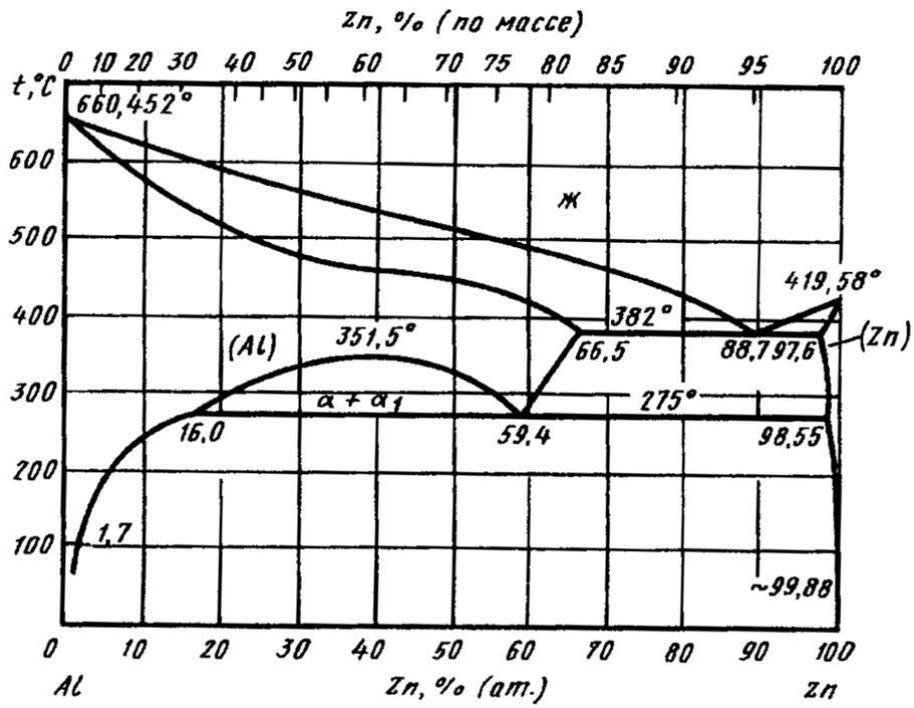


Рисунок 3 – Диаграмма состояния Al – Zn

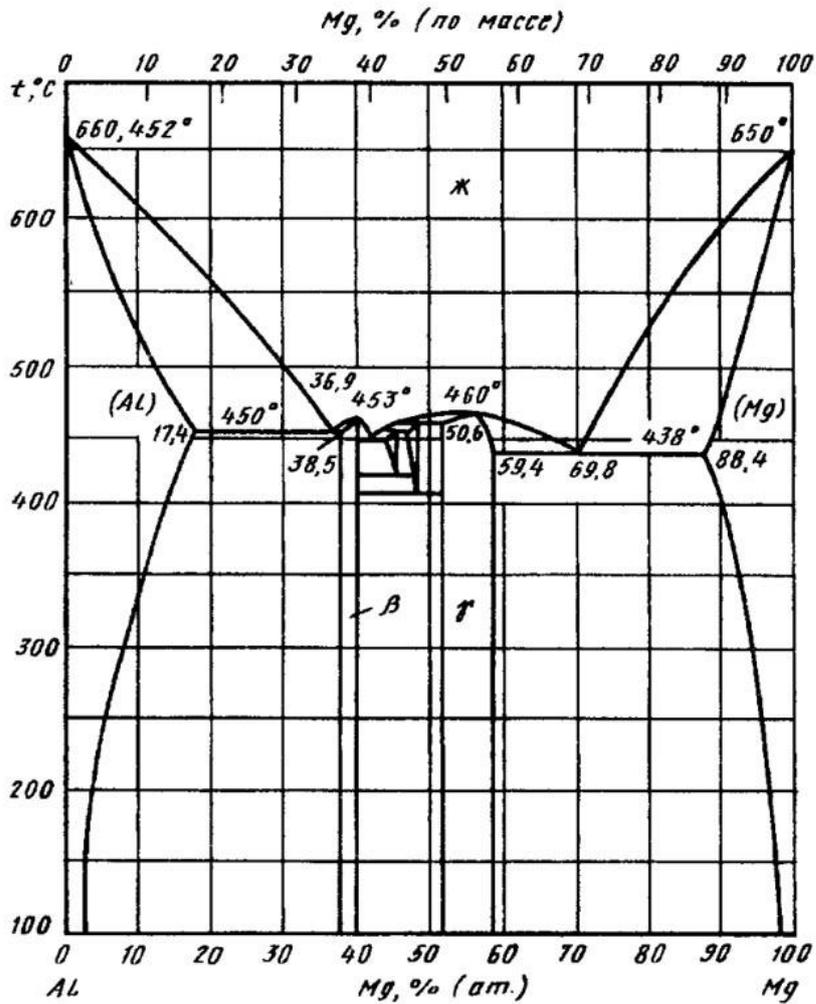


Рисунок 4 – Диаграмма состояния Al – Mg

В связи с этим для работы выбраны сплавы алюминия с кремнием. Из диаграммы состояния системы Al-Si (рисунок 2) следует, что оба компонента обладают полной и взаимной растворимостью в жидком состоянии и образуют механическую смесь в точке эвтектики, соответствующей содержанию кремния 11,3 ~ 11,8 %, что соответствует отсутствию химических соединений в твердом состоянии. Известно, что диаграммы состояния дают только общую структурную характеристику сплавов, без отражения их физических и химических свойств. Физико-химические процессы, в том числе и при механических воздействиях изучались на основе анализа электронных состояний не только отдельных компонентов, но и системы сплавов в целом.

На рисунке 5 представлены фотографии внешнего вида отработанного автомобильного поршня и стружка, которую решено было использовать в наших экспериментальных работах.



а – отработанный поршень



б – стружка из поршня

Рисунок 5 – Исходные материалы

Из результатов спектрального анализа (таблица 2), следует, что поршень изготовлен из эвтектического силумина, дополнительно легированного медью и цинком.

Таблица 2.1 – Спектральный анализ отработанного поршня (содержание, %)

Спектр	Al	Si	Mg	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Итог
1	83.92	11.88	0.54	0.16	0.63	0.35	1.48	1.04	100
2	84.93	10.48	0.59	0.12	0.61	0.50	1.69	1.07	100
Средн	84.43	11.18	0.57	0.14	0.62	0.43	1.59	1.06	100

Таблица 3.2 – Спектральный анализ порошка (содержание, %)

Спектр	Al	Si	Mg	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Итог
1	83.10	12.37	0.62	0.04	0.56	0.57	1.69	1.04	100
2	81.12	13.31	0.58	0.22	0.86	0.65	2.08	1.17	100
Средн	82.11	12.84	0.60	0.13	0.71	0.61	1.89	1.11	100

На первоначальном этапе экспериментальных работ был выполнен рентгенофазовый анализ исходных образцов (рисунок 6).

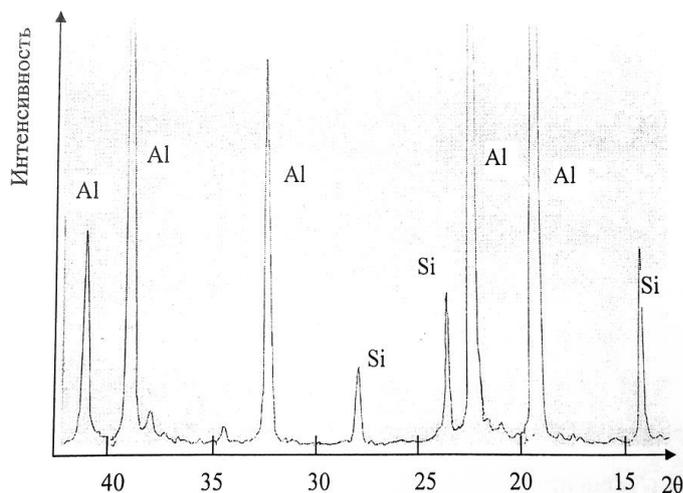


Рисунок 6 – Рентгенограмма исходной стружки

Рентгенофазовый анализ активированных порошков силумина показал, что основной фазой является алюминий. В меньшем количестве имеется кремний. Проведенный рентгенофазовый анализ подтвердил, что отработанные поршни из эвтектоидного силумина, представляющего собой механическую смесь алюминия и кремния. На рентгенограмме исходного образца присутствует ряд очень слабых не идентифицированных линий.

2.2 Механическая обработка твердых веществ в энергонапряженных мельницах

2.2.1 Характеристики механических реакторов

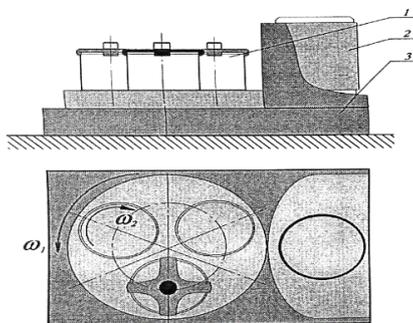
Различное сырье и материалы в огромных масштабах подвергаются механической обработке на химических, металлургических, машиностроительных, пищевых и других предприятиях. Наиболее распространенным и эффективным способом передачи энергии в процессах измельчения является ударное воздействие, так как именно оно позволяет концентрировать механическую энергию в определенных участках обрабатываемого тела в количествах, необходимых для его разрушения.

Ударные воздействия реализуются в большинстве конструкций современных измельчительных аппаратов: дезинтеграторах, шаровых, струйных, вибрационных, молотковых, планетарных, ударно-дисковых и др. типах мельниц. Возможности передачи механической энергии измельчаемому веществу в значительной степени зависят от конструкции мельницы, а также от условий измельчения, например, от скоростей, амплитуды и частоты движения ударных элементов измельчителя.

2.2.2 Механическая обработка силуминов в планетарно-центробежной мельнице

В наших исследованиях механическую обработку стружки проводили в энергонапряженной планетарно-центробежной мельнице, работающей по принципу гравитационного измельчения, который реализуется за счет взаимодействия двух центробежных полей. Схема мельницы представлена на рисунок 7. Скорость вращения платформы составляла 700 оборотов в минуту. Скорость вращения размольных сосудов - 1200 оборотов в минуту, потребление энергии 2,2 кВт. Причем движение платформы и размольных барабанов реализовалась в противоходе. Величина ускорения при обработке в центробежной планетарной мельнице достигала 20g.

К параметрам, оказывающим влияние на эффективность измельчения, относятся также объем, занимаемый шарами, размер шаров, объем измельчаемого вещества и др. В работе, учитывая эти параметры, проводилось измельчение при соотношении массы стружки к массе шаров ($M_{ст}/M_{ш}$): 1/4, 1/2, 1/1. При проведении экспериментов по механической обработке стружки силумина варьировали продолжительность обработки - от 5 до 30 минут с шагом 5 минут. Первой и основной характеристикой порошкового материала, полученного в результате измельчения, является его дисперсность. Определение размера частиц проводили ситовым методом. Это метод определения гранулометрического состава материалов просеиванием их через стандартные комплексы сит.



1- барабан; 2 -двигатель; 3 –платформа

Рисунок 7 - Кинематическая схема планетарно-центробежной мельницы

Навеску - 100 г, высушенной до постоянной массы, просеивали через сита марки СРТ с размером отверстий диаметром от 1,25 мм до 0,07 мм в течение 10 минут. После просеивания остаток на сите с соответствующим размером ячеек взвешивали на технических весах ВЛЭ-1 с точностью $\pm 0,01$ г и определяли долю частиц с размером большим данной ячейки по формуле:

$$N = M/M_0 \cdot 100\%, \quad (1)$$

где M - масса остатка на соответствующем сите;
 M_0 - начальная масса навески.

На рисунках (8-17) приведены гистограммы распределения дисперсности порошка силумина обработанного в центробежно-планетарной мельнице с различной продолжительностью и различным соотношением мелющих тел и стружки. Гистограммы распределения по дисперсности порошка при соотношении массы стружки к массе мелющих тел 1 к 4, показывают, что происходит интенсивное измельчение стружки.

С увеличением времени обработки от 5 до 30 минут процесс футеровки возрастает от 5 % при 5 минутной обработке до 52% при 30 минутной обработке, а масса частиц с размером от 0,07 до 0,63 мм наиболее высокая (70,2 %) при 5 минутной обработке. Анализ дисперсности порошков показал, что для получения активированного порошка силумина достаточное время механической обработки 5-10 минут при выбранных соотношениях массы мелющих тел к массе стружки. Наиболее оптимальный режим обработки стружки продолжительностью 5-10 минут при соотношении массы стружки к массе мелющих тел 1 к 2.

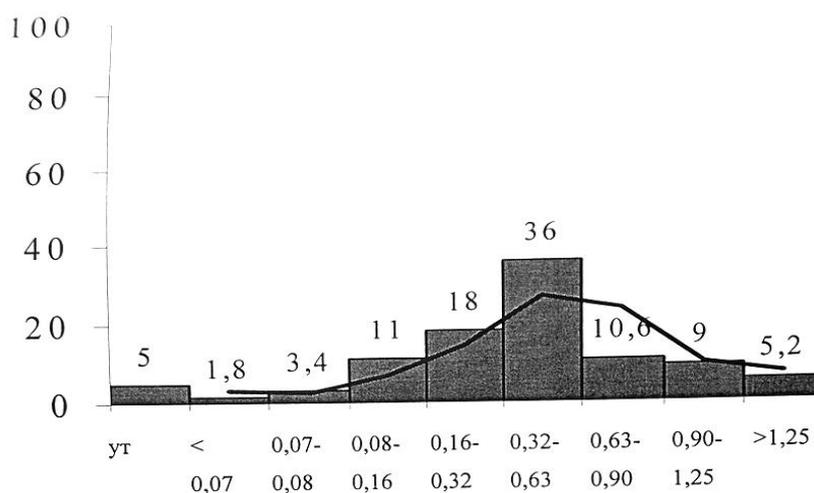


Рисунок 8 – Изменение размера частиц в зависимости от обработки в течение 5 мин при соотношении 1 / 4

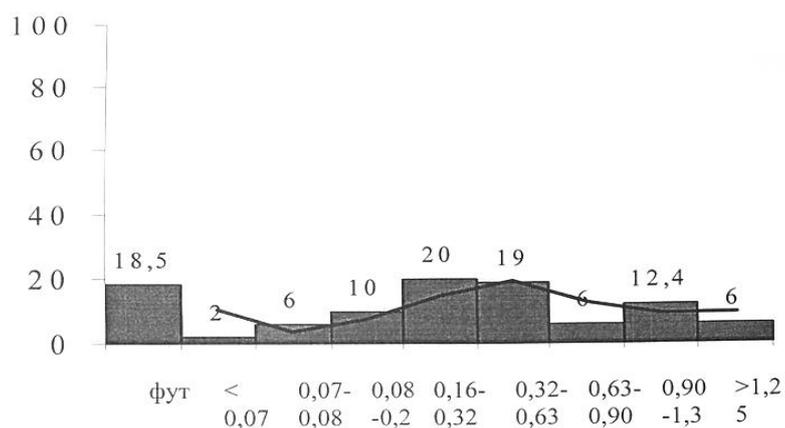


Рисунок 9 – Изменение размера частиц в зависимости от обработки в течение 15 мин при соотношении 1 / 4

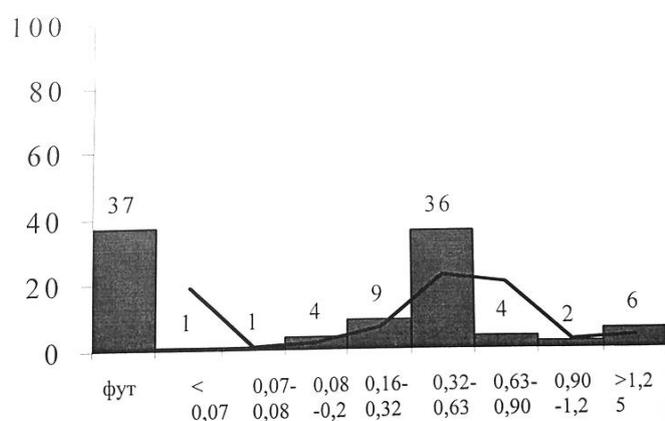


Рисунок 10 – Изменение размера частиц в зависимости от обработки в течение 20 мин при соотношении 1 / 4

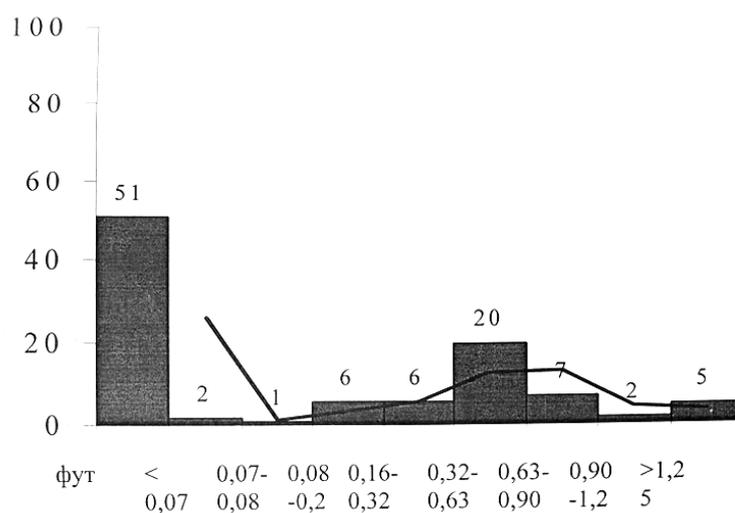


Рисунок 11 – Изменение размера частиц в зависимости от обработки в течение 25 мин при соотношении 1 / 4

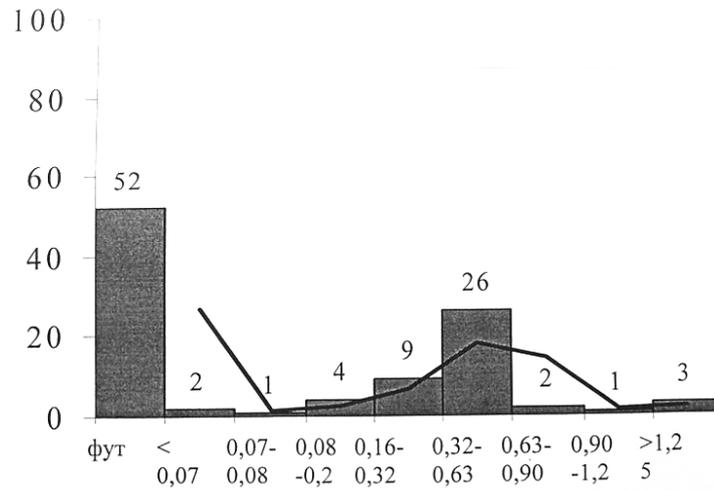


Рисунок 12 – Изменение размера частиц в зависимости от обработки в течение 30 мин при соотношении 1 / 4

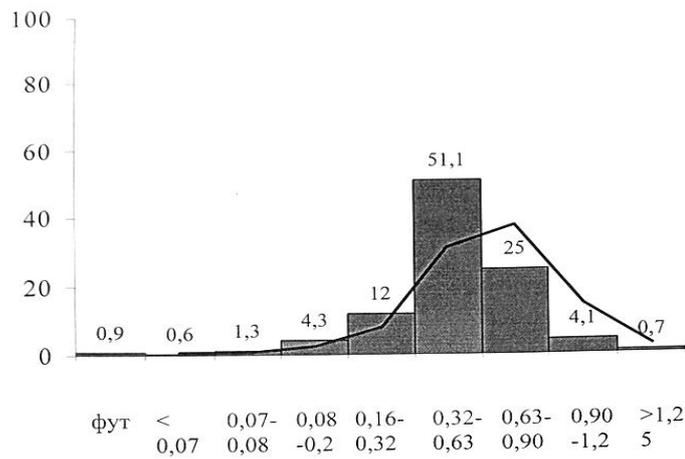


Рисунок 13 – Изменение размера частиц в зависимости от обработки в течение 5 мин при соотношении 1 / 2

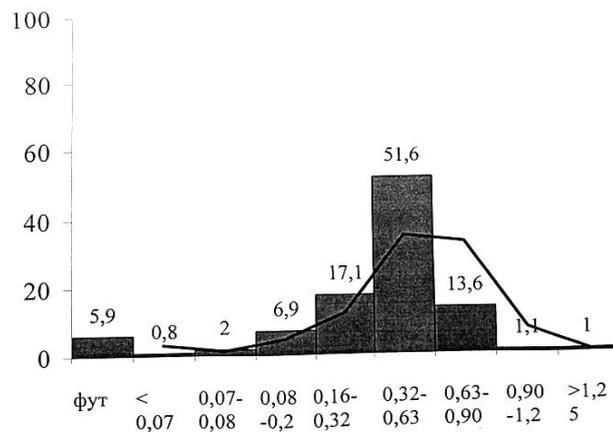


Рисунок 14 – Изменение размера частиц в зависимости от обработки в течение 10 мин при соотношении 1 / 2

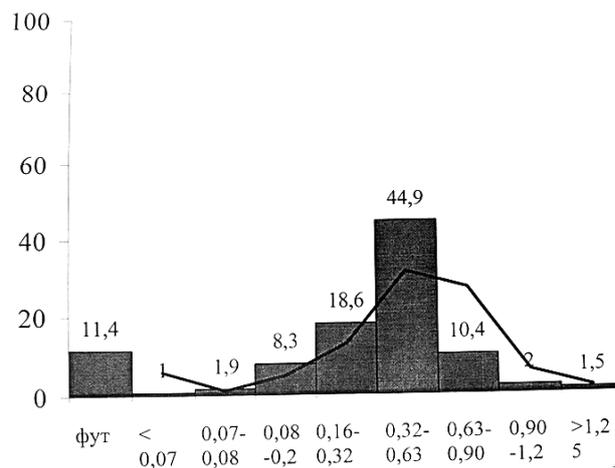


Рисунок 15 – Изменение размера частиц в зависимости от обработки в течение 15 мин при соотношении 1 / 2

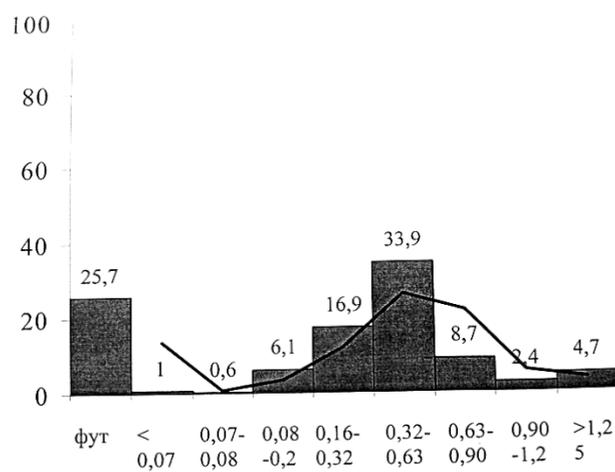


Рисунок 16 – Изменение размера частиц в зависимости от обработки в течение 20 мин при соотношении 1 / 2

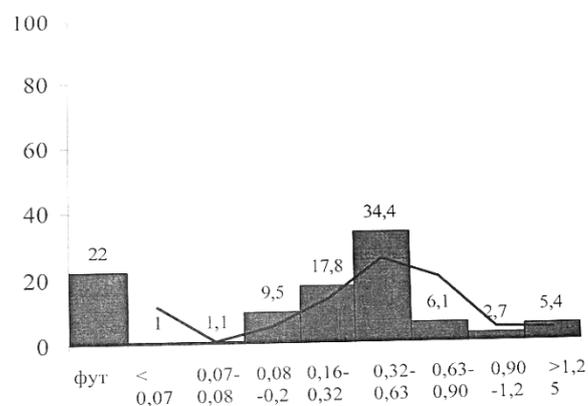


Рисунок 17 – Изменение размера частиц в зависимости от обработки в течение 25 мин при соотношении 1 / 2

Важное значение при механической обработке имеет скорость мелющего тела. Теоретическое значение скорости его в момент отрыва от стенки барабана под углом 180° или близким к нему (наиболее часто реализующаяся ситуация в мельницах планетарного типа) составляет:

$$\vartheta = \vartheta_1 + \vartheta_2 = 2\pi[\omega_1(R_1 + R_2) + \omega_2 R_2], \quad (2)$$

где ω_1, ω_2 - число оборотов вокруг общей оси и планетарной оси соответственно;

R_1, R_2 - радиусы общего и планетарного вращений.

Выражая (ϑ) через характеристики мельницы, получим

$$\vartheta = 2\pi\omega_1 R_1 [k + (m + 1)], \quad (3)$$

где k - кинетический фактор $= \omega_2/\omega_1 = -1,7$ (k принимает отрицательное значение т.к. в мельнице противоположное направление векторов скоростей относительного и собственного вращения барабанов);

m - геометрический фактор $m = l_1/l_2 = 2,3$;

n_1 - критическое число оборотов центробежной мельницы:

$$n_1 = 0,8N \sqrt{R_1/R_2}; \quad (4)$$

n_2 - критическое число оборотов центробежной мельницы в условиях ее работы как шаровой:

$$n_2 = 32/\sqrt{D}; \quad (5)$$

Эти параметры использовались нами при математическом моделировании процесса механической обработки в центробежно-планетарной мельнице.

На рисунке 18 показан активированный порошок силумина, полученный из стружки отработанного поршня двигателя автомобиля. Футерованный слой на стенках сосуда и шарах минимальный (0,9 %) при соотношении массы стружки к массе шаров 1 к 2 при 5 минутном механическом воздействии.



а

Рисунок 18 – Порошок из силумина

2.3 Моделирование ударно-фрикционного взаимодействия мелющих тел и обрабатываемого материала

2.3.1 Расчет процесса механической активации силуминов в центробежно-планетарной мельнице

Расчет параметров взаимодействия мелющих тел (шаров) и обрабатываемых материалов в планетарно-центробежной мельнице проводился с использованием упругих постоянных твердых тел.

В отличие и специфике механохимических процессов от термических, радиационных и других способов проведения твердофазных реакций фактор времени (t) является определяющим наряду с традиционными давлением (p) и температурой (T). На основе построенной модели взаимодействия мелющих тел и обрабатываемого вещества рассчитать среднее и максимальное давления.

При построении расчетной модели планетарно-центробежной мельницы использованы следующие параметры:

1) Скорость ударного воздействия шаров радиуса R на обрабатываемое вещество задается некоторым набором размерных и безразмерных величин частот колебаний ω_k и линейных размеров мельницы l_m так, что $W = W(\omega_k, l_m)$, причем $l_m > R$.

2) Достигается некоторое квазиравновесное распределение по дисперсности измельчаемых частиц, описываемая некоторыми средними радиусами R_i ($i = 1, 2, \dots, j, \dots$ - число компонентов обрабатываемого вещества).

3) Имеет место явление самофутеровки стенок барабана мельницы и шаров с толщиной футерованного слоя δ .

Отношение массы шаровой загрузки (M) и стружки (M₁) составляло M + M₁ = 200 + 100 = 300 г (экспериментально определенное оптимальное соотношение массы шаров к массе обрабатываемого материала);

- радиус шаров $R \approx 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$;
- плотность стальных шаров
- число шаров $N = M / \rho (= 3M / (4\pi R^3 \rho)), N \approx 100$;

$$\text{суммарная поверхность } \Pi = 4\pi R^2 N \approx 320 \text{ см}^2$$

относительная скорость (W) соударения шара со стенкой барабана мельницы, моделируемая плоским слоем ($R_1 \ll l_2$):

$$W = 2\pi\omega_1 l_2 [(k+1)^2 + m^2 - 2m(k-1)\cos\varphi + (m+1)^2]^{0.5},$$

где $\cos\varphi = -\frac{(1+k)}{m} \approx 0,3$ определяет угол отрыва шара от стенки, при этом нормальная составляющая скорости соударения шаров равна:

Исходные данные для расчета приведены в таблице 3.

Таблица 4 - Исходные данные для расчета ударно-фрикционного взаимодействия

Параметры	Мелющее тело (шар)	Алюминиевый сплав (стружка)
Плотность	$7,86 \cdot 10^3$	$2,7 \cdot 10^3$
Модуль Юнга (E), Па	$2,23 \cdot 10^3$	$0,71 \cdot 10^{11}$
Коэффициент Пуассона (ν)	0,29	0,349

При механической обработке стружки в ПЦМ происходит процесс самофутеровки стенок барабана и шаров. Базовые формулы выбраны для ударного взаимодействия футерованного шара с плоским слоем обрабатываемого оксида:

- максимальное нормальное давление в центре площади контакта $P_n, \text{ Па}$:

$$P_n = 1,5\rho^{0.2}\theta_1^{-0.8}W^{0.4} = 1,5 \cdot 7,86 \cdot 10^3 \cdot 2,7 \cdot 10^3 = 4,82 \cdot 10^9, \text{ Па} \quad (6)$$

- среднее давление на контакте (P_n), Па :

$$(P_n) = 1,0\rho^{0.2}\theta_1^{-0.8}W^{0.4} = 1 \cdot 2,23 \cdot 10^3 \cdot 0,71 \cdot 10^{11} = 3,22 \cdot 10^9, \text{ Па} \quad (7)$$

Таблица 5 - Параметры взаимодействия на ударно-фрикционном контакте

Параметры	Расчетные значения
Макс, нормальное давление P_n , Па	$4,82 \cdot 10^9$
Среднее давление (P_n), Па	$3,22 \cdot 10^9$

Оценка импульса давления в локальных зонах механического воздействия шара на частички алюминиевого сплава позволила предсказать специфику механохимических реакций в обрабатываемых системах.

2.3.2 Исследование степени активации алюминиевых сплавов

Волюметрический метод применяли для определения степени активации порошков силумина в зависимости от форм мелющих тел. Волюметрия - это объемный анализ, в котором измеряют объем газов при определенном давлении и температуре. Метод основан на анализе объема водорода, образующегося при взаимодействии металла с щелочью. Объем газа, собранного над водой или водными растворами солей, приводится к нормальным условиям по формуле:

$$V_0 = V \cdot F \quad (9)$$

где V - измеренный объем газа,

F - фактор приведения объема газа к нормальным условиям.

Содержание газа в анализируемом веществе вычисляют по формуле:

$$X = \frac{V_0 \cdot d \cdot 100}{a} \text{ вес. \%} \quad (10)$$

где V_0 - объем газа при нормальных условиях в л,

B - вес 1л газа при нормальных условиях в г,

a - навеска анализируемого вещества в г.

Измеряемый газ H_2 - определяемое вещество силумин

Определена степень активации силуминов в зависимости от продолжительности механической обработки по изменению размеров кристаллитов с использованием рентгенофазового анализа (рисунок 19).

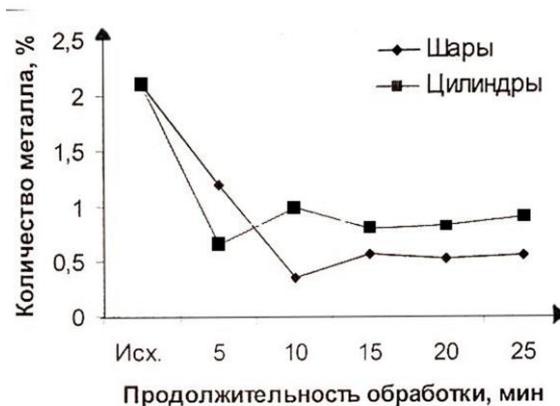


Рисунок 19 – Изменение степени активации силумина от продолжительности механической обработки

Степень активации незначительно выше при использовании шаров в качестве мелющих тел, чем конусов и цилиндров.

После механической обработки длительностью 5 минут для конусов и цилиндров и 10 минутной для шаров количество металлической фазы значительно снижается, что возможно связано с увеличением взаимной растворимости компонентов. Данные предположения требуют дальнейших экспериментов и исследованию поверхностных слоев частиц силумина.

Определена степень активации силуминов в зависимости от продолжительности механической обработки по изменению размеров кристаллитов с использованием рентгенофазового анализа (рисунок 20). Данные рентгенофазового анализа подтверждают, что механическая обработка продолжительностью 5 — 10 минут наиболее оптимальная для силуминов.

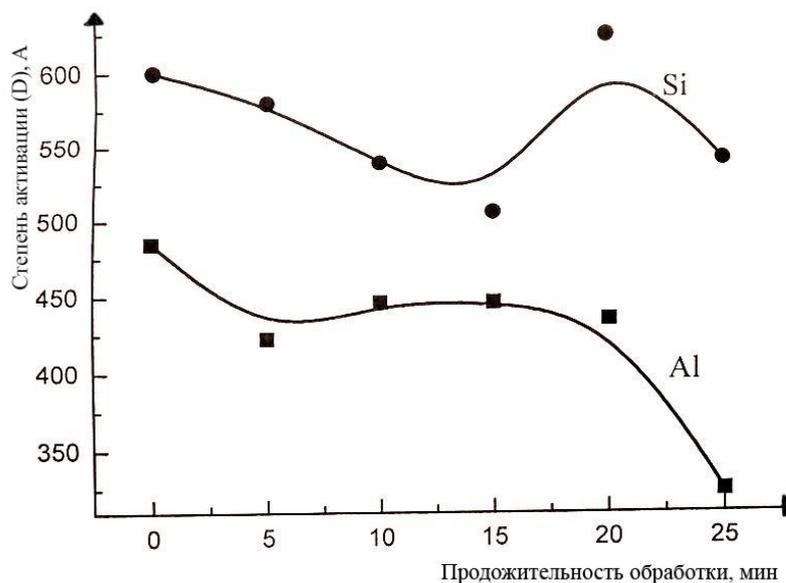


Рисунок 20 – Изменение степени активации силумина от продолжительности обработки

Активация более хрупкой и твердой составляющей (кремния) и более пластичной и мягкой (алюминия) значительно отличается, что возможно использовать в дальнейшем для разделения фаз.

2.4 Горение предварительно активированных алюминиевых сплавов

2.4.1 Горение твердых веществ, образующих твердые продукты

Разновидности горения отличаются агрегатным состоянием реагентов и продуктов, режимами протекания реакций горения в пространстве и во времени, механизмом химических реакций и сопутствующими явлениями физико-химических превращений и переноса тепла и вещества. Наиболее исследовано горение газов с газообразными продуктами реакции, взрывчатых веществ и ракетных топлив. Одним из активно развивающихся направлений является твердопламенное горение. Горение в системе твердофазных реагентов (смеси порошков) приводит к образованию твердофазных промежуточных и конечных продуктов. Твердые вещества реагируют друг с другом в месте контакта. Если при этом образуются твердые продукты, то они образуют барьерный слой, который разделяет реагенты. Дальнейшее взаимодействие реагентов происходит путем их диффузии через растущий барьерный слой с убывающей во времени скоростью. Медленные, автотормозящиеся реакции после их локального инициирования в некотором объеме могут сосредотачиваться в зоне и протекать в быстрых режимах распространения волны горения.

При самораспространяющемся высокотемпературном синтезе (СВС) одной из важнейших стадий является твердопламенное горение. Оно осуществляет первичные химические связи между реагентами. После прохождения волны обычно продолжаются не относящиеся к категории объемные физико-химические процессы, определяющие окончательный состав и структуру продуктов.

СВС характеризуется высокой температурой (1500-4000 °С) и большой скоростью распространения фронта горения (0,5-15 см/с). В основе СВС лежит реакция экзотермического взаимодействия двух или нескольких химических элементов, соединений, протекающая в режиме направленного горения. Процесс осуществляется в тонком слое смеси исходных реагентов после локального инициирования реакции и распространяется по всей системе благодаря теплопередаче от горячих продуктов «не нагретым» исходным веществам.

Термодинамический расчёт реакции $2Al + Cr_2O_3 = 2Cr + Al_2O_3$ был выполнен с помощью программы HSC Chemistry компании Outokumpu Technology Engineering.

Таблица 5 - Термодинамический расчёт реакции
 $2Al + Cr_2O_3 = 2Cr + Al_2O_3$

T	deltaH	deltaS	deltaG	K	Log(K)	Столбец1
C	kcal	cal/K	kcal			
400,000	-130,837	-13,309	-121,878	3,742E+039	39,573	
500,000	-131,008	-13,546	-120,536	1,189E+034	34,075	
600,000	-131,208	-13,789	-119,168	6,767E+029	29,830	
700,000	-136,489	-19,451	-117,560	2,534E+026	26,404	
800,000	-136,523	-19,485	-115,613	3,522E+023	23,547	
900,000	-136,467	-19,436	-113,666	1,503E+021	21,177	
1000,000	-136,317	-19,314	-111,728	1,517E+019	19,181	
1100,000	-136,069	-19,126	-109,806	3,007E+017	17,478	
1200,000	-135,716	-18,879	-107,905	1,022E+016	16,010	
1300,000	-135,252	-18,574	-106,032	5,391E+014	14,732	
1400,000	-134,671	-18,217	-104,192	4,082E+013	13,611	
1500,000	-133,967	-17,808	-102,390	4,180E+012	12,621	
1600,000	-133,135	-17,352	-100,632	5,523E+011	11,742	
Formula	FM	Conc.	Amount	Amount	Volume	
	g/mol	wt-%	mol	g	l or ml	
Al	26,982	26,202	2,000	53,963	19,986	ml
Cr2O3	151,990	73,798	1,000	151,990	29,117	ml
	g/mol	wt-%	mol	g	l or ml	
Cr	51,996	50,493	2,000	103,992	14,463	ml
Al2O3	101,961	49,507	1,000	101,961	25,715	ml

2.4.2 Особенности горения предварительно активированных систем

Исследовано влияние механической активации отдельно силумина и оксида хрома, а также совместно активированной системы на последующий алюминотермический процесс. Высокие температуры и давления в локальных областях контакта при обработке силумина с оксидом хрома в мельнице теоретически обоснованы моделью ударно-фрикционного взаимодействия. Рассчитанные условия существования областей локальных разогревов, возникающих в местах контакта между самофутерованным мелющим телом и частицами оксида переходного металла при их механической обработке показывают возможность протекания твердофазных реакций на поверхности частиц уже в процессе обработки.

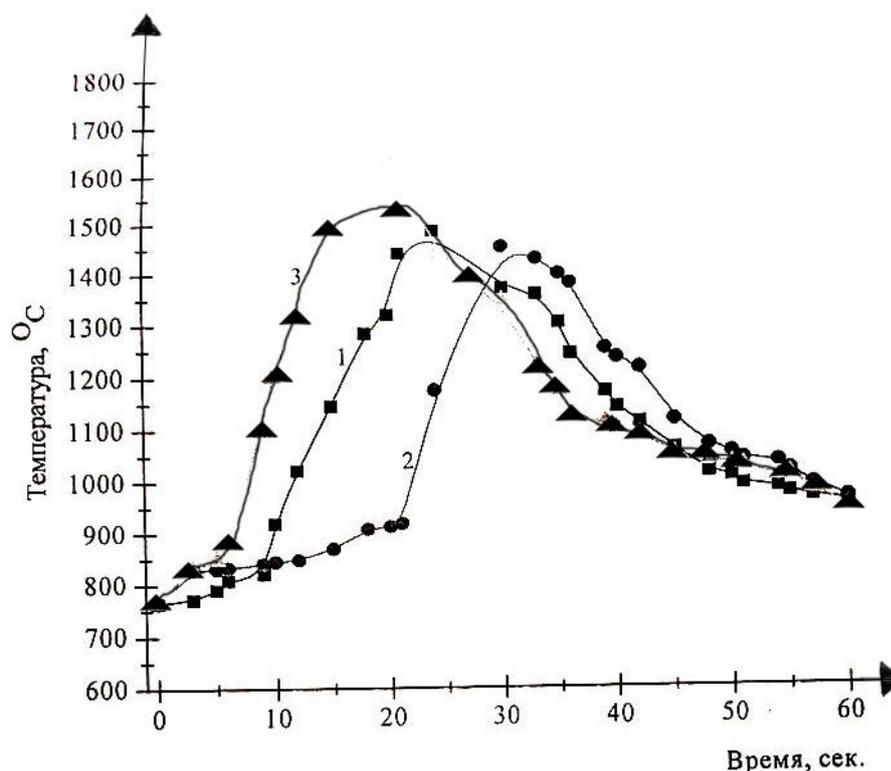


Рисунок 21 – Профили волны горения системы силумин – оксид хрома:
 1 – 15,5 %; 2 – 20,5 %; 3 – 25,5 % силумина

Из механически обработанных порошков прессовали образцы на лабораторном прессе марки "Carver" при усилии 5 т размерами: $4,5 \times 2,5 \times 1,0$ см и диаметром $2,0 \times 1$ см. Скорость горения в исследуемых образцах определяли по стандартной методике, впредсывая на определенном расстоянии по две хромель-алюмелевые термопары, соединенные с осциллографом. Для записи температурного профиля волны горения использовали вольфрам-рениевые термопары, отличающиеся высокой чувствительностью в интервале температур 2000-3000К. Температуру горения определяли инфракрасным термометром марки «JLTIMAX». Синтез проводили в электрической лабораторной печи СНОЛ. Анализ продуктов синтеза проводили на дифрактометре «Дрон-4М» в излучении $Co-K_{\alpha}$. Эксперименты показали положительную роль совместной активации силумина и оксида хрома. Разрушение оксидной пленки силумина при обработке, увеличение площади контакта и повышение теплопроводности стимулирует самовоспламенение образцов при температуре печи 800 - 850 °С. Сняты профили волны горения образцов с различным содержанием силумина. Это предварительные данные по горению, которые требуют дальнейшего анализа и обработки, но основной результат заключается в том, что порошок силумина можно предложить в качестве восстановителя в процессах алюмотермии.

3 Экономическая часть

Для того, чтобы рентабельность составила 10 %, экономический эффект должен составлять:

$$\mathcal{E}_0 = (З + А) \cdot 0,1 \cdot (2/12). \quad (11)$$

Так как работа проводилась в течение 2 месяцев, то экономический эффект будет равен:

$$\mathcal{E}_0 = З + C_{п} \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1 + e) \cdot (2/12). \quad (12)$$

Экономический эффект данной работы составляет:

$$\mathcal{E}_0 = 268228 + 200000 \cdot 1,08 \cdot 0,33 \cdot (1 + 0,1) \cdot (2/12) = 281296 \text{ тг.}$$

Тогда 10 % рентабельности производства экономический эффект составит:

$$\mathcal{E}_0 = (З + C_{п} \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1 + e) \cdot (3/12)) \cdot 0,1; \quad (13)$$

$$\mathcal{E}_0 = (268228 + 200000 \cdot 1,08 \cdot 0,33 \cdot (1 + 0,1) \cdot (2/12)) \cdot 0,1 = 28129,6 \text{ тг.}$$

Таким образом, экономический эффект научно – исследовательской работы определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_0 = З + C_{п} \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1 + e)^2 \cdot (2/12); \quad (14)$$

$$\mathcal{E}_0 = 268228 + 200000 \cdot 1,08 \cdot 0,33 \cdot (1 + 0,1)^2 \cdot (2/12) = 282602 \text{ тг.}$$

Тогда 10 % рентабельности производства на второй год экономический эффект составит:

$$\mathcal{E}_0 = (З + C_{п} \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1 + e)^2 \cdot (2/12)) \cdot 0,1; \quad (15)$$

$$\mathcal{E}_0 = (268228 + 200000 \cdot 1,08 \cdot 0,33 \cdot (1 + 0,1)^2 \cdot (2/12)) \cdot 0,1 = 28260 \text{ тг.}$$

Таким образом, экономический эффект НИР при 10 % рентабельности на второй год составит:

$$282602 + 28260 = 310862 \text{ тг.}$$

Срок окупаемости проекта рассчитываем по формуле:

$$T = \frac{K}{U}, \quad (16)$$

где K – годовая стоимость оборудования;
 U – изменение себестоимости;

$$T = 200000 / 80757 = 2,5 \text{ года.}$$

Таким образом, срок окупаемости проекта составит 2,5 года.

Технико – экономические показатели.

На основании рассчитанных данных составим таблицу основных технико-экономических показателей (таблица 6), характеризующих данную научно - исследовательскую работу.

Таблица 6 - Технико-экономические показатели

Показатели	Значения
Капитальные затраты на оборудование, тг	200000
Затраты на исследования, тг	268228
Заработная плата и начисления, тг	266000
Накопления на исследования, тг	71412
Накопления на исследования за 1 год, тг	78408
Накопления на исследования за 2 год, тг	86408
Стоимость проекта, тг	339640
Стоимость проекта за 1 год, тг	346781
Стоимость проекта за 2 год, тг	354636
Срок окупаемости, года	2,5
Экономическая эффективность исследовательской работы при 10 % рентабельности за первый год, тг	28130
Экономическая эффективность исследовательской работы при 10 % рентабельности за второй год, тг	28260

4 Безопасность и охрана труда

Работа в лаборатории неизбежно связана с рядом опасных и вредных факторов, поэтому организации безопасного труда уделяется особое внимание.

К работе в лаборатории допускаются лица, прошедшие медицинское освидетельствование и инструктаж по технике безопасности.

Вдыхание вредных веществ – наиболее распространенная опасность в лабораторной практике. Особую опасность представляет вдыхание невысоких, часто неощутимых по запаху концентраций токсических веществ, а также мелкодисперсных систем в течение длительного времени, что приводит к хроническим заболеваниям .

К опасным производственным факторам при работе в лаборатории могут быть отнесены электрические установки и различные химические реактивы.

Общественная профилактика:

- создание здоровых и безопасных условий труда и быта на производстве, на рабочем месте.
- медицинская профилактика - комплекс мер, реализуемых через систему здравоохранения, в т. ч.:
- разработка и реализация государственной политики по охране труда и здоровья работников;
- соблюдение гигиенических нормативов и регламентов, обеспечивающих безопасность производственных процессов;
- предварительные (при поступлении на работу) и профилактические (периодические) медицинские осмотры с учетом общих противопоказаний, индивидуальной чувствительности, прогностических рисков развития заболеваний;
- нормализация санитарно-гигиенических и психофизиологических условий труда;
- рациональное использование средств коллективной защиты и средств индивидуальной защиты;
- совершенствование лечебно-профилактической, экспертной и реабилитационной медицинской помощи пострадавшим на производстве;
- обучение администрации и работников организаций (предприятий) основам медицинских знаний, способам сохранения здоровья на рабочем месте;

Расследованию и учету производственных травм подлежат несчастные случаи, происшедшие на производстве с работниками и другими лицами при выполнении ими трудовых обязанностей и работы по заданию организации или индивидуального предпринимателя.

Цель проведения эксперимента: разработка способа получения порошка из металлической стружки сплава, обладающего повышенной твердостью, с целью утилизации отработанных поршней двигателей внутреннего сгорания. Объектом исследования являлись алюминиевые сплавы – силумины. Всего было проведено 11 опытов.

Для выполнения работ применялось электрооборудование, при работе с которым существует опасность поражения электрическим током и возникновение пожара. Для предотвращения электропоражения проводят заземление электрических приборов и изолируют от прикосновения открытые части приборов. Для предотвращения пожаров электроприбор помещается вдали от горючих, легковоспламеняющихся предметов и веществ. Также существует опасность попадания химических веществ через рот. Прием пищи и хранение пищевых продуктов в рабочем помещении недопустимо.

Организационные мероприятия.

В «Институте Проблем Горения», принята пятидневная рабочая неделя при восьмичасовом рабочем дне. Выполнение требований по охране труда в Институте Проблем Горения, осуществляют: директор, инструктор по технике безопасности и заведующий лабораторией института.

Организация производственных процессов и научно – исследовательских работ в соответствии с правилами безопасности, санитарными нормами, инструкциями, положениями и законодательными актами по охране труда возлагается на руководителей структурных подразделений, их заместителей и помощников, руководителей тем, начальников участков, мастеров и инженера по технике безопасности. Ответственность за полное и правильное решение вопросов охраны труда возлагается на руководителей отделов, лабораторий и главного инженера. Координацию работы по вопросам охраны труда внутри Института Проблем Горения осуществляет старший инженер по технике безопасности.

Вводный инструктаж проводит инженер по охране труда со всеми принимаемыми на работу, а также командированными учащимися и студентами, прибывшими на практику, о чём делается соответствующая запись в специальном журнале с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего.

Поведение первичного, вторичного и внепланового инструктажей фиксируется датой и подписью инструктирующего в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте, а текущего – в наряде допуске.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом работы является получение дисперсных активированных порошков силумина. Исходным сырьем служили отработанные поршни автомобилей.

Дисперсные активированные порошки были получены при механической обработке стружки в высоконапряженной центробежно-планетарной мельнице. Изучено влияние формы мелющих тел на степень активации порошков. Отмечено, что при механической обработке важен не только вид воздействия (удар, истирание), но и частота соударения мелющих тел.

Определены оптимальные режимы механической обработки материалов в центробежно-планетарной мельнице. В результате проведенного математического моделирования получены оптимальные условия проведения процессов механической обработки алюминиевых сплавов.

Проведен расчет параметров центробежно-планетарной мельницы и данные расчеты использованы при математическом моделировании ударно-фрикционного взаимодействия на контакте мелющих тел и обрабатываемого материала. Определена степень активации силуминов в зависимости от продолжительности механической обработки по изменению размеров с использованием рентгенофазового анализа и валюметрическим методом.

Было показано, что механическая активация силуминов оказывают активизирующее действие на последующее алюминотермическое горение системы.

Технико-экономическая оценка работы показала, что срок окупаемости процесса составляет 2,5 лет, экономический эффект при 10 % рентабельности работы по результатам первого года 28130 тенге, по результатам второго года 28260 тенге.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Алюминиевый сплав в английской википедии. (англ.).
- 2 Порошковая металлургия. Материалы, технология, свойства, области применения. Справочник. Киев,- Наукова Думка,-1995,- 624 с.
- 3 Виноградов Г.А., Радомысельский И.Д. Прессование и прокатка металлических порошков. М.: Машгиз,- 1983,- 200 с.
- 4 Шеламов В.В., Литвенцев А.И. Физико-химические основы производства полуфабрикатов из спеченных алюминиевых порошков. М.: Металлургия,- 1985.
- 5 Андриевский Р.А. Анализ информации в области порошковой металлургии. / Порошковая металлургия, 1992, № 8, С.96-101.
- 6 http://edu.dvgups.ru/METDOC/GDTRAN/NTS/ТЕН_MET1.htm.
- 7 <http://chem21.info/info/2118/>.
- 8 <https://ru.wikipedia.org/wiki/Силумин>.
- 9 Фиргер И. В. Термическая обработка сплавов. – Л: Машиностроение, 1989. - С. 332.
- 10 Подергин В.А. Металлотермические системы. М.: Металлургия, 1992,-272 с.
- 11 Аввакумов Е.Г. Механические методы активации химических процессов. – Новосибирск: Наука, 1996. – 205 с.
- 12 Болдырев В.В., Аввакумов Е.Г., Логвиненко А.Т. и др. Эффективность измельчительных аппаратов для механического активирования твердых тел / В кн.: Обогащение полезных ископаемых. – Новосибирск. – 1997. – С. 5 – 13.