

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«Сибирский федеральный университет»
институт

«Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.С. Тороов
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2024 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код – наименование направления

Модернизация системы электроснабжения дробильно-сортировочного
комплекса ООО УК «Разрез Майрыхский»

тема

Руководитель _____ доцент, к.т.н. _____ Е. В. Платонова
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ П.В. Зонов
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер _____ И.А. Кычакова
подпись, дата инициалы, фамилия

Абакан 2024

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«Сибирский федеральный университет»

Кафедра «Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.С. Торопов

«__» _____ 2024 г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в виде бакалаврской работы**

Студенту _____ Зонову Павлу Витальевичу

(фамилия, имя, отчество)

Группа ХЭН-10-01(10-1) Направление (специальность)

номер

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код, наименование

Тема выпускной квалификационной работы Модернизация системы электроснабжения дробильно-сортировочного комплекса

ООО УК «Разрез Майрыхский»

Утверждена приказом по институту № 259 от 07.05.2024 г.

Руководитель ВКР Е.В. Платонова, доцент кафедры «Электроэнергетика»

(инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

Исходные данные для ВКР однолинейная электрическая схема установки ДСК; Технические схемы работы ДСК

Перечень разделов выпускной квалификационной работы:

Введение

1 Теоретическая часть

1.1 Виды исполнения электрооборудования, используемого на дробильно-сортировочной фабрике и требования к нему

1.2 Классификация электрооборудования дробильно-сортировочной комплекса

1.3 Принцип работы Дробильно-сортировочного комплекса

2 Аналитическая часть

2.1 Характеристика предприятия

2.2 Однолинейная схема электроснабжения ДСК

2.3 Электрооборудование и показатели дробильно-сортировочного комплекса

3. Практическая часть

3.1 Замена Электродвигателей

3.2 Применение устройства плавного пуска

3.3 Сравнение пуска после смены оборудования

Заключение

Список использованных источников

Перечень обязательных листов графической части:

1. Схема электрических соединений ПС 35/10 кВ «Майрыхская»

2. Однолинейная схема электроснабжения ДСК

3. Схема замены оборудования

Руководитель ВКР _____

подпись

Е.В. Платонова

инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению _____

подпись

П.В. Зонов

инициалы, фамилия

«20» февраля 2024 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Модернизация системы электроснабжения дробильно-сортировочного комплекса ООО УК «Разрез Майрыхский»» содержит (52.) страниц текстового документа, (16) использованных источников, (3) листа графического материала, приложение на 1 странице.

Объект исследования – дробильно-сортировочного комплекса ООО УК «Разрез Майрыхский»

Предмет исследования: способы модернизации дробильно-сортировочного комплекса.

Цель данной работы заключается в улучшения качества работы дробильно-сортировочного комплекса.

Научная новизна работы заключается в анализе данных полученных после процесса модернизации промышленного объекта.

Практическая значимость исследований – данная работа позволит проанализировать текущее состояние дел и выработать рекомендации по исправлению проблемных мест.

THE ABSTRACT

The final qualification work on the topic «Modernization of the power supply system of the crushing and sorting complex of LLC UK«Mayryhsky section»» contains (52.) pages of a text document, (16) sources used, (3) sheets of graphic material, applications in 1 page.

The object of the study is the crushing and sorting complex of LLC UK "Mayrykhsy Section"

Subject of research: methods of modernization of the crushing and sorting complex.

The purpose of this work is to improve the quality of the crushing and screening complex.

The object of the study is the crushing and sorting complex of LLC UK "Mayrykhsy Section"

Subject of research: methods of modernization of the crushing and sorting complex.

The purpose of this work is to improve the quality of the crushing and screening complex.

The scientific novelty of the work lies in the analysis of data obtained after the modernization process of an industrial facility.

Practical significance of research – this work will allow analyzing the current state of affairs and developing recommendations for correcting problem areas.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 Теоретическая часть.....	9
1.1 Виды исполнения электрооборудования, используемого на дробильно-сортировочной фабрике и требования к нему	9
1.2 Классификация электрооборудования дробильно-сортировочной комплекса.....	11
1.3 Принцип работы дробильно-сортировочного комплекса.....	13
1.4 Составляющее оборудование дробильно-сортировочного комплекса	15
2 Аналитическая часть.....	17
2.1 Характеристика предприятия	17
2.2 Однолинейная схема электроснабжения ДСК.....	18
2.3 Электрооборудование и показатели дробильно-сортировочной установки.....	22
2.3.1 Исходные данные электродвигателей	22
2.3.2 Измеренные параметры электродвигателей.....	27
2.3.3 Расчёт $\cos\varphi$	27
2.3.4 Графики нагрузок.....	29
2.3.5 Компенсирующие устройства предприятия.....	37
2.3.6 Пусковые токи	40
3. Практическая часть	41
3.1 Замена электродвигателей	41
3.1.1 Автоматические выключатели	43
3.1.2 Выбор кабелей.....	44
3.1.3 Реконструкция системы электроснабжения.....	44

3.2 Применение устройства плавного пуска электродвигателей.....	46
3.2.1 Установка устройства плавного пуска	48
3.3 Сравнение пуска после смены оборудования	50
Заключение	52
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	53

ВВЕДЕНИЕ

Современные дробильно-сортировочные фабрики представляют собой высокомеханизированные мероприятия, общая установленная мощность которых находится в диапазоне от 100 до 150 тыс. кВт.

Различные агрегаты фабрики объединяются в параллельные технологические линии, которые разветвляются на большое количество параллельных трактов. Стоит учитывать что даже кратко временные перерывы в работе одного из звеньев обогатительной фабрики вызовет расстройство всего технологического процесса, чье восстановление требует много времени, что приводит к снижению качества и количества готовой продукции.

Актуальность: с ростом различных предприятий потребляющих продукции дробильно-сортировочных фабрик требуется увеличение этой самой продукции.

Цель данной работы заключается в улучшении качества работы дробильно-сортировочного комплекса.

Объект исследования: дробильно-сортировочного комплекса ООО УК «Разрез Майрыхский».

Предмет исследования: способы модернизации дробильно-сортировочного комплекса.

Задачи:

-Изучить требования ГОСТов или предприятия предъявляемых к показателям качествам электроэнергии;

-Проанализировать полученные данные с производства

-Улучшить работу ДСК (дробильно-сортировочного комплекса)

Методы исследования: обработка статистических данных посредством применения информационных технологий и визуализации.

Научная новизна работы заключается в анализе данных полученных после процесса модернизации промышленного объекта.

Практическая зависимость работы. Данная работа поможет проанализировать текущее состояние дел и выбрать рекомендации для исправления проблем.

1 Теоретическая часть

1.1 Виды исполнения электрооборудования, используемого на дробильно-сортировочной фабрике и требования к нему

По условию эксплуатации электрооборудования:

- Стационарное, не предназначенное для переноса во время работы
- Передвижное, непрерывно перемещается во время работы
- Ручное, находящееся в процессе работы в руках рабочего

В основном на фабриках применяется стационарное электрооборудования, такие как дробилка, грохот, конвейер, питатели, вентиляционные установки, шкафы электрические распределительные и шкафы управления, щиты освещения, трансформаторные подстанции.

Передвижное оборудование применяется на складах готовой продукции (экскаваторы, лебёдки и т.п.).

Ручное оборудование применяется при выполнении монтажных работ.

По способу защиты от воздействий внешней среды:

-Открытые, не имеющие специальных приспособлений для предохранения от случайного прикосновения к вращающимся и движущимся частям, а также для предохранения от попадания внутрь других посторонних тел. Оборудование этого типа используется в том случае, если и его возможно установить в сухих непыльных помещениях, обслуживаемых специально обученным персоналом (подстанции, распределительные щиты).

-Защищённые, имеющие приспособления (щитки, сетки), предохраняющие от случайного прикосновения к вращающимся и токоведущим частям, а также от попадания внутрь их посторонних предметов. Такое электрооборудование от пыли, влаги и газов защиты не имеет.

-Каплезащищенные машины и аппараты, оборудованные приспособлениями (kozyрьками) для предохранения их внутренних частей от попадания капель влаги.

-Брызгозащищенные машины и аппараты, имеющие приспособления, предохраняющие их от попадания внутрь оболочки водяных брызг, падающих под углом до 45° к вертикали с любой стороны.

-Обдуваемые машины и аппараты, снабженные вентиляционными устройствами для обдувания их наружной части.

-Продуваемые машины и аппараты, в которых имеется возможность охлаждения их внутренних частей посторонним воздухом (или каким-либо другим реагентом).

-Пыленепроницаемые аппараты, имеющие оболочку, уплотненную так, что исключается возможность проникновения внутрь ее тонкой пыли.

-Маслонаполненные аппараты, характеризующиеся тем, что у них все нормально искрящие части погружены в масло с тем расчетом, чтобы исключалась возможность соприкосновения этих частей с окружающим воздухом, а не искрящие части заключены в закрытую или пыленепроницаемую оболочку.

1.2 Классификация электрооборудования дробильно-сортировочной комплекса.

Высоковольтные электрические аппараты:

-Высоковольтные выключатели

-Разъединители

-Разрядники

Высоковольтные выключатели служат для включения и отключения под нагрузкой электрических цепей в нормальных режимах работы и для автоматического отключения при коротких замыканиях в аварийных режимах.

Часто используемые выключатели на обогатительных фабриках:

-Масляные, со специальными жидкостями типа ВГТ-10

-Воздушные (пневматические) серии ВВБМ-10 (6)

- ВВЭ-10(6)

- электромагнитные (воздушные) серии ВЭ-6, ВЭС-6

-автогазовые (с газом, генерируемым твердым веществом под действием температуры дуги) серии ВБМЭ-10

- элегазовые серии ВГТ

- вакуумные серии ВБЭС-10

В элегазовых выключателях в качестве изоляционной среды используют электрический газ - элегаз (шестифтористую серу SF₆), обладающий высокой диэлектрической прочностью (в 2,5 раза больше прочности воздуха), с хорошей дугогасительной способностью (в 4 раза выше, чем воздушных) и теплопроводностью.

Вакуумные выключатели (ВВ) (давление не более 1,3102Па), как и элегазовые, надежны, удобны в эксплуатации; менее пожаро- и взрывоопасны по сравнению с масляными выключателями. Гашение дуги в вакууме происходит очень быстро в результате большой скорости диффузии паров металла, которые образуются во время горения дуги, и их быстрой рекомбинации на контактах. Вакуумные выключатели имеют большой срок службы. Число коммутаций с номинальным током около 600 А равно (500 - 1000-103).

Разъединители типа РЛНД-10-2 используются для видимого отделения участка электрической сети на время ревизии или ремонта оборудования, для создания безопасных условий работы и отделения от смежных частей электрооборудования, находящихся под напряжением, для создания которых разъединители комплектуются блокировкой включенного (отключенного) положения и заземляющими ножами, исключающими подачу напряжения на выведенный в ремонт участок сети. Также разъединители применяются для переключения присоединений с одной системы шин на другую, в электроустановках с несколькими системами шин.

1.3 Принцип работы дробильно-сортировочного комплекса.

Для дальнейшего сокращения будем принимать ДСК как дробильно-сортировочный комплекс и рассмотрим схему его работы, представленный на рисунке 1.

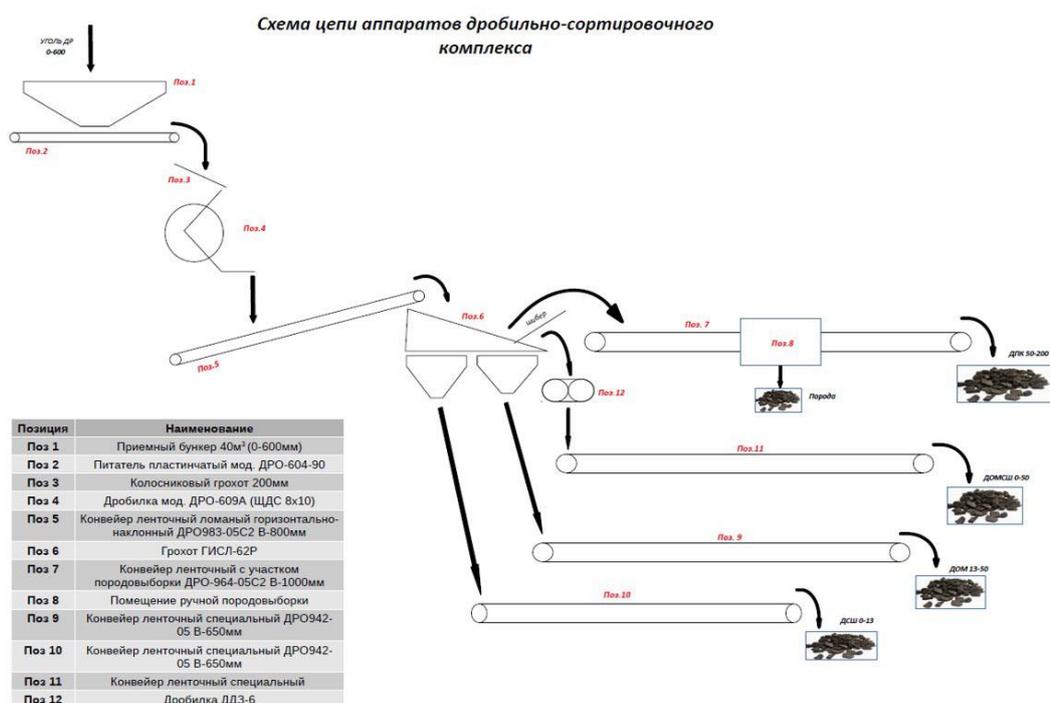


Рисунок 1 техническая схема работы ДСК

Горная масса, подвозимая из забоя карьера автосамосвалами, разгружается в приемный бункер (поз. 1).

Далее с приемного бункера горная масса попадает на пластинчатый питатель ПП (поз. 2), который транспортирует ее на колосниковый грохот (поз. 3). На колосниковом грохоте происходит разделение материала на фракции +200 мм и 0÷200 мм.

Верхний продукт отсева фракция +200 мм течкой направляется на дробление в щековую дробилку ЩД. Нижний продукт отсева фракция

0÷200 мм течкой направляется на ленточный конвейер (поз. 5), транспортирующий продукт на вибрационный грохот.

После дробления в щековой дробилке ЩД, дробленый продукт попадает на ленточный конвейер (поз. 5) и направляется в вибрационный грохот (поз. 6)

На грохоте ГИСЛ-62Р (поз. 6) происходит рассев на следующие фракции: ДСШ (Длиннопламенный семечка-штыб) (0-13 мм) [1], ДОМ (Длиннопламенный орех мелкий) (13-50 мм) [1], и ДПК (Длиннопламенный плитный крупный уголь) (50-200 мм) [1]. При необходимости в продукте ДОМСШ (Длиннопламенный орех с мелкими, семечком и штыбом) (0-50 мм) [1] используется дополнительная линия переработки, течка с грохота на конвейер ДПК (50-200 мм), направляется на дробилку ДДЗ-6 (поз. 12), которая измельчает фракцию ДПК (50-200 мм) до ДОМСШ (0-50 мм).

С грохота, путем течек, полученные фракции продукта направляются на ленточные конвейера. Конвейера сбрасывают уголь на подготовленные площадки формируя конус продукта определенной фракции, дальнейшая транспортировка происходит с использованием автотранспорта.

1.4 Составляющее оборудование дробильно-сортировочного комплекса

Таблица 1 Технические характеристики дробилки ДРО-609А

Модель	ДРО-609А
Типоразмер	ЩДС-8x10
Размер куска исходного материала, наибольший, мм	680
Ширина разгрузочной щели, мм	100-180
Производительность, м ³ /ч	85-155
Мощность двигателя основного привода, кВт	132
Масса, т	27,9
Габаритные размеры без привода L x b x h, не более, мм	3200x2700x2800

Таблица 2 Технические характеристики Грохота ГИСЛ-62Р

Производительность, м ³ /ч	зависит от типа материала и условий грохочения
Размеры просеивающих поверхностей	
ширина, мм	2000
длина верхнего яруса, мм	5700
длина нижнего яруса, мм	5400
Площадь просеивающей поверхности	
верхнего яруса, м ²	11
нижнего яруса, м ²	10,8

Таблица 3 Технические характеристики дробилки ДРО-609А

Модель	ДДЗ-6
Размер куска исходного материала, наибольший, мм	400x500x600
Производительность, м ³ /ч	60-150
Мощность двигателя основного привода, кВт	22
Масса, т	8,36
Габаритные размеры без привода L x b x h, не более, мм	3200x3400x1200

2 Аналитическая часть

2.1 Характеристика предприятия

ООО «УК «Разрез Майрыхский» — российская угледобывающая компания с широкой географией экспортных поставок. Имеет лицензию на разведку и добычу каменного угля в границах участка «Майрыхский» Бейского каменноугольного месторождения Республики Хакасия. Бейское каменноугольное месторождение — самое перспективное по запасам высококачественного энергетического угля в Российской Федерации. Развитие данной сырьевой площадки является частью концепции развития угольной промышленности России, предполагающей освоение новых месторождений, смещение угольных предприятий-экспортеров на восток страны, увеличение доли экспорта российского угля. На базе месторождения создан крупнейший промышленный проект — Бейский угольный кластер. Общий прогнозируемый объем добычи кластера к 2030 году составит 65% от общего объема добычи республики. Солидную долю этого объема обеспечит угольная компания «Разрез Майрыхский». Промышленные запасы рядового угля в технических границах лицензионного участка — 219,9 млн. тонн. Первая очередь группы верхних пластов планируется к отработке на протяжении 22 лет. Расчетный срок службы участка с учетом выхода на проектную мощность и периода затухания горных работ — 76 лет. Объем производства разреза Майрыхский сегодня составляет более 4 млн тонн угля в год. В ближайшие несколько лет планируется увеличить показатели до 6 млн тонн. Производимая продукция — уголь каменный марки Д. Приоритеты компании — развитие в соответствии с государственной стратегией угледобычи, высокое качество продукции, масштабные инвестиции в производство, использование последних технологических достижений, комфортные условия труда, забота о территориях присутствия. [2]

2.2 Однолинейная схема электроснабжения ДСК

Для дальнейшей работы нужно разобрать однолинейную схему электроснабжения ДСК, изображенную на рисунке 2.

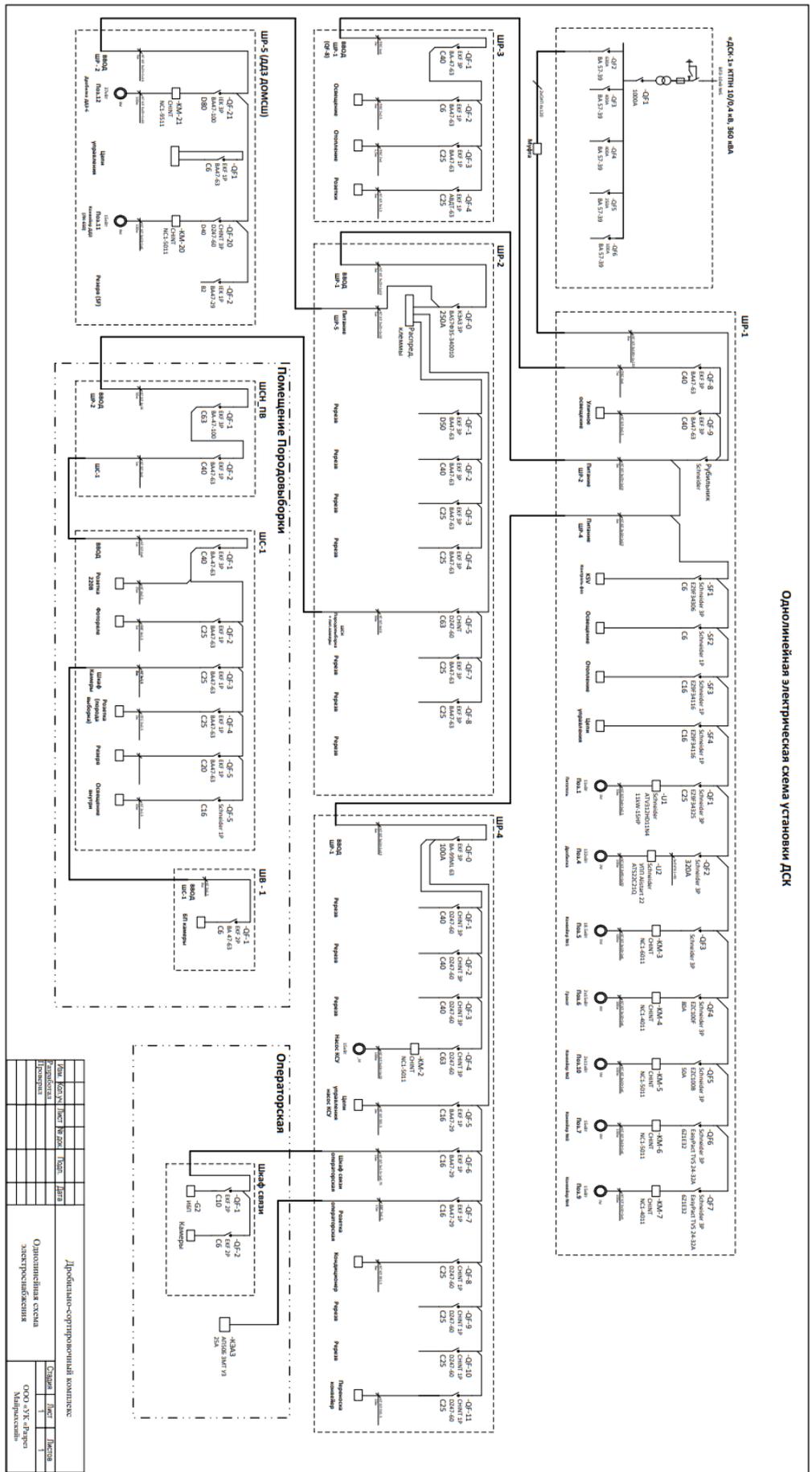


Рисунок 2 - Однолинейная схема электроснабжения ДСК

С подстанции по ВЛЗ 10кВ №5 (воздушной линии электропередач с защищёнными проводами напряжением 10 кВ) приходит питание на КТПН, на трансформаторе, напряжение понижается с 10 кВ до 0.4 кВ и приходит на вводной автоматический выключатель QF1 с номинальным током 1000А, после чего, с использованием автоматических выключателей QF2, QF3, QF4, QF5, QF6 распределяется по потребителям. С автоматического выключателя QF2 отходят два кабеля СИП 4x120, после чего, с помощью муфты, соединяются с кабелем КГ-ХЛ 3x185 + 1x120 приходящим в ШР-1(шкаф распределительный).

В ШР-1 питание с КТПН приходит на рубильник Schneider, после чего распределяется на автоматические выключатели:

1) QF1, QF2, QF3, QF4, QF5, QF6, QF7 – технологическое оборудование дробильно-сортировочного комплекса, питатель, дробилка, конвейер поз. 5, грохот, конвейер поз. 10, конвейер поз. 7, конвейер поз. 9 соответственно.

Питание на автоматические выключатели QF8 и QF9 взято с верхних губок рубильника.

По проводу 2xСИП 4 x120 через муфту питание приходит на ШР-1, далее через QF-8 ток идёт на ШР-3, а через QF-9 приходит на уличное освещение, через рубильник подаётся питание на ШР-2 и ШР-4, а также через SF1, SF2, SF3, SF4 питается KSV контроль фаз, освещение, отопление, цепи управления соответственно. Ещё через –QF1 –QF2 –QF3 –QF4 –QF5 –QF6 –QF7 приходит ток на поз.1 (Питатель) поз.2 (Дробилка) поз.3 (Конвейер №1)поз.4 (Грохот) поз.5 (Конвейер №2) поз.6 (Конвейер №3) поз.7 (Конвейер №4) соответственно.

Ток приходящий на ШР-2 уходит на питание ШР-5, а так же через распределительные клеммы проходя автоматические выключатели –QF1 –

QF2 –QF3 –QF4 –QF7 –QF8 ток уходит в резерв, через –QF5 ток уходит дальше на ШНС Породовыборка + питание камер.

Питание на ШР-3 приходит от ввод ШР-1 (QF-8) и проходя через автоматические выключатели -QF2 -QF3 -QF4 уходит на освещение отопление розетки.

Питание на ШР-4 приходит от ввод ШР-1 и через автоматические выключатели –QF1 -QF2 -QF3 -QF9 -QF10 уходит на резерв, через автоматический выключатель -QF4 питание идёт на насос КСУ, далее через автоматический выключатель –QF5 на цепи управления насосом КСУ, так же через автоматический выключатель –QF6 на шкаф связи операторской, автоматический выключатель -QF7 розетки операторской, через автоматический выключатель -QF8 на кондиционер и через автоматический выключатель -QF11 на переноску конвейеров.

Питание ШР-5 (ДДЗ ДОМСШ) приходит от ШР-2, через автоматический выключатель -QF21 попадает на поз.8 (Дробилка ДДЗ-6), далее через -QF20 идёт на поз.9 (Конвейер ДДЗ-6 (ЛК-650)) и уходит через автоматический выключатель -QF2 на резерв.

Питание помещения породовыборки приходит от ШР-2 пройдя автоматические выключатели –QF-1 –QF-2 отправляется на ШС-1, далее через автоматический выключатель -QF1- идёт на розетки 220 В, через автоматический выключатель –QF-2 на фотореле, от автоматического выключателя –QF4 на розетка (порода выборка), от автоматического выключателя –QF5 на резерв, от автоматического выключателя -QF5 на Освещение внутри и от автоматического выключателя –QF-3 на шкафы камеры (ШВ-1), а оттуда через автоматический выключатель –QF-1 на БП камеры.

В операторской шкаф связи питается от ШР-4 автоматического выключателя -QF4, ток проходя через автоматические выключатели –QF1 - QF2 питает ИБП и камеры соответственно.

2.3 Электрооборудование и показатели дробильно-сортировочной установки.

2.3.1 Исходные данные электродвигателей

В таблице 4 представлены данные электродвигателей предприятия

Таблица 4 исходные данные электродвигателей

Позиция	Наименование двигателя	Мощность, кВт	Номинальный ток, А	cos	КПД, %
4	ВЭМЗ 5АМ315МА6еУ1	132	235	0,9	95
5	Bonfiglioli Rutittori M5LA4 FD	18,5	37	0,81	89,3
2	Vemper 132M4Y2	11	22,5	0,84	88,4
7	2x Bonfiglioli Rutittori M4LC4 FD	11	22,4	0,81	89,1
9	Bonfiglioli Rutittori M5SB4 FD	15	30	0,81	88,7
10	Bonfiglioli Rutittori M5SB4 FD	15	30	0,81	88,7
11	Vemper 160S4	380	30	0,85	89,4
12	ВЭМЗ 5А225М6УПУ3	380	73	0,84	91,5
6	Vemper 160S4	380	30	0,85	89,4



Рисунок 3- позиция 4 (Дробилка ДРО-609А)



Рисунок 4- позиция 5 (Конвейер подающий)



Рисунок 5- позиция 2 (Питатель)

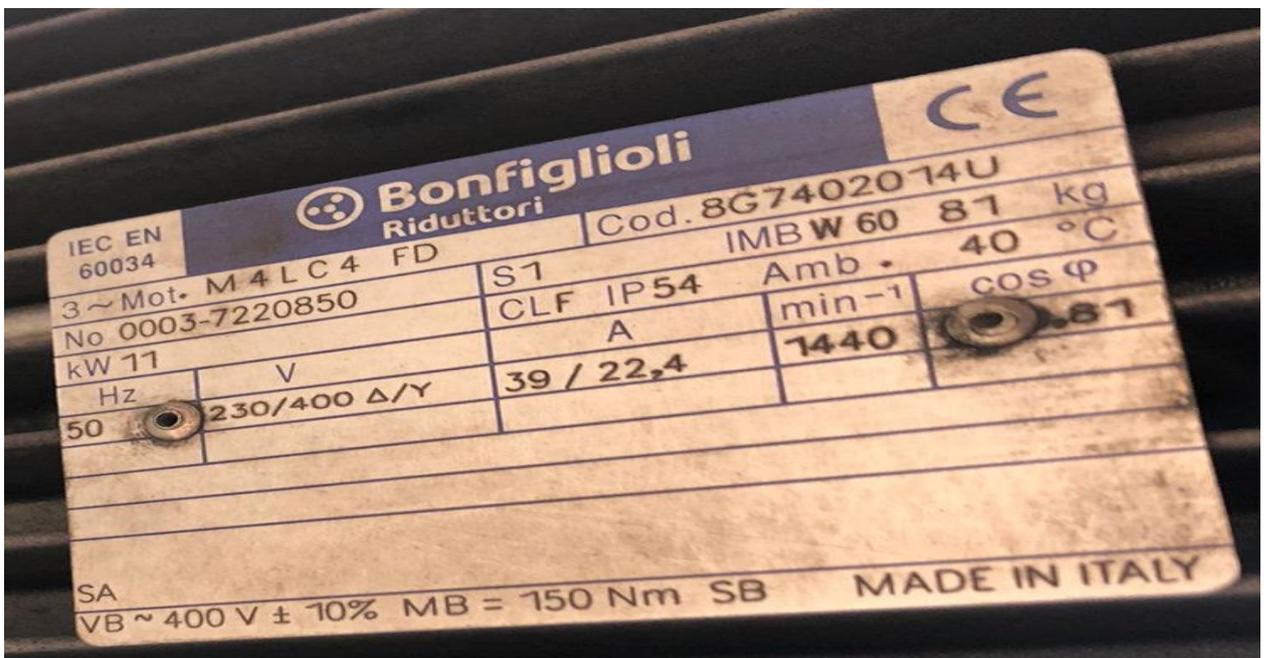


Рисунок 6- позиция 7 (Конвейер ленточный с породовыборкой)



Рисунок 7- позиция 9,10 (Конвейера ленточные специальные)



Рисунок 8- позиция 11,6 (Конвейер ленточный специальный, грохот)



Рисунок 9- позиция 12 (Дробилка ДДЗ-6)

2.3.2 Измеренные параметры электродвигателей

Выполним замеры значений тока для каждого электродвигателя и проверим может ли он выдерживать нагрузку на сеть

Таблица 5 параметры электродвигателей

наименование	Фактическое значение тока, А	Номинальное значение тока, А
Конвейер №1	20	37
Конвейер №2	12,5	30
Конвейер №3	16,3	22,7
Конвейер №4	15	30
Грохот	22,5	30
Дробилка ДДЗ	8	10
Конвейер ДДЗ	7.9	9,8
Основная дробилка	78	120

По замеренным данным на предприятии видно, что номинальные значения тока выше фактических (конвейер №1, конвейер №2, конвейер №3, конвейер №4, грохот, дробилка ДДЗ, конвейер ДДЗ, основная дробилка), это значит что электродвигатели выдерживают нагрузку на сеть.

2.3.3 Расчёт $\cos\varphi$

Найдём $\cos\varphi$, используя данные таблицы 2.3.2, по формуле:

$$\cos\varphi = \frac{I_{\Phi}}{I_{H}}$$

$$\cos\varphi_1 = \frac{20}{37} = 0,54$$

Аналогично производим расчет и с другими двигателями

Таблица 6 расчетные данные

Наименование	Номинальный ток, А	Фактический ток, А	cosφ
Конвейер №1	37	20	0,54
Конвейер №2	30	12,5	0,42
Конвейер №3	22,4	16,3	0,73
Конвейер №4	30	15	0,5
Грохот	30	22,5	0,75
ДДЗ	8	10	0,8
Конвейер ДДЗ	7,9	9,8	0,8
Основная дробилка	120	78	0,65

Рассчитаем средний cosφ по формуле:

$$\text{ср. } \cos\varphi = \frac{\cos\varphi_1 + \cos\varphi_2 + \cos\varphi_3 \dots + \cos\varphi_n}{n}$$

$$\text{ср. } \cos\varphi = \frac{0,54 + 0,42 + 0,73 + 0,5 + 0,75 + 0,8 + 0,8 + 0,65}{8} = 0,65$$

2.3.4 Графики нагрузок

Далее разберём данные из АСКУЭ (автоматизированная система контроля и учёта электроэнергии), в ней фиксируются данные по мощностям и cos каждые 10 минут, но для удобства мы будем фиксировать их в таблицы 7,8,9,10 по 1 часу что бы можно было построить суточные графики нагрузки, которые расположены на рисунках 10,11,12,13.

Таблица 7 Зафиксированные данные мощностей в день при максимальной загрузки на аппаратуру

Время/дате	P	S
05.12.23/00:00:00	71,753	160,559
05.12.23/01:00:00	68,357	172,454
05.12.23/02:00:00	21,508	24,833
05.12.23/03:00:00	69,578	155,065
05.12.23/04:00:00	72,476	164,594
05.12.23/05:00:00	65,094	163,628
05.12.23/06:00:00	20,068	26,514
05.12.23/07:00:00	23,136	29,021
05.12.23/08:00:00	22,01	27,694
05.12.23/09:00:00	77,641	158,017
05.12.23/10:00:00	71,388	158,99
05.12.23/11:00:00	69,174	168,422
05.12.23/12:00:00	71,942	161,485
05.12.23/13:00:00	20,827	28,236
05.12.23/14:00:00	21,102	29,219
05.12.23/15:00:00	69,299	161,682
05.12.23/16:00:00	70,834	173,696

05.12.23/17:00:00	63,82	157,678
05.12.23/18:00:00	70,373	158,959
05.12.23/19:00:00	75,413	185,55
05.12.23/20:00:00	22,048	27,126
05.12.23/21:00:00	68,86	151,655
05.12.23/22:00:00	71,848	157,057
05.12.23/23:00:00	62,1	169,339

Таблица 8 Зафиксированные данные мощностей в день при минимальной нагрузки на аппаратуру

Время/дате	P	S
09.10.23/00:00:00	3,24	3,319
09.10.23/01:00:00	1,606	1,754
09.10.23/02:00:00	1,619	1,765
09.10.23/03:00:00	3,257	3,334
09.10.23/04:00:00	1,607	1,732
09.10.23/05:00:00	1,606	1,729
09.10.23/06:00:00	3,14	3,235
09.10.23/07:00:00	1,609	1,75
09.10.23/08:00:00	0,44	0,577
09.10.23/09:00:00	0,161	0,325
09.10.23/10:00:00	0,156	0,329
09.10.23/11:00:00	0,162	0,325
09.10.23/12:00:00	0,16	0,338
09.10.23/13:00:00	0,162	0,373
09.10.23/14:00:00	0,16	0,343

09.10.23/15:00:00	0,162	0,324
09.10.23/16:00:00	0,163	0,331
09.10.23/17:00:00	0,209	0,356
09.10.23/18:00:00	0,205	0,338
09.10.23/19:00:00	1,158	1,29
09.10.23/20:00:00	3,13	3,241
09.10.23/21:00:00	63,827	132,62
09.10.23/22:00:00	57,592	133,536
09.10.23/23:00:00	56,27	136,663

Используя данные из таблиц 7 и 8 построим графики

Суточной нагрузки в дни при минимальной нагрузке и максимальной нагрузке

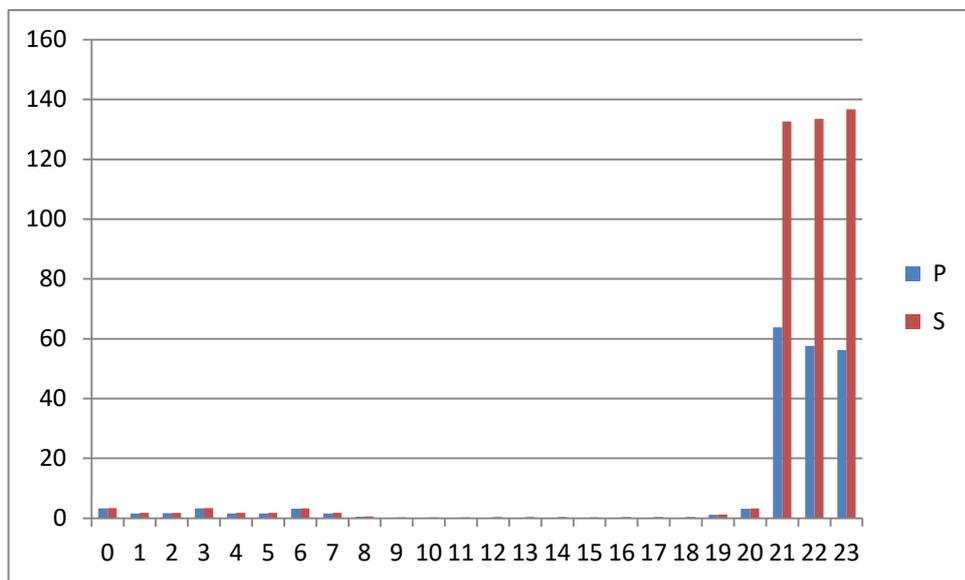


Рисунок 10 Суточные график мощностей при минимальной нагрузке

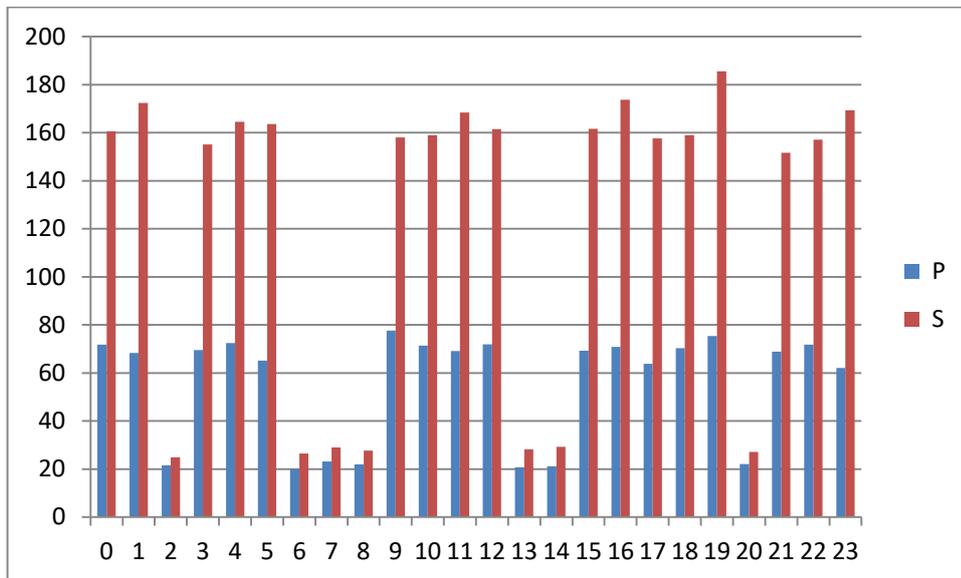


Рисунок 11 Суточные график мощностей при максимальной нагрузке

Таблица 9 Зафиксированные данные cos в день при минимальной нагрузки на аппаратуру

Время/дате	cos
09.10.23/00:00:00	0,976
09.10.23/01:00:00	0,913
09.10.23/02:00:00	0,913
09.10.23/03:00:00	0,976
09.10.23/04:00:00	0,926
09.10.23/05:00:00	0,924
09.10.23/06:00:00	0,976
09.10.23/07:00:00	0,916
09.10.23/08:00:00	0,774
09.10.23/09:00:00	0,485
09.10.23/10:00:00	0,492
09.10.23/11:00:00	0,496
09.10.23/12:00:00	0,482
09.10.23/13:00:00	0,429
09.10.23/14:00:00	0,469
09.10.23/15:00:00	0,492
09.10.23/16:00:00	0,492
09.10.23/17:00:00	0,585
09.10.23/18:00:00	0,6
09.10.23/19:00:00	0,896
09.10.23/20:00:00	0,974
09.10.23/21:00:00	0,449
09.10.23/22:00:00	0,427

09.10.23/23:00:00	0,401
-------------------	-------

$$\text{cp. } \cos_{\varphi} = 0,69$$

Таблица 10 Зафиксированные данные cos в день при максимальной загрузки на аппаратуру

Время/дате	cos
05.12.23/00:00:00	0,976
05.12.23/01:00:00	0,913
05.12.23/02:00:00	0,913
05.12.23/03:00:00	0,976
05.12.23/04:00:00	0,926
05.12.23/05:00:00	0,924
05.12.23/06:00:00	0,976
05.12.23/07:00:00	0,916
05.12.23/08:00:00	0,774
05.12.23/09:00:00	0,485
05.12.23/10:00:00	0,492
05.12.23/11:00:00	0,496
05.12.23/12:00:00	0,482
05.12.23/13:00:00	0,429
05.12.23/14:00:00	0,469
05.12.23/15:00:00	0,492
05.12.23/16:00:00	0,492
05.12.23/17:00:00	0,585
05.12.23/18:00:00	0,6
05.12.23/19:00:00	0,896
05.12.23/20:00:00	0,974
05.12.23/21:00:00	0,449
05.12.23/22:00:00	0,427

05.12.23/23:00:00	0,401
-------------------	-------

$$\text{ср. } \cos_{\varphi} = 0,53$$

Используя данные из таблиц 9 и 8 построим, графики суточной нагрузки в дни минимальной нагрузки и максимальной нагрузки.

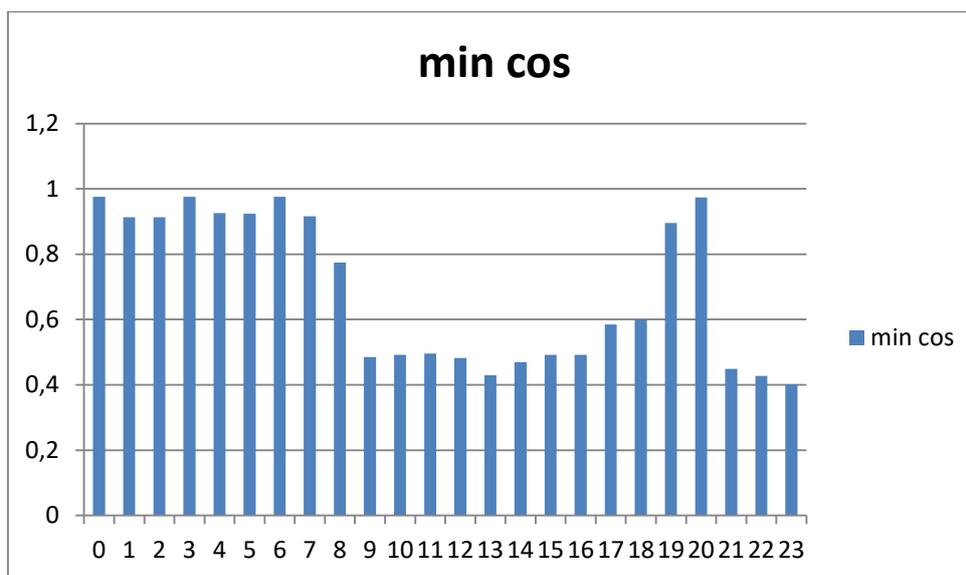


Рисунок 12 Суточные график cos при минимальной нагрузки

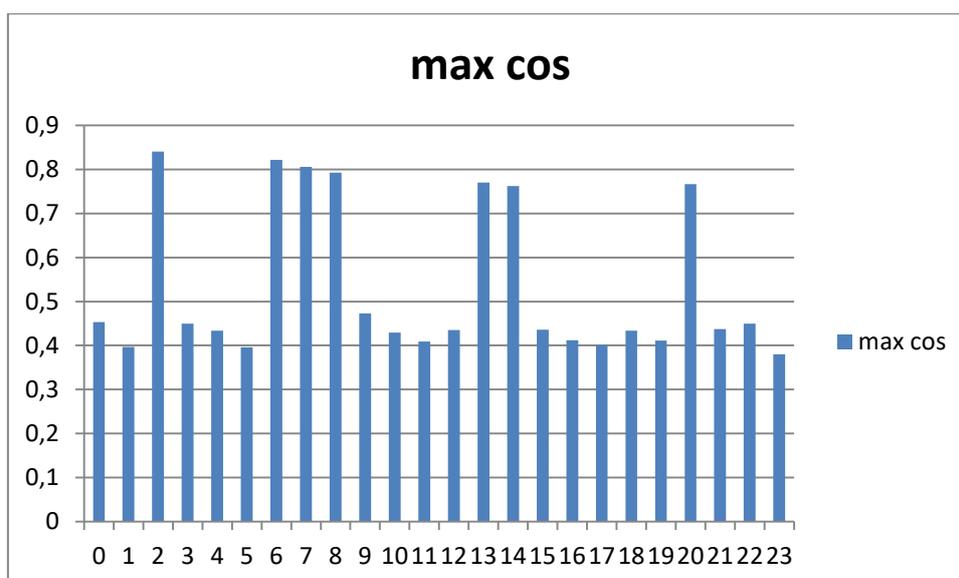


Рисунок 13 Суточные график cos при максимальной нагрузки

Нормой cos для предприятия является значения от 0,95 и выше.

Из выданных данных можно увидеть cos не соответствуют нормам выставленным предприятием

2.3.5 Компенсирующие устройства предприятия

Далее стоит упомянуть устройство компенсации, установленные на предприятии, изображенные на рисунке 14 и рисунке 15.

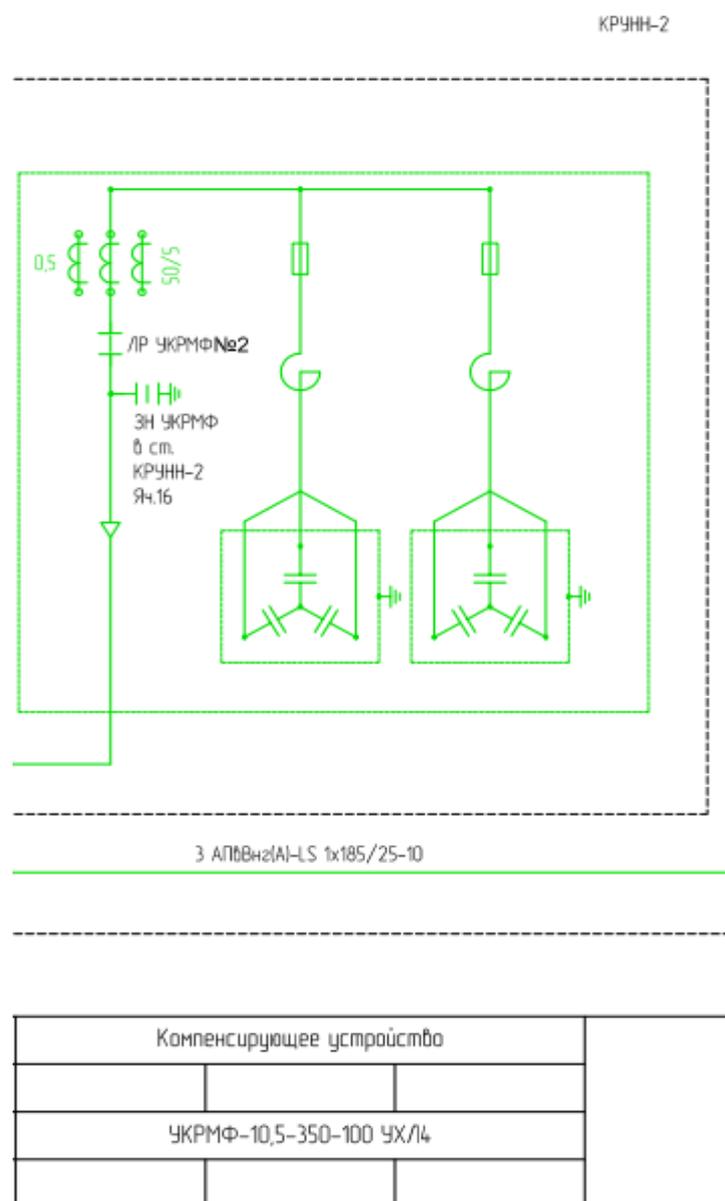
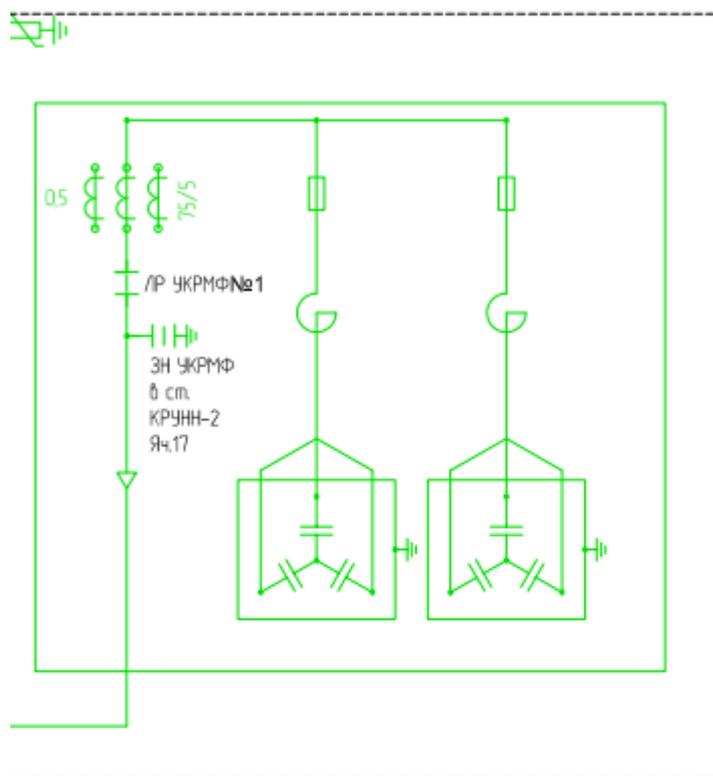


Рисунок 14 компенсирующие устройства КРУНН 2



Компенсирующее устройство		
УКРМФ-10,5-350-100 УХ/Л4		

Рисунок 15 компенсирующие устройства КРУНН 1

Полная схема изображена в перечень обязательных листов графической части (электрических соединений ПС 35/10 кВ “Майрыхская”)

Компенсирующие устройства, установленные на ПС Майрыхская, подключены централизованно (одна конденсаторная батарея на множество потребителей)

УКРМ-устройство компенсации реактивной мощности

Ф-фильтр высокой гармоник

УХЛ-эксплуатация в районах с умеренным и холодным климатом

4-в помещениях с искусственно регулируемым климатическими условиями

Таблица 11 технические характеристики компенсирующих устройств

Модель	Мощность, Квар	Шаг регулировки, Квар		Ток, А
		Фикс.	Рег.	
УКРМФ-10,5- 350-100 УХЛ4	350	1x100	1x100	20,3

2.3.6 Пусковые токи

Измерим пусковые токи каждого двигателя на ДСК и занесём их в таблицу 12

Таблица 12 Пусковые токи

Позиция	Наименование двигателя	Номинальный ток, А	Пусковой ток, А
4	ВЭМЗ 5АМ315МА6еУ1	235	1175
5	Bonfiglioli Rutittori M5LA4 FD	37	190,55
7	Bonfiglioli Rutittori M4LC4 FD	44,8	231,616
9	Bonfiglioli Rutittori M5SB4 FD	30	162
10	Bonfiglioli Rutittori M5SB4 FD	30	156
11	Vemper 160S4	30	174
12	ВЭМЗ 5А225М6УПУ3	73	427,78
6	Vemper 160S4	30	177,9

3. Практическая часть

3.1 Замена электродвигателей

Таблица 13 Электродвигателя предприятия

Позиция	Наименование двигателя	Номинальный ток, А	Частота вращения, об/мин	Фактическая мощность, кВт	Напряжение, В
4	ВЭМЗ 5AM315MA6eY1	235	990	94	400
5	Bonfiglioli Rutittori M5LA4 FD	37	1460	14,8	400
2	Vemper 132M4Y2	22,5	1460	9	400
7	2x Bonfiglioli Rutittori M4LC4 FD	22,4	1440	8,96	400
9	Bonfiglioli Rutittori M5SB4 FD	30	1460	12	400
10	Bonfiglioli Rutittori M5SB4 FD	30	1460	12	400
11	Vemper 160S4	30	1460	12	400
12	ВЭМЗ 5A225M6УПУ3	73	980	29,2	400
6	Vemper 160S4	30	1460	12	400

$$N_{\phi} = I_H * U$$

По просчитанным данным выберем новые электродвигатели с запасом мощности примерно 15% от фактической.

Таблица 14 Новые электродвигателя

Позиция	Наименование двигателя	Номинальный ток, А	Частота вращения, об/мин	Мощность, кВт	Напряжение, В
4	5АИ 315 S6	196	1000	110	400
5	5АИ 160 M4	35	1500	18,5	400
7	5АИ 132 M4	38,8	1500	11	400
9	5АИ 160 S4	30	1500	15	400
10	5АИ 160 S4	30	1500	15	400
11	5АИ 160 S4	30	1500	15	400
12	5АИ 225 M6	70	100	37	400
6	5АИ 160 S4	30	1500	15	400

3.1.1 Автоматические выключатели

Таблица 15 технические характеристики автоматических выключателей

Название	Позиция	Номинальное напряжение, В	Отключающая способность, кА	Номинальный ток, А
ВА44-37 3P 250А	QF1	400	35	250
ВА44-33 3P 40А	QF2	400	4.5	40
ВА44-33 3P 50А	QF3	400	15	50
ВА44-33 3P 40А	QF4	400	4.5	40
ВА44-33 3P 40А	QF5	400	4.5	40
ВА44-33 3P 40А	QF6	400	4.5	40
ВА44-33 3P 100А	QF7	400	15	100
ВА44-33 3P 40А	QF8	400	4.5	40

3.1.2 Выбор кабелей

Проведем выбор кабелей по таблице ПУЭ, выбираем сечение проводника по току с запасом от тока электродвигателя и занесем данные в таблицу 16.

Таблица 16 технические характеристики кабелей

Позиция	Название	Сечение жилы, мм ²	Ток, А	Кол-во жил
4	ВВГнг(А)-FRLS	150	235	4
5	ВВГЭнг (А)-LS	10	42	5
7	ВВГЭнг (А)-LS	10	42	5
9	ВВГЭнг (А)-LS	10	42	5
10	ВВГЭнг (А)-LS	10	42	5
11	ВВГЭнг (А)-LS	10	42	5
12	ВВГЭнг(А)-LS	25	75	5
6	ВВГЭнг (А)-LS	10	42	5

3.1.3 Реконструкция системы электроснабжения

Далее произведём реконструкцию системы электроснабжения, так как это необходимо для нашей модернизации. Схема реконструкции представлена на рисунке 17, а также используется в качестве перечня обязательных листов графической части.

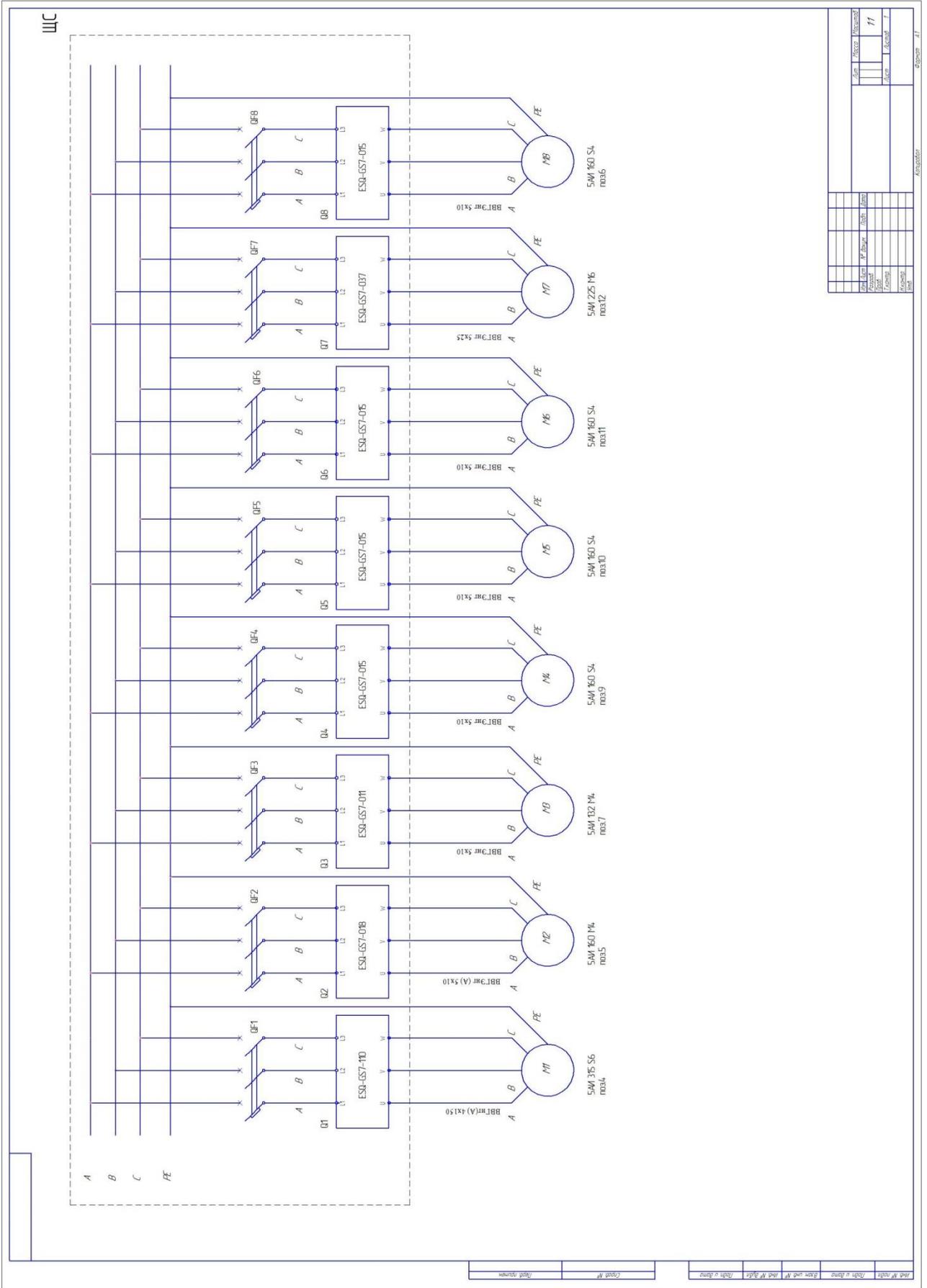


Рисунок 17 Схема реконструкции

3.2 Применение устройства плавного пуска электродвигателей

Наиболее эффективное использование устройства плавного пуска (УПП) возможно только при правильном выборе типономинала, обычно это тип нагрузки двигателя, частота пуска, паспортные данные.

Режимы работы УПП:

-Нормальный режим (величина пускового тока выше в 3,5 раза от тока номинального и время пуска от 10 до 20 секунд)

-Тяжёлый режим (величина пускового тока выше в 4,5 раза от тока номинального и время пуска 30 секунд)

-Очень тяжёлый режим (величина пускового тока выше в 5,5 раза от тока номинального и время пуска выше 30 секунд)

Схемы работы УПП:

- **Регуляторы пускового момента** контролируют лишь одну фазу трехфазного асинхронного двигателя. Способен контролировать плавный пуск, но не снижает пусковые токи.

- **Регуляторы напряжение без обратной связи**, работают по жесткой программе заданной пользователем. Не могут изменять частоту вращения двигателя из-за отсутствия обратной связи с двигателем. Способен управлять всеми фазами двигателя.

- **Регуляторы напряжения с сигналом обратной связи**, по сути является модернизированной версией устройств описанных ранее. Способны регулировать напряжение и считывать величину тока, не позволяя значениям выходить за заданные параметры. Может быть сгруппировано с другими УПП в единую систему.

- **Регуляторы тока с сигналом обратной связи**. Современное УПП. Работа основана на регуляции силы тока, а не на напряжении. Благодаря этому обеспечивается лучшая точность управления, простое

программирование и быструю настройку устройств, большая часть параметров определяется автоматически.

Основные функции УПП:

- Плавно и бесступенчато изменять напряжение и ток
- Управление током и моментом создания несложных программ
- Плавная остановка с торможением в системах (по необходимости)
- Возможны частые пуски и остановки без изменений характеристик системы
- Оптимизация рабочих процессов в системе с изменяющейся нагрузкой

Применение УПП позволит:

- Устранить ударные токи в питающей системе
- Устранить механические ударные воздействия на аппаратуру
- Сократить перенапряжение
- Сократить время поиска неисправности
- Уменьшить тепловое воздействие на асинхронный двигатель
- Повысить срок службы АД
- Экономить энергию

3.2.1 Установка устройства плавного пуска

Установим устройства плавного пуска на каждый потребитель, и занесём их в таблицу 17, отметим их технические характеристики в таблице 18

Таблица 17 Установленные УПП

Позиция	Наименование двигателя	Мощность, кВт	УПП
Q1	5АИ 315 S6	110	ESQ-GS7-110
Q2	5АИ 160 M4	18,5	ESQ-GS7-018
Q3	5АИ 132 M4	11	ESQ-GS7-011
Q4	5АИ 160 S4	15	ESQ-GS7-015
Q5	5АИ 160 S4	15	ESQ-GS7-015
Q6	5АИ 160 S4	15	ESQ-GS7-015
Q7	5АИ 225 M6	37	ESQ-GS7-037
Q8	5АИ 160 S4	15	ESQ-GS7-015

Стоит учесть, что на питателе (рисунок 1 позиция 2) установлен частотный преобразователь, с помощью которого работники регулируют кол-во подаваемого угля в дробилку, поэтому установка УПП не целесообразна.

Таблица 18 технические характеристики УПП

УПП	Мощность, кВт	Позиция	Выходной ток, А	Напряже ние, В
ESQ-GS7-110	110	Q1	220	400
ESQ-GS7-018	18,5	Q2	37	400
ESQ-GS7-011	11	Q3	22	400
ESQ-GS7-015	15	Q4	30	400
ESQ-GS7-015	15	Q5	30	400
ESQ-GS7-015	15	Q6	30	400
ESQ-GS7-037	37	Q7	47	400
ESQ-GS7-015	15	Q8	30	400

3.3 Сравнение пуска после смены оборудования

Используя полученные данные сравним показатели пускового тока и проверим стал ли он ниже.

Таблица 19 Показатели новые пусковых токов

Новые

Позиция	Наименование двигателя	Номинальный ток, А	Пусковой ток, А
4	5АИ 315 S6	196	980
5	5АИ 160 М4	35	178,5
7	5АИ 132 М4	38,8	197,88
9	5АИ 160 S4	30	153
10	5АИ 160 S4	30	153
11	5АИ 160 S4	30	153
12	5АИ 225 М6	70	357
6	5АИ 160 S4	30	153

Таблица 20 Показатели старых пусковых токов

Старые

Позиция	Наименование двигателя	Номинальный ток, А	Пусковой ток, А
4	ВЭМЗ 5АМЗ15МА6еУ1	235	1175
5	Bonfiglioli Rutittori M5LA4 FD	37	190,55
7	Bonfiglioli Rutittori M4LC4 FD	44,8	231,616
9	Bonfiglioli Rutittori M5SB4 FD	30	162
10	Bonfiglioli Rutittori M5SB4 FD	30	156
11	Vemper 160S4	30	174
12	ВЭМЗ 5А225М6УПУЗ	73	427,78
6	Vemper 160S4	30	177,9

Новые двигатели выдерживают нагрузку на сеть, подобранные УПП снижают пусковые токи.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были проведены анализ и оценка работы дробильно-сортировочного комплекса ООО УК «Разрез Майрыхский».

По итогам выполнения данной работы были проанализированы параметры энергетической составляющей дробильно-сортировочного комплекса ООО УК «Разрез Майрыхский».

Выявлены:

- Превышенные пусковые токи
- Повышенное производство реактивной мощности

Была проведена:

- Реконструкция в связи с модернизацией
- Замена устройства плавного пуска, автоматические выключатели, электродвигатели.

Результат:

- Понижение пусковых токов
- Понижение выработки реактивной мощности

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Характеристика и описание фракции угля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mayrykh.ru/production/>
2. Описание Угледобывающей компании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mayrykh.ru/about_company/
3. Технические характеристика дробилки ДРО-609А [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tds071.com/katalog/oborudovanie/drobilki/shchekovye-drobilki/dro-609a>
4. Технические характеристика грохота ГИСЛ-62Р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.grohot24.ru/products/oborudovanie-gorno-obogatitelnoe/grokhota-inertsionnye-tipa-gisl-gist/view/68-Grokhota-inertsionnyy-samobalansnyi>
5. Файловый архив студентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/2690071/page:25/>
6. Введение в специальность. Электроэнергетика. [Текст] / Веников В.А., Путятин Е.В. М: Высш. шк., 1988. 230 с.
7. Нейман Л.Р. Димерчан К.С. Теоретические основы электротехники. ч.1. / Нейман Л.Р. Димерчан К.С. 1981. 576 с. [Текст]
8. Основы составления главных схем электрических подстанций. / В.Н. Горюнов, В.К. Грунин, С.Г. Диев, В.А Костюк., К.И. Никитин, В.К. Федоров. Омск: Изд-во ОмГТУ, 1997. 84 с. [Текст]
9. Старостин В.И., Карпов В.В., Горюнов В.Н. Энергетика. Современное состояние, проблемы и прогнозы. / Омск: Изд-во ОмГТУ, 1996. 68 с. [Текст]
10. Ястребов П.Л. Смирнов И.Л. Электрооборудование, электрические технологии. 1987. 199 с. [Текст]
11. Токарев Б.Ф. Электрические машины. 1989. 67 с. [Текст]
12. Чинихин А.А. Электрические аппараты. 1988. 720 с. [Текст]

13. Файловый архив студентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/2180948/page:13/>
14. Онлайн каталог электродвигателей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://krn.elcomspb.ru/retail/electric_engines/general-purpose_engines/1000oborotov/
15. Онлайн каталог устройства плавного пуска [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://krn.elcomspb.ru/retail/invertors/uppesq/?filter=true&attribute_115\[0\]=15&slider_attr_113=11,1200&attribute_113=](https://krn.elcomspb.ru/retail/invertors/uppesq/?filter=true&attribute_115[0]=15&slider_attr_113=11,1200&attribute_113=)
16. Онлайн каталог автоматических выключателей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vseinstrumenti.ru/category/trehpolyusnye-avtomaticheskie-vyklyuchateli-169080/>

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«Сибирский федеральный университет»
институт

«Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

А.С. Тороов
инициалы, фамилия
« 24 » 06 2024 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
код – наименование направления

Модернизация системы электроснабжения дробильно-сортировочного
комплекса ООО УК «Разрез Майрыхский»
тема

Руководитель Е.В. Платонова доцент, к.т.н.
подпись, дата должность, ученая степень

Е. В. Платонова
инициалы, фамилия

Выпускник П.В. Зонов
подпись, дата

П.В. Зонов
инициалы, фамилия

Нормоконтролер И.А. Кычакова
подпись, дата

И.А. Кычакова
инициалы, фамилия

Абакан 2024