

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
 Отделение школы (НОЦ) – Автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ РУДЫ И ВОДЫ НА МЕЛЬНИЦУ МЕДНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ

УДК 004.896-048.35:621.926:622.7.012

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Абдурашитов Энвер Ислямович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Ефимов С. В.	К.Т.Н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суханов А. В.	К.Х.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Конотопский В. Ю.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Мезенцева И. Л.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП ИШИТР	Воронин А. В.	К.Т.Н., доцент		
Руководитель ОАР ИШИТР	Леонов С. В.	К.Т.Н.		

Планируемые результаты обучения по ООП
15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств. Уметь сочетать теорию, практику и методы для решения инженерных задач, и понимать область их применения
P2	Быть в курсе передового отечественного и зарубежного опыта в области теории, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств
P3	Применять полученные знания для определения, формулирования и решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных систем автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно-технических знаний и достижений мирового уровня, современных средств и программного обеспечения
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие аналитические методы и методы проектирования систем автоматизации технологических процессов и обосновывать экономическую целесообразность решений
P5	Уметь находить необходимую литературу, базы данных и другие источники информации для автоматизации технологических процессов и производств
P6	Уметь планировать и проводить эксперименты, интерпретировать данные и использовать их для ведения инновационной инженерной деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств
P7	Возможность выбора и использования соответствующего программного и аппаратного обеспечения, оборудования и инструментов для решения задач автоматизации технологических процессов и производства
<i>Универсальные компетенции</i>	
P8	Владение иностранным языком на уровне, позволяющем работать в международной среде с пониманием культурных, языковых и социально-экономических различий
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за риски и работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации технологических процессов и производств, демонстрировать готовность следовать профессиональной этике и нормам
P10	Обладать широкой эрудицией, включающей знание и понимание современных социально-политических проблем, безопасности и здоровья работников, правовых аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияние инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду
P11	Понимать необходимость и уметь учиться и совершенствовать свои навыки в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Уровень образования – бакалавриат

Отделение школы (НОЦ) – Автоматизации и робототехники

Период выполнения – весенний семестр 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2019 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Основная часть	60
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Ефимов Семён Викторович	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Зав. кафедрой	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин Александр Васильевич	к.т.н.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
 Отделение школы (НОЦ) – Автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

 (Подпись)

 (Дата)

Воронин А.В.
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ **на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т41	Абдурашитов Энвер Ислямович

Тема работы:

Модернизация автоматизированной системы подачи руды и воды на мельницу медно-обогатительной фабрики	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 26.03.2019 г., за №2344/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2019 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	1. Объект исследования комплекс измельчения. 2. Режим работы – непрерывное производство. 3. Вид сырья – помол исходной руды. 4. Требования – автоматизировать процесс замера качества помола.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Процесс ручного замера качества помола. 2. Спроектирована автоматизированная система подачи руды и воды на мельницу. 2. Сконструирована схема внешних проводок. 3. Выбор оборудования. 4. Разработан алгоритм управления. 5. Произведены расчеты переходного процесса. 6. Разработана математическая модель процесса дробления.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Структурная схема. 2. Функциональная схема. 3. Схемы внешних проводок.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Техническая часть	Ефимов Семён Викторович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Конотопский Владимир Юрьевич
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	26.03.2019 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Ефимов Семён Викторович	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Абдурашитов Энвер Ислямович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т41	Абдурашитов Энвер Ислямович

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04, «Автоматизация технологических процессов и производств»

Тема ВКР:

Модернизация автоматизированной системы подачи руды и воды на мельницу медно-обогатительной фабрики	
Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих.	Оклады участников проекта, ставки налоговых отчислений во внебюджетные фонды, районный коэффициент. Ставка НДС – 20 %. Ставка социального налога – 30 %.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов.	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования.	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение назначения объекта и определение целевого рынка, анализ конкретных технических решений.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование этапов работ, составление графика работ, бюджет проведения работ.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка эффективности проекта.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	
1. Анализ конкурентных технических решений. 2. График проведения НИ.	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.03.2019 г.
--	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Конотопский Владимир Юрьевич	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Абдурашитов Энвер Ислямович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3–8Т41	Абдурашитов Энвер Ислямович

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04, «Автоматизация технологических процессов и производств»

Тема ВКР:

Модернизация автоматизированной системы подачи руды и воды на мельницу медно-обогатительной фабрики	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	1. Объект исследования выступает АО «Алмалыкский ГМК». 2. Рабочим местом является помещение диспетчерской. 3. Диспетчерская рабочая зона является местом управления персональным компьютером, который производит мониторинг за технологическим процессом всего производства. 4. Технологический процесс, представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров. Здание, в котором находится диспетчерская, расположена на территории промышленной площадки МОФ АО «АГМК».
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	1. Основополагающими нормативными документами на производстве являются Конституция РУз, Трудовой кодекс РУз, законы и нормы, принятые в Республике Узбекистан для обеспечения правовой и организационной безопасности для работников промышленности. 2. Применяется ряд нормативно-технических документации: - Стандарты в области безопасности труда (ССБТ - система стандартов безопасности труда); - Санитарные нормы по различным аспектам условий труда; - Строительные нормы и правила (СНиП); - Отраслевые нормы и правила по ОТ, которые учитывают особенности труда в данной отрасли; - Инструкции по ОТ, разрабатываемые для каждой профессии или для определённого вида работ.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	1. Основными вредными факторами производственной среды, которые могут возникнуть на рабочем месте, являются: - недостаточная освещённость рабочей зоны; - электромагнитное излучение. 2. Основным проявлением и наиболее опасным из факторов производственной среды, которые могут возникнуть на рабочем месте, является: - электрический удар током (источником является ПК, пульт управления); - пожар (на подготавливаемый газ, который является взрывоопасным веществом).
3. Экологическая безопасность:	1. Воздействий на атмосферу, литосферу, гидросферу не производит.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	1. Чрезвычайная ситуация, которая может возникнуть на рабочем месте, является возникновение пожара. 2. Возможные ЧС на промышленном объекте: - пожар; - взрыв. 3. Наиболее типичной ЧС на промплощадке МОФ АО «АГМК» является взрыв.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.03.2019 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3–8Т41	Абдурашитов Энвер Ислямович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа рассмотрена на 104 страницах печатного текста, состоит из: 29 рисунков, 25 таблиц, 32 формул, 36 источников использованной литературы.

Ключевые слова: мельница, технологический процесс производства, гидроциклон, флотация, обогащение, датчики, схемы автоматизации и алгоритм управления.

Объектом исследования является одно из основных структурных подразделений АО «Алмалыкского горно-металлургического комбината» (далее – АГМК), – ведущее звено технологической цепочки производства медно-обогатительная фабрика (далее – МОФ).

Цель работы – модернизация АСУ подачи руды и воды на шаровые мельницы для улучшения качества помола исходной руды и получение эффективности при обогащении методом флотации что позволит обеспечить повышение технико-экономических показателей в комплексе мельница – гидроциклон на МОФ, АО «АГМК».

В процессе исследования рассматривается комплекс измельчения, как объект управления промышленного производства.

В результате исследования проводится анализ управляющими переменными, а также анализируются функции АСУ комплекса дробления.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: математическая модель, алгоритм оптимального управления, структурная схема, функциональная схема, схема внешних проводок процесса автоматизации.

Степень внедрения: установка датчика гранулометра ПИК-074П на мельнице МОФ, позволит нам автоматизировать процесс замера помола, тем самым исключить более длительный процесс ручного замера помола и получить экономический эффект и минимальный срок окупаемости.

Содержание

Введение	12
1 Обоснование работы	15
2 Теоретическая часть. Аналитический обзор процесса измельчения руды	17
2.1 Основные вопросы процесса измельчения.....	17
2.1.1 Характеристика технологического оборудования дробильного комплекса	20
2.1.2 Теоретические аспекты процессов дробления. Типы мельниц	21
2.1.3 Определение и составные части мельницы шарового типа с центральной загрузкой (МШЦ).....	29
2.1.4 Обзор и характеристика гидроциклона.....	33
3 Техническая часть. Модернизация по улучшению эффективности работы технологического процесса	37
3.1 Изыскание комплекса измельчения, как управление объектом.....	37
3.2 Анализ управляющих переменных	38
3.3 Описание технологического процесса АСУ комплекса измельчения.....	40
3.4 Системное управление комплексом измельчения	41
3.5 Рекомендации АСУ на дробильно-измельчительном комплексе	42
3.6 Составные элементы АСУ дробильно-измельчительного комплекса.....	47
3.7 Функции АСУ измельчительным комплексом	47
3.7.1 Функция сбора и обработки информации	47
3.7.2 Функция обмена информацией между подсистемами АСУ	48
3.7.3 Функция ввода, отображения и хранения информации.....	48
3.7.4 Управляющие функции	48
3.8 Построение математической модели измельчительного комплекса	49
3.9 Понятия исследования процесса дробления с помощью построения математической модели и систем управления комплекса дробления	55
3.10 Составление алгоритмического обеспечения АСУ ТП.....	59
3.11 Исследование объекта	62
3.12 Описание работы функциональной схемы автоматизации «мельница- гидроциклон»	64
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	73

4.1 Организация и планирование работ	73
4.1.1 Продолжительность этапов работ	74
4.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	77
4.2.1 Расчет затрат на материалы	78
4.2.2 Расчет заработной платы	78
4.2.3 Расчет затрат на социальный налог	78
4.2.4 Расчет затрат на электроэнергию	79
4.2.5 Расчет амортизационных расходов	79
4.2.6 Расчет расходов, учитываемых непосредственно на основе платежных (расчетных) документов (кроме суточных)	80
4.2.7 Расчет прочих расходов	80
4.2.8 Расчет общей себестоимости разработки	80
4.3 Оценка экономической эффективности проекта	81
4.3.1 Расчет эффективности от предложенных мероприятий по внедрению датчиков	82
4.3.2 Определение срока окупаемости инвестиций	83
5 Социальная ответственность	84
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	85
5.2 Производственная безопасность	87
5.2.1 Анализ по выявлению вредных факторов производственной среды	88
5.2.2 Анализ опасных факторов производственной среды	92
5.3 Экологическая безопасность	94
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	95
Заключение	98
Список использованных источников	99
Приложение А Расчет готового класса в мельнице	102
Приложение Б Расчет математической модели процесса дробления	103
Приложение В Отчет о проверке ВКР на плагиат	104

Определения, обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

цапфа: Часть оси или вала, на которой находится опора в виде подшипника;

футеровка: Специальная обработка поверхностей от нежелательных повреждений: механических, физических, химических и термических;

галька: Мелкий окатыш, камешек, окатанные в разной степени обломки природных камней горных пород диаметром от одного до 15 см – галтованный камень;

ватерпас: Прибор для проверки горизонтального положения линии на плоскости, употр. в строительных, плотничных работах – уровень;

ТПИ – технологический процесс извлечения;

АСУ – автоматизированная система управления;

УАТ – управление автомобильным транспортом;

ФРРУ - фонд реконструкции и развития Узбекистана;

ГМ МШЦ – горная металлургия, мельница шаровая с центральной нагрузкой;

ВАЗМ – вибро-акустический анализатор загрузки мельниц;

АПК – аппаратно-программный комплекс;

ПЛК – программируемый логический контроллер;

ПО – программное обеспечение;

УАП – управление автоматизированным производством;

СИТ – служба информационных технологий;

АСУТП – автоматизированная система управления технологическим процессом.

Введение

В Республике Узбекистан важное место в рыночной экономике занимает горнорудное производство, добыча и производство цветных металлов. Горная добыча полезных ископаемых, стадия переработки сульфидных медно-молибденовых руд и комплексная первичная обработка медных руд, дает старт производства на медно-обогачительных фабриках комбината, которая соответствует международным нормам и стандартам качества готового продукта металлургического цеха, а также является неотъемлемой частью и важным этапом в технологической цепочке горнорудного производства в целом. В производстве обогащения руды, где широко получили применение энергоемкие и энергетические установки, наиболее сильными из которых отличаются мельницы мокрого самоизмельчения, работающие со спиральным классификатором в замкнутом цикле. На сегодняшний день наблюдается стремительный рост стоимости на энергоресурсы по сопоставлению с ценами на продукцию цветной металлургии, что ставит перед нами актуальными задачи максимальной производительности и перспективу развития горнорудного производства, а также более результативного использования ресурсов, в частности экономии электроэнергии.

Объектом исследования выступает один из ведущих флагманов и штурманов в цветной металлургии страны и Центральной Азии – горнодобывающее предприятие АО «Алмалыкский ГМК»

Требования к выполнению процесса измельчения руды в целом могут быть затруднены действиями неконтролируемых внешних воздействий или неких возмущений, иными осложняющими факторами являются вероятность перегрузов агрегата измельчения. В совокупности комплекс "мельница-классификатор" представляет собой достаточно примитивный и динамический объект, выход которого зависит от большего числа внешних факторов.

Неотъемлемый вклад внесли такие известные ученые России и Восточной Азии: А. Е. Троп, О. Н. Тихонов, В. В. Ронканен, В. И. Гудима, А. Я. Ситковский, О. С. Богданов, В. С. Процуто, В. С. Виноградов, В. Н. Кирпичев, Г.А. Хан и

другие, где проводили исследование в области металлургий и выявлению проблем энергетической оптимизации процесса измельчения [2, 5, 7, 10, 13].

Характер исследования проблемы в области наилучшего управления технологическими процессами производства на промышленных объектах или предприятиях посвящено очень много работ видных ученых, как зарубежных, так и отечественных: Р. Беллмана, Э. Джури, Р. Калмана, А. Г. Шварцмана, А. А. Фельдбаума, Н. И. Федунец, В. В. Солодовникова, Л. А. Бахвалова, Л. Д. Певзнера и многие другие [3, 4, 6, 8, 9, 11].

Проведенный анализ текущего состояния вопросов автоматизации в процессе измельчения, который показывает, что ещё не исчерпаны минимизации затрат электроэнергии и резервы максимизации производительности горнорудного производства. Подобным образом, наблюдается тенденция развития производства к возможности дефиниции оптимизации процессов дробления или измельчения руды.

Обогащение руды – стадия обрабатывания руды, целью которого является получение компонент полезного концентрата.

В совокупности процесс обогащения руды состоит из двух основных укрупненных стадий: рудоподготовка и собственное обогащение.

Рудоподготовкой называют процесс подготовительной стадией руды в силу, которого определяет не только последующее качество выхода готового продукта, но и технологию производства по обогащению руды. Основным и наиболее значимым процессом в рудоподготовке является стадия дробления руды или стадия измельчения руды, так как на данной стадии высвобождаются сросстки компонента полезного концентрата, где получают необходимую укрупненность для дальнейшего этапа обогащения или флотации, иными словами качество конечного продукта зависит от крупности в большей степени.

Для того, чтобы поддерживать стабильное и высокое качество выходного концентрата без потери производительности по исходной руде, где необходимо решить основную задачу этапа обогащения по достижению результата эффективного ведения процесса измельчения руды.

Стабилизация ручного управления и оптимизации процесса измельчения руды в первую очередь определены степенью профессиональной подготовки оператора-технолога, и это является фактором субъективности. В силу данного утверждения, и учитывая, что процессы измельчения характеризуют повышенные критерии ресурсопотребления, а также то, что поможет в обеспечении повышения производительности процессов производства с возможностью сохранения требуемых качественных характеристик выходного продукта и дополнительного уменьшения ресурсопотребления для автоматизации управления процессом измельчения руды/исходного сырья [1,2].

1 Обоснование работы

Целью обогатительных процессов производства, входящих в обогатительно-технологическую систему, является отделение минералов в основе которых лежат отличий в физических и физико-химических свойствах, и концентрирование полезного ископаемого.

Следовательно, эффективность флотации во многом определяется качеством и количеством выходного продукта, поступающего после измельчения руды или исходного сырья.

Измельчительный комплекс представляет собою производственные процессы измельчения руды или исходного сырья, который является примитивно-сложным технологическим процессом, характеризующим рядом технологических параметров и дополнительных условий к ним. Среди параметров наиболее существенным является объёмность загрузки мельниц. Объёмность загрузки мельниц определяется не только самим процессом измельчения руды и характеристик выходного продукта, но, а также является необходимым параметром, который позволяет контролировать режим работы дробильно-измельчительного комплекса, то есть его ход работы в стандартно-нормальном порядке без каких-либо перегрузок и недогрузок на мельницу.

Ранее отмечалось, что при ручном управлении измельчительным комплексом, эффективность ведения процесса определяется профессиональной подготовкой оператора, при этом не обеспечивается стабилизация и оптимизация параметров процесса во времени. В связи с тем, что одной из важнейших задач изучения процесса измельчения руды и построения систем управления ими является исследование путей для сокращения энергетических затрат. Однако стало известно, из предыдущих изысканий, что обеспечение потенциала работы дробильно-измельчительного комплекса с учетом минимизации затрат энергии на измельчение исходного материала, а также умение поддерживать установленный режим параметров и соблюдать ограничение дробильно-измельчительного комплекса, которое является

возможным только при достижении локальных критериев оптимизации ТПИ в самих мельницах.

При управлении комплексом от автоматизированной системы эти задачи решаются. Также, оснащение действующего комплекса оборудования автоматизированными системами управления приведет к повышению эффективности его работы за счет увеличения производительности и оперативности управления, улучшения условий труда.

Таким образом, есть необходимость введения АСУ на измельчительный комплекс, который можно обосновывать нижеследующими причинами:

- первая причина анализируемый дробильно-измельчительный комплекс обуславливает дальнейший процесс обогащения руды;
- вторая причина является – энергопотребление;
- третья причина происхождение замены ручного индивидуального управления.

Исходя из вышеперечисленного можно сформулировать задачу для данной выпускной квалификационной работы вытекающим образом – путем разработки автоматизированной системы управления технологическим дробильно-измельчительным комплексом (АСУ), обеспечивающую получение заданного количества материала готового класса.

Основной целью выпускной квалификационной работы является повышение технико-экономических показателей ТПИ в комплексе мельниц-гидроциклон путем построения порядка систем автоматического управления для создания работ по идентификации в процессе изысканий локальной критерий результативности ведения измельчения руды, которая включает интеллектуальность алгоритмов на базе слепой логики и обобщающий эксперимент ведения процессов наилучшими операторами-технологами.

2 Теоретическая часть. Аналитический обзор процесса измельчения руды

2.1 Основные вопросы процесса измельчения

Что представляет собою процесс измельчения золотосодержащих руд, который располагается на месторождении золота в Мурун-тау:

С промежуточного склада дроблёная руда с помощью пластинчатого питателя, равномерно подаётся ленточным конвейером в первую мельницу, которая расположена в отделении измельчения главного корпуса обогатительной фабрики.

Технология измельчения представляет собой: трёхстадийным измельчением в замкнутом цикле с классификацией в каждой стадии.

1-ая стадия измельчения осуществляется в мельнице ММС типа "Каскад" в режиме мокрого полусамоизмельчения в замкнутом цикле с грохотом, которая выдаёт продукт крупностью до 2-х мм. Подрешётный продукт грохота крупностью менее 2-х мм направляется на предварительную классификацию в гидроциклонной установке, которая работает в замкнутом цикле в виде циркуляции измельчения руды со 2 стадией.

2-ая стадия процесса измельчения руды начинает осуществляться в шаровой мельнице с центральной разгрузкой слива марки МШЦ, которая представлена на рисунке 10 [23], которая работает в замкнутом цикле или в режиме циркуляций с предварительным стадийным классифицированием на гидроциклоны диаметром 500 мм. Крупная фракция, так называемые пески, возвращаются обратно в мельницу и являются циркуляционным продуктом, а мелкая или тонкая фракция, так называемый слив, поступает на предварительную классификацию третьей стадии измельчения.

3-ья стадия измельчения включает в себя шаровую мельницу МШЦ, предварительную классификацию на гидроциклонах диаметром 500 мм и контрольную классификацию на гидроциклонах 250 мм. Слив предварительной классификации поступает на контрольную классификацию, а слив контрольной является готовым продуктом отделения измельчения. Пески обеих операций

возвращаются в третью мельницу. Конечный продукт содержит (27 – 30) % твёрдого крупностью (80 – 95) % класса минус 0,071 мм, в зависимости от режима перерабатываемой руды. Слив третьей стадии классификации, проходя процесс щепоудаления на специальном грохоте-щепоуловителе, является конечным продуктом рудоподготовки и исходным питанием для последующего флотационного обогащения. Гидроциклонные установки предназначены для классификации продукта по крупности.

Процесс классификации сильно зависит от стабильности подачи питания по объёму и плотности, а также от давления пульпы на входе в гидроциклон. Для решения этой задачи гидроциклонные установки, а также подача руды и воды, в отделении измельчения полностью автоматизированы.

После вышеописанного процесса измельчения золотосодержащих руд переходим к самому процессу обогащения руды.

Основополагающими подготовительными операциями перед его обогащением являются процессы измельчения и классификация минерализации сырья. Данный процесс имеет, как правило, замкнутый цикл. Вследствие этого параметры технологии, характеризуют постоянный процесс в отдельности, который находится в динамической связи между собой. Отсюда следует, что процессы измельчения и его классификация, отдельно друг от друга не решают вопросы автоматизации; целесообразным было бы их рассматривать, как единичный объект управления «мельница-классификатор». Последним значением, который определяет работу дробильно-измельчительно-классифицирующего агрегата, что является точкой достижения максимума в производительности (то есть, где в готовом продукте учтены заданные классы крупности) при минимизациях удельного расхода электроэнергии.

Говоря об общих процессах обогащения руды измельчением и классификации, которые предназначены для выявления и отделения полезных минералов перед процессом обогащения и далее в получения необходимых частиц определенной крупности [2].

Процесс измельчения сырья производится на мельницах типа стержневые и шаровые, а также в мельнице мокрого само-измельчения. Классифицирование происходит на грохоте, в спиралевидном классификаторе и гидроциклоне.

Сам же процесс дробления исходного сырья происходит в комплексе измельчения, который является цепочкой очень сложного технологического процесса, он же характеризуют ряд параметров настройки технологии. Объемная загрузка мельницы является среди них наиболее важным элементом в процессе измельчения. Объемная загрузка мельницы представляет собой процесс дробления и определение характеристики продукта на выходе, который также является и параметром, и контролирующим работу режима дробильно-измельчительного комплекса, то есть видит и курирует его работу в стандартном (нормальном) режиме без каких-либо недогрузок или перегрузок.

Процессы измельчения или дробления производятся на типовых мельницах, таких как: центробежные, барабанные, струйные и вибрационные. В цветной или же в черной металлургии наибольшее распространение получила мельница барабанного типажа, которая может выполнять функцию шаровых, стержневых, рудно-галечных и самоизмельчителя. Мельницы типа шаровая и стержневая с разгрузкой через решетку в основном применяется на первой стадий дробления или измельчения руды (исходного материала, сырья).

Имеется множество факторов, которые могут повлиять на выбор схемы дробления, например окаменелость руды (скалистость), влагосодержание, содержание вредных примесей и ценного компонента, характер подсоединения зерен, разнообразные физико-химические свойства и многие другие характеристики процесса измельчения. Исходя из вышеизложенного, на многих промышленных предприятиях горно-обогатительной отрасли используются разнообразные схемы дробления или измельчения руды. Нам известны только две основные технологические схемы для создания процесса измельчения: "мокрого" и "сухого" дробления. Для того, чтобы выбрать ту или иную схему дробления, необходимо определить какими физико-механическими характеристиками обладает исходный материал или сырье. В нашем случае

рассмотрим только процесс мокрого дробления замкнутого цикла, которое наиболее широко получило распространение в области горнорудного производства и актуально применима в схемах рудоподготовки к процессу обогащению руды, представленная на рисунке 1.

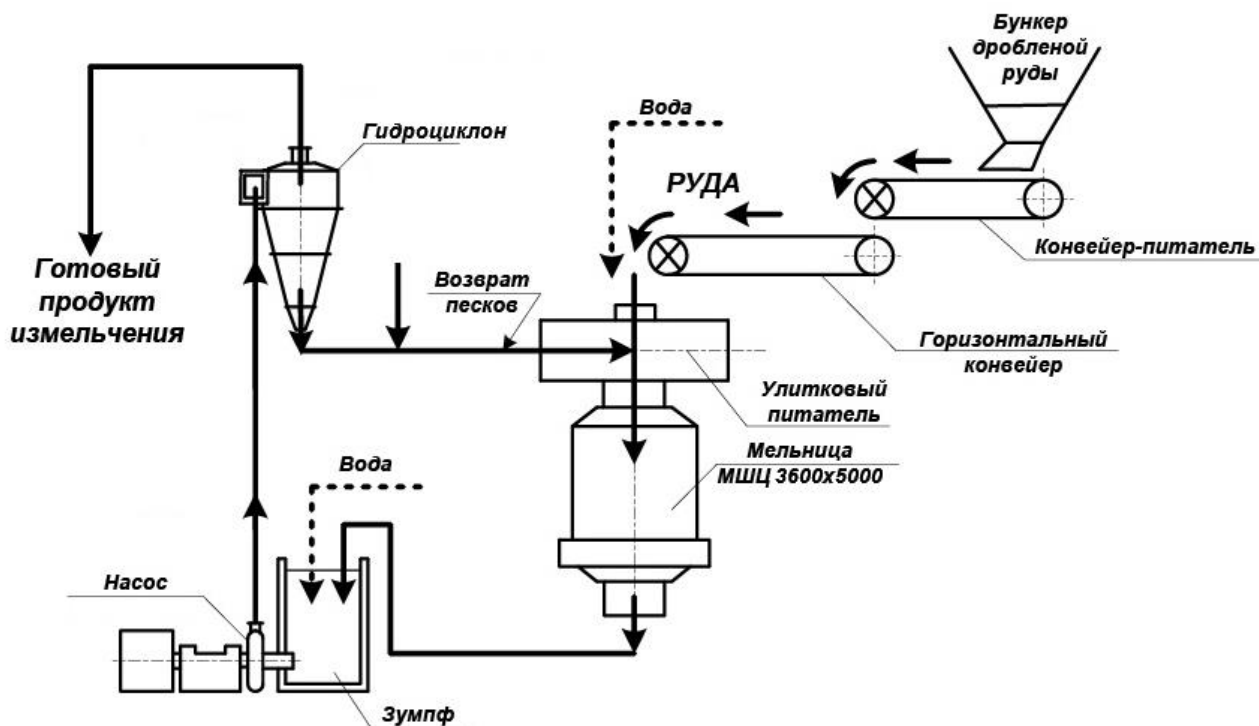


Рисунок 1 – Схема цепи аппаратов технологического процесса дробления
исходного сырья

2.1.1 Характеристика технологического оборудования дробильного комплекса

По сути схемы процесса дробления могут включать в себя хотя бы одну или более единиц дробильно-измельчительного комплексного оснащения, к нему можно отнести оборудование классификации или оборудование, которое необходимо для транспортирования исходного сырья – конвейеры, пульпопроводы, насосы и т. д.). Применяется в горнорудном производстве и отраслях металлургии различные виды дробильно-измельчительного комплекса (имеется до 15 видов), которые используются для мокрого и сухого дробления. В поставку данного дробильно-измельчительного оборудования могут прилагаться грохоты, гидроциклоны и возможные типовые классификаторы – реечные, спиральные, воздушные или гидравлические. Процессы измельчения

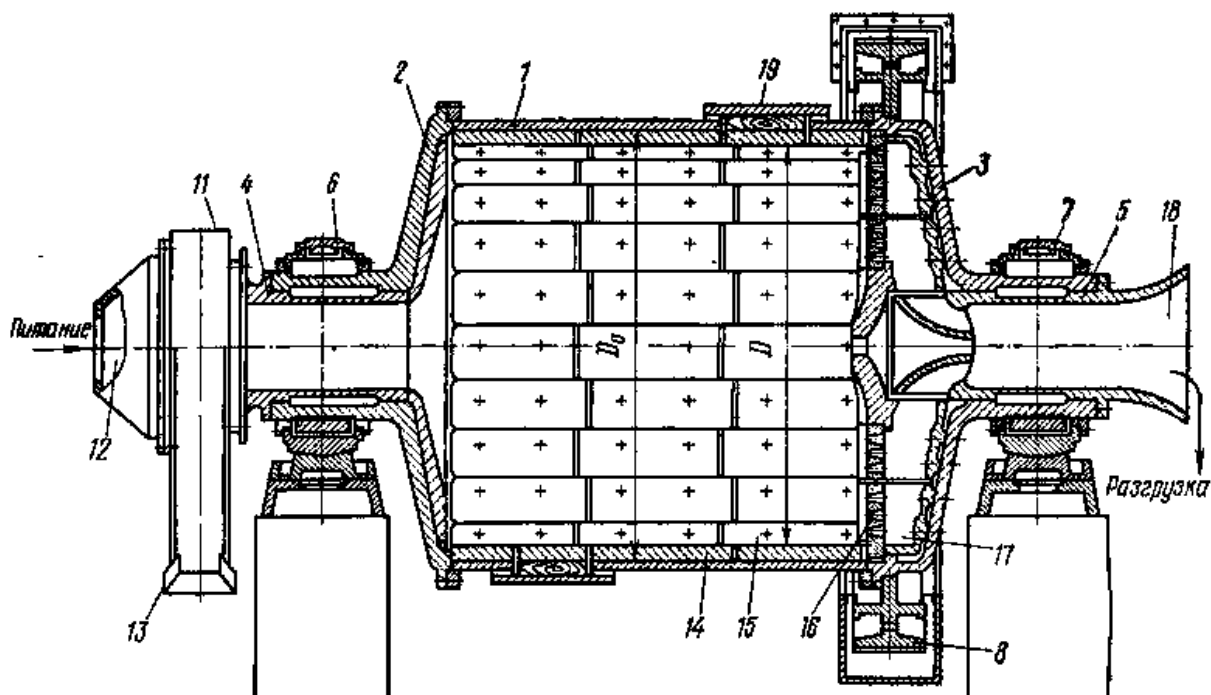
существенным образом проводят на различных типах барабанных мельниц, которые могут отличаться друг от друга в основном: барабанной формой, средой измельчения, способами разгрузки продуктов дробления и конечно принципами действий [2].

2.1.2 Теоретические аспекты процессов дробления. Типы мельниц

Поговорим об представительном типе – барабанной мельнице, которая представляет собой пустую барабанную плотность, затворённая торцевыми крышками, в середине которой имеются пустотелые цапфы, базирующиеся на подшипниках. Барабан производит вращение вокруг оси в горизонтальном положении. При аккумуляции барабана измельченную руду, занимающая приблизительно $1/2$ часть объёма барабана, которую дробят и отправляют в мельницу. В мельницу измельчения руды загрузка осуществляется через особый питатель, зафиксированный на загрузочном цапфе, а разгрузка происходит непрерывно, через отверстие в разгрузочной цапфе, с другого конца мельницы, которая представлена на рисунке 2.

Основной принцип работы рудногалечных, стержневых, шаровых и мельниц самодробления идентичен, для этого нам достаточно будет рассмотреть всего лишь теоретические аспекты дробления на мельницах только одного типа в нашем случае это шаровые.

Основным элементом дробящей среды на мельницах шарового типа являются штампованные или кованые шары, при определенном темпе вращении мельницы и благодаря трению, увлекаются с внутренней поверхностью самого барабана, которые в свою очередь поднимаются на определенную высоту и стремительно падают, измельчая оставшиеся крупные куски руды.



1 - барабан; 2, 3 - торцевые крышки; 4, 5 - пустотелые цапфы; 6, 7 - коренные подшипники; 8 - зубчатый венец; 9 - шестерня; 10 - приводной вал;
 11 - питатель; 12 - центральное отверстие питателя; 13 - козырек черпака;
 14 - футеровочные плиты; 15 - болты футеровки; 16 - решетка; 17 - лифтеры;
 18 - горловина разгрузочной цапфы; 19 - люк

Рисунок 2 – Шаровая мельница с разгрузкой через решетку

Работа каскадного, водопадного или смешанного режима целиком зависит от скорости вращения барабана мельниц. При максимально заданной скорости барабанного вращения, шары под воздействием центробежной силы начинают прижиматься к внутренней поверхности барабана и следовать вращению барабана. При том что шары наружного или первого слоя не производят дробление руды. На данном этапе текущая скорость вращения мельницы будет называться критической. Для того, чтобы обеспечить производительность в измельчении руды для шаров первого слоя, необходимо скорость вращения барабана установить на уровень меньше критического. В текущем положении движения шаров, напоминает движение центрифуги, которая двигается совместно с внутренней поверхностью барабана по часовой траектории до обусловленной точки А, а далее оторвавшись, совершают падение напоминающую по форме движения параболы, которые представлены на рисунке 3.

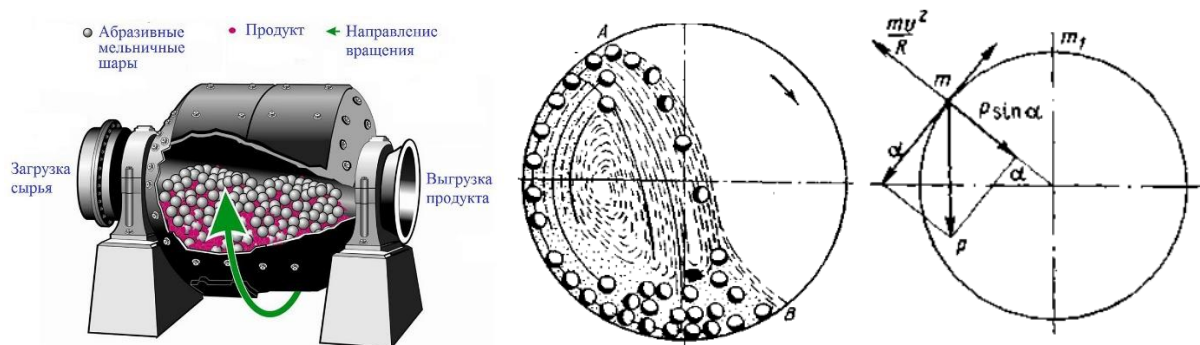


Рисунок 3 – Схема расчета скорости вращения мельницы по траектории движения шаров

Как видим из представленного рисунка 3, чем точка подъёма шара находится выше, тем преимущественна скорость его падения и будет произведено еще больше ударное воздействие на исходное сырье в точке соприкосновения. Кинетическая энергия, которая идёт на дробление в момент его падения будет максимальным [3].

Говоря о смешанном режиме, который может осуществляться, как с падением, так и перекачиванием шаров, что мы и наблюдаем при частоте вращения барабана мельниц в установившихся диапазонах (60 – 75) % в зависимости от критической отметки. В условиях промышленности, когда мельницы заполняются в диапазоне (30 – 50) % в зависимости от объёма, то шары начинают двигаться в несколько слоев, и любой из них может иметь всевозможный радиус движения, а также разные линейные скорости. Для того, чтобы шары скатились вниз, необходимо уменьшить радиус траекторий и скорость вращения барабана на мельнице. Оттого шары внешнего слоя, которые прилегают к внутренней поверхности барабана мельниц, двигаются с максимальным радиусом; внешний слой шаров с суммарной массой, намного больше выступает по массе любого другого внутреннего слоя шаров, что дает возможность благоприятствовать более результативному использованию нагрузки шаровой мельницы. Данные шары, которые могут иметь максимальную скорость, они и производят процесс дробления под ударным действием. Измельчают руду преимущественно истиранием – шары внутренних слоев, которые двигаются по траектории с минимальным радиусом.

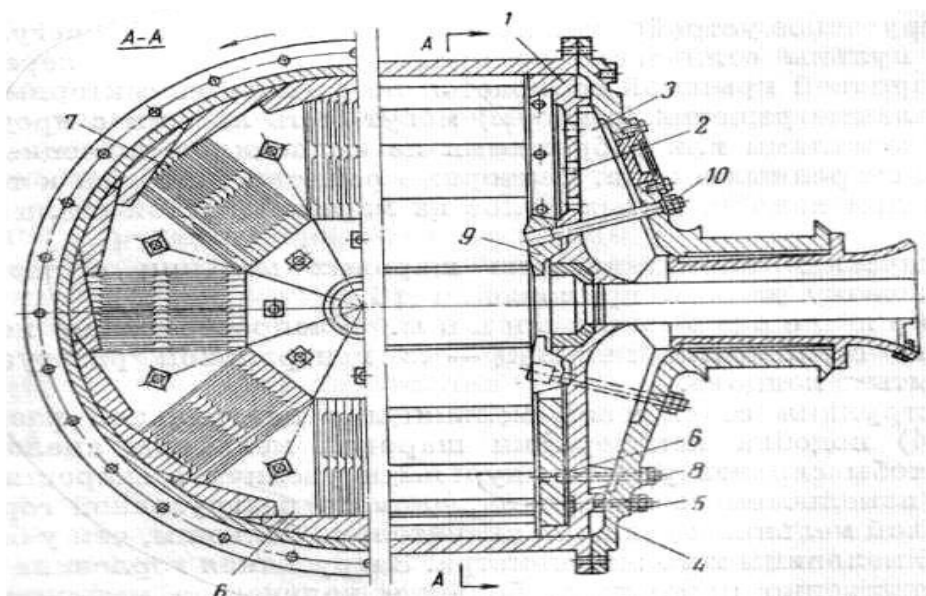
Результативность работы шаровой мельницы прямолинейно зависит не только наибольшей эффективностью и равномерным по крупности продуктом дробления, но, а также уровнем затрат на процесс дробления одной тонны руды или стоимости дробления, которая формируется из стоимости затрат электроэнергии, затрат на дробления руды и футеровки. Затраты электроэнергии на одну тонны руды при высоком дроблении равен практически $(10 - 15) \text{ кВт} \cdot \text{ч}$, что составляет в диапазоне $(40 - 60) \%$ электроэнергии, затрачиваемой на полный процесс переработки исходного сырья. Этаким значительный расход электроэнергии истолковывается значительной массой мельницы с дробильно-измельчающей средой. На практике показано, что зачастую частая перегрузка мельницы может привести к повышенным затратам электроэнергии и амортизации стержней или шаров, а в свою очередь недогрузка может резко минимизировать эффективность мельницы, что вызовет стремительную амортизацию футеровки барабана мельниц. Как видно из рисунка 5, максимальная продуктивность мельницы шарового типа отвечает её скорости вращения в диапазонах $(75 - 88) \%$ в зависимости от критической отметки, и заполнению её шарами на объем в диапазоне $(45 - 50) \%$.

Мельница шарового типа с разгрузкой через решетку, которая иллюстрирована на рисунке 4, может отличаться от мельницы шарового типа с центральной разгрузкой тем, что у него диаметр барабана большей длины. Загрузка руда производится не самотечным путём, а принудительно сквозь решетку, приведенного на рисунке 4 с уровнем регулируемой разгрузки.

Центр диафрагмы имеет разгрузочное отверстие с трубой, которая проходит в полую цапфу шаровой мельницы. Труба помогает предотвратить забивку шаровой мельницы крупной рудой в случае засорения или перегрузки диафрагмы. Сама же диафрагма имеет защиту от амортизации футерованными плитами и прямоугольными колосниковыми решетками, которые располагаются радиальным видом.

Мельница стержневого типа по механизму идентично схожа мельницам шарового типа с центральной разгрузкой. Обычно длина их в полтора-два раза

больше диаметра шаровой мельницы. Согласно методу разгрузки продуктов измельчения различают мельницы стержневого типа с периферической и центральной разгрузкой (измельчение полезных ископаемых, не содержащих металл, к примеру, асбестовые руды) [2, 3].



1 - диафрагма; 2 - отверстия на диафрагме; 3 - радиальные ребра(крепятся реберной стороной к торцевой разгрузочной крышке); 4 - торцевая разгрузочная крышка; 5 - болты(для крепежа торцевой разгрузочной крышки); 6 - футеровочные плиты износа; 7 - прямоугольные колосниковые решетки(которые расположены радиально); 8 - футеровочный болт(крепим сквозным болтом к торцевой крышке); 9 - колосниковые решетки(заклинивают по сектору футерованными плитами, имеющими откос); 10 - болтами крепят плиты

Рисунок 4 – Шаровая мельница с разгрузочной решеткой

Мельница стержневого типа с центральной разгрузкой, представленная на рисунке 5, конструктивно отличается внешним видом от мельницы шарового типа подобного вида диаметром разгрузочной горловины.

Для того, чтобы снизить подачу уровня пульпы и тем самым повысить скорость проходимости исходного сырья, тогда горловину увеличивают в размере больше, чем у мельниц шарового типа такого же диаметра. Устройство загрузочной горловины мельниц стержневого типа спрогнозированы на прохождение значительного количества исходного сырья в одну единицу времени, в особенности при работе мельниц в открытом цикле при низкой

степени дробления руды. При внутреннем диаметре горловины разгрузочной в 120 см и более того исключается надобность механизма люка в барабане мельниц, так как в неё можно будет проникнуть сквозь горловину.

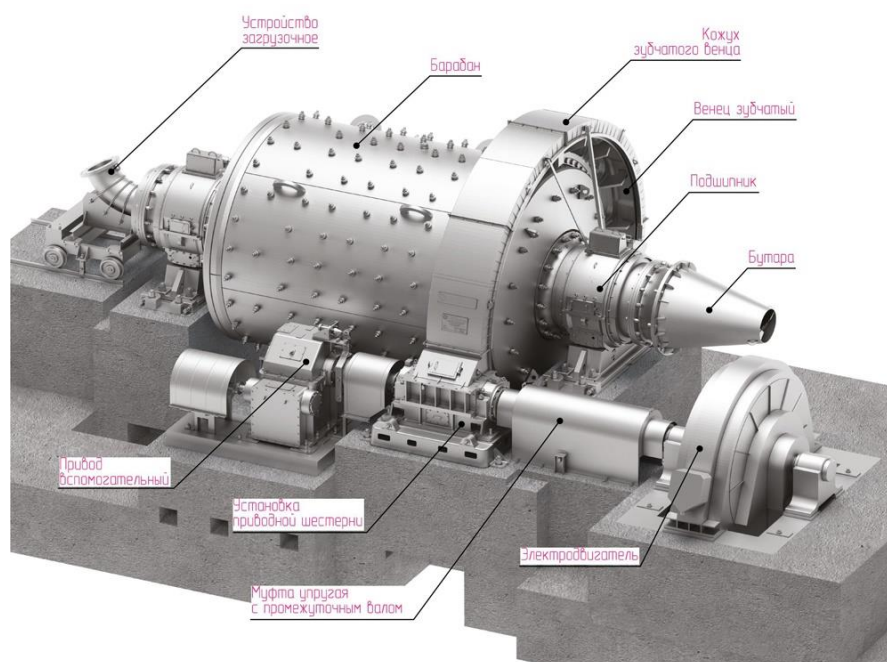


Рисунок 5 – Мельница стержневого типа с центральной разгрузкой МСЦ-3600х5000 [20]

Торцевая крышка мельниц стержневого типа имеет в своем распоряжении меньшую конусность, чем крышка шаровой мельницы.

Мельницы стержневого типа в основном применяются для грубого помола процесса дробления на первых стадиях дробления исходной сырья укрупнённостью до 2 см перед мельницами шарового типа и при рудо измельчении до крупности в диапазоне (1 – 2) мм перед гравитационными процессами обогащения исходного сырья. Наблюдая за скоростью вращения мельниц стержневого типа, которые в несколько раз меньше, чем на шаровых, и составляют в диапазоне (60 – 70) % в зависимости от критической отметки при уровне заполнения её стержнями в диапазоне (35 – 40) % внутреннего объёма мельницы [3, 4].

Обзор мельниц самоизмельчения

Для общего представления и ознакомления приведены на рисунках 6 и 7 типовые мельницы самоизмельчения, применяемы горнорудном производстве и отрасли металлургической промышленности.



Рисунок 6 – Конструкция мельницы самоизмельчения [19]

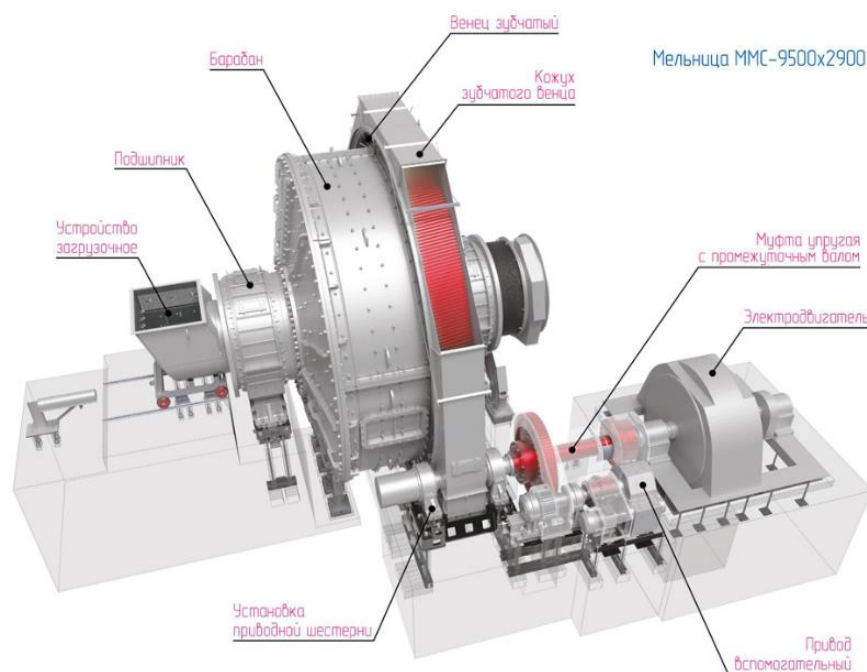


Рисунок 7 – Составные части мельницы мокрого самоизмельчения [20]

Что представляет собой процесс самоизмельчения, конечно, немного различается от обыкновенного метода дробления тем, что в качестве дробильно-измельчающей среды в мельницу загружают не стержни или шары, а куски крупной породы руды или же гальку. Обычно укрупнённые куски руды в мельнице дробятся сами и измельчаются на небольшие куски. Различают рудное самоизмельчение в зависимости от исполнения, или рудного полусамозмельчения и рудногалечного измельчения [2].

При рудном самоизмельчении в мельницу подается руда крупностью в диапазонах (250 – 350) мм и даже (1100 – 1200) мм. Барабаны мельниц

самоизмельчения имеют большой диаметр в диапазоне (11 – 13) м и в длину 2-3 раза меньше диаметра барабана. Соотношение размера диаметра барабана и его длина обычно составляет от 1,2:1 до 2:1.

Сам же процесс полусамоизмельчения руды, который поступает в мельницу, где обычно добавляются шары диаметрами (10 – 12,5) см в численности (8 – 10) % в зависимости от объёма мельницы. Шары в основном добавляют при дефиците укрупненных кусков руды (более 10 см) в исходном сырье, а также для повышения продуктивности мельниц.

Мельница рудногальечного дробления, в которой в основном дробят руду укрупненностью менее 6 мм, в качестве дробящей среды подается рудная галька укрупненностью от минус 100 мм до плюс 40 мм, которую выделяют после самоизмельчения руды или же после вторичной стадии измельчения.

Широкое распространение получил процесс самоизмельчения на большинство фабриках обогащения и металлургических комбинатах, которые перерабатывают алмазосодержащие, золотосодержащие, медные, медно-молибденовые, и многие другие типы руд. Целый ряд преимуществ – имеет данный процесс производства, перед дроблением включающую экономию железо-стальной среды (металлозатрат), определяем их:

В первом случае отсутствует необходимость в среднем и мелком измельчении, а редко и в крупном, с учетом того, что в мельницу самоизмельчения подается руда укрупненностью от 25 иногда и до 35 см уже сразу после крупного измельчения.

Во втором случае уменьшаются затраты на сталь, так как не применяем шары.

В третьем случае сокращается число шламов, так как процесс дробления выполняется прежде всего по контактам соприкосновением с зёрнами.

В четвёртом случае сокращается число «натертого» стали-железа, которое могло бы оказывать негативное воздействие, к примеру, на процесс цианирования или флотации [2].

На самом деле процесс самоизмельчения имеет ряд недостатков:

- затраты электроэнергии на процесс дробления, который почти в 1,5 раза выше, чем при дроблении на мельницах с железно-стальной средой;
- абсолютно неэффективный процесс при дроблении весьма мягких и весьма крепких руд;
- процесс самоизмельчения протекает более эффективно в том случае, если в отправной руде имеется не меньше (30 – 35) % кусков руды укрупненностью более 10 см, являющийся средой дробления;
- кусками руды «критической крупности» в диапазоне (25 – 75) мм называется процесс накапливания в мельнице самоизмельчения, который не является дробящей средой и неудовлетворительно дробят сами себя. Благо режим полусамоизмельчения выходит на борьбу с этими кусками руды.

2.1.3 Определение и составные части мельницы шарового типа с центральной загрузкой (МШЦ)

Для общего представления в текущей работе приводятся технические характеристики на оборудование в таблице 1 к мельнице ГМ МШЦ-3600×5000, и в таблице 2 к гидроциклону ГЦ-750 [21].

Шаровая мельница МШЦ-3600х5000 [20] производства ГМ. Масса 144 000 кг, мощность электродвигателя 900 кВт, объем 36 м³.

Известные виды мельниц, применяемых в сферах добычи руды в горнорудном производстве:

МСЦ - стержневые мельницы с центральной разгрузкой;

МШЦ - шаровые мельницы с центральной разгрузкой;

МШР - шаровые мельницы с разгрузкой через решетку.

Таблица 1 – Технические характеристики ГМ МШЦ-3600х5000:

Внутренний диаметр барабана (без футеровки)	3600 мм
Длина барабана (без футеровки)	5000 мм
Номинальный объем барабана	36 куб. м
Номинальная частота вращения барабана	18 об/мин
Степень заполнения барабанамелющими телами	42 процента
Мощность электродвигателя главного привода	900 кВт
Потребляемая (расчетная) мощность	810 кВт
Габаритные размеры:	
длина	14000 мм
ширина	7400 мм
высота	5200 мм
Масса мельницы	144000 кг
Удельный расход электроэнергии	22,5 кВт/куб. м
Удельная масса	4 т/куб. м
Напряжение	6000 В

Таблица 2 – Технические данные и характеристики гидроциклона ГЦП – 750

Диаметр цилиндрической части, мм	750
Угол конуса конусной части, град	20
Диаметр сливного отверстия, мм	250
Крупность слива при оптимальном режиме, мкм	(65 – 260)
Диаметр пескового отверстия, мм	(12 – 75)
Производительность по питанию, при давлении 0,1 Мпа, м ³ /час, не менее	(300 – 700)
Габаритные размеры, мм, и вес, кг.	1155*1155*3350 650кг

Мельницы данного типа имеют люки небольших размеров, которые служат для монтажа футеровочных плит. На мельницах большого размера данная операция осуществляется через цапфу разгрузки. Обычно чугунные или стальные шары загружают в барабан.

Цапфа разгрузки имеет в своем распоряжении несколько больше диаметр, чем цапфа загрузки, что создает уклон пульпы в мельнице, представленного на рисунке 8.

Исходную руду загружают в мельницу питанием через загрузочное устройство, а измельченное сырье разгружают сквозь цапфу разгрузки.

Мельницы МШЦ характеризуются значительным ватерпасом пульпы в барабане, который предварительно определяет минимальную скорость движения продольного направления и более тонкого измельчения сырья в барабане мельницы [2].

Исходя из особенности исходного материала и требований к укрупнённости измельчённого сырья, где отдают предпочтение режиму дробления руды. В этом случае исходя из частоты вращения барабана мельницы, где могут различать нижеследующие режимы движения дробильно-измельчающих тел: водопадный, критический, каскадный, которые могут характеризоваться возможностью перекатывания измельчаемых тел в отсутствие их полета. Сама измельчаемая среда совместно с барабаном приподнимается на определенный угол, и далее под влиянием сил гравитаций шары просто скатываются.

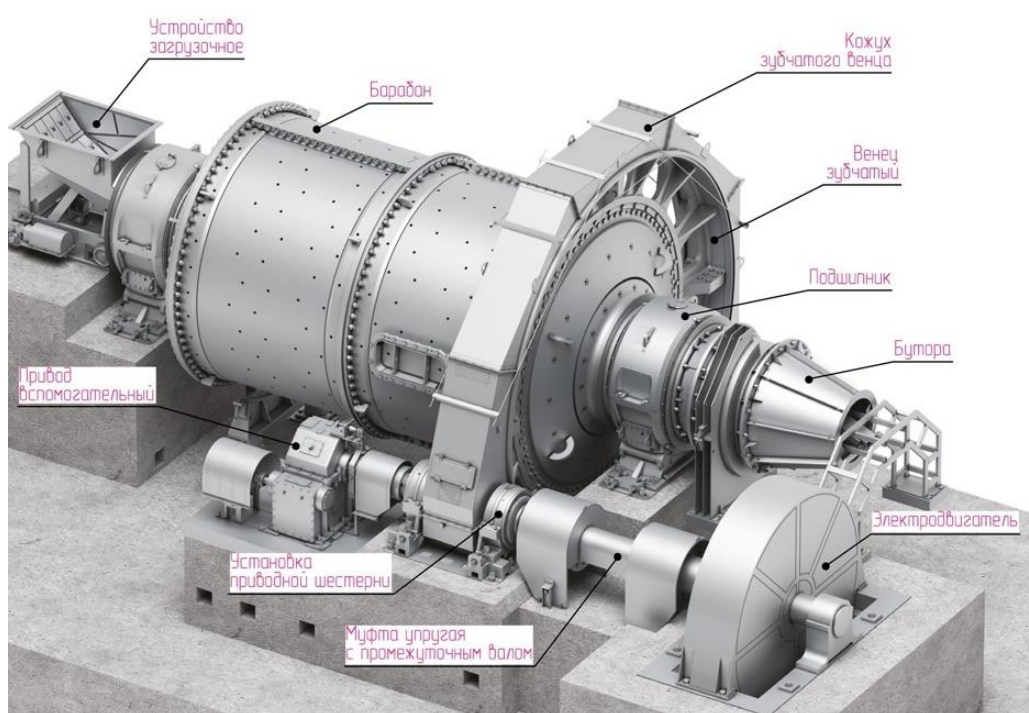


Рисунок 8 – Составные части мельницы шаровой с центральной разгрузкой МШЦ [20]

Работа водопадного режима определяется высокой частотой вращения барабана, которая составляет в диапазоне (0,7 – 0,8) мин в зависимости от критической отметки. Центрифугированность тел, расположенных на внутренней поверхности барабана, называют критической частотой.

Водопадный режим – дробильно-измельчающая среда, которая поднимается по траектории часового хода на значительную высоту и совершает падение по траектории параболы. Дробление руды – это результат частоты ударов дробильно-измельчающих тел и следствие частичного раздавливания и истирания сырья. В основном водопадный режим работ на мельницах применим для первой стадии грубого измельчения.

Работа каскадного режима определяется высотой подъема дробильно-измельчающихся тел постоянно только в том случае, если остается постоянно частота вращения. Шары производят непрерывную циркуляцию, выполняя круговые движения барабана, а затем скатывается «каскадом» несколькими слоями. Руда при каскадном режиме дробится в следствии процесса истирания и раздавливания.

Работа критического режима определяется количеством оборотов, при котором измельчающие тела, прилегают к внутренней поверхности барабана, и под воздействием центробежной силы прижимаются к этой поверхности, и продолжает вращаться, не отрываясь вместе с барабаном.

Критический режим можно определить по формуле 1:

$$n_{кр} = 42,3\sqrt{D}, \quad (1)$$

где D – внутренний диаметр барабана;

$n_{кр}$ – критическая частота вращения.

При каждом порядке дробильно-измельчающая среда движется по траектории часового хода под воздействием сил трения, которые возникают между прилегающими к ней телами и футеровкой мельницы, и целиком зависящие от нормального давления сырья на внутренней поверхности барабана и коэффициента трения.

Свойства руды, плотность, вязкость пульпы и состояние поверхности футеровки – ряд основных внешних воздействий, которые могут влиять на коэффициент трения. При малой частоте вращения барабана и незначительных заполнениях мельницы дробильно-измельчающими телами (заполняемый

коэффициент ϕ ниже 30 % по объёму) вероятность образование скольжения дробильно-измельчающих тел при старте движения по траекториям часового хода. При ϕ равному от 40 до 50 % и негладкой футеровке скольжения свойственно только для внутренних слоев дробильно-измельчающих тел.

В обыкновенной практике производства на обогатительных фабриках, мельницы совершают вращение при частоте, которая составляет от 50 до 90 % в зависимости от критической отметки (которая также может зависеть от желательного движения измельчающей среды и поставленных технологических требований или задач по их исполнению).

Сам же процесс дробления в мельницах самоизмельчения можно показать следующим типом: это когда более крупные (15 – 45) см куски руды двигаются в режиме каскада, приобретая окатанную форму. В водопадном режиме измельчаются куски промежуточной укрупнённости (5 – 15) см. При совершении падения по траекториям параболы, которые измельчаются ударом более незначительные куски и вследствие чего постепенно саморазрушаются. Мельницы самоизмельчения оснащают лифтерами для того, чтобы поднять массу руды на определенную им высоту. Продукт крупного измельчения разумно получать при значительной частоте вращения (водопадного и смешанного режима), а продукт тонкого измельчения – при минимальной частоте вращения барабана (режим каскада) [2].

Мельницы шарового типа производят работу в замкнутом(циркуляции) цикле с гидроциклонами.

2.1.4 Обзор и характеристика гидроциклона

Гидроциклон представляет собой водо-вращающейся центробежный сепаратор или аппарат, который предназначен для удаления шлама из пульпы отмывкой, декантацией, продуктов флотации и сгущении шламов, очистки и осветление оборотных вод, классификации рудной пульпы на стадиях тонкого дробления в циркуляции с мельницами шарового типа и обогащении тонких фракций руд в водяной среде и угля, а также тяжелых сгущениях в центробежном

поле, которые образуются в следствии циркуляции пульпы, представлен вид гидроциклона на рисунке 9.

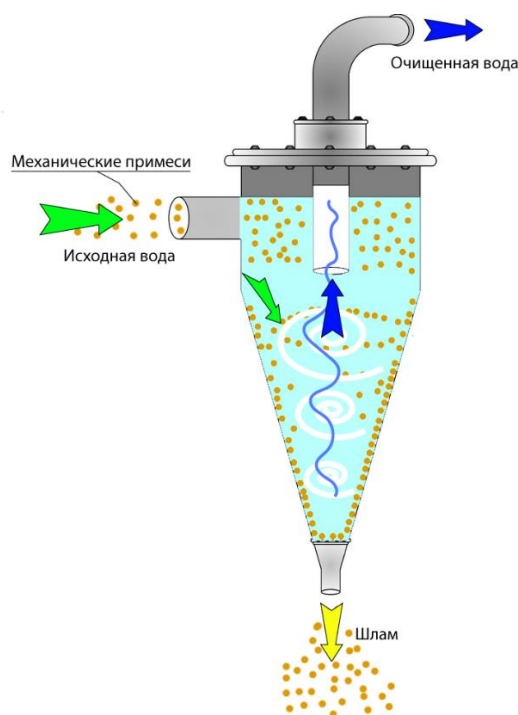


Рисунок 9 – Принцип работы гидроциклона [21]

Гидроциклон основан на принципе действия сепарации частиц твердой стадии во обращающемся потоке жидкости. Скорость сепарирования частицы – величина центробежного поля гидроциклона, которая может превосходить скорость осаждения неравносильных частиц в гравитационном поле в 100 раз. Чаще всего в последнее время используют технологии обогащения кластер гидроциклона, который позволяет значительно увеличить продуктивность по потоку, при этом сохранив тонкости классификации, кроме того, сократить давление пульпы в питании кластера и надлежащим образом снизить употребляемую силу питающих пульповых насосов.

Гидроциклоны применяются в отрасли цветной металлургий, которая позволяет существенно сократить энергетические затраты и снизить амортизацию мельниц за счёт понижения процесса передробления рудных частиц [2, 3].

Рабочие поверхности гидроциклонов футерованы полиуретаном. Высокая износостойкость к воздействию высокоабразивных сред позволяет значительно увеличить срок службы аппаратов.

По заказу гидроциклон могут изготовить в батарейном или блочном варианте в закрытом цикле дробления, отмывочной установке очистного сооружения, где можно использовать его в химической промышленности и в процессе выделения твердого из потоков, извлечения катализаторов, обезвоживания материала перед фильтрами и центрифугами.

Характерные черты изучаемого оборудования:

1. 2-уровневая система защиты от засорения (фильтрация);
2. вероятность эксплуатации механизмов за счёт напора гидростатики, без применения насосов центробежных сил и добавочных емкостей;
3. Позволяет провести размещение необходимого числа агрегатов за счет малых габаритов и веса, на имеющихся площадях производственного характера;
4. Применение полиуретановой технологий при производстве быстро изнашиваемых деталей, который разрешает повысить эксплуатационный срок песковых насадок вплоть до 2,5 лет, а сливные насадки и корпуса – до 5 лет, что значительно снижает расходы на проведение обслуживания и ремонт работ [5].

Основные преимущества рассматриваемого оборудования:

1. Материалостойкость, которая применена для производства агрегатов, что разрешает повысить источник снабжения в диапазоне (5 – 9) раз по соотношению с гидроциклоном, выполненным из износа-устойчивого чугуна;
2. Принципы подключений технологической схемы, устройство и рабочий режим просчитываются персонально;
3. Блок-схема в управление процессом прилагается к каждому агрегату, который дает добро на составление программы контроля, адаптированную под уже имеющуюся информационную систему управления технологическим процессом;

4. Максимально упростить алгоритм управления автоматизацией, которая разрешает выполнить устойчивую работу гидроциклона в широком диапазоне и при изменении его входных параметров [6].

Выводы к теоретической части: в данной главе была рассмотрена организационная структура исследуемого промышленного предприятия с ведением добычи сульфидного медно-молибденового производства и процессов переработки руды на мельницах различного типа дробления. В процессе исследования также были рассмотрены теоретические аспекты технологического процесса дробления и изучена сама технология дробления и измельчения руды. Дана характеристика каждому оборудованию, которое непосредственно связана с технологией производства дробильно-измельчительного комплекса медно-обогатительной фабрики АО «Алмалыкского ГМК».

3 Техническая часть. Модернизация по улучшению эффективности работы технологического процесса

3.1 Изыскание комплекса измельчения, как управление объектом

Процессы измельчения и классификации, представляют собой общий процесс обогащения руды, которые в основном предназначены для отделения полезных минералов перед процессом обогащения и получением частиц необходимой укрупнённости. Данные процессы измельчения или дробления, всегда связаны между собой технологическими элементами, и благодаря этому рационально рассматривать их как единый объект управления.

Технологический комплекс измельчения, как объект автоматического управления (регулирования) является многомерным объектом с множеством параметров. Поэтому в первую очередь необходимо провести классификацию этих параметров по их функциональности. Исходя из функций каждого параметра, можно классифицировать процесс измельчения следующим образом, который схематично представлен на рисунке 10.

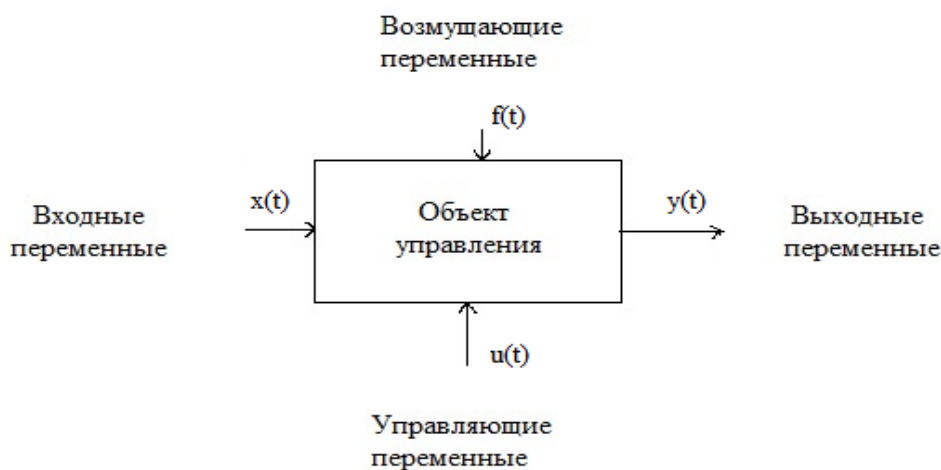


Рисунок 10 – Мельница как объект управления

Рассмотрим функции каждого параметра более подробно:

1) входные переменные:

- производительность цикла по исходной руде;
- подача исходной руды;
- расход воды в мельницу;
- расход воды для классификации;

- давление пульпы на входе в гидроциклон;
- физико–механические свойства исходной руды;
- частота вращения барабана мельницы;
- рециркулирующий поток песков.

2) выходные переменные:

- объемный расход слива классифицирующего аппарата;
- плотность слива классифицирующего аппарата;
- гранулометрический состав слива;
- производительность цикла по готовому классу.

3) возмущающие переменные:

- изменение гранулометрического состава исходного питания;
- перегрузка отдельных секций измельчения;
- недогрузка отдельных секций измельчения;
- изменение физико–механических свойств исходной руды;
- износ оборудования.

4) управляющими переменными могут служить:

- расход исходной руды;
- расход воды в мельницу;
- расход воды для классификации;
- давление пульпы на входе в гидроциклон;
- распределение песков с контрольной классификации по секциям измельчительного комплекса.

3.2 Анализ управляющих переменных

1) Расход исходной руды.

Изменение исходного потока заметно влияет на качественно-количественные показатели процесса измельчения. Так, с увеличением количества руды растет крупность измельченного материала, а снижение приводит к более интенсивному процессу дробления. Подобным образом, необходимо, верно, обусловить поток исходного сырья в мельницу тем самым

обеспечив при данном увеличении и стабилизации количества и качества продукта на выходе и неизменное заполнение барабана.

2) Затраты воды на мельнице.

Расход воды в мельницу остается одним из существенных управляющих воздействий. Жидкая пульпа течет быстрее, чем густая пульпа сквозь мельницу. Следовательно, при небольших затратах воды, руда продолжительнее находится под ударами и растирающими движениями исходного сырья под воздействием шаров, где получается более тонким готовый продукт. Напротив, при разжиженной пульпе содержание мелких классов начинает существенно падать при разгрузке в мельницу. Исходя из зависимости от установленной производительности измельчительного комплекса существуют определенные значения оптимального содержания твердого в разгрузке мельницы.

3) Расход воды для классификации.

Результат продуктивности мельниц по классу готовности, во многом зависит от процессов классификации. Сам же результат классификации при его обязательном порядке перевозки песков, которые могут так же зависеть от общего числа и состава пульпы, поступающей в гидроциклоны в одну единицу времени, и от добавочных затрат воды. Во всей этой зависимости изменяется плотность пульпы в сливе классификатора, которая в свою очередь приводит к трансформации числа песков, возвращаемых в мельницу. Модификация числа песков влечет за собою формирование добавочных переходных процессов, которые вызваны трансформацией плотности слива в зависимости от числа и состава гранулометрической пульпы, прибывающей в гидроциклоны.

Регулирование количества воды, подаваемой для классификации, не может стабилизировать выход готового класса из мельницы, так как управление ведется с большим транспортным запаздыванием.

4) Давление пульпы на входе в гидроциклон.

Обычно на входе давление при заданной объёмной продуктивности устанавливается диаметрами питающего и сливного отверстия и может составлять в диапазоне (0,06 – 0,45) МПа. А вот для более высокого давления

потребуется получение тонкого плотного слива. Так как при этих директивах, происходит процесс изнашивания насадок гидроциклонов, где повышаются затраты на электроэнергию. Данный параметр не учитываем, так как он несущественно влияет на качество готового класса и управление по этому параметру требует внедрения дорогостоящего асинхронного двигателя для насоса и разработки алгоритма работы двигателя. Поэтому поддерживают постоянное давление на входе в гидроциклон, соответствующее необходимой плотности слива [3, 4, 5].

3.3 Описание технологического процесса АСУ комплекса измельчения

Объект управления в АСУ ТП может представляться, как объединение научно-технического оснащения дробильно-измельчительного комплекса, который в свою очередь предназначен для достижения нижеследующих параметров:

- регулируемый процесс загрузки агрегатов измельчений (применяемый в мельницах шарового типа);
- наблюдение за процессом дробления исходного материала и возврат сырья (циркулирование песка в гидроциклоны);
- разделение на классификации продукта на выходе мельницы по характерным параметрам гранулометрической структуре и его плотности;
- процесс возврата продукта его транспортирование (песка).

В состав системы, которая подлжит процессу управления к АСУ, и соответствующий базовому комплексу оборудованию технологического оснащения, состоящему из:

- гидро-циклона;
- шаровой мельницы с системой центральной загрузки;
- питателя конвейера подачи исходного сырья в мельницу;

- водных коммуникаций с регулируемыми клапанами подачи воды в мельницу и гидро-циклон.

Подобным образом, основная задача управление процессом дробления заключается в достижениях заданного числа готового класса, которые подаются на входе флотации.

Предусмотрены на данном объекте нижеследующее локально-контурное регулирование, которое не связано в единую систему:

- 1) стабилизирующий контур режима воды на мельнице по схеме жёсткой связи соотношений «РУДЫ – ВОДЫ»;
- 2) стабилизирующий контур оптимальных загрузок дробильно-измельчительных аппаратов с исходным материалом;
- 3) стабилизирующий контур плотности гидроциклонного слива.

3.4 Системное управление комплексом измельчения

Реальные условия представлены на рисунке 11, где ведётся комплексная работа по мониторингу и управлению за технологическим процессом промышленного производства. На рисунке 12 иллюстрирован в реальном времени сенсорный дисплей с мнемосхемой работы комплекса. Оперирующий орган в одно касание по иконке «ПУСК» производит запуск работы комплекса в порядке, вследствие чего совершается последовательность автоматического запуска отдельных аппаратов комплекса. Следом, удостоверившись в запуске стандартной работы агрегатов в цехе, операторный орган производит возврат к запуску систем управления и совершает запуск операции по загрузке комплекса. И только уже на этом этапе работа операторского органа по управлению комплексом заканчивается. Сама система АСУ ТП совершает управление технологическим процессом в автоматическом режиме на уже ранее разработанных и введенных в программу эксплуатации.



Рисунок 11 – Управленческий комплекс, рабочая остановка

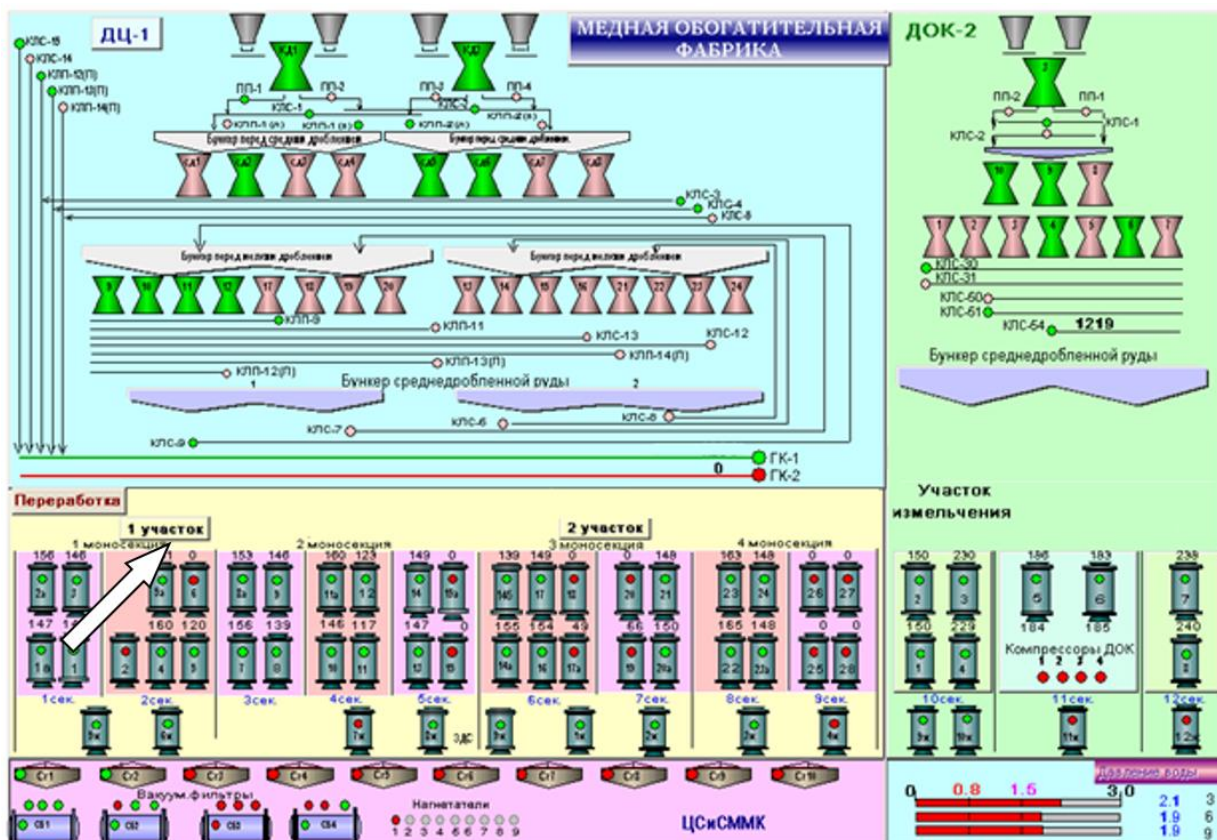


Рисунок 22 – Принцип работы комплекса. Схема реального времени

3.5 Рекомендации АСУ на дробильно-измельчительном комплексе

Автоматизированная система управления для обогатительной фабрики применяется в целях:

- автоматического управления оборудованием комплекса;

- непрерывного контроля всех необходимых параметров технологического процесса;
- непрерывной диагностики состояния оборудования и вывода состояния оборудования на диспетчерскую станцию;
- осуществления звуковой и световой аварийной и предаварийной сигнализации;
- автоматического регулирования загрузки каждого агрегата в зависимости от изменения характеристик питания.

Основными целями, которые преследуются при разработке АСУ ТП, являются:

- контроль и предоставление точной оперативной информации о параметрах всего основного и вспомогательного оборудования обогатительной фабрики;
- комплексное управление работой основного и вспомогательного технологического оборудования за счёт использования современных методов контроля, управления и регулирования технологических процессов и применения высоконадёжной микропроцессорной элементной базы;
- надёжность и безопасность эксплуатации оборудования за счёт своевременного выявления неисправностей (ошибок) и предупреждение развития аварийных обстоятельств в автоматическом режиме;
- снижение затрат на эксплуатацию и ремонт оборудования.

Структура АСУ ТП состоит из 2 уровней, приведенных на рисунке 13:

Нижний уровень

На нижнем уровне расположены средства измерения и исполнительные механизмы.

Верхний уровень

На верхнем уровне АСУ ТП реализуются алгоритмы контроля и управления оборудованием обогатительной фабрики на основе полученных данных от объектов управления.

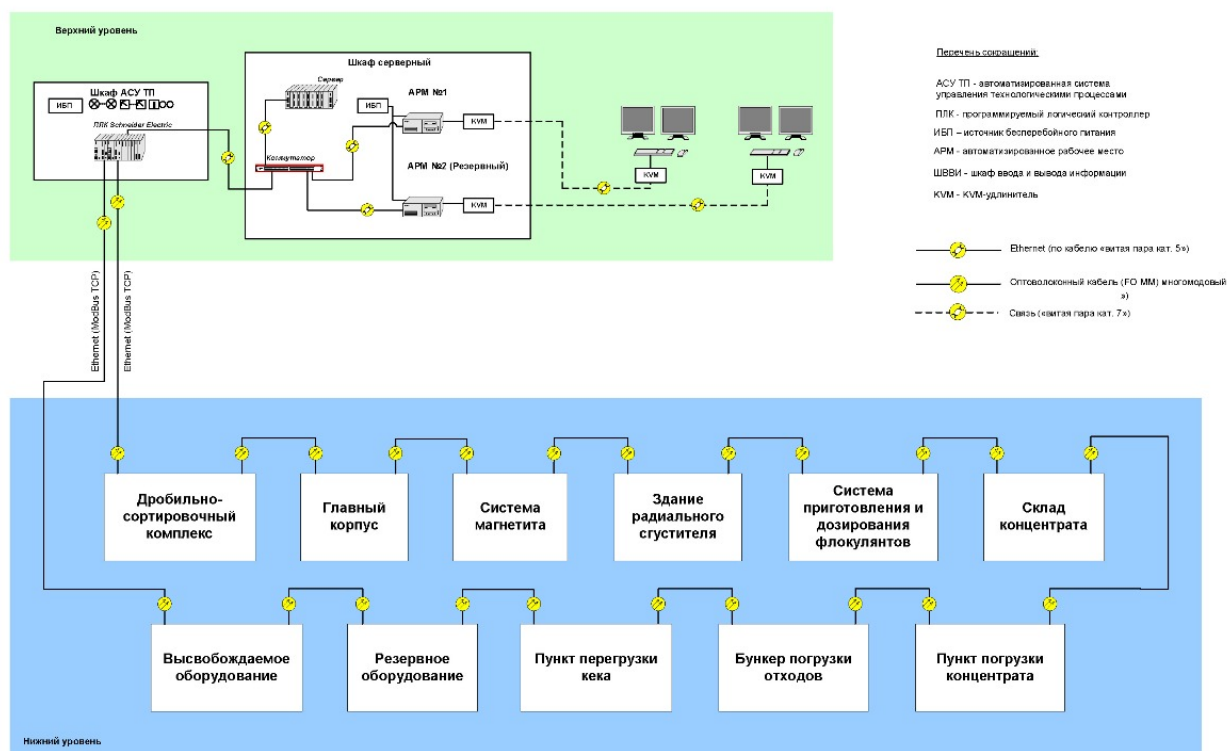


Рисунок 13 – Структурная схема АСУ ТП [пример]

К общесистемным функциям АСУ относится обнаружение недопустимых отклонений технологических параметров и технологическую сигнализацию предаварийных и аварийных ситуаций.

К информационным функциям АСУ относятся:

- отображение состояния исполнительных механизмов, включая такие состояния как:
- включено;
- отключено;
- открывается или закрывается задвижка;
- неисправность по задвижке (несанкционированный останов в промежуточном положении);
- отображение технологической, предупредительной и аварийной сигнализации (текстовой, графической и звуковой) об изменениях

параметров, режимов, состояний контролируемого оборудования, включая сообщения:

- отклонении технологических параметров за соответствующие уставки;
- аварийных отклонениях параметров;
- срабатывании технологических защит;
- состоянии технологических защит (выведена, проверка);
- квитировании сообщений оператором.

К управляющим функциям АСУ относятся:

- автоматическое управление исполнительными механизмами;
- дистанционное управление с помощью мнемосхем, средств местного управления механизмами, запорно-регулирующей арматурой и коммутационными аппаратами электрической схемы по командам оператора с учетом имеющихся в системе блокировок;
- управление с использованием аварийных и местных пультов управления, кнопочных постов и выключателей;
- блокировка команд оператора при выполнении определенных алгоритмов автоматического управления;
- автоматический контроль исполнения команд, выданных на исполнительные механизмы (далее – ИМ).

Так что же представляет АСУ ТП в области обогащения руды горнорудного производства. Существует возможность создания системы контроля за технологическим процессом на основе нескольких анализаторов АРП-1Ц (к примеру), установленных в потоке, и управляющего компьютера, принимающего данные с анализаторов АРП-1Ц и другого, согласованного по протоколам оборудования. Данные и управляющие сигналы передаются в АСУ ТП предприятия на задействованное в системе оборудование.

Применение АСУ ТП обогащения руды, интегрированной с системой анализаторов АРП-1Ц (к примеру):

- Сортировка руды.
- Оперативное дозирование компонентов рудных смесей (шихты).

- Дозирование дорогостоящих флотореагентов.
- Выгоды от внедрения АСУ ТП.

Разработка АСУ ТП обеспечивает предприятиям следующие преимущества:

- оптимальную загрузку производственных мощностей оборудования;
- ускорение производственных процессов, повышение эффективности управления;
- экономию сырьевых ресурсов;
- экономию на трудозатратах малоквалифицированных работников;
- безопасность и минимальное влияние человеческого фактора;
- увеличение объемов и качества выпускаемой продукции;
- создание и поддержание комфортного микроклимата в производственных помещениях.

Благодаря грамотному проектированию АСУ ТП обеспечивается сбор, обработка и хранение значимой информации о технических параметрах всех объектов автоматизации.

В АСУ ставятся задачи, которые определяют автоматизированность в управлении технологическим комплексом дробления и для целого обеспечения результативности ведения технологических процессов дробления по целям:

- стабилизации заданных количеств готового класса на выходе из гидроциклонов с флотации контроля;
- контроля заполнения каждой дробильно-измельчительных секции во избежание перегрузов и недогрузов;

Результативность ведения таких процессов дробления заключается в том, что при управлении от АСУ, которая обеспечивает реализацию информационных функций и функций управления, а также стабилизирует технологические параметры процесса, с помощью определенных алгоритмов управления и контуров регулирования [5].

3.6 Составные элементы АСУ дробильно-измельчительного комплекса

К основным составным частям АСУ относятся следующие основные компоненты: персонал, как операторный орган, информационно-организационное обеспечение, программно-техническое обеспечение. Здесь следует отметить, что разработки программных продуктов проводится на ядре математического моделирования, которое не входит в состав АСУ ТП, а только дополнительно дорабатывается. Схема основных компонентов взаимодействия в АСУ дробильно-измельчительного комплекса, приведена на рисунке 14.



Рисунок 14 – Схема основных компонентов взаимодействия в АСУ дробильно-измельчительного комплекса

3.7 Функции АСУ измельчительным комплексом

3.7.1 Функция сбора и обработки информации

Сбор информации от оборудования низовой автоматики производится циклически, с периодом цикла опроса, соответствующим временным особенностям технологического процесса, чем обеспечивается получение системой полной информации о динамике процесса.

Ввод в систему информации от датчиков аналоговых сигналов производится с предварительным усреднением измеряемой величины. При этом

осуществляется непрерывный контроль отклонений величины технологических параметров от регламентированных границ заданного диапазона.

3.7.2 Функция обмена информацией между подсистемами АСУ

АСУ должна обеспечить обмен информацией между подсистемами в объеме, необходимом для их автономного функционирования. При этом должна соблюдаться приоритетность потоков о параметрах технологического процесса от нижнего уровня к верхнему и управляющих сигналов от верхнего уровня к нижнему.

3.7.3 Функция ввода, отображения и хранения информации

Информация о ходе технологического процесса представляется в АСУ на мониторе АРМ оператора секции в виде ряда связанных между собой видеокладов (окон): графической мнемосхемы процесса, графиков, отражающих динамику процесса, графической панели управления процессом и др.

При этом обеспечивается возможность ввода необходимой для управления процессом информации (задания величин тех или иных параметров, ввода сигналов управления, переключения режимов работы оборудования и др.) с клавиатуры АРМ оператора секции.

3.7.4 Управляющие функции

Управляющие функции АСУ измелчительным комплексом, могут включать в себя действие согласно выработке и осуществлении контрольных воздействий на сам управляемый объект. Под выработкой может пониматься дефиниция (на основании приобретенной информации) целесообразных воздействии, а под определением реализация – само действие, которое обеспечивает реализацию принятых решений в АСУ [5].

Элементы управляющих функции в АСУ дробильно-измельчительного комплекса, которые можно отнести к основным, приведены ниже:

- элемент формирования и реализации воздействия управления, которые обеспечивают достижение и выполнение режима рационального по технологическому аспекту;
- модификация режима программирования технологического процесса производства по заблаговременно данным закона;
- контроль по управлению мельницами в виде пуска-запуска и ее остановками;
- нормализация элемента переменных технологического процесса в производстве на отдельных константных значениях, определяемые как задание;
- элемент распределения материального потока и нагрузка между типовыми мельницами производства;
- противоаварийные установки блок-защиты на большинство оборудования.

3.8 Построение математической модели измельчительного комплекса

Получается, что при анализе систем управления и построении математической модели дробильно-измельчительного цикла во внимание примем, что та подача воды будет регулироваться локальными абрисами так, чтоб нормализовать гидро-динамические режимы в мельницах, также обеспечив им константную плотность слива классификаторов обогащения. Данная классификация считается безупречной, иными словами, полагается, что все мелкие частицы уходят стоковый слив, а крупные уходят – в пески. При таком допущение основной замкнутый цикл дробления может быть представлен в виде системы «реактора–узла идеальных разделении с ретстартовым циклом».

Представим, что мельница – это некий реактор, который имеет в распоряжении экстремальную статическую характеристику $f(\Phi)$, представленных на рисунке 15, причем в точке максимума по формуле 2:

$$f(\Phi_0) = P_{\max}, \quad (2)$$

где Φ_0 – суммарный входной поток исходного и рециркулирующего продуктов в реактор;

$f(\Phi)$ – производительность по готовому продукту.

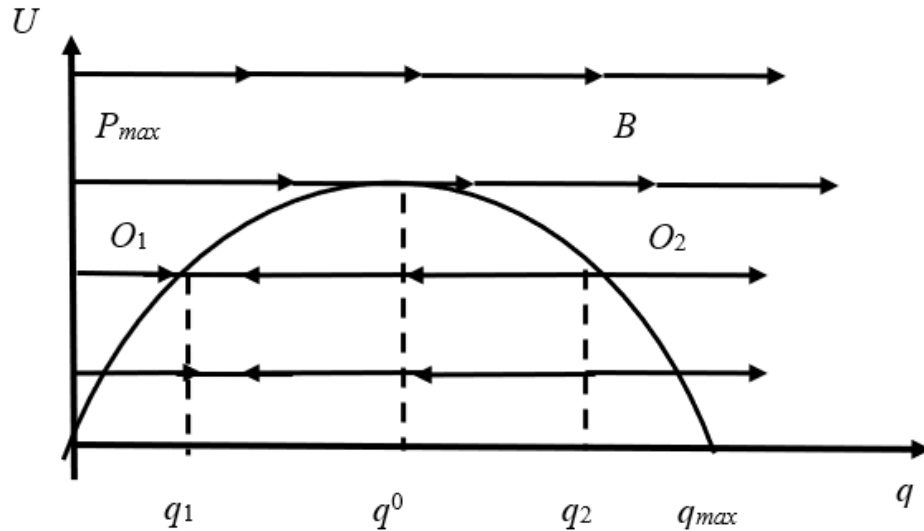


Рисунок 15 – Приведена зависимость продуктивности мельницы от запаса руды

Получается, что при константном входном потоке $U = \text{const}$ система будет вести себя нижеследующим образом.

1. При данном $U < P_{\max}$ система располагает двумя стационарными состояниями O_1 , O_2 при разнообразных размерах $(R_1, R_2 (R_1 < R_2))$ рециркулирующего потока, который представлен на рисунке 17, является основным решением уравнения:

$$f(R + U) = U \quad (3)$$

Приведенное стационарное состояние O_1 – показывает устойчивость, O_2 – отражает неустойчивость. В следующей зависимости от первоначального состояния системы располагает место движение к O_1 , или рециркулирующей поток безусловно возрастает $(R(t) \rightarrow \infty)$, которое приведёт к выходу технологических параметров настройки системы в соответствии [4] за границы режима.

2. Также видим, что при $U = P_{\max}$ система располагает 1-о стационарное состояние O_0 , которое отвечает функции экстремума $f(\Phi)$. При этом она устойчива слева $(\Phi < \Phi_0)$ и неустойчиво справа $(\Phi > \Phi_0)$.

3. Наблюдаем, что при $U > P_{max}$ система стационарного состояния не располагает, $R(t) \rightarrow \infty$. Отсюда получается для того, чтобы достичь максимальной продуктивности системы её приводят на границу устойчивости.

В текущей работе приведена математическая модель мельницы со следующим видом:

$$\begin{cases} \frac{dG}{dT} = \Phi - S; \\ \frac{dM}{dT} = V - P, \end{cases} \quad (4)$$

$$(5)$$

где G – заполнение мельницы материалов;

Φ, S – величины входного и выходного потоков из мельницы;

M – масса готового класса в мельнице;

V – скорость образования готового класса;

$P = \frac{S \cdot M}{G}$ – величина выходного потока готового класса из мельницы.

Также приведена математическая модель самого гидроциклона на обогащении:

$$\begin{cases} Z = P \\ \frac{dK}{dT} = Q - R, \end{cases} \quad (6)$$

$$(7)$$

где Z – величина потока слива гидроциклона;

K – масса песков на дне гидроциклона;

$Q = S \cdot (G - M) / G$ – величина выходного потока неготового класса из мельницы;

R – величина потока рециркулирующих песков.

Оборудование для цикла дробления, которое принимает нижеследующие допущение представленного на рисунке 16.

1. Объем производства руды из мельницы S квадратично и целиком зависит от ее загрузки:

$$S = a \cdot G^2, \quad (8)$$

где a – коэффициент текучесть пульпы.

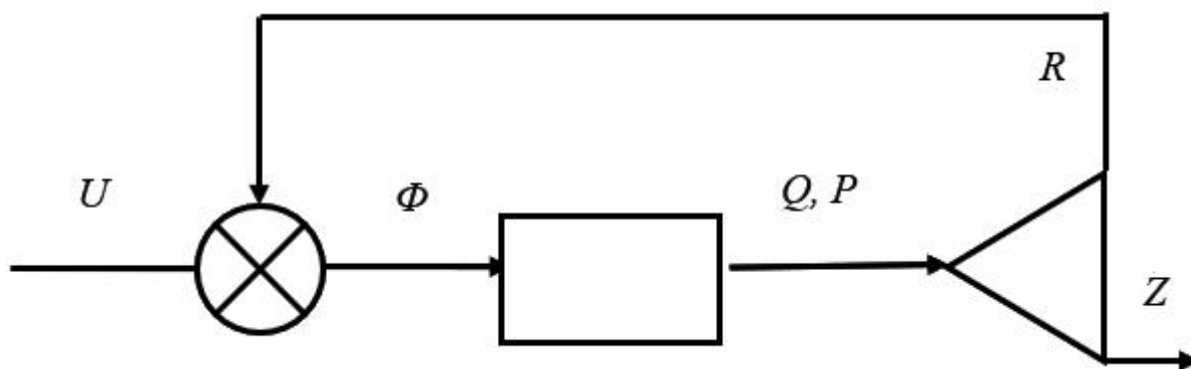


Рисунок 16 – Структурная схема с ретстартовым циклом «мельницы-гидроциклона»

2. Приведенная скорость формирования готового класса (V), будет являться параболической функцией от заполнения (G) с максимумом при $G = G^0$ (Φ^0):

$$V = b \cdot G \cdot (G_0 - G) \cdot C_{кр}, \quad (9)$$

где G_0 – оптимальное заполнение мельницы;

b – коэффициент мягкости материала;

$C_{кр} = (G - M) / G$ – содержание крупного класса в мельнице.

3. Приведенная скорость выгрузки песка из гидро-циклона (R), будет прямо пропорциональна толщине этих слоев на дне, иными словами равному их числу в гидро-циклоне (K), если $T_{сп}$ – является средним временем пребывания частиц в гидро-циклоне (свойственное время вращения спирали), то $R = K / T_{сп}$, тогда можно записать уравнение (7) в следующем виде:

$$R = \frac{Q - R}{T_{сп}} \quad (10)$$

4. Для мельниц, используемых в текущем технологическом комплексе, представлены в идентичном варианте, иными слова дробят в равной степени.

В этом случае математическая модель замкнутого цикла дробления может быть записана как:

$$\frac{dG}{dT} = F + R - aG^2 \quad (11)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dM}{dT} = b(2G_0 - G)(G - M) - aGM \\ \frac{dR}{dT} = (aG(G - M) - R) - R/T_{\text{сп}}, \end{array} \right. \quad (12)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dM}{dT} = b(2G_0 - G)(G - M) - aGM \\ \frac{dR}{dT} = (aG(G - M) - R) - R/T_{\text{сп}}, \end{array} \right. \quad (13)$$

где G – заполнение мельницы;

M – масса готового класса в мельнице, т;

R – величина потока рециркулирующих песков из гидроциклона;

T – среднее время пребывания частицы в гидроциклоне, ч;

G_0 – оптимальное заполнение мельницы;

a – текучесть пульпы (разжижение);

b – коэффициент мягкости материала;

$a \cdot G \cdot M$ – поток слива гидроциклона.

Данная модель является записанной моделью технического процесса дробления:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dG}{dT} = F_i + R_i + R_r \cdot \omega_i - a_i \cdot G_i^2 \end{array} \right. \quad (14)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dM}{dT} = b \cdot (2 \cdot G_{0i} - G_i) \cdot (G_i - M_i) - a_i \cdot G_i \cdot M_i \end{array} \right. \quad (15)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dR}{dT} = [a_i \cdot G_i \cdot (G_i - M_i) - R_i] / T_i \end{array} \right. \quad (16)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dA_r}{dT} = [R_{\text{фл}} \cdot (1 - C_{\text{фл}}) + \sum a_i \cdot G_i \cdot M_i \cdot (1 - C_i) - R_r] / T, \end{array} \right. \quad (17)$$

где G_i – содержание готового класса в сливе гидроциклона;

F_i – величина потока исходного материала в мельницу;

$R_{\text{фл}}$ – величина потока с флотации;

ω_i – доля песков гидроциклона, направляемых в i -ю секцию;

R_r – величина потока песков с гидроциклона на контрольной классификации;

T_r – время пребывания частицы в гидроциклоне на контрольной классификации, ч.;

$Z = a \cdot G \cdot M$ – поток слива гидроциклона;

a, b, T – параметры модели.

Приведены и заданы векторы (F) и (ω), которые обуславливаются структурой технологической схемы или плана. Имея возможность в управлении клапанами делителя пульпы, дисковыми питателями, а кроме того, отключая эти, либо другие мельницы (установки), допускается осуществление самых различных типов структур технологической схемы дробления на промышленном предприятиях.

Без контроля в управление структурой, иными словами, если $F = \text{const}$ и $\omega_i = \text{const}$, возможна как режим перегрузки отдельных (единичных) секций дробления, так и режим недогрузки иных. Таким образом, основной задачей является управление координацией структуры схемы и координирования работы отдельно стоящих секций [4].

Надобность в координировании нужна для того, чтобы величина оборотной струи от агрегатов флотации могла колебаться в свободных границах (в диапазоне от 100 до 1000 % от всего числа перерабатываемого исходного материала). Так как промежуточные резервуары для хранения циркулирующего продукта отсутствуют, его необходимо быстро перераспределить между секциями, чтобы изменить исходную подачу руды. Предлагаю обозначить U_i -поток, который поступает в секцию i -ю дробления, в этом случае:

$$U = F + R_{r\omega} \quad (18)$$

Так как технологические ограничения накладываются на F и ω , то не все векторы U могут быть реализованы, но может быть реализована только часть их множества W . С другой стороны, в том смысле, что число переменных F и ω больше, чем числа уравнений с 4 по 17, и тогда вектор U имеет возможность быть реализованным несколькими способами. Подобным типом, вероятно располагать местом, как неосуществимость, так и не однозначность реализаций вектора U , на входных потоках в секциях дробления.

3.9 Понятия исследования процесса дробления с помощью построения математической модели и систем управления комплекса дробления

Задача управления абсолютным всем комплексом дробления заключается в стабилизации величины конечного потока на флотацию $Z_{\Sigma}(t)$ и обеспечив путем равномерной нагрузки агрегатов в различные дробильные секций, иными словами:

$$Z_{\Sigma} = R_{\text{фл}} \cdot C_{\text{фл}} + a_i \cdot G_i \cdot M_i \cdot C_i \quad (19)$$

Задача управления: найти такие $F(t)$ и $C_o(t)$, чтобы

$$Z_{\Sigma}(t) = Z^*, \quad (20)$$

где Z^* – задание, при обеспечении равномерной степени загрузки мельниц

$$\frac{G_1(t)}{G_1^0} = \frac{G_M(t)}{G_N^0} \quad (21)$$

Критерии управления были введены для оценки достижения поставленных задач:

$$J = (Z_{\Sigma}(t) - Z^*)^2 \rightarrow \min, \quad (22)$$

где Z^* - задание при ограничениях:

$$0 \leq F \leq F_{\max} \quad (23)$$

$$\Sigma \omega_i = 1; \omega_i \geq 0 \quad (24)$$

В нашем проекте величиной наблюдения выступают « $G_i, R_i, R_{\text{фл}}, R_{\Gamma}, Z_{\Sigma}$ ». Параметрические элементы нестационарного типа « $a_i(t), b_i(t), C_i(t) = 1 \dots N$ », которые не наблюдаются, но диапазоны их измерения нам известны.

Чтобы решить задачу по формулам с 14 по 18, мы разбиваем на две подзадачи: высокий уровень и нижний уровень.

1. Цель верхнего уровня «ВУ».

Поиск « $F(t)$ и $\omega(t)$ » которые удовлетворяют формуле (24), формула (24) и гарантируют выполнение по формуле (18). Распределение задач управления на

верхние и нижние части уменьшают подачу исходного материала, тем самым избегая перегрузки отдельно мелющих частей, обеспечивая при этом необходимую скорость потока для флотации путем включения дополнительных мелющих частей (секций дробления).

2. Цель нижнего уровня «НУ».

С учетом дефиниции работы системы с 14 до 18 формул найдем « $U(t)$ », которое обеспечивает выполнение «(19) и (20)» без учёта дополнений к формулам «(22), (23)». Нижний уровень находит решение в классе бинарных систем, для которых индуцирована внутренняя обратная связь. Учитываем, что « $M(t)$ » зависит от « $G(t)$ », то стало быть, согласно формуле «(19)», « $Z(t)$ » имеет зависимость от « $G(t)$ ». Следовательно, рассматривая « $G(t)$ » в качестве промежуточной управляющей переменной, значением « $Z(t)$ » можно управлять. Затем необходимо выбрать « $U(t)$ », чтобы обеспечить заданную траекторию « $G(t)$ ».

« $U(t)$ » – управление и « $G(t)$ » – навигационное управление выбираются для обеспечения определенного динамического поведения системы. Чтобы предотвратить режимы скольжения в точке стабилизации, вводятся соотношения параметров координат, путем сглаживания управления в отдельных окрестностях « Z^* и G^* ».

По математической модели было проведено исследование на мельнице МШЦ 3600х5000. Были получены зависимости выхода готового класса; от гидроциклона, от входного потока исходной руды, от постоянной времени гидроциклона и от оптимального заполнения мельницы. В результате из Приложение Б», было обнаружено, что кривые имеют экстремальный вид, которые представлены на рисунках с 17, 18, 19.

Исходные данные ($a = 0,8$; $G_o = 45 \%$; $b = 0,8$; $T = 7$; $V = 36 \text{ м}^3$; $T_r = 5$; $C_{\text{фл}} = 15 \%$), которые представлены далее на рисунке 17.

Исходные данные ($a = 0,8$; $G_o = 45 \%$; $b = 0,8$; $V = 36 \text{ м}^3$; $C_{\text{фл}} = 15 \%$), которые представлены на рисунке 18.

Исходные данные ($a = 0,8$; $b = 0,8$; $T = 7$; $V = 36 \text{ м}^3$; $T_{\Gamma} = 5$; $C_{\text{фл}} = 15 \%$), представленного на рисунке 19.

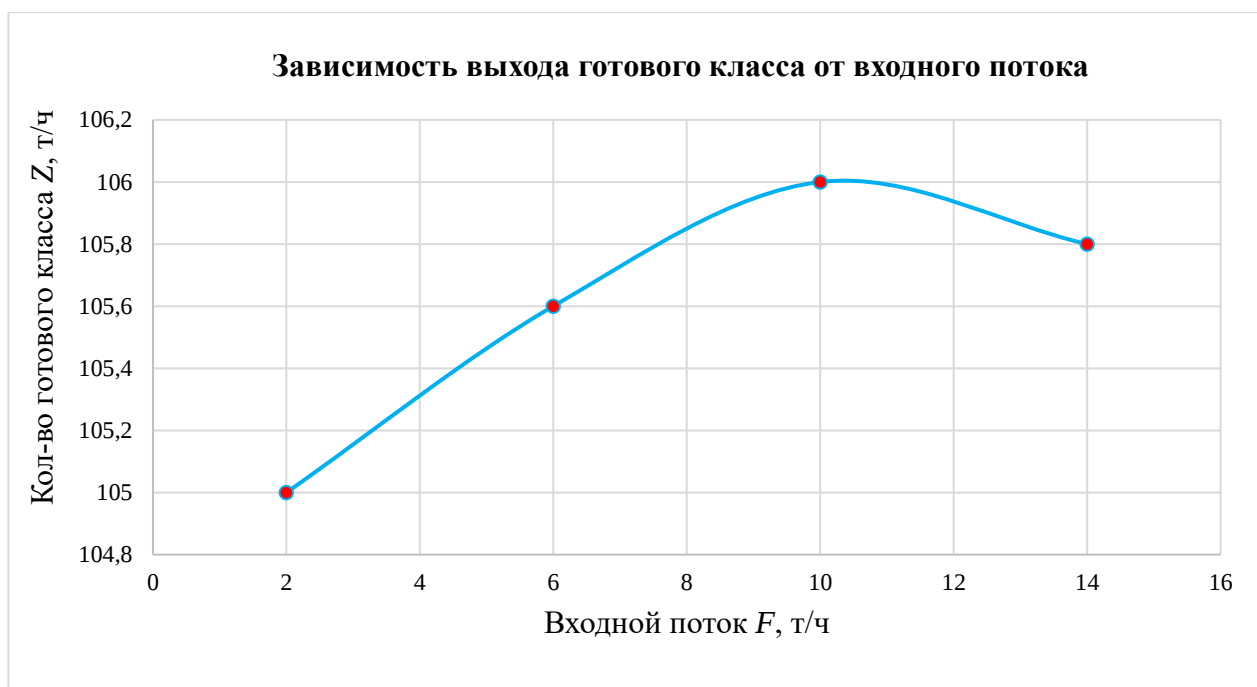


Рисунок 17 – Зависимость выхода готового класса от входного потока

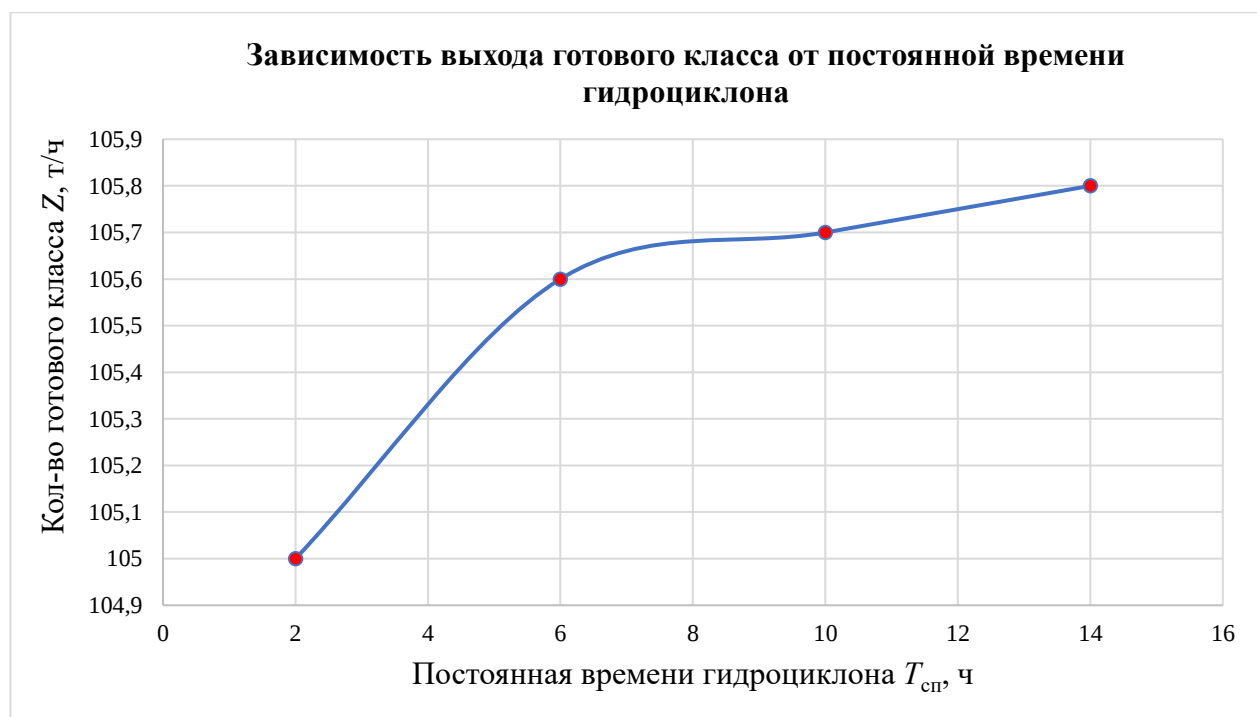


Рисунок 18 – Зависимость выхода готового класса от постоянной времени гидроциклона

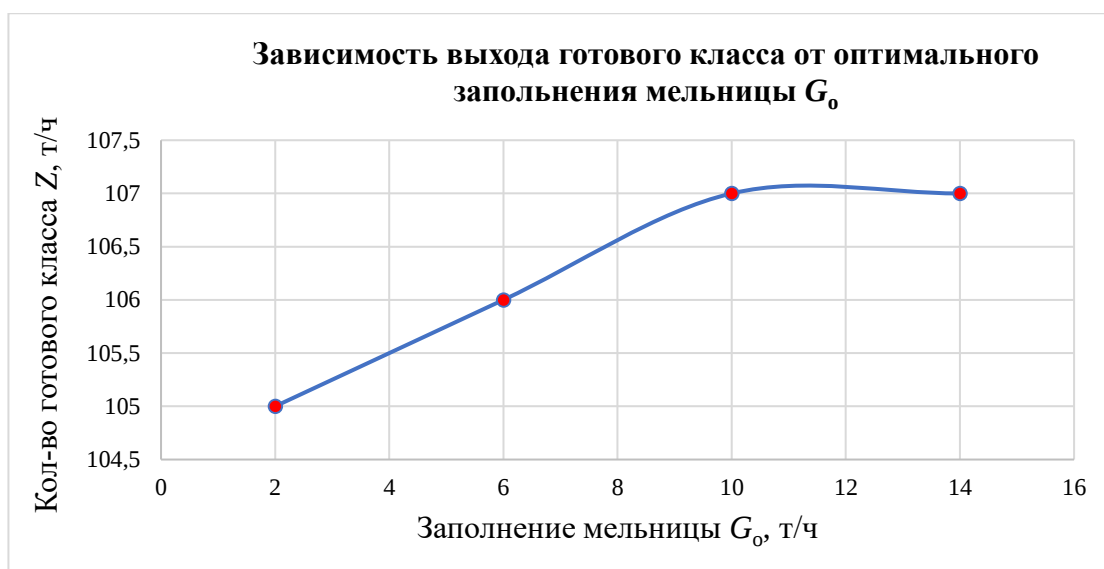


Рисунок 19 – Зависимость выхода готового класса от оптимального заполнения мельницы

В таблице 3 представлена зависимость выхода готового класса от текучести пульпы ($F = 11$ т/ч; $G_0 = 45$ %; $b = 0,8$; $V = 36$ м³; $T_r = 5$; $C_{фл} = 15$ %).

Таблица 3 – Исходные и расчетные данные

a	G %	M т	Z т/ч
0,7	16,67	8,64	100,8202
0,71	16,86	8,64	103,426
0,72	16,93	8,64	105,3181
0,73	17	8,56	106,2296
0,74	17,1	8,46	107,0528
0,75	16,88	8,48	107,3568
0,8	16,59	8,1	107,5032
0,85	15,89	7,96	107,5117
0,9	15,87	7,527	107,5081

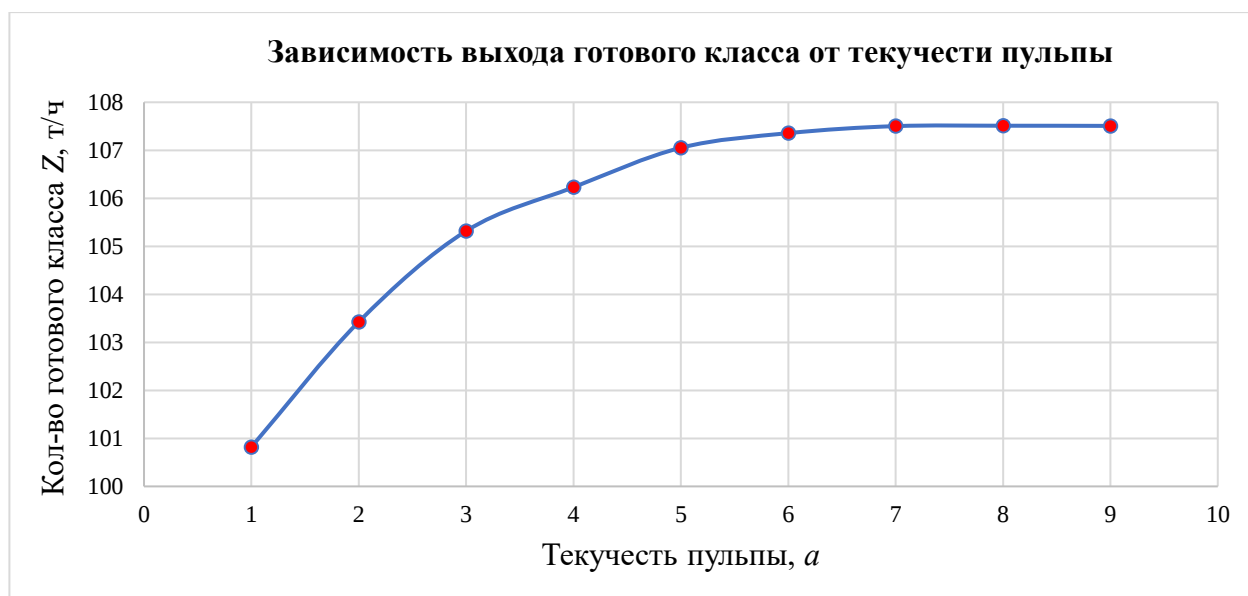


Рисунок 30 – Зависимость выхода готового класса от текучести пульпы

Результат данного исследования - есть основание, для создания АСУ измельчительным комплексом, т.е. параметрами текучести пульпы, входными потоками и степени заполнения мельницы. Так как экстремальный вид это у нас кривая, то наличествует такой режим работы мельниц, при условиях которых она функционирует с предельной продуктивностью, что разрешает использовать мельницу максимально эффективно [7, 8].

3.10 Составление алгоритмического обеспечения АСУ ТП

Главной функцией алгоритма контроля комплекса автоматической системы управления является оптимизация режима работы технологического оснащения, следовательно, обеспечивающее баланс между улучшением выхода конечного продукта и его качественных характеристик – это действие с одной стороны, определяемых последующей операцией процесса концентрирования (например, флотации), путем оптимизирования режима работы главного компонента (мельниц) в режимах, не входящее в диапазон критических значений (заводские) с другой стороны. Вводим критерий управления $J = (Z_{\text{зад}} - Z_{\text{расч}})^2 \rightarrow \min$ для того, чтобы оценить достижение определённых целей. Создаем алгоритм для расчета этого критерия [4].

Решая задачу, наблюдаем, что в качестве сигнала, который обеспечивает управление за критическим режимом, будет выбран акустический сигнал в качестве комплексного информационного параметра для загрузки и работы мельницы.

Под обеспечением алгоритма АСУ может пониматься комплекс алгоритмов систем функционирования, работоспособность которых обеспечивает программное обеспечение совместного функционирования верхних и нижних уровней, которое позволит стезей автоматической модификации структуры технологической схемы, редакция технологических режимов некоторых секций, восполнять достаточно значительные помехи и гарантировать требуемый контроль качества всего технологического комплекса

дробления в целом. Комплексное программное обеспечение объекта выполняет следующие функции:

- визуальных управлений за ходом работы ТП и его параметрами;
- контроля за работой и управления за критическими режимами технологического оснащения;
- архивации и документирование данных;
- взаимодействию с «программным обеспечением» верхнего уровня АСУ ТП управление объектами, представленных на рисунке 21.

Управление параметрами контроля, которые выбираются на основании проведённых исследований математической модели технологического комплекса производства.

Ниже приводится алгоритм описания для построения производственной цепочки:

1-Блок. Этап начало расчетов.

2-Блок. «Ввод исходных данных: $j = 0, J_0 = 10^6, U_1, U_2, i = 1, m = 0, \mu_1, \mu_2$, – приведены все коэффициенты математической модели».

3-Блок. «Вычисление по алгебраическим уравнениям математической модели значения, которая является Z – число готового класса и определение критерия J_0 ».

4-Блок. Ревизия величины критерия:

«Ревизия условия минимума; в случае, если текущее значение (J) меньше предыдущего (J_0), то следует переход к 13-блоку, по-другому, если текущее значение (J) стало преимущественно предыдущего J_0 , то значит минимум освоен – и следует переход к 6-блоку».

5-Блок. «Ревизия значений счётчика циклов при невыполнении условий 5-блока, если ($j = 1$), то протекающее значение критерия (J) будет находится справа сравнительно минимума – следует переход к 9-блоку».

6-Блок. «Ревизия нахождения текущего значения критерия (J) сравнительно его минимума, если ($m = 0$) – следует переход к 8-блоку, иначе следует переход к 7-блоку».

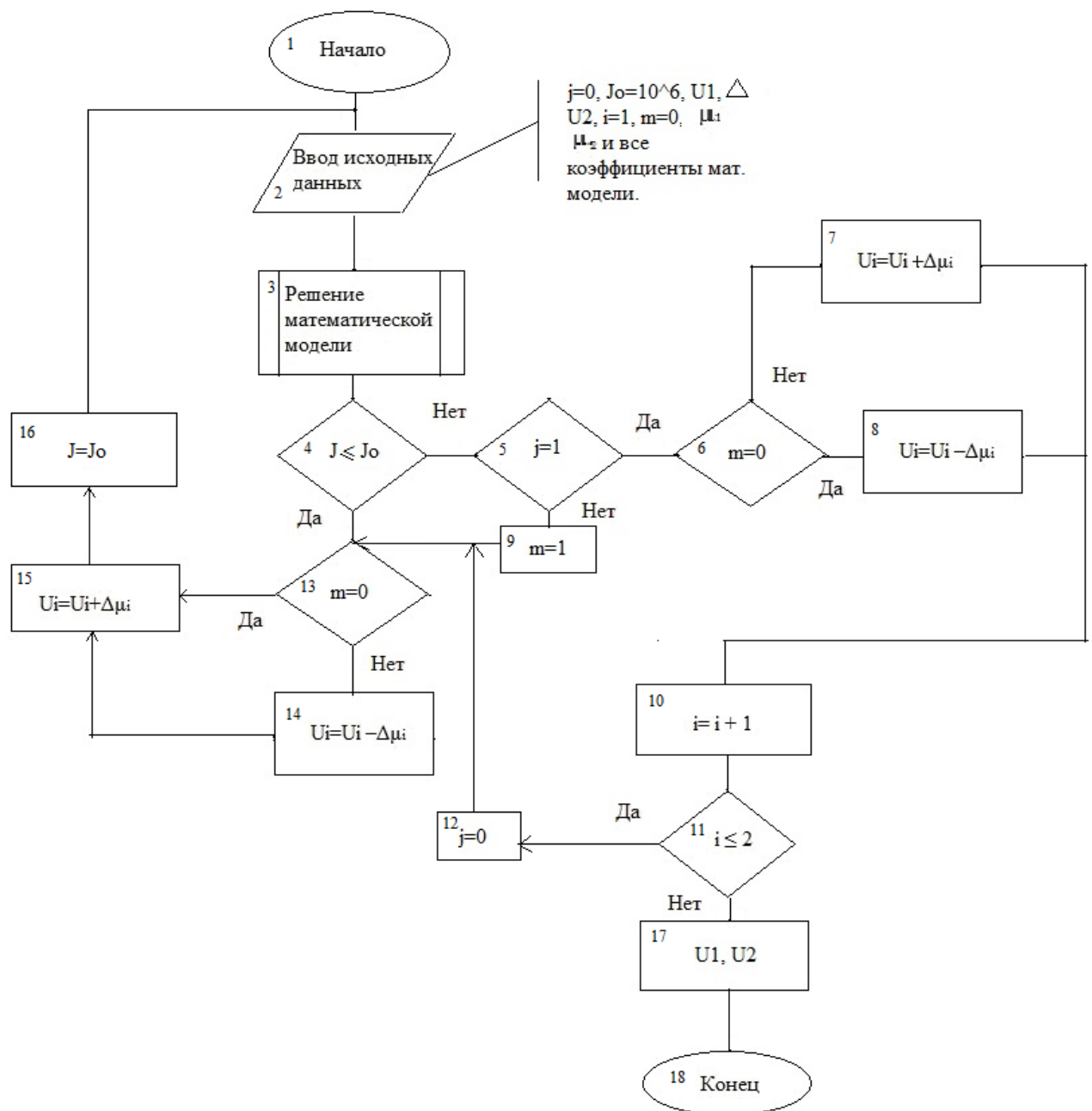


Рисунок 21 – Алгоритм управления технологического оборудования

7-Блок. «Возврат контролирующего воздействия ($U1$) на один шаг обратно, когда 1 из условий (4-Блок) нарушалось и значение критерия находится справа сравнительно минимума, совершается переход к 10-блоку».

8-Блок. «Возврат i -го контролирующего воздействия на один шаг назад, когда 1 из условий (4-Блок) нарушалось и значение критерия находится справа сравнительно минимума, то следует переход к 10-блоку».

9-Блок. «Присваивание показателю m значения равному единице, и осуществление перехода к 13-блоку».

10-Блок. «Осуществление перехода к поиску очередного контролирующего воздействия».

11-Блок. «Ревизия установленного ограничения по числу контролирующих воздействий в эпизоде, если число (U_i) изучивших процедуру поиска наилучшего значения, меньше полученного числа (U_i) иными словами ограничений выполняются, то к переходу 12-блока; или иначе – к 17-блоку».

12-Блок. «Присваивание показателю j , значения 0 и переход к 13-блоку».

13-Блок. «Ревизия нахождения текущего значения критерия (J) сравнительно его минимума, в том случае, если ($m = 0$) – это будет переход к 15-блоку, так как иначе – следует переход к 14-блоку».

14-Блок. «Учитывая, что в 7-блоке было превышено ограничение для значения (U_i), то в этом случае необходимо снизить значение (U_i) на один шаг ($\Delta\mu_i$) и понизить переход к 15-блоку».

15-Блок. «Поскольку в 8-блоке стоит ограничение для значения (U_i), которое было снижено, то тогда необходимо повысить значение (U_i) на один шаг ($\Delta\mu_i$) и осуществить переход к 16-блоку».

16-Блок. «Пере присвоение текущего значения критерия контроля $J = J_0$ ».

17-Блок. «Публикация значений U_1, U_2 и осуществление перехода к 18-блоку».

18-Блок. «Завершение алгоритма (конец)».

3.11 Исследование объекта

Переходный процесс объекта управления (мельница) имеет вид, который приведен на рисунке 22.

Изыскание объекта показывает свойство, первого порядка с постоянной времени $T_1 = 8$ мин, который приведён ниже на рисунке 23.

Выбираем регулятор для управления объектом. С помощью параметров подбираем регулятор. С помощью критерий, узнаем который регулятор, более подходящий для нашего объекта, которые приведены на рисунке 24.

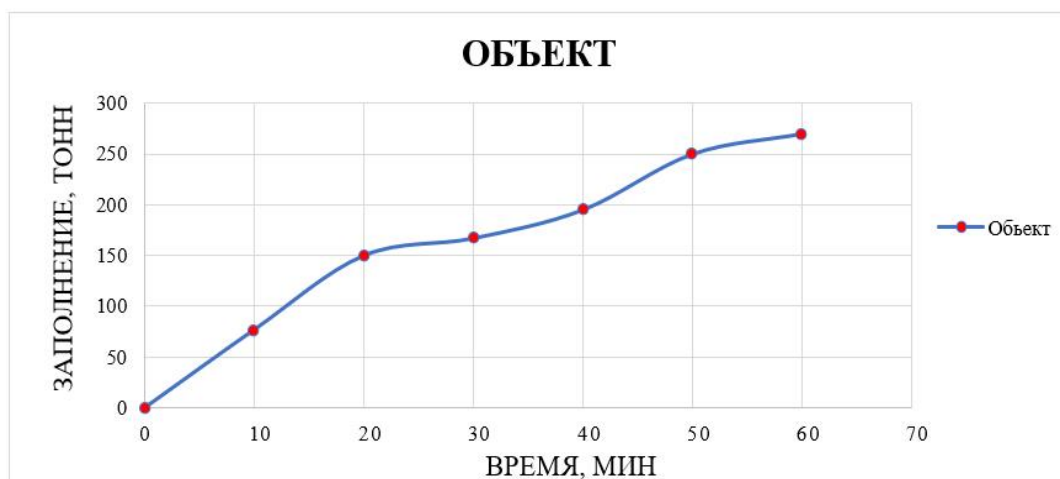


Рисунок 42 – Представлен объект с переходным процессом

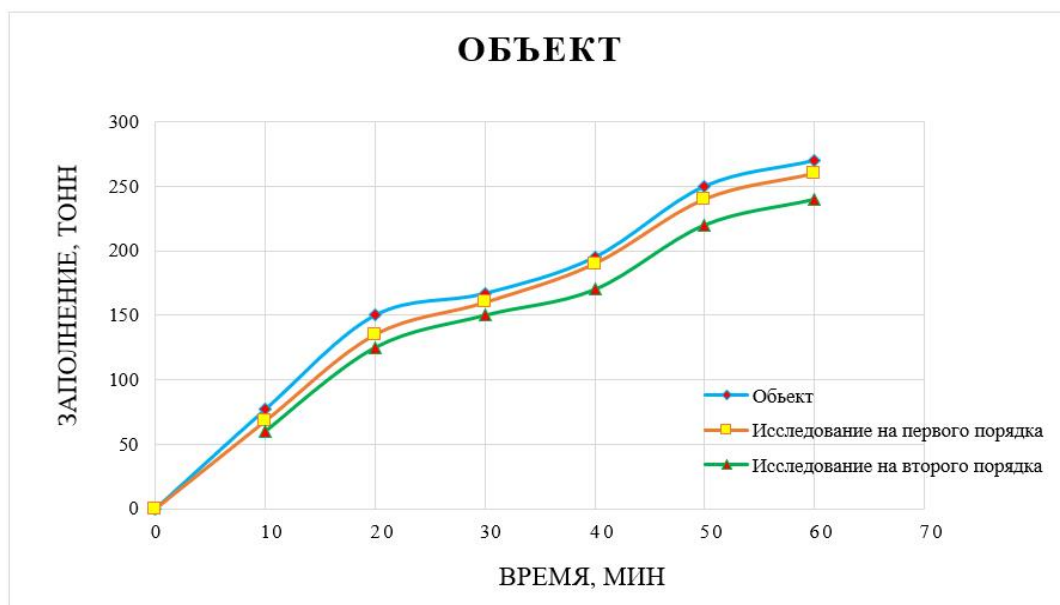


Рисунок 53 – Процесс исследования объекта

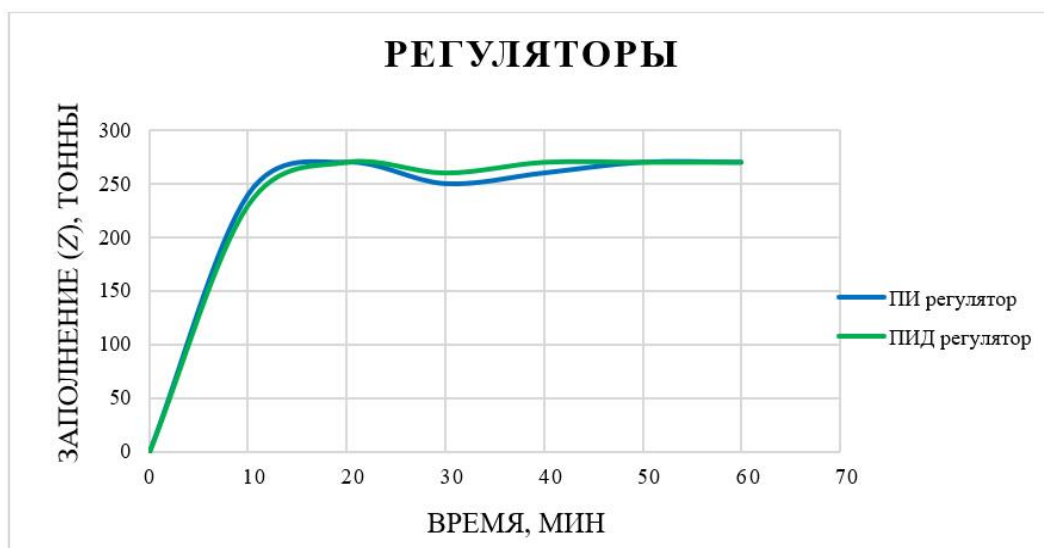


Рисунок 64 – «ПИ» - «ПИД» регуляторы

Отсюда определяем критерий, которое свойственно для каждого регулятора: – ПИД равен 53 мин.; – ПИ равен 60 мин., но как видим отчетливо на рисунке выше, что заданному значению быстрее стремится регулятор ПИ. В регуляторе ПИД, часть «Д» считается очень дорогим удовольствием в настройке повторной циркуляции технологического процесса так как затрачивается энергопотребление в виду экономии и стабилизации своевременно выдачи готового класса продукта, и вследствие этого для нашего объекта выберем регулятор ПИ с параметрами $K_p=2$, $T_i=2,8$.

В конце исследуем поведения каждой крупности руды из Приложение А и получим готовый класс для дальнейшей переработки в процессе флотации, представленного на рисунке 25.

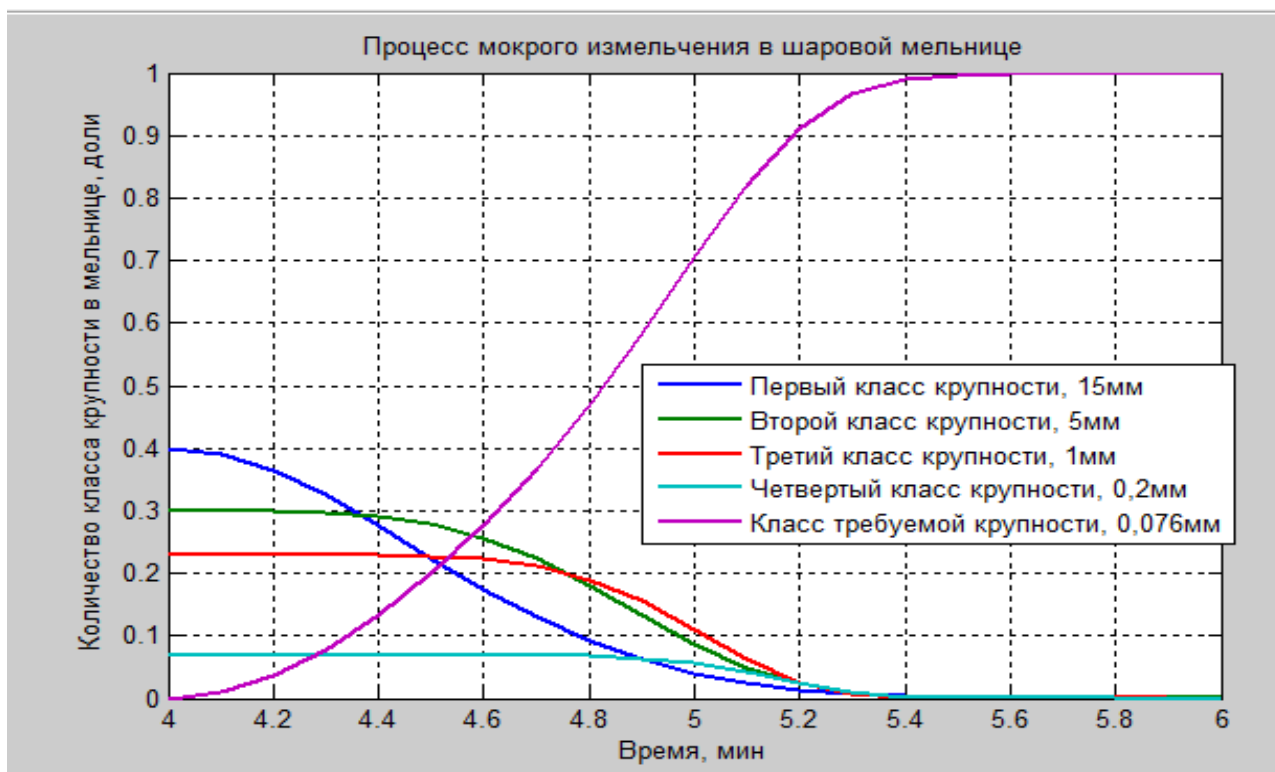


Рисунок 75 – Поведение каждой из крупности руды

3.12 Описание работы функциональной схемы автоматизации «мельница-гидроциклон»

На основе выше изученных данных строим функциональную схему автоматизаций для производственного процесса работы «мельница-гидроциклон», который представлен на рисунке 26.

Описываем контур «1а – 1ж» который представляет собой контур контроля за расходом поступающей руды в мельницу. Полученный сигнал с тензометрических весов «1а» сразу поступает на индикатор «WI-1б», который установлен «по месту»; затем на пульт «WI-1в», а далее на «контроллерный уровень», где уже у «АРМ оператора» на мониторе «FIRA-1г» предусмотрен сигнал индикаций, регистраций и сигнализаций считывающих показаний с весов, который пересчитывает в необходимые расходные величины; а вот сигналы с «контроллерный уровень» поступают в блок контроля с индикацией «FC-1д», в котором предусмотрено также ручное управление процессом «НС-1е»; с блока контроля сигнал управления, который далее поступает на исполнительный механизм с ручным приводом (это вариант предусмотрен на случай отказа электроники) «К-1ж».

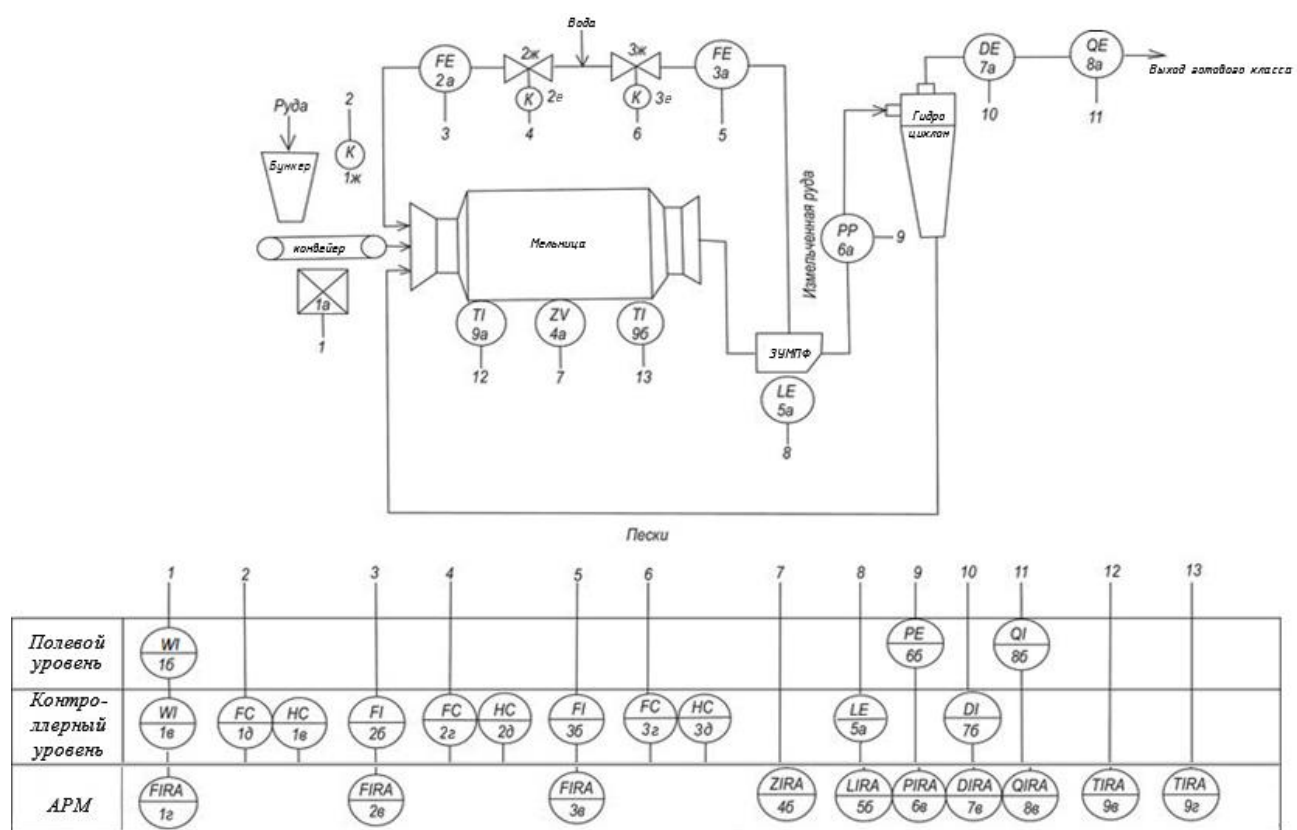


Рисунок 86 – Составление функциональной схемы процесса автоматизации «мельница-гидроциклон»

Описание контура «2а – 2ж», который представляет собой контур контроля за расходом поступающей воды в мельницу. На пульт индикатора «FI-2б» поступает сигнал с расходомера «FE-2а», затем уходит на «контроллерный

уровень» панель, где уже у «*АРМ оператора*» на мониторе «*FIRA-2в*», на котором предусмотрен сигнал индикаций, фиксаций и сигнализаций показаний расходомера; а вот сигналы полученные с «*контроллерный уровень*» поступают далее в блок контроля с индикацией «*FC-2г*», в котором также предусматривается ручное управление процессом «*НС-2д*»; далее с контролирующего блока управляющий сигнал поступает на исполнительный механизм с ручным приводом «*К-2е*», а затем на задвижку «(4)>|<2ж».

Описание контура «3а – 3ж», который представляет собой контур по управлению расходом воды в зумпф. Получается что, сигнал поступает с расходомера «*FE-3а*» и далее идёт на индикатор пульта «*FI-3б*», затем уходит на «*контроллерный уровень*» панель, где уже у «*АРМ оператора*» на мониторе «*FIRA-3в*» на котором предусмотрен сигнал индикаций, фиксаций и сигнализаций показаний расходомера; а вот сигналы поступающие с «*контроллерный уровень*» панели в блок контроля с индикацией «*FC-3г*», в котором также предусматривается ручное управление процессом «*НС-3д*»; далее с контролирующего блока управляющий сигнал поступает на исполнительный механизм с ручным приводом «*К-3е*», а затем на задвижку «(6)>|<3ж».

Описание контура «4а – 4б», который представляет собой контролирующий контур объёма-заполнения мельницы по ее акустике. Полученный сигнал поступает ВАЗМ «*ZV-4а*» затем уходит на «*контроллерный уровень*» панель, которая в свою очередь вырабатывает по данному сигналу управляющие воздействие по загрузке мельницы; тогда на мониторе «*ZIRA-4б*» предусмотрен сигнал индикаций, регистраций и сигнализаций показаний ВАЗМ в отрасли промышленного производства.

Описание контура «5а – 5б», который представляет собой регистрационный контур уровнемера пульпы в зумпфе. Полученный сигнал поступает с уровне-мера «*LE-5а*» далее сигнал поступает на панель «*контроллерный уровень*», где уже на мониторе «*LIRA-5б*» предусмотрен сигнал индикаций, регистраций и сигнализаций показаний уровнемера на оборудовании зумпфа.

Описание контура «6а – 6в», который представляет собой регистрационный контур потока давления, поступающего в гидроциклон. Полученный сигнал пневматического характера поступает с датчика давления «PP-6а» в пневмо электрический преобразователь «PE-6б», далее сигнал поступает на панель «контроллерный уровень», где уже на мониторе «PIRA-6в» предусмотрен сигнал индикаций, регистраций и сигнализаций показаний датчика давления, установленного между оборудованием «зумпф» и «гидроциклоном».

Описание контура «7а – 7в», который представляет собой регистрационный контур плотности готового класса продукции. Полученный сигнал поступает с плотномера «DE-7а» на индикатор на пульте «DI-7б», далее сигнал поступает на панель «контроллерный уровень», где уже на мониторе «DIRA-7в» предусмотрен сигнал индикаций, регистраций и сигнализаций показаний плотномера после выхода продукции из гидроциклона.

Описание контура «8а – 8в», который представляет собой регистрационный контур гранул-состава готового класса продукции. Полученный сигнал с гранул-метра «QE-8а» следует на индикатор, установленный по «месту» «QI-8б», далее сигнал поступает на панель «контроллерный уровень», где уже на мониторе «QIRA-8в» предусмотрен сигнал индикаций, регистраций и сигнализаций показаний гранул-метра после выхода продукции из гидроциклона и датчика измерения плотности.

Описание контура «9а – 9г», который представляет собой регистрационный контур температуры. Полученный сигнал поступает с термопар «TI-9а» и «TI-9б» на панель «контроллерный уровень», где уже на мониторе «TIRA-9в» и «TIRA-9г» предусмотрен сигнал индикаций, регистраций и сигнализаций показаний двух термопар на входе и на выходе мельницы.

Далее приведена схема внешних проводок (соединений) на рисунке 27, которая была создана в программном комплексе MICROSOFT VISIO.

«SIEMENS SIMATIC S7-400» – модульно-программируемый контроллер, который служит для построения САУ по средним и высоким степеням

сложности, с большим функционалом возможностей, которые поддерживаются на уровне операционных систем, имеет удобство в эксплуатации и предлагаемый сервис с возможностью получения экономически эффективных решений для построения систем автоматического управления в различных областях промышленного производства.

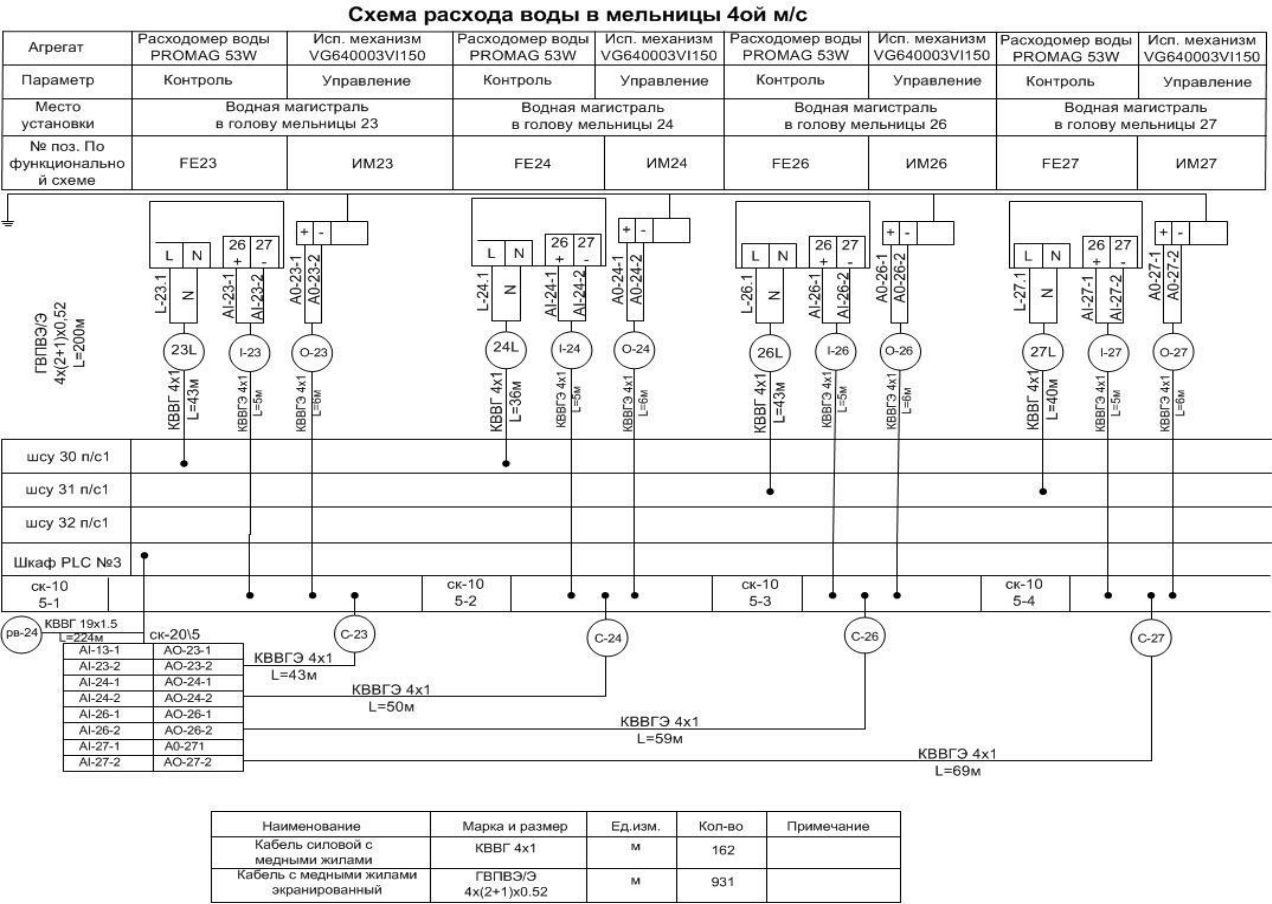


Рисунок 9 – Схема расхода воды в 4-й мельнице МОФ АО «Алмалыкский ГМК»

Эффективному использованию контроллера способствует возможность наличия нескольких центральных процессоров различной мощности, широкого спектра индивидуальных и аналоговых модулей ввода / вывода, функциональных модулей и коммуникационных процессоров. Представляет собой конструкцию из модулей, работает без принудительного охлаждения, имеет гибкие возможности в расширение, сильные коммуникационные возможности, обладает удобством в создании комплексных систем управления, и простота в обслуживании позволяют «SIEMENS SIMATIC S7-400» являющимся безупречным инструментом, которым можно решить практически

любые задачи автоматизации. Далее приведены в таблице 4 спецификации ФСА ТП на мельнице, и в таблице 5 приведены эксплуатационные условия контролера.

ПЛК SIEMENS SIMATIC S7-400, который можно охарактеризовать нижеследующими показателями:

1. Высокого быстродействия, путем выполнения логической инструкции за определенное время, не превышающее сто наносекунд.
2. Удобного способа настраивания параметров ПЛК, где большинство модулей можно настраивать с помощью типовых экранных форм Simatic Step7.
3. Обслуживающими функциями человеко - машинного интерфейса, встроенного в контроллер с операционной системой. Сама процедура трансляции данных выполняется в автономном режиме, и дополнительным применением единых обозначений, и базой данных.
4. Встроенная диагностическая система постоянно отслеживает состояние системы и записывает все ошибки и конкретные события (тайм-ауты, замены модулей, холодные перезапуски, выключения и т.д.). Информация по диагностике производит накопление в кольцевом буфере, который позволяет в дальнейшем обрабатывать её. Производится защита ПО. Защита программного обеспечения ПЛК обеспечивает защиту паролем от несанкционированного доступа, копирований или изменений программ.
5. Переключением режима работы. Сам момент переключение осуществляется с помощью ключа. Если удалить этот ключ, то получите статус ограничения и не сможете скопировать и изменить программу.
6. Арсенал расширенных системных функций, которые поддерживают сервис таких как задачи связи и задачи управления программами и многое другое. САУ ПЛК S7-400 представляет собой модульную конструкцию. Различные модули могут быть установлены и

укомплектованы в монтажной стойке в произвольном порядке, на усмотрение специалиста.

В состав системы входит:

1. Модуль питания (PS): который служит для подсоединения ПЛК «SIEMENS SIMATIC S7-400» к источнику диапазонов питания равные «24/48/60/120/230В» или «~120/230В».
2. Модуль центрального процессора (CPU): контроллер может использовать центральные процессоры различной мощности. Все центральные процессоры имеют встроенный интерфейс PROFIBUS DP. При необходимости вы можете использовать до четырех процессоров для базового блока контроллера.
3. Сигнальный модуль (SM): который служит для устройства ввода и вывода сигналов дискретного и аналогового характера.
4. Коммуникационный модуль (CP): который служит для объединений последовательности передачи данных через интерфейс «PtP», и для обмена данными через промышленную сеть «PROFIBUS» и «Ethernet».
5. Функциональный модуль (FM): который решает специальные задачи управления, такие как подсчет, позиционирование, автоматическое управление и другое.

Таблица 4 – Приведенная спецификация ФСА на приборы мельницы

№ по ФСА	Название	Примечание
«1а-е»	«Ленточный дозатор MULTIDOS Версия 4»	«Индикатор «1б» составные части оснащения»
«2а,3а»	«Ультразвуковой расходомер воды US800»	«Индикаторы «2б и 3б» составные части оснащения»
«2е-2ж, 3е-3ж»	«Клапан КСР-Э»	
«4а»	«АПК контроля загрузки мельниц ВАЗМ-1»	
«5а»	«Ультразвуковой уровнемер Echo TREK»	
«6а»	«Датчик давления DMP 331»	
«8а»	«Гранул-метр ПИК-074П»	«Индикатор «8б» составные части оснащения»
«6б»	«Пневмоэлектрический преобразователь ПЕП-11»	
«7б»	«Индикатор технологический микро процессорный ИТМ-20»	
«1г - 1д» «2г - 2д, 3г - 3д»	«Блок ручного управления с индикацией БРУ-42»	
«1в - 2в - 3в - 4в - 5б - 6в - 7в - 8в»	«24” дюймовые мониторы - 2 шт.»	

ПЛК SIEMENS SIMATIC S7-400 – это простота устройства, которая существенно повышает характеристику эксплуатации контролера:

6. Простой в установке модуль. Модули монтируются в любом порядке на свободные разъемы монтажной стойки и привинчиваются на месте. Фиксированное местоположение занимают только источник питания, первый центральный процессор и некоторые модули интерфейса.
7. Внутренние шины встроены в монтажную стойку. Все монтажные стойки имеют параллельную шину (P-bus) для высокоскоростного обмена данными с сигнальными и функциональными модулями. Все стойки, кроме «ER» и «ER2», имеют шину последовательной связи (К-шина) для высокоскоростного обмена большими объемами данных с модулями функционала и процессорами коммуникации.
8. Механическая кодировка переднего разъема с возможностью устранения ошибок при замене модулей.
9. «SIMATIC TOP Connect»: система 1, 2 и 3 проводных разъемов с контактами с винтовыми клеммами или клеммами с пружинными контактами. Это значительно упрощает и ускоряет процесс установки.
10. Фиксированная глубина монтажа: все передние разъемы и соединительные провода расположены в специальной секции модуля и закрыты защитной дверцей. Все модули имеют одинаковую глубину установки.
11. Модули могут быть свободно размещены в слотах всех монтажных стоек модулей контроллера без каких-либо ограничений на их размещение [16].

Далее будут рассмотрены несколько датчиков на выбор гранулометрического определения в виде таблицы сравнения, и произведен соответствующий выбор с учетом набора всевозможных функции, простоты обслуживания и экономической эффективности согласно таблице 6.

Таблица 5 – Основные эксплуатационные условия контролера:

Наименование характеристик	Значение
Синусоидальные вибрационные воздействия по IEC 60068-2-6	(10 – 58) Гц с постоянной амплитудой 0.075 мм; (58 – 500) Гц с постоянным ускорением 9.8 м/с ²
Ударные воздействия по IEC60068-2-29	10g, 6мс, 100 ударов
Температурный диапазон	(0 – 60) °C
Относительная влажность при плюс 25 °C	«до 95%, без конденсата»
Атмосферное давление	(1080 – 860) гПа; (-1000 – 1500) м над уровнем моря»
Степень защиты	IP20 по IEC60529
Класс безопасности	I по IEC60536 (VDE0106, часть 1)
Испытательное напряжение с изоляции цепей U_e по отношению к другим цепям и земле (IEC61131-2):	
$50 < U_e \leq 100V$	350V
$50 < U_e \leq 100V$	700V
$100 < U_e \leq 150V$	1300V
$150 < U_e \leq 300V$	2200V

Таблица 6 – Сравнение характеристик датчиков гранулометров

Функциональные возможности датчика	Датчики гранулометры	
	"Гран"	«ПИК-074П»
Диапазон измерения крупности частиц, мм	(0,0 – 0,4)	(0,028 – 1)
Количество контролируемых классов крупности	до 2	до 2
Среднеквадратичная погрешность контролируемой величины, %	± 2	не более 2
Выходной сигнал, мА	(0-20); (4-20)	(0-5); (0-20); (4-20)
Интерфейс связи с ЭВМ	RS-485	RS-485
Питание от сети переменного тока частотой 50 Гц:		
Напряжение, В	220	220
Потребляемая мощность, ВА	150	100
Степень защиты	IP-65	IP-66
Габаритные размеры, мм		
Шкаф с микропроцессорным преобразователем МИП-3	500x500x210	500x400x210
Датчик крупности ДКП-02 (для штанги длиной 160 мм)	300x300x2600	250x250x424
Масса, кг		
Шкаф с микропроцессорным преобразователем МИП-3, не более	20	17
Датчик крупности ДКП-02, не более	15	12

Выводы к практическому разделу: в данном разделе были проведены изыскания комплекса измельчения, как объект управления, проведен анализ управляющих переменных, описан технологический процесс АСУ комплекса измельчений, рассмотрено системное управление и рекомендации АСУ на дробильно-измельчительный комплекс. Определен набор функциональных возможностей АСУ по сбору и обработке информации, информацией обмена между подсистемами АСУ, информации ввода, отображения, контроля и ее хранением. Построены математические модели измельчительного комплекса, составлен алгоритм АСУ ТП, проведено также было исследование объекта и описание работы ФСА «мельницы-гидроциклон».

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Организация и планирование работ

При организации процесса реализации конкретного проекта, а именно по разработке автоматизированной системы контроля и управления загрузкой мельницы МШЦ 3600×5000, путем повышения технико-экономических показателей в комплекс мельница – гидроциклон на МОФ, АО «АГМК», необходимо рационально спланировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

Составим полный перечень проводимых работ, определим их исполнителей и рациональную продолжительность. Наш проект будут разрабатывать два человека – это научный руководитель и инженер.

Все данные представим в виде таблицы 7.

Таблица 7 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей, %	Загрузка исполнителей, %	
			Научный руководитель	Инженер
Постановка целей и задач, получение исходных данных	Научный руководитель	100 %	100	
Составление и утверждение ТЗ	Научный руководитель	30 %	30	
	Инженер	60 %		60
Проведение патентных исследований	Научный руководитель	20 %	20	
	Инженер	35 %		35
Подбор и изучение материалов по тематике	Научный руководитель	30 %	30	
	Инженер	35 %		35
Проведение теоретических расчетов и обоснований	Научный руководитель	30 %	30	
	Инженер	55 %		55
Построение макетов и проведение экспериментов	Научный руководитель	20 %	20	
	Инженер	55 %		55
Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель	25 %	25	
	Инженер	55 %		55

Продолжение таблицы 7 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей, %	Загрузка исполнителей, %	
			Научный руководитель	Инженер
Календарное планирование работ	Научный руководитель	30 %	30	
	Инженер	50 %		50
Обсуждение литературы	Научный руководитель	25 %	25	
	Инженер	55 %		55
Разработка блок-схем	Научный руководитель	25 %	25	
	Инженер	45 %		45
Выбор и расчет конструкций	Научный руководитель	25 %	25	
	Инженер	45 %		45
Выбор материалов и оборудования	Инженер	100 %		100
Составление эксплуатационно-технической документации по проекту	Инженер	100 %		100
Оформление патента	Инженер	100 %		100
Подведение итогов	Научный руководитель	25 %	25	
	Инженер	60 %		60

4.1.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ может осуществляться двумя методами:

- технико-экономическим;
- опытно-статистическим.

Для определения ожидаемых значений продолжительности работ $t_{ож}$ применим следующую 25 формулу:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (25)$$

где t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет

продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) ведется по формуле 26:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{вн}} \cdot K_{д} \quad (26)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{вн} = 1$;

$K_{д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{д} = 1-1,2$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле 27:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{к}, \quad (27)$$

где $T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{к}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях представленного в таблице 8, к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле 28:

$$T_{к} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} \quad (28)$$

Таблица 8 – Показатели рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	121	121
- выходные дни	104	104
- праздничные дни	17	17
Потери рабочего времени	29	26
- отпуск	24	24
- невыходы по болезни	5	2
Действительный годовой фонд рабочего времени	215	218
Коэффициент календарности, $T_{к}$	1,698	1,674
Коэффициент выполнения работ, $K_{вн}$	1,0	1,0
Коэффициент, учитыв. непредвид задержки, $K_{д}$	1,0	1,0

Далее в таблице 9 приведем полученные расчеты трудозатрат на выполнение проекта.

Таблица 9 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей, %	Продолжительность работ, дни			Трудоёмкость работ по исполнителям, чел.-дн			
						Трд		Ткд	
			$t_{\min}$	$t_{\max}$	$t_{\text{ож}}$	НР	И	НР	И
Постановка целей и задач, получение исходных данных	Научный руководитель	100 %	1	2	1,4	1,4		2,4	0
Составление и утверждение ТЗ	Научный руководитель	30 %	2	3	2,4	0,72	1,44	1,2	2,4
	Инженер	60 %							
Проведение патентных исследований	Научный руководитель	20 %	7	12	9	1,8	3,15	3,1	5,3
	Инженер	35 %							
Подбор и изучение материалов по тематике	Научный руководитель	30 %	3	5	3,8	1,14	1,33	1,9	2,2
	Инженер	35 %							
Проведение теоретических расчетов и обоснований	Научный руководитель	30 %	7	15	10,2	3,06	5,61	5,2	9,4
	Инженер	55 %							
Построение макетов и проведение экспериментов	Научный руководитель	20 %	5	8	6,2	1,24	3,41	2,1	5,7
	Инженер	55 %							
Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель	25 %	5	7	5,8	1,45	3,19	2,5	5,3
	Инженер	55 %							
Календарное планирование работ	Научный руководитель	30 %	2	3	2,4	0,72	1,2	1,2	2,0
	Инженер	50 %							
Обсуждение литературы	Научный руководитель	25 %	2	4	2,8	0,7	1,54	1,2	2,6
	Инженер	55 %							
Разработка блок-схем	Научный руководитель	25 %	7	15	10,2	2,55	4,59	4,3	7,7
	Инженер	45 %							
Выбор и расчет конструкций	Научный руководитель	25 %	5	10	7	1,75	3,15	3,0	5,3
	Инженер	45 %							
Выбор материалов и оборудования	Инженер	100 %	3	5	3,8		3,8	0,0	6,4
Составление эксплуатационно-технической документации по проекту	Инженер	100 %	3	5	3,8		3,8	0,0	6,4
Оформление патента	Инженер	100 %	3	5	3,8		3,8	0,0	6,4
Подведение итогов	Научный руководитель	25 %	5	8	6,2	1,55	3,72	2,6	6,2
	Инженер	60 %							
ИТОГО					78,80	18,08	43,73	30,69	73,22

Далее приведена таблица 10 линейного графика работ к трудозатратам.

Таблица 10 - Линейный график работ

Этап	НР	И	Март			Апрель			Май			Июнь	
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
1	2,48	–											
2	4,26	1,28											
3	3,94	13,15											
4	2,48	0,49											
5	0,99	4,97											
6	7,46	5,22											
7	13,51	27,02											
8		27,73											
9		12,8											
10		6,75											
11	4,9	8,17											

НР – ; И –

4.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

4.2.1 Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования, где приведен расчет в таблице 11.

Таблица 11 – Расчет затрат на материалы

Наименование	Ед. измерения	Количество	Цена за единицу, руб.	Общие затраты, руб.
Бумага формата А4	упаковка	3	210	630
Ватман	Шт.	10	90	900
Картридж для принтера	Шт.	1 700	1	1 700
Набор ручек	Шт.	20	10	200
Краска для заправки картриджей	Шт.	10	650	6 500
Папки для бумаг	Шт.	20	50	1 000
Набор простых карандашей	Шт.	10	7	70
Итого				11 000
ВСЕГО с учетом ТЗР				11 550

4.2.2 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера, а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя, который рассчитывается в таблице 12.

Таблица 12 – Расчет заработной платы

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб. день	Затраты времени раб. дни	Коэффициент	ФЗП, руб.
Научный руководитель	24 768	987,43	18	1,699	30 331,67
Инженер	10 633	423,91	44	1,62	30 031,07
Итого:					60 362,74

4.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, приведенный в таблице 13.

Таблица 13 – Расчет затрат на социальный налог

Исполнитель	ФЗП, руб.	ЕСН, руб.
Научный руководитель	30 331,67	9 099,50
Инженер	30 031,07	9 009,32
Итого:	60 362,74	18 108,82

4.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле 29:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot C_{\text{Э}} \quad (29)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$C_{\text{Э}}$ – тариф на 1 кВт · час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Для ТПУ $C_{\text{Э}} = 5,748$ руб. / кВт · час (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 9 для инженера ($T_{\text{рд}}$) из расчета, приведенных в таблице 14, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов, приведенных по формуле 30.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} \cdot K_{\text{т}} \quad (30)$$

Таблица 14 – Расчет затрат времени на использование оборудования

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{об}}$, час	Потребляемая мощность $P_{\text{об}}$, кВт	Затраты $\Sigma_{\text{об}}$, руб.
Персональный компьютер	210	0,3	361,96
Принтер	2	0,1	1,15
Итого:			538,70

4.2.5 Расчет амортизационных расходов

Таблица 15 – Расчет амортизационных расходов

Наименование оборудования	Стоимость оборудования, руб.	Время использования, час	Амортизация, руб.
Персональный компьютер	60 000	210	2 092,07
Принтер	20 000	2	40,00
Итого:			2 132,07

4.2.6 Расчет расходов, учитываемых непосредственно на основе платежных (расчетных) документов (кроме суточных)

Расходы учитываются на основе расчетных документов, приведенных в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет командировочных расходов

Наименование расходов	Затраты, руб.
Оплата проживания	6 710
Оплата проезда	8000
Оплата услуг связи	2500
ИТОГО	17 210

4.2.7 Расчет прочих расходов

Таблица 17 – Расчет прочих расходов

Наименование расходов	Затраты, руб.	Прочие расходы
Материальные затраты	11 550	1 155
Затраты на заработную плату	60 362,74	6 036
ЕСН	18 108,82	1 811
Затраты на электроэнергию	538,70	54
Амортизация	2 132,07	213
Расходы, учитываемые на основе платежных документов	12 495	1 250
ИТОГО	105 187,43	10 519

4.2.8 Расчет общей себестоимости разработки

Таблица 18 – Расчет амортизационных расходов

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	11 550
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	60 362,74
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	18 108,82
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	538,70
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	2 132,07
Непосредственно учитываемые расходы	$C_{\text{нр}}$	12 495
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	10 519
Итого:		115 706,17
Прибыль		23 141,23
НДС		27 769,48
Цена разработки НИР		166 616,89

4.3 Оценка экономической эффективности проекта

В современных условиях оптимизация затрат является стратегическим приоритетом для подавляющего большинства предприятий по всему миру. Любой управленец понимает, что самый первый шаг предприятия при наступлении кризиса – это сокращение затрат.

Снижение издержек может произойти при создании автоматизированных систем управления, использовании компьютерной техники и технологии.

При использовании информационной базы данных по разработке автоматизированной системы контроля и управления загрузкой мельницы МШЦ 3600×5000, для того чтобы обеспечить повышение технико-экономических показателей в комплекс мельница – гидроциклон на МОФ, АО «АГМК», где будет установлен датчик ПИК-074П, что сделает процесс измельчения более качественным и продуктивным за счёт непрерывного определения и отображения на цифровом дисплее величины процентного содержания контрольных классов крупности частиц в пульпе, полученные данные с процесса дробления быстрее и качественнее обрабатываются и регистрируются в базе данных, что позволит сэкономить время работы оператора в среднем на 6 минут для учёта расхода при подаче воды и руды на мельницу. При норме 24 учёта расхода при подаче руды и воды в рабочий день, сэкономленное время составит 144 мин за 1 рабочий день.

В месяце в среднем 22 рабочих дня (при пятидневной рабочей неделе), исходя из перечисленного выше в месяц будет сэкономлено $144 \cdot 22 = 3168$ мин.

В 2019 году 247 рабочих дня, следовательно, за год экономия времени составит: $144 \cdot 247 = 35568$ мин; $35568 / 60 = 593$ часа; $593 / 8 = 74$ рабочих дней.

Расчет экономии на ЗП специалиста приведен в таблице 19.

Таблица 19 – Затраты на заработную плату специалиста

Исполнитель	Оклад, специалиста руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб. день	Эконом. раб. дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
Специалист	16 900	768,18	74	1,7·1,133	107 557,28
Итого:					107 557,28

В результате создания информационной базы данных по разработке автоматизированной системы контроля и управления загрузкой мельницы МШЦ 3600×5000, для того чтобы обеспечить повышение технико-экономических показателей в комплекс мельница – гидроциклон на МОФ, АО «АГМК», где будет установлен датчик ПИК-074П пункта измельчения руды мы получим экономию на ЗП специалиста в сумме 107 557,28 рублей в год.

Также использование ИБД позволит дополнительно вести электронный журнал регистрации загрузки руды на мельницу, и формировать отчеты за определенный период времени. До создания ИБД регистрация грузов велась на бумажных носителях (в журналах).

Благодаря созданию ИБД, позволит разгрузить оператора, и выполнять работу быстрее, а также в связи с тяжелой обстановкой в стране сэкономить бюджет предприятия АО «Алмалыкского ГМК», Ташкентской области Республики Узбекистан.

Экономия берется из-за высвобождения, например, в цеху до установки датчиков работала 5 человек, а с установкой их стало 2-ое, отсюда экономиться фонд заработной платы, который можно перераспределить на премии всем работникам предприятия, то есть простимулировать. Или экономиться потребление электроэнергии за счет установки энергосберегающего оборудования.

4.3.1 Расчет эффективности от предложенных мероприятий по внедрению датчиков

1. Расчетное потребление электроэнергии при переработке руды в мельнице до внедрения датчиков, определим по формуле 31:

$$W_{эл} = P_{эл} \cdot \chi_{раб} \cdot T, \quad (31)$$

где

Обозначение	Наименование показателя	Значение
$P_{эл}$	Расход электроэнергии по мельнице, кВт·ч	15
$\chi_{раб}$	Продолжительность работы мельницы в год, час	5 808
T	Тариф на электроэнергию, руб/кВт	5,748
$W_{эл}$	Затраты на электроэнергию в денежном выражении, руб	500 765

2. Расчетное потребление электроэнергии при переработке руды в мельнице после внедрения датчиков приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Расчетное потребление электроэнергии при переработке руды в мельнице после внедрения датчиков

Наименование показателя	Обозначение	Значение
Расход электроэнергии по мельнице, кВт·ч	$P_{эл}$	9
Продолжительность работы мельницы в год, час	$Ч_{раб}$	5 808
Тариф на электроэнергию, руб/кВт	T	5,748
Затраты на электроэнергию в денежном выражении, руб	$W_{эл}$	300 459

3. Экономия электроэнергии после установки датчиков составит:

$$15 - 9 = 6 \text{ кВт·ч.}$$

4. В денежном выражении экономия составит:

$$500\,765 - 300\,459 = 200\,306 \text{ руб.}$$

4.3.2 Определение срока окупаемости инвестиций

Данный показатель определяет продолжительность того периода, через который инвестиции будут возвращены полученной благодаря им прибылью. Чем меньше PP , тем эффективнее проект. Использование показателя предполагает установление для него приемлемого значения как меры эффективности инвестиций. Используется формула 32:

$$PP = \frac{I_0}{PP_q} \quad (32)$$

где I_0 величина инвестиций = 166 616,89 рублей;

PP_q – годовая экономия = 107 557,28 рублей + 200 306 рублей.

$$PP = 166\,616,89 / 307\,863,28 = 0,54 \text{ года.}$$

Вывод: – исходя из расчета срок окупаемости проекта составит 0,54 года.

– однозначно разработка является высокоэффективной.

5 Социальная ответственность

Введение

В данном разделе выпускной квалификационной работы будут рассмотрены вредные и опасные производственные факторы, влияющие на диспетчера по мониторингу за технологическими процессами производства. Рабочим местом является помещение офисного типа (кабинет).

Диспетчер имеет в своем окружении рабочую зону, где происходит мониторинг за технологическим процессом всего производства, с учетом соблюдения диспетчером правил внутреннего распорядка, и законодательства о труде и техники безопасности на производстве. Кабинет диспетчера оснащен оргтехникой и другими важными объектами:

- графическая станция (далее – ГС) – под ГС будем понимать совокупность из двух мониторов, специального системного блока, клавиатуры, мыши (беспроводного подключения периферийных устройств) и проводов для подключения, описанных выше устройств;
- принтеры и сканеры;
- телефоны и факсы;
- столы и стулья;
- SCADA-шкафы;
- серверами;
- технологический пульт управления процессом производства;
- распределительный щиток.

На рисунке 28 представлена схема помещения, где прямоугольниками обозначены столы, а кругами обозначены стулья. Кабинетное помещение относится к классу помещений без повышенной опасности, так как отсутствуют условия, создающие повышенную или особо повышенную опасность.

Согласно требованиям, СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 [22], расстояние между рабочими столами с видеомониторами составляет 2 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов примерно 1,2 м. Площадь на одно

рабочее место пользователей ПК с монитором на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) составляет 4,5 м² [22].



Рисунок 28 – План помещения (кабинета)

Также кабинетное помещение оборудование оснащено противопожарной сигнализацией и датчиками дыма.

Характеристика объекта исследования по разделу «Социальной ответственности»:

1. Объектом исследования выступает АО «Алмалыкский ГМК» [23].
2. Рабочим местом является помещение диспетчерской в 4,5 м².
3. Диспетчерская рабочая зона является местом управления персональным компьютером, здесь мониторят технологический процесс производства и отвечают за бесперебойную работу всего комбината.
4. Технологический процесс, представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров. Здание, в котором находится диспетчерская, расположена на территории промышленной площадки МОФ АО «АГМК».

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Охрана труда – система законодательных и иных нормативных документов Республики Узбекистан и соответствующих им социально-

экономических, санитарно-гигиенических, организационно-технических, лечебно-профилактических, реабилитационных и иных мероприятий, направленных на сохранение здоровья и обеспечение безопасности человека в процессе труда.

Нормативно-техническая документация по охране труда (ОТ):

1. Конституция Республики Узбекистан [24];
2. Основы законодательства Республики Узбекистан закон «Об охране труда (в новой редакции № ЗРУ-410 от 23.09.2016 года [25];
3. Трудовой кодекс РУз от 21 декабря 1995 года № 161–I [26];
4. Стандарты в области безопасности труда (ССБТ - система стандартов безопасности труда);
5. Санитарные нормы по различным аспектам условий труда;
6. Строительные нормы и правила (СНиП);
7. Отраслевые нормы и правила по ОТ, которые учитывают особенности труда в данной отрасли;
8. Инструкции по ОТ, разрабатываемые для каждой профессии или для определённого вида работ.

Согласно ТК РУз в условиях непрерывного производства нет возможности использовать режим рабочего времени по пяти - или шестидневной рабочей неделе. По этой причине применяются графики сменности, обеспечивающие непрерывное обслуживание производственного процесса, работу персонала сменами постоянной продолжительности, регулярные выходные дни для каждой бригады, постоянный состав бригад и переход из одной смены в другую после дня отдыха по графику. На объекте применяется четырех бригадный график сменности. При этом ежесуточно работают три бригады, каждая в своей смене, а одна бригада отдыхает. При составлении графиков сменности учитывается положение ст. 122 ТК РУз [27] о предоставлении работникам на сменных работах при шестидневной рабочей неделе с одним выходным днем.

К таким органам относятся:

- Государственная инспекция труда;
- Государственная экспертиза условий труда служба по труду и занятости населения (Минтруда Республики Узбекистана служба по экологическому (Госгортехнадзор, Госэнергонадзор));
- Единая государственная система функционирует так же в стране в виде предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (МЧС).

5.2 Производственная безопасность

Производственная безопасность обусловлена взаимодействием между людьми и самой работой, характером задействованных материалов, машин и оборудования, средой, факторами экономического порядка, например, производительностью. В идеале работа не должна оказывать негативного влияния на здоровье или наносить ущерб физическому состоянию занятых, а также не должна быть чрезмерно тяжелой. С экономической же точки зрения она должна обеспечивать максимально возможный уровень производительности.

Производственная безопасность должна закладываться уже на этапе планирования и обеспечиваться на всех этапах производственного процесса. Соответственно требования по технике безопасности должны быть предъявлены до начала работ и утверждаться на всем продолжении производственного цикла, в частности, таким образом, чтобы их эффективность поддавалась последующей оценке. На этапе планирования должна быть распределена ответственность по обеспечению здоровых и безопасных условий труда персонала. В ходе промышленного производственного процесса происходит взаимодействие людей и объектов. (В данном случае термин "объекты" имеет гораздо более широкое значение, чем элемент системы "человек-(машина)-среда" и охватывает не только собственно орудия труда и материалы, но и, скажем, пол цеха, лестницы, электроток, газ, пыль, воздух и т. д.) [28].

При выполнении данного вида работ сопровождается следующими вредными и опасными факторами, приведенных в таблице 21 [29].

Таблица 21 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ, связанных с обслуживанием пульта управления за технологическим процессом производства

Наименование видов работ	ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы.		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
Эксплуатация пульта управления и процесс наблюдения за технологией производства через монитор ПК.	1. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 2. Электромагнитное излучение.	1. Поражение электрическим током.	1. ГОСТ 12.1.038-82 [29]; 2. СП 52.13330.2016 [34]; 3. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [22]

5.2.1 Анализ по выявлению вредных факторов производственной среды

Рассмотрим основной наиболее вероятный вредный производственный фактор на рабочем месте, который может иметь место при выполнении данного вида работ.

Естественный свет обладает высокой биологической и гигиенической ценностью, поскольку обладает благоприятным для человеческого зрения спектральным составом и положительно воздействует на психику человека – не прерывая ощущение связи человека с окружающим миром. Недостаток в искусственном освещении, а тем более его отсутствие, классифицируется в качестве вредного производственного фактора.

Люди нуждаются в естественном освещении, поскольку благодаря ему увеличивается комфортность среды обитания, улучшается самочувствие, повышается работоспособность и растет производительность труда. Именно поэтому в соответствии с требованиями СП 52.13330.2016 [34] Естественное и искусственное освещение, в котором определяется, нормативное количество естественного света в тех помещениях, где постоянно пребывают люди. В исключительных случаях возможно допущение недостатка или отсутствия естественного света, но при условии, что этот дефицит будет компенсирован за

счет значительного увеличения нормируемых значений искусственной освещенности, что ведет к значительному росту расхода электроэнергии и экономически невыгодно.

Отсутствие естественного освещения в помещениях компенсируется обустройством адекватной системы искусственного освещения. Однако в помещениях с постоянным пребыванием людей желательно естественное освещение, поскольку отсутствие такового неблагоприятно воздействует на человека.

Рабочая зона в диспетчерской, представляет собой работу за компьютером, которое относится к IV разряду зрительной работы средней точности. Наименьший размер объекта различения составляет 0.5 – 1 мм. По нормам [36] рекомендуемая освещенность помещения для данного разряда 400 лк, которая приведена в таблице 22.

Таблица 22 – Нормы освещенности

Разряд зрительной работы	Характеристика	Подразряд	Освещенность (комбинированная система), лк	Освещенность (общая система), лк
IV	Средней точности	Б	500	400

Согласно [34] в таблице 23 приведены коэффициенты естественного и искусственного освещения, которые доступны в помещении рабочей зоны диспетчера пульта управления технологическим процессом.

Таблица 23 – Норма КЕО и КИО

Помещение	Коэффициент естественного освещения (Санитарно-гигиеническая норма 0.25)	Коэффициент искусственного освещения (Санитарно-гигиеническая норма 48)
Диспетчерская	0,22	37,7

Нормы освещенности рабочего места

Нормы освещенности рабочего места согласно СП 52.13330.2016 [34] для объектов всех типов приведены в таблице 24. Приведем показатели для основных групп – офисов, производственных объектов, складов, а также жилых зданий.

Таблица 24 – Нормы освещенности офисных помещений

Вид помещения	Норма освещенности СП, лк
Офис общего назначения с использованием компьютеров	(200 – 300)
Офис большой площади со свободной планировкой	400
Архив	75
Кладовая	50

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещенность рабочих мест должна быть равномерной и исключать возникновение слепящего действия осветительных приспособлений на работающих. Производство работ в неосвещенных местах не разрешается.

Измерение освещенности внутри помещений (в том числе участков, отдельных рабочих мест, проходов и так далее) проводится при вводе сети освещения в эксплуатацию в соответствии с нормами освещенности, а также при изменении функционального назначения помещений.

Во всех производственных помещениях, кроме рабочего, необходимо предусматривать аварийное освещение, а в зонах работ в ночное время на открытых площадках - аварийное или эвакуационное освещение.

Выбор вида освещения участков, цехов и вспомогательных помещений опасных производственных объектов должен производиться с учетом максимального использования естественного освещения.

Электромагнитное излучение

Человеческий организм всегда реагирует на электромагнитное поле. Однако, для того чтобы эта реакция переросла в патологию и привела к заболеванию необходимо совпадение ряда условий – в том числе достаточно высокий уровень поля и продолжительность облучения. Поэтому, при использовании техники с малыми уровнями поля и/или кратковременными, ЭМП не оказывает влияния на здоровье. Потенциальная опасность может грозить лишь людям с повышенной чувствительностью к электромагнитному полю и аллергикам, также зачастую обладающим повышенной чувствительностью к электромагнитным полям.

Персональный компьютер является источником электромагнитного излучения. Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах пользователей, согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[22], представленные в таблице 25.

Таблица 25 – Временные допустимые нормы ЭМП, которые создают ПЭВМ на рабочих местах

Напряженность электрического поля	ВДН
в диапазоне частот 5 Гц — 2 кГц, E1	25 В/м
в диапазоне частот 2 кГц — 400 кГц, E2	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	ВДН
в диапазоне частот 5 Гц — 2 кГц, B1	250 нТл
в диапазоне частот 2 кГц — 400 кГц, B2	25 нТл

Негативное воздействие ЭМП на человека выражается в виде торможения рефлексов, изменения биоэлектроактивности головного мозга, нарушения памяти, развития синдрома хронической депрессии, понижения кровяного давления, замедления сокращений сердца, изменения состава крови в сторону увеличения лейкоцитов и уменьшения эритроцитов, нарушений в печени и селезенке, помутнения хрусталика глаза, выпадения волос, ломкости ногтей. К ЭМП чувствительны также иммунная и репродуктивная системы.

Критерием безопасности для человека, находящегося в электрическом поле (ЭП) промышленной частоты 50 Гц, принята напряженность этого поля. Пребывание в ЭП напряженностью до 5кВ/м включительно допускается в течение рабочего дня. Пребывание в ЭМП напряженностью от 5 до 20 кВ/м допускается в течение одного часа.

Для уменьшения влияния электромагнитного поля можно использовать мониторы, у которых понижен уровень излучения (MPR-II, TCO-92, TCO-99), также соблюдать перерывы между работой за компьютером.

Для того, чтобы избежать негативного воздействия от электромагнитного излучения необходимо следовать основным нормам, описанным в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[22], некоторые моменты визуально отображены на рисунке 29.

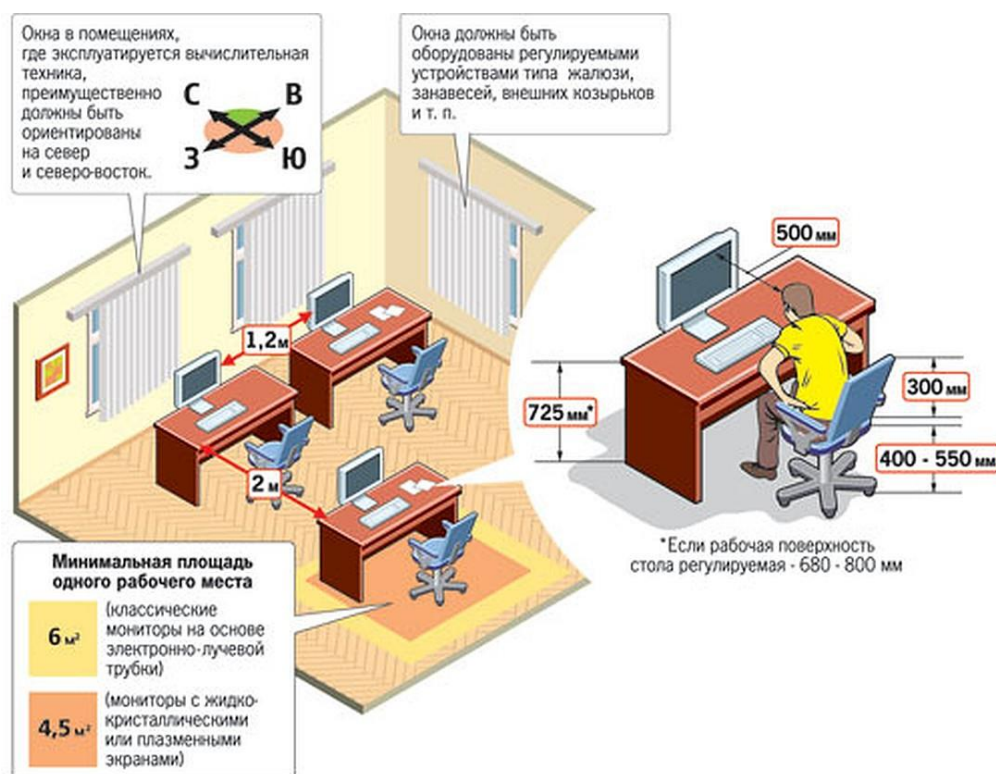


Рисунок 29 - Описание площади ЭМИ

5.2.2 Анализ опасных факторов производственной среды

Производственное помещение, где установлены синхронные двигатели (машинный зал) и шкафы с низковольтным оборудованием, по степени опасности поражения людей электрическим током относится к помещениям с повышенной опасностью. Все токоведущие части защищены от случайного прикосновения, а шкаф возбuditеля имеет надежное заземление, подключенное к заземляющему контуру стальной полосой.

При управлении пультом и мониторингом за технологическим процессом возникает возможность поражения электрическим током, что является опасным фактором.

Значительное количество несчастных случаев от поражения электрическим током связано с тем, что нарушается изоляция электроприемников. Для защиты людей от поражения электрическим током при

повреждении изоляции должна быть применена, по крайней мере, одна из следующих защитных мер: заземление, зануление, защитное отключение, разделительный трансформатор, малое напряжение, двойная изоляция, выравнивание потенциалов [29, 32].

Защитное заземления - преднамеренное соединение с землёй или её эквивалентом металлических нетоковедущих частей электроприёмников (электроустановок), которые могут оказаться под напряжением (ГОСТ 12.1.009-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Термины и определения [30].

Зануление - преднамеренное электрическое соединение металлически нетоковедущих частей электроприёмников (электроустановок) с нейтральной точкой трансформатора питающей подстанции металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением ГОСТ IEC 61140-2012 Защита от поражения электрическим током [31].

Согласно [30, 31] для предотвращения поражения электрическим током рекомендуется проводить следующие технические и организационные мероприятия. Технические мероприятия:

- применение устройств (предохранителей, отключающих реле и т. п.) защиты электроустановок и сетей от перегрузок, а также токов коротких замыканий;
- защиту людей от прикосновения к токоведущим частям оборудования посредством изоляции токоведущих частей электрооборудования, установки защитных ограждений;
- защита от поражения электрическим током при переходе напряжения на металлические корпуса электроустановок; устройство защитного заземления;
- применение защитного отключения.

К организационным мероприятиям относится инструктаж по электробезопасности, присвоение 1 группы по электробезопасности. Данный инструктаж является обязательным условием для допуска к работе в помещении. Также перед началом выполнения работы необходимо проверить, что

выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей. Если обнаружены неисправности, то сообщить об этом ответственному лицу за оборудование. В случае нахождения неисправности прибор отключается от сети. Все приборы должны находиться на своих местах, и иметь защитное заземление с сопротивлением не более 4 Ом.

5.3 Экологическая безопасность

Экологическая безопасность - совокупность состояний, процессов и действий, обеспечивающая экологический баланс в окружающей среде и не приводящая к жизненно важным ущербам (или угрозам таких ущербов), наносимым природной среде и человеку. Это также процесс обеспечения защищенности жизненно важных интересов личности, общества, природы, государства и всего человечества от реальных или потенциальных угроз, создаваемых антропогенным или естественным воздействием на окружающую среду. Объектами ЭБ являются права, материальные и духовные потребности личности, природные ресурсы и природная среда или материальная основа государственного и общественного развития.

При исследовании рабочей зоны диспетчерской не было обнаружено каких-либо влияний на окружающую среду. По истечении срока службы датчиков измерения и микросхем, если они не подлежат сервисному обслуживанию, то утилизируются.

Утилизация устройств необходима из-за вторичного использования отдельных компонентов, а также опасных для окружающей среды веществ. Электронные приборы можно сдать в специализированный пункт для утилизации, а процесс утилизации может осуществлять предприятие, либо сам владелец.

В случае необходимости конструктивные узлы датчиков и микросхем можно использовать повторно. К примеру, повторно можно использовать корпус датчиков, элементы микросхем и электрические платы [35].

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В комплекс противопожарных мероприятий входят предупреждение возникновения пожара, ограничение распространения огня при возникновении пожара, создание условий для успешной эвакуации людей из горящего здания и обеспечение условий для быстрой локализации пожара. Категория помещений приведена в таблице 26.

С целью предупреждения пожаров и ограничения распространения огня предусматривается требуемая огнестойкость зданий.

В целях обеспечения безопасности рабочих и наиболее быстрого устранения ситуаций, угрожающих здоровью либо жизни людей в помещении, предусмотрен комплекс мер по предупреждению и устранению подобных ситуаций, а также, средства защиты и пожаротушения. К ним относятся огнетушители, системы пожаротушения и сигнализация [33].

В качестве строительных материалов и конструкций применяются негорючие и трудногорючие изделия. Здания и сооружения выполнены из негорючих материалов. Эвакуационные пути обеспечивают эвакуацию всех людей в течение необходимого времени.

Таблица 26 – Категорирование помещений

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся в помещении
1	2
B1-B2 Пожароопасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыль и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются не относятся к категориям А или Б.

В любых помещениях имеются такие горючие материалы, как мебель и бумага, поэтому они относятся, как минимум, к категории В. А отсутствие в помещении горючей пыли, волокон и легковоспламеняющихся жидкостей дает основание отнести помещение пульта оператора к категории В - пожароопасная.

Для обеспечения контроля возникновения пожара во взрыво и пожароопасных зонах устанавливаются взрывозащищенные извещатели пожарные типа ИП, ручные типа ИПР и оповещатели (устанавливаются снаружи

вне опасной зоны). Шлейфы пожарной сигнализации выводятся на приемные приборы пожарно-охранной сигнализации.

Главная задача при возникновении пожара – его локализация. Небольшие загорания, а также пожары в начальной стадии могут быть успешно ликвидированы обслуживающим персоналом первичными средствами пожаротушения: порошковые и углекислотные огнетушители, асбестовые полотна, грубошерстные ткани (кошма, войлок), песок.

Для локализации и ликвидации пожара должны использоваться стационарные средства пожаротушения. Проектом предусматриваются следующие виды пожаротушения: водяное, пенное и порошковое.

При работе на взрывопожароопасном производстве безопасность работающего персонала должна обеспечиваться:

- конструктивно-планировочным решением помещений, гарантирующим возможность осуществления быстрой эвакуации людей;
- постоянным содержанием в надлежащем состоянии специального оборудования;
- ознакомлением всех работающих с основными требованиями пожарной безопасности и мерами личной предосторожности, которые необходимо соблюдать при возникновении пожара, а также ознакомления ПЛА;
- установлением со стороны администрации систематического контроля за строжайшим соблюдением мер предосторожности при ремонтных работах, эксплуатации электроприборов, электроустановок и отопительных систем.

В АО «Алмалыкский ГМК» вопросам пожарной безопасности уделяется большое внимание. В цехах и подразделениях комбината выполняются намеченные мероприятия по организационно-технической, профилактической и предварительной работе. В первом квартале 2019 года была проведена работа целью которой являлась недопущение и предупреждение пожаров и возгораний, нарушений правил ППБ.

Особое внимание было уделено техническому состоянию пожарной безопасности производственных объектов, жилищного фонда, дошкольных

образовательных учреждений. Совместно с инспекторами и инструкторами ОПБ были осуществлены 132 проверки пожарной безопасности, по результатам которых внесено 3262 представления, из них 3096 были полностью устранены в отведённые сроки, все остальные взяты под строгий контроль [23, 33].

Выводы к разделу «Социальной ответственности»

Проведя анализ вредных и опасных производственных факторов на рабочем месте диспетчера по мониторингу за технологическим процессом, можно уверенно утверждать, в данном помещении соблюдаются все требования нормативных документов, что является подтверждением безопасности данного места работы. Явных и видных нарушений на рабочем месте не выявлено, угрозы для жизни и здоровья работников не наблюдается.

Социальная ответственность повышает качества жизни не только работников промышленных предприятий, но и общества в целом, а также условия их труда, которые важны для соблюдения прав человека и ведение правил трудовых отношений. Снижается риск нанесения вреда окружающей среде и исключает возникновения чрезвычайных ситуаций.

Возможность внедрения социальной ответственности в промышленное производство проявляется соблюдением законодательств, прозрачностью социальной политики в области охраны труда, и участие каждого работника в развитии социальной ответственности на предприятии.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе было проведено исследование процесса измельчения и работы измельчительного комплекса с помощью математической модели. По данной модели были построены статистические зависимости «количество готового класса» от управляющих переменных «исходная загрузка» и «количество воды».

Произведен процесс исследования и разработок схем, алгоритмов и различных множество режимов работы дробильно-измельчительного комплекса. Перечислим исследование основных направлений разработки присуще данной выпускной квалификационной работе:

1) произведено изучение схемы цепи агрегатов технологического комплекса процесса измельчения, в которой представлены агрегаты дробильно-измерительного комплекса, а также движение потока воды, руды, песка и готового класса;

2) произведено изучение и выстроены зависимости данных каналов для получения статических характеристик зависимостей выхода готового класса от входного потока руды, текучесть пульпы, от степени заполнения мельницы и от постоянной времени гидроциклона;

3) произведена разработка алгоритма для наилучшего управления дробильно-измельчительным комплексом промышленного производства;

4) произведена разработка функциональной схемы автоматизации с дополнительным описанием контуров;

5) разработана математическая модель технологического процесса дробления, с установленным датчиком грануламетр ПИК-074П;

6) процесс ручного замера помола автоматизирован при помощи установки и настройки оборудования;

7) произведен расчет окупаемости, экономической эффективности модернизации процесса дробления.

Выпускная квалификационная работа подготовлена в соответствии с положением[19], и приведенном Приложение В отчета о плагиате.

Список использованных источников

1. Алмалыкский горно – металлургический комбинат // общая информация / АГМК. – URL: <http://www.agmk.uz/index.php> (дата обращения 14.03.2019).
2. Адамов Э.В. Технология руд цветных металлов, изд. «Металлургия» 2007. – С. 82–97.
3. Морозов В.В., Топчаев В.П., Улитенко К.Я., Ганбаатар З., Дэлгэрбат Л., Разработка и применение автоматизированных систем управления процессами обогащения полезных ископаемых // разработка автоматизации для системы измельчения, изд. «Руда и Металлы» 2012. – С. 227–252.
4. Улитенко К.Я., Соколов И.В., Маркин Р.П., Найденов А.П. Автоматизация процессов измельчения в обогащении и металлургии // Цветные металлы. 2005.-№ 10. – С. 54–59.
5. Разумов К.А., Перов В.А., «Проектирование обогатительных фабрик», изд. «Недра», 2002. – С. 40–46.
6. Улитенко К.Я., Попов В.П. Автоматическая защита барабанных мельниц от перегрузок. Обогащение руд. № 2 - 2004. – С. 81–96.
7. Ковшов В.Д. Автоматизация технологических процессов. 4.1 М.: "Нефти и газ", 2004. – 132 с.
8. Ковшов В.Д. Автоматизация технологических процессов. 4.2 М.: "Нефти и газ", 2004. – 98 с.
9. Хлытчиев СМ. Основы автоматики и автоматизации производственных процессов, изд. «Москва», 2010. – 120 с.
10. Авдохин В.М. «Основы обогащения полезных ископаемых» том 2, изд. «Москва». 2008. – С. 181–186.
11. Грейсух М.В., Зытнер Д.Я., Писарский Я.Л. «Электрооборудование и автоматизация обогатительных и агломерационных фабрик», 2010.
12. Абрамов А.А. «Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Обогательные процессы и аппараты» Т. 1. 2008.

13. Кармазин В.И., Младецкий И.К., Пилов П.И. «Расчеты технологических показателей обогащения полезных ископаемых» - 2008.
14. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям «Добыча и обогащение руд цветных металлов». Бюро НТД. «Москва» - 2017. – С. 10–336.
15. Контроллер SIMATIC S7 – 400 // контроллеры // общая информация / http://www.ste.ru/siemens/pdf/rus/07_S7-400_r.pdf (дата обращения 19.03.2019).
16. Салихов З.Г. По стадиям, этапам создания автоматизированных систем и расчета базовых цен на разработку технической документации // справочник, изд. «Теплоэнергетик» – 2006. – С. 6–40.
17. Тендеры и закупки // информация стоимости / датчики – URL: <http://rostender.info/> (дата обращения 20.03.2019).
18. Установка для измерения крупности частиц «ПИК-074П» <https://amtorg.com.ru/ustanovka-dlya-izmereniya-krupnosti-chastic-pik-074p>. (дата обращения 20.03.2019).
19. Положение от 10.02.2014г., №6/од "О выпускных квалификационных работах бакалавра, специалиста и магистра в ТПУ", Утверждено ректором ТПУ Чубик П.С., Томск. 2014. – С. 2–57.
20. Мельницы шаровые с центральной разгрузкой МШЦ. <https://www.tyazhmash.com/products/construction/mill-msz/>, https://maxi-exkavator.ru/excapedia/technic/gm_mshc-3600h4000. (дата обращения 20.04.2019).
21. ГИДРОЦИКЛОН ГЦП-750. <http://www.zko-ural.com/gcp750.php>. (дата обращения 24.04.2019).
22. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" (с изменениями на 21 июня 2016 г.). <http://docs.cntd.ru/document/901865498>.
23. АО Алмалыкский горно–металлургический комбинат/общая информация: <http://www.agmk.uz/index.php>. (дата обращения 11.05.2019 г.).
24. Конституция Республики Узбекистан. Нормативно-правовая база: <http://parliament.gov.uz/ru/laws/18357/>.

25. Закон Республики Узбекистан/ «Об охране труда»: <http://www.lex.uz/docs/3031429>.
26. Трудовой Кодекс Республики Узбекистан: <http://parliament.gov.uz/upload/files/laws/TRUD.pdf>.
27. Закон Республики Узбекистан о промышленной безопасности - опасных производственных объектов [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.lex.uz/docs/1061184>.
28. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). «Опасные и вредные производственные факторы».
29. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1). Переиздание 2001 г.
30. ГОСТ 12.1.009-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Термины и определения.
31. ГОСТ ИЕС 61140-2012 Защита от поражения электрическим током. Общие положения безопасности установок и оборудования (с ред. 2014 г.).
32. ИТБ 00193950 43-12-34 2014 г. «Инструкция по электробезопасности» МОФ – 2 АО «Алмалыкский ГМК».
33. ИТБ 00193950 43-12-19 2014 г. «Инструкция по пожарной безопасности» АО «Алмалыкский ГМК».
34. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение».
35. Закон Республики Узбекистан «об охране природы» 09.12.1992 г. N 754-XII. с редакций 2018 г. <https://nrm.uz/>.
36. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 "Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий" (с изменениями на 15 марта 2010 года).

Приложение А

(справочное)

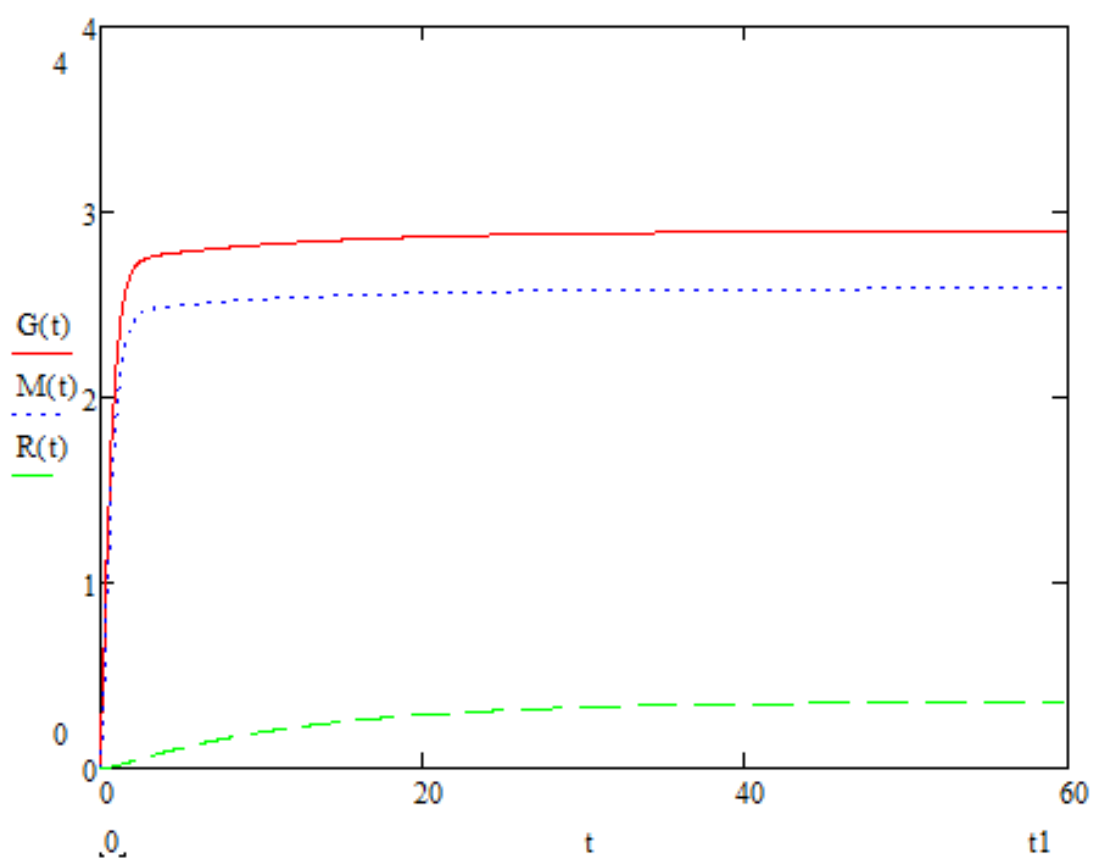
Расчет готового класса в мельнице

```
k1_0 = 0.4;
k2_0 = 0.3;
k3_0 = 0.23;
k4_0 = 0.07;
a1 = 2.3;
a2 = 1.23;
a3 = 0.73;
a4 = 0.23;
m1 = 2;
m2 = 4;
m3 = 6;
m4 = 8;
t = [0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.8 1.9 2];
t1 = [4 4.1 4.2 4.3 4.4 4.5 4.6 4.7 4.8 4.9 5 5.1 5.2 5.3 5.4 5.5 5.6 5.7 5.8 5.9 6];
K1_1 = k1_0*exp(-a1*t.^m1);
K2_1 = k2_0*exp(-a2*t.^m2);
K3_1 = k3_0*exp(-a3*t.^m3);
K4_1 = k4_0*exp(-a4*t.^m4);
K5_1 = 1 - (K1_1+K2_1+K3_1+K4_1);
plot(t1,K1_1,'-', t1, K2_1,'-',t1,K3_1,'-',t1,K4_1,'-',t1,K5_1,'-', 'LineWidth',1.5);
h = legend('Первый класс крупности, 15мм','Второй класс крупности, 5мм','Третий
класс крупности, 1мм','Четвертый класс крупности, 0,2мм','Класс требуемой крупности,
0,076мм');
grid
title('Процесс мокрого измельчения в шаровой мельнице');
xlabel('Время, мин')
ylabel('Количество класса крупности в мельнице, доли')
```

Приложение Б

(справочное)

Расчет математической модели процесса дробления



где $G(t)$ - Заполнение мельницы материалов;
 $M(t)$ - Масса готового класса;
 $R(t)$ - Величина потока рециркулирующих песков;
 t - Время.

Приложение В

(обязательное)

Отчет о проверке ВКР на плагиат

Информация о документе:

Автор:	Абдурашитов Энвер Ислямович
Имя загруженного документа:	TPU680163.docx
Группа:	3-8Т41
Индекс УДК:	004.896-048.35:621.926:622.7.012
Научный руководитель:	Ефимов Семён Викторович
Школа:	Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление:	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Тема:	МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ РУДЫ И ВОДЫ НА МЕЛЬНИЦУ МЕДНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ АО «АГМК»
Тип:	Выпускная квалификационная работа
№ документа:	532083
URL:	
Дата проверки:	18.05.2019 15:42:39
Модули поиска:	Кольцо вузов, Модуль поиска "ТПУ", Модуль поиска общеупотребительных выражений, Модуль поиска перефразирований Интернет, Модуль поиска перефразирований eLIBRARY.RU, Модуль поиска Интернет, Коллекция eLIBRARY.RU, Цитирование, Коллекция РГБ, Сводная коллекция ЭБС
Текстовые статистики:	
Размер текста:	4806 кБ
Символов в тексте:	116750
Слов в тексте:	13381
Число предложений:	704

ЗАИМСТВОВАНИЯ: 24,62 %

ЦИТИРОВАНИЯ: 2,07 %

ОРИГИНАЛЬНОСТЬ: 73,31%

Руководитель ВКР _____ Ефимов С. В.